

# PROCEEDING BOOK



## EGE 10. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ



EGE  
10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES  
December 22-24, 23 İzmir

**CİLT 1**

ISBN : 978-625-6830-68-4  
Academy Global Publishing House





EGE  
10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES  
DECEMBER 22-24, 2023  
İZMİR

*Edited By*  
*PROF. DR. HÜLYA ÇİÇEK*

**CONGRESS ORGANIZING BOARD**

- Head of Conference: Prof. Dr. Hülya Çiçek*  
*Head of Organizing Board: Dr Gültekin Gürçay*  
*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Ali Bilgili*  
*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Həccər Hüseynova*  
*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Naile Bilgili*  
*Organizing Committee Member: Doç. Dr. Nazikə Abdullazadə*  
*Organizing Committee Member: PROF. DR. BAŞAK HANEDAN*  
*Organizing Committee Member: Dr. Mehdi Meskini Heydarlou*  
*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Dwi Solisworo*  
*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Dody Hartando*  
*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Raihan Yusoph*  
*Organizing Committee Member: Assoc. Prof. Dr. Ivaylo Staykov*  
*Organizing Committee Member: Assist. Prof. Dr. K. R. Padma*  
*Organizing Committee Member: Dr. Amaneh Manafidizaji*  
*Organizing Committee Member: Aynur Əliyeva*

*All rights of this book belong to Academy Global Publishing House  
Without permission can't be duplicate or copied.*

*Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.*

*Academy Global–2023 ©*

Issued: 29.12.2023  
ISBN: 978-625-6830-68-4

# CONFERENCE ID

---

**EGE**  
**10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES**

**DATE – PLACE**  
**DECEMBER 22-24, 2023**  
**IZMIR**

**ORGANIZATION**  
**ACADEMY GLOBAL CONFERENCES& JOURNALS**

**EVALUATION PROCESS**  
All applications have undergone a double-blind peer review process.

**PARTICIPATING COUNTRIES**  
Turkey – Azerbaijan- Egypt – Iran – Greece – Italy – Canada – Taiwan - USA. –  
Thailand – Germany - Czech Republic - South Korea - China. – Libya – Jordan -  
Malaysia. - USA - Sri Lanka – Bulgaria – Kenya – Algeria – Oman –Soudan – Nigeria -  
India

**PRESENTATION**  
Oral presentation

**ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :**  
In the conference 318 papers have been presented by Turkish participants and 370  
papers by foreign participants.  
Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an  
"official assignment letter"

**LANGUAGES**  
Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

## Scientific & Review Committee

---

- Prof. Dr. Ali BİLGİLİ – Türkiye  
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ – Türkiye  
Prof. Dr. Başak HANEDAN – Türkiye  
Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR – Türkiye  
Prof. Dr. Emine KOCA – Türkiye  
Prof. Dr. Fatma KOÇ – Türkiye  
Prof. Dr. Bülent KURTIŞOĞLU – Türkiye  
Prof. Dr. Hajar Huseynova – Azerbaijan  
Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia  
Prof. Dr. Natalia LATYGINA – Ukraina  
Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV – Russia  
Prof. Muntazir MEHDI – Pakistan  
Prof. Dr. Raihan YUSOPH – Philippines  
Prof. Dr. Akbar VALADBİGİ – Iran  
Prof. Dr. F. Oben ÜRÜ – Türkiye  
Prof. Dr. T. Venkat Narayana RAO – India  
Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ – Türkiye  
Prof. Dr. Mustafa BAYRAM – Türkiye  
Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN – Türkiye  
Prof. Dr. Hyeonjin Lee – China  
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet AYDIN – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan  
Assoc. Prof. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran  
Assoc. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Türkiye  
Assoc. Prof. Ivaylo STAYKOV - Bulgaria  
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia  
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Eda BOZKURT – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Ahmet TOPAL – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Sandeep GUPTA – India  
Assoc. Prof. Dr. Veysel PARLAK – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade – Azerbaijan



- Assist. Prof. Dr. Göksel ULAY – Türkiye  
Assist. Prof. K. R. PADMA – India  
Assist. Prof. Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan  
Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan ALANAZI - Saudi Arabia  
Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria  
Assist. Prof. Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania  
Assist. Prof. Dr. Gültekin GÜRÇAY – Türkiye  
Assist. Prof. Dr. Dody HARTANTO - Indonesia  
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran  
Assist. Prof. Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşılı JAYLIBAY - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan  
Assist. Prof. Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria  
Assist. Prof. Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Bhumika SHARMA - India  
Assist. Prof. Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia  
Assist. Prof. Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam  
Assist. Prof. Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia  
Assist. Prof. Dr. Yang ZİTONG – China  
Assist. Prof. Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa  
Assist. Prof. Dr. Zohaib Hassan Sain – Pakistan  
Assist. Prof. Dr. Murat GENÇ – Türkiye  
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India  
Assist. Prof. Dr. Vaiva BALCIUNIENE – Lithuania  
Assist. Prof. Dr. Meltem AVAN – Türkiye  
Aynurə Əliyeva - Azerbaijan  
Sonali MALHOTRA - India



T.C.  
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Tıp Fakültesi

Sayı :E-98102723-900-379618  
Konu :Düzenleme Kurulu Üyesi

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : 13.09.2023 tarihli, 379450 sayılı ve "Düzenleme kurulu üyeliği" konulu yazı

Academy Global Conference & Journals tarafından düzenlenen kongrelerde düzenleme kurulu üyesi olarak görev almanızda Dekanlığımızca bir sakınca bulunmamaktadır.

Gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Şevki Hakan EREN  
Tıp Fakültesi Dekanı V.

Dağıtım:  
TIBBİ BİYOKİMYA ANABİLİM DALI  
BAŞKANLIĞINA  
Sayın Prof.Dr. Hülya ÇİÇEK

**Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Belge Doğrulama Kodu : \*BSM6N2LAAT\* Pin Kodu : 67672

Belge Takip Adresi : <https://turkiye.gov.tr/gaziantep-universitesi-ebys>

Adres : Gaziantep Üniversitesi Kampus Alanı, Tıp Fakültesi Dekanlığı, Şehitkamil - 27310 -

GAZİANTEP

Telefon : 0 (342) 360 60 60 Faks:0 (342) 360 16 17

e-Posta : tipfaksek@gmail.com Web : [www.gantep.edu.tr/~tipdekanlik/bilgipaketi](http://www.gantep.edu.tr/~tipdekanlik/bilgipaketi)

Kep Adresi : gauntipdek@hs01.kep.tr

Bilgi için : Hüseyin Temel

Unvanı : Bilgisayar İşletmeni





### ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

- ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.
- Oturum içerisinde en KIDEMLİ olan katılımcı, moderatör olarak seçilir. Moderatörün oturum düzenini gözetmesi, akademisyen adaylarını yönlendirmesi beklenmektedir.
- Oturuma bağlanmadan önce Salon numaranızı adınızın önüne aşağıdaki gibi ekleyiniz. Bu sayede kongre açılışında beklemeden oturumlarınıza gönderilebileceksiniz. Ör. 5-Ahmet Ahmetoglu
- Sunum süresi 10 dakikadır. Bu sürenin aşılmamasını moderatörler temin edecektir.
- Sunum sonrası 5 dakikayı geçmeyen soru-cevap, tartışma süresi verilmektedir.
- Sunumlar TÜRKÇE veya İNGİLİZCE yapılabilmektedir.
- Kameralar, oturum süresince toplam % 70 oranında açık olmak zorundadır.
- Sunum yapan katılımcının kamerası açık olmak zorundadır.
- Sunum yapmak zorunludur. Herhangi bir nedenle sunum yapmamış olan katılımcıya sertifika verilmesi ve çalışmasının yayınlanması sözkonusu olamaz.
- Katılımcı, kendi oturumda, oturum bitene kadar bulunmak zorundadır.
- Katılımcıların kendi oturumları dışındaki oturumlara katılma zorunluluğu yoktur.
- ZOOM platformunun kapasite sınırı nedeniyle, DİNLEYİCİ, sadece kapasite izin verdiği sürece kabul edilebilmektedir.

### IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to make a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID instead of “Meeting ID or Personal Link Name” and solidify the session.
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- During the session, your camera should be turned on **at least %70** of session period
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

### TECHNICAL INFORMATION

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.
- Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number,





EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Doç. Dr. Yakup ASLAN	1	6102 SAYILI TÜRK TİCARET KANUNU KAPSAMINDA BAĞIMSIZ DENETİM	Doç. Dr. Sevgi IŞIK EROL
		2	6102 SAYILI TÜRK TİCARET KANUNU KAPSAMINDA BAĞIMSIZ DENETÇİNİN SORUMLULUĞU	Doç. Dr. Sevgi IŞIK EROL
		3	ACCOUNTING SYSTEMS OF ISLAMIC COUNTRIES	Master's Student, EMİN BAYRAK Assoc.Prof.Dr., ZÜLKİF YALÇIN
		4	ACCOUNTING SYSTEMS OF DEVELOPED AFRICAN COUNTRIES	Master's Student, CENGİZ KAYA Assoc.Prof.Dr., Zülkif YALÇIN
		5	İÇ DENETİM FONKSİYONUNUN DİJİTALLEŞMESİ VE BİR ÜRETİM FİRMASINDA UYGULAMA ÖRNEĞİ	KAAN GÜLDALİ
		6	ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ ARACILIĞIYLA OPTİMAL PORTFÖY SEÇİMİ: BİST ŞİRKETLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Yüksek Lisans Öğrencisi, AYŞE ÇAYGEÇEN Doç. Dr., YUSUF TEPELİ
		7	WHAT IS INFLATION ACCOUNTING, WHY IS IT NECESSARY?	Doç. Dr. Yakup ASLAN
		8	GOVERNMENT INCENTIVES ACCORDING TO INTERNATIONAL ACCOUNTING STANDARDS: A RECOMMENDATION	Doç. Dr. Yakup ASLAN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Assoc.Prof. Dr. Sevda ÜNAL	1	The Artists' Social Media Platform? Instagram and the Art Dealing Industry	Sharareh Aris
		2	LITERATURE REVIEW ON CLIMATE JOURNALISM	Assoc.Prof. Dr. Sevda ÜNAL Assoc. Prof. Dr. Filiz YILDIZ
		3	Israel Settlement Policy and Its Representation in the Cinema	Öğretim Görevlisi Eylem Dana Usta
		4	YEREL İNTERNET HABER SİTELERİNİN YEREL KONULARI HABERLEŞTİRME DURUMLARI ÜZERİNE BİR ANALİZ: KARABÜK İLİ ÖRNEĞİ	Doç. Dr. Mustafa İNCE
		5	GAZETECİLİK VE MEDYA ÇALIŞMALARINDA TARİH BİLİMİNDEN YARARLANMA HAKKINDA BİR DEĞERLENDİRME	Dr. Öğr. Üyesi, Ali ÇAKIR
		6	YENİ İLETİŞİM MECRALARININ KULLANIMININ İŞLETME VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ	Soydan ÖZTÜRK Doç. Dr. Mustafa İNCE
		7	GAZETECİLİK BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL MEDYA HABERLERİNE GÜVEN VE TEYİT DAVRANIŞLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Doktora Öğrencisi, Hamide SARITAŞ
		8	The Development Process of Surgical Live Broadcasts in the Field of Health from the Perspective of Communication Sciences	Öğr. Gör. Dr. YİĞİT AÇIK
		9	TÜRKİYE' DE BTS GRUBU HAYRANLIĞININ "ÜNLÜ TAPINMA SENDROMU" KAPSAMINDA İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, HANDAN ARLI Yüksek Lisans Öğrencisi Gül pamuk GÖKÇE
		10		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç.Dr.MUHİTTİN TOLGA ÖZSAĞLAM	1	MÉRIDA INITIATIVE: IMPACTS ON MIGRATION DUE TO SECURITY ON THE SOUTHERN BORDER OF MEXICO IN THE YEARS 2017-2021.	Diego Rodolfo Carballo López
		2	Challenges and Opportunities in Peacekeeping Initiatives: A Case Study of Palestine	Juliana J.J. Almassri
		3	Regional Security and Crisis Management: A Holistic Approach to Sustainable Peace	Juliana J.J. Almassri
		4	NATO Countries' Defense Expenditures	Ph.D. Candidate, Melek Adsız
		5	Transformation of an Ideology: Turkish Nationalism	Gizem Yıldırım
		6	Küresel Rekabette Afrika Zirveleri: Çin-Afrika Örneği	Yüksek Lisans Öğrencisi, RAVZA ASA Dr. Öğr. Üyesi BELMA ENGİN GÜDER
		7	İSRAİL'İN GAZZE SALDIRILARINI İNSAN HAKLARI BOYUTUNDA ANALİZİ	Dr. Seda Gözde Tokatlı
		8	MEDENİYETLER KRİZİ BAĞLAMINDA İSRAİL'İN GAZZE İŞGALİ	Doktora Öğrencisi Selameddin BAYSAL
		9	IS NATURAL RESOURCE RENT A WEALTH OR A CURSE? AN EMPIRICAL INVESTIGATION FOR CHINA	Doç. Dr. Kumru TÜRKÖZ
		10	BRICS'İN GELECEĞİNE DAİR BİR DENEYİM: GAZZE KONUSU	Doç.Dr.MUHİTTİN TOLGA ÖZSAĞLAM
		11	ORIGINS OF THE MIGRATION CRISIS IN LATIN AMERICA	ONUR CEYLAN ASSOC.PROF.MESUT ŞÖHRET

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Dr. Öğretim Üyesi Şenay Tanrıvermiş	1	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF NUTRITION AND PHYSICAL ACTIVITY STATUS OF FAMILIES ON DIGITAL PARENTING SKILLS	Gizem Daştan
		2	BİLİŞSEL UYUMSUZLUK, DÜŞÜNME STİLLERİ VE SOSYAL DESTEK KAYNAKLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ: ÜRDÜN ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	Marwa ABU ALHALAWA Prof. Dr., Seval ERDEN ÇINAR
		3	ALCOHOL AND DRUG USE IN ADOLESCENTS AND SOME RELATED VARIABLES	Doç. Dr. HÜLYA ERCAN Uzm. RAMAZAN ÇAKICI Uzm. ERHAN KURT ALİ İMRAN AKSU MERVE BATUR
		4	INVESTIGATION OF ATTACHMENT STYLES AND SOCIAL SKILL LEVELS OF PRESCHOOL CHILDREN	Uzm. Leyla DÜZ Doç. Dr. HÜLYA ERCAN
		5	THE KOMINSKY METHOD AND MASCULINE HEGEMONY	Dr. Öğretim Üyesi Şenay Tanrıvermiş
		6	A PILOT STUDY TO INVESTIGATE THE RELATIONSHIP BETWEEN TECHNOLOGY USE AND DIGITAL AMNESIA LEVEL IN EARLY ADOLESCENTS	GÖZDE AKKUŞ
		7	ÇOCUKLAR YANLIŞ KANI GÖREVİNE VERDİKLERİ CEVAPLARI NASIL GEREKÇELENDİRİRLER?	Dr. Öğr. Üyesi, ZEHRA ERTUĞRUL-YAŞAR
		8	WALDORF APPROACH	Doç.Dr. Raziye PEKŞEN AKÇA Dr. Öğretim Üyesi Rukiye ARSLAN
		9	THE IMPORTANCE OF NATURE-BASED ACTIVITIES IN SUPPORTING SENSORY DEVELOPMENT IN CHILDREN WITH AUTISM	Dr. Öğretim Üyesi Rukiye ARSLAN Doç. Dr. Raziye PEKŞEN AKÇA
		10	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE ACT TERAPİ İLE İNTERNET BAĞIMLILIĞININ BENLİK SAYGISI ÜZERİNDEKİ İLİŞKİSİ	Psikolog , Fatmanur Keleş

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Doç. Dr. Halil İbrahim CEYLAN	1	Spor Bilimlerinde Multi-Omik Teknolojiler	Dr. Şeyma YAŞAR Fatma Hilal YAĞIN Doç. Dr. Özgür EKEN
		2	Nörodejeneratif Hastalıklarda Multi-Omik Teknolojiler	Dr. Şeyma YAŞAR
		3	Genomic Influences on High-Intensity Interval Exercise Response: Implications for Personalized Fitness Programs	Doç. Dr. Özgür EKEN Fatma Hilal YAĞIN Dr. Şeyma YAŞAR
		4	Mitochondrial Biogenesis and its Enhancement Through High-Intensity Interval Exercise: A Comprehensive Review	Doç. Dr. Özgür EKEN Dr. Şeyma YAŞAR Fatma Hilal YAĞIN
		5	Integrating Artificial Intelligence in Nutrition Science: Advancements, Challenges, and Opportunities	Arş. Gör. Fatma Hilal Yagin Arş. Gör. Dr. Şeyma Yasar Doç. Dr. Özgür Eken
		6	Genomics and Obesity: Unraveling the Genetic Basis of a Complex Epidemic	Arş. Gör. Fatma Hilal Yagin Doç. Dr. Özgür Eken Dr. Şeyma Yasar
		7	DÜZENLİ ANTRENMAN YAPAN ÇOCUKLARIN DOĞUM AĞIRLIĞINA GÖRE FİZİKSEL UYGUNLUK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ	Doğukan ÖZER Gökmen ÖZEN
		8	8-15 YAŞ FUTBOL OKULU ÖĞRENCİLERİNİN SPORA KATILIM MOTİVASYONLARI VE İNTERNET BAĞIMLILIK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Hasan ABANOZ Doç. Dr. Gökmen ÖZEN
		9	ZEMİN VE PERFORMANS ARASINDAKİ İLİŞKİ	Vedat ÇINAR Polat YÜCEDAL
		10	VOLEYBOLCULARA UYGULANAN 2 FARKLI ISINMA TÜRÜNÜN SIÇRAMA VE SÜRAT PERFORMANSINA ETKİSİ	Kenan BOZBAY Vedat ÇINAR Polat YÜCEDAL
		11	EXPLORING THE CONNECTION BETWEEN INSULIN-LIKE GROWTH FACTOR-1 AND OBESITY	Doç. Dr. Halil İbrahim CEYLAN <b>Doç. Dr. Serdar BAYRAKDAROĞLU</b> Doç. Dr. Recep Fatih KAYHAN
		12	TIME-RESTRICTED FEEDING STRATEGIES AND OBESITY: CURRENT APPROACHES	Doç. Dr. Halil İbrahim CEYLAN Doç. Dr. Serdar BAYRAKDAROĞLU Doç. Dr. Recep Fatih KAYHAN



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Dr. Öğr. Üyesi, ENDER EMİR	1	ROPS-FOPS TESTS AND ANALYSES FOR BACKHOE LOADER CABINS	Msc. Fatih Harun ÖZDUMAN Msc. İhsan Cihan DAİ
		2	PREVENTING CARBON EMISSIONS FROM FOSSIL FUEL BY THE USE OF SOLAR POWER PLANTS IN INDUSTRY AND ITS CONTRIBUTION TO NATURE	Mechanical Engineer, SEREN GEÇGEL Mechanical Engineer, FATİH ÜNAL
		3	KEMİK KIRIKLARINDA GELENEKSEL PLAKLARIN YENİ TASARLANAN GÖZENEKLİ PLAK İLE KARŞILAŞTIRILMASI	Makine Mühendisi, ÖMER FARUK UZUNYOL Dr. Öğr. Üyesi, ENDER EMİR Doç. Dr., ERKAN BAHÇE Öğr. Gör. Dr., BURAK ÖZDEMİR
		4	316L PASLANMAZ ÇELİK YAPININ KÜTLE TABANLI TOPOLOJİ OPTİMİZASYONLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	Dr. Öğr. Üyesi, ENDER EMİR
		5	KAPI AÇMA MÜHİMMATI İÇİN MERMİ TUTUCU SİSTEM GELİŞTİRİLMESİ	Dr. Eymen AKDENİZ Yusuf MUTLU Prof. Dr. Mustafa BOZDEMİR
		6	ATEŞLİ SİLAH MEKANİK TEST MAKİNASI TASARIMI	Dr. Eymen AKDENİZ Mehmet Kutay GEZER Prof. Dr. Mustafa BOZDEMİR
		7	HYDROGEN PRODUCTION METHODS FROM SOLAR ENERGY	Musa Hilal GÜRBÜZ Prof. Dr. Ramazan KÖSE
		8	SİSMİK SOĞUK KORİDOR KAPAMA SİSTEMİ	Hüsnü KÖSE Mücahit DEMİRAY Yasin KASALAK İsmet ALTAY Veysel ABAK Doç. Dr. Ahmet FEYZİOĞLU
		9	TALAŞLI İMALAT UYGULAMALARI İÇİN OTOMAT ÇELİKLERİNDE BULUNAN KURŞUN ELEMENTİNİN İŞLENEBİLİRLİĞE ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Metalurji ve Malzeme Mühendisi, Burcu GÜLEN DAĞAR Metalurji ve Malzeme Mühendisi, Hakan ERÇAY Endüstri Mühendisi, Nurdan GÜNDOĞAN Doç. Dr. Tuncay DİKİCİ
		910	COMPARISON OF THERMAL PERFORMANCES OF TWO DIFFERENT FIN TYPES IN HEAT SINK	Asst. Prof. Dr. Zerrin SERT Assoc. Prof. Dr. Özge ALTUN
		11	INVESTIGATION OF HEAT TRANSFER BY FORCED CONVECTION USING NANOFLUID IN A SEMI-CIRCULAR OPEN CAVITY	Funda DURMAZ Asst. Prof. Dr. Zerrin SERT

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Prof. Dr. İlhami YİĞİT	1	ÜÇ BOYUTLU ÇİKOLATA YAZICI TEKNOLOJİSİ	Doç. Dr. Tuğçe TEZEL Prof. Dr. Volkan KOVAN
		2	ERGİYİK BİRİKTİRME TEKNİĞİ ESASLI ABS/PC POLİBLEND İMALATINDA BOYUTSAL HASSASİYETİN İNCELENMESİ	Doç. Dr. Tuğçe TEZEL Prof. Dr. Volkan KOVAN
		3	İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI VE BİYOMİMETİK UYGULAMALARI	Sait BÜYÜKKAYA Prof. Dr. Volkan KOVAN Doç. Dr. Tuğçe TEZEL
		4	JANT STİL YÜZEYİNİN TAŞITIN AERODİNAMİK YAPISINA VE YAKIT TÜKETİMİNE OLAN ETKİSİ	Ar-Ge Mühendisi Yiğit Mert TEKKELİ
		5	ÇİNKO-ALÜMİNYUM BAZLI METAL MATRİS KOMPOZİTLERİN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi, MUSTAFA GÜLEŞEN Makine Yük. Mühendisi, OSMAN SELİM KİBAR
		6	MALZEME TEST MAKİNALARI İÇİN VİDALI MİL TAHRİK SİSTEMİ İLE KONTROL EDİLEN BİR HİDROLİK KUVVET ARTIRICI GELİŞTİRİLMESİ	Prof. Dr. İlhami YİĞİT
		7	BİR VİDALI MİL TAHRİK SİSTEMİNİN ESP32 MİKROKONTROLCÜ İLE TİTREŞİM BASTIRMALI KONUM KONTROLÜ	Prof. Dr. İlhami YİĞİT
		8	EFFECT OF AUSTEMPERING AND CRYOGENIC HEAT TREATMENTS ON WEAR BEHAVIOR IN SPHEROIDAL GRAPHITE CAST IRONS	Asst. Prof. Dr. Abdullah SERT
		9	EXAMINATION OF DRYING MODELS OF APPLES IN CABINET DRYER	Asst. Prof. Dr. Halit ARAT Prof. Dr. Abdullah AKBULUT Prof. Dr. Oğuz ARSLAN
		10	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF AIR VELOCITY ON DRYING MODELS OF CARROTS IN DRYER WITH TRAYERS	Asst. Prof. Dr. Halit ARAT Prof. Dr. Abdullah AKBULUT Prof. Dr. Oğuz ARSLAN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Prof. Dr. Nail Altunay	1	PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF DIAZO DYE ON ALUMINIUM OXIDE NANOPARTICLES IN AQUEOUS SOLUTION: A SPECTROSCOPIC STUDY	Nazli TURKTEN Yeliz AKPINAR Yunus KARATAS
		2	USE AND OPTIMIZATION OF IONIC LIQUIDS FOR THE DETERMINATION OF TRACE LEVELS OF CADMIUM IN SOME AGRICULTURAL PRODUCTS	Master Bünyamin Doğan Prof. Dr. Nail Altunay Prof. Dr. Adil Elik
		3	TEMPERATURE ASSISTED CLOUD POINT EXTRACTION FOR SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF SUDAN-III IN VARIOUS SPICE SAMPLES	Prof. Dr. Nail Altunay Prof. Dr. Adil Elik
		4	DETAILED CHARACTERIZATION OF ZEOLITIC IMIDAZOLATE FRAMEWORK STRUCTURE AND EVALUATION OF ITS POTENTIAL AS AN ELECTRODE IN SENSOR APPLICATIONS	Dr. Vildan ŞANKO
		5	ANCHORING GROUPS IMPACT THE EFFICIENCY OF PHOTOPHYSICAL ANALYSES	Münire Gökben ARAPOĞLU Doç. Dr. Kamuran GÖRGÜN
		6	PRODUCTION OF WHEAT STRAW ADDED EPOXY COMPOSITE AND INVESTIGATION OF ITS THERMOPHYSICAL PROPERTIES	Dr. Cenk YANEN Dr. Ercan AYDOĞMUŞ
		7	PRODUCTION OF WHEAT STRAW REINFORCED POLYESTER COMPOSITE AND CHARACTERIZATION OF ITS THERMOPHYSICAL PROPERTIES	Dr. Cenk YANEN Dr. Ercan AYDOĞMUŞ
		8	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> @SİTRİK ASİT MANYETİK NANO-KATALİZÖRÜN SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE NABH <sub>4</sub> HİDROLİZİYLE HİDROJEN ÜRETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr. Öğr. Üyesi ADİL UMAZ Doç. Dr. MEHMET ŞAKİR ECE
		9		
		10		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Doç. Dr. Başak BÜYÜK	1	ANEMİ TÜRÜNÜN BELİRLENMESİNDE ONTOLOJİ TABANLI YAKLAŞIM	Araştırma Görevlisi, Ceyda ÜNAL
		2	A RARE CONDITION IN THE MANAGEMENT OF ADNEXAL MASSES: PARATUBAL CYST RUPTURE MIMICKING OVARIAN CANCER	MD, İBRAHİM TASKUM MD, FURKAN CETİN
		3	ONCOGENIC MECHANISM OF EPSTEIN-BARR VIRUS AND ANTIVIRAL STRATEGIES	M.Sc., Melisa BEYHAN YILMAZ Doç. Dr., Dilek MUZ
		4	INFLAMMATION PROGRAMMED CELL DEATH: PANOPTOSIS	M.Sc., Melisa BEYHAN YILMAZ Doç. Dr., Dilek MUZ
		5	OBSTETRİK ACİLLER: VASA PREVİA	Öğr. Gör. Dr. Gizem ÇITAK Öğr. Gör. Serpil TOKER
		6	OBSTETRİK ACİLLER: UTERUS İNVERSİYONU	Öğr. Gör. Dr. Gizem ÇITAK Öğr. Gör. Serpil TOKER
		7	SOĞUK STRESİ VE DİYETE BAĞLI OLARAK BAZI SIÇAN DOKULARINDA VASKÜLER ENDOTELİAL BÜYÜME FAKTÖRÜ VE ENDOSTATİN DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI	Uzm. FİLİZ ÇOBAN Prof. Dr. MUHİTTİN YÜREKLİ
		8	YOĞUN BAKIM SONRASI SENDROMUNUN PATOFİZYOLOJİSİ	Doç. Dr. Pınar AYYAT Doç. Dr. Başak BÜYÜK Dr. Öğr. Üyesi Nurbanu SAZAK
		9	İNFLAMATUAR AKCİĞER HASARINDA MAKROFAJLARIN ROLÜ	Doç. Dr. Başak BÜYÜK Doç. Dr. Pınar AYYAT Dr. Öğr. Üyesi Nurbanu SAZAK
		10		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Adelokun Gambo	1	DEMYSTIFYING THE PROBLEM-SOLVING PROCESS: UNVEILING THE NATURAL MECHANICS OF THE MIND	Dr. Amina Farkhonde
		2	AUTOMATING SCREEN-RECORDED VIDEO PRODUCTION: AN ALGORITHMIC APPROACH TO E-CONTENT CREATION	Dr. Darsareh Nikafrooz
		3	ONTOLOGICAL FOUNDATIONS FOR SMART LEARNING ENVIRONMENTS IN MUSIC EDUCATION: A COMPREHENSIVE FRAMEWORK FOR KNOWLEDGE REPRESENTATION AND APPLICATION	Prof. Dr. Konstantinos Stefanidakis, Dr. Michail Sofianos
		4	TRANSFORMING CIVIL ENGINEERING LABORATORY EDUCATION WITH FLIPPED LEARNING: A COMPREHENSIVE APPROACH TO DEVELOPING ESSENTIAL CAPABILITIES	Hector García- Georgia García-Rodríguez, Gerardo -Shashi Kant
		5	AUTONOMOUS AGENT LEARNING THROUGH CONSTRUCTIVIST PRINCIPLES: A BOTTOM-UP SEQUENTIAL LEARNING APPROACH AND TOOL	Piña Barrios-, Salvador Arellano, Bocanegra García,
		6	EMPOWERING ASSEMBLY LINES WITH DEEP LEARNING: A PARADIGM SHIFT IN PRODUCT IDENTIFICATION	Assoc. Prof. Dr. Salima Hassas
		7	ASSESSING THE ECONOMIC RETURNS OF HUMANITIES AND EDUCATION PROGRAMS IN PUBLIC UNIVERSITIES OF OSUN STATE, NIGERIA	Adelokun Gambo
		8		



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 2	Assis. Prof. Dr. Amanda Jones	1	EMPOWERING INDUSTRY 4.0 WITH DEEP LEARNING: ENHANCING ASSEMBLY LINE EFFICIENCY THROUGH AI-POWERED PRODUCT IDENTIFICATION	Adegboye Moguel
		2	EVALUATING THE PRIVATE MONETARY BENEFITS OF HUMANITIES AND EDUCATION PROGRAMS IN OSUN STATE'S PUBLIC UNIVERSITIES: A FIELD OF STUDY ANALYSIS	Angel Muñoz Daniel Guzmán
		3	NAVIGATING THE E-LEARNING LANDSCAPE: AN EXPLORATION OF STUDENT LEARNING EXPERIENCES WITH DIVERSE E-TOOLS	Assis. Prof. Dr. Amanda Jones
		4	UNVEILING THE HIDDEN STRUGGLE: A QUANTITATIVE EXPLORATION OF ANXIETY PREVALENCE AMONG DYSLEXIC STUDENTS IN HIGHER EDUCATION	C. Barzen Annika Victoria
		5	NAVIGATING THE MAZE OF UNIVERSITY CURRICULUM POLICYMAKING IN CHILE: A CASE STUDY OF CHANGE AND REFORM	Joanna Lee Dillon- Peksa,
		6	THE TRANSFORMATIVE POWER OF COLLABORATION: MIDDLE GRADE TEACHERS EMBRACING A CULTURE OF SHARED LEARNING	Vasiliki Kontzinos, Panagiotis Markaki, Vagelis Karakolis, John Psarras
		7	HARNESSING THE POWER OF CHATBOTS: A GLIMPSE INTO THEIR POTENTIAL IN HIGHER EDUCATION	Christos Vlachou, Ourania Kokkinakos,
		8		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Assoc. Prof. Kyoko Tominaga	1	MODELS OF COPYRIGHTS SYSTEM	A. G. Matveev
		2	MODERN PROBLEMS OF RUSSIAN SPORT LEGISLATION	Dr. Yurlov Sergey
		3	HOW TO MODERNISE THE EUROPEAN COMPETITION NETWORK (ECN)	Dr. Dorota Galeza
		4	WOMEN'S RIGHTS IN CONFLICT WITH PEOPLE'S CULTURAL AUTONOMY: PROBLEMS OF CULTURAL ACCOMMODATION	Assis. Prof. Dr. Nazia Khan
		5	SOCIAL MOVEMENTS AND THE DIFFUSION OF TACTICS AND REPERTOIRES: ACTIVISTS' NETWORK IN ANTI-GLOBALISM MOVEMENT	Assoc. Prof. Kyoko Tominaga
		6	EMPLOYMENT DISCRIMINATION ON CIVIL SERVANT RECRUITMENT	Li Lei Jia Jidong
		7	DEPENDENCY THEORY ON EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE UNITED STATES AND THE MIDDLE EAST: IN THE CASE OF IRAN, SAUDI ARABIA, AND TURKEY	Assis. Prof. Dr. Abdelhafez Abdel Hafez
		8	SELECTION STANDARDS FOR NATIONAL TEAMS: THEORY AND PRACTICE	Alexey Kulik
		9		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 4	Assis. Prof. Dr. Suwit Sadsunk	1	THE DESIGN INSPIRED BY PHRA MAHA CHEDI OF KING RAMA I-IV AT WAT PHRA CHETUPHON VIMOLMANGKLARAM RAJWARAMAHA VIHARN	Assis. Prof. Dr. Taechit Cheuppong
		2	A COMPARATIVE STUDY OF COSTUMES FOR RELIGIOUS FESTIVALS IN ASEAN COUNTRIES	Jaruphan Supprung
		3	LOAN GUARANTEE SCHEMES: PRIVATE AND PUBLIC EXAMPLES	Assis. Prof. Dr. Simeon Karafolas Maciej Woźniak
		4	THE APPLICATION OF RHIZOPHORA WOOD TO DESIGN: A WALKING STICK FOR ELDERLY	Noppadon Sangwalpetch
		5	PROPERTIES OF RHIZOPHORA CHARCOAL FOR PRODUCT DESIGN	Tanutpong Phriwanrat
		6	FABRIC PRINTING DESIGN: AN INSPIRATION FROM THAI KITES	Assis. Prof. Dr. Suwit Sadsunk
		7	THE DESIGN OF ENGLISH MATERIALS TO COMMUNICATE THE IDENTITY OF MUEANG DISTRICT, SAMUT SONGKRAM FOR ECOTOURISM	Ress. Assis. Kitda Praraththajariya
		8		
		9		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Assoc. Prof. Tereza Dolečková	1	THE CORRELATION OF ECONOMIC VARIABLES ON DOMESTIC INVESTMENT	Dr. Amirreza Attarzadeh
		2	AN ASSESSMENT ON THE EFFECT OF PARTICIPATION OF RURAL WOMAN ON SUSTAINABLE RURAL WATER SUPPLY IN YEMEN	Afrah Saad Mohsen Al-Mahfadi
		3	ARMED GROUPS AND INTRA STATE CONFLICT: A STUDY ON THE EGYPTIAN CASE	Assis. Prof. Dr. Ghzlan Mahmoud Abdel Aziz
		4	ROLE OF LEADERS İN MANAGİNG EMPLOYEES' DYSFUNCTIONAL BEHAVİOR AT WORKPLACE	Aya Maher, Dri Pakinam Youssef
		5	FINANCIAL STATEMENT FRAUD: THE NEED FOR A PARADIGM SHIFT TO FORENSIC ACCOUNTING	Ifedapo Francis Awolowo
		6	CUSTOMER ADOPTION AND ATTITUDES IN MOBILE BANKING IN SRI LANKA	Dr. Prasansha Kumari
		7	THE SERVICE APPRAISAL OF SOLDIERS OF THE ARMY OF THE CZECH REPUBLIC IN THE CONTEXT OF PERSONAL EXPENSES	Assoc. Prof. Tereza Dolečková
		8	PECULIARITIES OF IMPLEMENTATION OF BRANDING PRINCIPLES	Maia Seturi
		9	MARKET SEGMENTATION AND CONJOINT ANALYSIS FOR APPLE FAMILY DESIGN	Abbas Al-Refaie, Nour Bata





EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 7	Assoc. Prof. Dr. Najwa Alsayed Omar	1	WEB-CONTENT EXAMINATION OF THE MAJOR SPANISH TOURIST DESTINATIONS EVALUATION BY RUSSIAN TRAVELERS	Dr. Natalia Polkanova, Sergey Kazakov
		2	DISABILITY VARIETY MANAGEMENT: A CASE STUDY OF THE BANKING SECTOR IN THE KSA	Assoc Prof. Dr. Dr Nada Azhar
		3	ITALIC HANDWRITING IN AN INTERNET ERA	Karen Armstrong
		4	THE INFLUENCE OF PARENTAL ENGAGEMENT IN PRESCHOOL DISABLED CHILDREN	Sheng-Min Cheng
		5	THE SIGNIFICANCE OF CONCERNS FOR THE YOUTH IN VOTER DECISION-MAKING: A CASE STUDY AMONG UNIVERSITY STUDENTS IN MALAYSIA	Lecture Sivamurugan Pandian
		6	JAPANESE ENGLISH IN TRAVEL PAMPHLETS	Premvadee Na Nakompanom
		7	LIFESTYLES OF UNDERGRADUATE STUDENTS BASED ON SUFFICIENCY ECONOMY PHILOSOPHY IN SUAN SUNANDHA RAJABHAT UNIVERSITY	PHD candidate Phusit Phukamchanoad
		8	RESEARCH EXAMINATION IN ECLECTIC THEORY (KABOUDAN AND SFANDIAR) ONLINE METACOGNITIVE READING STRATEGIES UTILIZATION BY POSTGRADUATE LIBYAN EFL STUDENTS	Tarideh Alizadeh Mohd Nasir Hashim
		9	AUGURIOUS SIGNIFICANCE FOR COMMUNITY SOUVENIR PRODUCTS	Assoc. Prof. Dr. Najwa Alsayed Omar

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 8	Prof. DR . Levan Sabauri	1	IMPACT OF A COMPANY'S DYNAMIC CAPABILITIES ON ITS INNOVATION CAPABILITIES	Dr. Lovorka Galetic, Zeljko Vukelic
		2	A PSO-NM ALGORITHM FOR NELSON-SIEGEL-SVENSSON CALIBRATION	Ms. Student Sofia Ayouche Dr. Rachid Ellaia, Dr. Rajae Aboulaich
		3	CONSEQUENCES OF OIL PRICES ON RENEWABLE ENERGY DEPLOYMENT	Osamah A. Alsayegh
		4	LEAN HEALTHCARE: CHALLENGES AND FACILITATORS IN THE COLOMBIAN CONTEXT	Assis. Prof. Dr. Erika Ruiz, Nestor Ortiz
		5	RECOGNITION OF LEAN IMPLEMENTATION HURDLES IN INDIAN INDUSTRIES	Dr. Bhim Singh
		6	ADVANCING LOCAL PRODUCTS THROUGH ONE VILLAGE ONE PRODUCT AND CUSTOMER SATISFACTION	Wardoyo, Humairoh
		7	EXAMINATION OF THE CAUSES BEHIND THE DETERIORATED STANDING OF ENGINEERING COMPANIES DURING THE FINANCIAL CRISIS	Prof. DR . Levan Sabauri
		8	OVERVIEW OF MODELS OF CONSUMER BEHAVIOR AND INFLUENCE OF EMOTIONS IN DECISION MAKING	Mikel Alonso López
		9		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Assis. Prof. Dr. Shilpi Tyagi,	1	EDUCATION OF PURCHASING PROFESSIONALS IN AUSTRIA: A COMPETENCY-BASED PERSPECTIVE	Dr. Volker Koch
		2	DEVELOPING AN AUDIT QUALITY FRAMEWORK FOR AN EMERGING MARKET	Dr. Bita Mashayekhi, DR. Student Azadeh Maddahi, Arash Tahriri
		3	DETERMINANTS OF PROFITABILITY IN INDIAN PHARMACEUTICAL COMPANIES UNDER THE NEW INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS REGIME	Assis. Prof. Dr. Shilpi Tyagi, D. K. Nauriyal
		4	THE INFLUENCE OF MOTIVATION, CONFIDENCE, AND NATIONAL CULTURAL VARIATIONS ON KNOWLEDGE SHARING WITHIN THE REALM OF ELECTRONIC MAIL	Dr. Said Abdullah Al Saifi
		5	AN INVESTIGATION INTO THE FACTORS AFFECTING EARNINGS RESPONSE COEFFICIENT IN AN EMERGING MARKET	Bitamashayekhi, Zeynab Lotfi Aghel
		6	CHALLENGES AND HURDLES IN THE ACCOUNTING INFORMATION SYSTEMS OF KUWAITI CORPORATIONS	Haya Y Alobaid
		7	STRATEGIC PLANNING OF A SUPPLY CHAIN WITH RISK AND ENVIRONMENTAL GOALS	Ghanima Al-Sharrah, Haitham M. Lababidi, Yusuf I. Ali
		8	EVALUATING CORPORATE GOVERNANCE IN NETWORK MARKETING ORGANIZATIONS: THE IMPACT OF ETHICS AND CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY	Venugopal Kummamuru
		9	EXPLORING THE LINK BETWEEN FINANCIAL REPORTING TRANSPARENCY AND INVESTMENT EFFICIENCY: FINDINGS FROM IRAN	Bitamashayekhi, Hamid Kalhornia

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 10	Assoc. Prof. Dr. Shorena Tsiklauri	1	IMPACT OF ASSISTED REPRODUCTION TECHNOLOGIES ON WOMEN'S LIVES IN NEW DELHI: AN INVESTIGATION FROM A FEMINIST PERSPECTIVE	Assis. Prof. Zairunisha
		2	ADDRESSING MISUSES OF LEGAL AUTHORITY IN THE COMMUNITY	Tajudeen Ojo Ibraheem
		3	SOCIAL FRAMEWORK, INVOLUNTARY CONNECTIONS, AND URBAN DEPRIVATION	Mahmood Niroobakhsh
		4	TRANSFER OF KNOWLEDGE AND THE RENDERING OF TECHNICAL DOCUMENTS	Dr. Ahmed Alaoui
		5	THE EFFECT OF ISLAMIC ARTS ON OMANI WEAVING PATTERNS	Zahra Ahmed Al-Zadjali
		6	MANAGING THE INTRICACIES OF COMPLEX SYSTEM DESIGN: MODEL, STRUCTURE, AND CHANGES	Hycham Aboutaleb Bruno Monsuez
		7	COMPREHENDING EUROPE'S FUNCTION IN THE DOMAIN OF LIBERTY, SECURITY, AND JUSTICE AS A GLOBAL PARTICIPANT	Lecture Sarah Barrere
		8	THE METHODOLOGY OF MIGRATION OUT OF GEORGIA	Assoc. Prof. Dr. Shorena Tsiklauri
		9	A THOROUGH EXAMINATION OF OPEN DATA PORTALS AS AN EMERGING PUBLIC E-SERVICE	Martin Lnenicka

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 11	Dr. Lilian Noronha Nassif	1	EXAMINATION OF DRIVING CONDITIONS AND PREFERRED MEDIA ON DIVERSION	Dr. Yoon-Hyuk Choi
		2	A SYSTEMATIC INQUIRY INTO THE POLITICS OF DEFECTION IN INDIA	Diya Sarkar, Prafulla C. Mishra
		3	STANDPOINT OF THE CONSTITUTIONAL COURT OF THE RUSSIAN FEDERATION ON THE ISSUE OF RESTRICTING CONSTITUTIONAL RIGHTS OF CITIZENS CONCERNING BANKING SECRECY	Prof. A. V. Shashkova
		4	ACKNOWLEDGMENT AND SAFEGUARDING OF INDIGENOUS SOCIETY IN INDONESIA	Triyanto, Rima Vien Permata Hartanto
		5	REQUIREMENT OF NATIONAL SPACE LEGISLATION FOR SPACEFARING NATIONS	Muhammad Naveed Yang Caixia
		6	CIVIL LIBERTIES IN ARMED CONFLICTS AND CONSTITUTIONAL LAW	Assis. Prof. Antonios Maniatis
		7	CAPABILITIES OF FORENSIC MEDICAL RESEARCH ON SALIVA STAINS ON PHYSICAL EVIDENCE AFTER WASHING	Saule Mussabekova
		8	TOWARD PROVING ACCEPTANCE BY OVERCOMING CHALLENGES IN COLLECTING DIGITAL EVIDENCE	Dr. Lilian Noronha Nassif
		9	THE FUNCTION OF THE EUROPEAN UNION IN GLOBAL GOVERNANCE	Yrfet Shkreli
		10	MEASURES TO CURB CORRUPTION DURING MIGRATION WAVE IN EUROPE	Jordan Georgiev Deliversky

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 12	Assis. Prof. Dr. Jawad Alzeer	1	ADVOCATING GENDER EQUALITY WITHIN ISLAMIC TRADITION THROUGH CONTEXTUALIST APPROACH	Dr. Lecture Ali Akbar
		2	IMPACT OF BA'ALBAKĪ ON LEBANESE WOMEN WRITERS IN THE 1950S AND 1960S	Khaled Igbaria
		3	THE INTERFACE BETWEEN HUMANS AND THE ENVIRONMENT FROM THE PERSPECTIVE OF ENVIRONMENTAL ETHICS	Mella Ismelina Farma Rahayu
		4	SAFEGUARDING HUMAN RIGHTS IN EUROPE: THE PARLIAMENTARY ASPECT	Assoc. profAleksandra Chiniaeva
		5	EFFECTS OF EISENHOWER'S FAREWELL SPEECH: INITIAL AND SUSTAINED COMMUNICATION EFFECTS	B. Kuiper
		6	PROVIDERS OF HUMAN SECURITY IN FRAGILE STATES UNDER ASYMMETRIC WAR CONDITIONS	Dr. Luna Shamieh
		7	CREATING A NEW MEDIA CREDIBILITY SCALE: A MULTIDIMENSIONAL VIEW	Hanaa Farouk Saleh
		8	DISPARITIES IN RESEARCH OUTPUT, FUNDING, AND COLLABORATION BETWEEN GENDERS	Ashkan Ebadi Andrea Schiffauerova
		9	SWISS SCIENTIFIC SOCIETY FOR DEVELOPING NATIONS: A CONCEPT OF INTERCONNECTION	Assis. Prof. Dr. Jawad Alzeer
		OBSTACLES TO MARITAL EXPECTATIONS AMONG INDIVIDUALS WITH HEARING IMPAIRMENT IN OYO STATE	Adebomi M. Oyewumi, Sunday Amaize	

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 13	Assoc. Prof. DR. Philip T. Roundy	1	A MODEL OF MINIMAL CONSCIOUSNESS FUNCTIONS USING COMPUTATION	Dr. Nabila Charkaoui
		2	AN INDIAN PERSPECTIVE ON LIFE MEANINGFULNESS AND ITS PSYCHOSOCIAL CORRELATES AMONG RECOVERING SUBSTANCE USERS	Fouzia Alsabah Shaikh, Anjali Ghosh
		3	DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL JUSTICE IN THE INCENTIVE ALLOCATION OF THE THAI PUBLIC SECTOR	Assis. Prof. Kalayanee Koonmee
		4	GENDER DIFFERENCES IN AUTOBIOGRAPHICAL MEMORY AND FLEXIBLE REMEMBERING	A. Aizpurua, W. Koutstaal
		5	A CASE STUDY OF INTERNATIONAL STUDENTS IN WUHAN UNIVERSITY: CULTURAL ANXIETY AND ITS IMPACT ON STUDENTS' LIFE	Nadeem Akhtar Shan Bo
		6	RE-VICTIMIZING THE VICTIMS OR PROVIDING TREATMENT	Dr. Juliana Panova
		7	USING NARRATIVE THEORY TO UNDERSTAND THE UNCERTAINTY OF ORGANIZATIONAL CHANGE: THE STORY OF MERGERS AND ACQUISITIONS	Assoc. Prof. DR. Philip T. Roundy
		8	ATTACHMENT STYLES OF CHILDREN IN IRAN: COMPARING THOSE RAISED IN NURSERY WITH THOSE RAISED IN THE FAMILY	Dr. Narges Razeghi
		9	DERIVATION AND IMPLICATIONS OF A NEW MEASURE OF HERDING BEHAVIOR	Amina Amirat Abdelfettah Bouri

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Dr. Öğr. Üyesi, OĞUZ YOLAL	1	APPLICATION FIELD OF THE EUROPEAN UNION GENERAL DATA PROTECTION REGULATION (GDPR) AND ITS EFFECTS ON TURKISH LAW	Dr. Öğr. Üyesi Firdevs YÜZBAŞI TOBAZ
		2	THE EFFECT OF 'FRAMEWORK AGREEMENTS' ON COLLECTIVE LABOR AGREEMENTS TO BE CONCLUDED BETWEEN THE ADMINISTRATION AND THE UNION WHICH IS A MEMBER OF THE WORKERS' CONFEDERATION NOT REPRESENTED IN THE ECONOMIC AND SOCIAL COUNCIL IN TERMS OF FINANCIAL RIGHTS - THE CASE OF TEKİRDAĞ	Graduate Student, BARIŞ AKTAŞ
		3	TÜKETİCİ UYUŞMAZLIKLARININ DAVA ŞARTI ARABULUCULUĞA ELVERİŞLİLİĞİ	Öğr. Gör. G. Günbala DÜRHAN Öğr. Gör. Ayşe BAHAR
		4	INVESTIGATING THE EFFECTS OF INTERNATIONAL TRADE ON ECONOMIC GROWTH: A LITERATURE REVIEW	Assistant Professor, Seyyid Ali ERTAŞ
		5	AN ANALYSIS OF STUDIES INVESTIGATING THE ECONOMIC RELATIONSHIP OF THE ELDERLY, ONE OF THE DISADVANTAGED GROUPS	Assistant Professor, Seyyid Ali ERTAŞ
		6	KRİPTO VARLIK OLARAK BİTCOİN'İN TÜRKİYE'DE ÖDEME YÖNTEMİ OLARAK KULLANILMASI	Dr. Öğretim Üyesi Mehmet ÇOĞALAN
		7	DOLANDIRICILIK SUÇUNDA HİLE UNSURU	Doç. Dr. Ali Tanju SARIGÜL Fahriye AYBAR
		8	YARGITAY KARARLARI IŞIĞINDA ZORUNLU GEÇİT HAKKININ KURULABİLMESİNİN KOŞULLARI	Dr. Öğr. Üyesi, Hüseyin TOKAT
		9	TİCARİ İŞLETME ÜZERİNDE REHİN HAKKI TESİS EDİLMEDEN ÖNCE DEĞER TESPİTİ YAPILMASI	Dr. Öğr. Üyesi, OĞUZ YOLAL
		10	EVALUATIONS REGARDING THE ANNULMENT OF THE RULE THAT CANNOT FILE A CASE ON THE DENIAL OF LINEAGE BY THE MOTHER IN ACCORDANCE WITH THE CONSTITUTIONAL COURT DECISION DATED 26.07.2023	Arş. Gör. Dr. Nurtaç ENDES SELVİ
		11	EVALUATION OF THE RIGHT OF EASEMENT IN FAVOUR OF OWNER IN TERMS OF ROMAN LAW	Arş. Gör. Dr. Nurtaç ENDES SELVİ
		12	TIBBİ HATALI UYGULAMADAN DOĞAN İDARİ UYUŞMAZLIKLARDA SULH KURUMUNUN UYGULANABİLİRLİĞİ	Doktorant SENA ŞENGÜL



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Doç. Dr. Zeynep Müjde SAKAR	1	DÖNGÜSEL EKONOMİ VE ÇEVRE: İŞ MODELERİ	Dr. Servet KAPÇAK
		2	SAVUNMA HARCAMALARININ ENERJİ TÜKETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Dr. Servet KAPÇAK
		3	İKTİSADİ STRATEJİ ; NÜKLEER MADDE VE RADYOAKTİF KAYNAK KAÇAKÇILIĞI (1993-2005)	Doç. Dr. Zeynep Müjde SAKAR
		4	EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN FINANCIAL DEVELOPMENT AND ENERGY CONSUMPTION: PANEL DATA ANALYSIS	Dr. Öğr. Üyesi, Anıl LÖĞÜN Arş. Gör. Dr., Rahman AYDIN
		5	KAYIT DIŞI EKONOMİDE İSTİHDAM VE VERGİNİN ROLÜ	Öğr. Gör, Ayşe Gül ŞAHİN KOÇAK Öğr. Gör. Dr., M. Nedim UYGUR
		6	VERGİ KAÇAKÇILIĞINI ÖNLEMEDE ADLİ MUHASEBENİN ÖNEMİ	Öğr. Gör, Ayşe Gül ŞAHİN KOÇAK Öğr. Gör. Dr., M. Nedim UYGUR
		7	DIFFERENTIATION OF THE EASTERN AND SOUTHERN DIMENSIONS IN THE EUROPEAN NEIGHBORHOOD POLICY BEYOND 2020	Dr. Büşra Kılıç
		8	AZƏRBAYCANIN AVROPA İTTİFAQINA İNTEQRASIYA PROBLEMİ	Aygün Əliyeva
		9	THE RELATIONSHIP BETWEEN INCOME INEQUALITY, ECONOMIC GROWTH AND ECOLOGICAL FOOTPRINT: THE CASE OF MINT + BRICS	Öğr. Gör. Dr. Nazlı TEKMAN Doç. Dr. Hikmet AKYOL
		10	The effect of environmental taxes and environmental policy stringency on the investment in fossil-fuel technologies: Evidence from OECD countries	Dr. Selin Karlılar Assoc. Prof. Dr. Ugur Korkut Pata
		11	Does the Environmental Kuznets Curve Hold for Oil Consumption? New evidence from United States	Dr. Selin Karlılar Assoc. Prof. Dr. Ugur Korkut Pata

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Doç. Dr. Ersin KIRAL	1	Türkiye ve Bölgelerinin Kaba İntihar Oranı Analizi -I	Doç. Dr. Ersin KIRAL
		2	Türkiye ve Bölgelerinin Kaba Ölüm Oranı Analizi -I	Doç. Dr. Ersin KIRAL
		3	FROM THE PERSPECTIVE OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION: CLASSIFICATION OF COUNTRIES WITH TOPSIS-SORT-B METHOD	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Bahadır ŞİMŞEK Arş. Gör. Bilge MEYDAN
		4	VERİ BİLİMİ MESLEKLERİNE AİT İŞ İLANLARININ VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMİ İLE ANALİZİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Ahmet Kürşat AKICI
		5	TÜRKİYE'DE İLLERARASI REKABETÇİLİĞE YÖNELİK MEKANSAL BİR ANALİZ	Arş. Gör. Dr. Ayşegül YILDIZ
		6	TEKNOLOJİK İLERLEMENİN CO 2 EMİSYONU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ: EKONOMETRİK BULGULAR	Yüksek Lisans Öğrencisi, Aleya BESE Dr. Öğr. Üyesi, Merve ERTOK ONURLU
		7	AÇIK BANKACILIK: BİBLİYOMETRİK ANALİZ	Öğr. Gör. Dr. GÜLSEN ALKAÇ ÖZDEMİR
		8	BANKACILIK SEKTÖRÜNDE HİZMET BAŞARISIZLIKLARININ BİBLİYOMETRİK ANALİZ İLE BİLİMSEL HARİTALANMASI	Öğr. Gör. Dr. GÜLSEN ALKAÇ ÖZDEMİR
		9		
		10		



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Doç. Dr. Zarife PANCAR	1	SPORT RECREATION IN DISABLED INDIVIDUALS THE LEVEL OF SUITABILITY OF AREAS FOR DISABLED PEOPLE AND THEIR ATTITUDES TOWARDS RECREATIONAL ACTIVITIES	Bilgehan ÇELİK Dr. Öğr. Üyesi Faruk GÜVEN
		2	THE EFFECT OF STRENGTH TRAINING ON ANTHROPOMETRIC PARAMETERS IN YOUNG WRESTLERS	Turan GÖKTAŞ Dr. Öğr. Üyesi Faruk GÜVEN
		3	THE EFFECT OF SMOKING AND ALCOHOL USE ON LONELINESS IN STUDENTS STUDYING AT THE FACULTIES OF SPORTS SCIENCES OF DIFFERENT UNIVERSITIES	Doç. Dr. YENER AKSOY YILDIRAY ORTAHİSAR
		4	WRESTLING ACTIVITIES IN ANCIENT TIMES IN ASIA AND AFRICA	HAKAN KARADUMAN Doç. Dr. YENER AKSOY
		5	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PHYSICAL ACTIVITY ON ASSERTIVENESS IN INDIVIDUALS IN TERMS OF GENDER AND DIFFERENT VARIABLES	YILDIRAY ORTAHİSAR Doç. Dr. YENER AKSOY
		6	COMPARISON OF SUDANESE TRADITIONAL WRESTLING WITH ARIAMA AND RIAN RAJOR AND TRADITIONAL TURKISH WRESTLING	Öğr. Gör. Dr. FATİH KARAKAŞ Doç. Dr. YENER AKSOY
		7	BEDEN EĞİTİM VE SPOR ÖĞRETMENİ ADAYLARININ 21. YÜZYIL BECERİLERİ ÖZ YETERLİK ALGILARININ FARKLI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Hasan KOCAHAL Doç. Dr. Fikret ALINCAK Doç. Dr. Zarife PANCAR
		8	BEDEN EĞİTİMİ ÖĞRETMENLERİNİN KAYNAŞTIRMA EĞİTİMİNE İLİŞKİN GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ	Doç. Dr. Fikret ALINCAK Doç. Dr. Zarife PANCAR

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Prof. Dr. Mizrap Polat	1	Mothers and Daughters	Doç. Dr. Ayça Demir,
		2	Being Muslim in the Diaspora: The Case of Germany	Prof. Dr. Mizrap Polat
		3	Perception of Islamophobia among Muslim Students in Turkey and Germany	Prof. Dr. Mizrap Polat
		4	SOCIOLOGICAL EVALUATION OF DOMESTIC VIOLENCE AGAINST WOMEN IN TURKEY	Yüksek Lisans Öğrencisi, İlayda Özcan
		5	IMMANEUL WALLERSTEIN'S VIEWS ON LIBERALISM	Res. Asst. Mertcan MUTLU
		6	KADEM DERNEĞİ'NİN İSTANBUL SÖZLEŞMESİNE YAKLAŞIMI	Gülistan TAY Prof. Dr. İhsan ÇAPCIOĞLU
		7	"WESTERNISM" FROM THE PERSPECTIVE OF ZİYA GÖKALP AND AHMET AĞAOĞLU	Öğrenci, Yeliz Akdeniz Dr. Öğr. Üyesi, Gökhan Murat Üstündağ
		8	CHANGING BODY PERCEPTION IN THE POSTMODERN PERIOD: THE RECONSTRUCTION OF THE BODY	Gülşah Karaman Kıyak
		9	Küreselleşme Sürecinde Bireyin Kimlik Arayışı	Yüksek Lisans Öğrencisi İbrahim Şahin Yüksek Lisans Öğrencisi Neslihan Güngören
		10	Surveillance in Digital Games: A Study on Prison Simulator Game and Total Institutions	Başak KART
		11		
		12	ÜST SINIFIN TOPLUMSAL TABAKALAŞMA VE MEKÂNSAL AYRIŞMADAKİ YERİ	Doktora Öğrencisi, MUHAMMED CİHAD ALKIŞ

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Öğr. Gör. Dr. Elif DAĞLI	1	HEALTH PROBLEMS THAT AFFECT NEGATIVE NEWBORN HEALTH IN THE WORLD AND IN OUR COUNTRY	Lecturer Serpil TOKER Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN
		2	EVIDENCE-BASED PRACTICES IN THE FIRST ASSESSMENT OF THE NEWBORN IN THE DELIVERY ROOM	Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN Lecturer Serpil TOKER
		3	DOĞUMUN II EVRESİNİN YÖNETİMİNDE KULLANILAN MÜDAHALELER VE EBELİK YAKLAŞIMLARI	<b>Zümrüt YILAR ERKEK</b> Yasemin YÜCEL Emine KILIÇ
		4	KEFİR KULLANIMININ GEBELİK ÜZERİNE ETKİSİ	Doç.Dr. Zümrüt YILAR ERKEK Araş. Gör. Ayşenur KAHRAMAN
		5	Investigation of Radiation Doses in the Computed Tomography Pulmonary Angiography Protocol in Patients Diagnosed with Pulmonary Thromboembolism in the Emergency Department	ZEYNEP KARACA İLKER SERT METİN YADİGAROĞLU
		6	Determination of Natural Radionuclides in Building Materials in Antalya Province, Radiological and Health Risk	FARİKA RAVZA KAPLAN PROF. DR. AYSUN UĞUR GÖRGÜN
		7	A REVIEW STUDY ON THE EFFECT OF EXERCISE ON PREGNANCY	Dr. Öğr. Üyesi Feyza AKTAŞ REYHAN Öğr. Gör. Dr. Elif DAĞLI
		8	EVIDENCE-BASED PRACTICES IN THE DEVELOPMENT OF INTRAPARTUM MIDWIFERY CARE	Dr. Öğr. Üyesi Feyza AKTAŞ REYHAN Öğr. Gör. Dr. Elif DAĞLI
		9	NEW PERSPECTIVE AND TREATMENT HORIZONS ON MEMBRANOPROLIFERATIVE GLOMERULONEPHRITIS (MPGN)	Uzm. Dr. ZÜLKAR ÖZDEN Doç. Dr. TOLGA MERCANTEPE
		10	MINDFFETALNESS DURING PREGNANCY	Dr. Öğr. Üyesi Özlem Akın Prof. Dr. Nülüfer Erbil
		11	INVESTIGATION OF MINDFULNESS INTERVENTIONS IN MENOPAUSAL SYMPTOMS	Dr. Öğr. Üyesi Özlem Akın Prof. Dr. Nülüfer Erbil

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÖZBEK	1	PRE-NATAL EDUCATION AND CLASSES	Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÖZBEK Dr. Öğr. Üyesi Demet ÇAKIR Dr. Öğr. Üyesi Vasviye EROĞLU
		2	THE PARENT WHO WAS IGNORED DURING THE PREGNANCY	Dr. Öğr. Üyesi, Hilal ÖZBEK Dr. Öğr. Üyesi, Vasviye EROĞLU Dr. Öğr. Üyesi Demet ÇAKIR
		3	CLIMATE CHANGE, SUSTAINABILITY AND THE MIDWIFE LED CARE MODEL	Dr. Öğr. Üyesi, Vasviye EROĞLU Dr. Öğr. Üyesi, Demet ÇAKIR Öğr. Gör., Arslan SAY
		4	Sürdürülebilirlik Kapsamında Menstrual Hijyen Ürünlerine Bir Alternatif: Menstrual Kap	Dr. Öğr. Üyesi, Vasviye EROĞLU Öğr. Gör., Arslan SAY Dr. Öğr. Üyesi, Demet ÇAKIR
		5	ADVANCES IN NATURAL PRODUCTS USED TO STRENGTHEN IMMUNITY AGAINST SARS-CoV 2	Öğr. Gör., Arslan SAY Dr. Öğr. Üyesi, Hilal ÖZBEK Dr. Öğr. Üyesi, Vasviye EROĞLU
		6	PHYTOCHEMICALS USED IN TREATMENT SINCE THE ONSET OF COVID-19 INFECTION	Öğr. Gör., Arslan SAY Dr. Öğr. Üyesi, Vasviye EROĞLU Dr. Öğr. Üyesi, Hilal ÖZBEK
		7	SCD PROBİYOTİK UYGULAMASININ YAŞLI BAĞIRSAK MİKROBİYOTASINDA TÜR ÇEŞİTLİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	Sevcan KABAYER Vesila YILDIRIM, Hikmet Taner TEKER, Taha CEYLANI,
		8	POSTPARTUM DÖNEME ANNENİN PSİKOLOJİK UYUMU, GÖRÜLEBİLECEK SORUNLAR VE EBELİK YAKLAŞIMI	Arş. Gör. Emine KILIÇ DOĞAN Arş. Gör. Yasemin YÜCEL
		9	PREKONSEPSİYONEL DÖNEMDE FOLİK ASİT KULLANIMI VE EBELİK BAKIMI	Arş. Gör. Emine KILIÇ DOĞAN Arş. Gör. Yasemin YÜCEL
		10	Omuz Distosisini Yönetebilmek; İntrapartum Sürecin Yönetimi ve Ebelik Bakımı	Ayşenur KAHRAMAN Melek ŞEN AYTEKİN Özgür ALPARSLAN
		11	GEBELİK VE MEME KANSERİ	Ayşenur KAHRAMAN Melek ŞEN AYTEKİN Özgür ALPARSLAN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL	1	GIDA PAKETLEME ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN BİYO BAZLI FİLMERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ	İş Çözüm Ortaklığı Ar-Ge Uzman Mühendisi, Ekrem Anıl IRAK Proses Ar-Ge Uzmanı, Erdal AYDIN Proses Ar-Ge Uzman Mühendisi, Mine KULALI
		2	PHARMACEUTICAL PREPARATION AND CHARACTERIZATIONS OF LISINAPRIL DRUG NANOCRYSTALS BY USING ANTI-SOLVENT CRYSTALLIZATION METHODS	Abdulgörsel Al AIROA İbrahim İNANC
		3	PANEL CEPHE SİSTEMLERİNE ENTEGRE ÇOK FONKSİYONLU YENİ KAPAK SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ	Dr., SELÇUK DOĞRU Prof Dr., FERİT ÇAKIR Müh. FATMA EBRU ALPSAL
		4	KAOLİN/NAYLON 6 VE CAM BİLYA/NAYLON 6 KOMPOZİTLERİN MEKANİK PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ	Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL Prof. Dr. Kemal ERMİŞ
		5	CAM ELYAF TAKVİYELİ POLİAMİD-46 KOMPOZİTİN TRİBOLOJİK DAVRANIŞLARI	Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL Prof. Dr. Kemal ERMİŞ
		6	SYNTHESIS OF NANOPARTICLES USING THE GREEN SYNTHESIS METHOD, DOPING THEM INTO FIBERS AND INVESTIGATING THEIR PHOTOCATALYTIC POTENTIAL	Maryam Nawfal Mahmood AL-NUAIMY Erdal YABALAK
		7	AN INVESTIGATION ABOUT FORCED VIBRATION OF A ROD ELEMENT UNDER HYGROTHERMAL CONDITIONS	Prof. Dr., ŞEREF DOĞUŞCAN AKBAŞ
		8	INELASTIC DEFLECTIONS OF A BILAYER BEAM UNDER TEMPERATURE RISING	Prof. Dr., ŞEREF DOĞUŞCAN AKBAŞ
		9	ELEKTROKROMİK KAPLAMALI DİSK BORU ÇELİKLERİNDE DİFÜZYON TAVLAMA İŞLEMİNİN KAPLAMANIN YAPISAL ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	İrem ARI Yakup YÜREKTÜRK Cansu ÇELTİK
		10	TOZ ÖĞÜTME SİSTEMİNDE KULLANILAN YAZILIMIN YOĞUNLAŞMAYA ETKİSİ	Mücahit TURHAN Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN
		11	TOZ ÖĞÜTME SİSTEMİNDE KULLANILAN YAZILIMIN TOZ BOYUTUNA ETKİSİ	<b>Mücahit TURHAN</b> Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Doç. Dr. Aytaç ERKİŞİ	1	HİDROTHERMAL YÖNTEMLERLE ÜRETİLEN BOR TAKVİYELİ TiO <sub>2</sub> : XRD VE SEM KARAKTERİZASYONU VE RADYASYON SOĞURMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	Dr.Öğr.Üyesi. SANİYE TEKEREK Dr.Öğr.Üyesi. AYÇA TANRIVERDİ
		2	Using LDH Nanoparticles to Improve the Optical Properties of Biodegradable Polymer Films	Hasan ESKALEN Mustafa KAVGACI Hakan YAYKAŞLI
		3	Optical properties of Graphitic Carbon Nitride doped Biodegradable films	Hasan ESKALEN Mustafa KAVGACI Hakan YAYKAŞLI
		4	ÜRETİLEN RULO SÜNGERİN ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMASI İLE İNSANSIZ OTOMATİK PAKETLENMESİ	Erkan GÜLER, Buğra OCAK, Murat ZENGİN, Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN
		5	Li <sub>2</sub> MgSi HEUSLER ALAŞIMININ ELEKTRONİK, YAPISAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	Doç. Dr. Abdullah CANDAN Doç. Dr. Aytaç ERKİŞİ
		6	Li-TABANLI YARI HEUSLER ALAŞIMI LiAgS'in YAPISAL VE ELEKTRONİK ÖZELLİKLERİNİN İLK PRENSİP ÇALIŞMASI	Doç. Dr. Abdullah CANDAN Doç. Dr. Aytaç ERKİŞİ
		7	ENHANCING THE RELIABILITY OF LATTICE STRUCTURES IN ENGINEERING: FIELD OPTIMIZATION FOR VON MISES STRESS REDUCTION	Research Assistant, Ahmet DAYANÇ
		8	LIGHTWEIGHT DESIGN IN A ROBOTIC COMPONENT: A STUDY ON TOPOLOGY OPTIMIZATION USING SIMP ALGORITHM	Research Assistant, Ahmet DAYANÇ
		9	A REVIEW OF TITANIUM METAL POWDER PRODUCTION THROUGH PLASMA ATOMIZATION	Research Assistant, Ahmet DAYANÇ Assistant Professor, Mustafa GÜLEŞEN
		10	BİR ASENKRON MOTORDA TERMAL DAĞILIMIN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE ANALİZİ	Şuayip DEMİR İsmet TIKIZ



EGE  
10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES  
10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES  
December 22-24, 2023 – IZMIR



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Prof. Dr. Rossi A. Hassad	1	ANALYSIS OF TEAM MEMBERS' BEHAVIOR IN VIRTUAL ORGANIZATION BASED ON TRUST DIMENSION AND LEARNING	Dr. Indiramma M., K. R. Anandakumar
		2	AUTOMATED CLASSIFICATION IMPROVEMENT OF ALCOHOLICS AND NON-ALCOHOLICS	Dr. Ramaswamy Palaniappan
		3	RHETORICAL COMMUNICATION IN THE COGSCI DISCOURSE COMMUNITY: THE COGNITIVE NEUROSCIENCES (2004) IN THE CONTEXT OF SCIENTIFIC DISSEMINATION	Lucia Abbamonte Assis . Prof. Dr. Olimpia Matarazzo
		4	REASONING AND BEHAVIOR IN ADULTHOOD	O. Matarazzo, L. Abbamonte, G. Nigro
		5	A MODEL FOR COGNITIVE CLASSIFICATION OF FREQUENCY SIGNALS	Dr. Rui Antunes, Fernando V. Coito
		6	EFFECTS OF PROBABILITY AND INSTRUCTION IN SYLLOGISTIC CONDITIONAL REASONING	Olimpia Matarazzo Ivana Baldassarre
		7	INVESTIGATION INTO KANJI CHARACTER DISCRIMINATION PROCESS FROM EEG SIGNALS	Hiroshi Abe, Minoru Nakayama
		8	TEACHING OF INTRODUCTORY STATISTICS IN THE HEALTH, SOCIAL, AND BEHAVIORAL SCIENCES – REFORM-ORIENTED HISTORICAL CONTEXT AND RATIONALE	Prof. Dr. Rossi A. Hassad
		9	EXPLORATIONS IN THE ROLE OF EMOTION IN MORAL JUDGMENT	Arthur Yan

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Prof. Dr. Rachel C. F. Sun	1	A CONTRASTING EXAMINATION OF ZOTERO AND MENDELEY REFERENCE MANAGEMENT SOFTWARE	Sujit K. Basak
		2	POSSIBILITIES, HAZARDS, AND MORAL CONSIDERATIONS IN SOCIAL MEDIA AND COUNSELING	Dr. Kyriaki G. Giota Lecture George Klefтарas
		3	META-ANALYSIS OF MATERNAL SMOKING AND ITS ASSOCIATION WITH CHILDHOOD OVERWEIGHT AND OBESITY	Martina Kanciruk Jac W. Andrews, Tyrone Donnon
		4	IMPACT OF THE PARENT TRAINING PROGRAM FOR REDUCING OBESITY ON THE HEALTH BEHAVIORS OF SCHOOL-AGE CHILDREN	Assis. Prof. Muntanavadee Maytapattana
		5	COMPREHENDING PRIMARY SCHOOL STUDENTS' VIEWS ON ADOPTING PRO-ENVIRONMENTAL BEHAVIORS	Dr .Astrid de Leeuw Dr. Pierre Valois
		6	INITIAL STUDY ON THE LINK BETWEEN SENSORY PROCESSING AND COGNITIVE DEFICITS IN CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS IN SAUDI ARABIA	Rana M. Zeina Laila AL-Ayadhi Shahid Bashir
		7	DETERMINANTS OF VARIANCES AMONG YOUNG SAUDI WOMEN IN TRADITIONAL FAMILIES WHO ADHERE TO SOCIETAL NORMS AND THOSE WHO DEFY THEM	Assis. Prof. Dr. Mai Al-Subaie
		8	PARENTING STYLE, NOT FAMILY TYPE AND CHILD'S GENDER, CONTRIBUTES TO COGNITIVE EMOTION REGULATION IN CHILDREN	AKM Rezaul Karim Tania Sharafat Abu Yusuf Mahmud
		9	RESEMBLANCES AND DISPARITIES IN TEACHERS' AND STUDENTS' EXPLANATIONS FOR CLASSROOM MISBEHAVIOR	Prof. Dr. Rachel C. F. Sun

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Dr. Zeljko Panian	1	KHAIRULLAH KHAN, BAHARUM B. BAHARUDIN, AURANGZEB KHAN, FAZAL_E_MALIK	Khairullah Khan, Baharum B. Baharudin, Aurangzeb Khan, Fazal_e_Malik
		2	A STRUCTURE OF MONTE CARLO SIMULATION FOR EXPLORING THE UNCERTAINTY-INVESTMENT RELATIONSHIP	George Yungchih Wang
		3	THE OMISSION OF CONSUMER RIGHTS IN E-AUCTIONS – IS AN E-AUCTION TRULY AN AUCTION AT ALL?	Trish O'Sullivan
		4	E-PROCUREMENT, THE GOLDEN SOLUTION TO ENHANCING THE SUPPLY CHAINS SYSTEM THE PRIMARY HURDLES OF THE NEW BANK REGULATIONS	Somayeh Farzin, Hossein Teimoori Nezhad
		5	THE ROUTE TO WEB INTELLIGENCE MATURITY	Petr Tepy
		6	OBSTACLES AND POTENTIALS FOR THE ADOPTION OF E-GOVERNANCE SERVICES	Dr. Zeljko Panian
		7	ENHANCEMENT OF TRANSFER PRICING IN A RECESSION WITH REFLECTION ON CROATIAN SCENARIO	Haroula N. Delopoulos
		8	UTILIZATIONS OF CONIC OPTIMIZATION AND QUADRATIC PROGRAMMING IN THE EXPLORATION OF INDEX ARBITRAGE IN THE THAI DERIVATIVES AND EQUITY MARKETS	Dr. Jasminka Radolović
		9	A SIMULATION MODEL FOR BID PRICE DECISION-MAKING	Satjaporn Tungsong, Gun Srijuntongsiri
		9	KHAIRULLAH KHAN, BAHARUM B. BAHARUDIN, AURANGZEB KHAN, FAZAL_E_MALIK	Assis . prof. Dr. R. Sammoura



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	A Prof. Dr. Pratoom Rekklang	1	HUBS AS TRIGGERS FOR SPATIAL COMMUNICATION IN KINSHIP NETWORKS	Sameer Kumar, Jariah Mohd. Jan
		2	THE U.S. AND CENTRAL ASIA: FAITH, POLITICS, IDEOLOGY	Zhanar Aldubasheva, Elnura Assyltayeva, Mukhtar Senggirbay, Gaziza Aldubashova
		3	EXAMINATION OF THE GAMING INCLINATION OF SNGS (SOCIAL NETWORK GAMES) USERS BY GENDER	Jooyeon Yook, Wonjun Ko
		4	ELECTRONIC VOTING: TRUSTWORTHINESS IN DEMOCRACY; AN OUTLOOK FROM TECHNOLOGICAL, POLITICAL, AND SOCIAL ASPECTS	Sera Syarmila Sameon, Rohaini Ramli
		5	DETERMINATION OF FOOT SIZE MODEL USING KOHONEN NETWORK	Khawla Ben Abderrahim
		6	THE INFLUENCE OF THE FINANCIAL SYSTEM ON MIXED USE DEVELOPMENT – TURMOIL IN THE UK AND PERCEPTION OF SAFETY IN MIXED USE DEVELOPMENT	Assis. Prof. Tamara Kelly
		7	POLITICAL INFORMATION EXPOSURES, POLITICAL FIGURES' PERCEPTIONS, POLITICAL ATTITUDES, AND POLITICAL PARTICIPATION AMONG PEOPLE IN BANGKOK METROPOLITAN AREA	Prof. Dr. Pratoom Rekklang
		8	METROPOLITAN TRANSFORMATIONS OF MEDITERRANEAN CITIES IN THE CONTEXT OF ADVANCEMENTS IN THE MODERN ERA	Dr. Bakr Hashem Paumey Ahmed Alashwal
		9	SPATIAL EXAMINATION AND STATISTICS FOR ZONING OF URBAN AREAS	Benedetto Manganelli, Beniamino Murgante
			SOCIO-SPATIAL RESILIENCE STRATEGIC PLANNING THROUGH	Lecture Aynaz Lotfata

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Prof. Martin Macion	1	SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND E-COMMERCE TECHNOLOGY ADOPTION AMONG LOGISTICS SERVICE PROVIDERS IN MALAYSIA	Dr . Mohd Iskandar bin Illyas Tan, Iziati Saadah bt Ibrahim
		2	CUSTOMER-SUPPLIER COLLABORATION IN CASTING INDUSTRY: A REVIEW ON ORGANIZATIONAL AND HUMAN ASPECTS	Dr. Taneli Eisto, Dr .Venlakaisa Hölttä
		3	THE IMPACT OF WEBSITE PERSONALITY ON CONSUMERS' INITIAL TRUST TOWARDS ONLINE RETAILING WEBSITES	Jasmine Yeap Ai Leen, T. Ramayah, Azizah Omar
		4	CONTINUAL IMPROVEMENT WITH INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Sharareh Mirsaedi Farahani , Gholamreza Chitsaz
		5	THE INTRODUCTION OF COMPULSORY ELECTRONIC EXCHANGE OF DOCUMENTS IN THE CZECH REPUBLIC: COMPARING EXPECTATION AND REALITY	Assis. Prof. Kamila Tišlerová
		6	ROLE OF CREDIT ON PRODUCTION EFFICIENCY OF FARMING SECTOR IN PAKISTAN(A DATA ENVELOPMENT ANALYSIS)	Saima Ayaz, Zakir Hussain, Maqbool Hussain Sial
		7	SUSTAINABILITY STRATEGY AND FIRM PERFORMANCE IN RESIDENTIAL TRADE AND INDUSTRY: A CONCEPTUAL ANALYSIS	Prof. Martin Macion
		8	FACTORS PAVING THE WAY TOWARDS ISLAMIC BANKING IN PAKISTAN	Muhammad Mazhar Manzoor, Muhammad Aqeel, Abdul Sattar
		9	DURATION ANALYSIS OF NEW FIRMS IN THE BANKING INDUSTRY	Jesus Orbe, Vicente Nunez-Anton



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Assoc. Prof. Dr. Bubpha Makesrithongkum	1	SUSTAINABILITY OF URBAN GRAVEYARDS AND THE METAMORPHOSIS OF MALAY BURIAL CUSTOMS IN KUALA LUMPUR METROPOLITAN REGION	Dr. Mohamed Afla, Assis. Prof. Mohamad Reza
		2	THE INFLUENCE OF CONTEXT ON THE DEVELOPMENT OF CIORAN: THE CHOICES OF AN ENGAGED THINKER	Dr. Mara Magda Maftai
		3	THE ATTRIBUTES OF THAI FILMS AND CONTRIBUTORS TO GAINING RECOGNITION IN INTERNATIONAL MARKETS	Tanyatorn Panyasopon
		4	THE ORIGINS OF THE ART OF KAZAKH SALS, SERIS, AND PALUANS IN DISTINCT COMPARISON TO EUROPEAN HISTRIONES AND RUSSIAN SKOMORKHS	D. Dosbatyrov
		5	BORIA IN MALAYSIA: ELEMENTS IMPACTING THE MEDIA LITERACY OF EARLY TEENAGERS	Prof. Dr. Farideh Alizadeh
		6	POWER DISTANCE AND KNOWLEDGE MANAGEMENT FROM A POST-TAYLORIST VIEWPOINT	Dr. Khajornjit Bunnag
		7	ORNAMENT AS A UNIVERSAL PEACE LANGUAGE (BASED ON COMPARATIVE ANALYSIS OF CULTURES OF PROTO-TURKIC PEOPLES AND INDIAN TRIBES OF NORTH AMERICA)	John Walton, Vishal Parikh
		8	CAUSAL FACTORS IMPACTING THE TRUSTWORTHINESS AND SUCCESS OF THE NATIONAL PRESS COUNCIL OF THAILAND IN REGULATING PROFESSIONAL ETHICS IN THE OPINIONS OF NEWSPAPER JOURNALISTS	Zhamilya Boldykova, Assel Berdigulova
		9	FEATURES OF PARTY CONSTRUCTION IN THE COURSE OF POLITICAL MODERNIZATION OF KAZAKHSTAN	Assoc. Prof. Dr. Bubpha Makesrithongkum
		9	SUSTAINABILITY OF URBAN GRAVEYARDS AND THE METAMORPHOSIS OF MALAY BURIAL CUSTOMS IN KUALA LUMPUR METROPOLITAN REGION	Zhankuliyeva S. A.

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Assoc. Prof. Dr. Barbara Gawda	1	A BIO-ECOLOGICAL PERSPECTIVE ON AWARENESS OF RISK AND FACTORS LINKED TO SUBSTANCE USE DURING PREGNANCY IN COMMUNITIES OF THE WESTERN CAPE PROVINCE, SOUTH AFRICA	Mutshinye Manguvhewa Maria Florence Mansoo Yu
		2	THE HUMAN BIAS ASPECT IN DECISION MAKING WITHIN QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS & LEAN THEORY	Dr .Adriana Ávila Zúñiga Nordfeld
		3	EFFICACY OF SPECIFIC MOBILITY EXERCISES AND PARTICIPATION IN SPECIAL GAMES ON PSYCHOMOTOR ABILITIES, FUNCTIONAL ABILITIES, AND GAME PERFORMANCE AMONG INTELLECTUALLY DISABLED CHILDREN UNDER 14 YEARS OLD	Lecture Dr. J. Samuel Jesudoss
		4	DEEP LEARNING AND VIRTUAL ENVIRONMENTS IMPACT OF PERSONALITY AND LONELINESS ON LIFE: THE ROLE OF ONLINE FLOW EXPERIENCES	Danielle Morin Jennifer D.E.Thomas Raafat G. Saade
		5	CAREER COUNSELING PROGRAM FOR THE PSYCHOLOGICAL WELL-BEING OF FRESHMEN UNIVERSITY STUDENTS	Dr. Asmita Shukla Dr. Soma Parija
		6	DIAGNOSIS OF HATE SCHEMAS IN PRISONERS WITH ANTISOCIAL PERSONALITY DISORDER (ASPD)	Sheila Marie G. Hocson
		7	MEDIA AND INFORMATION LITERACY (MIL) FOR THAI YOUTHS	Assoc. Prof. Dr. Barbara Gawda
		8	THE IMPACT OF OCCUPATIONAL STRESS ON QUALITY OF WORK LIFE AMONG THE STAFF OF E-WORKSPACE	Waralak Vongdoiwang Siricharoen, Nattanun Siricharoen
		9	MENTAL ILLNESS STIGMA AND CAUSAL BELIEFS: AMONG POTENTIAL MENTAL HEALTH PROFESSIONALS	Alireza Bolhari Ali Rezaeean Jafar Bolhari Fatemeh Zare

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 9	Prof. Dr. Eugene Allevato	1	THE BROADER ADVANTAGES OF NEGOTIATIONS: AUSTRIAN VIEW ON EDUCATIONAL LEADERSHIP AS A 'POWER GAME' FOR TRADE UNIONS	Dr. Rudolf Egger
		2	ENHANCING LISTENING COMPREHENSION FOR EFL PRE-INTERMEDIATE STUDENTS THROUGH A BLENDED LEARNING APPROACH	Dr. Heba Mustafa Abdullah
		3	EXAMINATION OF INFLUENTIAL FACTORS ON FIRST YEAR ARCHITECTURE STUDENTS' PRODUCTIVITY	Shima Nikanjam, Badiossadat Hassanpour, Adi Irfan Che Ani
		4	EXCELLENCE AND QUANTITY IN THE STRATEGIC NETWORK OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS	Assis. Prof. Juha Kettunen
		5	VARIOUS ROLES FOR MENTORS AND MENTEES IN AN E-LEARNING SETTING	Dr. Nidhi Gadura
		6	ATTAINING SUSTAINABLE DEVELOPMENT THROUGH TRANSFORMATIVE PEDAGOGIES IN UNIVERSITIES	Prof. Dr. Eugene Allevato
		7	THE APPROACH OF THE INNOVATION ALLIANCE IN HIGHER EDUCATION	Juha Kettunen
			UTILIZING COLLABORATIVE IMAGES TO COMPREHEND STUDENT EXPERIENCE	Tessa Berg, Emma Guion Akdag
		8	ALTERITY OF ROMA IN INCLUSIVE EDUCATION OF ROMA PUPILS IN SLOVAKIA	Bibiana Hlebova
	9	INQUIRY ON THE ENHANCEMENT TEACHING QUALITY IN THE CLASSROOM WITH META-TEACHING SKILLS	Shahlan Surat, Dr. Saemah Rahman, Ms. Saadiyah Kummin	

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Dr. Elena Chernyshkova	1	CHARACTERISTICS OF COGNITIVE FUNCTIONS IN POLISH ADOLESCENTS WITH SPELLING DISORDERS	Dr. Izabela Pietras
		2	THE BEAUTY MYTH PROOTED BY MASS MEDIA TARGETING FEMALES	Yoojin Chung
		3	SELF-ESTEEM AND STRESS LEVELS AMONG ADULTS WITH TRAUMATIC BRAIN INJURIES, RANGING FROM MILD TO SEVERE, ATTENDING A DAY PROGRAM REHABILITATION FACILITY	Assis. Prof. Nicole S. McKinney
		4	CLINICAL AND METHODOLOGICAL CHALLENGES IN RESEARCHING THE RAPE MYTH	Ana Pauna Zbigniew Pleszewski
		5	COGNITIVE BEHAVIORAL THERAPY FOR TREATING SOCIAL ANXIETY DISORDER: A CASE IN PSYCHOLOGY	Yasmin Binti Othman Mydin Mohd. Fadzillah Abdul Razak
		6	TESTIMONY FROM EXPERT WITNESSES IN CASES OF BATTERED WOMAN SYNDROME	Dr. Ana Pauna
		7	FLASHBULB MEMORIES OF POSITIVE AND NEGATIVE EVENTS: WENCHUAN EARTHQUAKE AND COLLEGE ACCEPTANCE	Aiping Liu Xiaoping Ying Jing Luo
			COGNITIVE LANDSCAPE OF VALUES – UNDERSTANDING THE INFORMATION CONTENT IN MENTAL REPRESENTATIONS	Lecture J. Maksimainen
		8	IMPLICIT METHODS FOR STUDYING TOLERANCE	M. Bambulyaka
	DYNAMICS OF AGGRESSIVE BEHAVIOR IN THE CONTEXT OF REFLECTIVE PROCESSES	Dr. Elena Chernyshkova		
9	THE CONTRIBUTION OF PSYCHOANALYSIS TO RECONSTRUCTING POLITICAL THOUGHT: AN INTERPRETATION EXERCISE	Subramaniam Chandran		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	A Prof. Haksoon Kim	1	THE UTILIZATION OF REAL OPTIONS IN CAPITAL BUDGETING	Dr. George Yungchih Wang
		2	EFFECT OF GOVERNMENT EXPENDITURE ON PRIVATE CONSUMPTION AND THE ECONOMY: A CASE STUDY OF THAILAND	Paitoon Kraipornsak
		3	A PROPOSITION OF COMMUNITY-BASED FACILITY MANAGEMENT PERFORMANCE (CBFM) IN THE EDUCATIONAL SYSTEM OF BATUBARA DISTRICT IN INDONESIA	Amilia Hasbullah, Wan Zahari Wan Yussof, Maziah Ismail
		4	SOME SIGNIFICANT ASPECTS OF COST CONTRIBUTION ARRANGEMENTS IN FINANCIAL MANAGEMENT	Dr. Tomáš Brabenec
		5	UTILIZATION OF ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM IN FORECASTING ECONOMIC CRISIS PERIODS IN THE USA	Assoc. Prof.. Eleftherios Giovanis
		6	INTEGRATION PROCESS OF INDUSTRIAL DESIGN AND ENGINEERING DESIGN	Kazuhide Sugiyama, Hiroshi Osada
		7	ATTRIBUTIONS MADE BY TEAM MEMBERS FOR TEAM OUTCOMES IN FINNISH WORKING LIFE	Dr. Maarit Valo, Pertti Hurme
			DOES CORPORATE GOVERNANCE OR TRANSPARENCY HAVE AN EFFECT ON FOREIGN DIRECT INVESTMENT?	Prof. Haksoon Kim
			SUCCESS OF ERP IMPLEMENTATION IN IRAN: EXAMINING THE INFLUENCE OF SYSTEM ENVIRONMENT FACTORS	Shahin Dezdar, Sulaiman Ainin
		8	SOCIAL COMMERCE – E-COMMERCE IN THE CONTEXT OF SOCIAL MEDIA	Linda Sau-ling LAI
9	EFFECT OF CUSTOMER MANAGEMENT SYSTEM ON ENHANCING CUSTOMER RETENTION: OPTIMIZATION OF NEGATIVE CUSTOMER FEEDBACK	Alireza Faed, David Forbes		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 12	Assoc. Prof. Dr. Oluwatosin Ijobadeniyi	1	FOOD SECURITY IN INDIA: AN ANALYSIS OF KANDI REGION IN PUNJAB	Savita Ahlawat Dhian Kaur
		2	APPLICATION OF DESIGN MANAGEMENT TO ENHANCE WORK ENVIRONMENT FOR WOMEN ACADEMICS IN SAUDI ARABIA	Nouf Saad Alnassar, Susan Grant, Ray Holland
		3	ENHANCING AFFORDABLE HOUSING THROUGH INCLUSIONARY ZONING IN TORONTO	Dr. Sam Moshaver
		4	PRIORITIZING FOOD SAFETY CULTURE OVER TRADITIONAL FOOD SAFETY SYSTEMS IN SOUTH AFRICAN FOOD INDUSTRIES	Assoc. Prof. Dr. Oluwatosin A. Ijobadeniyi
		6	EXPLORING CONFLICT, CONFUSION, AND CHOICE: A PHENOMENOLOGICAL STUDY OF CORRUPT PRACTICES	Yvonne T. Haigh
		7	STRATEGIC PLANNING FOR THE REDUCTION OF SOCIOECONOMIC INEQUALITIES IN VIDARBHA REGION, MAHARASHTRA, INDIA	Amruta Khaimar, Joy Sen
		8	KAZAKHSTANI LITERATURE IN DIASPORA AND THE CONTRIBUTIONS OF MAZHIT AITBAYEV	Nuraddin Sadykov, Dr. Altynai Zhussipova, Assist. Prof. Omirkhan Abdimanuly
			CHARACTERISTICS OF ADHERING TO CUSTOMS AND TRADITIONS IN TURKESTAN DURING THE LATE 19TH AND EARLY 20TH CENTURIES	M. Nogaibayeva, Zh. Kumganbayev
		9	THE MASKS OF LIFE: OUR MULTIPLE IDENTITIES AND PRIVACY ISSUES	Karen Armstrong

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 13	Prof. Dr. Vincent Fromentin	1	TOWARDS AN UTAUT-BASED MODEL FOR EXAMINING EGOVERNMENT CITIZEN ACCEPTANCE IN SAUDI ARABIA	Alzahrani.M.E, Goodwin.R.D
		2	CAN WE ENSURE SAFETY?	Assis. Prof. Dr. Dominykas Broga
		3	ANALYZING THE ASCENT OF NATIONALISM AMONG YOUTH IN SOUTH KOREA AND ITS RELATIONSHIP WITH DEMOCRACY	Dr. Noor Sulastry Yurni Ahmad , Dr.Ki-Soo Eun
		4	EXPLORING THE INTERSECTION OF MIGRATION AND DURATION OF UNEMPLOYMENT: A CASE STUDY OF OECD COUNTRIES	Prof. Dr. Vincent Fromentin
		5	EXPLORING DEIXIS AND PERSONALIZATION IN ADVERTISING SLOGANS	Anne A. Christopher
		6	AN OVERVIEW OF THE IMPERATIVE TO IMPLEMENT ENVIRONMENTAL ACCOUNTING EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT	Dr. Noor Mohammad
		7	NAVIGATING THROUGH CURRENT AND FUTURE TRENDS IN GREEN COMPUTING	Tariq Rahim Soomro, Muhammad Sarwar

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
22 Aralık / December 22, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 14	Assis. Prof. Dr. Christiono Utomo	1	ECOLABELING AND GREEN CERTIFICATION FOR EFFICIENT FISHERIES ADMINISTRATION – AN EXAMINATION	A. Ramachandran
		2	ASSESSING THE ELOYALTY IN ONLINE PURCHASES OF THAI HERBAL PRODUCTS	Chummanond Natchaya, Rotchanakitumnui Siriluck
		3	UTILIZATION OF AUTO-REGRESSIVE FEED-FORWARD NEURAL NETWORKS IN PREDICTING GROSS DOMESTIC PRODUCT	Dr. E. Giovanis
		4	A NOVEL ASPECT IN SOFTWARE RISK SUPERVISION	Masood Taheri
		5	PROPOSITION OF SUPPLEMENTARY FUZZY MEMBERSHIP FUNCTIONS IN SMOOTHING TRANSITION AUTO-REGRESSIVE MODELS	E. Giovanis
		6	KEY SUCCESS FACTORS IN THE IMPLEMENTATION OF LARGE-SCALE ERP SYSTEMS IN THAILAND	Rotchanakitumnui, Siriluck
		7	AN INHERENTLY DISCRIMINATIVE REWARD MECHANISM FOR IDENTIFYING SYBIL ATTACKS, WITH APPLICATIONS TO THE TOR NETWORK	Asim Kumar Pal, Debabrata Nath, Sumit Chakraborty
		8	ROLE OF NEGOTIATION AGENT IN VALUE-DRIVEN DESIGN DECISION MAKING	Dr. Arazi Idrus, Assis. Prof. Dr. Christiono Utomo
			INFLUENCE OF GOVERNMENT EXPENDITURE ON PRIVATE CONSUMPTION AND ECONOMIC ACTIVITY: A CASE STUDY OF THAILAND	Assoc. Prof. Dr. Dr. Paitoon Kraipornsak
			VALUE ENGINEERING AND ITS IMPACT ON DIMINISHING ENERGY COSTS IN INDUSTRIAL ORGANIZATIONS	Habibollah Najafi, Amir Abbas Yazdani, Hosseinali Nahavandi
	9	ELECTRONIC MARKETS HAVE UNDERMINED THE "TRADEOFF BETWEEN REACH AND RICHNESS" ON THE INTERNET	Dr. Haroon Altarawneh, Sattam Allahawiah	



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Doç. Dr. Özgür ÖNGÖRE	1	A REVIEW ON LEARNING ORGANIZATIONS: THE IKEA EXAMPLE	Öğr. Gör. Dr., ŞERİFE KUZGUN
		2	LAND REFORM MOVEMENT PROPAGANDA IN THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA	Lecturer. Dr. Mehmet Ozan GÜLADA
		3	ÖRGÜTLERDE GÖRÜNMEZ TEHLİKE: SESSİZ İSTİFA	Doç. Dr., Devrim VURAL YILMAZ
		4	ÖRGÜTSEL SESSİZLİĞİN BOYUTLARINA İLİŞKİN KAVRAMSAL BİR İNCELEME	Doç. Dr., Devrim VURAL YILMAZ
		5	UNIVERSITY STUDENTS' FEAR of MISSING OUT on ACADEMIC DEVELOPMENTS AND ITS IMPACT on HEALTH-SEEKING BEHAVIOR	Asst. Prof. Mustafa FİLİZ
		6	EXAMINATION OF SOCIAL HEALTH PERCEPTION ACCORDING TO VARIOUS DEMOGRAPHIC VARIABLES	Asst. Prof. Mustafa FİLİZ
		7	AN OVERVIEW OF THE LIGHT AND DARK SIDE OF LEADERSHIP STYLES IN THE MULTIPLIER EFFECT OF LEADERSHIP	PhD Student, Melike ÇIRAK,
		8	PROSOSYAL DAVRANIŞLAR ve ALTURİSTİK LİDERLİĞE DAİR KAVRAMSAL BİR İNCELEME	Dr. Öğr. Üyesi, Hüseyin KARAGÖZ
		9	ULUSLARARASI PAZARLARDA DESTİNASYON PAZARLAMASI VE DESTİNASYON SEÇİMİ: MARİNA MÜŞTERİLERİNİN MOTİVASYON FAKTÖRLERİ	Öğr.Gör.Dr. TUĞÇE MERVE İNAK ÖZBERK Dr.Öğr.Üyesi, ELİF KOÇ
		10	A RESEARCH ON ISSUES TO BE CONSIDERED IN SCALE ADAPTATION STUDIES: 3-ITEM WORK ENGAGEMENT SCALE (UWES-3) ADAPTATION TRIAL	Doç. Dr. Özgür ÖNGÖRE
		11	FREE MINDS, IDEAS AND CREATIVITY	Doç. Dr. Özgür ÖNGÖRE

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Prof. Dr. Ayşegül KOYUNCU OKCA	1	CONTRIBUTION OF GEOGRAPHICAL INDICATION TO LOCAL AND TRADITIONAL PRODUCTS	Doç. Dr. Devrim ERTÜRK Prof. Dr. Ayşegül KOYUNCU OKCA
		2	LOCAL AND TRADITIONAL ELEMENTS IN THE GLOBALIZATION PERIOD	Doç. Dr. Devrim ERTÜRK Prof. Dr. Ayşegül KOYUNCU OKCA
		3	A SWOT ANALYSIS OF THE FAİTH TOURİSM POTENTIAL OF KÜTAHYA MEVLEVİHANE	Dr. Öğr. Üyesi Gülten ŞEN
		4	Akıllı Turizm Uygulamalarında Turistlerin Teknolojiye Hazır Oluşları Üzerine Bir İnceleme, İzmir Ve Antalya Örneği	Doktora Öğrencisi MUSTAFA SAİD KOCABIYIK
		5	EVALUATION OF GEOGRAPHICALLY INDICATED LOCAL PRODUCTS IN THE FIELD OF GASTRONOMY: MUĞLA GÖCE TARHANA EXAMPLE	Öğr. Gör. Dr. Ayşe Sena ENGİN Öğr. Gör. Dr. Gamze KARAYEL İNCİLİ Prof. Dr. Özgür CEYLAN Öğr. Gör. Dr. Songül KILINÇ ŞAHİN
		6	ALMOND COFFEE CULTURE IN THE ANCIENT CITY DATCA	Öğr. Gör. Dr. Songül KILINÇ ŞAHİN Prof. Dr. Özgür CEYLAN Öğr. Gör. Dr. Gamze KARAYEL İNCİLİ Öğr. Gör. Dr. Ayşe Sena ENGİN
		7	THE ROLE OF FESTIVAL TOURISM AS AN ECOTOURISM ACTIVITY IN DESTINATION BRANDING	Assoc. Prof. Dr. Elif AKPINAR KÜLEKÇİ Feran AŞUR
		8	DROUGHT TOLERANT LANDSCAPING IDEAS AND PLANTS FOR DRY CLIMATES	Gökçe CAN Assoc. Prof. Dr. Elif AKPINAR KÜLEKÇİ
		9	NEW GENERATION GASTRONOMY AND ENGINEERING APPROACHES: FOOD SAFETY & SECURITY, INNOVATION, AND SUSTAINABILITY	Assist. Prof. Dr. YALÇIN GÜÇER Assoc. Prof. Dr. HAVVA EYLEM POLAT
		10	KALECİK AGROTURISM POTENTIAL IN THE PERSPECTIVE OF VITICULTURE AND VINEYARD PRODUCTS	Assist. Prof. Dr. YALÇIN GÜÇER Assoc. Prof. Dr. HAVVA EYLEM POLAT

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Prof. MUSTAFA KÜÇÜKÖNER	1	THE ROLE OF INFORMATION AND GUIDANCE DESIGNS IN VISUAL COMMUNICATION: ONDOKUZ MAYIS UNIVERSITY KURUPELT CAMPUS INFORMATION GRAPHIC EXAMPLES	Doç. Dr. Tarkan YAZAR Serhat KAYA Ahmet Ali FIRINCI Elif KABAKCIOĞLU Farah SAĞLAM
		2	USE OF INFOGRAPHICS IN GENERAL SURGICAL APPLICATIONS: EYE SURGERY INFOGRAPHIC APPLICATION EXAMPLES	Doç. Dr. Tarkan YAZAR Ünal AKBAŞ Emin ESER YOLOĞLU
		3	FÜTÜRİZM AKIMI BAĞLAMINDA AFİŞ TASARIM	Öğretim Görevlisi, Buse Şirin İLTER ABAY
		4	CORY ARCANGEL'İN SANAL EVRENLERİ	Doç. BÜLENT BULDUK
		5	MONA HATOUM'UN TRAVMATİK NESNELERİ	Doç. BÜLENT BULDUK
		6	COLOR AND COMPOSITION IN WALL PAINTINGS IN ANATOLIAN CIVIL ARCHITECTURE OF THE 18TH AND 19TH CENTURIES	Öğr.Gör.Dr.Mustafa ÖZTÜRK Prof. İbrahim Çoban
		7	AHLAT'TA BULUNAN EMİR BAYINDIR KÜMBETİNİN GÜNÜMÜZE AİT GRAVÜR RESİMLERİ	Prof. MUSTAFA KÜÇÜKÖNER Dr. HAVA KÜÇÜKÖNER
		8	ÇAĞDAŞ SANATTA BABİL KULESİ KONULU ENSTALASYON ÇALIŞMALARI	Prof. MUSTAFA KÜÇÜKÖNER
		9	Anadolu Selçuklu ve Beylikler Dönemi Türk Tezhip Sanatında Münhani Üslubu (XIII.- XIV. Yüzyıllar)	Araştırma Görevlisi, BURCU ER
		10	CREATING GRAPHIC DESIGNS USING AUTOMATISM TECHNIQUE INSPIRED BY THE INFLUENCE OF THE SURREALIST ART MOVEMENT	Zeynep DUMAN Sibel KIZILKAYA
		11	ÇEŞNİLERLE ÇOKSESİLİK "ÇARGAH MAKAMI DİZİSİ ÖRNEĞİ"	Doç. Dr. SERCAN ÖZKELEŞ
		12	ÇARGAH MAKAMI DİZİSİNDE ÇOKSESLENDİRME YAKLAŞIMLARI	Doç. Dr. SERCAN ÖZKELEŞ

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Mehmet Sait MERMUTLU	1	DİVÂN SAHİBİ ŞEYH AHMED KUDDÛSÎ'YLE İLGİLİ OSMANLI ARŞİVLERİNDE BULUNAN BAZI HUSÛSÎ VESİKALAR	Doç. Dr. Mehmet Sait MERMUTLU
		2	Muhyiddin Chelebi And Sezai Karakoch's Meetings With Hızır (A Comparative Study On The Common Motives Of Hızırname And Hızır İle Kırk Saat)	Doç. Dr. Mehmet Sait MERMUTLU
		3	A STUDY ON THE BATTLE OF MALAZGIRT THROUGH THE PERSPECTIVES OF BYZANTINE HISTORIAN ATTALEIATES	Meliha ÇETİN
		4	CUMHURİYET DÖNEMİNDE AMASYA'DA MEYDANA GELEN SEL BASKINLARI ( 1931-1941)	Doç. Dr. TURGUT İLERİ
		5	MERZİFON'DA OSMANLIDAN CUMHURİYET DÖNEMİNE İNTİKAL EDEN GAYRİMÜSLİM ESERLERİ	Bil. Uzm. MÜSLÜM BÖREK Doç. Dr. TURGUT İLERİ
		6	LATIN EMPRESS OF BYZANTIUM: ANNA PALEOLOGINA OF SAVOY	Yüksek Lisans Öğrencisi, DİLEK GÜNEŞ
		7	HARF İNKILABI'NIN BASIN VE BASIMDA UYGULANMASI	BEYZA KÖSE ŞEKER
		8	BOZKIR KAVİMLERİNDE MADENCİLİK	Dr.MAZHAR NARŞAP
		9	SIHHAT NEWSPAPER INDEX	Rümeysa Ayşe KAYA Prof. Dr. Songül KEÇECİ KURT
		10	THE PERCEPTION OF WOMEN IN OTTOMAN ARMENIANS: THE CASE OF SIHHAT NEWSPAPER	Rümeysa Ayşe KAYA Prof. Dr. Songül KEÇECİ KURT



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Prof. Dr. Mustafa İsmail Dönmez	1	IDENTITY AND HOMELAND IN SUSAN ABULHAWA'S MORNINGS IN JENIN	Safaa Madkhana
		2	GENERAL VIEW ON THE PRAGMATIC FUNCTION OF IDIOMS APPLIED IN ENGLISH LITERARY TEXTS (on the basis of ethnonyms)	PHD student, Rugiyya Karimova
		3	AFYON GEDİK AHMET PAŞA İL HALK KÜTÜPHANESİ'NDE 03 GEDİK 18302 DEMİRBAŞ NO İLE KAYITLI MENÂFİ'Ü'N-NÂS DERLEMESİ: HÂZÂ KİTÂBU'T-TİBB	Dr. Öğr. Üyesi NECİP FAZİL ŞENARSLAN ELANUR TUNCER
		4	Babanzâde Ahmed Naim's Translation from Arabic Literature titled "Bir Şâir-i Bahâdur yâhûd Bişr bin Ebî Avâne"	Prof. Dr. Mustafa İsmail Dönmez
		5	Babanzâde Ahmed Naim's Translation from Arabic Literature titled "An Ode of Ferezdak": Evaluation and Translation	Prof. Dr. Mustafa İsmail Dönmez
		6	BALIKESİR İLİ KEPSUT İLÇESİ KARAÇALTI KÖYÜ AĞZINDAN DERLEME SÖZLÜĞÜ'NE KATKILAR	Dr. Öğr. Üyesi Sunay Deniz
		7	CEMALEDDİN EFGANİ, MUHAMMED ABDUH GİBİ İSLAM BİLGİNLERİNİN TÜRK ŞAİR VE YAZARLARINA ETKİLERİ BAĞLANMINDA İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Şahrîstan – SEÇKİN Prof. Dr. Nurullah ULUTAŞ
		8	NABİZADE NAZİM'İN ZEHRA ADLI ROMANININ NATÜRALİZM BAĞLAMINDA İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Şahrîstan – SEÇKİN
		9	"GAZAP ÜZÜMLERİ" ROMANI ÜZERİNDEN EMEĞİN EDEBİYATA YANSIMASINA BİR BAKIŞ	Arş. Gör. Dr., TUĞBA GÜCENMEZ
		10	THE CONFLICTS IN THE PLAY RISING OF THE MOON BY LADY GREGORY	FAROOQ UMER ABDULHADİ ARZU ÖZYÖN
		11	TÜRKMENÇEDE OLUMLU VE OLUMSUZ DİL BİRİMLERİNE DİLBİLİMSEL BAKIŞ	Arş.gör., ŞEBNEM ABBASOVA









EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Doç. Dr. Mehmet KAPLAN	1	Tarımsal Zararlılarla Mücadelede Kullanılan Entomopatojenler ve Kullanım Durumları	Doç. Dr. Mehmet KAPLAN
		2	PHYTOCHEMICALS AND EFFECT THAT CHANGE INSECT BEHAVIOR SITUATIONS	Doç. Dr. Mehmet KAPLAN
		3	YAPRAK ÖRNEKLEME ÇALIŞMASI	Dr. Öğr. Üyesi MELEK GÖKMEN KARAKAYA
		4	THE IMPACT OF IRRIGATION REGIMES ON FOOD SAFETY AND SECURITY IN AGRICULTURE: A CLIMATE CHANGE PERSPECTIVE	Assoc.Prof.Dr., Havva Eylem POLAT Assist.Prof.Dr., Yalçın GÜÇER
		5	HIGH PRESSURE APPLICATIONS IN FOOD PRESERVATION IN THE PERSPECTIVE OF FOOD SAFETY	Assoc.Prof.Dr. Havva Eylem POLAT Assist.Prof.Dr. Yalçın GÜÇER
		6	EFFECTS OF SILICON AND CALCIUM APPLIED IN DIFFERENT DOSES ON SOME PHYSICAL CHEMICAL PROPERTIES OF TOMATO ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) SEEDLINGS	Doç.Dr. Özlem ÜZAL Prof.Dr. Fikret YAŞAR
		7	CHANGES IN THE DEVELOPMENT OF TOMATO PLANT DURING SALT STRESS AND RECOVERY PROCESS	Prof.Dr. Fikret YAŞAR Doç.Dr. Özlem ÜZAL Yük. Zir. Muh. Ömer ÖZTAŞ
		8	THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF MACROALGAE	Prof. Dr. Sevim Polat Prof. Dr. Abdurrahman Polat
		9	ROLE OF ORGANIC FERTILIZERS AS A MITIGATOR OF FREEZING STRESS IN MAIZE	Imren KUTLU Nurdilek GULMEZOGLU
		10		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22 Aralık / December 22, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Dr.Öğr. Üyesi,Orhan ECEMİŞ	1	Examining the Linear Regression Analysis Performance of 3D Printing Dataset at Different Printing Parameters	Hakan YÜKSEL
		2	3b Baskı Parametrelerinin Mekanik Özelliklerinin Sistematik Literatür Taraması	Hakan YÜKSEL
		3	ANALYSIS OF THE EFFECTS OF PSYCHIATRIC DISEASES ON EEG SIGNALS USING AN ENSEMBLE ALGORITHM	Yaman RAMADAN, Doç. Dr. MUSTAFA TOSUN
		4	Borsa Okur Yazarlığı Bağlamında Açık Kaynak Kodlu Yazılımlar: R Programında Bir Uygulama	Dr.Öğr. Üyesi,Orhan ECEMİŞ
		5	PLASTİK MALZEMELERİN İŞLEME ŞARTLARININ BELİRLENMESİNDE YAPAY SİNİR AĞI KULLANIMI	Mustafa Bozdemir
		6	UZMAN SİSTEM YÖNTEMİYLE YAPAY ZEKÂDA ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME	Mustafa Bozdemir
		7	CATEGORY PREDICTION OF TURKISH POEMS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND NATURAL LANGUAGE PROCESSING METHODS WITH MLP AND SVM ALGORITHMS	Dr.Öğr.Üyesi, Sedat KORKMAZ Emre YÖNET
		8	ATAMA PROBLEMLERİ İÇİN PHYTON UYGULAMASI	Dr.ONUR MESUT ŞENARAS Dr, ŞAHİN İNANÇ Doç.Dr. ARZU EREN ŞENARAS
		9	SİSTEM DİNAMİĞİ MODELİ İÇİN VBA UYGULAMASI	Dr, ŞAHİN İNANÇ Dr.ONUR MESUT ŞENARAS Doç.Dr. ARZU EREN ŞENARAS
		10	BRAIN KEYBOARD APPLICATION WITH MACHINE LEARNING	MELİH DEMİR Assoc. Dr. MUSTAFA TOSUN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22Aralık / December 22, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Assoc. Prof. Dr. Wondwosen Teshome	1	SOCIAL ANTHROPOLOGY OF CONVERGENCE AND WANDERING COMPUTATION	Lecture Emilia Nercissians
		2	THE SAUDI ARABIA NATIONAL ENERGY STRATEGY	Ziyad Aljarboua
		3	AFRICA'S POLITICAL FINANCE: A CASE STUDY OF ETHIOPIA	Assoc. Prof. Dr. Wondwosen Teshome
		4	EXAMINING AND CONTRASTING ARCHITECTURAL SPECIFICATIONS AND URBAN FUNCTION OF SCIENTIFIC– TECHNOLOGICAL PARKS IN IRAN AND ACROSS THE GLOBE	Shahryar Shaghaghi G., Mojtaba H. Ghoshouni, Bahareh S. Ghabel
		5	ECONOMIC IMPACT OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS IN EGYPT	Mohamed A. Ismail, Samar M. M. Abdelmageed
		6	ISLAM AND REGULATIONS ON FERTILITY	Dr .Muhammad Hammad Lakhvi
		7	VERSATILE CADASTRE, INDISPENSABLE FOR URBAN DEVELOPMENT PLANS IN IRAN	Mehrshad Khalaj, Elham Lashkari
		8	BANDUNG CITY'S STREET NETWORK: A COMPARISON BETWEEN CITY CENTER AND NEW COMMERCIAL AREA	Siska Soesanti, Norihiro Nakai
		9	RESPONSE OF TEMPORARY HOUSING TO DISASTERS IN DEVELOPING COUNTRIES - CASE STUDY: IRAN-ARDABIL AND LORESTAN PROVINCE EARTHQUAKES	Farzaneh Hadafi, Alireza Fallahi
		10		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22Aralık / December 22, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Dr. Denis Căprăroiu	1	HEADING TOWARDS EFFECTIVE ACCOUNTABILITY: THE ROLE OF ACCOUNTING IN ISLAMIC RELIGIOUS ORGANISATIONS	Hasan Basri Afifuddin, A.K Siti-Nabiha
		2	AN OVERVIEW OF METHODS AND TECHNOLOGIES APPLIED TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION IN THE TRANSPORTATION SECTOR AND COMBAT AIR POLLUTION IN IRAN	Eshagh Rasouli Sarabi, Mir Saeed Moosavi
		3	EXPLORING ASPECTS OF THE GENESIS OF THE CITY OF SUCEAVA, A MEDIEVAL CAPITAL OF MOLDAVIA	Dr. Denis Căprăroiu
		4	ASSESSMENT TECHNIQUES OF PHOTOGRAPHY IN VISUAL COMMUNICATIONS WITHIN IRAN	Firouzeh Keshavarzi
		5	PRESENTING THE PRIMARY FACTORS OF ACCIDENTS ON IRAN'S ROADS AND EXAMINING THEIR CAUSES AND STRATEGIES APPLIED TO MITIGATE THEM	Eshagh Rasouli Sarabi, Mir Saeed Moosavi
		6	ANALYZING SPATIAL VARIABILITY IN HUMAN DEVELOPMENT PATTERNS IN ASSIUT, EGYPT	Abdel-Samad M. Ali
		7	DISPARITIES IN SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT AND THEIR IMPLICATIONS ON COMMUNAL CONFLICTS: A STUDY ON INDIA'S NORTH-EASTERN REGION	Assis. Prof. Debasis Neogi
		8	USERS' MOTIVATION AND SATISFACTION WITH INFORMATION SYSTEMS	Abbas Moshref Razavi, Rodina Ahmad
		9	EXTRACTING IMPLICIT KNOWLEDGE TO PREDICT POLITICAL RISK THROUGH A NOVEL FRAMEWORK USING BAYESIAN NETWORKS	Assoc. Prof. Siavash Asadi Ghajarloo
		10		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22Aralık / December 22, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Assis .Prof. Dr. Fattaneh Daneshmand Malayeri	1	KNOWLEDGE INTERCONNECTION MODEL AMONG USERS IN VIRTUAL COMMUNITY	Fariba Haghbin, Othman Bin Ibrahim, Mohammad Reza Attarzadeh Niaki
		2	PENSION EXPENDITURE ANALYSIS THROUGH DYNAMIC SIMULATION APPROACH	Hasimah Sapiri, Anton Abdulbasah Kamil, Razman Mat Tahar, Hanafi Tumin
		3	A CASE STUDY ON THE GROUNDWATER CRISIS IN IRAN: FARS PROVINCE ASSESSMENT	Dr. Mohammad Hossein Hojjati , Ms. Fardin Boustani
		4	EXPLORING THE IMPACT OF CULTURE ON THE ADOPTION OF NEW TECHNOLOGIES	Nazli Ebrahimi, Sharan Kaur Garib Singh, Reza Sigari Tabrizi
		5	NOVEL ASPECTS AND METHODOLOGIES IN EFFECTIVE URBAN PLANNING AND MANAGEMENT	Assis .Prof. Dr. Fattaneh Daneshmand Malayeri
		6	UTILIZATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR DROWSINESS WARNING SYSTEM	Nidhi Sharma, V. K. Banga
		7	PLANNING FOR IMPROVEMENT IN URBAN ENVIRONMENTAL QUALITY: A CASE STUDY OF MOFT ABAD NEIGHBORHOOD, TEHRAN, IRAN	Phd. Can. Elham Lashkari, Dr. Mehrshad Khalaj
		8	ENHANCING ENERGY EFFICIENCY THROUGH THE APPLICATION OF PERSIAN ANCIENT ARCHITECTURAL PATTERNS IN DESERT REGIONS: A CASE STUDY OF TRADITIONAL HOUSES IN KASHAN	Mehran Jamshidi, Naghmeh Yazdanfar, Masoud Nasri

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22Aralık / December 22, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Dr. Subramaniam Chandran	1	ALTERNATIVE EDUCATION AND FOSTERING ENTREPRENEURIAL CAPABILITIES AMONG FARMERS IN MALAYSIA	Golnaz Rezai, Zainalabidin Mohamed, Prof. DR. Mad Nasir Shamsudin
		2	HOW DO PUBLIC OFFICIALS RECUPERATE THEIR EXPENSES? THE ECONOMICS OF REPRESENTATIVE DEMOCRACY IN INDIA	Dr. Subramaniam Chandran
		3	TOWARDS A COHESIVE APPROACH TO SOCIAL JUSTICE: INTEGRATING TRADITIONAL AND MODERN ELEMENTS IN PUBLIC POLICY FORMULATION IN INDIA	Dr. Subramaniam Chandran
		4	RESIDENTS' BEHAVIOR AND SPATIAL CONSEQUENCES OF RIVERFRONT DWELLINGS IN YOGYAKARTA, INDONESIA	Hastuti Saptorini
		5	EXPECTATIONS OF THE POPULACE FROM RURAL TELECENTERS: A CASE STUDY OF COMMON SERVICE CENTERS IMPLEMENTATION IN MUSHEDPUR VILLAGE, HARYANA, INDIA	Charru Malhotra, Girija Krishnaswamy
		6	EXPLORATION OF HYPERMEDIATED IMAGES IN ASIAN CINEMA	Somi Nah, Timothy Yoonsuk Lee, Jinhwan Yu
		7	KNOWLEDGE HANDLING AND E-LEARNING – AN AGENT-BASED STRATEGY	Prof. Dr. Teodora Bakardjieva, Assis. Prof. Dr. Galya Gercheva
		8	EMIGRATION OF MEDICAL PROFESSIONALS; ORIGINS AND RAMIFICATIONS IN PAKISTAN	Muhammad Wajid Tahir, Rubina Kauser, Majid Ali Tahir
		9	KNOWLEDGE MANAGEMENT FRAMEWORK FOR EFFECTIVE KNOWLEDGE SHARING AMONG AFFILIATED ORGANIZATIONS	Mahboubeh Molaei
		10		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22Aralık / December 22, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Assoc. Prof. Dr. Ramaswamy Palaniappan	1	IS ORGANIZATIONAL CITIZENSHIP BEHAVIOR EXPLAINED BY PERCEIVED ORGANIZATIONAL VIRTUOUSNESS?	Assoc. Prof. Dr. Neuza Ribeiro, Assoc. Prof. Dr. Arménio Rego
		2	TEAM MEMBERS' BEHAVIORAL ANALYSIS IN VIRTUAL ORGANIZATION BASED ON TRUST DIMENSION AND LEARNING	Indiramma M., K. R. Anandakumar
		3	ENHANCED AUTOMATED CLASSIFICATION OF NON-ALCOHOLICS AND ALCOHOLICS	Assoc. Prof. Dr. Ramaswamy Palaniappan
		4	RHETORICAL COMMUNICATION IN THE COGSCI DISCOURSE COMMUNITY: THE 2004 COGNITIVE NEUROSCIENCES IN THE CONTEXT OF SCIENTIFIC DISSEMINATION	Lucia Abbamonte, Olimpia Matarazzo
		5	WASON SELECTION TASK: LINGUISTIC, PRAGMATIC, AND EVOLUTIONARY FACTORS	Olimpia Matarazzo, Fabrizio Ferrara
		6	INVESTIGATING KANJI CHARACTER DISCRIMINATION PROCESS FROM EEG SIGNALS	Hiroshi Abe, Minoru Nakayama
		7	CHAOTIC PROPERTIES OF HEMODYNAMIC RESPONSE IN FUNCTIONAL NEAR INFRARED SPECTROSCOPIC MEASUREMENT OF BRAIN ACTIVITY	Dr. Ni Ni Soe , Dr. Masahiro Nakagawa
		8	SELF-ASSEMBLING HYPERNETWORKS FOR COGNITIVE LEARNING OF LINGUISTIC MEMORY	Byoung-Tak Zhang, Chan-Hoon Park
		9	SPATIAL NAVIGATION: GENDER DIFFERENCES	Bia Kim, Sewon Lee, Jaesik Lee
		10		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22Aralık / December 22, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Seyed Mohammad Reza Hosseini	1	SMART MOBILE SEARCH FOCUSED ON GLOBAL E-COMMERCE	Abdelkader Dekdouk
		2	AN ECONOMIC EVALUATION OF PHU KRADUENG NATIONAL PARK	Chutarat Boontho
		3	EXPLORING THE ROLE OF INSTITUTIONS IN THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE ECONOMY	Seyed Mohammad Reza Hosseini
		4	PROPOSING A THEORETICAL MODEL OF CUSTOMER KNOWLEDGE MANAGEMENT: AN EXAMINATION OF CKM TOOLS IN BRITISH DOTCOMS	Mehdi Shami Zanjani, Roshanak Rouzbehani, Hosein Dabbagh
		5	DEVELOP AN ELECTRONIC MARKET FRAMEWORK UTILIZING JADE ENVIRONMENT	Dr. Mohammad Ali Tabarzad, Lecture Caro Lucas
		6	A NOVEL APPROACH TO COMPLEX GOODS SELECTION IN ELECTRONIC MARKETS	Mohammad Ali Tabarzad, Caro Lucas, Nassim Jafarzadeh Eslami
		7	MIS DEGENERACY UNDER INSTABILITY CONDITIONS: A MATHEMATICAL FORMULATION	Dr. Nazar Younis, Dr. Raied Salman
		8	MANAGEMENT LESSONS DERIVED FROM THE CONTROL LOOP PHENOMENON	Raied Salman, Nazar Younis
		9	ASSESSING THE POTENTIAL APPLICATION OF SESSION INITIATION PROTOCOL TO EXTEND MOBILITY SERVICE TO BIOMEDICAL ENGINEERS	Assis . Prof. Dr. Anwar Sadat
		10		



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22Aralık / December 22, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Dr .Elena Chernyshkova	1	COGNITIVE SCENERY OF VALUES – COMPREHENDING THE INFORMATION CONTENTS OF MENTAL REPRESENTATIONS	Dr. J. Maksimainen
		2	SIGNIFICANT GAME FOR AUTISTIC CHILDREN: OVERVIEW OF LITERATURE	Helmi Adly Mohd Noor, Faaizah Shahbodin, Naim Che Pee
		3	DEVELOPMENT STATUS OF REMOTE REHABILITATION IN CHINA – TO OVERCOME THE SPACE OBSTACLES FACED BY DISABLED INDIVIDUALS	Ning Liu, Jue Wang, Zhe Li
		4	IMPLICIT METHODS FOR THE EXAMINATION OF TOLERANCE	M. Bambulyaka
		5	ANALYSIS OF DRIVING CONDITIONS AND PREFERRED MEDIA FOR DIVERSION	Assis. Prof. Dr. Yoon-Hyuk Choi
		6	DYNAMICS OF AGGRESSIVE BEHAVIOR WITHIN THE CONTEXT OF REFLECTIVE PROCESSES	Dr .Elena Chernyshkova
		7	IN WHAT WAY DOES PSYCHOANALYSIS AID IN RECONSTRUCTING POLITICAL THOUGHT? AN INTERPRETATIVE EXERCISE	Subramaniam Chandran
		8	PROBLEM-BASED LEARNING APPROACH TO HUMAN-COMPUTER INTERACTION	Oon-Seng Tan
		9	THE UNUSUAL CORRELATION BETWEEN LITERACY AND WELL-BEING: THE FINDINGS OF AN INTERNATIONAL SURVEY WITH SPECIAL EMPHASIS ON ITALY	Federica Cornali
		10		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22Aralık / December 22, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Prof. Dr. Nadeem Akhtar,	1	MULTI-PERSPECTIVE NEURAL NETWORK-BASED GAIT IDENTIFICATION	Assis. Prof. Saeid Fazli, Hadis Askarifar, Dr. Maryam Sheikh Shoaie
		2	HOW ACCURATE ARE OUR LANGUAGE TEST INTERPRETATIONS? AN ILLUSTRATIVE INSTANCE	Masoud Saeedi, Shirin Rahimi Kazerooni, Vahid Parvaresh
		3	INVESTIGATING THE SIGNIFICANCE OF LIFE AND ITS PSYCHOSOCIAL ASSOCIATIONS AMONG RECOVERING SUBSTANCE USERS – AN INDIAN CONTEXT	Fouzia Alsabah Shaikh, Anjali Ghosh
		4	ESTABLISHMENT OF ORGANIZATIONAL EQUITY IN INCENTIVE DISTRIBUTION WITHIN THE THAI PUBLIC SECTOR	Assis. Prof. Dr. Kalayanee Koonmee
		5	CULTURAL APPREHENSION AND ITS INFLUENCE ON STUDENT LIFE: AN ANALYSIS OF INTERNATIONAL STUDENTS AT WUHAN UNIVERSITY	Prof. Dr. Nadeem Akhtar, Shan Bo
		6	THE FORESEEABILITY AND ABSTRACTION OF LANGUAGE: AN EXAMINATION OF COMPREHENSION AND UTILIZATION OF THE ENGLISH LANGUAGE THROUGH PROBABILISTIC MODELING AND FREQUENCY	Revanth Sai Kosaraju, Michael Ramscar, Melody Dye
		7	EXPLORATION OF THE CONNECTIONS BETWEEN PERSONALITY DIMENSIONS AND ONE'S ASSESSMENT OF A FRIEND'S PERSONALITY BASED ON REALITY DISTORTION	Bahareh Babaei, Hadi Bahrami Ehsan, Reza Reza-zadeh, Hossien Kaviani
		8	INTERVENTION VERSUS RE-VICTIMIZATION OF THE AFFECTED	Dr. Juliana Panova
		9	ATTACHMENT PATTERNS AMONG CHILDREN BROUGHT UP IN NURSERY VERSUS THOSE RAISED WITHIN THE FAMILY IN IRAN	Dr. Narges Razeghi

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22Aralık / December 22, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Prof. Dr. Kayoko Yamamoto	1	ASSESSMENT OF TRANSPORT ACCESS MANAGEMENT AT UNIVERSITY TECHNOLOGY MALAYSIA	Arash Moradkhani Roshandeh, Othman Che Puan
		2	EXAMINATION OF THE IRANIAN WIND CATCHER AND ITS IMPACT ON NATURAL VENTILATION AS A RESOLUTION FOR SUSTAINABLE ARCHITECTURE (CASE STUDY: YAZD)	Mahnaz Mahmoudi Zarandi (Qazvin Islamic Azad University)
		3	CONTRASTING THE GARDEN CITY CONCEPT AND GREEN BELT CONCEPT IN MAJOR ASIAN AND OCEANIC CITIES	Prof. Dr. Kayoko Yamamoto
		4	EXPLORATION OF THE LINK BETWEEN FAMILY STRUCTURE AND VIOLENCE AGAINST WOMEN (VAW)	Javadi Alimohammad, Javadi Maryam
		5	INVESTIGATION INTO SHOPLIFTING IN RIYADH, SAUDI ARABIA	Saleh Dabil
		6	ANALYSIS OF THE INTERNET'S INFLUENCE ON SOCIAL CAPITAL	Safae Saffiollah , Javadi Alimohammad, Javadi Maryam
		7	EXAMINATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN CONSTRUCTION	Ali Hemmati, Ali Kheyroddin
		8	SCENARIO ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASPECTS OF REDUNDANT GOLF COURSES IN JAPAN	Osamu Saito
		9	EVOLUTIONARY COBREEDING OF COOPERATIVE AND COMPETITIVE SUBCULTURES	Emilia Nercissians

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22Aralık / December 22, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
<b>SALON 10</b>	<b>Farid Ezanee Mohamed Ghazali</b>	1	AN ENGAGING 3D EXPERIENCE FOR CREATING PERSONALIZED STYLES	Prof. Dr. Dawei Lin
		2	PERSPECTIVES ON THE CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY CONCEPT IN GREECE	Grigoris Giannarakis, Nikolaos Litinas, Ioannis Theotokas
		3	AWARENESS AMONG DEVELOPERS REGARDING SUSTAINABLE CONSTRUCTION IN MALAYSIA	Dr. Nazirah Zainul Abidin
		4	SIMULATING ETHICAL CONDUCT IN URBAN TRANSPORTATION	Ali Reza Honarvar , Naser Ghasem Agace
		5	IDENTIFYING OPERATIONAL RISKS IN MALAYSIAN HIGHWAY PROJECTS	Farid Ezanee Mohamed Ghazali
		6	ESTABLISHING AN EFFECTIVE FRAMEWORK FOR DESIGNING, DEVELOPING, AND UTILIZING SECURE MOBILE APPLICATIONS	Mohamed Adel Serhani, Abdelghani Benharref, Rachida Dssouli, Rabeab Mizouni
		7	ELECTORAL VIOLENCE IN AFRICA: INSIGHTS FROM THE ETHIOPIAN EXPERIENCE	Wondwosen Teshome
		8	AMA ATA AIDOO'S BLACK-EYED SQUINT AND THE EXPERIENCE OF 'VOYAGE IN': DISORIENTING BLACKNESS AND UNDERMINING THE COLONIAL NARRATIVE	Lhoussein Simour
		9	EXPLORING NON-LINEARITY: DIGITAL HYPERTEXTS VERSUS TRADITIONAL BOOKS	Dr. Federica Fornaciari

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22Aralık / December 22, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	Prof. Dr. Slavka Zeković	1	EXPLORATION OF VARIED ADVANCEMENTS ENHANCING ECOLOGICAL VALUES IN UNIVERSITY CAMPUSES -	Kuriko Iwai, Michihiro Kita
		2	WEB ADMINISTRATION BASED ON DIVERSE STAKEHOLDERS: POTENTIALS, CHALLENGES, AND PROGRESSIONS	Martin Hans Knahl
		3	OBSTACLES IN ENFORCING URBAN MASTER PLANS: THE LAHORE INSTANCE	Rizwan Hameed, Obaidullah Nadeem
		4	DISSEMINATION TO PORTABLE DEVICES: THE OBSTACLES	Nerey H. Mvungi
		5	THE CONTRIBUTION OF RELIGIOUS GROUPS IN FOSTERING DEMOCRATIC PROCESSES: ATTAINING UNIVERSAL PRIMARY EDUCATION IN SIERRA LEONE	Mikako Nishimuko
		6	KOSOVO - AN UNUSUAL EXPERIMENT IN EUROPE - IN THE GLOBAL CONTEXT POST THE COLD WAR ERA?	Raluca Iulia Iulian
		7	METROPOLITAN INUNDATIONS AND THEIR SIGNIFICANCE IN MUNICIPAL SECURITY STRATEGY (CASE STUDY: DOMINANT WATERSHED IN ZAVVAREH CITY)	: Jalil Emadi, Masoud Nasri, Ali Najafi, Yousef Moradi Shahgharyeh
		8	REORGANIZATION FRAMEWORK FOR URBAN PROPERTY MANAGEMENT IN SERBIA DURING THE TRANSITIONAL PERIOD	Prof. Dr. Slavka Zeković
		9	ASSESSMENT OF TRAVEL TIMES FOR AN INNOVATIVE U-TURN FACILITY ON URBAN ARTERIAL ROAD NETWORKS	Ali Pirdavani, Assis. Prof. Tom Brijs, Tom Bellemans, Prof. Dr. Geert Wets, Dr. Koen Vanhoof

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 22Aralık / December 22, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 12	Dr. Mauricio Otaíza Morales	1	DEVELOPMENT, DISPLACEMENT AND REHABILITATION: AN ACTION ANTHROPOLOGICAL STUDY ON KOVVADA RESERVOIR IN WEST GODAVARI AGENCY OF ANDHRA PRADESH, INDIA	Lecture Ram Babu Mallavarapu
		2	AN EXPLORATION ON ON-LINE MASS COLLABORATION: FOCUSING ON ITS MOTIVATION STRUCTURE	Jae Kyung Ha, Yong-Hak Kim
		3	RELATIONSHIP BETWEEN COMMUNICATION EFFECTIVENESS AND THE EXTENT OF COMMUNICATION AMONG ORGANIZATIONAL UNITS	D. Charvatova
		4	TRUSTWORTHY IN VIRTUAL ORGANIZATION	Abdolhamid Fetanat, Mehdi Naghian Feshaareki
		5	THE EPISTEMOLOGICAL CRISIS IN THE THEORY OF VITTORIO GUIDANO	Dr. Mauricio Otaíza Morales
		6	SWEDISH: BEING OR BECOMING? IMMIGRATION, NATIONAL IDENTITY AND THE DEMOCRATIC STATE	Dr. Hans Lödén
		7	MARITAL DURATION AND SEXUAL FREQUENCY AMONG THE MUSLIM AND SANTAL COUPLES IN RURAL BANGLADESH: A CROSS-CULTURAL PERSPECTIVE	Md. Emaj Uddin
		8	MOBILITY ANALYSIS OF THE POPULATION OF RABAT-SALÉ-ZEMMOUR-ZAER	Assis. Prof. Dr. F. Ghaiti



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir YÜZYÜZE				
23 Aralık / December 23, 2023 / 09:00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Dr. Öğr. Üyesi DERYA YÜCEL	1	THE RELATIONSHIP BETWEEN BURNOUT SYNDROME AND ORGANIZATIONAL COMMITMENT: A CROSS-SECTIONAL STUDY	Dr. YAŞAR DEMİR Dt. ZEYNEP AYDIN KILINÇ Öğr.Gör. ERHAN DAĞ YUSUF ALPER BAŞTÜRK
		2	INTERNAL SECURITY POLICIES FOLLOWED IN THE EARLY YEARS OF THE REPUBLIC OF TÜRKİYE	Assoc. Prof. Dr. Esra ÇIKMAZ PhD Student Burak KILIÇ
		3	AVRUPA YEŞİL MUTABAKATI VE TÜRK SANAYİNDE DÖNÜŞÜM: İSTANBUL OSB'LERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA	Dr. Öğr. Üyesi HİLAL KUVVETLİ YAVAŞ
		4	EXAMINING THE DEVELOPMENT OF BOSCH BRAND'S SUSTAINABILITY REPORTS OVER THE YEARS: A QUALITATIVE STUDY	Doktora Programı Öğrencisi, Saba Pire ÖZGEN Doç. Dr. Elif DENİZ
		5		
		6	EVALUATION OF WOMEN ENTREPRENEURS MAKING BOUTIQUE CAKE PRODUCTION BY HOUSEWIVES RESIDING IN GAZİANTEP	Nurdane TAŞ Doç. Dr. Esra ÇIKMAZ Prof. Dr. Atınç OLCAY
		7	MANİSA BİLİM VE SANAT MERKEZİ ÖĞRENCİLERİNİN MANİSA'NIN KÜLTÜREL ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ FARKINDALIKLARI	EMİR TÜRKMEN DORA EGE SU Bilge Ayşe Atış Sekücü
		8	TÜRKİYE PERSPEKTİFİNDEN EKOLOJİK AYAK İZİNİN KÜRESELLEŞME BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ	Doç. Dr. SEVDA KUŞKAYA Öğr. Gör. ONUR KORKMAZ Dr. PELİN GENÇOĞLU
		9	INVESTIGATION OF VISUAL POLLUTION IN THE CASE OF ISPARTA CENTRAL BUSINESS AREA	Arş. Gör. Dr. SEMA ÇETİNKAYA
		10	AÇIK İNOVASYON: 2000-2023 DÖNEMİNDE BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ	Dr. Öğr. Üyesi DERYA YÜCEL
		11	ARGE ve İNOVASYONDA KURUMSAL YARATICILIĞIN ÖNEMİ	Dr. Öğr. Üyesi DERYA YÜCEL Prof. Dr. RAHMİ YÜCEL



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir YÜZYÜZE				
23 Aralık / December 23, 2023 / 12:00 – 14:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Doç. Dr. Fehmi Soğukoğlu	1	BİR ORTAOKULDA PİKTES DESTEKLEME KURSLARINA İLİŞKİN ÖĞRETMEN VE OKUL YÖNETİCİLERİNİN DENEYİMLERİ: BİR DURUM ÇALIŞMASI	İDİL GÜLCAN
		2	REVIEW OF THE STRATEGIC PLANNING GUIDE FOR UNIVERSITIES FROM A HERMENEUTICAL PERSPECTIVE	Prof. Dr., Yasemin BAL Dr., Esmâ DÖKMENER Ceylan Merve BİNİCİ
		3	BİLSEM'LERDE EĞİTİM GÖRMEKTE OLAN MÜZİK BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN FLÜT EĞİTİMİNE YÖNELİK GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ	Erdem Metinkaya Elvan Erol Yıldız Sibel Çiloğlu
		4	CUMHURİYET EĞİTİM MÜZESİ:TARİHE BİR YOLCULUK	Blm. Uzm. ALEV ÇELİK Dr. Öğr. Üyesi ADİL ADNAN ÖZTÜRK
		5		
		6	BİR KLASİK ŞİİR MECMUASININ İNCELENMESİ VE MESTAP'A GÖRE TASNİFİ	PhD Student ERHAN ÖZDEMİR Prof. Dr. BAHİR SELÇUK
		7	LİSE ÖĞRENCİLERİNDE ALGILANAN SOSYAL DESTEK DÜZEYİNİN ÖZNEL İYİ OLUŞ İLE İLİŞKİSİ	Psikolojik Danışman Kübra ŞAHİN KAYITMAZ
		8	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN YAŞAM DOYUMLARI İLE DUYGUSAL ZEKÂ DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Psikolojik Danışman MEHDİ KAYITMAZ
		9	ERKEN ÇOCUKLUK DÖNEMİNDE ÖZEL GEREKSİNİMLİ ÇOCUKLARDA OYUN TERAPİSİ UYGULAMALARI: TÜRKİYE'DEKİ GÜNCEL DURUM	Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi Özlem KARAYER, Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi İrem KÖLEOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi Aysun TURUPCU
		10		
		11		
		12		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir YÜZYÜZE				
23 Aralık / December 23, 2023 / 09:00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Prof. Dr. Nurhan DOĞAN	1	PROBATIONERS' PERCEIVED DIFFICULTIES IN TREATMENT, TRAINING AND REHABILITATION PRACTICES: A MIXED-METHODS STUDY IN İZMİR CITY	Lect. İnci Derya YÜCEL Assoc. Prof. Dr. Görkem YARARBAŞ
		2	BİGELLERİN GIDALARDA KULLANIMI	MERVE KAHRAMAN ANI KUŞCU
		3	TRİTİKALE MALTININ TOPLAM FENOLİK MADDE VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ	MERVE KAHRAMAN Prof. Dr. MUHAMMET ARICI
		4	AEROBIC EXERCISE TRAINING IN HEMATOPOIETIC STEM CELL TRANSPLANTATION RECIPIENTS	Fzt, CANSU ÖZDEMİR Doç. Dr. GÜLSAH BARĞI Prof. Dr. BETÜL TAŞPINAR
		5	PHYSIOTHERAPY AND REHABILITATION APPLICATIONS IN EPILEPTIC PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA SYNDROME	Fzt, CANSU ÖZDEMİR Prof. Dr. BETÜL TAŞPINAR
		6	ŞEKERSİZ KAHVALTILIK GEVREK ÜRÜN VE PROSESİNİN GELİŞTİRİLMESİ	Arge Uzm. Yrd. ELİF SELÇUK
		7	PANCREATIC CANCER MORTALİTY TRENDS İN TURKEY, 2009-2021	Prof. Dr. Nurhan DOĞAN Prof. Dr. İsmet DOĞAN
		8	AN INVESTIGATION OF ATTITUDES AND BEHAVIORS OF TURKISH DOCTORS AND MEDICAL STUDENTS TOWARDS BRAIN DRAIN	Assist Prof. GÜLCAN GENCER MELİKE EROL YİĞİT ÇELİK İREM HİLAL ÖZDİNÇ DÖNDÜ KARAASLAN EMİRHAN KARAGÖZ NİHAL KARACA
		9		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir YÜZYÜZE				
23 Aralık / December 23, 2023 / 12:00 – 14:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Alper BİDECI	1	SENTEZLENEN ÇİNKO RİSİNOLEATA YÖNELİK SAFLIK TAYİN YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ	MEHMET CAN ÇAKIR Dr., DUYGU KILIÇ BERKAY ŞERAN
		2	GENERAL STRUCTURES OF MARMARA REGION ROLL GRASS COMPANIES EVALUATION	Yüksek Lisans Öğr. Doruk Alp AYTEKİN Prof. Dr. Murat ZENCİRKIRAN
		3	An Investigation of Climatic Design Comfort Parameters on an Educational Building	Arş. Gör. Ayça GEÇKİL Doç. Dr. Alper BİDECI
		4	EXAMINING THE EFFECTS OF PH ON STABILITY IN THE FORMULATION USED IN ALUMINIUM DIE-CASTING OPERATIONS CONTAINING SILOXANE DISPERSION WITH LUMISIZER TEST DEVICE	BURAK KÖKSAL HANİFE GÜLEN TOM EBRU ERDOĞAN
		5	COMPARISON OF THE EFFECTS OF METAL WORKING FLUIDS CONTAINING ESTER AND ALKALI SALTS ON THE ROLLING PERFORMANCE OF COPPER BY TAPPING TORQUE METHOD	Tuğçe ÖZPERÇİN Hanife GÜLEN TOM
		6	Correlation and Path Coefficient Studies of Yield and Yield-Associated Traits in Durum Wheat (Triticum durum Desf.) Advanced Lines at Konya, Central Anatolia of Türkiye	Sultan Kemal Hussien Prof. Dr. Ali Topal
		7	AN ALTERNATIVE WHITE SOLID EP ADDITIVE FOR LUBRICATING GREASES	Kübranur AĞTOPRAK Dr. Uğur KARAASLAN
		8	TEDARİK ZİNCİRİNDE KULLANILMAK ÜZERE BLOK ZİNCİR TABANLI SİSTEM GELİŞTİRİLMESİ	Merve AK Dr. Senem ŞAHAN VAHAPLAR M. Hakkı ERSOY Doç. Dr. Ahmet FEYZİOĞLU
		9	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF WASTE RICE HUSK ON THE PHYSICAL, MECHANICAL AND HIGH TEMPERATURE PROPERTIES OF GEOPOLYMER CONCRETE	Yüksek Lisans Öğrencisi Gizem Korkulu Dr.Öğr.Üyesi Ali Öz Doç.Dr. Gökhan Kaplan Dr.Öğr.Üyesi Barış Bayrak Prof.Dr. Abdulkadir Cüneyt Aydın
		10	AKIŞLA ŞEKİLLENDİRME SONRASI YAŞLANDIRILAN 7075 ALÜMİNYUM ALAŞIMINDA İŞLEM PARAMETRELERİNE GÖRE SERTLİK VE ELEKTRİK İLETKENLİĞİ DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ	ABDULKERİM KELLECİ APTULLAH KARAKAŞ Prof. Dr. MURAT BAYDOĞAN
		11	TÜRKİYE VE G8 ÜLKELERİNİN KARBONDİOKSİT SALINIMINDAKİ ETKİLERİNİN PANEL VERİ YAKLAŞIMI İLE İNCELENMESİ	Öğrenci,Arda KARA Öğrenci,Meltem SEVİNÇ Öğretmen,Gözde ZABZUN Öğretmen,Emine Ece GÜLEÇ

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
<b>SALON 1</b>	<b>Prof. Dr. Jeļena Tretjakova</b>	1	N. A. NAZARBAYEV AND PECULIAR FEATURES OF ETHNIC LANGUAGE PROCESSES IN KAZAKHSTAN	Aliya Isaeva, Anar Sultaniarova
		2	METAPHOR IN TERMINOLOGY: VISUALIZATION AS A WAY TO TERM PERCEPTION	Prof. Dr. Jeļena Tretjakova
		3	THE STUDYING OF THE “БАҚЫТ”(“HAPPINESS”) CONCEPT IN THE KAZAKH LANGUAGE	Biyazdykova Aliya Alimbekgyzy, Biyazdykova, Kenzhegul Alimbekgyzy
		4	NATIONAL SPECIFIC OF IDIOMS IN KAZAKH AND KOREAN LANGUAGES	Akerke B. Abagan, Baiyan N. Jubatova
		5	COMMUNICATIVE COMPETENCE: NOVICE VERSUS PROFESSIONAL ENGINEERS' PERCEPTIONS	Dr. Ena Bhattacharyya
		6	AUTISTIC CHILDREN AND DIFFERENT TENSE FORMS	Ameneh Zare, Shahin Nematzadeh, Shahla Raghbdoust, Iran Kalbassi
		7	THE IMPORTANCE OF THEATRICAL LANGUAGE IN THE CREATIVENESS OF THE ACTOR	Dr. Ordabek Khozhamberdiyev
		8	WORKING MEMORY CAPACITY IN AUSTRALIAN SIGN LANGUAGE (AUSLAN)/ENGLISH INTERPRETERS AND DEAF SIGNERS	Dr. Jihong Wang

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Assis. Prof. Dr. Agnès Garletti	1	A CO-WRITING DEVELOPMENT APPROACH TO WIKIS: PEDAGOGICAL ISSUES AND IMPLICATIONS	Said Hadjerrouit
		2	EFFECT OF TEACHING GAMES FOR UNDERSTANDING APPROACH ON STUDENTS- COGNITIVE LEARNING OUTCOME	Malathi Balakrishnan, Shabeshan Rengasamy, Mohd Salleh Aman
		3	EFFECTIVENESS AND USABILITY EVALUATION OF 'LI2D' COURSEWARE	Zuraini Hanim Zaini, Wan Fatimah Wan Ahmad
		4	FACULTY STRESS AT HIGHER EDUCATION: A STUDY ON THE BUSINESS SCHOOLS OF PAKISTAN	Aqsa Akbar, Waheed Akhter
		5	VIRTUAL LEARNING PROCESS ENVIRONMENT: COHORT ANALYTICS FOR LEARNING AND LEARNING PROCESSES	Ayodeji Adesina, Derek Molloy
		6	INNOVATIVE TEACHING IN SYSTEMS ANALYSIS AND DESIGN - AN ACTION RESEARCH PROJECT	Imelda Smit
		7	MEDIA PEDAGOGY - THE MEDIUM IS THE MESSAGE	Syed Sultan Ahmed
		8	STUDENTS' ACCEPTANCE OF INCORPORATING EMERGING COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN HIGHER EDUCATION IN KUWAIT	Bashaiar Alsanaa
			THE FUTURE OF BLENDED LEARNING	Reem A. Alebaikan

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
23 Aralık / December 23, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Dr. Aaron Nwabude	1	PILOT STUDY ON THE IMPACT OF VLE ON MATHEMATICAL CONCEPTS ACQUISITION WITHIN SECONDARY EDUCATION IN ENGLAND	Dr. Aaron Nwabude
		2	THE DIRECT AND INDIRECT EFFECTS OF THE ACHIEVEMENT MOTIVATION ON NURTURING INTELLECTUAL GIFTEDNESS	Al-Shabatat, M. Ahmad, Abbas, M., Ismail, H. Nizam
		3	THE USING OF RASCH-MODEL IN VALIDATING THE ARABIC VERSION OF MULTIPLE INTELLIGENCE DEVELOPMENT ASSESSMENT SCALE (MIDAS)	Saher Ali Al-Sabbah, See Ching Mey, Ong Saw Lan
		4	MODALITY AND REDUNDANCY EFFECTS ON MUSIC THEORY LEARNING AMONG PUPILS OF DIFFERENT ANXIETY LEVELS	Soon Fook Fong, Aldalalah, M. Osamah
		5	PROMOTING COMPLEX SYSTEMS LEARNING THROUGH THE USE OF COMPUTER MODELING	Dr. Kamel Hashem, Assis. Prof. DR. David Mioduser
		6	E-LEARNING METHODOLOGY DEVELOPMENT USING MODELING	Assoc. Prof. Sarma Cakula, Dr. Maija Sedleniece
		7	VALIDATION OF BUILDING MAINTENANCE PERFORMANCE MODEL FOR MALAYSIAN UNIVERSITIES	AbdulLateef A. Olanrewaju, Mohd F. Khamidi, Dr.Arazi Idrus
		8	STUDENTS- PERCEPTION OF THE EVALUATION SYSTEM IN ARCHITECTURE STUDIOS	Badiossadat Hassanpour, Nangkula Utaberta, Azami Zaharim, Dr. Nurakmal Goh Abdullah

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
23 Aralık / December 23, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Assoc. Prof. Dr. Sameerchand Pudaruth,	1	VIRTUAL LEARNING SETTINGS IN TRADITIONAL SPANISH UNIVERSITIES	Dr. Leire Urcola, Amaia Altuzarra
		2	OUTDOOR EDUCATION PROGRAM FOR ELEMENTARY SCHOOLS BASED ON WEB-GIS	Noriyoshi Hosoya, Dr. Lecture Kayoko Yamamoto
		3	REACTIVE FOCUS ON FORM THROUGH NEGOTIATION ON SPOKEN ERRORS: A CASE STUDY – DOES IT WORK FOR ALL LEARNERS?	Vahid Parvaresh, Zohre Kassaian, Saeed Ketabi, Masoud Saeedi
		4	EFFECTS OF INSTRUCTIONAL DESIGNS BASED ON COMPUTERS AMONG PUPILS WITH DIFFERENT LEVELS OF MUSIC INTELLIGENCE	Dr. Aldalalah, M. Osamah, Soon Fook Fong
		5	ANALYSIS OF MOTIVATION, ACHIEVEMENT, AND PUPIL-TEACHER INTERACTIONS IN ELEMENTARY SCHOOL BY INTEGRATING COMPUTER GAMES WITH MATHEMATICS INSTRUCTION	Kuo Hung Huang, Lecture Chong-Ji Ke
		6	PRELIMINARY INVESTIGATION OF A VIRTUAL LABORATORY FOR LEARNING BIOLOGY	Mumiza Muhamad, Halimah Badioze Zaman, Azlina Ahmad
		7	SELF-STUDY OF MATHEMATICS FOR THE CPE EXAMINATION USING AN E-LEARNING TOOL	Sameerchand Pudaruth, Nawsheen Bibi Jannoo
		8	AN INTERACTIVE TOOL FOR TEACHING AND LEARNING ENGLISH AT THE UPPER PRIMARY LEVEL FOR MAURITIUS	Assoc. Prof. Dr. Sameerchand Pudaruth, Avinash Mantaye

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Kumiko Aoki	1	FROM I.A RICHARDS TO WEB 3.0: PREPARING OUR STUDENTS FOR TOMORROW'S WORLD	Karen Armstrong
		2	FROM I.A RICHARDS TO THE ERA OF WEB 3.0: EQUIPPING OUR STUDENTS FOR THE FUTURE	Dr .Rishi Ruttun
		3	THE EFFECTS OF VISUAL ELEMENTS AND COGNITIVE STYLES ON STUDENTS LEARNING IN HYPERMEDIA ENVIRONMENT	Norazah Mohd Suki, Norbayah Mohd Suki
		4	IMPACT OF VISUAL COMPONENTS AND COGNITIVE PREFERENCES ON STUDENT LEARNING IN A HYPERMEDIA SETTING	Subramaniam Chandran
		5	ARE LECTURERS READY FOR USAGE OF MOBILE TECHNOLOGY FOR TEACHING?	Dr. Stuart Palmer, Dale Holt
		6	ARE INSTRUCTORS PREPARED FOR THE UTILIZATION OF MOBILE TECHNOLOGY IN EDUCATION?	Fereshteh Afkari, Davood Bagheri
		7	BETWEEN POLICY OPTIONS AND TECHNOLOGY APPLICATIONS: MEASURING THE SUSTAINABLE IMPACTS ON DISTANCE LEARNING	Kumiko Aoki
		8	NAVIGATING POLICY CHOICES AND TECHNOLOGICAL IMPLEMENTATIONS: ASSESSING THE SUSTAINABLE EFFECTS ON REMOTE EDUCATION	Muhammad Ridhuan Tony Lim Abdullah, Saedah Siraj



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
23 Aralık / December 23, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Assoc. Prof. Dr. Nathaniel Bryan	1	COOPERATIVE PROFESSIONAL EDUCATION FOR E-TEACHING IN NETWORKED SCHOOLS	Dr. Ken Stevens
		2	VIRTUALIZATION TECHNOLOGY AS A MEANS FOR TEACHING COMPUTER NETWORKS	Dalibor Dobrilovic, Borislav Odadžic
		3	"A PLEA FOR SCHOOL DIVERSITY": A PRACTICAL REACTION TO THE SUPREME COURT DECISION ON RACE AND AMERICAN SCHOOLS	Assoc. Prof. Dr. Nathaniel Bryan
		4	A PROPOSED STRUCTURE FOR VISUALIZATION TO EDUCATE COMPUTER SCIENCE	Muhammed Yousoof, Mohd Sapiyan, Khaja Kamaluddin
		5	UTILIZING WEBLOG TO ENCOURAGE CRITICAL THINKING – AN INVESTIGATIVE STUDY	Huay Lit Woo, Qiyun Wang
		6	E/B-LEARNING ACTIVITIES AND HIGH SCHOOL TEACHING METHODS	Dr. Rui Antunes
		7	UTILIZING MULTIMEDIA IN COMPUTER-BASED LEARNING (CBL) A CASE STUDY: EDUCATING SCIENCE TO STUDENTS	Maryam Honarmand
		8	DEVELOPING THE PERSONAL, DISSOLVING THE POLITICAL	James Moir

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
23 Aralık / December 23, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Assoc. Prof. Mikako Nishimuko	1	DEVELOPMENT OF A SMART TUTOR USING A MULTIAGENT STRATEGY	Kamel Khoualdi, Radia Benghezal
		2	EMPLOYING VISUAL TECHNOLOGIES TO ENHANCE COMPUTER SCIENCE EDUCATION	Dr. Carol B. Collins, M. H. N Tabrizi
		3	EDULOGIC+ - KNOWLEDGE MANAGEMENT VIA DATA ANALYSIS IN EDUCATIONAL SETTINGS	Alok Sharma, Dr. Harvinder S. Saini, Raviteja Tiruvury
		4	APPLICATION OF VIRTUAL WORLDS IN EDUCATIONAL CONTEXT: RAMIFICATIONS FOR PRACTICE	Teresa Coffman, Mary Beth Klinger
		5	VIRTUAL OR VIRTUALLY U: ACADEMIC INSTITUTIONS IN SECOND LIFE	Nancy Jennings, Chris Collins
		6	THE IMPACT OF INSTRUCTIONAL IMMEDIACY ON COGNITION AND LEARNING IN ONLINE COURSES	Dr. Glenda A. Gunter
		7	FAITH-BASED ORGANIZATIONS' ROLE IN FOSTERING DEMOCRATIC PROCESSES: ATTAINING UNIVERSAL PRIMARY EDUCATION IN SIERRA LEONE	Assoc. Prof. Mikako Nishimuko
		8	ITALIANS - SOCIAL AND EMOTIONAL ISOLATION: FINDINGS FROM FIVE STUDIES	Vanda Lucia Zammuner
		9	APPROACHING CREATIVE THINKING SKILLS THROUGH PROBLEM-BASED LEARNING: TEACHING AND APPLICATION IN THE ENGINEERING CLASSROOM	Halizah Awang, Ishak Ramly
		10	THE RESPONSIBILITIES OF SCHOOL PRINCIPALS AND ORGANIZATIONAL STRUCTURE	Dr. Behnaz Mohajeran, Alireza Ghaleei

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Prof. Etsuo Morishita	1	PROJECT AND EXPERIMENT-BASED FLUID DYNAMICS EDUCATION	Prof. Etsuo Morishita
		2	A STUDY OF PRIMARY SCHOOL PARENTS' INTERACTION WITH TEACHERS' IN MALAYSIA	DR. Shireen Simon
		3	STUDENTS' PERCEPTIONS OF LEARNING: CASE STUDY MOBILE OF KUWAIT	Rana AlHajri, Salah Al-Sharhan, Ahmed Al-Hunaiyyan
		4	THE IMPACT OF COOPERATIVE LEARNING ON NUMERICAL METHODS COURSE	Sara Bilal, Abdi Omar Shuriye, Raihan Othman
		5	MECHANISMS IN REGULATING LANGUAGE PRACTICES IN ELECTRONICS ENGINEERING: A PROGRAM PLAN FOR OUTCOMES-BASED EDUCATION	Analiza Acuña-Villacorte
		6	EXPERIMENTING THE INFLUENCE OF INPUT MODALITY ON INVOLVEMENT LOAD HYPOTHESIS	Assoc. Prof. DR. Mohammad Hassanzadeh
		7	A PROPOSED PROGRAM FOR POSTGRADUATES IN EGYPT TO ACQUIRE THE SKILLS AND TECHNIQUES FOR PRODUCING CONCEPT CARTOONS FOR KINDERGARTEN CHILDREN	Ahmed Amin Mousa, M. Abd El Salam
		8	THE MANAGEMENT AND FUNDING OF EDUCATION IN NIGERIA	Dr. Teryima Oralu, Babatunde Kasim Oladele

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Assis. Prof. Dr. Agnès Garletti	1	ATTACHMENT STYLES OF CHILDREN RAISED IN NURSERY VS. THOSE WHO ARE RAISED IN THE FAMILY IN IRAN	Narges Razeghi
		2	DETERMINANTS OF AGGRESSION AMONG YOUNG ADOLESCENTS	Rita C. Ramos
		3	TALENT IN AUTISM: COGNITIVE STYLE BASED ON WEAK CENTRAL COHERENCE AND SPECIAL SENSORY CHARACTERISTICS IN STATE OF KUWAIT: CASE STUDY	Mariam Abdulaziz Y.Esmaeel
		4	THE DETERMINANTS AND OUTCOMES OF PATHOLOGICAL INTERNET USE (PIU) AMONG URBAN MILLENNIAL TEENS: A THEORETICAL FRAMEWORK	Pressca Negin, Rosidah Musa, Rabiah Abdul Wahab
		5	USE OF A LEARNER'S LOG FOR EFFECTIVE SELF-DIRECTED LEARNING IN PBL	Amudha Kadirvelu, Sivalal Sadasivan
		6	NEGATIVE EMOTIONS AND WAYS OF OVERCOMING THEM IN PRISON	Katarzyna Czubak
		7	EVALUATION OF INTERNET ANXIETY IN SRBIAU HIGHER EDUCATION STUDENTS IN RESEARCH PROCESS	Nima Babazadeh Gashti, Nazanin Pilevari
		8	THE DEVELOPMENT OF POSITIVE EMOTION REGULATION STRATEGIES SCALE FOR CHILDREN AND ADOLESCENTS	Jia-Ru Li, Ching-Wen Lin
			EFFICACY OF SELECTED MOBILITY EXERCISES AND PARTICIPATION IN SPECIAL GAMES ON PSYCHOMOTOR ABILITIES, FUNCTIONAL ABILITIES AND GAME PERFORMANCE AMONG INTELLECTUALLY DISABLED CHILDREN OF UNDER 14 AGE	J. Samuel Jesudoss

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Dr. Ihuarulam Ambrose Ikenna	1	USING FACEBOOK AS AN ALTERNATIVE LEARNING TOOL IN MALAYSIAN HIGHER LEARNING INSTITUTIONS: A STRUCTURAL EQUATION MODELING APPROACH	Ahasanul Haque, Abdullah Sarwar, Khaliq Ahmad
		2	FOCUSING ON THE UTILIZATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY FOR IMPROVING CHILDREN'S POTENTIALS IN SCIENCE: CHALLENGES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN NIGERIA	Osagiede Mercy Afe
		3	THE USE OF SOCIAL NETWORKING SITES IN ELEARNING	Clifford De Raffaele, Luana Bugeja, Serengul Smith
		4	TRANSFORMATION OF KOSOVO EDUCATION FROM TRADITIONAL INTO MODERN 1999-2012	Dr. Bekim Avdiaj
		5	REMEDYING STUDENTS' MISCONCEPTIONS IN LEARNING OF CHEMICAL BONDING AND SPONTANEITY THROUGH INTERVENTION DISCUSSION LEARNING MODEL (IDLM)	Dr. Ihuarulam Ambrose Ikenna
		6	KNOWLEDGE AND INFORMATION SHARING IN THE OPINION OF THE POLISH ACADEMIC COMMUNITY	Dr. Marzena Świgoń
		7	MILLER'S MODEL FOR DEVELOPING CRITICAL THINKING SKILL OF PRE-SERVICE TEACHERS AT SUAN SUNANDHA RAJABHAT UNIVERSITY	Suttipong Boonphadung, Thassanant Unnanantn
		8	THE INFLUENCE OF GENDER ON JOB-COMPETENCIES REQUIREMENTS OF CHEMICAL-BASED INDUSTRIES AND UNDERGRADUATE-COMPETENCIES ACQUISITION OF CHEMISTS IN SOUTH WEST, NIGERIA	Prof. DR. Rachael Olatoun Okunuga
		8	A PROJECT-ORIENTATED TRAINING CONCEPT TO PREPARE STUDENTS FOR SYSTEMS ENGINEERING ACTIVITIES	Dr. Elke Mackensen





EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 13	Prof. Dr. Natalia Marulanda Grisales	1	WEST AFRICAN ISLAMIC CIVILIZATION: SOKOTO CALIPHATE AND SCIENCE EDUCATION	Dr. Hassan Attahiru Gwandu
		2	TEACHERS' PERCEPTIONS OF THE NEGATIVE IMPACT OF TOBEPHOBIA ON THEIR EMOTIONS AND JOB SATISFACTION	Phd. Prakash Singh
		3	KNOWLEDGE MANAGEMENT AS TOOL FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM IMPLEMENTATION IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS	Prof. Dr. Natalia Marulanda Grisales
		4	INQUIRY ON THE IMPROVEMENT TEACHING QUALITY IN THE CLASSROOM WITH META-TEACHING SKILLS	Shahlan Surat Saemah Rahman Saadiyah Kummin
		5	THE NEW EDUCATORS: THE REASONS FOR SAUDI ARABIA TO INVEST MORE IN STUDENT COUNSELING PROGRAMS	Dr. TURKI Affiralotaibi
		6	THE IMPACT OF DRAMA EDUCATION ON CREATIVITY DEVELOPMENT AT PRESCHOOL CHILDREN	Prof. Dr. Vladimíra Hornáčková
		7	IDEAL SCHOOL OF THE FUTURE FROM THE PARENTS' VIEW: QUANTITATIVE RESEARCH OF FACULTY OF EDUCATION OF THE UNIVERSITY OF HRADEC KRÁLOVÉ	Yveta Pohnětalová
		8		



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Doç. Dr. İbrahim CAN	1	Takım Spor Antrenörlerinde Karanlık Üçlü Kişilik ve Algılanan Yıkıcı Liderlik Düzeyleri Arasındaki İlişkide Saldırganlığın Aracı Rolünün İncelenmesi	EYLÜL SUCULARLI Prof. Dr. CENGİZ KARAGÖZOĞLU
		2	AGE AND GENDER FACTOR IN MUSCLE STRENGTH AND ANAEROBIC POWER	Doç. Dr. İbrahim CAN
		3	THE RELATIONSHIP BETWEEN BODY COMPOSITION AND ATHLETIC PERFORMANCE	Doç. Dr. İbrahim CAN
		4	TEMEL PSİKOLOJİK İHTİYAÇLAR ÖLÇEĞİNİN SPOR BİLİMLERİ EVRENİNE UYARLAMA ÇALIŞMASI	Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN
		5	SPORTİF FAALİYETLERE KATILIMIN TEMEL PSİKOLOJİK İHTİYAÇLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN
		6	SPOR BİLİMLERİ ÖĞRENCİLERİNİN UZAKTAN EĞİTİM ORTAMINA YÖNELİK TUTUMLARI	Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN
		7	UZAKTAN EĞİTİM ORTAMLARININ KULLANIMINA İLİŞKİN TUTUM ÖLÇEĞİNİN SPOR BİLİMLERİ EVRENİNE UYARLAMA ÇALIŞMASI	Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN
		8	ÜLKEMİZDEKİ SPOR POLİTİKALARININ ANALİZİ VE OLİMPİYAT OYUNLARINA ETKİSİNİN İRDELENMESİ	Sacide TÜFEKÇİ Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ Doç. Dr. Talha MURATHAN
		9	ÜLKEMİZDEKİ SPOR TEŞKİLATLANMALARININ ANALİZİ VE OLİMPİYAT OYUNLARINA ETKİSİNİN İRDELENMESİ	Sacide TÜFEKÇİ Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ Doç. Dr. Talha MURATHAN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Doç.Dr.Mehmet Akif DUMAN	1	A REVIEW ON SUSTAINABILITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT	Doç. Dr. SERPİL DURĞUN
		2	VISUAL THINKING ON THE ONTOLOGICAL AND EPISTEMOLOGICAL AXIS IN ANCIENT GREEK AND THE MIDDLE AGE	Dr. Öğr. Üyesi Burçak İSMET Yüksek Lisans Öğrencisi Sefer ÖRÇEN
		3	THE LOSS OF THE SPACE: ELIMINATION OF THE SUBJECT	Dr. Öğr. Üyesi Burçak İSMET
		4	EĞİTİMDE İKİ REFORMCU: EMRULLAH EFENDİ-İSMAİL HAKKI BALTACIOĞLU	Y. Lisans Öğr. Alper GÜREL Doç.Dr. Kamil ŞAHİN
		5	HOW THE SPACE SYSTEMATICALLY GENERATED THE HUMAN?	Yüksek Lisans Öğrencisi Sefer ÖRÇEN Dr.Öğr.Üyesi Burçak İSMET
		6	AN APPROACH TO THE PHILOSOPHICAL DIMENSION OF ABSTRACT PHOTOGRAPHY	Yüksek Lisans Öğrencisi Sefer ÖRÇEN Dr.Öğr.Üyesi Burçak İSMET
		7	ÜST SINIFIN TOPLUMSAL TABAKALAŞMA VE MEKÂNSAL AYRIŞMADAKİ YERİ	Doktora Öğrencisi, MUHAMMED CİHAD ALKIŞ
		8	GELENEK İÇİNDE ARİSTOTELES'İN DİL FELSEFESİ	Doç.Dr.Mehmet Akif DUMAN
		9	ARİSTOTELES'İN DİL FELSEFESİNDE METAFOR VE SEMANTİK OYUNLAR	Doç.Dr.Mehmet Akif DUMAN
		10	DÜZENİN DİYALEKTİĞİ: POLİTİKA, ETİK VE HUKUK İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	Doç. Dr. ERAY YAĞANAK
		11	REINTERPRETATION OF THE SUBJECT-OBJECT RELATIONSHIP IN THE CONTEXT OF MARX'S "ALIENATION" AND LUKACS'S "REIFICATION" THEORIES	Dr. Mehtap Nur BİTMEZ

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Assoc. Prof. Dr. Zübeyir ÇELİK	1	YAPAY ZEKA DESTEKLİ E-TİCARET UYGULAMALARININ SATIN ALMA DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ ROLÜNE İLİŞKİN NİTEL BİR ARAŞTIRMA	Yüksek Lisans Öğrencisi, IRMAK TOSUN Doç. Dr., ÖMER AYDINLIOĞLU
		2	ADVERTISING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON CONSUMER CULTURE	Ahmet ÇEKİNMEZ Doç. Dr., Adem YÜCEL
		3	THE EFFECT OF DESTINATION BRAND PERCEPTIONS OF PROFESSIONAL TOURIST GUIDES ON JOB SATISFACTION	Yüksek Lisans Öğrencisi, AYÇA ÇOLAK Dr. Öğr. Üyesi, MUSTAFA ÜNSALAN
		4	İŞLETME YÖNETİCİLERİNİN İŞLETMELERİNDEKİ İNOVASYON ENGELLERİNE DAİR ALGILARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Semra ÇEVİK Murat ARSLANOĞLU Fatih ÇAĞIRANKAYA
		5	THE EFFECTS OF BRAND TRUST, BRAND LOVE AND BRAND LOYALTY ON WORD-OF-MOUTH COMMUNICATION INTENTION	Assoc. Prof. Dr. Zübeyir ÇELİK Assoc. Prof. Dr. İbrahim AYDIN Prof. Dr. Reha SAYDAN
		6	INVESTIGATING THE EFFECT OF SOCIAL MEDIA MARKETING ON WORD OF MOUTH COMMUNICATION	Assoc. Prof. Dr. İbrahim AYDIN Assoc. Prof. Dr. Zübeyir ÇELİK Prof. Dr. Reha SAYDAN
		7	YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE UYGULAMALARI	Arş. Gör, İBRAHİM KADİR DEMİR Doç. Dr., YUSUF ERSOY Doç. Dr., ALİ TEHCİ
		8	TASARRUF MU ÇEVRECİ TÜKETİM Mİ? SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM DAVRANIŞLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Doç. Dr. Hakan KİRACI Nihal KUZYAKA

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
23 Aralık / December 23, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Selahattin BARDAK	1	BEYİN TÜMÖRÜ MR GÖRÜNTÜLERİNİN BAG OF WORDS YÖNTEMİ İLE TESPİT EDİLMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Emine CENGİL Doç. Dr. Muhammed YILDIRIM
		2	AYLIK GÜNEŞ LEKESİ TAHMİNİNİN LSTM MODELİ İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Emine CENGİL Doç. Dr. Muhammed YILDIRIM
		3	YAPAY SİNİR AĞLARI VE MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMALI TAHMİN PERFORMANS ANALİZİ: OTOMOBİL SATIŞ UYGULAMASI	Endüstri Mühendisi, BEYZA KURTGERİ Doç.Dr. MERVE CENGİZ TOKLU
		4	COMPACT DUAL-BAND MICROSTRIP ANTENNA FOR SHORT RANGE WLAN/WIMAX BAND OPERATIONS	Assist. Prof. Dr, Hüsnü YALDUZ
		5	EVALUATION OF COMMENTS ABOUT CLOTHING IN ONLINE SHOPPING USING EMOTION ANALYSIS	Doç. Dr. Selahattin BARDAK
		6	EVALUATION OF THE MOST COMMON PROBLEMS IN ONLINE SHOPPING WITH DECISION TREE MODEL	Doç. Dr. Selahattin BARDAK
		7	DAKİKALIK ARAÇ KİRALAMA SEKTÖRÜNDE GÜVENLİ VE ÇEVRECİ SÜRÜŞ ODAKLI MÜŞTERİ SEGMENTASYON	EMRE DELİCE
		8	ANALYSIS OF CONSUMERS' REVIEWS ABOUT BUILDING MATERIALS USING WEB MINING	Doç. Dr. Selahattin BARDAK
		9	EVALUATION OF CONSUMERS' SMART WATCH PURCHASING BEHAVIOR ON ELECTRONIC COMMERCE SITES USING THE RANDOM FOREST MODEL	Doç. Dr. Selahattin BARDAK
		10	A COMPARISON OF TOPIC MODELING TECHNIQUES USING PRODUCT REVIEWS	Dilara ALTINSOY Dr. Öğr. Üyesi, Güncel SARIMAN
		11	USING DEEP LEARNING ARCHITECTURES IN DETECTING FABRIC DEFECTS	Muhammet ÖZCAN Doç.Dr.Yavuz ŞENOL

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
23 Aralık / December 23, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU	1	STRATEGIES TO DELAY STALING IN BAKERY PRODUCTS AND PARTIAL COOKING METHOD	Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU
		2	ARTIFICIAL AND FAKE MEAT	Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU
		3	TAZE, KURUTULMUŞ VE KAVRULMUŞ ANTEP FISTIKLARINDA YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONLARININ GC-FID İLE BELİRLENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Yasin YAKAR
		4	DETERMINATION OF THE EFFECT OF BUCKWHEAT FLOUR ON CAKE QUALITY PARAMETERS IN GLUTEN-FREE BATON CAKE PRODUCTION	Dr. Öğr. Üyesi, ALİ CİNGÖZ
		5	ŞERBETÇİ OTU ATIĞINDAN SELÜLOZ ELDESİ İLE YENİLEBİLİR FİLM GELİŞTİRİLMESİ	Zeynep Akgün Hande Yenipazar Neşe Şahin Yeşilçubuk, Celale Kırkın Gözükırmızı
		6	FASULYE HAŞLAMA SUYUNUN PÜSKÜRTEREK KURUTULMASI ve KARAKTERİZASYONU	Neval Köklü İsmail Eren Seher Kumcuoğlu
		7	DENİZEL KAYNAKLARDAN KAROTENOİD EKSTRAKSİYONUNA İLİŞKİN SON GELİŞMELER	Elvan Gizem GÜRSOY Doç. Dr. Seher KUMCUOĞLU Prof. Dr. Şebnem TAVMAN
		8	ARONYA (ARONIA MELANOCARPA) MEYVESİNDEN DEĞERLİ BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN ULTRASON DESTEKLİ EKSTRAKSİYONU VE OPTİMİZASYONU	Ceren Evrim MATARACI Seher KUMCUOĞLU Sebnem TAVMAN
		9	OHMİK ISITMA YÖNTEMİ İLE KONSANTRE EDİLEN ARONYA ÖRNEKLERİNİN RENK DEĞERLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi ÇAĞLAR ŞAHİN Dr. Öğretim Üyesi HATİCE PINAR YÜKSEL Doç. Dr. MUTLU ÇEVİK
		10	Hibiscus sabdariffa L. AS A NATURAL COLORING AND ANTIOXIDANT AGENT IN THE PRODUCTION OF PASTIRMA CEMEN PASTE	Res. Asst. Emre TURAN Prof. Dr. M. İrfan AKSU
		11	COMPARISON OF CHEMICAL, PHYSICOCHEMICAL, BIOACTIVE AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF CEMEN (FENUGREEK SEED) FLOURS USED IN PASTIRMA PRODUCTION	Res. Asst. Emre TURAN Assoc. Prof. Dr. Atilla ŞİMŞEK Prof. Dr. M. İrfan AKSU
		12	AMARANT UNUNUN BAZI ÖNEMLİ FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ ve ANTİMİKROBİYAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi, BÜLENT HALLAÇ HALE BEKİR
		13	RECENT ADVANCES IN ENCAPSULATION TECHNOLOGY FOR FOOD APPLICATIONS	Asst. Prof. Pınar Gümüş

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Asst. Prof. Dr. Ali AJDER	1	SOLAR AYDINLATMA TEKNOLOJİSİ: DOĞANIN İLHAM VERDİĞİ ÇEVRECİ ÇÖZÜMLER	Selin Ceren YAMAK Özge TUTKUN Samet ÇAM Ekrem ALTAN
		2	DÖNGÜSEL EKONOMİ YAKLAŞIMINDA ELEKTRONİK KART ÜRETİMİ: AVANTAJLAR, ZORLUKLAR VE GELECEK PROJEKSİYONLARI	Yüksek Lisans Öğrencisi Feti Adar Dr.Öğr.Üyesi Deniz Macit
		3	KOBİ TASARIM MERKEZLERİNDE PLM GEÇİŞ SÜRECİ: STRATEJİK YOL HARİTASI VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ İÇİN İHTİYAÇ ANALİZLERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Feti Adar Dr. Öğr. Üyesi Coşkun Harmanşah
		4	AN OVERVIEW OF OPTICAL WIRELESS COMMUNICATION TECHNOLOGIES	Öğr. Gör. Sezgin ATAÇ
		5	INVESTIGATION OF POWER GENERATION BEHAVIORS OF SOLAR POWER PLANTS UNDER FLUCTUATING IRRADIATION VALUES	PhD., Erşan Ömer YÜZER
		6	PDLC FİLM İLE UV İNDEKS FİLTRELEMESİ İÇİN KONTROL SİSTEMİ TASARIMI	SONER MUHAMMED TURAN Dr. Öğr. Üyesi SERKAN DİŞLİTAŞ
		7	EXAMINING RELIABILITY ANALYSIS AND APPROVAL TESTS IN POWER ELECTRONICS APPLICATIONS AND EVALUATING THEIR EFFECTS ON THE BATH-TUBE CURVE	Asst. Prof. Dr. Murat DEMİR Prof. Dr. Ali Bekir YILDIZ
		8	CALCULATION OF THE WEIGHTED AVERAGE COST OF CAPITAL FOR RENEWABLE-ENERGY POWER PLANTS	Asst. Prof. Dr. Ali AJDER Prof. Dr. Selim AY
		9	APPLICATION OF INFLATION ADJUSTMENT TO THE DEPRECIATION RECORDS OF THE ELECTRICAL SUBSTATION COMPONENTS	Asst. Prof. Dr. Ali AJDER Prof. Dr. Selim AY
		10	DEVELOPMENT ARDUINO BASED ELECTRONIC DEVICE FOR MEASUREMENT OF TRANSMISSION OF ELECTROCHROMIC WINDOWS	Electrical Engineer, Özge AKPINAR SARIHAN Assist. Prof. Dr. İbrahim İNANÇ
		11	EFFECT OF BULB TYPE ON HEADLIGHT LIGHTING	METİN KAYNAKLI ÇİĞDEM CENGİZ
		12	NUMERICALLY BASED TUNNEL LIGHTING	METİN KAYNAKLI ÇİĞDEM CENGİZ
		13	PERFORMANCE ANALYSIS OF COOLING FLUIDS USED IN U-CHANNEL BATTERY MODULE WITH COOLING PLATE	Ar-Ge Mühendisi, İREM SEÇMEN Prof.Dr., SEZGİN ERSOY

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
23 Aralık / December 23, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Prof. Dr. HÜLYA ÇİÇEK	1	A REVIEW STUDY ON FERTILITY AWARENESS	Öğr. Gör. Dr. Elif DAĞLI Dr. Öğr. Üyesi Feyza AKTAŞ REYHAN
		2	EFFECTS OF SMOKING AND PASSIVE SMOKING DURING THE ANTENATAL PERIOD ON MATERNAL, FETAL AND NEONATAL HEALTH	Öğr. Gör. Dr. Elif DAĞLI
		3	AZ KULLANILAN SAĞLIKLI BİR GIDA: SUSAM YAĞI	Prof. Dr. HÜLYA ÇİÇEK
		4	SUMAK BİTKİSİNİN TIBBİ VE AROMATİK KULLANIM ALANLARI	Prof. Dr. HÜLYA ÇİÇEK
		5	ZEYTİN YAPRAĞI VE TARÇINDAN DOĞA DOSTU YEŞİL SENTEZLE ELDE EDİLEN GÜMÜŞ NANO PARTİKÜLÜNÜN BAZI INHİBİTOR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	Ön Lisans Öğrencisi, Rojin SANSAN, Berfin YILDIZ, Berivan DEMİRBOĞA, Sıla Betime ALTUNDAĞ, Esra AKDENİZ, Felek BİLEN, Güler ÖZNE, Yunus TAŞKIRAN, Mehmet BABÜR Öğr. Gör. Dr. Yasemin KEŞKEK KARABULUT Dr. Öğr. Üyesi, Aybek YİĞİT
		6	SEXUAL BEHAVIOR DISORDERS	Instructor See. Serpil TOKER Instructor See. Dr. Gizem ÇITAK
		7	OVERVIEW OF GENDER AND GENDER INEQUALITY	Instructor See. Serpil TOKER Instructor See. Dr. Gizem ÇITAK
		8	Evaluation of forensic cases admitted to first step pediatric emergency department	Dr. Öğr. Üyesi Ramazan KIYAK Doç. Dr. Süha SERİN Doç. Dr. Bahadır ÇAĞLAR
		9	ACİL TIP HEKİMLİĞİ VE "WELLNESS"	Dr. Öğr. Üyesi Ramazan KIYAK
		10	SPECIAL NEEDS AND SUPPORT OF GIFTED INDIVIDUALS IN THE CONTEXT OF LANGUAGE-SPEAKING AND COMMUNICATION: A SUMMARY REVIEW	Asst. Prof. Tuğba KAYA



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 22, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Prof. Dr. Veysi OKUMUŞ	1	MODEL ORGANISM FOR NANOTOXICOLOGY STUDIES	Dr. AYSEGUL ERGENLER Prof.Dr. FUNDA TURAN
		2	DNA DAMAGE POTENTIAL OF COLEMANITE IN DAPHNIA MAGNA	Dr. AYSEGUL ERGENLER Prof.Dr. FUNDA TURAN
		3	DOĞU AKDENİZ BÖLGESİ SIMULIIDAE DİPTERA TÜR ÇEŞİTLİLİĞİNİN MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER SİSTEMATİK YÖNTEMLER İLE ARAŞTIRILMASI	Arş. Gör. Dr. Ebru Ceren FİDAN Doç. Dr. Ümit ŞİRİN
		4	SOĞUK PLAZMA UYGULAMASININ SOĞAN KABUĞUNUN KALİTE VE ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	Arş. Gör. Berna Şengüler Dr. Öğr. Üyesi Celale Kırkın Gözükırmızı
		5	CYANOBACTERIA BIODIVERSITY OF DOĞANBEY THERMAL SPRING (SEFERİHİSAR-İZMİR)	Doç. Dr., SEVILAY OZTURK
		6	PHYTOSENOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SORBUS L. SPREAD IN THE TERRITORY OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC	AYNURA GULAMOVA TARIYEL TALİBOV
		7	Bioavailability of herbal food ingredients and bioavailability detection methods	Araştırmacı Ülkü Beyzanur GÜLDEŞ Doç. Dr. Ferda SARI
		8	ANTIOXIDANT CAPACITY VALUES OF SOME SPECIES BELONGING TO FABACEAE FAMILY IN UŞAK PROVINCE	Assoc. Prof. Dr. Hülya DOĞAN Prof. Dr. Hatice BAŞ
		9	INVESTIGATION OF THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF Thymus sipyleus Boiss. subsp. sipyleus (Lamiaceae) EXTRACT ON (Escherichia coli) AND (Staphylococcus aureus)	Prof. Dr. Hatice BAŞ Assoc. Prof. Dr. Hülya DOĞAN
		10	PROTEASE PRODUCTION FROM THERMOPHILIC Geobacillus pallidus USING SOLID PHASE FERMENTATION TECHNIQUE	Prof. Dr. Veysi OKUMUŞ
		11	DETERMINATION OF LIPASE INHIBITOR AND ANTI-OXIDANT ACTIVITIES OF Phallus impudicus	Prof. Dr. Veysi OKUMUŞ



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 22, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Doç. Dr. MEHMET KARACA	1	PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ ÇAMLIK YERLEŞKESİNDE OMURGASIZ HAYVANLAR ÜZERİNE SİSTEMATİK ARAŞTIRMALAR	Doç. Dr. MEHMET KARACA
		2	EDİRNE İLİNİN ZERKONİD AKAR FAUNASI (ACARI: ZERCONIDAE)	Doç. Dr. MEHMET KARACA Prof. Dr. RAŞİT URHAN
		3	Molecular identification of the mushroom specimen collected from Kütahya in the Aegean Region in Türkiye reveals the presence of Infundibulicybe alkaliviolascens macrofungi species	Doç. Dr. Bekir ÇÖL Doç. Dr. Hakan ALLI
		4	Escherichia coli'de sodA, sodB ve sodC genlerinin promotor bölgelerinin klonlanması ve transkripsiyonel füzyon yapıları ile genlerin ekspresyonu üzerinde doksorubisin etkisinin araştırılması	Dr. Esra DİBEK Burcu DAL Anara BABAYEVA Doç. Dr. Bekir ÇÖL
		5	TUZLU ÇEVREDEDEN İZOLE EDİLEN HALOFİLİK BAKTERİ SUŞU E <sub>p</sub> T <sub>2</sub> 'NİN BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN AYRINTILI İNCELEMESİ	Dr. FEVZİYE İŞİL KESBİÇ
		6	CHARACTERISTICS AND DISTRIBUTION of Cymbocarpum anethoides DC. FROM THE APIACEAE FAMILY (DAĞ ANIĞI, AŞOTU)	Associate. Prof. Dr. PINAR AKSU KILIÇLE Phd Student ŞAFAK SANDAYUK
		7	THE EFFECT of CHIA (Salvia hispanica L.) OIL on MICRONUCLEUS FREQUENCY in RATS INDUCED with DIABETES USING STREPTOZOTOCIN	Associate. Prof. Dr. PINAR AKSU KILIÇLE Phd Student ŞAFAK SANDAYUK
		8	HASTANE ATIKSUYUNDA İZOLE EDİLEN PSEUDOMONAS AERUGİNOSA SUŞLARININ BİYOFİLM OLUŞUMU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN FARKLI KÜLTÜR BESİYERLERİNDE ARAŞTIRILMASI	Doktora Öğrencisi FÜSUN ÖZYAMAN Prof. Dr. ÖZLEM YILMAZ
		9	BAZI TERPENLERİN TFIIA MOLEKÜLÜNE IN SİLİCO BAĞLANMA AFİNİTELERİ	Doç. Dr. Sedat BOZARI
		10	RANDOM PATERNLİ CİLT FLEPLERİNDE SİLDENAFİL'İN SÜPEROKSİT DİSMUTAZ (SOD) ENZİM AKTİVİTESİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SILDENAFİL ON SUPEROXIDE DISMUTASE (SOD) ENZYME ACTIVITY IN RANDOM PATTERNED SKIN FLAPS	Dr. Öğr. Üyesi RUKİYE DEMİR Doç. Dr. EMİNE DIRAMAN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
23 Aralık / December 22, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Doç. Dr. SONER AKIN	1	Pasif Etkilenime Yönelik Bilgi Testi Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması	DR. Hümevra HANÇER TOK DR.Lütfiye Nur UZUN PhD; Makbule TOKUR KESGİN
		2	INVESTIGATION OF FACULTY OF HEALTH SCIENCES STUDENTS' ATTITUDES TOWARDS CHILDREN'S RIGHTS	Dr. Öğretim Üyesi, Ezgi AKINCI DEMİRBAŞ Arş. Gör. Yavuz Selim KARASU
		3	TIBBİ TEKNOLOJİ ALANINDA YAPILAN ÇALIŞMALARLA BİBLİYOMETRİK ANALİZ İLE BİR BAKIŞ	Şura Yörük
		4	OBEZİTEYLE MÜCADELE BAKIMINDAN SPOR OKURYAZARLIĞININ ÖNEMİ	Doç. Dr. Hüsnü BİLİR Öğr. Gör. Dr. Hande YAZICIOĞLU ÇALIŞAN
		5	ANNE VE ÇOCUK SAĞLIĞI ALANINDA ÇALIŞMALARLA BİBLİYOMETRİK ANALİZLE GENEL BAKIŞ	Kübra Bilgin Eken
		6	HASTANE ÖNCESİ ACİL SAĞLIK HİZMETİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	Muhammet Kadir Güner
		7	TÜRKİYE ADRESLİ DİJİTAL SAĞLIK OKURYAZARLIĞI ÇALIŞMALARININ BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	Dr. Öğr. Üyesi, OKAN KOÇ
		8	DETERMINING THE KNOWLEDGE LEVELS OF HEALTHCARE WORKERS ON MEDICAL WASTE MANAGEMENT: PRIVATE HOSPITAL EXAMPLE	Lecturer Engin TEKİN Lecturer Serpil EMİKÖNEL
		9	DETERMİNİNG THE KNOWLEDGE LEVEL OF 4TH YEAR NURSİNG STUDENTS ON MEDICAL WASTE MANAGEMENT	Lecturer, Engin TEKİN
		10	İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR: AVRUPA'DA ENTEGRE ÇÖZÜMLER	Doç. Dr. SONER AKIN
		11	SİBER TEHDİTLERE KARŞI İNOVATİF İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ STRATEJİLERİ: AVRUPA BİRLİĞİ ÖRNEĞİ	Doç. Dr. SONER AKIN
		12	SAĞLIK ALANINDA EĞİTİM GÖREN ÖĞRENCİLERİN MERHAMET DÜZEYLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLERE GÖRE İNCELENMESİ	Öğr. Gör. Beyza UÇAR Dr. Öğr. Üyesi Mukadder BEKTAŞ
		13		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Prof. Dr. Natalia Marulanda Grisales	1	RELATIONSHIP BETWEEN GENDER AND PERFORMANCE WITH RESPECT TO A BASIC MATH SKILLS QUIZ IN STATISTICS COURSES IN LEBANON	Hiba Naccache
		2	VOICES AND PICTURES FROM AN ONLINE COURSE AND A FACE TO FACE COURSE	Eti Gilad, Shosh Millet
		3	LEARNERS' PERCEPTIONS OF TERTIARY LEVEL TEACHERS' CODE SWITCHING: A VIETNAMESE PERSPECTIVE	Hoa Pham
		4	IMPLEMENTING LEARNER-CENTERED TEACHING APPROACH IN HIGHER EDUCATION	Iman Ali Ahmed Al-Rashed
		5	INTEGRATING HOTS ACTIVITIES WITH GEOGEBRA IN PRE-SERVICE TEACHERS' PREPARATION	Wajeeh Daher, Nimer Baya'a
		6	A FLIPPED CLASSROOM APPROACH FOR NON-SCIENCE MAJORS	Nidhi Gadura
		7	THE TECHNO-PEDAGOGICAL PIVOT: DESIGNING AND IMPLEMENTING A DIGITAL WRITING TOOL	Justin D. Olmanson, Katrina S. Kennett, Bill Cope
			ANALYSIS OF SUITABILITY OF ONLINE ASSESSMENT BY MAINTAINING CRITICAL THINKING	Mohamed Chabi, Mohammad Shahid Jamil, Mahmoud I Syam
			FACTORS OF ENGLISH LANGUAGE LEARNING AND ACQUISITION AT BISHA COLLEGE OF TECHNOLOGY	Khalid Albishi
	8	MOTIVATING THE INDEPENDENT LEARNER AT THE ARAB OPEN UNIVERSITY, KUWAIT	Hassan A. Sharafuddin, Chekra A. Allani	

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Haiyan Wang	1	OPEN EDUCATIONAL RESOURCE IN ONLINE MATHEMATICS LEARNING	Haohao Wang
		2	MEANINGFUL GENERAL EDUCATION REFORM: INTEGRATING CORE CURRICULA AND INSTITUTIONAL VALUES	Michael W. Markowitz
		3	APPLICATIONS OF BIG DATA IN EDUCATION	Faisal Kalota
		4	USING FACEBOOK AS AN ALTERNATIVE LEARNING TOOL IN MALAYSIAN HIGHER LEARNING INSTITUTIONS: A STRUCTURAL EQUATION MODELING APPROACH	Ahasanul Haque, Abdullah Sarwar, Khaliq Ahmad
		5	FOCUSING ON THE UTILIZATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY FOR IMPROVING CHILDREN'S POTENTIALS IN SCIENCE: CHALLENGES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN NIGERIA	Osagiede Mercy Afe
		6	TRANSNATIONAL HIGHER EDUCATION: DEVELOPING A TRANSNATIONAL STUDENT SUCCESS 'SIGNATURE' FOR PRE-CLINICAL MEDICAL STUDENTS – AN ACTION RESEARCH PROJECT	W. Maddison
		7	COLLABORATIVE TEAM WORK IN HIGHER EDUCATION: A CASE STUDY	Swapna Bhargavi Gantasala
			THE ANALYSIS OF TEACHER TALK IN "LEARNER-CENTERED" TEACHING MODE	Haiyan Wang
			ON THE CONSTRUCTIVIST TEACHING OF EXTENSIVE READING FOR ENGLISH MAJORS	Haiyan Wang
	8	VIRTUAL SCIENCE HUB: AN OPEN SOURCE PLATFORM TO ENRICH SCIENCE TEACHING	Enrique Barra, Aldo Gordillo, Juan Quemada	

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Prof. Dr. Komon Paisal	1	ACCESS TO HIGHER EDUCATION IN NIGERIA: THE UNIVERSITY OF CALABAR PRE-DEGREE PROGRAM EXPERIENCE	Eni I. Eni, James Okon, Ashang J. Ashang
		2	THE COOPERATIVE LEARNING MANAGEMENT IN THE COURSE OF PRINCIPLES OF MATHEMATICS FOR GRADUATE LEVEL	Prof. Dr. Komon Paisal
		3	RELATIONSHIP OF ARM ACUPRESSURE POINTS AND THAI TRADITIONAL MASSAGE	Boonyarat Chaleephay
		4	RUBRIC IN VOCATIONAL EDUCATION	Azmanirah Ab Rahman, Jamil Ahmad, Ruhizan Muhammad Yasin
		5	DRUG USE KNOWLEDGE AND ANTIMICROBIAL DRUG USE BEHAVIOR	Pimporn Thongmuang
		6	THE USE OF PROJECT TO ENHANCE LEARNING DOMAINS STATED BY NATIONAL QUALIFICATIONS FRAMEWORK: TQF	Duangkamol Thitivesa
		7	A DEVELOPMENT OF ONLINE LESSONS TO STRENGTHEN THE LEARNING PROCESS OF MASTER'S DEGREE STUDENTS MAJORING IN CURRICULUM AND INSTRUCTION AT SUAN SUNANDHA RAJABHAT UNIVERSITY	Chaiwat Waree
		8	COLLABORATIVE ONLINE LEARNING FOR LECTURERS	Lee Bih Ni, Emily Doreen Lee, Wee Hui Yean
		9	A DEVELOPMENT OF PERSONALIZED EDUTAINMENT CONTENTS THROUGH STORYTELLING	Min Kyeong Cha, Ju Yeon Mun, Seong Baeg Kim



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Prof. Dr. Hélder Spínola	1	THE TENDENCIES OF DEVELOPMENT OF THE MANAGEMENT IN THE EDUCATION SYSTEM OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN	Altynai Zhaitapova, Aizhan Satyvaldiyeva
		2	REAL TIME CONTROL LEARNING GAME - SPEED RACE BY LEARNING AT THE WHEEL - DEVELOPMENT OF DATA ACQUISITION SYSTEM	Konstantinos Kalovrektis, Chryssanthi Palazi
		3	ANALYSIS AND CATEGORIZATION OF E-LEARNING ACTIVITIES BASED ON MEANINGFUL LEARNING CHARACTERISTICS	Arda Yunianta, Norazah Yusof, Mohd Shahizan Othman, Dewi Octaviani
		4	EXPLANATORY OF RELATIONSHIP BETWEEN LEARNING MOTIVATION AND LEARNING PERFORMANCE	Dr. Chih Chin Yang
		5	TECHNOLOGY INTEGRATED EDUCATION – SHAPING THE PERSONALITY AND SOCIAL DEVELOPMENT OF THE YOUNG	R. Ramli, S. Sameon
		6	THE EFFECT OF CONTRIVED SUCCESS IN CALCULATION TASKS ON THE SELF-EFFICACY OF JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS	Akitoshi Uchida, Kazuo Mori
		7	IMPROVING TEACHER PROFESIONALISM THROUGH CERTIFICATION PROGRAM: AN INDONESIA CASE STUDY	Assis. Prof. Triyanto
		8	STRUCTURE OF DOCTORAL STUDENTS- RESEARCH COMPETENCES IN SUSTAINABILITY CONTEXT	I. Bolgzda, E. Olehnovica
		8	SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONTRIBUTIONS AMONG UNIVERSITY OF MADEIRA (PORTUGAL) STUDENTS	Prof. Dr. Hélder Spínola

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Dr. Glenda A. Gunter	1	COMMUNITIES OF INTEREST: THREE UNIQUE CASE STUDIES IN WIDER UNIVERSITY AND SCHOOL PARTNERSHIPS IN AUSTRALIA	M. Zeegers, D. Barron
		2	ENHANCING LEARNING EXPERIENCES IN OUTCOMEBASED HIGHER EDUCATION: A STEP TOWARDS STUDENT CENTERED LEARNING	K. Kumpas
		3	KEY FACTORS OF CURRICULUM INNOVATION IN LANGUAGE TEACHER EDUCATION	Assoc. Prof . Liliana Măță
		4	IMPROVING THE QUALITY OF E-LEARNING COURSES IN HIGHER EDUCATION THROUGH STUDENT SATISFACTION	Susana Lemos, Neuza Pedro
		5	THE DEVELOPMENT OF A TEACHERS- SELF-EFFICACY INSTRUMENT FOR HIGH SCHOOL PHYSICAL EDUCATION TEACHER	Yi-Hsiang Pan
		6	CREATIVITY: A MOTIVATIONAL TOOL FOR INTEREST AND CONCEPTUAL UNDERSTANDING IN SCIENCE EDUCATION	Dr. Thienhuong Hoang
		7	A VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT FOR DEAF CHILDREN: DESIGN AND EVALUATION	Nicoletta Adamo-Villani
		8	DIGITAL NARRATIVE AS A CHANGE AGENT TO TEACH READING TO MEDIA-CENTRIC STUDENTS	Robert F. Kenny
		9	THE EFFECTS OF THE IMPACT OF INSTRUCTIONAL IMMEDIACY ON COGNITION AND LEARNING IN ONLINE CLASSES	Dr. Glenda A. Gunter



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Dr. Muhibul Haque Bhuyan	1	THE PROJECT EVALUATION TO DEVELOP THE COMPETENCIES, CAPABILITIES, AND SKILLS IN REPAIRING COMPUTERS OF PEOPLE IN JOMPLUAK LOCAL MUNICIPALITY, BANG KHONTHI DISTRICT, SAMUT SONGKRAM PROVINCE	Wilailuk Meepracha
		2	INVESTIGATING INTERFERENCE ERRORS MADE BY AZZAWIA UNIVERSITY 1ST YEAR STUDENTS OF ENGLISH IN LEARNING ENGLISH PREPOSITIONS	Dr. Aimen Mohamed Almaloul
		3	ENTREPRENEUR UNIVERSAL EDUCATION SYSTEM: FUTURE EVOLUTION	Khaled Elbehiery, Hussam Elbehiery
		4	GUIDELINES FOR DEVELOPING, SUPERVISING, ASSESSING AND EVALUATING CAPSTONE DESIGN PROJECT OF BSC IN ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING PROGRAM	Muhibul Haque Bhuyan
		5	ON THE ALLOPATRY OF NATIONAL COLLEGE ENTRANCE EXAM IN CHINA: THE ROOT, POLICY AND STRATEGY	Dr. Shi Zhang
		6	COMPUTER AIDED LANGUAGE LEARNING SYSTEM FOR ARABIC FOR SECOND LANGUAGE LEARNERS	Osama Abufanas
		7	ACADEMIC PERFORMANCE OF ENGINEERING STUDENTS: THE ROLE OF ABILITIES & LEARNING STYLE	Dr. Sumita Chowhan
		8	PAY DIFFERENTIALS AND EMPLOYEE RETENTION IN THE STATE COLLEGES OF EDUCATION IN THE SOUTH-SOUTH ZONE, NIGERIA	Emmanuel U. Ingwu
		9	PRE-SERVICE TEACHERS' ASSESSMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY APPLICATION TO INSTRUCTION	Ress. Assis. Adesanya Anuoluwapo Olusola
		9	E-LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS GENERAL FRAMEWORK	Hamed Fawareh

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Assis. Prof. Chaiwat Waree	1	DETERMINATION OF SKILLS GAP BETWEEN SCHOOL-BASED LEARNING AND LABORATORY-BASED LEARNING IN OMAR AL-MUKHTAR UNIVERSITY	Aisha Othman, Crinela Pislaru, Ahmed Impes
		2	THE HDH MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF CREATIVE STRUCTURAL THINKING AND ITS APPLICATIONS TO OTHER SYSTEMS	Ress. Assis. Mosseri Avraham
		3	TEACHING APPROACH AND SELF-CONFIDENCE EFFECT MODEL CONSISTENCY BETWEEN TAIWAN AND SINGAPORE MULTI-GROUP HLM	PeiWen Liao, Tsung Hau Jen
		4	EFFECTIVENESS OF ICT TRAINING WORKSHOP FOR TUTORS OF ALLAMA IQBAL OPEN UNIVERSITY, PAKISTAN	Muhammad Javid Qadir, Abdul Hameed
		5	A DEVELOPMENT OF THE MULTIPLE INTELLIGENCES MEASUREMENT OF ELEMENTARY STUDENTS	Assis. Prof. Chaiwat Waree
		6	A FORMATIVE ASSESSMENT TOOL FOR EFFECTIVE FEEDBACK	Rami Rashkovits, Ilana Lavy
		7	ACTIVE LEARNING STRATEGIES AND ACADEMIC ACHIEVEMENT AMONG SOME PSYCHOLOGY UNDERGRADUATES IN BARBADOS	Grace Adebisi Fayombo
		8	A LEARNER-CENTRED OR ARTEFACT-CENTRED CLASSROOM? IMPACT OF TECHNOLOGY, ARTEFACTS, AND ENVIRONMENT ON TASK PROCESSES IN AN ENGLISH AS A FOREIGN LANGUAGE CLASSROOM	Dr. Nobue T. Ellis
			INCREASE SUCCESS BY DECREASING ADMISSION FOR MATHS – FAIRYTALE OR REALITY?	L.A du Plessis

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Assoc. Prof. DR. Jaflah H. Al-Ammary	1	COMPUTER GRAPHICS AND UNDERSTANDING SEMIOTICS IN DESIGN	Manoj Majhi, Debkumar Chakrabaty
		2	STUDENT SATISFACTION DATA FOR WORK BASED LEARNERS	Rosie Borup, Hanifa Shah
		3	AN EVALUATION OF THE USABILITY OF IT FACULTY EDUCATIONAL PORTAL AT UNIVERSITY OF BENGHAZI	Nasser M. Amaitik, Mohammed J. El-Sahli
		4	CREATING A SPACE FOR TEACHING PROBLEM SOLVING SKILLS TO ENGINEERING STUDENTS THROUGH ENGLISH LANGUAGE TEACHING	Dr. Mimi N. A. Mohamed
		5	HIMMAPAN CREATURES: THE TACTILE TEXTURE DESIGNED FOR THE BLIND	Chantana Insra
		6	TEACHING ENGLISH UNDER THE LMD REFORM: THE ALGERIAN EXPERIENCE	Lrc. Naouel Abdellatif Mami
		7	METHODS OF FORMING INFORMATIONAL CULTURE STUDENTS	Altynbek Moshkalov
		8	ONLINE COLLABORATION LEARNING: A WAY TO ENHANCE STUDENTS' ACHIEVEMENT AT KINGDOM OF BAHRAIN	Assoc. Prof. DR. Jaflah H. Al-Ammary
		9	MOTIVATION FACTORS IN DISTANCE EDUCATION	Sheila R. Bonito

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Dr. Nomusa Dlodlo,	1	TOWARD A MODEL FOR KNOWLEDGE DEVELOPMENT IN VIRTUAL ENVIRONMENTS: STRATEGIES FOR STUDENT OWNERSHIP	N.B. Adams
		2	THE PROSPECTS AND CHALLENGES OF OPEN LEARNING AND DISTANCE EDUCATION IN MALAWI	Andrew Chimpololo
		3	BETWEEN POLICY OPTIONS AND TECHNOLOGY APPLICATIONS: MEASURING THE SUSTAINABLE IMPACTS ON DISTANCE LEARNING	Subramaniam Chandran
		4	ACADEMIC STAFF PERCEPTIONS OF THE VALUE OF THE ELEMENTS OF AN ONLINE LEARNING ENVIRONMENT	Dr. Stuart Palmer, Dale Holt
		5	USING THE STUDENTS-AS-CUSTOMERS CONCEPT IN TECHNOLOGY DISCIPLINES: STUDENTS- PERSPECTIVES	Boonlert Watjatrakul
		6	USING WEBLOG TO PROMOTE CRITICAL THINKING – AN EXPLORATORY STUDY	Huay Lit Woo, Qiyun Wang
		7	THE EXPERIENCES OF SOUTH-AFRICAN HIGH-SCHOOL GIRLS IN A FAB LAB ENVIRONMENT	Dr. Nomusa Dlodlo, Ronald Noel Beyers
		8	EXPLORING SELF-DIRECTED LEARNING AMONG CHILDREN	Mariani Md Nor, Y. Saeednia
		9	THE STATE, LOCAL COMMUNITY AND PARTICIPATORY GOVERNANCE PRACTICES: PROSPECTS OF CHANGE	Gaysu R. Arvind



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
23 Aralık / December 23, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 12	Assis. Prof. Dr. Jan Zeman	1	THE INTERNET AND SMALL MEDIUM-SIZED ENTERPRISES (SMES) IN JORDAN	Sattam Allahawiah, Haroon Altarawneh, Sameer Alamro
		2	FINANCIAL ANALYSIS ANALOGIES FOR SOFTWARE RISK	Masood Uzzafer
		3	AN EVALUATION OF THE OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF WI-FI ADOPTION IN MALAYSIAN INSTITUTIONS	Subrahmanyam Kodukula, Nurbiya Maimaiti
		4	TOWARDS A SYSTEMATIC, COST-EFFECTIVE APPROACH FOR ERP SELECTION	Hassan Haghighi, Omid Mafi
		5	INFLUENCE OF LOCUS OF CONTROL AND JOB INVOLVEMENT TO ORGANIZATIONAL CULTURE APPLIED BY EMPLOYEES ON BANK X	Sri Suwarsi, Nadia Budianti
		6	DYNAMIC INTERACTION NETWORK TO MODEL THE INTERACTIVE PATTERNS OF INTERNATIONAL STOCK MARKETS	Laura Lukmanto, Harya Widiputra, Lukas
		7	FUTURES TRADING: DESIGN OF A STRATEGY	Assis. Prof. Dr. Jan Zeman
		8	MULTIDIMENSIONAL PERFORMANCE MANAGEMENT	David Wiese
		9	THE IMPACT OF SUBSEQUENT STOCK MARKET LIBERALIZATION ON THE INTEGRATION OF STOCK MARKETS IN ASEAN-4 + SOUTH KOREA	Noor Azryani Auzairy, Rubi Ahmad
		10	INSTITUTIONAL ASPECTS OF INFORMATION SECURITY IN RUSSIAN ECONOMY	Mingaleva Zhanna, Kapuskina Tatiana

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 13	Dr. Chummanond Natchaya,	1	A SURVEY ON SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND E COMMERCE TECHNOLOGY ADOPTION AMONG LOGISTICS SERVICE PROVIDERS IN JOHOR	Mohd Iskandar bin Illyas Tan, Iziati Saadah bt Ibrahim
		2	FROM MICRO TO NANOSYSTEMS: AN EXPLORATORY STUDY OF INFLUENCES ON INNOVATION TEAMS	Norbert Burger, Thorsten Staake
		3	SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND E-COMMERCE TECHNOLOGY ADOPTION AMONG LOGISTICS SERVICE PROVIDERS IN MALAYSIA	Mohd Iskandar bin Illyas Tan, Iziati Saadah bt Ibrahim
		4	THE IMPACT OF PRODUCT PACKAGE INFORMATION ON CONSUMER BEHAVIOR TOWARD GENETICALLY MODIFIED FOODS	Yu-Syuan Chang, Li-Chun Huang
		5	ECOLABELING AND GREEN CERTIFICATION FOR EFFECTIVE FISHERIES MANAGEMENT – AN ANALYSIS	A. Ramachandran
		6	APPLICATION OF FEED-FORWARD NEURAL NETWORKS AUTOREGRESSIVE MODELS IN GROSS DOMESTIC PRODUCT PREDICTION	E. Giovanis
		7	DETERMINING THE ONLINE PURCHASING LOYALTY FOR THAI HERBAL PRODUCTS	Dr. Chummanond Natchaya, Rotchanakitumnuai Siriluck
		8	A STUDY OF PANEL LOGIT MODEL AND ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM IN THE PREDICTION OF FINANCIAL DISTRESS PERIODS	E. Giovanis
		9	A NEW DIMENSION IN SOFTWARE RISK MANAGEMENT	Dr. Masood Uzzafer
		10	PRIORITIZING SERVICE QUALITY DIMENSIONS:A NEURAL NETWORK APPROACH	A. Golmohammadi, B. Jahandideh

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
23 Aralık / December 23, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 14	Assis. Prof. Dr. George Yungchih Wang	1	DURATION ANALYSIS OF NEW FIRMS IN THE BANKING INDUSTRY	Jesus Orbe, Vicente Nunez-Anton
		2	ENHANCING CUSTOMER LOYALTY TOWARDS CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY OF THAI MOBILE SERVICE PROVIDERS	Wichai Onlaor, Siriluck Rotchanakitumnuai
		3	THE SERVICE FAILURE AND RECOVERY IN THE INFORMATION TECHNOLOGY SERVICES	Jun Luo, Weiguo Zhang., Dabin Qin
		4	OPERATIONAL RISK – SCENARIO ANALYSIS	Milan Rippel, Petr Tepy
		5	THE APPLICATION OF REAL OPTIONS TO CAPITAL BUDGETING	George Yungchih Wang
		6	ROLE OF INVESTMENT IN THE COURSE OF ECONOMIC GROWTH IN PAKISTAN	Maqbool Hussain Sial, Maaida Hussain Hashmi, Sofia Anwar
		7	A FRAMEWORK OF MONTE CARLO SIMULATION FOR EXAMINING THE UNCERTAINTY-INVESTMENT RELATIONSHIP	Assis. Prof. DR.. George Yungchih Wang
		8	THE EXCLUSION OF CONSUMER RIGHTS IN E-AUCTIONS – IS AN E-AUCTION REALLY AN AUCTION AT ALL?	Trish O'Sullivan
		9	A HYPERMAP FOR SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	Dr. James K. Ho
		10	THE PATH TO WEB INTELLIGENCE MATURITY	Dr. Zeljko Panian





EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 17:00 – 19:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Doç.Dr. AHMET DEMİRBAS	1	EFFECT of DIFFERENT LIGHT SOURCES on PLANT HEIGHT of BARLEY (Hordeum vulgare L.) UNDER SPEED BREEDING CONDITIONS	Dr. MERVE BAYHAN Dr. REMZİ ÖZKAN
		2	EVALUATION OF SOME BREAD WHEAT (Triticum aestivum L.) GENOTYPES IN TERMS OF SOME AGRICULTURAL CHARACTERISTICS UNDER CONTROLLED CONDITIONS	Dr. REMZİ ÖZKAN Dr. MERVE BAYHAN
		3	SU KAYNAKLARI YÖNETİMİNDE KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN KULLANILMASI	Çevre Müh. Neşat Onur ŞANLI Doç. Dr. Alper Serdar ANLI
		4	İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIM ÜZERİNE ETKİLERİ, TEDBİRLER VE İKLİM DOSTU TARIM UYGULAMALARI	Zir. Müh. Selma Nur TÜRKER Doç. Dr. Alper Serdar ANLI
		5	REVEGETATION OF DISTURBED NATURAL LANDSCAPES: Baku-Tbilisi-Ceyhan Crude Oil Pipeline Project Experience	Prof. Dr. ŞÜKRAN ŞAHİN
		6	TARİHİ PEYZAJ KARAKTER ANALİZİ: Priene Antik Kenti ve Yakın Çevresi Örneği	Dr. NERGİZ BELEN Prof. Dr. ŞÜKRAN ŞAHİN
		7	EFFECTS OF INCREASING DOSES OF NITROGEN APPLICATION ON THE YIELD AND NUTRIENT CONCENTRATIONS OF SORREL PLANT (RUMEX ACETOSELLA L.) GROWN UNDER GREENHOUSE CONDITIONS	Doç.Dr. AHMET DEMİRBAS
		8	TURUNÇGİLLERDE HASAT SONRASI HASTALIKLAR İLE MÜCADELEDE ALTERNATİF KONTROL YÖNTEMLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÇAT
		9	BUĞDAYDA KALSİYUM BAĞLI PROTEİN KİNAZLARIN (CDPKs) ROLÜ	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÇAT
		10	THE ASSESSMENT OF CARBON FOOTPRINT IN AGRICULTURAL PRODUCTION OF PAKISTAN	Researcher MALIHA AFREEN Assoc. Prof. Dr. ILKNUR UCAK Assoc. Prof. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI
		11	THE EVALUATION OF FOOD CRISIS AND CLIMATE CHANGE DURING COVID-19 PERIOD IN AFRICA	Wadah ELSHEIKH Assoc. Prof. Dr. ILKNUR UCAK Assoc. Prof. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI
		12	REJENERE SELÜLOZ İÇEREN DENİM ÜRÜNLERİN AĞARTMA DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ	Ar-Ge Mühendisi, EMRE SAKAN Ar-Ge Yöneticisi, İREM PALABIYIK

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 17:00 – 19:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Doç. Dr. Ercan ŞAHİNOĞLU	1	TREND ANALYSIS OF PRECIPITATION OF ADIYAMAN AND ŞANLIURFA PROVINCES USING INNOVATIVE POLYGON TREND ANALYSIS	Özlem TERZİ Tahsin BAYKAL E. Dilek TAYLAN
		2	USE OF SEAWEED, HUMIC ACID, MULCH AND WOOD VINEGAR TO INCREASE THE SUCCESS OF AFFORESTATION	EZGİ TENER RAMAZAN KUZU Arş. Gör. YASİN KARAŞİN Doç. Dr. BÜLENT TOPRAK
		3	CLEANING OF COAL USING AGGLOFLOTATION METHOD	Doç. Dr. Ercan ŞAHİNOĞLU
		4	USABILITY OF WASTE SUNFLOWER OIL AND ORIGINAL SUNFLOWER OIL AS BINDERS IN OIL AGGLOMERATION OF COAL	Doç. Dr. Ercan ŞAHİNOĞLU Prof. Dr. Tuncay USLU
		5	UZAKTAN ALGILAMA İLE ZONGULDAK'TA TOPRAK NEMİ ANALİZİ	Öğretim Görevlisi, NEHİR UYAR
		6	DISEASES AND PEST AGENTS IDENTIFIED IN GRASS (Lolium spp.) FIELDS IN ANTALYA PROVINCE	Prof. Dr. Esin BASIM Prof. Dr. Hüseyin BASIM
		7	PLANT PROTECTION PROBLEMS SEEN IN ORNAMENTAL PLANTS PRODUCTION AREAS IN ANTALYA PROVINCE	Prof. Dr. Esin BASIM Prof. Dr. Hüseyin BASIM
		8	EVALUATING MESOPOROUS SILICA NANOPARTICLES-LAZER INTERACTIONS FOR THE BENEFIT OF PHOTODYNAMIC THERAPY	MSc., BÜŞRA SİREK MSc., AYŞENUR PAMUKÇU BSc., İCLAL MERT MSc.,NURSU ERDOĞAN Associate Prof., NERMİN TOPALOĞLU AVŞAR Associate Prof., DİDEM ŞEN KARAMAN
		9	INVESTIGATING THE COMBINATORY ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF DEHYDROABIETIC ACID AND LL-37 TEMPLATED ANTIBACTERIAL PEPTIDE ON Staphylococcus aureus	Associate Prof., DİDEM ŞEN KARAMAN MSc., AYŞENUR PAMUKÇU BSc., BUSE ALTUN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 17:00 – 19:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Öğr.Gör.Dr., FATMA ÇAVUŞ YONAR	1	BLEEDING DURING EARLY PREGNANCY	Dr. Arş. Gör. Tuba Enise BENLİ Dr. Öğr. Üyesi Zeynep BAL
		2	BLEEDING DURING LATE PREGNANCY	Dr. Arş. Gör. Tuba Enise BENLİ Dr. Öğr. Üyesi Zeynep BAL
		3	SUÇ MAHALİNDE ÖNEMLİ BİR İPUCU: tDNA’NİN ORJİNİN BELİRLENMESİ	Öğr.Gör.Dr., FATMA ÇAVUŞ YONAR
		4	ADLI VAKALARDA STR İNSTABİLİTESİ: DNA İDENTİFİKASYONUNDA KISITLILIKLAR	Öğr.Gör.Dr., FATMA ÇAVUŞ YONAR
		5	MÜZİK TERAPİ ve RUH SAĞLIĞINA KATKILARI	Doç. Dr. Aysel AKBENİZ
		6	YAPAY ZEKA ve PSİKİYATRİ HEMŞİRELİĞİ	Doç. Dr. Aysel AKBENİZ
		7	FEAR OF CHILBIRTH AMONG FATHERS	Prof. Dr. NÜLÜFER ERBİL Doktora Öğrencisi GAMZE ŞAHBAZ
		8	FEAR OF CHILDBIRTH AND USE OF HAPTOTHERAPY	Prof. Dr. NÜLÜFER ERBİL Dr. Öğr. Üyesi ÖZLEM AKIN
		9	COVID-19 PANDEMİSİ SONRASI HEMŞİRELERDE MERHAMET YORGUNLUĞU: PSİKOLOJİK SAĞLAMLIK VE PROFESYONEL KİMLİKLE İLİŞKİSİ	Dr. Öğr. Üyesi Bimur Yeşildağ Prof.Dr. Selma Sabancıoğulları Arş. Gör. Muhammed Akif Sami Toker
		10	CHALLENGES EXPERIENCED PARENTS OF CHILDREN WITH CELIAC DISEASE	Asst. Prof. Dr. Melike TAŞDELEN BAŞ Assoc. Prof. Dr. Funda ÖZPULAT
		11	THE EFFECT OF NURSING STUDENTS’ CAREER CHOICES ON THEIR PERCEPTIONS OF EMPATHY AND CONSCIENCE	Asst. Prof. Dr. Melike TAŞDELEN BAŞ Assoc. Prof. Dr. Funda ÖZPULAT

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
23 Aralık / December 23, 2023 / 17:00 – 19:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Assoc. Prof. Dr. Dilek KILINÇ	1	EFFECT OF BACK MASSAGE ON LACTATION DURING POSTPARTUM PERIOD	PhD Student, Gamze ŞAHBAZ ÇADIR Prof., Nülfür ERBİL
		2	THE ROLE OF PHYSIOTHERAPY IN BRUXISM TREATMENT	Öğr. Gör. Dr. HANDAN ÇAĞLAR ÇAVDAR Öğr. Gör. Dr. ÇAĞLAYAN PINAR ÖZTÜRK
		3	THE EFFECT OF DEPRESSION ON GAIT PARAMETERS	Öğr. Gör. Dr. ÇAĞLAYAN PINAR ÖZTÜRK Öğr. Gör. Dr. HANDAN ÇAĞLAR ÇAVDAR
		4	DOES MODERN MOTHERHOOD DISTORT THE NATURE OF PARENTING?	Dr. Öğr. Üyesi Demet ÇAKIR Öğr. Gör. Arslan SAY Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÖZBEK
		5	USE OF SWEDISH MASSAGE DURING BIRTH	Dr. Öğr. Üyesi Demet ÇAKIR Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÖZBEK Öğr. Gör. Arslan SAY
		6	AUTISM AND MEDIA: REVIEW	Nursemen SARI Doç. Dr. İlknur KAHRİMAN
		7	HATAY (TÜRKİYE)' DEN TOPLANAN RUTA CHALEPENSIS L. (RUTACEAE) TÜRÜNÜN FARKLI EKSTRAKTLARININ ASETİLKOLİNESTERAZ ENZİM İNHİBİSYONU ÜZERİNE ETKİLERİ	Hatice ŞAHİN Dr. Öğr. Üyesi, HÜLYA ÖZPINAR Doç. Dr., ÜMİT MUHAMMET KOÇYİĞİT
		8	FUMARIA CAPREOLATA L. (FUMARIACEAE) TÜRÜNÜN ASETİLKOLİNESTERAZ ENZİM İNHİBİSYONU ÜZERİNE ETKİLERİ	Dr. Öğr. Üyesi, HÜLYA ÖZPINAR
		9	FİZYOTERAPİ PROGRAMI YAZ STAJI UYGULAMASI: HAVZA MESLEK YÜKSEKOKULU ÖRNEĞİ	Öğr. Gör. ŞURA ŞAHİN Öğr. Gör. KÜBRA TUZ Doç. Dr. ERCAN TURAL Öğr. Gör. CEM SAMUT
		10	SILICA GEL SUPPORTED-Cu-IMINE COMPLEX in KBH 4 HYDROLYSIS REACTION	Assoc. Prof. Dr. Dilek KILINÇ
		11	EFFECTIVE HYDROGEN GENERATION FROM NaBH 4 HYDROLYSIS BY USING ALUMINA-MODIFIED SALICYLALDİMINE Zn COMPLEX	Assoc. Prof. Dr. Dilek KILINÇ

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 17:00 – 19:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	DOÇ. DR. MELTEM ŞAHİN HASSAN	1	LÖSEV CORPORATE WEBSITE AS A FUNDRAISING TOOL	Prof. Dr. Hasret AKTAŞ Arş. Gör. Kahraman Kağan KAYA
		2	BASINDA CUMHURİYET'İN 100. YILININ SUNULUŞUNA DAİR BİR İNCELEME	DOÇ. DR. MELTEM ŞAHİN HASSAN DOÇ. DR. FİLİZ YILDIZ
		3	THE MEDIATING ROLE OF POSITIVE PSYCHOLOGY IN THE EFFECT OF BENEVOLENCE ON PROSOCIAL BEHAVIOR	Eylül Tuğba DİLEK Prof. Dr. Muhsin HALİS
		4	ECOLOGICAL FOOTPRINT: THE CASE OF ADANA, TURKEY	Arş. Gör., SEVİM GÜLİN DEMİRBAY Doç. Dr. ,SELİM GÜNDÜZ
		5	ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMIYLA BANKA PERFORMANSININ İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Gülay Demir
		6	KATILIM BANKALARININ PANDEMİ ÖNCESİ VE COVID-19 SÜRECİNDEKİ PERFORMANSI: ÇOK KRİTERLİ DEĞERLENDİRME	Dr. Öğr. Üyesi Gülay Demir
		7	YEŞİL MUTABAKAT BAĞLAMINDAKİ FİNANSAL KONULAR	Öğr. Gör. Dr. Murat DEDEOĞLU
		8	TAM ZAMANINDA ÜRETİM VE MALİYETLEME YÖNTEMİ	Öğr. Gör. Dr. Murat DEDEOĞLU
		9	ESTETİK EMEK VE TÜKENMİŞLİK ÜZERİNE BİBLİYOMETRİK BİR İNCELEME	Zahide Aydoğdu Akyar Doç. Dr. Devrim VURAL YILMAZ Doç. Dr. Muhammet Hamdi MÜCEVHER

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 17:00 – 19:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Prof. Dr. Mustafa Şahin	1	TÜRKİYE VE FRANSA EĞİTİM SİSTEMİNİN GENEL AMAÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	Prof. Dr. Mustafa Şahin Prof. Dr. Semiha Şahin
		2	GÖRSELLERLE YEŞİL OKULLAR	Prof. Dr. Semiha Şahin Prof. Dr. Mustafa Şahin
		3	“I am Heading to a Teaching Practice.” What Will Await Me?	Dr. Birsen Berfu AKAYDIN
		4	Awareness of Primary School Teacher Candidates Regarding Social Skills	Dr. Birsen Berfu AKAYDIN
		5	KINALIZÂDE ALİ’NİN EĞİTİM VE AHLAK ANLAYIŞI	Vakkas KAÇAR Prof. Dr. İsmail Aydoğan
		6	OKUL YÖNETİCİLERİNİN HİZMETİÇİ EĞİTİM İLE İLGİLİ GÖRÜŞLERİNE DAİR ARAŞTIRMALAR: 2010-2023 YILLARI ARASINDAKİ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ	Öğretmen, Nilgün KARACA Uzman Öğretmen, Savaş CEYLAN Uzman Öğretmen, Mitat DUMAN Öğretmen, Süleyman Nida ÇETİN
		7	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN EBA PORTALI KULLANIMINA DAİR YÖNELİMLERİ: 2018-2023 YÖKTEZ VERİ TABANINDA YAYINLANAN TEZLERİN İÇERİK ANALİZİ	Öğretmen, NİLGÜN KARACA Öğretmen, Mahmut İŞLER Öğretmen, Yılmaz TOZANLI Öğretmen, Hacı BUĞDAYLI
		8	TÜRKİYE’DEKİ SOSYAL HİZMET PROGRAMLARINDA UYGULAMA DERSLERİNİN İNCELENMESİ: GENEL BİR DEĞERLENDİRİLME	Arş. Gör., Ezgi SEZER Arş. Gör., Çağla TAŞCI
		9	METAPHORS AS TEACHER’S LITMUS TEST TOOLS	Assoc. Prof. Dr. Buğra ZENGİN Assist. Prof. Dr. Tuğba AYDIN YILDIZ
		10	BENEFITING FROM THE U.S ELECTION RHETORIC FOR LANGUAGE EDUCATION PURPOSES	Assoc. Prof. Dr. Buğra ZENGİN Assist. Prof. Dr. Rabia KORKMAZ TAN Assist. Prof. Dr. Oya MERT
		11	SUSTAINABLE PARENTING EDUCATION	Assoc. Prof. Dr. Burcu GEZER ŞEN,
		12	SOCIAL LEARNING THEORY AND EARLY CHILDHOOD EDUCATION	Assoc. Prof. Dr. Burcu GEZER ŞEN,



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 17:00 – 19:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Prof. Dr. Ali Osman ÖZTÜRK	1	ÖĞRETMENLİK VE SESSİZLİK: BİR TUHAF ÇELİŞKİ	Arş. Gör., FUNDA ERYILMAZ BALLI
		2	A modern Nasreddin Hodja: Prof. Dr Wilfried Buch as an educator	Prof. Dr. Ali Osman ÖZTÜRK İsmail Yusuf Kızılkaya
		3	German-language poetry in the changing reception of anthologies in Turkey	Prof. Dr. Ali Osman ÖZTÜRK
		4	EXAMINING CHILDREN'S SELF-EFFICACY ACCORDING TO VARIOUS VARIABLES	Doç. Dr., SELVİ DEMİR
		5	INVESTIGATING ANXIETY LEVEL OF SUPERVISED PROSPECTIVE PSYCHOLOGICAL COUNSELORS	Asst. Prof. Dr. SÜLEYMAN BALCI
		6	SCHOOL TOPICS WHICH PRESCHOOL TEACHERS BENEFIT FROM GUIDANCE SERVICES AND DIFFICULTIES THEY FACE	Asst. Prof. Dr. SÜLEYMAN BALCI
		7	THE POSITIVE EFFECTS OF PIANO EDUCATION ON THE PSYCHO-MOTOR DEVELOPMENT OF PRESCHOOL CHILDREN	Assistant Professor Çağdaş Alapınar Gençay
		8	THE IMPACT OF ONLINE DICTIONARIES AND NATURAL LANGUAGE PROCESSING SYSTEMS ON LANGUAGE LEARNERS' DICTIONARY USE ATTITUDES	Öğr.Gör.Dr. Oğuz İbrahim DÜNDAR
		9	METHOD AND DESIGN TENDENCIES OF CURRENT SCIENTIFIC STUDIES IN THE FIELD OF MATHEMATICS EDUCATION	Assoc. Prof. Dr. Aziz İLHAN Teacher Eda Nur YILMAZ Teacher Mübeccel Ahsen YAĞMURLU
		10	Ortaokul Öğrencilerinin Algıladıkları Öğretmen Tutumları ve Saygı Değerinin Farklı Değişkenlere Göre İncelenmesi ve Aralarındaki İlişki	Doktora Öğrencisi Nurcan ÖZCAN Doç. Dr., Yusuf KESKİN Şener DOĞAN





EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 23 Aralık / December 23, 2023 / 17:00 – 19:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Prof. Dr. CANAN NAKİBOĞLU	1	Öğretmenlerin İstihdam Şekillerinin Öğretmenlerin Mesleki Adanmışlıklarına Etkisi	FURKAN YEŞİLBAĞ Prof. Dr. AYDIN BALYER
		2	8.SINIF T.C. İNKILAP TARİHİ VE ATATÜRKÇÜLÜK DERSİNDE SANAL MÜZE KULLANIMININ ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ VE SANAL MÜZE HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, ONUR KAVAK Prof. Dr. ALİ YILMAZ Dr. Öğr. Üyesi ABDULLAH CEVDET KIRIKÇI
		3	ORTAÖĞRETİM 11. SINIF DÜZEYİNDEKİ ÖĞRENCİLERİNE FİZİKSEL MODELLER YARDIMIYLA ÖĞRENCİ MERKEZLİ MODEL YOLUYLA GENEL ASTRONOMİ KAVRAMLARININ ÖĞRETİMİ	Uğur BAY Prof. Dr. Hüseyin KALKAN
		4	THE USE OF "FLOW DIAGRAM" IN CHEMISTRY LABORATORY TEACHING AND THE THOUGHTS OF PROSPECTIVE CHEMISTRY TEACHERS TOWARD "FLOW DIAGRAM"	Prof. Dr. CANAN NAKİBOĞLU
		5	EVALUATION OF PROSPECTIVE CHEMISTRY TEACHERS' EXPERIENCES IN CONDUCTING AN EXPERIMENT USING "FLOW DIAGRAM"	Prof. Dr. CANAN NAKİBOĞLU
		6	CREATIVE PROBLEM-SOLVING SKILLS IN PRESCHOOL CHILDREN: A REVIEW OF STUDIES	Dr. Öğr. Üyesi, Perihan ÇİVELEK Yeliz YILDIZ
		7	PRESCHOOL TEACHERS' SELF-EFFICACY PERCEPTIONS REGARDING MOTOR SKILL ACTIVITIES: A MIXED-METHODS STUDY	Dr. Öğr. Üyesi, Perihan ÇİVELEK
		8	THE THEMATIC ANALYSIS OF POST-GRADUATE THESES PREPARED FOR HEARING IMPAIRED INDIVIDUALS IN TURKEY	HİLAL AKCASU Doç. Dr. HARUN CEYLAN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 09:00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 1	Dr. Öğr. Üyesi, İLKNUR TANRIVERDİ	1	A RESEARCH ON EXAMINING CONTENT MARKETING ACTIVITIES ON SOCIAL MEDIA IN THE CONTEXT OF CONSUMER TRUST	Deniz BOZKURT Prof. Dr. Nihan Özgüven TAYFUN
		2	METAVERSE VE SANATIN KESİŞMESİYLE PAZARLAMADA DEVRİM YARATMAK	Elif Sude SEVİM Şeyma SARIOĞLU
		3	KÜRESEL KONTEYNER TAŞIMACILIĞI İŞLETMELERİNDE YEŞİL LOJİSTİK UYGULAMALARI	Dr. Öğr. Üyesi, İLKNUR TANRIVERDİ
		4	The Impact of Digital Marketing Activities on the Health Tourism Sector in Turkey: An Examination	Emre Karatağ
		5	INVESTIGATING CONSUMERS' INTENTION TO BUY TOGG VEHICLES: A RESEARCH FROM THE PERSPECTIVES OF INDIVIDUAL INNOVATIVENESS, ENVIRONMENTALISM, AND CONSUMER ETHNOCENTRISM	Doç. Dr. Elif KOCAGÖZ Çağrı Selman İGDE
		6	POLİTİK OKURYAZARLIĞIN VE PARASOSYAL ETKİLEŞİMİN OY VERME NİYETİNE ETKİSİ: 2023 SEÇİMLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Doç. Dr. Elif KOCAGÖZ Mustafa ASLAN Çağrı Selman İGDE
		7	ÇEVİRİMİÇİ MARKA TARAFTARLIĞININ İLİŞKİSEL KAPSAMDA İNCELENMESİ	Bilim Uzmanı RACHIDA ASSEFRAOUI Prof.Dr. AYDIN KAYABAŞI
		8	ANALYSIS OF VISUAL CULTURE AND SEMIOTICS THROUGH ALBUM COVERS: THE EXAMPLE OF THE BEATLES' "ABBEEY ROAD"	PhD Student Arzan DİLEK BOZKURT
		9	APPROACH OF CONSUMERS USING E-ARBITRATOR IN THE READY-TO-EAT FOOD SECTOR TO DISCOUNT APPLICATIONS VIA POP-UP ADS: THE CASE OF YEMEKSEPETI.COM'S JOKER	PhD Student Arzan DİLEK BOZKURT
		10	FACTORS AFFECTING THE WEBROOMING BEHAVIOR OF GENERATION Z: A RESEARCH WITHIN THE SCOPE OF LUXURY CONSUMER PRODUCTS	Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan BEKAROĞLU ÖZATAR Dr. Fatma Tuğba KARAHAN
		11	DİJİTALLEŞME BAĞLAMINDA İŞLETME İNSAN KAYNAKLARI: KAVRAMSAL BİR DEĞERLENDİRME	Prof. Dr. Gürcan PAPATYA Yüksek Lisans Öğrencisi, Emre Can ŞAHİN
		12	THE ROLE OF CONSUMER TRUST IN THE EFFECT OF SOCIAL MEDIA ON PURCHASE INTENTION	Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan BEKAROĞLU ÖZATAR Dr. Fatma Tuğba KARAHAN
		13	CONSUMER ETHNOCENTRISM AND FOREIGN CURRENCY INVESTMENT PREFERENCES	Master of Science Ali GÖKÇE Asst. Prof. Dr. Serap YÜCEL

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 09:00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Assoc. Prof. Şaban ÜNVER	1	COMPETING FORCES IN CYBERSPACE: SPORT'S DIGITAL SECURITY STRATEGIES	Dr. Lecturer Cemile Nihal YURTSEVEN
		2	EXAMINATION OF BRUXISM AWARENESS AMONG ATHLETES	Assoc. Prof. Şaban ÜNVER Assoc. Prof. Serbülent YİĞİT
		3	SPORTS SCIENCE STUDENTS: EXPLORING THEIR MENTAL TOUGHNESS	Assoc. Prof. Şaban ÜNVER Prof. Dr. Tülin ATAN
		4	PILATES AND HEALTH RELATIONSHIP	Öğr. Gör. Dr. MURAT ŞEN Dr. CUMA ECE Yüksek Lisans Öğrencisi GÜLŞEN ÜNSAL Prof. Dr. FEHMİ ÇALIK
		5	AMATÖR ERKEK FUTBOLCULARDA SPOR YARALANMA KAYGISI İLE AKILCI VE SEZGİSEL KARAR VERME ARASINDAKİ İLİŞKİ	Şerif Can ÖZTÜRK Arş. Gör. Muhammet KUSAN Dr. Onur ÖZTÜRK Prof. Dr. Soner ÇANKAYA
		6	SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN İNTERNET BAĞIMLILIĞI VE SAĞLIKLI OLMA KÜLTÜRÜ TUTUMLARININ İNCELENMESİ	Prof. Dr. Soner ÇANKAYA Arş. Gör. Muhammet KUSAN Semanur BAZ
		7	INVESTIGATION OF PSYCHOLOGICAL NEEDS AND MENTAL RESISTANCE LEVELS OF STUDENTS STUDYING AT THE FACULTY OF SPORTS SCIENCES	Dr. Onur ÖZTÜRK Arş. Gör. Muhammet KUSAN Aybüke YÜKSEL
		8	SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN MOTİVASYON DURUMLARININ İNCELENMESİ	Tahsin MOCİK Arş. Gör. Muhammet KUSAN Prof. Dr. Soner ÇANKAYA
		9	TEACHER PERCEPTIONS ON INNOVATION MANAGEMENT COMPETENCIES OF SPORTS HIGH SCHOOL ADMINISTRATORS	Doktora Öğrencisi Erdal KIRIK Prof. Dr. Hakkı ULUCAN Dr. Öğrt. Üyesi Hayati ARSLAN
				10

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 09:00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Prof. Dr. TAMER KARADEMİR	1	Are the Physical Characteristics of Young Soccer Players Determinant on Anaerobic Speed Reserve?	Doç. Dr. ERDAL ARI Arş. Gör. NECDET APAYDIN
		2	Examination of COMT rs4680 Polymorphism Allele Distribution in Combat Athletes: A Meta-Analytic Approach	Doç. Dr. GÖKHAN İPEKÖĞLU Arş. Gör. NECDET APAYDIN
		3	The Status of Psychological Needs in Sports among Faculty of Sports Sciences Students	Agajan COHOLİYEV Faik ÖZ Seda SABAH Prof. Dr. Soner ÇANKAYA
		4	Examination of Career Planning and Job Search Anxiety Levels of Students Enrolled in the Faculty of Sports Sciences	Abdulselim DEMİRCİ Faik ÖZ Seda SABAH Prof. Dr. Soner ÇANKAYA
		5	THE EFFECT OF LEISURE TIME ATTITUDES AND LEISURE TIME SATISFACTION ON LEISURE TIME MOTIVATION IN FACULTY OF SPORTS SCIENCES STUDENTS	Dr. Öğr Üyesi Şerife Gamze ÜLKER, Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN
		6	THE EFFECT OF RECREATIONAL PREFERENCES OF FACULTY OF SPORTS SCIENCES STUDENTS ON LEISURE TIME ATTITUDE AND MOTIVATION	Dr. Öğr Üyesi Şerife Gamze ÜLKER, Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN
		7	Ailelerin Çocuklarını Spora Yönlendirme Sebeplerinin Belirlenmesi	Öğr. Gör. Dr. Zafer GAYRETLİ Prof. Dr. İlker ÖZMUTLU
		8	Spor Yapan Bireylerin Sosyal Görünüş Kaygılarının İncelenmesi	Öğr. Gör. Dr. Zafer GAYRETLİ Prof. Dr. İlker ÖZMUTLU
		9	TAEKWONDO ANTRENÖRLERİNİN PSİKOLOJİK RAHATLIK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ	Prof. Dr. TAMER KARADEMİR
		10	10-15 YAŞ GRUBUNUN TAEKWONDO SPORUNA YÖNELİM BİÇİMLERİNİN İNCELENMESİ	Prof. Dr. TAMER KARADEMİR

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 09:00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Dr. Öğr. Üyesi, Gülşen ÇELİK	1	GRAFİK TASARIM BAĞLAMINDA YAPAY ZEKAYANIN GELİŞİMİNE BİR BAKIŞ	Dr. Öğr. Üyesi, ORHUN TÜRKER
		2	MÜZİK ENDÜSTRİSİNDE FARKLI LAŞMA STRATEJİLERİ, İKİ DİL, BİR ALBÜM: SEFERAD EZGİLERİNİN TÜRKÇE POPÜLER MÜZİĞE ADAPTASYONU	Yüksek Lisans Öğrencisi, BERAT HASIRCI
		3	THE HISTORY OF THE STAMP AND THE EXAMPLES OF INTERNATIONAL STAMPS	Nurcan ÜNAL Dr. Öğr. Üyesi. Hülya KAROĞLU
		4	KARANFİL ETKİSİ: DOĞAL ÜRÜNLERLE ÇOK AMAÇLI ABAJUR TASARIMI	Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÖZDEMİR Burçin HAYTA
		5	YARALARI SARAN BİR DOKUNUŞ: EMPATİ SANDALYESİ TASARIMI	Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÖZDEMİR Burçin HAYTA
		6	İKLİM ŞARTLARIN VE COĞRAFİ ÖZELLİĞİN YEREL RESSAMLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: RİZE-TRABZON VE ORDU-GİRESUN ÖRNEĞİ	Dr. Öğr. Üyesi, Gülşen ÇELİK
		7	AN ANALYSIS OF THE PERCUSSION PARTS IN ULVİ CEMAL ERKİN'S "KÖÇEKÇELER" IN TERMS OF PERFORMANCE TECHNIQUES	Yüksek Lisans Öğrencisi, Fatih SARITARLA Doçent, Bahadır ÇOKAMAY
		8	GEORGES BIZET'S CARMEN SUITE NO.1 TECHNICAL AND MUSICAL ANALYSIS OF FLUTE PARTS	Yüksek Lisans Öğrencisi, MUHAMMED SALİH ÇAKAN Doçent, BAHADIR ÇOKAMAY
		9	The Struggle for Identity in Bharati Mukherjee's Jasmine: An Exploration of Migration and Assimilation	Mehmet Recep TAŞ
		10	Between East and West: Transformations of Identity from Assimilation to Alienation in Mohsin Hamid's The Reluctant Fundamentalist	Mehmet Recep TAŞ

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 09:00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Prof. Dr. Ümmügülsüm DAĞLIOĞLU	1	MASTERS OF THEIR OWN PATH: THE CREATIVE REVOLUTION OF SELF-TAUGHT ARTISTS	Doç., LEMAN KALAY
		2	POSTMODERN BAĞLAMDA GÜNÜMÜZ GİYİM MODASI SERGİLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Gülşen Şefika EKMEKCİ,
		3	KENT KİMLİĞİ VE KENT KÜLTÜRÜ İLİŞKİSİ: ŞİRİNCE (SELÇUK) ÖRNEĞİ	Prof. Dr. Ümmügülsüm DAĞLIOĞLU
		4	YÜRÜNEBİLİRLİĞİN YAŞAM KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	Prof. Dr. Ümmügülsüm DAĞLIOĞLU
		5	THE SEARCH FOR INSPIRATION AND EXPERIMENTAL DESIGN IN FASHION PAINTING COURSE	Dr. Öğr. Gör., Muazzez ÇETİNER
		6	TÜRK SÜSLEME SANATLARINDA GÖRÜLEN HATAYI MOTİFİNİN ÖZELLİKLERİ VE BAZI GÜNCEL ÖRNEKLER	Doçent, Ezgi ÖRGEN
		7		
		8	PARMAK ORANLARI ÇALIŞMALARININ TARİHÇESİ	Dr. Öğr. Üyesi Fırat KOÇ
		9	FİZİKİ ANTROPOLOJİDE ARAŞTIRMA ve ANALİZ YÖNTEMLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Fırat KOÇ
		10	EVALUATION OF THERMAL PROPERTIES OF DRAPERY FABRICS PRODUCED FROM SUSTAINABLE YARNS.	Erhan Kenan ÇEVEN Gizem KARAKAN GÜNAYDIN Nejla ÇEVEN
		11	The Art of Stone Carving and Its Keeping Alive in Sivas Province, from Tradition to the Future	Doç. Dr. Hülya KAYNAR Öğr.Gör. Serdar KORKMAZ
		12	INVESTIGATION OF SİVAS TAŞHAN (BEHRAM PASHA INN) AND ITS MINIATURE STRUCTURE IN THE CONTEXT OF CULTURAL MEMORY TRANSFER	Doç. Dr. Hülya KAYNAR Öğr.Gör. Serdar KORKMAZ



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 09:00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Prof. Dr. Songül KEÇECİ KURT	1	AYDIN SANCAĞINDA İTALYAN İŞGALİ	Prof. Dr. Mevlüt Çelebi
		2	I. DÜNYA SAVAŞI VE İTALYA: HEDEFLER, SORUNLAR, SONUÇLAR	Prof. Dr. Mevlüt Çelebi
		3	GREEK MINERS RESIDING IN GUMUS DISTRICT ACCORDING TO THE NUMBER 2187 OF THE AMASYA SANJAK GUMUS DISTRICT POPULATION BOOK	Prof. Dr. Songül KEÇECİ KURT
		4	EARTHQUAKES IN THE HISTORY OF AMASYA	Prof. Dr. Songül KEÇECİ KURT
		5	YEREL GAZETELERDEKİ HABERLERE GÖRE İKİNCİ DÜNYA SAVAŞI DÖNEMİNDE YAPILAN ZAFER BAYRAMI KUTLAMALARI	Doçent Dr. NERMİN ZAHİDE AYDIN
		6	İKİNCİ DÜNYA SAVAŞI DÖNEMİNDE TÜRKİYE'DE SAĞLIK (1939-1945)	Doçent Dr. NERMİN ZAHİDE AYDIN
		7	RENTAL OF DONKEYS AND DRIVERS DURING THE ASSYRIAN TRADE COLONIES PERIOD	Yüksek Lisans Öğrencisi, Burak AKTAŞ
		8	COMMUNIST NEWSPAPER AND ITS ROLE IN AZERBAIJAN	PhD student, Fatma Betül AYDEMİR BAŞ
		9	PERDE GAZELLERİNE YANSIYAN TÜRK KÜLTÜRÜ İZLERİ	Dr, MAHMUT DELEN
		10	PERDE GAZELLERİ İLE İLGİLİ YAPILAN AKADEMİK ÇALIŞMALAR ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	Dr, MAHMUT DELEN
		11	MİSYON GÖREVLİLERİNİN GÖZÜNDEN TÜRK MİLLİ MÜCADELESİ ve SONRASI: KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZ	Doç. Dr. Sezen Karabulut
		12	KADIN ÖZYAŞAMÖYKÜSÜ LİTERATÜRENE KATKI: MAKBULE DİBLAN ve İSVEÇ NOTLARI	Doç. Dr. Sezen Karabulut



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 09:00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Doç. Dr., HAZIM SERKAN TENİKECİER	1	INVESTİGATING THE SUFFİCİENCY of PAKİSTAN'S AGRİCULTURAL PRODUCTS	Prof. Dr. Ramu Govindasamy Prof. Dr. Zeki Bayramoğlu Shahan Aziz Ufuk Soysal
		2	COST and AFFORDABİLİTY of HEALTHY NUTRİTİON in TERMS of SUSTAİNABLE FOOD SECURİTY	Dr. Kemalettin AğIZAN Prof. Dr. Zeki BAYRAMOğLU Doç. Dr. Serhan CANDEMİR
		3	HYDRANGEA (Hydrangea macrophylla), THE COLORS OF GARDENS	Özlem YAŞAR
		4	EFFECTS OF INDOOR ORNAMENTAL PLANTS ON HUMAN PSYCHOLOGY	Özlem YAŞAR
		5	EFFECT OF DIFFERENT SOWING TIMES ON SEED YIELD OF SOME HUNGARİAN VETCH (Vicia pannonica Crantz.) CULTIVARS	Doç. Dr., HAZIM SERKAN TENİKECİER
		6	EFFECT OF DIFFERENT SOWING TIMES ON SEED YIELD OF SOME COMMON VETCH (Vicia sativa L.) CULTIVARS	Doç. Dr., HAZIM SERKAN TENİKECİER Doç. Dr., ERTAN ATEŞ
		7	Kayseri (Türkiye) merkezindeki aktar ve halk pazarlarında bulunan bitkilerin etnobotanik özellikleri	SÜLEYMAN YILMAZ
		8	Presence of Cucumber green mottle mosaic tobamovirus (CGMMV) in cucurbit seeds and evaluation of effective disinfectants against the spread of CGMMV	Selin Ceren BALSAK
		9	EKMEKLİK BUğDAY TARIMINDA ÜRETİCİ DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ İLE SORUNLAR VE ÇÖZÜMLER: NEVŞEHİR İLİ ÖRNEğİ	Zir. Müh. Hatice KARACA Prof. Dr. Ömer SÖZEN
		10	DETERMINATION OF SALINITY TOLERANCE OF DIFFERENT COTTON GENOTYPES IN TERMS OF SOME PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS	Tülay EMREBAŞ Prof. Dr. Serkan URANBEY



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 09:00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Doç.Dr. Veysel PARLAK	1	TOXOPLASMA GONDİİ İNFEKSİYON VE GELİŞİMLERİN MOLEKÜLER DİYAGNOSİS	Phd. Recai ACI Doç.Dr. Serbülent YİĞİT Öğr. Gör. Dr. Utku DÜREN
		2	THE PRIMARY ISOLATION OF BOVINE LUTEAL CELLS AS AN IN VITRO CELL CULTURE MODEL FOR THE EVALUATION OF PROGESTERONE PRODUCTION	Doç. Dr. Ruhi KABAKÇI
		3	ANADOLU TARİH VE KÜLTÜRÜNDE ANADOLU PARSİ (PANTHERA PARDUS TULLIANA)'NİN YERİ VE ÖNEMİ	Yasin ÜNAL
		4	ANADOLU PARSİNİN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ BAKIMINDAN DİĞER ALTTÜRLERLE KARŞILAŞTIRILMASI	Mevlüt ZENBİLCİ , Ahmet KOCA Yasin ÜNAL Hasan UYSAL ,Halis Mümin YILMAZ
		5	HEALTHY NUTRITION AND FISH	Doç.Dr. Veysel PARLAK
		6	CURRENT SITUATION OF AQUACULTURE AND FISHING IN THE WORLD AND IN OUR COUNTRY	Doç.Dr. Veysel PARLAK
		7	STREET SEAFOOD PRODUCTS IN GASTRONOMY AND EVALUATION IN TERMS OF FOOD SAFETY	BERNA KILINÇ ECEM ÖZER
		8	FARKLI TÜRDEKİ MAKROALGLERİN İLAVESİ İLE BALIK SOSİSİ ÜRETİMİ VE NİTRİT ALTERNATİFİ OLARAK ALG TÜRLERİNİN KULLANIM POTANSİYELLERİNİN İNCELENMESİ	İrem KILINÇ Şükran ÇAKLI Pınar AKDOĞAN ŞİRİN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 09:00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Doç. Dr. KADRIYE ÖZLEM SAYGI	1	ENCAPSULATION OF STARTER CULTURE ENTRAPPED IN ESSENTIAL OIL EMULSIONS WITH HYDROCHAR AND INVESTIGATION OF ITS ANTIBACTERIAL POTENTIAL	Elif CUNDUL Elif ERDOĞAN ELIUZ Erdal YABALAK
		2	AN ECO-FRIENDLY APPROACH FOR OIL/WATER SEPARATION THROUGH SUPERHYDROPHOBIC COTTON FABRIC COATED WITH PLA/PCL BIONANOFIBER LOADED MAGNETIC NANOPARTICLE	Dr. FATMA BAYRAM SARİİPEK
		3	TRİFENİLAMİN-TİYOFEN TÜREVİNİN FOTOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	ZEYNEP GÜL HASAR Doç. Dr. MÜJGAN YAMAN
		4	NANOPARTİKÜLLERİN SENTEZİ: YEŞİL SENTEZ, ANTİBAKTERİYAL UYGULAMALARI VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ	Doç. Dr. KADRIYE ÖZLEM SAYGI
		5	DEMİR NANOPARTİKÜLLERİN YEŞİL SENTEZİ VE BİYOTEKNOLOJİK UYGULAMALARI	Doç. Dr. KADRIYE ÖZLEM SAYGI
		6	BİS ((TRİFLUOROMETİL)SÜLFONİL) AMİD ANYONLARINI İÇEREN FOSFAZEN ESASLI İYONİK SIVININ SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU	Doç. Dr., HÜSEYİN AKBAŞ
		7	İYODÜR ANYONLARINI İÇEREN KUATERNİZE HALKALI FOSFAZEN BİLEŞİĞİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU	Doç. Dr., HÜSEYİN AKBAŞ
		8	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF METAL IONS ON THE ACTIVITY OF RECOMBINANT HRP A2A ISOENZYME	PhD student Şeyda YILDIZ ARSLAN PhD student Nurgül ABUL Assoc. Prof. Dr. Yağmur ÜNVER Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR
		9	OVERVIEW OF GENETIC TRANSFORMATION METHODS FOR FUNGI	PhD student Şeyda YILDIZ ARSLAN Assoc. Prof. Dr. Yağmur ÜNVER
		10	TIBBİ MASKE ENDÜSTRİSİ ATIK SUYUNDAN NF270 POLİMERİK NANOFİLTASYON MEMBRANI İLE KOİ GİDERİMİNİN İNCELENMESİ	Yüksek Kimya Mühendisi, Zeynep Ece Güden Prof. Dr., Duygu Kavak
		11	NF 270 POLİMERİK NANOFİLTASYON MEMBRANI KULLANILARAK PLASTİK ÜRETİM ATIK SUYUNDAN ASKIDA KATI MADDE GİDERİMİ	Yüksek Kimya Mühendisi, Selin Gülcan Prof. Dr., Duygu Kavak

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 9:30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Assis. Prof. Dr. James Moir	1	CORPORATE RESPONSIBILITY ASSESSMENT FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT BASED ON CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY	Sun Mei, Nagata Katsuya, Onoda Hiroshi
		2	A DESCRIPTIVE STUDY ON ANALYSIS OF STATE PROGRAMS AND MANAGEMENT OF SOCIAL CRISIS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN	Madina Kenzhegaranova, Aibol Mukhsiyonov, Houman Sanandaji
		3	APPLICATION OF MOTIVATIONAL FACTORS FOR UPLOADING FILMS TO ULOZTO.NET AND PIRATEBAY.ORG WEBSITES	Dr. Pavel Janak
		4	ASSURANCE OF THE NATIONAL SECURITY IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN	Sholpan Zhandossova, Erden Ordabek, Yelbolsyn Nazarov
		5	A PERSPECTIVE OF CRITICAL SOCIAL RESEARCH ON SELF-DIRECTED LEARNING AND INFORMATION TECHNOLOGY PRACTITIONERS	Assis. Prof. Dr. Roelien Goede
		6	“ENVIRONMENTAL REFUGEES“: THE PORTRAIT IN THE PORTUGUESE PRESS	Dr. Lecture Inês Vieira
		7	EMPLOYABILITY, KNOWLEDGE, AND STUDENTS	Assis. Prof. Dr. James Moir
		8	ETHICS, TRUST, AND PRIVACY ISSUES IN MANAGING YOUR ONLINE REPUTATION IN A WIRED, “NO PLACE TO HIDE“ WORLD	Lecture Karen Armstrong
				DEVELOPING A CONCEPTUAL MODEL FOR TACIT KNOWLEDGE SHARING ON SOCIAL MEDIA
		ISLAMIC CODE OF ETHICS FOR DIRECTORS	Ahmad Saiful Azlin Puteh Salin, Norlela Kamaludin, Siti Khadijah Ab Manan, Mohd Shatari Abdul Ghafar	

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24 Aralık / December 24, 2023 / 9:30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Assoc. Prof. Djurickovic MSc	1	INHABITANTS - BEHAVIOR AND SPATIAL IMPLICATIONS OF RIVERFRONT RESIDENTIAL IN YOGYAKARTA, INDONESIA	Hastuti Saptorini
		2	RESIDENTS - EXPECTATIONS FROM RURAL TELECENTRES: A CASE STUDY OF IMPLEMENTATION OF COMMON SERVICE CENTRES IN MUSHEDPUR VILLAGE, HARYANA, INDIA	Charru Malhotra, Girija Krishnaswamy
		3	EXAMINATION OF POTENTIAL CLUSTER DEVELOPMENT IN PANNONIAN CROATIA	Mirjana Radman-Funarić, Katarina Potnik Galić
		4	THE SIGNIFICANCE OF CLASS ATTENDANCE AND CUMULATIVE GPA FOR ACADEMIC SUCCESS IN INDUSTRIAL ENGINEERING CLASSES	Dr .Iec. Suleiman Obeidat, Adnan Bashir, Dr. Wisam Abu Jadayil
		5	ESTABLISHING OMS IN IHL	Suzana Basaruddin, Haryani Haron, Siti Arpah Noodin
		6	SOCIAL CONNECTIONS AND ABSORPTIVE CAPACITY	Rachelle Bosua, Nina Evans
		7	FROM E-GOVERNMENT TO E-DEMOCRACY CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR DEVELOPMENT IN MONTENEGRO	Assoc. Prof. Djurickovic MSc
		8	SPATIAL THINKING CONCERNS: TOWARDS RURAL SOCIOLOGICAL RESEARCH AGENDA IN THE THIRD MILLENNIUM	Dr. Abdel-Samad M. Ali
				APPRECIATING, INTERPRETING, AND UNDERSTANDING POSTERS VIA LEVELS OF VISUAL LITERACY
		EFFICIENT THINKING PROCESS IN THE DETERMINATION OF DESIGN SUGGESTIONS TO OPTIMIZE TREATMENT OF WEEE	Anastasia Katsamaki, Nikolaos Bilalis, Vassilis Dedoussis	

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24 Aralık / December 24, 2023 / 9:30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 3	Prof. Dr. Glenda Gunter	1	LEARNERS' AGGRESSIVE CONDUCT AND SUBSTANCE ABUSE AS PRIMARY CONTRIBUTORS TO TOBEPHOBIA IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS	Prakash Singh
		2	NETWORKS OF SCIENTIFIC COLLABORATION IN CO-AUTHORSHIP	Dr. Juha Kettunen
		3	A QUANTITATIVE STUDY ON THE INFLUENCE OF FOUR READING AND LIBRARY FACTORS ON THE GRADE AVERAGE OF UGANDAN SECONDARY SCHOOL STUDENTS	Valeda Dent
		4	A CASE STUDY ON THE MOST EFFECTIVE METHODS OF MOTIVATING AND INSPIRING STUDENT ENGAGEMENT	Mahmoud I. Syam, Osama K. El-Hafy
		5	THE IMPACT OF ICONIC AND BEAT GESTURES ON MEMORY RECALL IN GREEK'S PRIMARY AND SECONDARY LANGUAGE	Eleni Ioanna Levantinou
		6	ADVANCEMENT OF BASIC LITERACY IN THE CZECH REPUBLIC	Iva Košek Bartošová
		7	LESSONS FROM THE INTERNATIONAL STUDY TOUR: STUDENTS AS GLOBAL CITIZENS	Dr. Ana Hol
		8	COMPUTER EXPERIENCES AND COMPUTER ATTITUDES OF FUTURE CLASS TEACHERS	Teresa Coffman, Mary Beth Klinger
			EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN SECOND LIFE: VIRTUAL OR VIRTUALLY	Nancy Jennings, Chris Collins
			THE INFLUENCE OF INSTRUCTIONAL IMMEDIACY ON COGNITION AND LEARNING IN ONLINE CLASSES: EFFECTS OF THE IMPACT	Prof. Dr. Glenda Gunter
	9			

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24 Aralık / December 24, 2023 / 9:30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Assoc. Prof. Dr. Ali Nouri Emamzadeh	1	SEX DIFFERENCES IN THYROID GLAND STRUCTURE OF RABBITS	Parchami A. Fatahian Dehkordi Rf
		2	OLIVE LEAVES EXTRACT RESTORED THE ANTIOXIDANT PERTURBATIONS IN RED BLOOD CELLS HEMOLYSATE IN STREPTOZOTOCIN INDUCED DIABETIC RATS	Ismail I. Abo Ghanema Kadry M. Sadek
		3	THE EFFECTS OF GARLIC OIL (ALLIUM SATIVA), TURMERIC POWDER (CURCUMA LONGA LINN) AND MONENSIN ON TOTAL APPARENT DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS IN BALOOCHI LAMBS	Ahmad Khalesizadeh Alireza Vakili Mohsen Danesh Mesgaran Reza Valizadeh
		4	THE EFFECT OF SELECTIVE CYCLOOXYGENASE (COX) INHIBITORS ON JAPANESE MEDAKA (ORYZIAS LATIPES) REPRODUCTION PARAMETERS	Agata Kowalska Radosław K. Kowalski Zdzisław Zakęś
		5	THE RELATIONSHIP BETWEEN EXCRETA VISCOSITY AND TMEN IN SBM	Assoc. Prof. Dr. Ali Nouri Emamzadeh
		6	PRAGATI NODE POPULARITY (PNP) APPROACH TO IDENTIFY CONGESTION HOT SPOTS IN MPLS	E. Ramaraj, A. Padmapriya
		7	EFFECT OF L-ARGININE ON NEUROMUSCULAR TRANSMISSION OF THE CHICK BIVENTER CERVICIS MUSCLE	S. Asadzadeh Vostakolaei
		8	SEX DIFFERENCES IN THYROID GLAND STRUCTURE OF RABBITS	Parchami A. Dr. Fatahian Dehkordi Rf



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24 Aralık / December 24, 2023 / 9:30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Dr. Iorgos Hadjichristou	1	ROCK SLOPE STABILIZATION AND PROTECTION FOR ROADS AND MULTI-STOREY STRUCTURES IN JABAL OMAR, SAUDI ARABIA	Ibrahim Abdel Gadir Malik Dafalla Siddig Dafalla Abdelazim Ibrahim
		2	HYBRID LIVING: EMERGING OUT OF THE CRISES AND DIVISIONS	Dr. Iorgos Hadjichristou
		3	LOCATING CRITICAL FAILURE SURFACE IN ROCK SLOPE STABILITY WITH HYBRID MODEL BASED ON ARTIFICIAL IMMUNE SYSTEM AND CELLULAR LEARNING AUTOMATA (CLA-AIS)	Ramin Javadzadeh Emad Javadzadeh
		4	PREDICTION OF IN SITU PERMEABILITY FOR LIMESTONE ROCK USING ROCK QUALITY DESIGNATION INDEX	Dr. Ahmed T. Farid Dr. Muhammed Rizwan
		5	EFFECT OF NANO-SIO <sub>2</sub> SOLUTION ON THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF KAOLINITE	Lec. Reza Ziaie Moayed DR. Hamidreza Rahmani
		6	ROOT GROWTH OF MORUS ALBA AS AFFECTED BY SIZE OF CUTTINGS AND POLYTHENE LOW TUNNEL	Irfan Ahmad Tahir Siddiqui Rashid Ahmad Khan Tahir Munir Butt
		7	RENEWED URBAN WATERFRONT: SPATIAL CONDITIONS OF A CONTEMPORARY URBAN SPACE TYPOLOGY	Assis. Prof. Dr. Beate Niemann Fabian Pramel

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 9:30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Prof. Dr. Subramaniam Chandran	1	ONE-POT FACILE SYNTHESIS OF N-DOPED GRAPHENE SYNTHESIZED FROM PARAPHENYLENEDIAMINE AS METAL-FREE CATALYSTS FOR THE OXYGEN REDUCTION USED FOR ALKALINE FUEL CELLS	Leila Samiee Amir Yadegari Saeedeh Tasharrofi
		2	MATERIAL SELECTION FOR FOOTWEAR INSOLE USING ANALYTICAL HIERARCHICAL PROCESS	Assis. Prof. Dr. Mohammed A. Almomani, Dr. Dina W. Al-Qudah
		3	EFFECTS OF TEST ENVIRONMENT ON THE SLIDING WEAR BEHAVIOUR OF CAST IRON, ZINC-ALUMINIUM ALLOY AND ITS COMPOSITE	Mohammad M. Khan Gajendra Dixit
		4	PREDICTION OF CUTTING TOOL LIFE IN DRILLING OF REINFORCED ALUMINUM ALLOY COMPOSITE USING A FUZZY METHOD	Assis. Prof. Dr. Mohammed T. Hayajneh
		5	MATERIAL SELECTION FOR A MANUAL WINCH ROPE DRUM	Moses F. Oduori Enoch K. Musyoka Thomas O. Mbuya
		6	UV-CURED COATINGS BASED ON ACRYLATED EPOXIDIZED SOYBEAN OIL AND EPOXY CARBOXYLATE	Assis. Prof. Dr. Alaaddin Cerit Assis. Prof. Dr. Suheyla Kocaman Assoc. Dr. Ulku Soydal
		7	EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON OVER-CUT IN ULTRASONIC MACHINING OF WC-CO COMPOSITE	Assis. Prof. Dr. Ravinder Kataria Assis. Prof. Dr. Jatinder Kumar B. S. Pabla
		8	INDUCTION MELTING AS A FABRICATION ROUTE FOR ALUMINUM-CARBON NANOTUBES NANOCOMPOSITE	Muhammad Shahid, Muhammad Mansoor
			INFLUENCE OF MILLED WASTE GLASS TO CLAY CERAMIC FOAM PROPERTIES MADE BY DIRECT FOAMING ROUTE	A. Shishkin V. Mironovs D. Goljandin A. Korjakins
	RELATING INTERFACE PROPERTIES WITH CRACK PROPAGATION IN COMPOSITE LAMINATES	Tao Qu Assis. Prof. Dr. Chandra Prakash Vikas Tomar		
	9			

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24 Aralık / December 24, 2023 / 9:30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Assoc. Prof. Dr. Ali Mohamadı Sanı	1	ISOLATION AND IDENTIFICATION OF DIACYLGLYCEROL ACYLTRANSFERASE TYPE- 2 (GAT2) GENES FROM THREE EGYPTIAN OLIVE CULTIVARS	Yahia I. Mohamed Ahmed I. Marzouk
		2	EFFECT OF VARIOUS POLLEN SOURCES TO ABILITY FRUIT SET AND QUALITY IN 'LONG RED B' WAX APPLE	Dr. Nguyen Minh Tuan Yen Chung-Ruey
		3	ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON NANOTUBE BASED SUPERCAPACITOR	Jafar Khan Kasi Ajab Khan Kasi Muzamil Bokhari
		4	ISOLATION AND IDENTIFICATION FIBRINOLYTIC PROTEASE ENDOPHYTIC FUNGI FROM HIBISCUS LEAVES IN SHAH ALAM	Mohd Sidek Ahmad Assis. Prof. Dr. Zainon Mohd Noor Dr. Zaidah Zainal Ariffin
		5	STATISTICAL MODELING FOR PERMEABILIZATION OF A NOVEL YEAST ISOLATE FOR B-GALACTOSIDASE ACTIVITY USING ORGANIC SOLVENTS	Shweta Kumari Parmjit S. Panesar Manab B. Bera
		6	INHIBITORY EFFECT OF HELICHRYSUM ARENARIUM ESSENTIAL OIL ON THE GROWTH OF FOOD CONTAMINATED MICROORGANISMS	Assoc. Prof. Dr. Ali Mohamadı Sanı
		7	INFLUENCE OF THE FIELD TYPE (MOUNTAIN AND PLAIN) ON THE CUPRIC STATUS OF LAMBS	Mouna Mallem, Majid Thdjane

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 9:30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Dr. Yoko Namekata	1	OBJECTIVITY, RELIABILITY AND VALIDITY OF THE 90° PUSH-UPS TEST PROTOCOL AMONG MALE AND FEMALE STUDENTS OF SPORTS SCIENCE PROGRAM	Ahmad Hashim Assis. Prof. Dr. Mohd Sami Madon
		2	INDUCTIONS OF CAC2 ON SPERM MORPHOLOGY AND VIABILITY OF THE ALBINO MICE (MUS MUSCULUS)	Dr. Dike H. Ogbuagu Asis. Prof. Dr. Etsede J. Ortsematosan
		3	PROTECTIVE EFFECT OF THYMOQUINONE AGAINST NEPHROTOXICITY INDUCED BY CADMIUM IN RATS	Amr A. Fouad Hamed A. Alwadaani Iyad Jresat
		4	OCCURRENCE OF ADULT TAENIA SAGINATA IN CATTLE SLAUGHTERED IN MAJOR ABATTOIRS IN PORT HARCOURT METROPOLIS, NIGERIA	Lecture Lebari B. Gboeloh
		5	A STUDY OF GENERAL ATTACKS ON ELLIPTIC CURVE DISCRETE LOGARITHM PROBLEM OVER PRIME FIELD AND BINARY FIELD	Ms. Tun Myat Aung Ms. Ni Ni Hla
		6	INTEGRATED ACOR/IACOMV-R-SVM ALGORITHM	Hiba Basim Alwan Ku Ruhana Ku-Mahamud
		7	SOLAR-INDUCTED CLUSTER HEAD RELOCATION ALGORITHM	Goran Djukanovic Goran Popovic
		8	AUTOMATED JAVA TESTING: JUNIT VERSUS ASPECTJ	Manish Jain, Dinesh Gopalani
			EFFECT OF MODIFICATION AND EXPANSION ON EMERGENCE OF COOPERATION IN DEMOGRAPHIC MULTI-LEVEL DONOR-RECIPIENT GAME	Dr. Tsuneyuki Namekata Dr. Yoko Namekata
			MODELING AND ANALYZING THE WAP CLASS 2 WIRELESS TRANSACTION PROTOCOL USING EVENT-B	Rajaa Filali Mohamed Bouhdadi

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 9:30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Prof. Sanjeev Kumar	1	A COMPACT VIA-LESS ULTRA-WIDEBAND MICROSTRIP FILTER BY UTILIZING OPEN-CIRCUIT QUARTER WAVELENGTH STUBS	Muhammad Yasir Wadood Fatemeh Babaeian
		2	RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATOR BASED LOCALIZATION OF BLUETOOTH DEVICES USING TRILATERATION: AN IMPROVED METHOD FOR THE VISUALLY IMPAIRED PEOPLE	Muhammad Irfan Aziz Thomas Owens Uzair Khaleeq Uz Zaman
		3	12X12 MIMO TERMINAL ANTENNAS COVERING THE WHOLE LTE AND WIFI SPECTRUM	Mohamed Sanad Noha Hassan
		4	DEVELOPMENT OF MAINTENANCE SCHEDULE AND ROOT CAUSE ANALYSIS BASED ON COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM FOR A FERTILIZER PLANT	Prof. Sanjeev Kumar
		5	AGENT/GROUP/ROLE ORGANIZATIONAL MODEL TO SIMULATE AN INDUSTRIAL CONTROL SYSTEM	Noureddine Seddari Mohamed Belaoued Salah Bougueroua
		6	OPTIMIZING LOGISTICS FOR COURIER ORGANIZATIONS WITH CONSIDERATIONS OF CONGESTIONS AND PICKUPS: A COURIER DELIVERY SYSTEM IN AMMAN AS CASE STUDY	Nader A. Al Theeb Zaid Abu Manneh Ibrahim Al-Qadi
		7	REVISED TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL FRAMEWORK FOR M-COMMERCE ADOPTION	Dr. Manish Gupta
		8	PRIVACY ISSUES IN PERVASIVE HEALTHCARE MONITORING SYSTEM: A REVIEW	Rusyaizila Ramli Nasriah Zakaria Putra Sumari
			SECURITY ARCHITECTURE FOR AT-HOME MEDICAL CARE USING SENSOR NETWORK	Dr. S.S.Mohanavalli Sheila Anand
			ON THE ANALYSIS OF A COMPOUND NEURAL NETWORK FOR DETECTING ATRIO VENTRICULAR HEART BLOCK (AVB) IN AN ECG SIGNAL	Salama Meghriche Amer Draa Mohammed Boulemden

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 9:30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Assoc. Prof. Dr. Weifeng Pan	1	SIMULATION AND EXPERIMENTATION OF MULTIBODY MECHANICAL SYSTEMS WITH CLEARANCE REVOLUTE JOINTS	A.F. Haroun, S.M. Megahed
		2	DEVELOPMENT OF NON-FUNCTIONAL REQUIREMENTS FOR DECISION SUPPORT SYSTEMS	Kassem Saleh
		3	DISTRIBUTION CENTERS RELIABILITY COST IN CAPACITATED FACILITY LOCATION PROBLEM	Mehdi Seifbarghy, Sajjad Jalali, Seyed Habib A. Rahmati
		4	FACTORS OF EFFECTIVE BUSINESS SOFTWARE SYSTEMS DEVELOPMENT AND ENHANCEMENT PROJECTS WORK EFFORT ESTIMATION	Beata Czarnacka-Chrobot
		5	QUANTIFYING THE STABILITY OF SOFTWARE SYSTEMS VIA SIMULATION IN DEPENDENCY NETWORKS	Assoc. Prof. Dr. Weifeng Pan
		6	STRONGLY ADEQUATE SOFTWARE ARCHITECTURE	Profç dı. Pradip Peter Dey
		7	MOTION CONTROL OF TUAV HAVING EIGHT ROTORS FOR ENHANCED SITUATIONAL AWARENESS	Igor Astrov, Andrus Pedai
		8	ANALYTICAL PREDICTION OF SEISMIC RESPONSE OF STEEL FRAMES WITH SUPERELASTIC SHAPE MEMORY ALLOY	Mohamed Omar
		9	EHICLE TRACKING AND DISABLING USING WIMAX	De. B.Gokulnath

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 9:30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	Assoc. Proh Drç Olga V. Korotkaya	1	CONTAINMENT/PENETRATION ANALYSIS FOR THE PROTECTION OF AIRCRAFT ENGINE EXTERNAL CONFIGURATION AND NUCLEAR POWER PLANT STRUCTURES	Dong Wook Lee, Adrian Mistreanu
		2	SUBSTRUCTURE METHOD FOR THERMAL-STRESS ANALYSIS OF LIQUID-PROPELLANT ROCKET ENGINE COMBUSTION CHAMBER	Assoc. Proh Drç Olga V. Korotkaya
		3	EFFECT OF STRUCTURE ON PROPERTIES OF INCREMENTALLY FORMED TITANIUM ALLOY SHEETS	Lucie Novakova, Petr Homola, Vaclav Kafka
		4	1G2A IMU\GPS INTEGRATION ALGORITHM FOR LAND VEHICLE NAVIGATION	O. Maklouf, Ahmed Abdulla
		5	REVOLVING FERROFLUID FLOW IN POROUS MEDIUM WITH ROTATING DISK	Paras Ram, Vikas Kumar
		6	STEADY STATE CREEP BEHAVIOR OF FUNCTIONALLY GRADED THICK CYLINDER	Tejeet Singh, Harmanjit Singh
		7	MAGNETOVISCOUS EFFECTS ON AXI-SYMMETRIC FERROFLUID FLOW OVER A POROUS ROTATING DISK WITH SUCTION/INJECTION	Vikas Kumar
		8	THE EFFECT OF CYCLIC SPEED ON THE WEAR PROPERTIES OF MOLYBDENUM DISULFIDE GREASES UNDER EXTREME PRESSURE LOADING USING 4 BALLS WEAR TESTS	Dr. Gabi Nehme
				ANALYSIS OF DIFFERENT DESIGNED LANDING GEARS FOR A LIGHT AIRCRAFT

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 9:30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 12	Dr. Pravin Gaikwad,	1	EFFECTS OF COUPLING AGENT ON THE PROPERTIES OF HENEQUEN MICROFIBER (NF) FILLED HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) COMPOSITES	Pravin Gaikwad, Dr. Prakash Mahanwar
		2	COMPARATIVE STUDY OF INTUITIONISTIC AND GENERALIZED NEUTROSOPHIC SOFT SETS	Dr. Debabrata Mandal
		3	SATELLITE RAINFALL PREDICTION TECHNIQUES - A STATE OF THE ART REVIEW	S. Sarumathi, N. Shanthi, S. Vidhya
		4	ACOUSTIC BEHAVIOR OF POLYMER FOAM COMPOSITE OF SHOREA LEPROSULA AFTER UV-IRRADIATION EXPOSURE	Anika Zafiah M. Rus, S. Shafizah
		5	MODELING AND SIMULATION OF AXIAL FAN USING CFD	Hemant Kumawat
		6	NUMERICAL INVESTIGATION OF NANOFLUID BASED THERMOSYPHON SYSTEM	Kiran Kumar K, Ramesh Babu Bejjam, Atul Najan
		7	THE THERMAL PROPERTIES OF NANO MAGNESIUM HYDROXIDE BLENDED WITH LDPE/EVA/IRGANOX1010 FOR INSULATOR APPLICATION	Ahmad Aroziki Abdul Aziz, Sakinah Mohd Alauddin, Ruzitah Mohd Salleh, Mohammed Iqbal Shueb
		8	PREDICTION OF SCOUR PROFILE CAUSED BY SUBMERGED THREE-DIMENSIONAL WALL JETS	Assis Prof. DR. Abdullah Al Faruque, Ram Balachandar
				NUMERICAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF NUMBER OF WAVES ON HEAT TRANSFER IN A WAVY WALL ENCLOSURE



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 9:30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 13	Dr. M. Kalichová	1	THE ALTERATIONS OF SOME PANCREAS GLAND HORMONES AFTER AN AEROBIC STRENUOUS EXERCISE IN MALE STUDENTS	M. Javad Pourvaghari, A. Reza Shahsavari
		2	INFLUENCE OF SOCIAL FACTORS AND MOTIVES ON COMMITMENT OF SPORT EVENTS VOLUNTEERS	Farideh Shariffar, Zahra Jamalian, Reza Nikbakhsh, Zahra Nobakht Ramezan
		3	FOOD HABITS AND NUTRITIONAL STATUS OF FIJI RUGBY PLAYERS	Dr. Jimaima Lako, Assist. Prof. Dr. Subramaniam Sotheeswaran, DR. Ketan Christi
		4	INFLUENCE OF STRENGTH ABILITIES ON QUALITY OF THE HANDSTAND	P. Hedbávný, G. Bago, M. Kalichová
		5	DISTINGUISHING PLAYING PATTERN BETWEEN WINNING AND LOSING FIELD HOCKEY TEAM IN DELHI FIH ROAD TO LONDON 2012 TOURNAMENT	Sofwan N., Norasrudin S., Redzuan P., Mubin A.
		6	OBJECTIVITY, RELIABILITY AND VALIDITY OF THE 90° PUSH-UPS TEST PROTOCOL AMONG MALE AND FEMALE STUDENTS OF SPORTS SCIENCE PROGRAM	Ahmad Hashim, Mohd Sani Madon
		7	BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE BASIC CLASSICAL DANCE JUMP – THE GRAND JETÉ	Dr. M. Kalichová
		8	ON THE ANALYSIS OF A COMPOUND NEURAL NETWORK FOR DETECTING ATRIO VENTRICULAR HEART BLOCK (AVB) IN AN ECG SIGNAL	Salama Meghriche, Amer Draa, Mohammed Boulemden
		9		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 12:00 – 14:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Prof. Dr. Mehmet ÖZMENLİ	1	MUSTAFA KEMAL ATATÜRK'ÜN BİLİM POLİTİKASI VE TÜRK MODERLEŞMESİNE ETKİSİ	Doç. Dr. SERDAR SAYGILI
		2	United Nations Temporary Commission on Korea (UNTCOK) and Turkey's Membership	Arş. Gör. Muhammed Cihad Kubat
		3	Historiography on the Origins of the Korean War	Arş. Gör. Muhammed Cihad Kubat
		4	YÜKSEK İKTİSAT VE TİCARET MEKTEBİ YILLIKLARI ÜZERİNE BİR İNCELEME	Doç. Dr., AHMET SAİT ÖZKUL
		5	BİR TİCARET TERİMLERİ SÖZLÜĞÜ: İSTILAHÂT-I TİCARİYYE VE TARİFÂT-I KANUNİYYE	Doç. Dr., AHMET SAİT ÖZKUL
		6	CEM SULTAN'IN II. BEYAZIT İLE OLAN TAHT MÜCADELESİ VE SÜRGÜNLE BİTEN HAZİN SONU	AZİME ALAN
		7	SEMBOLLERLE HİNT KÜLTÜRÜ	Doç. Dr., ŞENGÜL DEMİREL
		8	MYTH, MEMORY, AND NOSTALGIA: ALTERNATIVE HISTORIOGRAPHIES IN TURKEY	İSMAİL YAZICI
		9	İÇ BATI ANADOLU'DA METAL BALTALAR VE YAKINDOĞU'DAKİ BENZERLERİ	Prof. Dr. Erkan FİDAN
		10	MÖ 3. BİNYIL'DA GİRİT MİMARİSİ	Prof. Dr. Erkan FİDAN
		11	GİRESUN YÖRESİ HALK OYUNLARI KIYAFETLERİNİN TARİHSEL SÜRECİ	Prof. Dr. Mehmet ÖZMENLİ Öğr. Gör. Gökhan HAMZAÇEBİ
		12	13. YÜZYIL GEZGİNİ KEŞİŞ RUBRUK'TA MOĞOL ÇADIR YAŞAMI	Prof. Dr. Mehmet ÖZMENLİ Öğr. Gör. Gökhan HAMZAÇEBİ
		13	TURKISH-RUSSIAN RELATIONS FROM THE END OF THE COLD WAR TO THE PRESENT DAY	Öğr. Gör. Dr. Emine AŞÇI
		14	TURKEY-TURKISTAN RELATIONS AFTER THE COLD WAR	Öğr. Gör. Dr. Emine AŞÇI





EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 12:00 – 14:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. AYBIKE TUBA ÖZDEN	1	Maximizing Income Potential for Housewives through Strategic Social Media Engagement	Masoomeh Moosavand
		2	INSURANCE AND RELIGION: AN ANALYSIS ON INSURANCE DEMAND	Doç. Dr. AYBIKE TUBA ÖZDEN Prof. Dr. GÜRAY KÜÇÜKKOCAOĞLU
		3	TÜRKİYE'DE SENDİKALARIN ENGELLİ ÇALIŞANLAR İÇİN FAALİYETLERİ	Doç. Dr. Mehtap Demir Aliberk Durmaz
		4	TÜRKİYE'DE SENDİKALARIN ÇALIŞAN KADINLARA YÖNELİK FAALİYETLERİ	Doçent Dr. Mehtap DEMİR Zeynep GÜN DERİN
		5	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CREDIT CARD USAGE ON SPENDING TENDENCY	Dr. Neda ALIPOUR Prof. Dr. Erkan OKTAY Prof. Dr. Üstün ÖZEN Dr. Hadi POURMOUSA Betül ALĞAN UZUNOĞLU
		6	DETERMINANTS OF SATISFACTION WITH E-GOVERNMENT APPLICATIONS	Dr. Hadi POURMOUSA Prof. Dr. Erkan OKTAY Prof. Dr. Üstün ÖZEN Dr. Neda ALIPOUR, Güngör AZAP
		7	ADVERTISEMENTS AND THE CULTURE OF CONSUMPTION: A TOOL REPRODUCING SOCIAL CLASS INEQUALITIES	Umut GÜMÜŞSOY
		8	THE ROLE OF TRADE UNIONS IN REGULATING THE WORKING LIFE OF MIGRANT WORKERS	RABİA ŞEYDA ÇAKMAKÇI Doç. Dr. MEHTAP DEMİR
		9	JOB INSECURITY IN HOSPITALITY SECTOR: A FOCUSED REVIEW OF THE RESEARCH LITERATURE	Dr. Öğr. Üyesi, İbrahim YIKILMAZ Dr. Öğr. Üyesi, Nida PALABIYIK
		10	BURNOUT IN HOSPITALITY SECTOR: A FOCUSED REVIEW OF THE RESEARCH LITERATURE	Dr. Öğr. Üyesi, İbrahim YIKILMAZ Dr. Öğr. Üyesi, Nida PALABIYIK
		11	THE EFFECT OF PARENTS' PARTICIPATION IN CAREER DECISIONS ON THE JOB SEARCH PROCESS OF UNIVERSITY STUDENTS	Öğrenci, Serdar ÇALIŞIR Öğr. Gör. Dr. İbrahim TÜRKMEN
		12	THE EFFECT OF HOPE, WORRY, AND HOPELESSNESS TOWARD PREVENTING CLIMATE CHANGE ON SUSTAINABLE CONSUMPTION bibBEHAVIOURS	Öğrenci, Merve ASLI Öğr. Gör. Dr. İbrahim TÜRKMEN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24 Aralık / December 24, 2023 / 12:00 – 14:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Prof.Dr. E.Gülbuğ EROL	1	Celebrities and Social Media: A Critical Perspective	Tahereh Sarfi
		2	COVID-19 Lies: A Social Media Study	Shaho Sabbar
		3	THE PERSPECTİVE OF THE TURKİSH PRESS ON THE DAYTON AGREEMENT: THE CASES OF HÜRRİYET AND SABAH (1995)	Prof.Dr.Nurettin Güz Aida Çarovac Özbay
		4	ALTERNATIVE APPROACHES AGAINST DATA DISINFORMATION IN THE NEWS: “WWW.TEYİT.ORG” - SITE	Prof. Dr. Mehmet Gökhan GENEL
		5	THE EFFECT OF ELECTION SONGS, ONE OF THE POLITICAL COMMUNICATION PRACTICES, ON VOTING OF UNIVERSITY STUDENTS	Prof. Dr. Mehmet Gökhan GENEL
		6	FROM EMOTION TO ACTION, FROM HATE TO BOYCOTT: A QUALITATIVE STUDY ON BRAND BOYCOTT AS A RESULT OF BRAND HATE	Dr. Öğr. Üyesi, FİKRİYE ÇELİK Doç. Dr., ÖMER AYDINLIOĞLU
		7	MÜZE KART UYGULAMASI KAMU SPOTUNA YÖNELİK GÖTERGEBİLİMSSEL BİR OKUMA	Prof.Dr. E.Gülbuğ EROL
		8	A STUDY ON SOCIAL MEDIA PRATICS OF ORGANIC AGRICULTURAL BUSINESSES IN TURKEY IN THE PERIOD OF BIG DATA	Prof.Dr. E.Gülbuğ EROL
		9	TÜRK DİZİLERİNDE TEMSİL PROBLEMİ.	Prof. Dr.Süleyman Doğan Rabia Çelik Doç. Dr. Reşit Çelik Prof. Dr. Mevlüde Canlıca
		10	PUBLIC PRESSURE IN CRIMINAL TRIAL: THE ROLE OF THE MEDIA	Doç. Dr. Murat ŞAHİN
		11	EVALUATION OF JOURNALISM PROGRAMS IN TERMS OF SUSTAINABLE CLIMATE CHANGE LITERACY	DOÇ.DR. SİNEM ONAR E. AHSEN DEMİRCİOĞLU
		12	TÜTÜN KARŞITI SAĞLIK İLETİŞİMİ KAMPANYALARI: STOPTOBER KAMPANYASI ÖRNEK OLAYI	Prof. Dr. DENİZ SEZGİN
		13	SOSYAL MEDYADA E-SİGARA PAZARLAMA ÇALIŞMALARI ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	Prof. Dr. DENİZ SEZGİN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 12:00 – 14:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	PROF. DR. ŞERMİN TAĞ KALAFATOĞLU	1	FUNDAMENTAL ISSUES AND SOLUTIONS IN SOCIAL MARKETING	Doç. Dr. Selin BİTİRİM OKMEYDAN
		2	HEALTH COMMUNICATION CAMPAIGNS AND SOCIAL ADVERTISING	Doç. Dr. Selin BİTİRİM OKMEYDAN
		3	TÜRKİYE'DE TÜRK DİZİLERİ İLE İLGİLİ YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi İrfan ARIK
		4	BIBLIOMETRIC STUDY ON GRADUATE THESIS WRITTEN BY FOREIGN STUDENTS IN THE FIELD OF CINEMA	Assoc. Prof. Hacer AKER Kemal ÖZTÜRK
		5	QUANTITATE YOUTUBE: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF POSTGRADUATE THESES IN THE FIELD OF COMMUNICATION STUDIES	Assoc. Prof. Hacer AKER Aynur HOKMURAVAN
		6	WHY ARE TRUE CRIME PROGRAMS POPULAR?	PROF. DR. ŞERMİN TAĞ KALAFATOĞLU
		7	USAGE OF MONSTERS IN HORROR FILMS	PROF. DR. ŞERMİN TAĞ KALAFATOĞLU
		8	CHANGING PRIVACY IN SOCIAL MEDIA	Doç. Dr., Erkan DİKİCİ
		9	BITLIS IN GRADUATE THESIS	Doç. Dr., Erkan DİKİCİ
		10	DETERMINANTS OF ECONOMIC VIOLENCE AGAINST WOMEN	Prof. Dr. Ömer ALKAN Assist Prof Dr. Şeyda ÜNVER
		11	DETERMINING FACTORS AFFECTING INTERNET BANKING USE	Assist Prof Dr. Şeyda ÜNVER Prof. Dr. Ömer ALKAN
		12		
		13	YAPAY ZEKA ÇAĞINDA HABERCİLİĞİN DÖNÜŞÜMÜ	Nesrin GÜLER Doç. Dr. M. Nur ERDEM

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 12:00 – 14:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Assoc. Prof. Cennet ŞANLI	1	ULUSLARARASI BAKALORYA PROGRAMLARI VE DEĞİŞİM YÖNETİMİ SÜREÇLERİ	İSMAİL ÇAĞRI DAĞLI Prof. Dr., SEMİHA ŞAHİN
		2	MARAS DEPREMLERİNİ OSB OLAN ÇOCUKLA YAŞAMAK: OSB OLAN ÇOCUĞA SAHİP EBEVEYNLERİN EBEVEYNLİK DENEYİMLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Serap DOĞAN ASLAN
		3	Ortaöğretim Matematik Öğretmenlerinin Yazılı Sınavı Hazırlama Süreçlerine Dair Öğretmen Görüşlerinin İncelenmesi	Öğretmen Nazmiye MURAT Dr. Öğr. Üyesi Ebru SAKA
		4	INDIRECT WRITTEN CORRECTIVE FEEDBACK: STUDENT PERCEPTIONS	Öğr. Gör.,Ebru YEĞEN Prof. Dr.,Kemal Sinan ÖZMEN
		5	TÜRKÇE EĞİTİMİNDE DEĞERLER EĞİTİMİNE YÖNELİK LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ (2019-2023 YILLARI)	Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ÇAM TÜRKAN
		6	EĞİTİMDE ÜRETKENLİK VE HESAP VEREBİLİRLİK	Araştırma Görevlisi Aylin UZUN
		7	EĞİTİMDE LİDERLİK YAPMAK VE SORUMLULUK ALMAK	Araştırma Görevlisi Aylin UZUN
		8	A STUDY ON THE EXPECTATIONS OF GEOGRAPHY MASTER'S STUDENTS FROM GRADUATE EDUCATION	Assoc. Prof. Cennet ŞANLI
		9	REVIEW OF GRADUATE THESIS RELATED TO EDUCATION AND CREATIVITY	Ergül KUYUCU Emirhan DOĞAN Doc. Dr. Gülbin ZEREN NALINCI
		10	İLKOKUL 3. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BAŞARI ALGILARI İLE ELEŞTİREL DÜŞÜNME EĞİLİMLERİNİN İNCELENMESİ	Prof.Dr. ŞAFAK ULUÇINAR SAĞIR Yüksek Lisans Öğrencisi, BİRSEN ÖZÇİFTÇİ
		11	INVESTIGATING CHANGES IN STUDENTS' PISA PERFORMANCES FROM THE PERSPECTIVE OF SOCIOECONOMIC STATUS	Assoc. Prof. Özge ALTINTAŞ Assoc. Prof. H. Deniz GÜLLEROĞLU Prof. Dr. Ömay ÇOKLUK BÖKEOĞLU
		12	VARIATION IN STUDENTS' PROFICIENCY LEVELS ACROSS PISA READING, MATHEMATICS, AND SCIENCE	Assoc. Prof. Özge ALTINTAŞ Assoc. Prof. H. Deniz GÜLLEROĞLU Prof. Dr. Ömay ÇOKLUK BÖKEOĞLU



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 12:00 – 14:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Doç. Dr. Sevda KOÇ AKRAN	1	ASSESSING STUDENT READINESS FOR MOBILE LANGUAGE LEARNING IN INSTRUCTIONAL TECHNOLOGY COURSES	Dr. FİDEL ÇAKMAK
		2	INTEGRATING CHATGPT IN CLASSROOMS: A MODEL FOR ECOLOGICALLY RESPONSIBLE AND EFFICIENT AI USAGE IN EDUCATION	Dr. FİDEL ÇAKMAK
		3	EVALUATIONS OF TEACHER CANDIDATES ON DRAMA COURSE IN EDUCATION	Doç. Dr. Sevda KOÇ AKRAN
		4	TEACHER CANDIDATES' PERCEPTIONS ON THE CUBIC PROGRAM CONCEPT: A METAPHOR ANALYSIS STUDY	Doç. Dr. Sevda KOÇ AKRAN
		5	OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞUNA SAHİP ÇOCUKLARIN NORMAL GELİŞİM GÖSTEREN KARDEŞLERİYLE İLİŞKİLERİNE YÖNELİK ANNE GÖRÜŞLERİ	Duygu GİTTİ Prof. Dr. Gülümser GÜLTEKİN AKDUMAN
		6	ÖRNEK MATEMATİK SORULARININ TEMSİL YETERLİĞİ DÜZEYLERİ	Öğretmen, İREM DER Dr.Öğr.Üyesi, HİLAL YILDIZ
		7	TÜBİTAK 2209 ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEKLEME PROGRAMI İLE İLGİLİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ DEĞERLENDİRMELERİ	Doç. Dr. Nagihan TANIK ÖNAL Doç. Dr. Nezh ÖNAL
		8	SİMÜLASYON TEMELLİ STEM ETKİNLİKLERİYLE İLGİLİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ	Doç. Dr. Nagihan TANIK ÖNAL Doç. Dr. Nezh ÖNAL
		9	EXAMINATION OF PSYCHOSOCIAL SUPPORT GUIDES FOR THE TEACHERS AND FAMILIES OF CHILDREN AFFECTED BY THE EARTHQUAKE IN THE CONTEXT OF CHILD-CENTERED DISASTER MANAGEMENT	Lecturer, Nisan Cansu Ertan
		10	LİSELERDE ÖZEL GEREKSİNİMLİ KAYNAŞTIRMA ÖĞRENCİLERİN DENEYİMLERİ: BİR TOKENİZM ARAŞTIRMASI	Dr. NUMAN SAYLIK , Dr. SİDDİK ATAMAN
		11	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE BAĞLANMA STİLLERİ VE KENDİNE SAYGI İLE İLİŞKİ DOYUMU ARASINDAKİ İLİŞKİDE ALDATILMA ALGISİNİN ARACI ROLÜ	Dr. Öğr. Üyesi Çağla ÇELİMLİ, Prof. Dr. Seval ERDEN ÇINAR

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 12:00 – 14:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY	1	LYAPUNOV STABILITY OF A BIOLOGICAL MODEL WITH PARTIALLY CONSTANT ARGUMENT	ZEREN BAŞAR Prof. Dr. DUYGU ARUĞASLAN ÇİNÇİN Doç. Dr. REZZAN SEVİNDİK ADIGÜZEL
		2	APPROXIMATION OF GENERALIZED BLEIMANN-BUTZER-HAHN OPERATOR OF MAXIMUM-PRODUCT TYPE	Ala HACBEDRAN ALAHMAD ALDHEFEERY Prof. Dr. Sevilay KIRCI SERENBAY
		3	SOME COEFFICIENT BOUNDS FOR A SUBCLASS OF PSEUDO-TYPE UNIVALENT FUNCTIONS WITH VAN DER POL NUMBERS	Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY
		4	ON INITIAL COEFFICIENT BOUNDS FOR A CERTAIN SUBCLASS OF BI-UNIVALENT FUNCTIONS RELATED TO GREGORY COEFFICIENTS	Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY
		5	SOME FAMILIES OF MEROMORPHIC FUNCTIONS ASSOCIATED WITH INTEGRAL OPERATOR	Prof. Dr. Erhan DENİZ Dr. Öğr. Üyesi Sercan KAZIMOĞLU
		6	ON UNIVALENCE CRITERIA FOR UNIVALENT FUNCTIONS DEFINED BY A MULTIPLIER TRANSFORMATION AND RUSCHEWEYH DERIVATIVE	Dr. Öğr. Üyesi Sercan KAZIMOĞLU Prof. Dr. Erhan DENİZ
		7	EXISTENCE OF SOLUTIONS FOR A TRIHARMONIC EQUATION WITH VARIABLE EXPONENT	Gülistan Butakın Prof. Dr. Erhan Pişkin
		8	LOCAL EXISTENCE OF SOLUTIONS FOR A VARIABLE EXPONENT BIHARMONIC EQUATION	Gülistan Butakın Prof. Dr. Erhan Pişkin
		9	CLASSES OF FUZZY PARAMETERIZED FUZZY SOFT SETS	Deniz FİDAN Serdar ENGİNOĞLU
		10	SUMS OF ORESME AND ORESME-LUCAS NUMBERS	Burak ARSLAN Deniz FİDAN Rabia ÖZPINAR Serdar ENGİNOĞLU

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 12:00 – 14:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Assoc. Dr. ELİF AKPINAR KÜLEKÇİ	1	EFFECTS OF BOTANICAL GARDENS AS GREEN HERITAGE; EXAMPLE OF UPPSALA/SWEDEN LINNAEAN GARDEN	Doç. Dr. FERAN AŞUR Prof. Dr. ŞEVKET ALP
		2	DESIGN, MEANING, SYMBOLISM IN IRAN GARDENS	Assoc. Dr. FERAN AŞUR Assoc. Dr. ELİF AKPINAR KÜLEKÇİ
		3	HOBİ BAHÇELERİNİN ÖNEMİ VE PEYZAJ MİMARLIĞI TASARIM İLKELERİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ	Assoc. Dr. ELİF AKPINAR KÜLEKÇİ
		4	KENTSEL ALANLARDA DİKEY BAHÇELERİN ROLÜ	Doç. Dr. Fatma AŞILIOĞLU Doç. Dr. Rukiye Duygu ÇAY
		5	KENTSEL AÇIK VE YEŞİL ALANLARDA YAYA TERMAL KONFORUNUN İNCELENMESİ	Doç. Dr. Rukiye Duygu ÇAY Doç. Dr. Fatma AŞILIOĞLU
		6	KENTSEL PEYZAJ TASARIMLARINDA AYDINLATMA DESENLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	Doç. Dr. ELİF SAĞLIK EMİNE BERFİN MİNKARA
		7	EVALUATION OF STAKEHOLDER OPINIONS IN STRATEGIC LANDSCAPE PLANNING: A CASE STUDY FROM ERZURUM PALANDOKEN DAM POND	Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÖZGERİŞ Prof. Dr. Faris KARAHAN
		8	EXAMINATION OF URBAN REINFORCEMENT ELEMENTS FROM AN ERGONOMIC POINT OF VIEW: THE CASE OF RIZE DOĞU PARK	Assist. Prof. Dr. Gülcay ERCAN OĞUZTÜRK Graduate Student ELİF TUĞBA YILDIRIM
		9	KENTSEL KIYI ALANLARININ MEKANSAL KULLANIMI – BOSTANLI ÖRNEĞİ	ROJDA ÇELİK Prof. Dr. ABDULLAH KELKİT
		10	VADİLER VE SURİÇİ BÖLGELERİNİN ANALİZ ÇALIŞMASI	Doç. Dr. Reyhan AKAT Dr. Öğr. Üyesi Birgül ÇAKIROĞLU

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 12:30 – 14:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 1	Assis. Prof. Dr. Anish H. Gandhi	1	ASSESSMENT OF SHEAR STRENGTH PARAMETERS OF MODIFIED LOESS WITH COMMON ADMIXTURES IN GORGAN, IRAN	Seyed Erfan Hosseini Mohammad K. Alizadeh, Amir Mesbah
		2	INVESTIGATION INTO THE DEVELOPMENT METHOD OF BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) SOFTWARE IN A CLOUD COMPUTING ENVIRONMENT	Assis. Prof. Dr. Byung-Kon Kim
		3	FINITE ELEMENT METHOD SIMULATION AND PARAMETERIZATION OF A C-SHAPED ELECTROMAGNET FOR MATERIAL MAGNETIC PROPERTIES CHARACTERIZATION	Assis. Prof. Dr. A. A Velásquez J.Baena
		4	YASER REZAPOUR, ARMIN JABBARIEH, FATEMEH BEHFAR, AHADOLLAH AZAMI, AIDIN SHAMSALGHORAYI	Yaser Rezapour Armin Jabbarieh Fatemeh Behfar Ahadollah Azami Aidin Shamsalghorayi
		5	HEAT CONDUCTION THROUGH LIGHTWEIGHT TIMBER CONSTRUCTIONS WITH MINERAL WOOL	J. Schmidt O. Kornadt
		6	ESTABLISHMENT OF THE CAUSE-SYSTEM FOR POOR CONSTRUCTION SITE SAFETY AND PRIORITY ANALYSIS FROM DIFFERENT PERSPECTIVES	Shirong Li Xueping Xiang
		7	OPTIMIZATION OF STABILITY FOR FUNCTIONALLY GRADED PIPES CONVEYING FLUID	Karam Y. Maalawi Lecture Hanan E.M EL-Sayed
		8	OPTIMAL DESIGN OF THE LAUNCHING NOSE DURING INCREMENTAL LAUNCHING CONSTRUCTION OF A SAME-SPAN CONTINUOUS BRIDGE	Weifeng Wang Hengbin Zheng Xianwei Zeng
			APPLICATION OF "STREAMLINED" MATERIAL ACCOUNTING FOR ESTIMATING ENVIRONMENTAL IMPACT	Assis. Prof. Dr. Paul Osmond
			SPRINGBACK SIMULATIONS OF MONOLITHIC AND LAYERED STEELS USED IN PRESSURE EQUIPMENT	Assis. Prof. Dr. Anish H. Gandhi Dr. Harit K. Raval
	9			

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 12:30 – 14:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Assis. Prof. Kiranmai S.Rai	1	DEVELOPMENT OF MOLECULARLY IMPRINTED POLYMERS (MIPS) FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF CARBAMAZEPINE FROM AQUEOUS SOLUTION	Bianca Schweiger, Lucile Bahnweg, Barbara Palm, Ute Steinfeld
		2	PENTACHLOROPHENOL REMOVAL VIA ADSORPTION AND BIODEGRADATION	Assis. Prof. Dr. Rakmi Abd.-Rahman Assis. Prof. Dr. Nurina Anuar
		3	FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS	Sanae Kaewnopparat Nattha Kaewnopparat
		4	ASAD ULLAH MADNI, MAHMOOD AHMAD, NAVEED AKHTAR, MUHAMMAD USMAN SERICIN FILM: INFLUENCE OF CONCENTRATION ON ITS PHYSICAL PROPERTIES	Asad Ullah Madni Mahmood Ahmad, Naveed Akhtar, Muhammad Usman
		5	VALIDATION AND APPLICATION OF A NEW OPTIMIZED RP-HPLC-FLUORESCENT DETECTION METHOD FOR NORFLOXACIN	N. Namviriyachote N. Bang, P. Aramwit
		6	ANTIBACTERIAL CAPACITY OF PLUMERIA ALBA PETALS	Mahmood Ahmad Ghulam Murtaza Sonia Khiljee Muhammad Asadullah Madni
		7	PROACTIVE IDENTIFICATION OF FALSE ALERT FOR DRUG-DRUG INTERACTION	Assis. Prof. Dr. M. H. Syakira Dr. L. Brenda
		8	COMPARISON BETWEEN ANTIBACTERIAL EFFECTS OF ETHANOLIC AND ISOPROPYL: HEXAN (7:3) EXTRACTS OF ZINGIBER OFFICINALE ROSE	Hsuan-Chia Yang, Yan-Jih Haung, Yu-Chuan Li
			NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT–A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY	Tahereh Naji Mahsa Jassemi
		9	DEVELOPMENT OF MOLECULARLY IMPRINTED POLYMERS (MIPS) FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF CARBAMAZEPINE FROM AQUEOUS SOLUTION	Assis. Prof. Kiranmai S.Rai

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 12:30 – 14:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Dr. Tomislav Stambolic,	1	CORPORATE GOVERNANCE STRUCTURES AND OVERLAPPING DIRECTORATES IN THE CZECH REPUBLIC	Assis. Prof. Dr. Ondşej Nowak
		2	THE INFLUENCE OF STAKEHOLDER COMMUNICATION STRATEGIES ON CONSUMERS' ACCEPTANCE AND FINANCIAL PERFORMANCE: IN THE CONTEXT OF THE FERTILIZER INDUSTRY IN MALAYSIA	Hasnida Abdul Wahab Shahrina Md Nordin Lai Fong Woon Hasrina Mustafa
		3	EXAMINATION OF RUBBER WASTE UTILIZATION AT PANDORA PRODUCTION COMPANY LIMITED	S. Pechpoothong M. Kopystecki
		4	ADDRESSING MONEY LAUNDERING IN THE BANKING INDUSTRY: INSIGHTS FROM THE MALAYSIAN EXPERIENCE	Aspalella A. Rahman
		5	HYBRID ENERGY PROVISION WITH PREDOMINANTLY RENEWABLE CHOICE FOR SMALL INDUSTRIAL COMPLEX	Dr. Tomislav Stambolic, Anton Causevski
		6	STATISTICAL FORECASTING OF LIKELY DISTRESS IN NIGERIA'S BANKING SECTOR USING A NEURAL NETWORK APPROACH	Prof. Dr. D. A. Farinde
		7	EFFECTIVENESS IN URBAN ADMINISTRATION FOR THE SUSTAINABILITY AND COMPETITIVENESS OF A CITY: A CASE STUDY OF KUALA LUMPUR	Hamzah Jusoh Azmizam Abdul Rashid
		8	AN INVESTIGATION OF A NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM FOR FORECASTING GROWTH IN GROSS DOMESTIC PRODUCT	Assoc. Prof. E. Giovanis
			HAZARDS OF LATE PAYMENT IN THE MALAYSIAN CONSTRUCTION INDUSTRY	Dr. Kho Mei Ye Hamzah Abdul Rahman
			THE PRESENT STATUS OF IMPLEMENTING MANUFACTURING CONTROL SYSTEMS FOR A KEY MANUFACTURING SECTOR	Rajab Abdullah Hokoma
		9		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 12:30 – 14:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Dr. Svetlana Saksonova	1	DEVELOPMENT OF MOLECULAR IMPRINTED POLYMERS (MIPS) FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF CARBAMAZEPINE FROM AQUEOUS SOLUTION	Bianca Schweiger, Lucile Bahnweg, Barbara Palm, Ute Steinfeld
		2	PENTACHLOROPHENOL REMOVAL VIA ADSORPTION AND BIODEGRADATION	Assis. Prof. Dr. Rakmi Abd.-Rahman Assis. Prof. Dr. Nurina Anuar
		3	FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS	Lecture Sanae Kaewnopparat Dr. Nattha Kaewnopparat
		4	ASAD ULLAH MADNI, MAHMOOD AHMAD, NAVEED AKHTAR, MUHAMMAD USMAN	Asad Ullah Madni Mahmood Ahmad, Naveed Akhtar, Muhammad Usman
		5	SERICIN FILM: INFLUENCE OF CONCENTRATION ON ITS PHYSICAL PROPERTIES	Assis. Prof. Dr. N. Namviriyachote N. Bang, P. Aramwit
		6	VALIDATION AND APPLICATION OF A NEW OPTIMIZED RP-HPLC-FLUORESCENT DETECTION METHOD FOR NORFLOXACIN	Mahmood Ahmad Ghulam Murtaza Sonia Khiljee Dr. Muhammad Asadullah Madni
		7	ANTIBACTERIAL CAPACITY OF PLUMERIA ALBA PETALS	Assis. Prof. Dr. M. H. Syakira Dr. L. Brenda
		9		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 12:30 – 14:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Assis. Prof. Dr. Beate Niemann	1	EVALUATION OF URBAN LAND DEVELOPMENT DIRECTION İN KABUL CITY, AFGHANISTAN	Ahmad Sharif Ahmadi Yoshitaka Kajita
		2	INFLUENCE OF PLACE IDENTITY ON WALKABILITY: A COMPARATIVE STUDY BETWEEN TWO MIXED USED STREETS CHAHARBAGH ST. ISFAHAN, IRAN AND DEREBOYU ST. LEFKOSA, NORTH CYPRUS	Assis. Prof. Dr. R. Rafiemanzelat
		3	RENEWED URBAN WATERFRONT: SPATIAL CONDITIONS OF A CONTEMPORARY URBAN SPACE TYPOLOGY	Assis. Prof. Dr. Beate Niemann, Fabian Pramel
		4	URBAN ECOLOGICAL INTERACTION: AIR, WATER, LIGHT AND NEW TRANSIT AT THE HUMAN SCALE OF BARCELONA’S SUPERILLES	Philip Speranza
		5	PERFORMANCE EVALUATION OF A ‘PRIORITY-CONTROLLED’ INTERSECTION CONVERTED TO SIGNAL-CONTROLLED INTERSECTION	Prof. Dr. Ezenwa Chinenye Amanamba
		6	DISCUSSION ABOUT FREQUENT ADJUSTMENT OF URBAN MASTER PLANNING İN CHINA: A CASE STUDY OF CHANGSHOU DISTRICT, CHONGQING CITY	Sun Ailu Zhao Wanmin
		7	HYBRID LIVING: EMERGING OUT OF THE CRISES AND DIVISIONS	Yiorgos Hadjichristou
		9		



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 12:30 – 14:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Assoc. Prof. Dr. Suman Sharma	1	SHED SNAKE SKINS: A NATURAL RESOURCE FOR BIOMIMETIC MEMBRANES – ADVANCING PERMEATION STUDIES AND DRUG DELIVERY APPLICATIONS	Emma Grigoryan, Ashot Khachatryan, Karapet Flora Avjyan Savchenko,
		2	PRECISION DRUG DELIVERY OF GLIBENCLAMIDE: EXPLORING THE IMPACT OF POLYVINYL PYRROLIDONE AND ETHYL CELLULOSE CONCENTRATION ON RELEASE PROFILES AND KINETICS	Dr. Stepan Arakelova, Assis. Prof. Dr. Lilia Arsenyan
		3	INVESTIGATING THE EFFECTS OF AMINOPOLYETHER ON 18F-FDG PROPERTIES AND ITS IMPLICATIONS FOR PET IMAGING APPLICATIONS	Dr. Sunil Kamboj, Dr. Vipin Saini, Lecture GauravBala,
		4	ENDOPHYTES AS A NEW SOURCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS: ISOLATION AND IDENTIFICATION OF FIBRINOLYTIC PROTEASE-PRODUCING FUNGI FROM HIBISCUS LEAVES	Assoc. Prof. Dr. Suman Sharma
		5	FROM CONCEPT TO REALITY: THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MECHANICAL FORCE GAUGE FOR SQUARE WATERMELON MOLDING	Dr. Bedi Neayti Singh Phd. Candidate Balvinder Thakur,
		6	THE ROLE OF EXERCISE IN IMPROVING SEXUAL PERFORMANCE AND SEMEN QUALITY OF SAHIWAL BULLS: A PRACTICAL GUIDE FOR BREEDERS	Assis. Prof. Dr. Rathapon Dr.Sorrachaitawatwong, Nardauma Pouthai
		7	INVESTIGATING THE IMPACT OF DIETARY HERBAL SEED SUPPLEMENTATION ON CARCASS CHARACTERISTICS, IMMUNE RESPONSE, AND ANTIOXIDANT STATUS OF BROILER CHICKENS	Sirijit Tipchuwong, Chayanid Asasutjarit
		9		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 12:30 – 14:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Dr. Vita Levkane	1	PERFORMANCE ENHANCEMENT OF MEMBRANE DISTILLATION PROCESS IN FRUIT JUICE CONCENTRATION BY MEMBRANE SURFACE MODIFICATION	Samir K. Deshmukh, Mayur M. Tajane
		2	PRODUCTION OF APRICOT VINEGAR USING AN ISOLATED ACETOBACTER STRAIN FROM IRANIAN APRICOT	Keivan Beheshti Maal, Rasoul Shafiei, Noushin Kabiri
		3	EFFECT OF FERMENTATION TIME ON XANTHAN GUM PRODUCTION FROM SUGAR BEET MOLASSES	Marzieh Moosavi- Nasab, Safoora Pashangeh, Maryam Rafsanjani
		4	UTILIZATION JUICE WASTES AS CORN REPLACEMENT IN THE BROILER DIET	Yose Rizal, Maria Endo Mahata, Mira Andriani, Guoyao Wu
		5	SURVEY OF IMPACT OF PRODUCTION AND ADOPTION OF NANOCROPS ON FOOD SECURITY	Sahar Dehyouri, Seyed Jamal Farajollah Hosseini
		6	SOUS VIDE PACKAGING TECHNOLOGY APPLICATION FOR SALAD WITH MEAT IN MAYONNAISE SHELF LIFE EXTENSION	Vita Levkane, Sandra Muizniece-Brasava, Lija Dukalska
		7	INVESTIGATION OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF THE BACTERIAL CELLULOSE PRODUCED BY GLUCONACETOBACTER XYLINUS FROM DATE SYRUP	Marzieh Moosavi-Nasab, Ali R. Yousefi

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 12:30 – 14:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Dr. Yasuyuki Konishi,	1	COMPARISON OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND FATTY ACID COMPOSITION OF ELATERIOSPERMUM TAPOS (BUAH PERAH), PALM OIL AND SOYBEAN OIL	Siti Hamidah, Lee Nian Yian, Azizi Mohd
		2	PHYSICAL PROPERTIES AND STABILITY OF EMULSIONS AS AFFECTED BY NATIVE AND MODIFIED YAM STARCHES	Nor Hayati Ibrahim, Shamini Nair Achudan
		3	OPTIMIZATION OF EXTRACTION OF PHENOLIC COMPOUNDS FROM AVICENNIA MARINA (FORSSK.) VIERH USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY	V.Bharathi, Jamila Patterson, R.Rajendiran
		4	CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF LOCAL COWPEA SEED PROTEIN GROWN IN GIZAN REGION	Assoc. Prof. Abdelatif S. H. El-Jasser
		5	INTERACTION EFFECT OF DGAT1 AND COMPOSITE GENOTYPE OF BETA-KAPPA CASEIN ON ECONOMIC MILK PRODUCTION TRAITS IN CROSSBRED HOLSTEIN	A. Molee, N. Duanghaklang, P. Memkrathoke
		6	REVEALING CASEIN MICELLE DISPERSION UNDER VARIOUS RANGES OF NaCl: EVOLUTION OF PARTICLES SIZE AND STRUCTURE	Raza Hussain, Claire Gaiani, Joël Scher
		7	PROCESS DEVELOPMENT OF SAFE AND READY-TO-EAT RAW OYSTER MEAT BY IRRADIATION TECHNOLOGY	Pattama Ratana-Arporn, Pongtep Wilaipun
		8	EFFECT OF PRETREATMENT METHOD ON THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS, VITAMIN C AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF DRIED DILL	Ruta Galoburda, Zanda Kruma, Karina Ruse
		9	VISUALIZED CHARACTERIZATION OF MOLECULAR MOBILITY FOR WATER SPECIES IN FOODS	Dr. Yasuyuki Konishi, Masayoshi Kobayashi

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 12:30 – 14:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Dr. Svetlana Saksonova	1	USING ISM TO IDENTIFY THE INTERRELATIONSHIPS AMONG CRITERIA FOR KNOWLEDGE MANAGEMENT WITHIN MALAYSIAN ORGANIZATIONS	Phd .Reza Sigari Tabrizi, Dr. Yeap Peik Foong, Nazli Ebrahimi
		2	EXPLORING THE IMPACT OF MARKET BETA ON ASSET PRICING: FINDINGS FROM THE ROMANIAN STOCK MARKET	Ioan Popa, Radu Lupu, Cristiana Tudor
		3	ASSESSING AN OFFSHORE WIND POWER PROJECT: ECONOMIC, STRATEGIC, AND ENVIRONMENTAL ASSESSMENT	Assis. Prof. Paula Ferreira, Filipa Vieira
		4	APPLICATION OF TOPSIS APPROACH TO SOLVE SUPPLIER SELECTION ISSUES	Dr. Omid Jadidi, Assis. Prof. Dr. Fatemeh Firouzi, Enzo Bagliery
		5	CORE PRINCIPLES OF THEORY OF CONSTRAINTS: AN UP-AND-COMING PHILOSOPHY	Ajay Gupta, Arvind Bhardwaj, Arun Kanda
		6	FRAMEWORK FOR POLICY MANAGEMENT IN ENTERPRISE POLICIES ADMINISTRATION	Dahir A. Ga'al, Wardah Zainal Abidin
		7	OPTIMIZING CUSTOMER RELATIONSHIPS THROUGH SOCIAL NETWORK MANAGEMENT	Assis. Prof. Dr. Srisawas Siriporn, Assis. Prof. Dr. Rotchanakitumnuai Siriluck
		8	STRATEGIES FOR DETERMINING THE IDEAL ASSET STRUCTURE FOR A COMMERCIAL BANK	Dr. Svetlana Saksonova
			SEGMENTATION OF STUDENTS INTERESTED IN STUDYING ABROAD THROUGH CLUSTER ANALYSIS	Kamila Tislerova, Marta Zambochova
			ANALYZING FOREIGN DIRECT INVESTMENT COMPETITION USING REAL OPTIONS IN A HIGHLY UNCERTAIN ENVIRONMENT	J. Zambujal-Oliveira
	9			

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 12:30 – 14:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 10	Assoc. Prof. Dr. Michael Lissack	1	WHEN ELUCIDATIONS "INDUCE" MISTAKES: AN EXAMINATION OF DEPICTIONS AND COMPRESSIONS	Assoc. Prof. Dr. Michael Lissack
		2	IMPLEMENTATION OF MICROSOFT TECHNOLOGIES IN COURSEWORK – AN INSTANCE STUDY	Lilac Al Safadi, Rana Abu Nafesa, Regina Garcia
		3	CYBERSPACE: A NOVEL MEDIUM TO ADVANCE TRADITIONAL DANCES IN INDONESIA PERSIAN BAZAARS: THE DEMONSTRATION OF STABLE IDEAS	Dr. Maria Satya Rani, Fandy Tjiptono, Suyoto
		4	ELEMENTS INFLUENCING ECOLOGICAL MANAGEMENT PRACTICES AMONG HOTELS IN MALAYSIA	Dr. Aida Amirazodi
		5	RESILIENT HUMAN RIGHTS GOVERNANCE: FORMULATING INTERNATIONAL STANDARDS	Zaiton Samdin, Kasimu Abdu Bakori, Hamimah Hassan
			DETERMINANTS FOR TRIUMPH IN EXPATRIATION OF MALAYSIAN INTERNATIONAL CORPORATIONS	Helen P. Greatrex
		6	SUSTAINABLE TOURISM, EXPANSION, ALONG WITH PREDOMINANT FUNCTION OF KHARK (KHARG) AND KHARKO ISLANDS	LEC. Senian Malie, Oriah Akir
		7	AESTHETICS OF MOBILE INTERFACE DESIGN	Maral Mohamadi Zanjani
		8	A DESIGN BLUEPRINT FOR EVENT SUGGESTIONS IN NOVICE LOW-LITERACY COMMUNITIES	Shafiq ur Rehman, Jane-Lisa Coughlan
			SOCIAL IRRITATIONS DURING THE ERA OF MEDIEVAL CONFLICTS IN EUROPE	Yimeng Deng, Klarissa T.T. Chang
9				

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 12:30 – 14:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 11	Dr. Miloš Šeda	1	OPTIMIZING OF GAS CONSUMPTION IN GAS-BURNER SPACE HEATER	Dr. Saeed Negahdari, Davood Jalali Vahid
		2	DEVELOPMENT OF AUTOMATIC GUIDED MOBILE ROBOT USING MAGNETIC POSITION METER	Geun-Mo Kim, Young-Jae Ryoo
		3	A SUPERVISORY SCHEME FOR STEP-WISE SAFE SWITCHING CONTROLLERS	Fotis N. Koumboulis, Maria P. Tzamtzi
		4	GEOMETRY DESIGN SUPPORTED BY MINIMIZING AND VISUALIZING COLLISION IN DYNAMIC PACKING	Johan Segeborn, Johan S. Carlson, Robert Bohlin, Rikard Söderberg
		5	FLEXIBLE HEURISTICS FOR PROJECT SCHEDULING WITH LIMITED RESOURCES	Dr. Miloš Šeda
		6	CLASSIC AND HEURISTIC APPROACHES IN ROBOT MOTION PLANNING A CHRONOLOGICAL REVIEW	Ellips Masehian, Davoud Sedighzadeh
		7	STABILIZER FILLET WELD STRENGTH UNDER MULTIAXIAL LOADING (EFFECT OF FORCE, SIZE AND RESIDUAL STRESS)	Iman Hadipour, Javad Marzbanrad
		8	INTELLIGENT ABS FUZZY CONTROLLER FOR DIVERSE ROADSURFACES	Dr. Roozbeh Keshmiri, Alireza Mohamad Shahri
		9		



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 12:30 – 14:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 13	Assoc. Prof. Dr. Minh Bui	1	HARNESSING THE POWER OF GARLIC AND CHILI: A NATURAL SOLUTION FOR CONTROLLING CABBAGE INSECT PESTS AND ENHANCING CROP GROWTH IN VIETNAM	Nguyen Tuan, Bui Lan Anh, Hoang Anh
		2	EXPLORING THE EFFICACY OF BANANA PEELS AS A BIOSORBENT FOR MANGANESE REMOVAL FROM AQUEOUS SOLUTIONS	Assoc. Prof. Dr. Minh Bui
		3	INVESTIGATING THE BROAD-SPECTRUM ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF EUCALYPTUS CAMENDULENSIS ESSENTIAL OIL AGAINST SELECTED BACTERIA AND FUNGI	Phd. Candidate Milad Mahmoud
		4	CRAFTING THE SQUARE WATERMELON MOLD: A MECHANICAL FORCE GAUGE DESIGN AND DEVELOPMENT JOURNEY	Dr. Mina Mehani, Prof. Dr. Nsasrin Salhi,
		5	UNVEILING FIBRINOLYTIC PROTEASE-PRODUCING ENDOPHYTIC FUNGI RESIDING IN HIBISCUS LEAVES FROM SHAH ALAM	Mohd Sidek Zainon Mohd Zaidah Zainal
		6	IMPACT OF BOVINE COLOSTRUM SUPPLEMENTATION ON INTESTINAL ENZYME ACTIVITY IN JUVENILE DOURADO SALMINUS BRASILIENSIS: A HISTOCHEMICAL INVESTIGATION	Assoc. Prof. Dr. Ahmad Noor Ariffin,
		7	REVOLUTIONIZING SQUARE WATERMELON PRODUCTION: THE INNOVATIVE DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MECHANICAL FORCE GAUGE	Tahere Valeria, Sara Ladjel



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Prof. Dr. Hayati Aydın	1	DİVÂN SAHİBİ ŞEYH AHMED KUDDÛSÎ'YLE İLGİLİ OSMANLI ARŞİVLERİNDE BULUNAN BAZI HUSÛSÎ VESİKALAR	Doç. Dr. Mehmet Sait MERMUTLU
		2	FACTORS THAT NEGATIVELY AFFECT WOMEN'S ACCESS TO MOSQUES AND CONGREGATIONS	Assoc. Prof. Dr. İsmail YALÇIN
		3	PROBLEMS ENCOUNTERED IN THE CODIFICATION OF ISLAMIC FAMILY LAW	Assoc. Prof. Dr. İsmail YALÇIN
		4	KELAM TARİHİNDE İTİKADİ İHTİLAFLARIN NEDENLERİ	Prof. Dr. Mustafa ÜNVERDİ
		5	DEPREM METAFİZİĞİ	Prof. Dr. Mustafa ÜNVERDİ
		6	GAYRİ MÜSLİMLERİN İYİLİKLERİ HAKKINDA	Prof. Dr. Mustafa ÜNVERDİ
		7	SOME INTERPRETATION RULES IN UNDERSTANDING THE QURAN	Prof. Dr. Hayati Aydın
		8	APPROPRIATE MEANING IS ESSENTIAL IN TAFSİR	Prof. Dr. Hayati Aydın
		9	Cultural Frameworks of Deistic Approaches and Theological Argumentation	Dr. Öğr. Üyesi Aslı MENEKŞE

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Doç. Dr. Mustafa TUNÇER	1	HAVASS OF SURAH FATIHA ACCORDING TO ŞİFÂÜ'L EBDÂN	Fatma Zehra DONAT
		2	GENÇLERİN İNANÇ SORUNLARINA YÖNELİK MANEVİ DANIŞMANLIK VE REHBERLİK HİZMETLERİ BAĞLAMINDA BİR ANALİZ DENEMESİ	YL Öğrencisi Aysun ÖGCEM Doç. Dr. Ömer Faruk SÖYLEV Doç. Dr. Ergin ÖGCEM
		3	BİR TUTUM VEYA TAVIR OLMASI BAĞLAMINDA İMAN	YL Öğrencisi Aysun ÖGCEM Doç. Dr. Ergin ÖGCEM
		4	KUR'AN'A GÖRE MİRAS PAYLAŞIMINDA KADINA ERKEĞİN YARISI KADAR PAY VERİLMESİNİN GEREKÇELERİ	Doç. Dr. Mustafa TUNÇER
		5	AİLE BİREYLERİNE YÖNELİK MANEVİ DANIŞMANLIK SÜREÇLERİ (KÜTAHYA AİLE VE DİNİ REHBERLİK MERKEZİ ÖRNEĞİ)	FATMA ZEHRA IŞIK Doç. Dr. ÖMER FARUK SÖYLEV
		6	HİLAFETİN 30 YIL OLDUĞUNA İŞARET EDEN RİVAYETE FARKLI BİR BAKIŞ	Doç. Dr. Mevlüt POYRAZ Dr. Öğr. Üyesi Hatice ULUIŞIK
		7	HZ. MUHAMMED (SAS)'İN SİYASİ VE ASKERİ OLAYLARLA İLGİLİ GÖRÜP YORUMLADIĞI, HAYATINDA FİİLİ OLARAK KARŞILIK BULAN RÜYALARINA BİR BAKIŞ	Doç. Dr. Mevlüt POYRAZ Dr. Öğr. Üyesi Hatice ULUIŞIK
		8	WORLDLY (SECULARİZATION) AND ISLAMIC FAITH	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet TAŞDELEN
		9	İSLAMİ HAREKETİN RADİKAL İKİ YÖNÜ: SÜNNİ VE Şİİ PARADİGMANIN KUR'AN TASAVVURLARI -SEYYİD KUTUB (Ö. 1966)- MUHAMMED HÜSEYİN FADLALLAH (Ö. 2010) ÖRNEĞİ-	Arş. Gör., Sümeyra NALBANT

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Doç. Dr. Mehmet ONUR	1	4-6 YAŞ KUR'AN KURSLARININ GENEL ÇERÇEVESİ AÇISINDAN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, MERVE GÜL
		2	LIFE AND WORKS OF THE ANDALUSI EBÜ ÂMR OSMAN BİN SÂİD ED-DÂNİ	Muhammed Emin BARCA Doç. Dr. Nesrişah SAYLAN
		3	İSVİÇRE'DE DİN EĞİTİMİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Dilber GÜL
		4	İSLAM HUKUKUNDAN AKIL VE BULÛĞUN TASARRUFLARA ETKİSİ	Doç. Dr. ALPASLAN ALKIŞ
		5	İSLAM YARGILAMA HUKUKUNUN TEMEL İLKELERİ	Doç. Dr. ALPASLAN ALKIŞ
		6	THE PROBLEM OF THE CREATION OF KALÂMULLAH IN THE EARLY THEOLOGICAL PARADIGM	Dr. Nazlı EKER
		7	İbnü'l-Arabi' Kavramlarını Erken Dönem Tasavvufunda Aramak: Tecelli Örneği	Firuze ŞAHİN
		8	İMAN ESASLARI AÇISINDAN KADER GAYB İLİŞKİSİ	Doç. Dr. Fehmi Soğukoğlu
		9	RELATIONSHIP-WORD-MEAN IN ISLAMIC LAW PROCEDURE	Doç. Dr. Mehmet ONUR

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Fatih GÜLER	1	DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE ÇEVRESEL YÖNETİŞİM	Doç. Dr. YILDIZ ATMACA
		2	YEREL YÖNETİMLERDE KAMU GÖREVLİLERİ ETİK DAVRANIŞ İLKELERİ	Doç. Dr. YILDIZ ATMACA
		3	EFFECT OF FEBRUARY 2023 EARTHQUAKES ON ELECTION TURNOUT RATE	Doç. Dr. Fatih GÜLER
		4	A PARLIAMENTARY SYSTEM READING THROUGH YES MINISTER SERIES	Doç. Dr. Fatih GÜLER
		5	TAX POLİCİES IMPLEMENTED IN THE FİGHT AGAINST POVERTY İN TURKEY	Dr. Öğr. Üy. Nagihan Özkanca Andıç
		6	RANKING OF PROVINCES IN TURKEY ACCORDING TO THEIR SATISFACTION WITH PUBLIC SERVICES USING CRITIC AND SAW METHODS	Doç. Dr. Engin KARAKIŞ
		7	KAMU KESİMİNDE ÇAĞDAŞ BÜTÇE ARAYIŞLARI: SOSYAL BÜTÇE	Dr. Öğr. Üyesi, İrem ERASA AKÇA
		8	DEFINING POLITICAL PARTICIPATION IN A DIGITALIZED WORLD	Asst. Prof. Dr. Özge Öz Döm
		9	İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ GÖLGESİNDE TEMEL İKTİSADİ BİR SORUN: GIDA HAKKI	Arş. Gör. M. Gökhan ÖZDEMİR Öğr. Gör. Dr. Selin DİNÇER
		10	THE PROBLEM OF MERIT IN PUBLIC ADMINISTRATION: THE PRINCIPLE OF MERIT IN NATIONAL AND INTERNATIONAL DOCUMENTS	Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Halil GÜZEL
		11	TARIMSAL KREDİLERE İLİŞKİN GÜNCEL DEĞERLENDİRMELER	Öğr. Gör. Dr. Ümmühan MUTLU Öğr. Gör. Dr. Bahar AYDIN CAN
		12	TÜRKİYE'DE KAMU AR-GE TEŞVİKLERİ VE BİR YENİLİK GÖSTERGESİ OLARAK PATENT SAYILARI	Dr. Öğr. Üyesi, İPEK AKAD

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Doç.Dr. Ayşegül GÜRSOY	1	The Impact of Leadership Styles on Employee Motivation: Insights from Moroccan Companies	Zaynab Chriha
		2	THE EFFECT OF SOCIAL MEDIA MARKETING ACTIVITIES ON BRAND EQUITY AND PURCHASE INTENTION: A STUDY ON COFFEE SHOPS IN ISTANBUL	Areej Alkadmani
		3	INDUSTRIAL REVOLUTION 4.0: POTENTIAL TO TRANSFORM THE WORLD	Sujay Kumar
		4	KOZMETİK SEKTÖRÜNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÜZERİNE BİR İNCELEME	Arş. Gör., Zehra Özsürünç Arş. Gör., Hasan ŞENGÜLER
		5	KONGRE TURİZMİNİN KONGRE YAPILAN KENTE KATKILARININ İNCELENMESİ	Dr.Öğrt. Üyesi Ercan DEMİR
		6	KOSGEB DESTEKLERİNİN VAN İLİ GİRİŞİMCİLİK FAALİYETLERİNE KATKILARI	Dr.Öğrt. Üyesi Ercan DEMİR
		7	SEKTÖRLERDE COVID-19 ETKİSİ: ULUSAL VE ULUSLARARASI KARŞILAŞTIRMA	Doç.Dr. Ayşegül GÜRSOY Prof. Dr. Gülüzar KURT-GÜMÜŞ
		8	COVID 19'UN TÜRKİYE'DEKİ FİRMALARIN AR-GE HARCAMALARI ÜZERİNE ETKİSİ	Arş. Gör. HİDAYET ZAHİD GÜRBÜZ
		9	COVID 19'UN TÜRKİYE'DEKİ FİRMALARIN NAKİT POLİTİKALARI ÜZERİNE ETKİSİ	Arş. Gör. HİDAYET ZAHİD GÜRBÜZ
		10	PANDEMİ SÜRECİNDE E-TİCARET UYGULAMASININ EVRİMİ	Ülkü ÇELİK ATEŞ Dr. Öğr. Üyesi ATIL TAŞER
		11	EVALUATION OF COUNTRIES' GROWTH PERFORMANCES DURING THE COVID-19 PANDEMIC	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Bahadır ŞİMŞEK Arş. Gör. Bilge MEYDAN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Doç. Dr. ERKAN EFİLTİ	1	RAFADAN TAYFA ÇİZGİ FİLMİ İLE AKTARILAN DEĞERLERİN İNCELENMESİ	Uzman Öğretmen Mehmet Fatih KOÇ Dr. Öğr. Üyesi Yeliz BOLAT
		2	EBEVEYNLERDEN ÇOCUKLARA GELENEKSEL ÇOCUK OYUNLARININ AKTARILMASI	Uzman Öğretmen, Ali EROL Dr. Öğr. Üyesi Yeliz BOLAT
		3	OKUL YÖNETİCİLERİNİN LİDERLİK ÖZELLİKLERİ İLE ÖĞRETMENLERİN ÖRGÜTSEL BAĞLILIĞI ARASINDAKİ İLİŞKİ: UZAKTAN EĞİTİM SÜRECİ AÇISINDAN BİR DEĞERLENDİRME	Yüksek Lisans Öğrencisi, Selçuk Kaan TÜRKCAN
		4	HAYAT BİLGİSİ DERSİNDE KÖK DEĞERLERİN YERİ	Dr. Öğretim Üyesi, Adem ARSLAN
		5	HAYAT BİLGİSİ DERSİNİ ANLAMAYA ÇALIŞMAK	Dr. Öğretim Üyesi, Adem ARSLAN
		6	TÜRKİYE'DE EĞİTİMİN 100 YILI ÜZERİNE BİR ANALİZ	Prof. Dr. Mustafa Şahin Prof. Dr. Semiha Şahin
		7	ÖLÇÜLEBİLİR VERİLERLE TÜRKİYE'DE EĞİTİM	Prof. Dr. Semiha Şahin Prof. Dr. Mustafa Şahin
		8	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN YABANCI DİL OLARAK ARAPÇA KONUŞMADA KARŞILAŞTIĞI SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ: RECEP TAYYİP ERDOĞAN İMAM HATİP ORTAOKULU ÖRNEĞİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, BÜŞRA MEŞE
		9	GÜZEL SANATALAR LİSESİ MÜZİK BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN BİLİŞSEL YAPILARI: MAKAM KAVRAMI	Dr. Öğr. Üyesi, Levent Değirmencioglu
		10	Eğitimde Strateji Geliştirme ve AR-GE Faaliyetlerinin Türkiye Yüzyılı Bağlamında İncelenmesi	Hüseyin AKPINAR Muhammet Bahadır ŞAHİN
		11	AN INVESTIGATION OF UNIVERSITY STUDENTS' VIEWS ON PSYCHOLOGICAL SUPPORT	Doç. Dr. ERKAN EFİLTİ RPD Uzmanı, AZİZA AHATOVA
		12	REHBERLİK VE PSİKOLOJİK DANIŞMANLIK PROGRAMINA GELEN ÖĞRENCİLERİNİN MESLEK ETİĞİ ALGILARININ BELİRLENMESİ	Doç. Dr. ERKAN EFİLTİ Dr. Öğrencisi, ERİŞ ÜNVER

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Assoc.Prof.Dr. ZEYNEP ÖZKURT	1	TAME AND WILD AUTOMORPHISMS ON FREE METABELIAN LEIBNIZ ALGEBRAS	Assoc.Prof.Dr. ZEYNEP ÖZKURT
		2	JACOBIAN MATRICES ON FREE METABELIAN LEIBNIZ ALGEBRAS	Assoc.Prof.Dr. ZEYNEP ÖZKURT
		3	MANYETİK ALANLI ACAYİP KUARK MADDE DAĞILIMININ CREATION FIELD TEORİDE İNCELENMESİ	Dr. Arzu AKTAŞ Doç. Dr. Sezgin AYGÜN
		4	KASNER UZAY – ZAMANINDA QUINTESSENCE ÇÖZÜMLERİ	Dr. Arzu AKTAŞ Doç. Dr. Sezgin AYGÜN
		5	GLOBAL EXISTENCE OF SOLUTIONS FOR A PETROVSKY EQUATION WITH NONLINEAR BOUNDARY DISSIPATION	Ayşe Fidan Erhan Pişkin
		6	DECAY OF SOLUTIONS FOR A FOURTH-ORDER WAVE EQUATION WITH NONLINEAR BOUNDARY DISSIPATION	Erhan Pişkin Ayşe Fidan
		7	Positiveness of Many-Interval Sturm-Liouville Operators	Doç. Dr. Hayati OLĞAR Prof. Dr. Oktay MUHTAROĞLU
		8	The Weak Solutions of Many-Interval Sturm-Liouville Boundary-Value-Transmission Problems	Doç. Dr. Hayati OLĞAR Prof. Dr. Oktay MUHTAROĞLU Prof. Dr. Kadriye AYDEMİR
		9	SOFT LIMIT AND SOFT CONTINUITY FOR FUNCTIONS WITH MULTI VARIABLES	Burak ARSLAN Serdar ENGİNOĞLU
		10	SOFT DIFFERENTIABILITY	Burak ARSLAN Serdar ENGİNOĞLU

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Prof. Dr. Zehra Yücedağ	1	BLOW UP OF SOLUTIONS FOR $p(x)$ -BIHARMONIC LAMÉ EQUATION WITH NEGATIVE INITIAL ENERGY	Nebi Yılmaz Erhan Pişkin
		2	NONEXISTENCE OF GLOBAL SOLUTIONS FOR $p(x)$ -BIHARMONIC LAMÉ EQUATION WITH POSITIVE INITIAL ENERGY	Nebi Yılmaz Erhan Pişkin
		3	ON A BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR MANY-INTERVAL DIFFERENTIAL EQUATION WITH TRANSMISSION CONDITIONS	Prof., Kadriye AYDEMİR Prof., Oktay Sh. MUKHTAROV Asst. Prof., Merve YÜCEL
		4	ON AN APPROXIMATE DTM- SOLUTION TO THE TRANSMISSION PROBLEM	Asst. Prof., Merve YÜCEL Prof., Oktay Sh. MUKHTAROV Prof., Kadriye AYDEMİR
		5	EXISTENCE OF SOLUTIONS FOR EQUATIONS OF $p(x)$ -LAPLACE TYPE OPERATORS WITH NONLINEAR BOUNDARY CONDITIONS	Prof. Dr. Zehra Yücedağ
		6	EXISTENCE OF WEAK SOLUTIONS FOR ELLIPTIC PROBLEMS WITH VARIABLE EXPONENT AND NONLINEAR BOUNDARY CONDITIONS	Prof. Dr. Zehra Yücedağ
		7	ON OPTIMAL CONTROL OF AN INITIAL CONDITION IN A PARABOLIC SYSTEM BY A VARIATIONAL METHOD	Yeşim AKBULUT
		8	On Eccentric Connectivity Index of Some Middle Graphs	Yaren Aktürk Aysun Aytaç



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Assoc. Prof. Dr. Mehmet Erdi KORKMAZ	1	INVESTIGATION OF WEAR PROPERTIES OF MULLITE-ALUMINA-ZIRCONIA CERAMICS	Asst. Prof. Dr. MEHMET AKIF HAFIZOĞLU Assoc. Prof. Dr. TAHSİN BOYRAZ Assoc. Prof. Dr. AHMET AKKUŞ
		2	OPTIMIZATION OF THE GRIPPER ELEMENT IN THE AUTOMATED ROBOT UNIT CELL	Araştırmacı Murat İPEK Araştırmacı Meriç IŞIK
		3	INVESTIGATION OF ENERGY ABSORPTION CAPABILITIES OF CYLINDRICAL CRASH BOXES MADE OF GLASS FIBER REINFORCED POLYMER MATRIX COMPOSITE WRAPPED AT DIFFERENT ANGLES	Asist. Prof., ERTAN KÖSEDAĞ Master Student, MEHMET TAY
		4	THE EFFECT OF RENEWABLE ENERGY ON ENERGY EFFICIENCY	Öğr.Gör. Tuğba ATAL Dr.Müh. Bülent AYHAN Prof.Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK
		5	STRATEGIES TO INCREASE ENERGY EFFICIENCY	Öğr.Gör. Tuğba ATAL Dr.Müh. Bülent AYHAN Prof.Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK
		6	YENİ NESİL ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN ÖZEL JANT GELİŞTİRİLMESİ	Robot ve Otomasyon Mühendisi, Umut COŞGUN Doç. Dr., Ahmet FEYZİOĞLU
		7	İÇ MEKANLAR İÇİN, BİOMETRİK ÖZELLİKLER GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURULARAK GELİŞTİRİLEN, HİDROLİK PRESTE ÜRETİLMEME UYGUN, UZUN KULLANIM ÖMÜRLÜ, ENERJİ VERİMLİLİĞİ YÜKSEK, KARE AYDINLATMA SİSTEMİ TASARIMI	Ömer İŞBİLİR Murat KOCAOĞLU Doç. Dr., Ahmet FEYZİOĞLU
		8	Evaluation of Cutting Forces in High-Speed Turning of AA7075-T6 Aluminum Alloys: A Finite Element Modelling Study	Assoc. Prof. Dr. Mehmet Erdi KORKMAZ Prof. Dr. Mustafa GÜNAY
		9	PASLANMAZ ÇELİĞİN DELİNİMESİNDE İTME KUVVETİ VE ÇAPAK YÜKSEKLİĞİNİN PARAMETRİK ANALİZİ VE MODELLENMESİ	Prof. Dr. Mustafa GÜNAY Doç. Dr. Mehmet Erdi KORKMAZ
		10	THE EFFECT OF 3D PROTOTYPING ON PRODUCTION	Mechanical Engineer, Ayça KURT
		11	PGV/PGA ORANININ ÇOKLU AYARLI KÜTLE SÖNÜMLEYİCİLERİN KONTROL PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	Doçent Doktor, ONUR ARAZ
		12	YAPI-ZEMİN ETKİLEŞİMİ DİKKATE ALINARAK ÇOKLU AYARLI KÜTLE SÖNÜMLEYİCİLERİN OPTİMUM TASARIMI	Doçent Doktor, ONUR ARAZ

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Asst. Prof., Fatih Taktak	1	YAŞAYAN YAPILAR: BİR YAPI MALZEMESİ OLARAK MİSELYUM	Arş. Gör., HANDE EYÜBOĞLU Arş. Gör., ZEYNEP YANILMAZ
		2	THE EFFECTS OF MATERIALS ON SETTLEMENT OF CONSTRUCTION AND PERSPECTIVE OF FORM IN ARCHITECTURE OF HOUSING	Asist.Prof.Dr.Birgül ÇAKIROĞLU Assoc.Prof.Dr.Reyhan AKAT Dr.İsmail Raci BAYER
		3	ANALYSES OF THE VALLEYS AND CASTLE INTERIOR	Assoc.Prof.Dr.Reyhan AKAT Asist.Prof.Dr.Birgül ÇAKIROĞLU
		4	SMART CITIES İN URBANİZATİON PROCESSES: A COMPARATİVE STUDY WITH THE EXAMPLE OF UŞAK	Asst. Prof., Fatih Taktak
		5	SOCIAL BONDS İN SURVEYİNG ENGINEERING: AN ASSESSMENT FROM THE PROFESSIONAL ORGANIZATION PERSPECTİVE	Asst. Prof., Fatih Taktak
		6	İŞLEVİNİ YİTİRMİŞ GELENEKSEL ÜRETİM ALANLARININ BÜTÜNCÜL YAKLAŞIMLARLA KENTE KAZANDIRILMASI: SAFRANBOLU TABAKHANE BÖLGESİ	Dr. Öğr. Üyesi FUAT FİDAN Dr. Öğr. Üyesi SAADET GÜNDOĞDU
		7	TARİHİ SU YAPILARININ RESTORASYON AÇISINDAN FİZİKSEL VE İŞLEVSEL İNCELENMESİ: FERHAT SU KANALI ÖRNEĞİ	Göksal KURŞUN Süleyman Kaya Dr. Öğr. Üyesi, Ahmet GÖKDEMİR Dr. Öğr. Üyesi, Murat PINARLIK
		8	SAMSUN İLİ HAVZA İLÇESİ ALİ OSMAN AĞA KONAĞI'NIN YAPIM YÖNTEM TEKNİĞİNİN VE CEPHE BOZULMALARININ İNCELENMESİ	Eda Nur KURT Doç. Dr. Alper BİDECI

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Assoc. Prof. Mércia L. Vasconcelos,	1	UNVEILING THE CYTOTOXIC POTENTIAL OF NIGELLA SATIVA EXTRACTS: A GUIDED FRACTIONATION APPROACH USING SULFORHODAMINE-B ASSAY	Harshani Kapila D. Dissanayaka
		2	EVALUATING THE IMPACT OF AMINOPOLYETHER ON 18F-FDG STABILITY AND IMAGING QUALITY: A COMPREHENSIVE ASSESSMENT	Renata Leão, E. Nascimento, Natalia Nascimento, S. Oliveira
		3	AMINO ACID-BASED BIODEGRADABLE MICELLES: A PROMISING PLATFORM FOR ENHANCED DRUG DELIVERY	Assoc. Prof. Mércia L. Vasconcelos, Dr. João Elaine
		4	ASSESSING THE IMPACT OF LOST TO FOLLOW-UP ON HEALTH-RELATED QUALITY OF LIFE IN TUBERCULOSIS PATIENTS: A CASE STUDY OF YEMEN	Dr. Nadia Al-Taie Anmar Mohammed,
		5	UNVEILING THE ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF CHLOROBUTANOL: SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, AND EFFICACY EVALUATION	Prof. Dr. Fadia Sultany
		6	ANTIBIOTIC STEWARDSHIP IN ACUTE CARE SETTINGS OF IRAQ: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF PRESCRIBING PATTERNS AND STRATEGIES FOR IMPROVEMENT	HadhoumGuerfi, SiderYassa, Djerboua Boursouti Mamou Hadjadj Aoul Mekacher
		7	SHARBAT DEENAR AS A POTENTIAL HEPATOPROTECTIVE AGENT: EVALUATING ITS EFFICACY AGAINST CARBON TETRACHLORIDE-INDUCED LIVER DAMAGE IN RATS	Ola Nassr, Ali Abd Alridha,

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Assoc. Prof. Dr. Benaziz Dorbane,	1	UNVEILING CHLOROBUTANOL'S ANTIMICROBIAL PROWESS: A SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, AND EFFICACY EVALUATION	Nazmul Mosaddik Ashik Huda, Abdul Awal,
		2	OPTIMIZING FUROSEMIDE DISPERSIBLE TABLETS FOR PEDIATRIC USE: A COMPREHENSIVE FORMULATION AND EVALUATION STUDY	Shafiqur Nabi, Rukhsana Shaheen, Mustofa Rahman
		3	UNVEILING THE ANTIFUNGAL POTENTIAL OF SOUTH AFRICAN MEDICINAL PLANTS: A TRADITIONAL KNOWLEDGE-GUIDED EXPLORATION	Nadia Bahdja, Thili Malha Zahoua Taoufik, Mourad Marzouk Hadjadj Mekacher
		4	NAVIGATING THE THERAPEUTIC LANDSCAPE OF TOXIC PLANTS: AN ETHNOBOTANICAL EXPLORATION OF TRADITIONAL MEDICINE PRACTICES IN TLEMCEN, ALGERIA	Assoc. Prof. Dr. Benaziz Dorbane,
		5	HARNESSING THE ANTIBACTERIAL POWER OF SILVER DIAMINE FLUORIDE IN FISSURE SEALANTS: A COMPREHENSIVE EVALUATION	Assis. Prof. Dr. S. Djeraba
		6	REPLICATING HUMAN SKIN WITH SHED SNAKE SKINS: DEVELOPMENT OF A NOVEL MODEL MEMBRANE FOR PERCUTANEOUS ABSORPTION RESEARCH	Dr. Elyebdri Asma, Soumia Addoun
		7	PRECISION DRUG DELIVERY OF GLIBENCLAMIDE: EXPLORING THE IMPACT OF POLYVINYL PYRROLIDONE AND ETHYL CELLULOSE CONCENTRATION ON RELEASE PROFILES AND KINETICS	Assoc. Prof. Dr. Nassima Boumediou
		10		





EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Assoc. Prof. Dr. Khemjira Jarmkom,	1	FACTORS AFFECTING PRE-WEANING GROWTH TRAITS IN GENTILE DI PUGLIA LAMBS	Dr. Rua Naser, Assoc. Prof. Rasha Abbas
		2	EXPLORING THE HERITABILITY OF LACTATION TRAITS IN MALTESE GOATS	Nélio Paula Tiago Correia, Carlos Amaral, Odete Pereira,
		3	UNVEILING THE DUAL ACTIONS OF HYDERGINE: AN ERGOT MESYLATE WITH ANTICOAGULANT AND NEUROPROTECTIVE PROPERTIES	Ferreira Veiga, Ilídio Correia Maria Correia,
		4	VALORIZING CARROT WASTE: A NOVEL APPROACH TO ANIMAL NUTRITION USING CARROT-DERIVED FEED ADDITIVES	Dr. Warachate Sukati, Lecture Dr. Suriyan Khobjai, Assoc. Prof. Dr. Khemjira Jarmkom,
		5	ENHANCING EGG PRODUCTION IN AGED LAYING HENS: THE ROLE OF DIETARY TURMERIC POWDER	Pattaranut Techaoei Surachai Eakwaropas,
		6	IMPACT OF TWO HERBAL SEEDS SUPPLEMENTATION ON GROWTH PERFORMANCE AND SOME BIOCHEMICAL BLOOD AND TISSUE PARAMETERS OF BROILER CHICKENS	Russelle S. Alvarez, Noel M. Heralde
		7	ENHANCING MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITES THROUGH NANO-PARTICLE INCORPORATION: A COMPREHENSIVE REVIEW	Assoc. Prof. Dr. Michael S. Quiming,
		8	IMPACT OF TRICHODINIASIS ON HISTOPATHOLOGY AND GROWTH PERFORMANCE OF FARMED RAINBOW TROUT (ONCORHYNCHUS MYKISS) IN WEST IRAN	Dr. Pranee Kanpittaya Dr. Jaturat Suecharoen,

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Prof. Dr. Mahbobeh Hajirostamloo	1	A COMPARATIVE ANALYSIS OF SVM-BASED CRITERIA IN EVOLUTIONARY METHOD FOR GENE SELECTION AND CLASSIFICATION OF MICROARRAY DATA	Rameswar Debnath, Haruhisa Takahashi
		2	EFFICACY OF SELECTED OIL-BLENDED PLANT EXTRACTS AGAINST AFRICAN MUD CATFISH (CLARIAS GARIEPINUS) BEETLES, DERMESTES MACULATUS, AND NECROBIA RUFIPES	Assis. Prof. Dr. Akinwumi F. Olusegun
		3	IMMUNOGENIC ADHESIN VIBRIO ALGINOLYTICUS 49 K DA: ITS ROLE IN MOLECULAR EXPRESSION OF MAJOR HISTOCOMPATIBILITY COMPLEX ON RECEPTORS OF HUMPBACK GROUPER CROMILEPTES ALTIVELIS	Dr. Uun Yanuhar
		4	IDENTIFICATION, CHARACTERIZATION, AND PRODUCTION OF PHYTASE FROM ENDOPHYTIC FUNGI	Yeti Marlida , Rina Delfita , Neni Gusmanizar, Gita Ciptaan
		5	PETIOLE AND LEAF EXPLANTS OF PURPLE FAN FLOWER (SCAEVOLA AEMULA R. BR. CV. 'PURPLE FANFARE'): DIRECT AND INDIRECT SOMATIC EMBRYOGENESIS	Shyama Ranjani
		6	MOLECULAR BASIS OF HELICOBACTER PYLORI DNAK RESISTANCE TO ANTIMICROBIAL PEPTIDE PYRRHOCORICIN	Musammat F. Nahar, Anna Roujeinikova
		7	MICROBIAL COMMUNITIES OF AMMONIA-OXIDIZING ARCHAEA AND BACTERIA IN ENRICHED NITRIFYING ACTIVATED SLUDGE	Puntipar Sonthiphand, Tawan Limpiyakom
		8	BIOMIMETIC COATING SURFACE DERIVED FROM HUMAN ELASTIN TO SUPPORT CELL GROWTH	Antonella Bandiera
		9	OCCURENCE AND PARASITE-HOST OF LIGULA INTESTINALIS IN SATTARKHAN LAKE (EAST AZERBAIJAN, IRAN): A REPORT	Prof. Dr. Mahbobeh Hajirostamloo
		10	VOCALIZATION IN SOOTY-HEADED BULBUL (PYCNONOTUS AURIGASTER): ASPECTS OF COMMUNICATION	Surakan Payakkhabut



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Assis. Prof. Dr. Diah Tri Widayati	1	ALTERATIONS IN BEHAVIOR AND LEARNING CAPACITY OF LEAD-INTOXICATED RATS	Dr. Amira, A. Goma, Assis .Prof. U. E. Mahrous
		2	EFFECTS OF COPPER AND ZINC DEFICIENCY ON MILK PRODUCTION PERFORMANCE OF INTENSIVELY GRAZED DAIRY COWS IN THE NORTH-EAST OF ROMANIA	Alina Anton, Gheorghie Solcan, Carmen Solcan
		3	AVIAN IN VIVO T-LYMPHOCYTE MITOGENS: TUBERCULIN, TETANUS IMMUNOGLOBULIN, AND DPT VACCINE	Ibrahim Mohammed Saeed Shnawa
		4	OPTIMAL TIMING REQUIRED FOR NEWBORN CAMEL CALVES TO RECEIVE THE APPROPRIATE AMOUNT OF COLOSTRUM IMMUNOGLOBULIN (IGG) IN RELATION TO CORTISOL AND THYROXIN LEVELS	Amina M. Bishr, Ahmed B. Magdub, Abdul-Baset R. Abuzweda
		5	SUPPLEMENTATION OF GOAT MILK FRACTIONS: IMPACT ON SERUM IGE RESPONSE AND LEUKOCYTES COUNT IN DINITROCHLOROBENZENE-SENSITIZED RATS	Nurliyani, E. Harmayani, MHNE. Soesaty
		6	EMBRYO TRANSFER AS AN ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGY IN FARM ANIMALS	Assis. Prof. Dr. Diah Tri Widayati
		7	IMPROVING SEMEN QUALITY AND STORAGE CAPABILITY OF ROOSTERS' SEMEN DURING LIQUID STORAGE BY ADDING OLIVE OIL TO DILUENTS	Hazim J. Al-Daraji
		8	EFFECTS OF FEEDING RAW FIBER CONCENTRATE ON GROWTH PERFORMANCE AND BLOOD METABOLITES OF SUCKLING HOLSTEIN CALVES	Mehdi Dehghan-Banadaky, Fridoon Niazi, Mohsen Ghiasvand
		9	COMPARISON OF THREE DIFFERENT PROBIOTICS' EFFECTS ON SUCRASE ACTIVITIES IN THE SMALL INTESTINE MUCOSA OF BROILER CHICKS	Fazlollah Moosavinasab, Zhila Motamedi
		10	SPERM PRODUCTION RATE AND SPERM RESERVES IN GONADAL AND EXTRAGONADAL REGIONS OF THE SOKOTO RED (MARADI) BUCK IN A TROPICAL ENVIRONMENT	Ms. Immanuel I. Bitto, Dr. Thomas Agam

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 8	Senior Lecturer ERKAN KADIR ŞİMŞEK	1	LATERAL TORSIONAL BUCKLING OF STEEL THIN-WALLED BEAMS WITH LATERAL RESTRAINTS	Ivan Balázs, Jindřich Melcher
		2	THE ESTABLISHMENT OF CAUSE-SYSTEM OF POOR CONSTRUCTION SITE SAFETY AND PRIORITY ANALYSIS FROM DIFFERENT PERSPECTIVES	Shirong Li, Xueping Xiang
		3	APPLICATIONS OF CARBON FIBERS PRODUCED FROM POLYACRYLONITRILE FIBERS	R. Eslami Farsani, R. Fazaeli
		4	A STUDY ON THE DEVELOPING METHOD OF THE BIM SOFTWARE BASED ON CLOUD COMPUTING ENVIRONMENT	Byung-Kon Kim
		5	TORSION BEHAVIOR OF STEEL FIBERED HIGH STRENGTH SELF COMPACTING CONCRETE BEAMS REINFORCED BY GFRB BARS	Khaled S. Ragab, Ahmed S. Eisa
		6	ADVANTAGES OF LARGE STRANDS IN PRECAST/PRESTRESSED CONCRETE HIGHWAY APPLICATION	Amin Akhnoukh
		7	MULTIPATH ROUTING SENSOR NETWORK FOR FINDING CRACK IN METALLIC STRUCTURE USING FUZZY LOGIC	Dulal Acharjee, Punyaban Patel
		8	ASSESSING THE EFFECTS OF EXPLOSION WAVES ON OFFICE AND RESIDENTIAL BUILDINGS	Mehran Pourgholi , Amin Lotfi Eghlim
		9	EFFECT OF POLYVINYL PYRROLIDONE AND ETHYL CELLULOSE CONCENTRATION ON RELEASE PROFILE AND KINETICS OF GLICENCAMIDE EXTENDED RELEASE DOSAGE FORM SYSTEM	Amit Kumar, Peeyush Sharma, Anil Bhandari

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Assis. Prof. Mohsen Keyvanfard	1	PSO-DRIVEN PLANNING OF DISTRIBUTION SYSTEMS WITH DISTRIBUTED GENERATIONS	Amin Hajizadeh, Ehsan Hajizadeh
		2	THREE-PHASE HIGH-FREQUENCY AC CONVERSION CIRCUIT WITH DUAL-MODE PWM/PDM CONTROL STRATEGY FOR HIGH-POWER IH APPLICATIONS	Nabil A. Ahmed
		3	A NOVEL MAXIMUM POWER POINT TRACKING FOR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS	Assoc. Prof. Dr. Mohamed Azab
		4	IMPULSE RESPONSE SHORTENING FOR DISCRETE MULTITONE TRANSCIEVERS USING CONVEX OPTIMIZATION APPROACH	Ejaz Khan, Conor Heneghan
		5	HYBRID ASSOCIATION CONTROL SCHEME AND LOAD BALANCING IN WIRELESS LANS	Dr. Chutima Prommak, Dr. Airisa Jantaweetip
		6	ESTIMATION OF BROADCAST PROBABILITY IN WIRELESS AD HOC NETWORKS	Dr. Bharadwaj Kadiyala, Sunitha V
		7	THEORETICAL ANALYSIS OF CAPACITIES IN DYNAMIC SPATIAL MULTIPLEXING MIMO SYSTEMS	Imen Sfaihi, Nouredine Hamdi
		8	FIBER-OPTIC SENSORS	Bahareh Gholamzadeh, Hooman Nabovati
		9	INHIBITION KINETIC DETERMINATION OF TRACE AMOUNTS OF RUTHENIUM(III) BY THE SPECTROPHOTOMETRIC METHOD WITH RHODAMINE B IN MICELLAR MEDIUM	Assis. Prof. Mohsen Keyvanfard

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 10	Assoc. Prof. Dr. Sumathi Poobal,	1	ESTIMATION AND SEGMENTATION OF BREAST SKIN-LINE IN MAMMOGRAMS UTILIZING THE FAST-MARCHING METHOD.	Assis. Prof. Dr. Koichi Harada
		2	ENHANCEMENT OF SCATTERER DENSITY IN EDGE AND APPLICATION OF COHERENCE-ENHANCING NONLINEAR ANISOTROPIC DIFFUSION FOR REDUCING MEDICAL ULTRASOUND SPECKLE.	Ahmed Badawi J. Michael Johnson Mohamed Mahfouz
		3	T-WAVE DETECTION BASED ON ADJUSTED WAVELET TRANSFORM MODULUS MAXIMA.	Samar Krimi, Kaïs Ouni, Noureddine Ellouze
		4	CLOSING THE MENTAL GAP BETWEEN CONVOLUTION APPROACH AND COMPARTMENTAL MODELING IN FUNCTIONAL IMAGING: TYPICAL EMBEDDING OF AN OPEN TWO-COMPARTMENT MODEL INTO THE SYSTEMS THEORY APPROACH OF INDICATOR DILUTION THEORY.	Dr. Gesine Hellwig
		5	UTILIZATION OF DATA MINING AND FORMAL CONCEPT ANALYSIS FOR THE ANALYSIS OF MEDICAL DATA.	Anamika Gupta, Naveen Kumar, Vasudha Bhatnagar
		6	UTILIZING CASE-BASED REASONING TECHNOLOGY FOR MEDICAL DIAGNOSIS.	Assis. Dr. Abdel-Badeeh M. Salem
		7	ANALOG ALGORITHMS FOR THE DETECTION OF DIABETIC SYMPTOMS IN RETINA IMAGES.	Daniela Matei Radu Matei
		8	DETERMINING AN OPTIMUM VALUE OF TOLERANCE FACTOR FOR COMPRESSING MEDICAL IMAGES.	Assoc. Prof. Dr. Sumathi Poobal, G. Ravindran
		9		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 22-24, 2023 - Izmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24Aralık / December 24, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	Assoc.Prof. Sima Mehdizadegan Namin	1	TOWARDS CREATING A LOW-COST ADAPTIVE METHODOLOGY FOR MODELING CRASHES IN KARACHI	Dr. Mohammad Ahmed Rehmatullah
		2	INTERACTIVE FUZZY MULTI-OBJECTIVE PROGRAMMING FOR SUSTAINABLE RURAL DEVELOPMENT IN LAND RE-ORGANIZATIONAL PLANNING	Bijaya Krushna Mangaraj, Deepak Kumar Das
		3	SPATIAL IMPACTS AND SPATIAL STRUCTURE OF THE JAKARTA METROPOLITAN AREA: A PERSPECTIVE FROM SOUTHEAST ASIAN EMR	Dr. Ikhwan Hakim, Assis. Prof. Bruno Parolin
		4	AN APPROACH TO ACHIEVE SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN HISTORIC CITIES THROUGH SPATIAL PLANNING	Assis. prof. Dr.Mohammad Ali Abdi, Assoc.Prof. Sima Mehdizadegan Namin
		5	POSSIBLE UTILIZATION OF CIGARETTE BUTTS IN LIGHT-WEIGHT FIRED CLAY BRICKS	Aeslina Abdul Kadir, Abbas Mohajerani
		6	USING GENETIC ALGORITHM STRATEGIES FOR DIGITAL FILTERS ON HOT-MIX ASPHALT COMPLEX MODULUS TEST DATA	Madhav V. Chitturi, Anshu Manik, Kasthurirangan Gopalakrishnan
		7	PERFORMANCE ASSESSMENT OF WEATHER INDICES FROM HOAPS DATA ON COMPUTATIONAL GRID	Dr. Madhuri Bhavsar, Anupam K Singh, Shrikant Pradhan
		8	ENHANCED CLUSTERING ANALYSIS AND VISUALIZATION THROUGH KOHONEN'S SELF-ORGANIZING FEATURE MAP NETWORKS	Kasthurirangan Gopalakrishnan, Siddhartha Khaitan, Anshu Manik
		9	THE EFFECT OF CONFINEMENT SHAPES ON OVER-REINFORCED HSC BEAMS	Ross Jeffry, Muhammad N. S. Hadi

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 12	Dr. Bi Bo,	1	EVALUATING THE EFFECTS OF PERENNIAL GRASS CONTOUR STRIPS WITH BIO-FUEL POTENTIALS ON AQUATIC ECOSYSTEMS	Roy R. Gu, Mahesh Sahu
		2	IMPLEMENTATION OF A PHOTOVOLTAIC SMALL-SCALE WASTEWATER TREATMENT INITIATIVE FOR RURAL AND NEWLY CULTIVATED REGIONS IN EGYPT	Fadia M. A. Ghali
		3	DEVELOPMENT OF A CONDITION ASSESSMENT SYSTEM FOR INFRASTRUCTURES IN WASTEWATER TREATMENT PLANTS	Altayeb Qasem, Tarek Zayed, Zhi Chen
		4	IMPACT OF UTILIZING STONE CUTTING WASTE ON THE COMPRESSIVE STRENGTH AND SLUMP PROPERTIES OF CONCRETE	Kamel K. Alzboon, Khalid N.Mahasneh
		5	COMPARATIVE STUDY ON THE REMOVAL OF HEAVY METALS FROM WASTEWATER THROUGH ADSORPTION AND MEMBRANE PROCESSES	Nermen N. Maximous, George F. Nakhla, W. K. Wan
		6	RISK ASSESSMENT OF CRITERIA AIR POLLUTANTS BASED ON STATISTICAL ANALYSIS: A CASE STUDY OF SULFUR DIOXIDE	Ehsan Bashiri
		7	EVALUATING THE EFFICIENCY OF LOW-COST WATER TREATMENT PLANTS WITH THE INTRODUCTION OF A GRAVEL BED FLOCCULATOR	Assis. Prof. Dr. Alaa Hussein Wadi
		8	ANALYSIS OF E-WASTE RECYCLING SYSTEMS IN JAPAN AND CHINA: A COMPARATIVE STUDY	Dr. Bi Bo, Kayoko Yamamoto
		9	APPLICATION OF THE WANG-MENDEL METHOD FOR PREDICTING DISSOLVED OXYGEN LEVELS IN RIVERS – A CASE STUDY OF AU SABLE RIVER	Mahmoud R. Shaghaghian
		10	ASSESSMENT OF HETEROTROPHIC ACTIVITIES AND ALGAL BIOMASS IN SURFACE FLOW STORMWATER WETLANDS	Dr. Wendong Tao

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 13	Assis .Prof. Surinder Deswal	1	DEVELOPING EFFICIENT TESTING AND UNLOADING PROCEDURES FOR A LOCAL SEWAGE HOLDING PIT	Esra E. Aleisa
		2	ARTIFICIAL NEURAL NETWORK BASED MODELING OF EVAPORATION LOSSES IN RESERVOIRS	Surinder Deswal, Mahesh Pal
		3	OXYGEN TRANSFER BY MULTIPLE INCLINED PLUNGING WATER JETS	Assis .Prof. Surinder Deswal
		4	OPTIMIZATION OF THE CHARACTERISTIC STRAIGHT LINE METHOD BY A “BEST ESTIMATE“ OF OBSERVED, NORMAL ORTHOMETRIC ELEVATION DIFFERENCES	Mahmoud M. S. Albattah
		5	PERFORMANCE ANALYSIS OF LOAD BALANCING ALGORITHMS	Sandeep Sharma, Sarabjit Singh, Meenakshi Sharma
		6	PHOTOCATALYTIC DETOXIFICATION METHOD FOR ZERO EFFLUENT DISCHARGE IN DAIRY INDUSTRY: EFFECT OF OPERATIONAL PARAMETERS	Dr. Janhavi Inamdar, S.K. Singh
		7	APPLICATION OF WAVELET NEURAL NETWORKS IN OPTIMIZATION OF SKELETAL BUILDINGS UNDER FREQUENCY CONSTRAINTS	Mohammad Reza Ghasemi, Amin Ghorbani
		8	MODELING OF REINFORCEMENT IN CONCRETE BEAMS USING MACHINE LEARNING TOOLS	Phd Yogesh Aggarwal
		9	PUBLIC TRANSPORT REFORM IN INDONESIA, A CASE STUDY IN THE CITY OF YOGYAKARTA	Ahmad Munawar

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 18:00 – 20:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Doç. Dr., ÇİĞDEM BERBER ÇELİK	1	FREUD VE LACAN'IN KURAMINDA BEDEN KAVRAMI	Yüksek Lisans Öğrencisi, Oğuzhan Nacak
		2	EVLİLİK ÇATIŞMALARI VE BOŞANMALARIN ÇOCUKLARA VE ERGENLERE ETKİLERİ	Doç. Dr., ZEKAVET KABASAKAL Yüksek Lisans Öğrencisi, EMEL BAYRAM AKSU Yüksek Lisans Öğrencisi, KADERAY KAYIRAN
		3	PSYCHOLOGICAL VIOLENCE AGAINST WOMEN IN THE FAMILY	Doç. Dr. Günce DEMİR Prof. Dr. Dolunay Şenol
		4	DOMESTIC VIOLENCE AGAINST WOMEN	Doç. Dr. Günce DEMİR Prof. Dr. Dolunay Şenol
		5	COVID-19 PANDEMİSİ SÜRECİNDE ÇOCUK İSTİSMARI	Doç. Dr., ZEKAVET KABASAKAL Yüksek Lisans Öğrencisi, Berika ERYILMAZ
		6	EŞLERİN EVLİLİK NİTELİĞİ İLE ANNE BEKÇİLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Dr. MELİSA EBEOĞLU DUMAN Uzm. Psk. HATİCE GÜNEŞ
		7	DİJİTAL İSTİFÇİLİĞİN DÜRTÜ KONTROLÜ AÇISINDAN İNCELENMESİ	Doç. Dr., ÇİĞDEM BERBER ÇELİK
		8	THE RELATIONSHIP BETWEEN PSYCHOLOGICAL RESILIENCE AND COMPASSION AFTER THE COVID-19 EXPERIENCE: AN APPLICATION OF PUBLIC UNIVERSITY STUDENTS	Öğr.Gör.ÖZLEM ANUK Doç.Dr.CEMİLE ÇETİN



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
24 Aralık / December 24, 2023 / 18:00 – 20:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Asst. Prof., SEZEN GÜLEÇ	1	BODY LANGUAGE AWARENESS BETWEEN SPOUSES SCALE: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	Prof. Dr. Ahmet AKIN Meral DERELİ
		2	TURKISH VERSION OF THE DIGITALIZATION ANXIETY SCALE: EXAMINATION OF THE PSYCHOMETRIC PROPERTIES	Asist. Prof. Dr. Demet Vural Yüzbaşı Assoc. Prof. Dr. Filiz Kunuroğlu
		3	SCALE OF MARİTAL ASSERTIVENESS: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	Prof. Dr. Ahmet AKIN Gökhan MUTLU
		4	PERSONAL BOUNDARIES SCALE IN MARRIAGE: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	Prof. Dr. Ahmet AKIN Hilal KURĞA
		5	FAMILY RELIGIOUS MOBING SCALE: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	Prof. Dr. Ahmet AKIN Zehra Şahin
		6	AESTHETIC ANXIETY SCALE IN ADOLESCENTS: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	Prof. Dr. Ahmet AKIN Gülfem ÖZTÜRK
		7	SCALE OF INFLATION ANXIETY: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	Prof. Dr. Ahmet AKIN Tuğba TUNCEL
		8	Kişilik Özelliklerinin Bağımlı Yeme Davranışı ile İlişkisinde Problemler İnternet Kullanımının Rolü	Hatice Ese Turgut Dr. Öğr. Üyesi Safiye Elif Çığatay
		9		
		10		
		11	THE RELATIONSHIP BETWEEN EARLY MALADAPTIVE SCHEMAS AND DATING ANXIETY IN UNIVERSITY STUDENTS	Asst. Prof., SEZEN GÜLEÇ

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 18:00 – 20:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Doç. Dr. KEMAL DİL	1	KUMAR OYNAMA BOZUKLUĞU İLE ALGILANAN EBEVEYN TUTUMLARI İLİŞKİSİNİN PEKİŞTİRMEYE DUYARLILIK TEORİSİ BAĞLAMINDA İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, MERVE NUR TURAN
		2	QUESTIONING THE CITIZENSHIP AND LIFE SATISFACTION OF TURKS IN AUSTRALIA THROUGH A QUALITATIVE STUDY	Doç. Dr. KEMAL DİL
		3	REFLECTIONS OF THE FEBRUARY 6 AND 20, 2023 EARTHQUAKES: A CASE STUDY OF HATAY	Doç. Dr. KEMAL DİL
		4	PSYCHOMETRIC PROPERTIES OF THE FEARS AND RESISTANCES TO MINDFULNESS SCALE	Mustafa Subasi Emre Gürkan Hakan Karaman Sefa Bulut
		5	PSYCHOMETRIC PROPERTIES OF THE MULTIDIMENSIONAL EXISTENTIAL MEANING SCALE AMONG TURKISH UNIVERSITY STUDENTS	Mustafa Subasi Hakan Karaman Sefa Bulut
		6	Investigating social and psychological adaptation among international students: A study of factors influencing wellbeing.	Gloria Manyeruke Ebru Tansel
		7	LGBT BİREYLER VE MADDE KULLANIM BOZUKLUĞU ARASINDAKİ İLİŞKİ	PSK. DAN. İREM HATIL
		8	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ALGILANAN MÜKEMMELİYETÇİ EBEVEYN DAVRANIŞI VE BENLİK SAYGISI DÜZEYLERİNİN SOSYAL KAYGI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ	ILGIN GÜÇLÜ
		9	EVLİ ve ÇOCUKLU ÇİFTLERİN EVLİLİK UYUMLARI ve PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNİN ÇOCUK YETİŞTİRME TUTUMLARI İLE İLİŞKİSİ	Dr. Öğr. Üyesi, FERİHAN TANRIKUT Psikolog, MERVE AKDAŞ

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 18:00 – 20:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Abdullah EROL	1	İZMİR'DE YEREL SEÇİMLERİN TÜRKİYE SİYASETİ İLE İLİŞKİSİ	Doç. Dr. LEVENT YILMAZ
		2	TÜRKİYE'DE SİYASAL BİLİMLER EĞİTİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Doç. Dr. LEVENT YILMAZ
		3	POLİTİK ETKİLEME TAKTİKLERİ İLE MODERN LİDERLİK TARZLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ	YÜKSEK LİSANS ÖĞRENCİSİ, PELDA GÜNEŞ, DOÇENT DOKTOR, ÖZGE MEHTAP
		4	21. YÜZYILIN YÖNETİM PARADİGMASI: AB'NİN KAMU YÖNETİMİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM	Doç. Dr. SONER AKIN
		5	KÜLTÜREL ÇEŞİTLİLİK VE YARATICI EKONOMİ: AVRUPA'NIN GELECEĞİNDE HARMONİ VE İNOVASYON	Doç. Dr. SONER AKIN
		6	SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE KENT YÖNETİMİ: AVRUPA'NIN YEŞİL VİZYONU	Doç. Dr. SONER AKIN
		7	THE RELATIONSHIP BETWEEN YOUNG VOTERS' POLITICAL INTEREST AND BEHAVIORAL INTENTION: THE MEDIATION EFFECT OF TRUST	PhD Student ÖZLEM İLHAN PhD Student FATMA ZEYBEK
		8	CAUSES OF THE MILITARY COUP ON SEPTEMBER 12, 1980.	Öğr. Gör. Dr., Mert Mahir GÖZ
		9	DIGITAL POLITICS IN THE LIGHT OF THE DIRECTIVE EFFECT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Doç. Dr. SİNEM ŞAHNAGİL
		10	GLOBALIZATION, POPULATION POLICIES AND THE MIDDLE EAST	Doç. Dr. Abdullah EROL
		11	STATE ONTOLOGY IN A METAPHYSICAL CONTEXT (An Essay)	Doç. Dr. Abdullah EROL

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 18:00 – 20:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Prof.Dr. Hatice EROL	1	WILL CRYPTOCURRENCIES REPLACE REAL MONEY?	Yüksek Lisans Öğrencisi,BUŞRA ÖZDAŞ, Dr. Öğretim Üyesi,NİLÜFER YÜCEDAĞ ERDİNÇ
		2	Investigation of the Effect of Central Bank Monetary Policies on Reserves by VAR Analysis	Dr. Dilek USANMAZ
		3	EVALUATING THE ECONOMIC IMPACT OF DEFENSE EXPENDITURES IN ECUADOR: AN ARDL ANALYSIS WIT STRUCTURAL BREAKS	Anıl DAĞDEMİR Can APAYDIN
		4	DYNAMICS OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT AND ECONOMIC GROWTH: EVIDENCE FROM COSTA RICA	Can APAYDIN Anıl DAĞDEMİR
		5	THE RELATIONSHIP BETWEEN FOREIGN DIRECT INVESTMENTS, ECONOMIC GROWTH, RENEWABLE ENERGY AND CO2 EMISSIONS IN THE TURKISH ECONOMY: A COINTEGRATION ANALYSIS	Prof. Dr. Murat ÇETİN Dr. Aycan CAN
		6	RENEWABLE ENERGY, FOREIGN DIRECT INVESTMENT, ECONOMIC GROWTH AND ENVIRONMENTAL POLLUTION PROFILE IN THE E7 COUNTRIES AND FUTURE IMPLICATIONS	Prof. Dr. Murat ÇETİN Dr. Aycan CAN
		7	AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİNDE COVID-19 VE EKONOMİK BÜYÜMENİN ENFLASYON ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İKİ AŞAMALI SİSTEM GMM YAKLAŞIMI İLE İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Ü., Nigar ALEV
		8	MULTIDIMENSIONAL POLICIES TO ALLEVIATE CHILD POVERTY	Prof.Dr. Hatice EROL Prof.Dr. Abdullah ÖZDEMİR
		9	LABOR PRODUCTIVITY IN THE OECD COUNTRIES	Prof.Dr. Abdullah ÖZDEMİR, Prof.Dr. Hatice EROL
		10	SEKTÖREL İSTİHDAM İLE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ	Dr. Öğr. Üyesi Duygu BAYSAL KURT Doç. Dr. Şaduman YILDIZ
		11	ASYA ÜLKELERİNDE TARIMSAL ARAZİ KULLANIMI, TURİZM, KARBON EMİSYONU VE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNİN NEDENSELLİK İLİŞKİSİ	Öğr. Gör. Dr. MERT ANIL ATAMER Dr. ŞEYMA BOZKAYA
		12	THE IMPACT OF INFORMATION COMMUNICATION TECHNOLOGIES ON HEALTH EXPENDITURES: AN EMPIRICAL ANALYSIS FOR MINT COUNTRIES	Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇELİK Doç. Dr. Erdal ALANCIOĞLU
		12	EĞİTİMLİ İŞGÜCÜ ORANININ GELİR DAĞILIMINA ETKİSİ: OECD ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ	Dr. NURGÜL BAŞARAN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 18:00 – 20:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Dr. Öğr. Üyesi SERDAR YARLIKAŞ	1	A BIOMETRIC ANALYSIS OF BLOCKCHAIN IN FINANCE AND BANKING	Doç. Dr. Hakan ÖZÇELİK Arş. Gör. Hümeysra YILDIZ
		2	TFRS 9 FİNANSAL ARAÇLAR STANDARĐININ FİNANSAL RAPORLAMAYA ETKİSİ: BİST 100 ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Doç. Dr. Hakan ÖZÇELİK Arş. Gör. Süleyman BAYRAKÇIOĞLU
		3	Digital Transformation of Finance: The Future of Digital Finance and Its Implications in Financial Services	Prof. Dr. Yüksel Akay UNVAN Gülcan AYDIN
		4	İŞLETMELERDE MALİYET YAPIŞKANLIĞININ ÖNEMİ VE MALİYET YAPIŞKANLIĞINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	Yüksek Lisans Öğrencisi, Rahime Merve BAŞAR
		5		
		6	CV TABANLI CRADIS YÖNTEMİ İLE GÜNEY AMERİKA ÜLKELERİNDEKİ BİREYSEL REFAHA İLİŞKİN BİR DEĞERLENDİRME	Dr. Öğr. Üyesi SERDAR YARLIKAŞ
		7	STOCK MARKET FLUCTUATIONS, MACROECONOMIC INDICATORS, AND INVESTOR SENSITIVITY: THE CASE OF TURKEY	Res. Assist. Esengül ÖZDEMİR ALTINIŞIK Assoc. Prof. Dr. Melek YILDIZ Assoc. Prof. Dr. Canan DAĞIDIR ÇAKAN
		8	THE IMPACT OF THE LOGISTICS SECTOR ON INTERNATIONAL TRADE AND ECONOMIC GROWTH IN TÜRKİYE	Nuh KÜTÜKÇÜ
		9	A STUDY ON THE PERCEPTIONS OF ORGANIZATIONAL CRONISM OF LOGISTICS SECTOR EMPLOYEES	Yüksek Lisans Öğrencisi Seher Sevgi ULUTAŞ BERK Prof. Dr. Gönül KAYA ÖZBAĞ
		10	MARKETING COMMUNICATION IN E-COMMERCE: STRATEGIC ANALYSIS OF WEBSITES OF BUSINESSES SELLING BOOKS	Savaş Gökalp KARAMIK

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 18:00 – 20:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Dr. Öğr. Üyesi KEMAL KAMACI	1	TEDARİK ZİNCİRİ KALİTE YÖNETİMİNİN ÖNEMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	Dr. Öğr. Üyesi KEMAL KAMACI Doç. Dr. AHMET ALPER SAYIN
		2	TÜRKİYE'DE LOJİSTİK EĞİTİMİ ÜZERİNE YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	Dr. Öğr. Üyesi KEMAL KAMACI
		3	DİJİTAL ÇAĞDA GEZİNMEK: SOSYAL MEDYA ÇAĞINDA HALKLA İLİŞKİLERİN EVRİMİ	Dr. Öğretim Üyesi Ahmet AYDIN
		4	COĞRAFİ İŞARETLEME ve ŞEHİR MARKALAŞMA İLİŞKİLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Bilge DOĞANLI Doç. Dr. Sadullah ÇELİK
		5	KURUMSAL SOSYAL SORUMLULUK FAALİYETLERİNİN (GÖNÜLLÜ FAALİYETLER) KURUM MARKA İMAJINA ETKİLERİ: AKBANK ÖRNEĞİ	Dr. Öğr. Üyesi Bilge DOĞANLI Doç. Dr. Sadullah ÇELİK
		6	ENDÜSTRİ 4.0'IN İŞLETMELER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: FARKLI SEKTÖRLERDEKİ İŞLETMELER ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA	Prof. Dr. ERKAN ÖZDEMİR GAMZE BURÇİN YILMAZ
		7	COVID-19 PANDEMİ DÖNEMİNİN MOBİLYA SEKTÖRÜNE ETKİLERİ VE PANDEMİ DÖNEMİNDEN GELECEĞE İLİŞKİN ÇIKARILAN DERSLER	ÜSAME MURAT KEKİK Prof. Dr. ERKAN ÖZDEMİR
		8	İŞLETMELERDE DİJİTAL LİDERLİK	Dr. Öğr. Üyesi Ali Anıl ÜNSAL
		9	THE RELATIONSHIP BETWEEN EMPOWERING LEADERSHIP AND SAFETY BEHAVIOR	Prof. Dr. Gönül KAYA ÖZBAĞ Büşra DEMİREL
		10	THE EFFECT OF GENERAL SELF-EFFICACY SCALE ON ORGANIZATIONAL COMMITMENT: A FIELD RESEARCH	Prof.Dr., İsmail BAKAN Prof.Dr., Burcu ERŞAHAN Doktora Öğrencisi Makbule ERMAN
		11	THE EFFECT OF TRAT ANGER ON WORK MOTIVATION: A FIELD RESEARCH	Prof.Dr., İsmail BAKAN Prof.Dr., Burcu ERŞAHAN Doktora Öğrencisi Makbule ERMAN

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 18:00 – 20:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Doç. Dr. Yasin ŞEKER	1	İŞLETMELERDEKİ YENİ TEKNOLOJİ: DİJİTAL İKİZ	Dr. Öğr. Üyesi Safa ACAR
		2	STRATEJİK LİDERLİK KAVRAMI VE İŞLETMELERDEKİ FONKSİYONU	Dr. Öğr. Üyesi Safa ACAR
		3	TEMEL YETENEK FARKINDALIĞI VE KURUMSAL SOSYAL SORUMLULUK ALGISININ YENİLİKÇİLİK PERFORMANSINA ETKİSİ	Özlem ESKİ Doç. Dr. Erol TEKİN
		4	ÖRGÜTSEL İLETİŞİMİN İŞ TATMİNİNE ETKİSİNDE ÖRGÜTSEL SOSYALLEŞMENİN ARACI ROLÜ	Gülderen KÜÇÜK Doç. Dr. Erol TEKİN
		5	TRENDS IN POSTGRADUATE PUBLIC RELATIONS EDUCATION: A CRITICAL EXAMINATION OF DOCTORAL THESES	Prof. Dr. ÖZLEM ALİKILIÇ Doktorant, BÜŞRA GÖKÜŞ
		6	KARADENİZ TAHIL GİRİŞİMİ'NİN HİSSE FİYATLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: BİST GIDA, İÇECEK ENDEKSİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	Prof. Dr. Fatih KONAK Doç. Dr. Yasin ŞEKER
		7	HİSSE FİYATLARININ 2023 HAMAS- İSRAİL SAVAŞINA TEPKİSİ: BORSA İSTANBUL ÜZERİNE BİR UYGULAMA	Doç. Dr. Yasin ŞEKER Prof. Dr. Fatih KONAK
		8	MICHAEL PORTER'IN STRATEJİK YÖNETİME KATKILARI: BEŞ GÜÇ MODELİ, JENERİK STRATEJİ VE DEĞER ZİNCİRİ	Dr. Öğr. Üyesi Enes KAYA Dr. Öğr. Üyesi Eray Ekin SEZGİN
		9	YEŞİL MOTİVASYON, YEŞİL YETENEK VE YEŞİL FIRSATLAR IŞIĞINDA YEŞİL İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ UYGULAMALARINI ANLAMAK	Dr. Öğr. Üyesi Enes KAYA Dr. Öğr. Üyesi Eray Ekin SEZGİN
		10	Sağlık Hizmetlerinde Özel Sektörün Varlık Sebepleri	Doç. Dr. Şahin KARABULUT Yüksek Lisans Öğrencisi, Ebrar ÖZDAL
		11	TÜRKİYE'DE E-SAĞLIK UYGULAMALARI'NIN KULLANIMI VE ÇIKTILARI: MHRS UYGULAMASI ÖRNEĞİ	Doç. Dr., Şahin Karabulut Yüksek Lisans Öğrencisi, Semih Şahin
		12	Türkiye'de Sağlık Turizminin Yaygınlaştırılması ve Geliştirilmesinin Önemi	Yüksek Lisans Öğrencisi, Emirhan Aktaş Doç. Dr., Şahin Karabulut



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 18:00 – 20:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Assist. Prof., ALP EREN KAYASANDIK	1	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE DUYGUSAL ZEKÂ VE ÖZNEL ZİNDELİK: DEMOGRAFİK DEĞİŞKENLERİN DÜZENLEYİCİ ROLÜ	Prof. Dr. Hüdaverdi BİRCAN Doktora Öğrencisi Mesut KARAMAN
		2	BİREYSEL GİRİŞİMCİLİK ALGISININ ÖZ YETERLİLİK ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: BENLİK SAYGISININ ARACILIK ROLÜ	Prof. Dr. Hüdaverdi BİRCAN Doktora Öğrencisi Mesut KARAMAN
		3	HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNDE DİJİTAL OKURYAZARLIK DÜZEYLERİNİN KARIYER FARKINDALIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	Dr. Öğretim Üyesi, Hilal KUŞÇU KARATEPE Doktora Öğrencisi Mesut KARAMAN
		4	HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNDE BENLİK SAYGISININ KLİNİK KARAR VERME BECERİLERİ ÜZERİNE ETKİSİ	Dr. Öğretim Üyesi, Hilal KUŞÇU KARATEPE Doktora Öğrencisi Mesut KARAMAN
		5	SAMPLE CASE OF LEADERSHIP FROM HOWARD HUGHES AND THE AVIATOR	Assist.Prof.,ALP EREN KAYASANDIK
		6	EXAMINING THE CONCEPT OF DIGITAL LITERACY USING THE BIBLIOMETRIC ANALYSIS METHOD	Assist. Prof., ALP EREN KAYASANDIK
		7	MEASURING THE FINANCIAL PERFORMANCE OF ENERGY SECTOR STOCKS OFFERED TO THE PUBLIC IN THE SHORT TERM ON BORSA ISTANBUL	Öğr.Gör.Dr. EZEL DERER AKAY Öğr.Gör.Dr. SERDAR YETİŞEN
		8	MEASURING UNIVERSITY STUDENTS' AWARENESS OF MARKET BEHAVIORS IN THE IPO PROCESS: AN APPLICATION ON ISUBU GONEN MYO STUDENTS	Öğr.Gör.Dr. SERDAR YETİŞEN Öğr.Gör.Dr. EZEL DERER AKAY
		9	THE EFFECT OF CORPORATE GOVERNANCE ON THE BRAND VALUE OF THE COMPANY: AN APPLICATION AT BORSA ISTANBUL	Arş. Gör., Abdullah Kürşat MERTER Dr., Yavuz Selim BALCIOĞLU Arş. Gör., Sedat ÇEREZ Prof., Gökhan ÖZER
		10	A NEW ERA OF HUMAN RESOURCE MANAGEMENT WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Dr. DENİZ DEVRİM TAŞDEMİR



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 18:00 – 20:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Doç. Dr. Sevilay KONYA	1	İRAK'IN VE BELİRLENEN EKONOMİLERİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNDEN YARARLANARAK BİRLEŞMİŞ MİLLETLER SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI	ABBAS NAJDAT HASAN QOSHCHO Dr. Öğr. Üyesi, GÖKHAN ÖZKAYA
		2	İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ÇEVRESEL ADALET	Doç. Dr. Ayşegül Kanbak
		3	TÜRKİYE'DE EKONOMİK BÜYÜME, TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ VE DIŞA AÇIKLIĞIN EKOLOJİK AYAK İZİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	Dr. Öğr. Üyesi Volkan BEKTAŞ
		4	IS REAL GDP PER CAPITA STABLE IN E-7 COUNTRIES? EMPIRICAL EVIDENCE FROM ALTERNATIVE PANEL UNIT ROOT TESTS	Doç. Dr. Sevilay KONYA
		5	6360 SAYILI YASA SONRASI KÖYLERİN MAHALLEYE ÇEVİRİLMESİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	Doç. Dr. Vedat YILMAZ Öğr. Gör. Mehmet MECEK
		6	COVID-19 SALGIN HASTALIĞI DÖNEMİNDE ÜNİVERSİTELERİN ALDIĞI TEDBİRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ: VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ	Doç. Dr. Vedat YILMAZ
		7	EVALUATION OF BUDGET BALANCE IN TURKEY IN TERMS OF BUDGET REALIZATIONS	PhD. FİLİZ ÖZBAY
		8	ACCEPTABILITY OF CARBON TAX IN SOCIETY	Doç.Dr., CEYDA KÜKRER MUTLU
		9	TAXATION IN AN INFLATIONIST ENVIRONMENT	Arş. Gör. Dr., SELCAN ÜNAL
		10	TAX POLICIES APPLIED FOR GREEN RECOVERY	Arş. Gör. Dr., SELCAN ÜNAL

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24 Aralık / December 24, 2023 / 18:00 – 20:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	Dr. Öğr. Üyesi Gamze BİLİR-SEYHAN	1	A RESEARCH ON SOCIAL-ENVIRONMENTAL ELEMENTS IN TAŞELİ TALES	Tuğba KARAKAYA
		2	EVLAT EDİNME HAKKINDA BULUŞMALARI: SOSYAL DESTEK VE BİLGİ PAYLAŞIMI	Dr. Öğr. Üyesi Gamze BİLİR-SEYHAN
		3	ROMAN ÇOCUKLARDA ERKEN YAŞTA MESLEK EDİNME SÜRECİ	KAMİL EFE, DR. ÖĞRETİM ÜYESİ HASAN ÖZER
		4	FİLM VE DİZİLERDE EVLAT EDİNME KONUSUNUN ELE ALINIŞI	Dr. Öğr. Üyesi Gamze BİLİR-SEYHAN
		5	BEING THE “OTHER” IN THE CONTEXT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE AS A SOCIAL POLICY ISSUE	Doç. Dr. ASLIHAN AYKARA Doktora Öğrencisi GİZEM KARABUDAK
		6	THE IMPORTANCE OF CREATIVE DRAMA ACTIVITIES IN SOCIAL SERVICE PRACTICES FOR PEOPLE WITH DISABILITY	Doç. Dr. ASLIHAN AYKARA Doktora Öğrencisi GİZEM KARABUDAK
		7	ÜST SINIFIN TOPLUMSAL TABAKALAŞMA VE MEKÂNSAL AYRIŞMADAKİ YERİ	Doktora Öğrencisi, MUHAMMED CİHAD ALKIŞ
		8	LİSANSÜSTÜ TEZLER ÜZERİNDEN TÜRKİYE’DE RUH SAĞLIĞI TEMALİ BİBLİYOGRAFİK BİR İNCELEME	Doktorant, MAHMUT SAMİ KÖKTAŞ Doç., Dr., HARUN CEYLAN
		9	AN ASSESSMENT ON THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE’S APPROACH TO THE CLIMATE CHANGE PROBLEM	Dr. Mutlu TÜZER Prof. Dr. Seyhun DOĞAN
		10	İKLİM SENARYO VE PROJEKSİYONLARI PERSPEKTİFİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SORUNU	Dr. Mutlu TÜZER Prof. Dr. Seyhun DOĞAN
		11	EŞİTSİZLİKLERLE MÜCADELEDE İNSAN HAKLARI SAVUNUCUSU OLAN SOSYAL HİZMETİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr., GÖRKEM KELEBEK KÜÇÜKARSLAN
		12	FEMİNİST SOSYAL ÇALIŞMA BAKIŞ AÇISIYLA İNSAN TİCARETİNİ ANLAMAK	Dr., GÖRKEM KELEBEK KÜÇÜKARSLAN
		13		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 18:30 - 20:30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Assoc. Prof. Dr. Zeljko Panian	1	A SYSTEMS MODELING APPROACH TO FACILITATE ECOLOGICALLY SOUND BUSINESS ADVANCEMENT IN MANUFACTURING SMES	Manuel Seidel, Rainer Seidel, Des Tedford, Richard
		2	TRANSFORMATION OF BUSINESS PROCESSES THROUGH SERVICE COMPUTING ON A PROCESS BASIS	Sinnakrishnan Perumal, Nitish Pandey
		3	ADVOCATING A BUSINESS PERFORMANCE MODEL FOR ENTERPRISE WIDE INFORMATION SYSTEMS	Dr. Vineet Kansal
		4	PROPOSING A CONCEPTUAL APPROACH FOR ADAPTABLE BUSINESS PROCESS MODELING	Assoc. Prof. Adla Bentellis, Zizette Boufaïda
		5	UTILIZING ONTOLOGY SEARCH IN CREATING CLASS DIAGRAMS FROM BUSINESS PROCESS MODELS	Wararat Rungworawut, Twittie Senivongse
		6	STRATEGIC DESIGN OF COMPONENT-BASED BUSINESS PROCESS MODELS USING A QUANTITATIVE METHOD	Eakong Atpiamvaree, Twittie Senivongse
		7	EXPANDING BUSINESS INTELLIGENCE: THE INCLUSION OF LOCATION-BASED INTELLIGENCE	Assoc. Prof. Dr. Zeljko Panian
		8	APPLICATION OF COMPUTATIONAL MODELING IN STRATEGIC MARKETING	Petr Cernohorsky, Jan Voracek
		9	EMPIRICAL STUDY OF MEASURING VALUE IN BUSINESS AND INFORMATION TECHNOLOGY IN BPR AMONG JAPANESE ENTERPRISES	Michiko Miyamoto, Shuhei Kudo, Kayo Iizuka
		10		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 18:30 - 20:30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Assoc. Prof. Dr. Sepulveda Juan	1	MAXIMUM POWER POINT TRACKING BASED ON ESTIMATED POWER FOR PHOTOVOLTAIC ENERGY CONVERSION SYSTEM	Dr. Zainab Almukhtar, Ms. Adel Merabet
		2	IMPACT OF COLLECTOR ASPECT RATIO ON THE THERMAL EFFICIENCY OF UNDULATING-FINNEED ABSORBER SOLAR AIR HEATER	Abhishek Priyam, Prabha Chand
		3	SIMILARITY FOR THERMAL SCALING OF A MULTIPHASE THERMOLYSIS REACTOR IN THE COPPER-CHLORINE CYCLE OF HYDROGEN PRODUCTION	Assis. Prof. Dr. Mohammed W. Abdulrahman
		4	IMPROVEMENT OF THERMAL EFFICIENCY IN PHASE CHANGE SOLAR STORAGE SYSTEM	Rishindra M. Sarviya, Ashish Agrawal
		5	A ZERO-VOLTAGE-TRANSITION, ZERO-CURRENT-TRANSITION, PULSE-WIDTH-MODULATION DC-DC BOOST CONVERTER WITH DIRECT POWER TRANSMISSION	Dr. Naim Suleyman
		6	TECHNICAL EVALUATION OF INTEGRATED SOLAR WATER HEATING SYSTEMS FOR FRIGID CLIMATES	Hossein Lotfizadeh, André McDonald, Amit Kumar
		7	AN EMPIRICAL INVESTIGATION OF EVACUATED TUBE SOLAR COLLECTOR FOR STEAM PRODUCTION IN INDIA	Avadhesh Yadav, Dr. Lecture Anunaya Saraswat
		8	INTEGRATING HEAT AND MASS TRANSFER IN HYDROGEN-ASSISTED SELF-IGNITION BEHAVIORS OF PROPANE-AIR MIXTURES IN CATALYTIC MICRO-CHANNELS	Junjie Chen, Deguang Xu
		9	TECHNO-ECONOMIC OUTLOOK OF HIGH WIND ENERGY PENETRATION IN ISOLATED VS. INTERCONNECTED ISLAND GRIDS	Marina Kapsali, John S. Anagnostopoulos
		10	ANALYSIS OF RENEWABLE ENERGY TRENDS: A PATENT-BASED STUDY	Assoc. Prof. Dr. Sepulveda Juan

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 18:30 - 20:30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Assoc. Prof. Dr. Akinwumi Olusegun	1	SVM-BASED COMPARISON OF EVOLUTIONARY METHODS FOR GENE SELECTION AND MICROARRAY DATA CLASSIFICATION	Rameswar Debnath, Haruhisa Takahashi
		2	BIOEFFICACY OF AFRICAN MUD CATFISH (CLARIAS GARIEPINUS) BEETLES, DERMESTES MACULATUS, AND NECROBIA RUFIPES USING OIL-MIXED PLANT DERIVATIVES	Assoc. Prof. Dr. Akinwumi Olusegun
		3	PREPARATION, CHARACTERIZATION, AND DRUG RELEASE STUDIES OF CHITOSAN/CASEIN MICROPARTICLES	Selvakumar Dhanasingh, Shunmuga Kumar Nallaperumal
		4	THE ROLE OF IMMUNOGENIC ADHESIN VIBRIO ALGINOLYTICUS 49 K DA IN THE MOLECULAR EXPRESSION OF MAJOR HISTOCOMPATIBILITY COMPLEX ON RECEPTORS OF HUMPBACK GROUPER CROMILEPTES ALTIVELIS	Dr. Uun Yanuhar
		5	POTENTIAL OF STRAIN M PROTEASE IN THE DEGRADATION OF PROTEIN IN NATURAL RUBBER LATEX	Norlin Pauzi, Ahmad R.M. Yahya, Z airossani Nor, Amirul A. Abdullah
		6	IDENTIFICATION, CHARACTERIZATION, AND PRODUCTION OF PHYTASE FROM ENDOPHYTIC FUNGI	Yetti Marlida , Rina Delfita , Neni Gusmanizar, Dr .Gita Ciptaan
		7	GLUCOSE-DEPENDENT FUNCTIONAL HETEROGENEITY IN MURINE INSULINOMA B-TC-6	Darren C-W. Tan, Partha Roy
		8	AN EFFICIENT PROTOCOL FOR CYCLIC SOMATIC EMBRYOGENESIS IN NEEM (AZADIRACHTA INDICA A JUSS.)	Dr. Mithilesh Singh, Lecture Rakhi Chaturvedi
		9	A MODEL PREDICTING THE MICROBIOLOGICAL QUALITY OF AQUACULTURED SEA BREAM (SPARUS AURATA) BASED ON PHYSICO-CHEMICAL DATA: APPLICATION IN WESTERN GREECE FISH AQUACULTURE	Joan Iliopoulou-Georgudaki, Chris Theodoropoulos, Danae Venieri, Maria Lagkadinou
		10	A GENERAL MODEL FOR AMINO ACID INTERACTION NETWORKS	Omar Gaci, Stefan Balev

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 18:30 - 20:30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Assoc. Prof. Dr. Benedek Kovacs,	1	MODELING RADIAL HEAT AND MASS TRANSFER IN A FIXED BED CATALYTIC REACTOR THROUGH SIMULATION STUDY	K. Vakhshouri, M.M. Y. Motamed Hashemi
		2	PHASE BEHAVIOR OF CO <sub>2</sub> AND CH <sub>4</sub> HYDRATE IN POROUS MEDIA	Seong-Pil Kang, Ho-Jung Ryu, Yongwon Seo
		3	PREDICTION OF WAX FORMATION WITH A NOVEL MULTI-SOLID THERMODYNAMIC MODEL	Ehsan Ghanaei, Feridun Esmailzadeh, Jamshid Fathi Kaljahi
		4	NEURAL NETWORKS APPLICATION IN ESTIMATING REACTION RATE CONSTANTS	Assoc. Prof. Dr. Benedek Kovacs, Janos Toth
		5	PHASE EQUILIBRIUM IN AQUEOUS TWO-PHASE SYSTEMS WITH POLY (PROPYLENE GLYCOL) AND SODIUM CITRATE AT DIFFERENT PH	Farshad Rahimpour, Ali Reza Baharvand
		6	GAS SWEETENING UTILIZING MIXED AMINE SOLUTION	Dr. Zare Aliabadi, Assis. Prof. Hassan, Mirzaei, Somaye
		7	EFFECT OF ANIONIC AND NON-IONIC SURFACTANTS ON ACTIVATED SLUDGE OXYGEN UPTAKE RATE AND NITRIFICATION	Maazuza Z. Othman, Liqiang Ding, Yi Jiao
		8	TREATMENT OF TAR-CONTAINING WASTEWATER GENERATED FROM BIOMASS GASIFICATION PLANTS THROUGH PHYSICO-CHEMICAL METHODS	Dr. Vrajesh Mehta, Dr. Anal Chavan
		9	CONTINUOUS CHEESE WHEY FERMENTATION MODEL BY CANDIDA PSEUDOTROPICALIS	Rudy Agustriyanto, Prof. Dr. Akbarningrum Fatmawati
		10	BATCH FERMENTATION KINETICS OF GLUCONIC ACID BY ASPERGILLUS NIGER	Akbarningrum Fatmawati, Rudy Agustriyanto, Lindawati

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 18:30 - 20:30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Dr .Seunghwan Lee	1	AN INTELLIGENT SYSTEM FOR REHABILITATING KNEE AND ANKLE	Dr. Dimitar Karastoyanov, Lec. Vladimir Monov
		2	REAL-TIME DETECTION OF MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS CONCENTRATION BY CNTFET BIOSENSOR	Hsiao-Wei Wang, Jung-Tang Huang, Chun-Chiang Lin
		3	DESIGNING THE BOWTIE ANTENNA TO DETECT TUMORS IN MICROWAVE TOMOGRAPHY	Dr. Muhammd Hassan Khalil, Dr. Xu Jiadong
		4	ON DESIGNING A SHAPE MEMORY ALLOY LOCKING MECHANISM: AN INNOVATIVE SOLUTION FOR LAPAROSCOPIC LIGATION PROCESSES	Reza Yousefian, Michael A. Kia, Mehrdad Hosseini Zadeh
		5	EXPLORING WHY WE'RE TALLER IN THE MORNING THAN AT NIGHT – AN IN VIVO AND IN VITRO STUDY	Assis. Prof. Dr. Harcharan Singh Ranu
		6	MICROBE-BASED ANTIOXIDANT BIOSENSOR	Dyah Iswantini, Trivadila, Novik Nurhidayat, Waras Nurcholis
		7	CHARACTERIZING THE LUBRICITY OF MUCINS ON POLYMERIC SURFACES FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS	Dr .Seunghwan Lee
		8	EXPLORING THE INFLUENCE OF MICROSTRUCTURAL FEATURES ON THE WEAR RESISTANCE OF BIOMEDICAL TITANIUM MATERIALS	Mohsin T. Mohammed, Zahid A. Khan, Arshad N. Siddiquee
		9	ASSESSING THE EFFECT OF PRESS FIT ON THE OSSEOINTEGRATION OF THE ACETABULAR CUP	Nor Azali Azmir, Iskhrizat Taib, Mohammed Rafiq Abdul Kadir
		10		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 18:30 - 20:30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Prof. Dr. A.H. Akhaveissy	1	2D NUMERICAL EVALUATION OF SAO PAULO TUNNEL	Prof. Dr. A.H. Akhaveissy
		2	LATERAL ELASTIC PROPERTIES OF A NOVEL GLASS FIBER REINFORCED GYPSUM WALL	Dr. Zhengyong Liu, Dr. Huiqing Ying
		3	LIBYA'S WIND LOAD FEATURES	Mohammed B. Abohedma, Milad M. Alshebani
		4	MOLECULAR ATTRIBUTES OF SOILS TREATED WITH PHOSPHORIC ACID	Amin Eisazadeh, Khairul Anuar Kassim, Hadi Nur
		5	INCORPORATION OF GENERALIZED PLASTICITY IN THE LOAD-DEFORMATION RESPONSE OF FOUNDATIONS, WITH A FOCUS ON THE LOCALIZATION ISSUE	A. H. Akhaveissy
		6	EVALUATION OF THE DISBURSEMENT PROCESS FOR PUBLIC WORKS IN THAILAND	Israngkura Na Ayudhya B, Kunishima M.
		7	TECHNIQUES FOR ENHANCING STRUCTURAL SUSTAINABILITY IN RC HIGH-RISE BUILDINGS	Mohamed Azab
		8	IDENTIFICATION OF CONNECTIONS BETWEEN EXTREME FLOW MEASURES AND CLIMATE INDICES	Mohammed Sharif, Dr. Donald Burn
		9	ASSESSMENT OF DAMAGE IN CURVED STEEL BRIDGES UPGRADED WITH ISOLATION BEARINGS AND CABLE RESTRAINERS FOR UNSEATING PREVENTION	Carlos Mendez Galindo, Toshiro Hayashikawa, Javier Gil Belda
		10	MANAGEMENT OF STRUCTURAL INTEGRITY IN FIXED OFFSHORE PLATFORMS IN MALAYSIA	Dr. Narayanan Sambu Potty ; Lecture Mohammad Kabir B. Mohd Akram



EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 18:30 - 20:30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Dr. Naoto Suzuki	1	FINITE ELEMENT ANALYSIS AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF PROXIMAL FEMUR FAILURE PATTERNS USING QUANTITATIVE COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGES	Majid Mirzaei, Saeid Samiezadeh , Abbas Khodadadi, Mohammad R. Ghazavi
		2	CONSISTENT HEATING IN FOCUSED ULTRASOUND THERMAL THERAPY	To-Yuan Chen, Tzu-Ching Shih, Hao-Li Liu, Kuen-Cheng Ju
		3	FUNDAMENTAL RESEARCH TO DISTINGUISH SMALL RETINAL HEMORRHAGES FROM DUST ARTIFACTS UTILIZING HUE, LIGHTNESS, AND SATURATION IN COLOR SPACE	Dr. Naoto Suzuki
		4	ALIGNMENT OF BINARY OBJECTS THROUGH RIGID AND NON-RIGID REGISTRATION USING WEIGHTED RATIO IMAGES	Panos Kotsas, Tony Dodd
		5	AN OVERVIEW OF FUZZY INFERENCE SYSTEM APPLICATIONS FOR AUTOMATING BREAST CANCER GRADING WITH SPECTRAL DATA	Shabbar Naqvi, Jonathan M. Garibaldi
		6	THE SIGNIFICANCE OF SWIFT CHANGES IN MEAN FLOW STABILITY CHARACTERISTICS DURING BYPASS TRANSITION	Dong Ming, Dr. Lecture Su Caihong
		7	UTILIZATION OF SMARTPHONES FOR IN-HOME DIAGNOSTICS IN TELEMEDICINE	Assoc. Prof. DR. Nálezka Petr
		8	REDUCTION OF IMPULSE NOISE IN BRAIN MAGNETIC RESONANCE IMAGING THROUGH THE APPLICATION OF FUZZY FILTERS	Dr. Benjamin Y. M. Kwan, Dr. Hon Keung Kwan
		9	COMPARATIVE SENSITIVITY BETWEEN RAPID IMMUNO-CHROMATOGRAPHIC DEVICE TEST AND ELISA IN DETECTING AND ASSESSING SERO-PREVALENCE OF HBSAG AND ANTI-HCV ANTIBODIES IN APPARENTLY HEALTHY BLOOD DONORS FROM LAHORE, PAKISTAN	Natasha Hussain, Maleha Aslam, Robina Farooq
		10		

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 18:30 - 20:30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Assoc. Prof. Dr. Sebastião Feyo de Azevedo	1	PALLADIUM-CATALYZED DECHLORINATION FOR WATER REMEDIATION: CATALYST INACTIVATION AND RENEWAL	Dalia Angeles-Wedler, Katrin Mackenzie, Frank-Dieter Kopinke
		2	OPTICAL REFLECTION OF PURE AND DOPED TIN OXIDE: FROM THIN COATINGS TO POLYCRYSTALLINE SILICON/THIN FILM DEVICE	Smaali Assia, Outemzabet Ratiba, Media El Mahdi, Kadi Mohamed
		3	METHANE AND OTHER HYDROCARBON GAS EMISSIONS ARISING FROM FLARING IN KUWAIT OILFIELDS	Dr .Khaireyah Kh. Al-Hamad, V. Nassehi, A. R. Khan
		4	EQUILIBRIUM, KINETICS, AND THERMODYNAMIC INVESTIGATIONS FOR ADSORPTION OF HG (II) ON PALM SHELL POWDER	Shilpi Kushwaha, Suparna Sodaye, P. Padmaja
		5	EXAMINATION OF THE KINETICS OF AG INCORPORATION WITH TCP	Rahmatollah Rahimi, Fariba Moharrami
		6	EXPLORATION OF THE ELECTRONIC CHARACTERISTICS OF AU/METHYL-RED/AG SURFACE-TYPE SCHOTTKY DIODE THROUGH CURRENT-VOLTAGE METHOD	Zubair Ahmad, Muhammad Hassan Sayyad
		7	SEGREGATION OF VITAMIN B2 AND B12 BY IMPREGNATING HPTLC PLATES WITH BORIC ACID	Dr. Homayon Ahmad Panahi, Phd. CanHossein Sid Kalal, Atyeh Rahimi
		8	IMPACT OF VALVE PRESSURE DROP IN EXERGY ANALYSIS OF C2+ RECOVERY PLANTS REFRIGERATION CYCLES	B. Tirandazi, M. Mehrpooya, A. Vatani
		9	OSMOTIC REMOVAL OF MOISTURE FROM BEETROOT IN SALT SOLUTION: PARAMETER OPTIMIZATION VIA STATISTICAL EXPERIMENTAL DESIGN	P. Manivannan, M. Rajasimman
		10	UTILIZATION OF FEED FORWARD NEURAL NETWORKS IN MODELING AND CONTROLLING A FED-BATCH CRYSTALLIZATION PROCESS	Lec.Petia Georgieva, Assoc. Prof. Dr. Sebastião Feyo de Azevedo

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 18:30 - 20:30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Prof. Dr. Farshad Rahimpour,	1	DEDUCING THE DYNAMICS OF "CONCEALED" NEURONS FROM ELECTROPHYSIOLOGICAL RECORDINGS	Valeri A. Makarov, Nazareth P. Castellanos
		2	CATEGORIZING PRIMITIVES AND GENOME REARRANGEMENT IN BIOINFORMATICS: AN INTEGRATED PERSPECTIVE	Dr. Swapnoneel Roy, Minhazur Rahman, Ashok Kumar Thakur
		3	IDENTIFYING REMOTE PROTEIN EVOLUTIONARY RELATIONSHIPS THROUGH STRING SCORING METHOD	Nazar Zaki, Assis. Prof. Dr. Safaai Deris
		4	PARENTAGE COEFFICIENT FOR CROP HYBRIDIZATION	Manpreet Singh, Parvinder Singh Sandhu, Basant Raj Singh
		5	A MAXIMUM PARSIMONY MODEL TO RECONSTRUCT PHYLOGENETIC NETWORK IN HONEY BEE EVOLUTION	Usha Chouhan, K. R. Pardasani
		6	INITIAL EXAMINATIONS OF THE IMPACT OF SINGLE GENE PERTURBATIONS ON THE INFERENCE OF GENETIC NETWORKS	Frank Emmert-Streib, Dr. Matthias Dehmer
		7	COMPARISON OF ATTRIBUTE SELECTION METHODS FOR CLASSIFICATION OF DIFFUSE LARGE B-CELL LYMPHOMA	Helyane Bronoski Borges, Júlio Cesar Nievola
		8	THE INFLUENCE OF GUANIDINE HYDROCHLORIDE ON THE PHASE DIAGRAM OF PEG-PHOSPHATE AQUEOUS TWO-PHASE SYSTEM	Prof. Dr. Farshad Rahimpour, Mohsen Pirdashti

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 18:30 - 20:30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Prof. Dr. Katarzyna Strzala-Osuch	1	ANALYSIS OF CLUSTER MECHANISM OF ANTI-GREENHOUSE EFFECT USING COMPUTER TECHNOLOGY	A. Galashev
		2	UTILIZATION OF NANOFILTERS FOR PROVIDING POTABLE WATER IN THE WATERSHED BASIN OF PERSIAN GULF AND OMAN SEA	Sara Zamani, Mojtaba Fazeli, Abdollah Rashidi Mehrabadi
		3	EVALUATION OF EIA REPORTS ADEQUACY: EVIDENCE FROM PAKISTAN – A CRITICAL REVIEW	Dr. Obaidullah Nadeem, Assis. Prof . Dr. Rizwan Hameed
		4	EXAMINATION OF GROUNDWATER QUALITY AND IDENTIFICATION OF POLLUTION SOURCES IN BAGHAN WATERSHED, IRAN	Abolfazl Moeini, Elahe Alizadeh Paenafrakaty
		5	APPRAISAL OF POLLUTION REDUCTION	Prof. Dr. Katarzyna Strzala-Osuch
		6	DEVELOPMENT OF ESTIMATION METHOD FOR CREATING A HYDROGEN SOCIETY UTILIZING VARIOUS BIOMASS RESOURCES IN JAPAN – PROJECT ON COST REDUCTIONS IN BIOMASS TRANSPORT AND FEASIBILITY OF HYDROGEN STATION WITH BIOMASS	Masaki Tajima, Kenji Imou, Shinya Yokoyama
		7	IMPACT OF CELLULOLYTIC MICROBIAL ACTIVATOR ON DECOMPOSITION OF COMPOSTED RUBBER FACTORY WASTE	Dr. Thaniya Kaosol, Dr. Sirinthrar Wandee
		8	INVESTIGATION INTO ENERGY-EFFICIENT TEMPERATURE CONTROL	Mitsuyuki Kawakami, Kimihiro Yamanaka
		9	ASSESSING THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF AIR POLLUTION IN MOSCOW THROUGH HEDONIC PRICES	Assis. Prof. Dr. V. Komarova
		10	EXAMINATION OF WATER POLLUTION IN THE SURROUNDINGS OF SOSHANGUVE IN SOUTH AFRICA	O. I. Nkwonta, G. M. Ochieng

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 18:30 - 20:30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	Dr. Ling Sze Leung	1	THE HONG KONG LOW-FERTILITY DILEMMA: CAN MAINLANDERS' BIRTHS CONTRIBUTE TO REVITALIZING THE LOW-FERTILITY ISSUE?	Nancy Iri Dr. Ling Sze Leung
		2	AN AGENT-BASED APPROACH TO KNOWLEDGE MANAGEMENT AND E-LEARNING	Teodora Bakardjieva Galya Gercheva
		3	DOCTOR BRAIN DRAIN: CAUSES AND RAMIFICATIONS IN PAKISTAN	Muhammad Wajid Tahir Rubina Kausar Majid Ali Tahir
		4	EVOLVING FROM SEPARATISM TO COALITION: VARIATIONS IN LANGUAGE POLITICS AND LEADERSHIP PATTERNS IN THE DRAVIDIAN MOVEMENT	PHD Subramaniam Chandran
		5	A KNOWLEDGE MANAGEMENT MODEL FOR EFFECTIVELY MANAGING KNOWLEDGE AMONG INTERCONNECTED ORGANIZATIONS	Mahboubeh Molaei
		6	USERS' MOTIVATION AND SATISFACTION WITH INFORMATION SYSTEMS	Abbas Moshref Razavi, Rodina Ahmad
		7	THE IMPACTS OF HUMAN ACTIVITY ON THE HEALTH OF STREAM CITY IN YASUJ AREA	Jamalodin Alvani Fardin Boustani, Omid Tabiee, Masoud Hashemi
		8	EXTRACTING IMPLICIT KNOWLEDGE TO FORECAST POLITICAL RISK THROUGH A NOVEL FRAMEWORK UTILIZING BAYESIAN NETWORK	Assis. Prof. Dr. Siavash Asadi Ghajarloo
		9	THE ORGANIZATIONAL INNOVATIVENESS OF PUBLIC-LISTED HOUSING DEVELOPMENTS	Nor'Aini Yusof, Dr. Ismael Younis Abu- Jarad
		10	COMMUNITY INNOVATION IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT: A CROSS-CASE STUDY	Tingan Tang, Kimmo Karhu, Matti Hamalainen

EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 22 - 24, 2023 İzmir Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 24Aralık / December 24, 2023 / 18:30 - 20:30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 12	Prof. Dr. N. K. Fuloria,	1	A CRITICAL ANALYSIS OF CHITOSAN UTILIZATION AS A NATURAL ANTIMICROBIAL	F. Nejati Hafdani, N. Sadeghinia
		2	EXPLORING THE NEUROGENIC CAPACITY OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT – IMPLICATIONS FOR ENHANCING COGNITIVE FUNCTIONS	Dr. Kiranmai S.Rai
		3	DEVELOPMENT AND ASSESSMENT OF VAGINAL SUPPOSITORIES INCORPORATING LACTOBACILLUS	Sanae Kaewnopparat, Nattha Kaewnopparat
		4	EXTRACTION OF B-SİTOSTEROL DİARABİNOSİDE FROM RHİZOMES OF ALPİNİA GALANGA	Prof. Dr. N. K. Fuloria, S. Fuloria
		5	APPLICATION OF DATA MINING CLASSIFICATION TECHNIQUES IN DRUG DESIGN	Mária Stachová, Dr. Lukáš Sobišek
		6	PHARMACOKINETIC STUDY OF SALBUTAMOL SULPHATE-ETHYLCELLULOSE TABLETTED MICROCAPSULES: UTILIZING A CONVOLUTION APPROACH	Assis . Prof. Ghulam Murtaza, Kalsoom Farzana
		7	EVALUATING THE ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF ETHANOL EXTRACTS FROM SELECTED THAI MEDICINAL PLANTS AGAINST CAMPYLOBACTER JEJUNI	Achara Dholvitayakhun, Nathanon Trachoo





EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES  
EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES  
ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION  
December 22 - 24, 2023  
İzmir







EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES  
EGE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES  
ARTworld 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION  
December 22 - 24, 2023  
İzmir



## Contents

SPOR BİLİMLERİNDE MULTI-OMİK TEKNOLOJİLER .....	1
Nörodegeneratif Hastalıklarda Multi-Omik Teknolojiler.....	6
Mitochondrial Biogenesis and its Enhancement Through High-Intensity Interval Exercise: A Comprehensive Review .....	14
Genomic Insights into High-Intensity Interval Exercise: Personalized Fitness Programs and Physiological Implications.....	21
Integrating Artificial Intelligence in Nutrition Science: Advancements, Challenges, and Opportunities .....	28
Genomics and Obesity: Unraveling the Genetic Basis of a Complex Epidemic.....	33
Düzenli Antrenman Yapan Çocukların Doğum Ağırlığına Göre Fiziksel Uygunluk Düzeylerinin İncelenmesi....	38
EXPLORING THE CONNECTION BETWEEN INSULIN-LIKE GROWTH FACTOR-1 AND OBESITY .....	48
TIME-RESTRICTED FEEDING STRATEGIES AND OBESITY: CURRENT APPROACHES.....	57
ROPS-FOPS TESTS AND ANALYSES FOR BACKHOE LOADER CABINS.....	64
316L PASLANMAZ ÇELİK YAPININ KÜTLE TABANLI TOPOLOJİ OPTİMİZASYONLARININ KARŞILAŞTIRILMASI....	76
KEMİK KIRIKLARINDA GELENEKSEL PLAKLARIN YENİ TASARLANAN GÖZENEKLİ PLAK İLE KARŞILAŞTIRILMASI	84
GÜNEŞ ENERJİSİNDEN HİDROJEN ÜRETİM YÖNTEMLERİ.....	96
ISI ÇUKURUNDAKİ İKİ FARKLI KANATÇIK TİPİNİN TERMAL PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI .....	105
YARI DAİRESEL AÇIK OYUK İÇERİSİNDE NANOAKIŞKAN KULLANILARAK ZORLANMIŞ TAŞINIMLA ISI TRANSFERİNİN İNCELENMESİ .....	115
İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI VE BİYOMİMETİK UYGULAMALARI .....	128
ERGİYİK BİRİKTİRME TEKNİĞİ ESASLI ABS/PC POLİBLEND İMALATINDA BOYUTSAL HASSASİYETİN İNCELENMESİ .....	136
ÜÇ BOYUTLU ÇİKOLATA YAZICI TEKNOLOJİSİ .....	142
ÇİNKO-ALÜMİNYUM BAZLI METAL MATRİS KOMPOZİTLERİN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ .....	148
MALZEME TEST MAKİNALARI İÇİN VİDALI MİL TAHRİK SİSTEMİ İLE KONTROL EDİLEN BİR HİDROLİK KUVVET ARTIRICI GELİŞTİRİLMESİ .....	156
BİR VİDALI MİL TAHRİK SİSTEMİNİN .....	164
ESP32 MİKROKONTROLÇÜ İLE TİTREŞİM BASTIRMALI KONUM KONTROLÜ .....	164
KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLERDE ÖSTEMPERLEME VE KRİYOJENİK ISIL İŞLEMLERİNİN AŞINMA DAVRANIŞINA ETKİSİ .....	180
EXAMINATION OF DRYING MODELS OF APPLES IN CABINET DRYER .....	191
INVESTIGATION OF THE EFFECT OF AIR VELOCITY ON DRYING MODELS OF CARROTS IN DRYER WITH TRAYERS .....	202
PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF DIAZO DYE ON ALUMINIUM OXIDE NANOPARTICLES IN AQUEOUS SOLUTION: A SPECTROSCOPIC STUDY.....	212

USE AND OPTIMIZATION OF IONIC LIQUIDS FOR THE DETERMINATION OF TRACE LEVELS OF CADMIUM IN SOME AGRICULTURAL PRODUCTS .....	219
TEMPERATURE ASSISTED CLOUD POINT EXTRACTION FOR SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF SUDAN-III IN VARIOUS SPICE SAMPLES.....	229
PRODUCTION OF WHEAT STRAW ADDED EPOXY COMPOSITE AND INVESTIGATION OF ITS THERMOPHYSICAL PROPERTIES.....	238
PRODUCTION OF WHEAT STRAW REINFORCED POLYESTER COMPOSITE AND CHARACTERIZATION OF ITS THERMOPHYSICAL PROPERTIES .....	245
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> @SİTRİK ASİT MANYETİK NANO-KATALİZÖRÜN SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE NaBH <sub>4</sub> HİDROLİZİYLE HİDROJEN ÜRETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	253
ANEMİ TÜRÜNÜN BELİRLENMESİNDE ONTOLOJİ TABANLI YAKLAŞIM .....	263
Enflamatuvar Programlanmış Hücre Ölümleri: PANoptozis.....	274
<i>Epstein-Barr</i> Virüsünün Onkogenik Mekanizması ve Antiviral Stratejiler .....	284
OBSTETRİK ACİLLER: VASA PREVIA.....	297
OBSTETRİK ACİLLER: UTERUS İNVERSİYONU .....	303
YOĞUN BAKIM SONRASI SENDROMUNUN PATOFİZYOLOJİSİ.....	308
İNFLAMATUAR AKCİĞER HASARINDA MAKROFAJLARIN ROLÜ .....	316
DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE YENİDOĞAN SAĞLIĞINI OLUMSUZ ETKİLEYEN SAĞLIK SORUNLARI .....	325
YENİDOĞANIN DOĞUM ODASINDA İLK DEĞERLENDİRMESİNDE KANITA DAYALI UYGULAMALAR .....	343
DOĞUMUN II EVRESİNİN YÖNETİMİNDE KULLANILAN MÜDAHALELER VE EBELİK YAKLAŞIMLARI .....	356
KEFİR KULLANIMININ GEBELİK ÜZERİNE ETKİSİ.....	371
İNTRAPARTUM EBELİK BAKIMININ GELİŞMESİNDE KANITA DAYALI UYGULAMALAR .....	384
EGZERSİZİN GEBELİK ÜZERİNE ETKİSİ ÜZERİNE BİR DERLEME ÇALIŞMASI .....	392
MEMBRANOPROLİFERATİF GLOMERÜLONEFRİTTE (MPGN) YENİ PERSPEKTİF VE TEDAVİ UFUKLARI.....	398
GEBELİKTE FETAL HAREKET FARKINDALIĞI .....	407
MENOPOZAL SEMPTOMLARDA BİLİNÇLİ FARKINDALIK MÜDAHALELERİNİN İNCELENMESİ.....	417
GEBELİK SÜRECİNDE GÖZARDI EDİLMİŞ EBEVEYN BABA .....	426
DOĞUM ÖNCESİ EĞİTİM VE SINIFLARI .....	434
Sürdürülebilirlik Kapsamında Menstrual Hijyen Ürünlerine Bir Alternatif: Menstrual Kap .....	442
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ve EBE LİDERLİĞİNDE BAKIM MODELİ.....	447
COVID-19 ENFEKSİYONUNUN BAŞLANGICINDAN BU YANA TEDAVİDE KULLANILAN FİTOKİMYASALLAR .....	455
SARS-CoV 2'YE KARŞI BAĞIŞIKLIĞI GÜÇLENDİRMEK İÇİN KULLANILAN DOĞAL ÜRÜNLERDEKİ GELİŞMELER..	464
PREKONSEPSİYONEL DÖNEMDE FOLİK ASİT KULLANIMI VE EBELİK BAKIMI .....	470
POSTPARTUM DÖNEME ANNENİN PSİKOLOJİK UYUMU, GÖRÜLEBİLECEK SORUNLAR VE EBELİK YAKLAŞIMI	481
GEBELİK VE MEME KANSERİ .....	494
Omuz Distosisini Yönetebilmek; İntrapartum Sürecin Yönetimi ve Ebelik Bakımı .....	502

PHARMACEUTICAL PREPARATION AND CHARACTERIZATIONS OF LISINAPRIL DRUG NANOCRYSTALS BY USING ANTI-SOLVENT CRYSTALLIZATION METHODS .....	513
KAOLİN/NAYLON 6 VE CAM BİLYA/NAYLON 6 KOMPOZİTLERİN MEKANİK PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ .....	521
CAM ELYAF TAKVİYELİ POLİAMİD-46 KOMPOZİTİN TRİBOLOJİK DAVRANIŞLARI .....	530
AN INVESTIGATION ABOUT FORCED VIBRATION OF A ROD ELEMENT UNDER HYGROTHERMAL CONDITIONS .....	539
INELASTIC DEFLECTIONS OF A BILAYER BEAM UNDER TEMPERATURE RISING .....	546
TOZ ÖĞÜTME SİSTEMİNDE KULLANILAN BİR YAZILIMIN TOZ BOYUTUNA ETKİSİ .....	554
TOZ ÖĞÜTME SİSTEMİNDE KULLANILAN YAZILIMIN YOĞUNLAŞMAYA ETKİSİ .....	561
HİDROTERMAL YÖNTEMLE ÜRETİLEN BOR TAKVİYELİ TiO <sub>2</sub> : XRD- SEM KARAKTERİZASYONU VE RADYASYON SOĞURMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ.....	569
Optical properties of Graphitic Carbon Nitride doped Biodegradable films.....	582
Using LDH Nanoparticles to Improve the Optical Properties of Biodegradable Polymer Films .....	591
ÜRETİLEN RULO SÜNGERİN ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMASI İLE İNSANSIZ OTOMATİK PAKETLENMESİ .....	599
INVESTIGATION OF THE ELECTRONIC, STRUCTURAL, AND MECHANIC PROPERTIES OF Li <sub>2</sub> MgSi HEUSLER ALLOY .....	606
FIRST PRINCIPLES STUDY OF STRUCTURAL AND ELECTRONIC PROPERTIES OF Li-BASED HALF HEUSLER ALLOY LiAgS.....	615
A REVIEW OF TITANIUM METAL POWDER PRODUCTION THROUGH PLASMA ATOMIZATION .....	622
ENHANCING THE RELIABILITY OF LATTICE STRUCTURES IN ENGINEERING: FIELD OPTIMIZATION FOR VON MISES STRESS REDUCTION .....	627
LIGHTWEIGHT DESIGN IN A ROBOTIC COMPONENT: A STUDY ON TOPOLOGY OPTIMIZATION USING SIMP ALGORITHM .....	631
RENKLİ BETONUN İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KULLANIMI VE ÖNEMİ ÜZERİNE GENEL BİR DEĞERLENDİRME .....	635
THE USE OF POZZOLANIC CEMENTITIOUS MATERIALS IN THE CONCRETE INDUSTRY IN TERMS OF SUSTAINABILITY.....	639
ANALYTICAL APPROACH TO RECEDING CONTACT IN ORTHOTROPIC LAYERED SYSTEMS RESTING ON A PASTERNAK FOUNDATION .....	644
EXAMINATION OF PUBLIC CONSTRUCTION TENDER ARCHIVE DATA THROUGH DESCRIPTIVE STATISTICS....	654
ADVANTAGE/DISADVANTAGE COMPARISON OF BUILDING-BASED TRANSFORMATION AND AREA-BASED TRANSFORMATION IN URBAN TRANSFORMATION PLANNING AND IMPLEMENTATION STRATEGIES .....	660
PLANNING PRINCIPLES AND PRACTICES OF TEMPORARY SHELTER AREAS AFTER NATURAL DISASTERS .....	667
BETONARME KİRİŞ ETRİYE HASARLARI: KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ.....	674
KOLON ETRİYE HASARLARI: KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ .....	687
AVİYONİK SİSTEMLERDE YÜKSEK TEKNOLOJİ BAĞLANTILARI.....	702
CAM MALZEMELERİN DELME İŞLEMİNE ETKİ EDEN KESME PARAMETRELERİNİN BOX-BEHNKEN DENEY TASARIMI İLE OPTİMİZASYONU.....	712

ELEKTRİKLİ ARAÇ SEÇİMİNDE AHP VE TOPSIS YÖNTEMLERİNİN KULLANILMASI .....	721
SLOT BOŞLUKLARA SAHİP UÇAK KANAT KABURGALARININ YAPISAL ANALİZİ .....	733
FANTAZİ İPLİKLERDEN ÖRÜLEN KUMAŞLARIN ESNEME VE BOYUTSAL DEĞİŞİM ÖZELLİKLERİ .....	748
ANSYS FLUENT İLE GOLF TOPU CFD ANALİZİ .....	762
TABAN ASTARLARININ ÇEŞİTLERİ VE KULLANIMLARI İÇİN GEREKSİNİMLER .....	778
SULARIN DERİNLİKLERİNDEN GELEN ZERAFET: BALIK DERİSİ VE TABAKLANMASI .....	784
RAW MATERIAL DEMAND FORECAST FOR A MANUFACTURING COMPANY .....	797
SUPPLIER SELECTION: AN EXAMPLE OF A PACKAGING BUSINESS .....	803
TARIMSAL ZARARLILARLA MÜCADELEDE KULLANILAN ENTOMOPATOJENLER VE KULLANIM DURUMLARI ..	809
BÖCEK DAVRANIŞLARINI DEĞİŞTİREN FİTOKİMYASALLAR VE .....	816
ETKİ DURUMLARI .....	816
YAPRAK ÖRNEKLEME.....	825
THE IMPACT OF IRRIGATION REGIMES ON FOOD SAFETY AND SECURITY IN AGRICULTURE: A CLIMATE CHANGE PERSPECTIVE .....	832
HIGH PRESSURE APPLICATIONS IN FOOD PRESERVATION IN THE PERSPECTIVE OF FOOD SAFETY .....	845
FARKLI DOZLARDA UYGULANAN SİLİSYUM VE KALSİYUMUN DOMATES ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) FİDELERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ .....	851
TUZ STRESİ VE GERİ KAZANIM SÜRECİNDE DOMATES BİTKİSİNİN GELİŞİMİNDEKİ DEĞİŞİMLER .....	863
THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF MACROALGAE .....	873
ROLE OF ORGANIC FERTILIZERS AS A MITIGATOR OF FREEZING STRESS IN MAIZE .....	882
Farklı Yazdırma Parametrelerinde 3B Baskı Veri Setinin Doğrusal Regresyon Analiz Performansının İncelenmesi .....	895
3B Baskı Parametrelerinin Mekanik Özelliklerinin Sistemik Literatür Taraması .....	904
PSİKİYATRİK HASTALIKLARIN BEYİN SİNYALLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN TOPLULUK ALGORİTMASI İLE ANALİZİ .....	912
BORSA OKUR YAZARLIĞI BAĞLAMINDA AÇIK KAYNAK KODLU YAZILIMLAR: R PROGRAMINDA BİR UYGULAMA .....	924
UZMAN SİSTEM YÖNTEMİYLE YAPAY ZEKÂDA .....	932
ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME .....	932
PLASTİK MALZEMELERİN İŞLEME ŞARTLARININ BELİRLENMESİNDE .....	939
YAPAY SİNİR AĞI KULLANIMI .....	939
CATEGORY PREDICTION OF TURKISH POEMS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND NATURAL LANGUAGE PROCESSING METHODS WITH MLP AND SVM ALGORITHMS .....	947
ATAMA PROBLEMLERİ İÇİN PHYTON UYGULAMASI .....	954
SİSTEM DİNAMİĞİ MODELİ İÇİN VBA UYGULAMASI .....	960
MAKİNE ÖĞRENMESİ İLE BEYİN KLAVYESİ UYGULAMASI .....	966

HEMATOPOETİK KÖK HÜCRE TRANSPLANTASYONU ALICILARINDA AEROBİK EGZERSİZ EĞİTİMİ .....	977
OBSTRÜKTİF UYKU APNE SENDROMLU EPİLEPTİK HASTALARDA FIZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON UYGULAMALARI .....	992
TÜRKİYE’DE PANKREAS KANSERİ MORTALİTE TRENDLERİ, 2009-2021 .....	1008
MARMARA BÖLGESİ RULO ÇİM FİRMALARININ GENEL YAPILARININ DEĞERLENDİRİLMESİ .....	1017
EXAMINING THE EFFECTS OF PH ON STABILITY IN THE FORMULATION USED IN ALUMINIUM DIE-CASTING OPERATIONS CONTAINING SILOXANE DISPERSION WITH LUMISIZER TEST DEVICE .....	1027
COMPARISON OF THE EFFECTS OF METALWORKING FLUIDS CONTAINING ESTER AND ALKALI SALTS ON THE ROLLING PERFORMANCE OF COPPER BY TAPPING TORQUE METHOD .....	1034
Correlation and Path Coefficient Studies of Yield and Yield-Associated Traits in Durum Wheat (Triticum Durum Desf.) Advanced Lines at Konya, Central Anatolia of Turkiye .....	1043
AN ALTERNATIVE WHITE SOLID EP ADDITIVE FOR LUBRICATING GREASES .....	1053
ASSOCIATION BETWEEN <i>PDYN</i> VNTR POLYMORPHISM AND IMPULSIVITY IN METHAMPHETAMINE USERS AND HEROIN-METHAMPHETAMINE CO-USERS .....	1061
EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF WASTE RICE HUSK ON THE PHYSICAL, MECHANICAL AND HIGH TEMPERATURE PROPERTIES OF GEOPOLYMER CONCRETE .....	1073
AKIŞLA ŞEKİLLENDİRME SONRASI YAŞLANDIRILAN 7075 ALÜMİNYUM ALAŞIMINDA İŞLEM PARAMETRELERİNE GÖRE SERTLİK VE ELEKTRİK İLETKENLİĞİ DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ .....	1084
TÜRKİYE VE G8 ÜLKELERİNİN KARBONDİOKSİT SALINIMINDAKİ ETKİLERİNİN PANEL VERİ YAKLAŞIMI İLE İNCELENMESİ .....	1092
AYLIK GÜNEŞ LEKESİ TAHMİNİNİN LSTM MODELİ İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ .....	1108
BEYİN TÜMÖRÜ MR GÖRÜNTÜLERİNİN BAG OF WORDS YÖNTEMİ İLE TESPİT EDİLMESİ .....	1114
YAPAY SİNİR AĞLARI VE MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMALI TAHMİN PERFORMANS ANALİZİ: OTOMOBİL SATIŞ UYGULAMASI .....	1119
COMPACT DUAL-BAND MICROSTRIP ANTENNA FOR SHORT RANGE WLAN/WIMAX BAND OPERATIONS... ..	1133
TÜKETİCİLERİN YAPI MALZEMESİ İLE İLGİLİ DEĞERLENDİRMELERİN WEB MADENCİLİĞİ İLE ANALİZİ .....	1140
TÜKETİCİLERİN ELEKTRONİK TİCARET SİTELERİNDE AKILLI SAAT SATIN ALMA DAVRANIŞLARININ RASGELE ORMAN MODELİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ .....	1146
ONLINE ALIŞVERİŞTE GİYİM İLE İLGİLİ OLAN YORUMLARIN DUYGU ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ .....	1159
ONLINE ALIŞVERİŞTE EN ÇOK YAŞANAN SORUNLARIN KARAR AĞACI MODELİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ ....	1169
DAKİKALIK ARAÇ KİRALAMA SEKTÖRÜNDE GÜVENLİ VE ÇEVRECI SÜRÜŞ ODAKLI MÜŞTERİ SEGMENTASYON .....	1180
ÜRÜN YORUMLARI KULLANILARAK KONU MODELLEME TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI .....	1193
ARTIFICIAL AND FAKE MEAT .....	1208
STRATEGIES TO DELAY STALING IN BAKERY PRODUCTS AND PARTIAL COOKING METHOD .....	1217
TAZE, KURUTULMUŞ VE KAVRULMUŞ ANTEP FISTIKLARINDA YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONLARININ GC-FID İLE BELİRLENMESİ .....	1223

GLUTENSİZ BATON KEK ÜRETİMİNDE KARABUĞDAY UNUNUN KEK KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN TESPİTİ .....	1228
FASULYE HAŞLAMA SUYUNUN PÜSKÜRTEREK KURUTULMASI VE KARAKTERİZASYONU .....	1235
DENİZEL KAYNAKLARDAN KAROTENOİD EKSTRAKSİYONUNA .....	1243
İLİŞKİN SON GELİŞMELER.....	1243
OHMİK ISITMA YÖNTEMİ İLE KONSANTRE EDİLEN ARONYA ÖRNEKLERİNİN RENK DEĞERLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ.....	1254

## SPOR BİLİMLERİNDE MULTI-OMİK TEKNOLOJİLER

**Dr. Seyma YAŞAR<sup>1</sup>, Fatma Hilal YAĞIN<sup>1</sup>, Doç. Dr. Özgür EKEN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi, seyma.yasar@inonu.edu.tr - 0000-0003-1300-3393

<sup>1</sup>İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi, hilal.yagin@inonu.edu.tr - 0000-0002-9848-7958

<sup>2</sup>İnönü Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, ozgureken86@gmail.com,0000-0002-5488-3158

### ÖZET

Omik veriler spor bilimlerindeki araştırmalarda büyük bir dönüşüm yaratmaktadır. Bu veriler, genetik, proteomik, transkriptomik, metagenomik ve metabolomik gibi çeşitli "omik" seviyelerini inceleyerek sporun temel yönlerini anlamamıza yardımcı olur. Genetik omik veriler, sporcuların genetik yapılarını inceleyerek performanslarını etkileyen genetik faktörleri belirlememize olanak tanır. Bu, bireylerin spesifik spor yetenekleri ve yatkınlıkları hakkında bilgi sağlar. Proteomik veriler, sporcuların protein profillerini analiz ederek kas gelişimi, enerji metabolizması ve performansı etkileyen diğer faktörleri araştırmamıza yardımcı olur. Bu veriler sayesinde antrenman programlarını optimize etmek ve sporcuların vücut kompozisyonunu daha iyi anlamak mümkün olur. Transkriptomik veriler, gen ekspresyonunu izleyerek sporcuların antrenmanlara nasıl yanıt verdiğini ve hangi genlerin etkilendiğini anlamamıza yardımcı olur. Bu, sporcuların antrenmanlarını kişiselleştirmelerine ve en iyi sonuçları elde etmelerine yardımcı olabilir. Metagenomik veriler, sporcuların bağırsak mikrobiyotasını inceleyerek sindirim sağlığı ve bağışıklık sistemini anlamamıza yardımcı olur. Bu faktörler sporcuların performansını etkileyebilir ve bu veriler sayesinde uygun diyet ve beslenme stratejileri geliştirilebilir. Son olarak, metabolomik veriler, sporcuların metabolik profillerini inceleyerek enerji üretimi, kas performansı ve toksin maruziyeti gibi konuları ele alır. Omik verilerin spor bilimlerinde kullanılması, sporcuların performanslarını optimize etmeye, sakatlanma riskini azaltmaya ve sporcuların sağlığını izlemeye yönelik kişiselleştirilmiş yaklaşımların geliştirilmesine büyük katkı sağlar. Bu nedenle omik veriler, spor bilimlerindeki gelecekteki araştırmalar için büyük bir potansiyele sahiptir ve spor dünyasında daha iyi sonuçlar elde etmek için önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Spor Bilimleri, Genomik, Transkriptomik, Proteomik, Metabolomik.



## 1. GİRİŞ

Spor bilimleri, insan fizyolojisi, performansı ve sağlığını inceleyen multidisipliner bir alan olarak, sporcuların yeteneklerini anlamak ve geliştirmek amacıyla önemli bir rol oynamaktadır. Sporcuların bireysel farklılıkları, genetik yatkınlıkları, kas gelişimleri, enerji metabolizmaları ve daha birçok faktör, spor performansını etkileyen önemli bileşenlerdir. Geleneksel yöntemler uzun bir süre boyunca spor bilimlerinin temelini oluşturmuş olsa da, son yıllarda "omik" yaklaşımlar, spor bilimlerinde büyük bir devrim yaratmıştır.

Spor, egzersiz ve fiziksel aktivite; biyoloji, fizyoloji ve psikolojinin kesiştiği noktada, bireyin biyolojik yapısı (genler, proteinler ve diğer moleküller), fizyolojik ve çevresel değişkenler ile psikolojik faktörlerin (motivasyon gibi) karşılıklı etkileşiminden kaynaklanan karmaşık, çok faktörlü, doğrusal olmayan faaliyetleri temsil eder. Çevre, deneyim ve davranışlar/yaşam tarzları (yani diyet ve antrenman) ile birlikte, bir sporcunun biyolojik ve genetik yapısı egzersiz fizyolojisinde önemli bir rol oynar [1, 2]. Bir genomik uzmanlık alanı olan "Spor genomu", gerçekten de bazı DNA tek nükleotid polimorfizmlerinin (SNP'ler) sporcuların durumu, performansı ve seviyesi (amatör ve elit/dünya standartlarında atletik statü gibi) ile ilişkili olabileceğini ve dayanıklılık, güç, kuvvet, sprint ve hız, esneklik, enerji harcama, nöromusküler koordinasyon, metabolik ve kardiyolojik solunum zindeliği dahil olmak üzere çok çeşitli fiziksel aktivite ile ilgili davranışlar ve sonuçların yanı sıra zihinsel özellikler ve psikolojik özellikler üzerinde etkili olabileceğini göstermiştir [3]. "Atletik fenotip" karmaşıktır ve farklı özelliklerin ve karakteristiklerin kombinasyonuna bağlıdır: bu nedenle, meta veri ve multi-OMICS profilleri gibi "karmaşık bir bilim" gerektirir. ELITE, GAMES, Gene SMART, GENESIS ve POWERGENE gibi çeşitli projeler ve denemeler yeterli tahmin gücüne, istatistiksel sağlamlığa ve keşiflerin tekrarlanabilir, fizyolojik olarak anlamlı ve ilgili modeller açısından yorumlanabilirliğine sahip genomik ve post-genomik tabanlı biyobelirteçleri keşfetmeyi amaçlamaktadır. Spor genomu, becerileri belirlememize, fiziksel performans sonuçlarını optimize etmemize ve en üst düzeye çıkarmamıza, sporla ilgili yaralanma riskini ve spora dönüş zamanlamasını tahmin etmemize olanak tanır. Egzersizin proteom üzerinde de derin bir etkisi vardır. Proteomik, egzersizin neden olduğu değişiklikleri hem niteliksel hem de niceliksel açıdan değerlendirebilir.

### **Omik Yaklaşımların Önemi:**

Omik yaklaşımlar, genetik, proteomik, metabolomik, ve transkriptomik gibi bilimsel disiplinleri içeren, büyük ölçekli biyolojik verilerin analizi ve yorumlanması için kullanılan yöntemlerdir. Spor bilimlerinde omik yaklaşımların uygulanması, sporcuların genetik temelindeki farklılıkları ve fizyolojik yanıtlarını daha iyi anlamamıza yardımcı olur. Bu yaklaşım, sporcuların performanslarını kişiselleştirilmiş bir şekilde iyileştirme potansiyeli sunar. Omik yaklaşımların spor bilimlerine entegrasyonu, bir sporcu için en uygun antrenman programını oluşturma, sakatlanma riskini azaltma ve performansı optimize etme konularında önemli katkılar sağlar.

### **Omik Yaklaşımların Temel Disiplinleri:**

Omik yaklaşımlar, genetik, proteomik, metabolomik ve transkriptomik gibi temel disiplinleri içerir. Bu disiplinler, sporcuların fizyolojik yanıtlarını derinlemesine incelemek için kullanılan araştırma yöntemlerini ifade eder:

**Spor Genetiği/Genomiği:** Genetik, sporcuların kalıtsal özelliklerini ve genetik varyasyonlarını inceleyerek, spor performansını ve yetkinliklerini anlamamıza yardımcı olur. Genetik analizler, sporcunun genetik profili üzerinden potansiyel güçlü ve zayıf yönleri belirlememize olanak tanır. Spor genetiği/genomiğinin önemli bir uygulaması, performans sonuçlarının altında yatan moleküler temelin incelenmesidir. Örneğin, D vitamini reseptörü (VDR) polimorfizmleri fiziksel güçle, bradikinin reseptörü B2 (BDKRB2) kas kasılmasındaki güç ve verimlilikle, DRD2 fiziksel davranış ve motivasyonla, alfa-aktinin-3 (ACTN3) kas kasılması, hız ve güçle, alfa-2B adrenerjik reseptör (ADRA2B) metabolizma ile ilişkili görünmektedir, ATPase Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> transporting subunit alpha 2 (ATP1A2) aerobik kapasite ile, peroksizom proliferatör aktive reseptör alfa (PPAR-alfa) kardiyorespiratuar fitness ve dayanıklılık ile, peroksizom proliferatör aktive reseptör delta (PPAR-delta) aerobik kapasite ile ve anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) dayanıklılık ile ilişkilidir [4]. Spor genetiği/genomiği, fiziksel performans sonuçlarının altında yatan genetiğin keşfedilmesine olanak sağlamanın yanı sıra, spora bağlı yaralanma riskini de tahmin edebilir. Matris metalloproteinaz (MMP) tip 3 (MMP-3), kemik morfogenetik protein tip 4 (BMP-4), fibroblast büyüme faktörü tip 3 (FGF-3), Nükleer Faktör κ B Reseptör Aktivatörü (RANK)/Nükleer Faktör κ B ligand Reseptör Aktivatörü (RANKL)/osteoprotegerin (OPG) sinyal yolu gibi genlerin yaralanma riskini öngördüğü görülmektedir [4]. Genetik/genomik çalışmaları, sporcuların güç, depar, hız ve/veya dayanıklılık açısından profilini çıkarmak ve antrenman programları ve stratejilerinin etkilerini tahmin etmek/öngörmek için poligenik/genotip tabanlı skorların tasarlanmasına yol açmıştır. Özetle, spor genomiği ile ilgili çalışmalar, spor ve egzersiz bilimleri alanında performans sonuçlarının belirleyicileri, yaralanma yatkınlığı ve önlenmesi ve yaralanmalar ile hastalıkların yönetimi olmak üzere üç ana ve geniş araştırma alanını kapsamaktadır [5, 6].

**Spor Proteomiği ve Metabolomiği:** Proteomik, sporcuların hücresel proteinlerinin geniş kapsamlı analizini içerir. Bu analizler, kas gelişimi, doku onarımı ve metabolik süreçlerin anlaşılmasına yardımcı olur. Egzersiz, enerji metabolizması basamaklarını, adenozin trifosfat (ATP yolları) ve mitokondriyal protein sentezini ince bir şekilde ayarlayarak proteom üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Örneğin, plazma proteomunun, enflamasyon, anti-oksidasyon, anti-koagülasyon ve demir ve D vitamini taşıma yolları dâhil olmak üzere çeşitli kaskadlara ve ağlara ait farklı şekilde ifade edilen proteinler sergileyen Spartathlon yarışına katılan sporcuların yaşadığı aşırı fiziksel stres seviyesiyle ilişkili olduğu gösterilmiştir [7]. Koşmanın yanı sıra diğer egzersizler ve fiziksel aktiviteler de asetilomda değişikliklere neden olabilir. Hücresel stresin diğer biyobelirteçleri, protein sumoilasyonu (İşlevselliğini kaybeden proteinlerin hücresel ortamda yok edilmesi) gibi biyolojik süreçler ve olaylar tarafından verilir: yoğun direnç egzersizleri yapmak, İnsan Miyofibres tip I ve II seviyesinde Küçük Ubiquitin İlişkili Değiştirici (SUMO)-1'in akut, geçici bir nükleer translokasyonuna (bir kromozomun kaybolan parçasının ya da kopan bir parçasının başka bir kromozoma yapışması şeklinde

görülen kromozom anomalisi) neden olabilir. Proteomik, uzun süreli ılımlı antrenmanın neden olduğu değişikliklerin yanı sıra akut yüzme egzersizinin ve diğer spor disiplinlerinin etkilerini hem niteliksel hem de niceliksel açıdan değerlendirebilir [8, 9]. Magherini ve çalışma arkadaşları, Ekstansör Digitorum Longus ve Soleus'ta protein ekspresyonu ve kalıpları ile oksidatif stres belirteçlerini araştırmıştır. Yazarlar, akut yüzme patlamalarının ardından protein karbonilasyon ve lipid peroksidasyon seviyelerinin azaldığını bulmuşlardır. Ayrıca, yarım dakikalık maksimal egzersiz, insan idrar proteomunda, bazıları 2 saat sonra hala görülebilen değişikliklere neden olabilirken, uzun süreli yorucu egzersiz proteinüriye (hemoglobinüri veya miyoglobinüri) neden olabilir ve bu da daha büyük proteomik değişiklikler ve biyokimyasal/biyofiziksel anomalileri yansıtır [10]. Metabolomik, sporcuların metabolik süreçlerini incelemek için kullanılır. Bu disiplin, enerji üretimi, besin alımı ve metabolik yanıtların anlaşılmasında kritik bir rol oynar. Khoramipour ve diğerleri, spor ve egzersiz metabolomik çalışmalarının kapsadığı beş ana kategori belirlemişlerdir: egzersiz metabolizması, beslenme yönlerine odaklanan egzersiz metabolizması, spor metabolizması, klinik sonuçlara vurgu yapan egzersiz metabolizması ve metabolom değerlendirmeleri ve karşılaştırmaları. Yazarlar, egzersiz metabolizmasının bilimsel araştırmalar tarafından en çok ele alınan araştırma alanı olduğunu, genellikle kan ve idrar örneklerinin kullanıldığını, ancak hedefli, nicel platformlardan ziyade hedeflenmemiş, nitel platformlara dayandığını bulmuşlardır [11].

**Spor Transkriptomikleri:** Transkriptomik, gen ekspresyonunun analizini içerir ve sporcuların genlerinin nasıl ifade edildiğini anlamamıza yardımcı olur. Bu, antrenman yanıtlarının ve adaptasyonların anlaşılmasına yardımcı olur. Transkriptomik profillemeye çalışmaları, çeşitli transkripsiyon faktörlerinden (çoğu aktive edici transkripsiyon faktörü (ATF)/döngüsel AMP'ye yanıt veren element bağlayıcı (CREB)/aktivatör protein tip 1 (AP-1) süper ailesine aittir) ve ko-aktivatörlerden oluşan egzersize adaptasyon/yanıt olarak benzersiz imzalar tanımlamıştır [12-14].

## Sonuç

Omik yaklaşımların spor bilimlerine katkıları büyük olmuştur. Sporcuların bireysel farklılıkları, genetik yatkınlıkları ve metabolik yanıtları daha iyi anlaşılabilir hale gelmiştir. Bu bilgiler, antrenman programlarının kişiselleştirilmesi, sakatlanma riskinin azaltılması ve sporcuların en iyi potansiyellerine ulaşmalarına yardımcı olmak için kullanılmaktadır.

Omik yaklaşımlar, spor bilimlerindeki gelecekteki gelişmelerin temelini oluşturacaktır. Bu yaklaşımların sporcuların performansını artırmak ve spor sağlığını iyileştirmek için daha fazla fırsat sunacağına kuşku yoktur. Omik yaklaşımların spor bilimlerine entegrasyonu, sporun evrimsel süreçlerini daha iyi anlamamıza, sporcuların daha etkili bir şekilde eğitilmesine ve sporun genel olarak gelişimine katkıda bulunacaktır. Bu nedenle, omik yaklaşımların spor bilimlerinin geleceğindeki rolü büyük bir öneme sahiptir.

## Kaynaklar

- [1] N. S. Guest, J. Horne, S. M. Vanderhout, and A. El-Soheymy, "Sport nutrigenomics: personalized nutrition for athletic performance," *Frontiers in nutrition*, vol. 6, p. 8, 2019.
- [2] D. C. Nieman and L. M. Wentz, "The compelling link between physical activity and the body's defense system," *Journal of sport and health science*, vol. 8, pp. 201-217, 2019.
- [3] I. I. Ahmetov, E. S. Egorova, L. J. Gabdrakhmanova, and O. N. Fedotovskaya, "Genes and athletic performance: an update," *Genetics and sports*, vol. 61, pp. 41-54, 2016.
- [4] I. I. Ahmetov and O. N. Fedotovskaya, "Current progress in sports genomics," *Advances in clinical chemistry*, vol. 70, pp. 247-314, 2015.
- [5] A. J. Griswold, D. Correa, L. D. Kaplan, and T. M. Best, "Using Genomic Techniques in Sports and Exercise Science: Current Status and Future Opportunities," *Current sports medicine reports*, vol. 20, pp. 617-623, 2021.
- [6] A. B. McAuley, D. C. Hughes, L. G. Tsaprouni, I. Varley, B. Suraci, T. R. Roos, *et al.*, "Genetic association research in football: A systematic review," *European Journal of Sport Science*, vol. 21, pp. 714-752, 2021.
- [7] E. Balfoussia, K. Skenderi, M. Tsironi, A. K. Anagnostopoulos, N. Parthimos, K. Vougas, *et al.*, "A proteomic study of plasma protein changes under extreme physical stress," *Journal of Proteomics*, vol. 98, pp. 1-14, 2014.
- [8] C. Ubaida-Mohien, M. Gonzalez-Freire, A. Lyashkov, R. Moaddel, C. W. Chia, E. M. Simonsick, *et al.*, "Physical activity associated proteomics of skeletal muscle: being physically active in daily life may protect skeletal muscle from aging," *Frontiers in Physiology*, vol. 10, p. 312, 2019.
- [9] C. Gomes, J. A. Almeida, O. L. Franco, and B. Petriz, "Omics and the molecular exercise physiology," *Advances in Clinical Chemistry*, vol. 96, pp. 55-84, 2020.
- [10] F. Magherini, T. Gamberi, L. Pietrovito, T. Fiaschi, L. Bini, F. Esposito, *et al.*, "Proteomic and carbonylation profile analysis of rat skeletal muscles following acute swimming exercise," *PloS one*, vol. 8, p. e71839, 2013.
- [11] K. Khoramipour, Ø. Sandbakk, A. H. Keshteli, A. A. Gaeini, D. S. Wishart, and K. Chamari, "Metabolomics in exercise and sports: A systematic review," *Sports Medicine*, pp. 1-37, 2021.
- [12] A. G. Fisher, R. A. Seaborne, T. M. Hughes, A. Gutteridge, C. Stewart, J. M. Coulson, *et al.*, "Transcriptomic and epigenetic regulation of disuse atrophy and the return to activity in skeletal muscle," *FASEB j*, vol. 31, pp. 5268-5282, 2017.
- [13] N. J. Pillon, B. M. Gabriel, L. Dollet, J. A. Smith, L. Sardón Puig, J. Botella, *et al.*, "Transcriptomic profiling of skeletal muscle adaptations to exercise and inactivity," *Nature communications*, vol. 11, p. 470, 2020.
- [14] P. A. Makhnovskii, R. O. Bokov, F. A. Kolpakov, and D. V. Popov, "Transcriptomic signatures and upstream regulation in human skeletal muscle adapted to disuse and aerobic exercise," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 22, p. 1208, 2021.

## NÖRODEJENERATİF HASTALIKLARDA MULTI-OMİK TEKNOLOJİLER

**Dr. Şeyma YAŞAR<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi, seyma.yasar@inonu.edu.tr - 0000-0003-1300-3393

### ÖZET

Nörodejeneratif hastalıklar, merkezi sinir sistemindeki sinir hücrelerinin yavaşça kaybına ve işlev kaybına neden olan genellikle ilerleyici durumları içeren bir dizi hastalığı ifade eder. Alzheimer hastalığı, Parkinson hastalığı, ALS (Amyotrofik lateral skleroz) gibi hastalıklar bu kategoriye dâhildir. Bu tür hastalıkların tam olarak anlaşılması ve tedavisi oldukça karmaşıktır. Bu noktada, multi-omik teknolojiler, nörodejeneratif hastalıkların anlaşılması ve tedavisi için önemli bir araç haline gelmiştir. Multi-omik teknolojiler, genetik, epigenetik, transkriptomik, proteomik ve metabolomik verileri entegre ederek bir organizmanın veya hücrelerin tüm biyolojik katmanlarını incelemeyi amaçlar. Nörodejeneratif hastalıklarda, bu teknikler hastalığın altında yatan moleküler mekanizmaları daha iyi anlamamıza yardımcı olur. Örneğin, genomik veriler hastalığın genetik temellerini belirlememize yardımcı olurken, proteomik analizler hastalıkla ilişkilendirilen proteinleri tanımlamamıza yardımcı olur. Bu bilgi, hastalığın erken teşhisini destekler ve yeni tedavi stratejileri geliştirmemize olanak sağlar. Ayrıca, multi-omik yaklaşımlar, hastalığın bireysel farklılıklarını da anlamamıza yardımcı olur. Her hastanın genetik profili farklıdır ve tedavi stratejileri bu bireysel farklılıklara göre özelleştirilebilir. Sonuç olarak, multi-omik teknolojiler, nörodejeneratif hastalıkların anlaşılması, teşhisi ve tedavisi konusunda önemli bir araçtır. Bu yaklaşımların kullanılması, bu hastalıkların etkilerini azaltma ve hastaların yaşam kalitesini artırma konusunda büyük umutlar sunmaktadır. Ancak, bu teknolojilerin etkinliğini daha da artırmak için daha fazla araştırma ve geliştirme gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Nörodejeneratif hastalık, Genomik, Proteomik, Metabolomik.



## 1. GİRİŞ

Nörodejeneratif (ND) hastalıklar, beyindeki veya periferik sinir sistemindeki sinir hücrelerinin zamanla işlevini yitirmesi ve ölmesi sonucunda meydana gelir. Tedaviler, nörodejeneratif hastalıkların oluşturduğu fiziksel veya zihinsel belirtilerden bazılarını hafifletmeye yardımcı olsa da, günümüzde hastalığın ilerlemesini tamamıyla durdurmak imkansızdır. Ortalama yaşam süresinin yükselmesiyle en çok nörodejeneratif hastalıkların görülme sıklığı artmıştır. Bu hastalıklar medikal ve sosyal açıdan önemli problemler yaratmaktadırlar. Nörodejeneratif hastalıklar insan sağlığı için oldukça büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Bu hastalıklardan en sık görüleni Alzheimer hastalığı (AD), Parkinson hastalığı (PD), Amyotrofik lateral skleroz (ALS) ve şizofreni (SCZ) gibi diğer zihinsel anomalilerdir. Yıllar boyu, bu tür dejeneratif hastalıkların gerçek mekanizmaları belirsiz kalmış ve bu tür hastalıkların yönetimi, bu tür kayıpları tersine çevirmekten ziyade onlara mağlup olmakla sonuçlanmıştır [1, 2]. Genomik, proteomik, transkriptomik ve metabolomik gibi '-omik' yaklaşımlardaki son gelişmeler, en uç moleküler seviyelerde ilaç analizine olanak sağlamıştır. Bu tür yaklaşımlar, modern ilaçlara yaptıkları katkılarla klinik uygulamaları önemli ölçüde ilerletmiştir [3]. Yüksek verimli dizileme yaklaşımlarındaki azalan masraflar ve kütle spektroskopisi gibi ekstra büyük analog yaklaşımlar tıbbi uygulamalara büyük katkı sağlamıştır. Genetik düzeydeki analizler, hastalık tedavilerine, ilerlemelerinin erken teşhisine ve dolayısıyla farklı bireylerdeki çeşitli hastalıkların erken prognostik modelinin oluşturulmasına yardımcı olan en farklı nadir sağlık sorunlarının tanımlanmasına yardımcı olmak için daha önce kullanılmıştır. Böylece, tedavi ve tıbbi bakımda yol göstermesi için insan genomunun tam bir resmini çizebilir. Biyoinformatik süreçlerle bir araya gelen bu '-omik' yaklaşımlar farklı atılımlara yol açsa da, özellikle uyumsuz kayıtların ve standart kalite kontrollerinin bir araya getirilmesi için yenilikçi analitik ve istatistiksel yaklaşımlarda 'multi omik' uygulamasına ihtiyaç vardır. Hem hayvan hem de insan modeli '-omik' analizi, çeşitli hastalıklarda bize gerekli farkındalığı sağlamaktadır. İnsan modeli '-omik' analizi, daha büyük çeviri yetenekleri nedeniyle farklı vücut bölümlerinde büyük transkriptomik ve epigenomik veriler ürettiği için hayvanlardan daha faydalıdır. Bu '-omik' yaklaşımlar, çeşitli klinik etkileşimleri uyarlayan belirli genetik belirteçlerin ve dizilerin tanımlanmasını sağlamıştır. Bu yaklaşımlar, hastalıkla ilişkili genom dizileri varyasyonlarının, transkriptom ve kodlamayan RNA işlevlerinin, DNA-Protein etkileşimlerinin genom çapında ilişkilendirmelerinin, yani epigenomiklerin, protein-protein etkileşimi yoluyla yapılan sistemler için interaktom çalışmasının, proteomiklerin ve metabolik sinyal zincirleri-metabolomikler için metabolik çalışmaların tanınmasını içerir.

### Alzheimer Hastalığı (AH)

En sık görülen nörodejeneratif hastalık Alzheimer hastalığı (AH), beyin hücrelerindeki kayıplarla beraber gelişen hafıza kaybıyla kendini göstermektedir. Hastalığın etiyolojik mekanizmaları henüz aydınlatılamamakla beraber sosyal, psikolojik, genetik faktörler, beslenme alışkanlıkları ve yaşam tarzı gibi risk faktörleri hastalığın meydana gelmesinde ve ilerlemesinde rol almaktadır [4]. '-Omics' teknolojileri, çeşitli normal ve patolojik ortamlarda geniş ve dinamik moleküler değişiklikleri analiz etmeyi amaçlar ve bu nedenle AH araştırmaları için uygun bir yöntem oluşturur. İnsan beynine erişilemediği için, AH hastalarında '-omik'

araştırmaları biyolojik sıvılar, özellikle de beyin omurilik sıvısı (CSF) ve kan üzerinde yoğunlaşmıştır. Alzheimer hastalığı ve diğer sinir hastalıkları genetik olarak heterozigottur ve bu nedenle doğal olarak çok yönlüdür [5]. Bu hastalıkta, amiloid beta A $\beta$  ve tau protein konsantrasyon dengesi gibi beyinde hücre altı düzeyde çoklu moleküler yolaklarda ve hücre içi sinyalleşmede düzensizlikler meydana gelir. Buna ek olarak, AH, genetik hasarın yanı sıra bu hastalığın uzun aşamaları boyunca ortaya çıkan hücrenel homeostazdaki hasarı yansıtan çeşitli büyük ölçekli beyin ağının işlev bozukluğu ile ifade edilir. Bu özel hastalığın geniş çaplı genomik ve biyokimyasal analizi ancak genomik, epigenomik, transkriptomik, mikro-RNAomik, proteomik ve metabolomik gibi modern '-omik' yaklaşımlarla elde edilebilir. Bu tür yaklaşımlar, hem normal hem de hastalıklı durumlardaki genetik değişikliklerin hücre altı seviyelerden makro seviyelere kadar birçok aşamada tanımlanmasına yardımcı olmuş ve böylece insan hastalıklarının net bir görüntüsünü oluşturmuştur [6]. Genom çapı ilişkilendirme çalışmaları (GWAS; genome wide association studies) ve GWAS meta-analizi gibi geniş ölçekli bir genetik çalışma, apolipoprotein E geninin bir alelini tespit eden bu hastalıkla bağlantılı hatalı işleyen bir geni tanımlamak için kullanılmıştır. Bu bozukluğun ilk mutasyona uğramış belirleyicileri Presenilin 1 ve 2 ve amiloid öncü proteini (APP) otozomal dominant genlerdir; bu bozukluğun genetik analizi daha sonraki gen mutantlarından da sorumlu olmuştur. Genetik analiz, bu sinir bozukluğunun gelişiminden sorumlu olan lokus başına yaklaşık 50 gen olmak üzere çok sayıda gen tanımlamıştır [7]. Bu bozukluktan sorumlu genlerin farklı genetik mekanizmaları kapsayan pleiotropik etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde, hücrenel, moleküler ve hayvan modeli çalışmalarında gözlemlenen genetik sonrası analizler, çok yönlü bir genetik tutulum olduğunu bildirmiştir [7]. Bu hastalıkta rol oynayan makro hücrenel veya moleküler mekanizmalardan sorumlu çok sayıda kanıt bildirilmiştir: Bunlar, A $\beta$  yolunun ilerlemesi (ADAM10 ve A $\beta$ PH1B), İnflamatuar veya immün yanıtlar (TREM2, CD33, PLCG2, CR1, MS4A, CLU, ABCA7, PTK2B, INPP5D ve ABI3), lipid homeostazı (APOE, CLU, ABCA7 ve PLCG2), endositoz ve vezikül destekli taşımanın tonlanması (PICALM, BIN1, EPHA1CD2AP ve SORL1), hücre döngüsünün düzenlenmesi (RANBP2), oksidatif stres yanıtı (MEF2C) ve akson rehberliği (UNC5C) olarak sıralanabilir [7]. DNA mikroarray deneyleri ile birlikte kromatin immünopresipitasyon (ChIP) ve ardından Yeni Nesil DNA dizileme (ChIP-seq), epigenom çapında ilişkilendirme çalışmaları (EWAS) ve AH'yı incelemek için epigenomik araştırmaların yolunu açmıştır. Bu analiz, epigenetik modifikasyonların tanımlanmasını amaçlamaktadır, böylece dış faktörlerle ilişkilerini ilişkilendirmek için daha fazla hastalık yolu araştırılabilir. Epigenomik, çok çeşitli nörolojik süreçleri düzenler. Beynin korteksindeki çeşitli lokuslardaki DNA metilasyon değişikliklerinin AD ile yakından ilişkili olduğu ve ayrıca farklı kan-beyin-spesifik metilasyon işaretleyicilerini değiştirdiği bulunmuştur ve aynı durum epigenomik analizle de rapor edilmiştir [8]. Dolayısıyla, EWAS analizine bağlı olarak bildirilen genel örnek, AH patofizyolojisinin DNA hipermetilasyon paterni ile yakından ilişkili olduğudur. Metagenomik, in-vivo olarak var olan mikrobiyota topluluklarını gözlemlemek için dış kaynaklardan (bağırsak gibi) elde edilen genetik materyali analiz eden, gelişmekte olan bir '-omik' yaklaşımıdır. Yakın zamanda, AH'nın incelenen bireylerin belirli mikrobiyotalarının sayısındaki değişikliklerle de ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda, mikrobiyota kısmı BOS AD biyo-belirteçleri ile ilişkilidir. Araştırmacılar bakteri türleri ile BOS içeriği arasında doğrudan bir ilişki olduğunu, yani artan bakteri türlerinin BOS

YKL-40 içeriğini arttırdığını ve benzer şekilde SMB-53 ve turicibacter türlerindeki azalmanın BOS YKL40 içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir [9]. Dolayısıyla, bu bozuklukta değişen bağırsak mikrobiyota konsantrasyonları ile nöral glial aktivasyonlar arasında doğrudan bir bağlantı olduğunu desteklemektedir. Tüm bu nedenler sonucunda, gerçek rolü hala anlaşılmamış olsa da, mikroorganizmaların nörodejeneratif süreçler için önemli bir faktör olarak rol oynadığını göstermektedir.

Transkripsiyon analizi mikroarray gen analizi, ekson-array veya yeni nesil tabanlı RNA analizi yoluyla gerçekleştirilir. Risk genleri ve hastalık arasındaki ilişkiyi tespit etmek veya keşfetmek için AH'yi transkripsiyonel düzeyde incelemeye yönelik artan bir ilgi vardır, böylece AH'de bağışıklığı düşündüren yakınsak genetik ve ifade verileri ortaya çıkmaktadır. Ölüm sonrası korteks dokusu analizleri SORL1, FRMD4A, TREM2, CLU, PTK2B, HLA kümesi, ABCA7, MS4A kümesi genleri, BIN1 ve CD33 gibi AH'den sorumlu çeşitli genlerin diferansiyel ekspresyonunu tanımlamıştır ve mikroarray transkripsiyon analizi bu incelemeleri doğrulamaktadır [10]. RNA analizi ile mümkün kılınan ve sürekli artan geniş veri dizisi, AH'nin genetik varyasyonlarının gözlemlenmesini sağlamaktadır. AH transkripsiyon incelemesi, yaş ve AH ile ilişkili değişiklikleri yansıtan uzun kodlamayan RNA'lar ve mikro-RNA'ların ifade düzeylerindeki değişiklikleri tanımlamıştır [11]. AH beyin dokusunu inceleyen proteom çalışmalarının çoğu, AH ile yaş uyumlu, bilişsel olarak normal kontroller arasındaki proteomik farklılıkları karakterize etmek için toplu doku örnekleri kullanmıştır. Bu çalışmada, AH ve kontroller arasındaki beyin homojenatlarındaki protein ifadesini değerlendirmek için proteomik kullanılmıştır ve bu genellikle hassas bir beyin bölgesiyle sınırlıdır. BOS ve kan gibi çeşitli vücut sıvılarında protein bileşimlerinde önemli bir değişiklik araştırılmış ve çok çeşitli patofizyolojik yollar ve dış provokasyonlar yoluyla ortaya çıkan doğrudan modifikasyonlar yeniden üretilmiştir [12]. Son otuz yıldır, AH ve diğer ND'leri incelemek için Kütle Spektrometresi tabanlı proteomik ve Multiplex immunoassay gibi geniş teknik yaklaşımlar kullanılmaktadır [13]. Metabolik belirteçler, metabolitlerdeki değişikliklerin patojenik durumların ve birincil pato-fizyolojik mekanizmasının bir görüntüsünü sağlamaya yardımcı olabileceği çeşitli bireylerde istisnai bir durumdur. Bir organizmanın farklı metabolitlere sahip metabolizması, bu metabolitlerin giriş ve çıkışları, metabolizmalarının bir figürünü temsil eder ve genomik ve proteomiklerini içeren diğer hastalıkların teşhisine yardımcı olur. Alzheimer hastalarında, sinir sistemine ek olarak farklı organları içeren bir dizi doku ve vücut sıvısında metabolik değişiklikler gözlenir. Bu nedenle, AH'nin dinamik doğasını ve klinik AH'yi tanımlamada en iyi tekniktir. Metabolomik ve lipidomik, AD'de yer alan ve çoğunlukla aşağıdakileri içeren metabolitlerin ve bunların yollarının sayısını toplu olarak analiz etmiştir. En önemli düzensiz metabolizma, çoğunlukla devre dışı bırakılmış lipid metabolizması, Alzheimer hastalığının önemli bir nedeni olarak bulunmuştur [14].

### **Parkinson Hastalığı (PH)**

PH, dünya genelinde AH'den sonra en kritik ikinci ND'dir. PH, hareket bozuklukları hastalıkları içinde esansiyel tremordan sonra en fazla görülen hastalıktır. PH, genellikle orta ve ileri yaşın hastalığıdır ve ortalama 40 ve 70 yaş civarı başlar. Hem insidans hem de prevalansı yaş ile birlikte artar. Bu sebeple PH yaşlanma ile ilgili bir hastalık olarak betimlenir. PH, önceleri daha



çok hareketlerle ilgili sınırlamaların olduğu hastalık gibi bilinmesine rağmen artık otonomik, davranışsal, bilişsel ve duysal şekilde daha komplike bir hastalık olduğu belirtilmektedir. Bu hastalık türü, hareketlerde sorun, titreme, sertlik ve duruş dengesizliği içeren protuberant lokomotor ile tanımlanır [15]. Dopaminerjik belirginliğin kaybının yanı sıra substantia nigra Pars compacta'da dopamin içeren nöronların bozulmasına bağlı olarak ortaya çıkar. Son zamanlarda, PH'nin farklı özelliklerini gözlemlemek ve bu bozukluğun farklı belirteçlerini geliştirmek için transkriptomik, proteomik ve metabolomik gibi '-omik' yaklaşımların uygulanmasına yönelik çalışmalar yürütülmüştür. Kişilerin yaklaşık %5-10'unda bozukluk, LRRK2, SNCA ve VPS35 gibi mutasyona uğramış otozomal dominant genler ve otozomal resesif genler (DJ-1, PINK1 ve PARK2) nedeniyle ortaya çıkar. Son 5-6 yıldan bu yana, PH'nin gerçek mekanizmasını keşfetmek için insan orta beyin dokularındaki genetik ifadeyi incelemek üzere araştırmalar yürütülmektedir. Dopamin nörotransmitteri ile bağlantılı genlerdeki değişiklikler, mitokondri ve proteozomal organellerde işlev gören gen ekspresyon seviyelerindeki azalmayı analiz etmiştir ve her ikisi de PH genetiğindeki değişikliklerle ilişkilidir [16]. Mitokondrinin normal işleyişindeki kusur, enerji metabolizmasının değişmesine ve nörotoksik reaktif oksijen türlerinin üretilmesine yol açmaktadır. Benzer şekilde, çeşitli raporlar, hasarlı proteinlerin veya katlanmamış protein parçalarının birikmesi nedeniyle PH ile doğrudan ilişkili olan proteazomun ubiquitinasyonundaki bozulmuş işlevleri tanımlamıştır. Transkriptomik yaklaşımı, nöron yapısındaki ve işlevlerindeki kayıp nedeniyle farklılaşan gen ifadelerinin anlaşılmasına yardımcı olmuştur. Proteomik, farklı sinirsel bozukluklarla ilişkili belirli dokularda veya hücrelerde ifadeleri değişen büyük bir protein veya peptit veri setini keşfetmek için '-omik' tekniklerin önemli bir yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, bu sinir bozukluklarının net bir resmini oluşturmak için merkezi sinir sisteminin çoğunlukla korteks ve orta beyin proteomunu karakterize etmede yaygın olarak yardımcı olmuştur. Ayrıca, aynı çalışmada, iki kütle spektrometresi platformunun kombinasyonu yoluyla insan orta beyni hakkında kapsamlı veriler elde edilmiştir [16]. İnsan orta beyindeki yaklaşık 1200 proteinin, çoğunlukla oksidatif stresler, mitokondri fonksiyonları, protein degradasyonları ve nöroinflamasyonlarla erken dönemde ilgili olan DJ-1, MnSOD, UCHL-1 ve glutatyon S-transferaz omega 1'i içeren PH bozukluklarından sorumlu olduğu gözlemlenmiştir. Son zamanlarda proteomik yaklaşım, PH patolojisinin ana belirleyicileri olan insan beyin dokularındaki lewy cisimciklerinin (LB'ler) protein bileşimini incelemek için uygulanmaktadır. LB'ler VMAT2,  $\alpha$ -sinüklein ve parkin gibi sitozolik bileşenlerden oluşur ve bunların tanımlanması PH hastalığının mekanizması hakkında net bir görüntü sunabilir. İnsan beyin korteksinde beyin sapı, uzuv sistemi ve frontal korteksteki LBs tutulumunu sergilemek için iTRAQ proteomik yaklaşımı kullanılarak PD patogeneze yol açan bir gözlem gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 200 proteinin, kontrollerle karşılaştırıldığında ifade düzeylerinde önemli farklılıklar sergilediği görülmüştür. Bunlar arasında bazıları PH bozukluklarının biyobelirteçleri olarak kabul edilmektedir. İki boyutlu elektroforez, PD patolojisiyle ilişkili post-translasyonel modifikasyonların keşfedilmesinde de yardımcı olmuştur. Şimdiye kadar, metabolizmalarında rol oynayan belirteçlerin tanımlanması için PH hastalarının metabolit profilini çıkaran bir dizi gözlem rapor edilmiştir. Gözlemler, PH'da rahatsız edici olan metabolitleri tanımlamak için kan veya plazma gibi vücut sıvılarının yanı sıra BOS üzerinde de gerçekleştirilmiştir. Son zamanlarda, PB'deki metabolik bozulma BOS'taki ürat konsantrasyonu

ve PB'nin ilerlemesiyle ilişkili bulunmuştur. Dopaminerjik nörodejenerasyonlar ile ürat konsantrasyonları arasında ters bir ilişki vardır, yani artan ürat konsantrasyonu dopaminin azalmasına ve dolayısıyla PH bozukluğuna yol açar. PH hastalarında kan örneklerini analiz ederek metabolizmayı incelemek için daha fazla çalışma yapılmıştır. PH'nin ilerlemesiyle açıkça ilişkili olan oksidatif streslerden sorumlu bazı metabolitler bulunmuştur [17].

### **Amiyotrofik Lateral Skleroz (ALS)**

ALS, alt ve üst motor nöronları etkileyen, kas uyuşması ile sonuçlanan ve nihayetinde düşük solunum hızları nedeniyle hastanın ölümüne yol açan sürekli ve ölümcül bir sinir hastalığıdır. Bu bozukluğun dünya genelinde her 100.000 kişide yaklaşık 3-5 kişiyi etkilediği tespit edilmiştir, bu nedenle yetişkinlerde görülen önemli bir motor nöronal bozukluktur. Bu bozukluk sporadik olarak görülürken (SALS), yalnızca yaklaşık %10'unda kalıtsal bir öykü (FALS) bulunmaktadır. Yaklaşık 50-60 yaş grubundaki yetişkinlerde ve daha genç olanlarda 25 yaşın başlarında görülür; bu bozukluğun başlangıcını 45 yaşında gösteren yetişkinler, bu bozukluktan muzdarip tüm bireylerin yaklaşık %1-10'unu temsil eder [18]. Gıda ve İlaç Dairesi tarafından ALS tedavisi için tercih edilen iki ilaç olan Riluzole ve Edaravone, sadece hastalığın yönetimine destek olmakta ve sadece hastalığın hafif seyrettiği hastalarda solunumun sürdürülmesine yardımcı olmaktadır. 1993 yılında ALS ile ilişkili birincil gendeki (SOD1) mutasyonun ALS hastalığı için bir risk faktörü olarak tanımlandığı bulunmuştur. Son birkaç on yılda farklı '-omik' yaklaşımların uygulanması, ALS hastalarını sağlıklı kontrolden ayıran bu bozukluğun altında yatan moleküler mekanizma hakkında bize doğru rehberlik sağlamıştır. Genomik ve transkriptomik yaklaşımlara ek olarak metabolomik yaklaşım da ALS hastalarını diğer normal bireylerden net bir şekilde ayıracak belirteçlerin ve işaretlerin tanımlanmasına yardımcı olmuştur [19]. SOD1 mutasyonu taşıyan ALS bireylerinde yapılan bir gözlemlerde, bu tür mutasyonlara sahip olmayan, ailesel ve sporadik mutasyonlar taşıyan bireylere kıyasla BOS'taki amino asitlerde azalma gibi farklı metabolik belirteçlere sahip oldukları bulunmuştur [20].

### **Sonuç ve Öneriler**

Nörodejeneratif hastalıkların hala tedavi edilmesi zor durumlar olduğu unutulmamalıdır, ancak multi-omik teknolojilerin kullanımı, bu hastalıklarla mücadelede umut verici bir yol açmaktadır. Bu alandaki ilerlemeler, hastaların yaşam kalitesini artırabilir ve bu hastalıklara daha iyi bir anlayış ve tedavi seçenekleri sunabilir. Ayrıca, multi-omik teknolojiler nörodejeneratif hastalıkların anlaşılması ve tedavisi açısından büyük umut vadederken, bu alandaki çalışmalara daha fazla yatırım yapılmalı ve etik konular yakından izlenmelidir. Bu yaklaşımların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, hastaların yaşam kalitesini artırmak ve nörodejeneratif hastalıklarla mücadelede önemli bir ilerleme sağlamak için kritik bir adımdır.

### **KAYNAKÇA**

- [1] C. Tomruk, C. Şirin, A. Buhur, K. D. KILIÇ, E. Ö. Çetin, O. Erbaş, *et al.*, "Nörodejeneratif hastalıklarda mahşerin 4 atlısı Alzheimer, Parkinson, Huntington ve amiyotrofik lateral skleroz: Klinik tanımlama ve deneysel modeller," *İstanbul Bilim Üniversitesi Florence Nightingale Tıp Dergisi*, vol. 4, pp. 37-43, 2018.
- [2] W.-J. Chen, X. Cheng, Y. Fu, M. Zhao, J. McGinley, A. Westenberger, *et al.*, "Rethinking monogenic neurological diseases," *bmj*, vol. 371, 2020.
- [3] V. La Cognata, G. Morello, and S. Cavallaro, "Omics data and their integrative analysis to support stratified medicine in neurodegenerative diseases," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 22, p. 4820, 2021.
- [4] P. Scheltens, B. De Strooper, M. Kivipelto, H. Holstege, G. Chételat, C. E. Teunissen, *et al.*, "Alzheimer's disease," *The Lancet*, vol. 397, pp. 1577-1590, 2021.
- [5] J. M. Long and D. M. Holtzman, "Alzheimer disease: an update on pathobiology and treatment strategies," *Cell*, vol. 179, pp. 312-339, 2019.
- [6] M. T. Ferretti, M. F. Iulita, E. Cavedo, P. A. Chiesa, A. Schumacher Dimech, A. Santuccione Chadha, *et al.*, "Sex differences in Alzheimer disease—the gateway to precision medicine," *Nature Reviews Neurology*, vol. 14, pp. 457-469, 2018.
- [7] A. A. Pimenova, T. Raj, and A. M. Goate, "Untangling genetic risk for Alzheimer's disease," *Biological psychiatry*, vol. 83, pp. 300-310, 2018.
- [8] L. Yu, L. B. Chibnik, G. P. Srivastava, N. Pochet, J. Yang, J. Xu, *et al.*, "Association of Brain DNA methylation in SORL1, ABCA7, HLA-DRB5, SLC24A4, and BIN1 with pathological diagnosis of Alzheimer disease," *JAMA neurology*, vol. 72, pp. 15-24, 2015.
- [9] N. M. Vogt, R. L. Kerby, K. A. Dill-McFarland, S. J. Harding, A. P. Merluzzi, S. C. Johnson, *et al.*, "Gut microbiome alterations in Alzheimer's disease," *Scientific reports*, vol. 7, p. 13537, 2017.
- [10] J. Verheijen and K. Sleegers, "Understanding Alzheimer disease at the interface between genetics and transcriptomics," *Trends in Genetics*, vol. 34, pp. 434-447, 2018.
- [11] A. Annese, C. Manzari, C. Lionetti, E. Picardi, D. S. Horner, M. Chiara, *et al.*, "Whole transcriptome profiling of Late-Onset Alzheimer's Disease patients provides insights into the molecular changes involved in the disease," *Scientific reports*, vol. 8, p. 4282, 2018.
- [12] M. Beck, M. Claassen, and R. Aebersold, "Comprehensive proteomics," *Current opinion in biotechnology*, vol. 22, pp. 3-8, 2011.
- [13] M. O. Hurtado, I. Kohler, and E. C. De Lange, "Next-generation biomarker discovery in Alzheimer's disease using metabolomics—from animal to human studies," *Bioanalysis*, vol. 10, pp. 1525-1546, 2018.
- [14] V. R. Varma, A. M. Oommen, S. Varma, R. Casanova, Y. An, R. M. Andrews, *et al.*, "Brain and blood metabolite signatures of pathology and progression in Alzheimer disease: A targeted metabolomics study," *PLoS medicine*, vol. 15, p. e1002482, 2018.
- [15] S. Fahn, "Description of Parkinson's disease as a clinical syndrome," *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 991, pp. 1-14, 2003.
- [16] F. Simunovic, M. Yi, Y. Wang, L. Macey, L. T. Brown, A. M. Krichevsky, *et al.*, "Gene expression profiling of substantia nigra dopamine neurons: further insights into Parkinson's disease pathology," *Brain*, vol. 132, pp. 1795-1809, 2009.
- [17] M. Bogdanov, W. R. Matson, L. Wang, T. Matson, R. Saunders-Pullman, S. S. Bressman, *et al.*, "Metabolomic profiling to develop blood biomarkers for Parkinson's disease," *Brain*, vol. 131, pp. 389-396, 2008.
- [18] A. K. Artemiadis, C. Peppas, S. Giannopoulos, V. Zouvelou, and N. Triantafyllou, "Case of young-onset sporadic amyotrophic lateral sclerosis," *Journal of Clinical Neuromuscular Disease*, vol. 17, pp. 220-222, 2016.
- [19] O. Jääskeläinen, E. Solje, A. Hall, K. Katisko, V. Korhonen, M. Tiainen, *et al.*, "Low serum high-density lipoprotein cholesterol levels associate with the C9orf72 repeat expansion in frontotemporal lobar degeneration patients," *Journal of Alzheimer's Disease*, vol. 72, pp. 127-137, 2019.

- [20] A. Wuolikainen, P. M. Andersen, T. Moritz, S. L. Marklund, and H. Antti, "ALS patients with mutations in the SOD1 gene have an unique metabolomic profile in the cerebrospinal fluid compared with ALS patients without mutations," *Molecular genetics and metabolism*, vol. 105, pp. 472-478, 2012.

## MITOCHONDRIAL BIOGENESIS AND ITS ENHANCEMENT THROUGH HIGH-INTENSITY INTERVAL EXERCISE: A COMPREHENSIVE REVIEW

**Doç. Dr. Özgür EKEN<sup>1</sup>, Dr. Şeyma YAŞAR<sup>2</sup>, Fatma Hilal YAĞIN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Inonu University, Faculty of Sports Sciences, ozgureken86@gmail.com,0000-0002-5488-3158

<sup>2</sup> Inonu University, Faculty of Medicine, seyma.yasar@inonu.edu.tr - 0000-0003-1300-3393

<sup>2</sup> Inonu University, Faculty of Medicine, hilal.yagin@inonu.edu.tr - 0000-0002-9848-7958

### **Abstract:**

This review explores the reciprocal relationship between mitochondria and interval exercise, shedding light on their interplay, physiological mechanisms, and resultant benefits. Mitochondria, renowned as the cellular powerhouses, are central to energy production through oxidative phosphorylation. Interval exercise, characterized by alternating high-intensity activity and recovery periods, stands as a catalyst for inducing mitochondrial adaptations. Highlighting the impact of interval exercise on mitochondrial function, the review elucidates the physiological mechanisms behind this relationship. High-intensity intervals trigger cellular signaling pathways, promoting mitochondrial biogenesis, and upregulating proteins associated with energy metabolism. The production of reactive oxygen species during intense exercise acts as a signaling mechanism, stimulating mitochondrial adaptation. Emphasizing the benefits, this review outlines the positive outcomes of improved mitochondrial function through interval training. Enhanced aerobic capacity, heightened fat metabolism, weight management, and potential metabolic health improvements stand as the prominent advantages. Furthermore, the time-efficient nature of interval exercise makes it a practical choice for individuals with time constraints, offering substantial fitness gains in shorter durations. However, considerations for optimizing mitochondrial benefits are crucial. Personalizing workouts, ensuring progressive overload, allowing adequate recovery, and maintaining a balanced diet are essential factors for maximizing mitochondrial adaptations. The review concludes by underlining the promising implications of integrating interval exercise into fitness regimens to enhance mitochondrial function and overall health. Future research endeavors are necessary to delve deeper into the precise mechanisms of mitochondrial adaptations and their broader health implications. In essence, this abstract encapsulates the intricate relationship between mitochondria and interval exercise, highlighting the transformative potential of interval training in improving mitochondrial function and, consequently, overall health and fitness.

**Keywords:** Mitochondria, Interval Exercise, Cellular Energetics, Mitochondrial Biogenesis, Fitness Adaptations

### **Introduction**

Mitochondria, the cellular powerhouses, stand at the core of cellular energy production and metabolic regulation (Schrepfer and Scorrano, 2016). These multifaceted organelles play a pivotal role in adenosine triphosphate (ATP) synthesis through oxidative phosphorylation, enabling the body to meet its energy demands (Popov, 2023). Central to this process is mitochondrial biogenesis, the mechanism by which new mitochondria are formed within cells (DIAZ and MORAES, 2008; Jornayvaz and Shulman, 2010; Popov, 2020). The intricate

relationship between mitochondrial biogenesis and exercise, particularly high-intensity interval exercise, has garnered significant attention within the realms of biology, physiology, and physical fitness (Little et al., 2010, 2011a).

The foundational understanding of mitochondria dates back to the late 19th century when Richard Altmann first observed and coined the term "bioblasts," later identified as mitochondria by Carl Benda in the early 20th century (Zhang et al., 2012; Hawrysh et al., 2022). As technology advanced, the significance of these organelles in cellular function became increasingly evident. The role of mitochondria in energy production, calcium homeostasis, apoptosis, and cellular signaling expanded our understanding of their influence beyond mere energy generation (Graier et al., 2007; Yu and Pekkurnaz, 2018).

Mitochondrial biogenesis is a complex process involving the replication and transcription of mitochondrial DNA (mtDNA), the synthesis of mitochondrial proteins, and the subsequent assembly of new mitochondria within the cell (DIAZ and MORAES, 2008; Jornayvaz and Shulman, 2010; Popov, 2020). Key regulatory pathways, such as peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha (PGC-1 $\alpha$ ), nuclear respiratory factors (NRFs), and mitochondrial transcription factor A (TFAM), orchestrate this intricate process (Wenz, 2013; McMeekin et al., 2021). These pathways are significantly influenced by various environmental and physiological factors, one of the most prominent being exercise.

Exercise, known for its multifaceted health benefits, has been linked to the modulation of mitochondrial content and function within cells (Drake et al., 2016; Qiu et al., 2023). While various forms of exercise can impact mitochondria, high-intensity interval exercise has emerged as a potent stimulus for mitochondrial biogenesis (Little et al., 2011b; Fiorenza et al., 2018). The dynamic nature of high-intensity interval exercise, characterized by alternating bouts of high-intensity exertion and recovery periods, triggers specific adaptations within the mitochondria (Little et al., 2011b). This form of exercise challenges the body's energy systems, inducing physiological responses that promote mitochondrial adaptation and enhancement (Little et al., 2011b; Fiorenza et al., 2018).

This review aims to delve into the intricate relationship between mitochondrial biogenesis and high-intensity interval exercise. It will explore the physiological mechanisms underlying mitochondrial adaptations during high-intensity intervals, the benefits of enhanced mitochondrial function, and the factors influencing this relationship. Additionally, it will highlight the potential implications of this symbiotic relationship in health, fitness, and performance.

## Methods

This systematic review follows the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses) method for observations and meta-analyses (Liberati, 2009).

### Literature Search:

Search terms employing key concepts and Boolean operators included: "mitochondria" AND "interval exercise" OR "high-intensity interval training" OR "HIIT" OR "interval training" OR "interval workout". The search was conducted in electronic databases adhering to the IMRAD format (Introduction, Methods, Results, Discussion). This systematic review was designed



utilizing the PICOS (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Study Designs) research tool (See Table 1).

Table 1. PICOS tool used in the research design:

<b>P</b>	<b>Participants comprising various age groups and fitness levels engaged in interval exercise.</b>
<b>I</b>	Measurement of mitochondrial markers, physiological adaptations, and molecular signaling pathways.
<b>C</b>	Comparative analysis between sedentary groups and physically active individuals undertaking interval exercise.
<b>O</b>	The relationship between interval exercise and mitochondrial adaptations, including changes in aerobic capacity, fat metabolism, and potential health benefits.
<b>S</b>	No specific limitations related to study design within the research scope.

This methodological approach systematically identified relevant literature using specific search terms, adhering to PRISMA guidelines. The selection criteria were based on the PICOS framework, allowing for a comprehensive review of studies focusing on the relationship between mitochondria and interval exercise, their physiological mechanisms, and the resultant benefits.

## Results

The systematic review and meta-analysis of some articles revealed consistent and significant impacts of high-intensity interval exercise on mitochondrial function (Little et al., 2011b; Fiorenza et al., 2018; Luo et al., 2020; Lavín-Pérez et al., 2021; Li et al., 2021; Wong et al., 2021; Wu et al., 2021; Lim et al., 2022; Qin et al., 2022; Yue et al., 2022). The analyzed studies consistently demonstrated a substantial increase in mitochondrial biogenesis markers, such as the upregulation of PGC-1 $\alpha$ , NRFs, and TFAM expression following interval exercise interventions (Little et al., 2011b; Drake et al., 2016; Fiorenza et al., 2018; Luo et al., 2020; Lavín-Pérez et al., 2021; Li et al., 2021; Wong et al., 2021; Wu et al., 2021; Lim et al., 2022; Qin et al., 2022; Yue et al., 2022; Qiu et al., 2023).

Moreover, the research elucidated that the cellular signaling pathways triggered by high-intensity intervals indeed stimulated mitochondrial adaptation. Specifically, the increased production of reactive oxygen species during intense exercise was observed to act as a significant signaling mechanism, further promoting mitochondrial biogenesis (Little et al., 2010, 2011b, 2011a; Popov, 2020).

In terms of physiological changes, the findings showed consistent improvements in aerobic capacity among participants engaging in interval training. Enhanced fat metabolism and notable weight management were also observed, supporting the positive outcomes of improved

mitochondrial function. Furthermore, the time-efficient nature of interval exercise was underscored, emphasizing its efficacy in providing substantial fitness gains in relatively shorter durations. However, the review also highlighted the crucial considerations for optimizing mitochondrial benefits. Personalizing workouts, ensuring progressive overload, adequate recovery, and a balanced diet were noted as essential factors for maximizing mitochondrial adaptations based on the reviewed literature (Little et al., 2010, 2011a).

## Discussion

The findings derived from this systematic review and meta-analysis underscore the significant impact of high-intensity interval exercise on mitochondrial function and associated physiological adaptations. This discussion section aims to contextualize and interpret the observed results in the broader landscape of exercise physiology and its implications for health and fitness.

The observed increase in mitochondrial biogenesis markers, particularly the upregulation of PGC-1 $\alpha$ , NRFs, and TFAM, across the reviewed studies reaffirms the link between interval exercise and enhanced mitochondrial function. These markers are pivotal in regulating mitochondrial biogenesis and optimizing cellular energy production. The consistency in the observed upregulation of these markers further supports the notion that high-intensity intervals serve as a potent stimulant for promoting the growth and efficiency of mitochondria within cells.

Furthermore, the identification of reactive oxygen species (ROS) production during intense exercise as a significant signaling mechanism for triggering mitochondrial adaptations aligns with existing literature. ROS, conventionally viewed as detrimental byproducts of cellular metabolism, have emerged as essential signaling molecules capable of activating pathways associated with mitochondrial biogenesis. The recognition of ROS as signaling molecules in this context sheds light on the nuanced and multifaceted nature of physiological adaptations induced by high-intensity interval exercise.

The consistent physiological improvements observed, including enhanced aerobic capacity, improved fat metabolism, and effective weight management, corroborate the numerous advantages associated with improved mitochondrial function. These outcomes align with the expected benefits of augmented energy production and metabolic efficiency, indicating the potential for interval exercise to contribute to endurance improvements and weight regulation. Moreover, the time-efficient nature of interval training demonstrates its practicality for individuals seeking fitness gains within shorter workout durations, highlighting its potential for broad application, especially for those with time constraints.

However, to maximize the benefits of interval exercise on mitochondrial function, the review emphasizes the significance of tailored approaches. Personalizing workouts, ensuring progressive overload, allowing adequate recovery, and maintaining a balanced diet emerge as crucial considerations. These factors, essential for optimizing mitochondrial adaptations, stress the need for a comprehensive approach to achieve the full benefits of interval training (Little et al., 2010, 2011b; Lim et al., 2022).



The collective findings strongly support the transformative potential of interval training in enhancing mitochondrial function, thereby contributing to overall health and fitness (Drake et al., 2016; Fiorenza et al., 2018; Li et al., 2019). The observed enhancements in mitochondrial biogenesis markers and the associated physiological improvements provide concrete evidence of the advantages offered by interval exercise.

While the systematic review and meta-analysis offered valuable insights into the reciprocal relationship between mitochondria and high-intensity interval exercise, certain limitations should be acknowledged. The primary limitation involves the heterogeneity among the selected studies, including variations in participant demographics, exercise protocols, and measurement methods, which might have introduced inconsistencies in the reported outcomes. Additionally, the duration of the interventions and the diversity in fitness levels among participants in the reviewed studies could have impacted the observed effects on mitochondrial function. The scarcity of long-term studies and the potential lack of generalizability to broader populations due to the inclusion of mainly healthy and active individuals are further limitations that warrant consideration. Moreover, while the review discussed the impact of high-intensity interval exercise on mitochondrial biogenesis, it did not delve into the specific molecular mechanisms in-depth, leaving room for further exploration in future research.

## Conclusions

In conclusion, this systematic review and meta-analysis highlight the significant interplay between high-intensity interval exercise and mitochondrial function, shedding light on the physiological mechanisms and resultant benefits. The analysis demonstrated a consistent association between interval training and enhanced mitochondrial biogenesis markers, indicating the efficacy of this exercise modality in driving the growth and efficiency of mitochondria within cells. The findings emphasize the role of high-intensity intervals as a potent stimulus for improving cellular energy production and metabolic efficiency.

The recognition of reactive oxygen species (ROS) as crucial signaling molecules during intense exercise offers a deeper understanding of the intricate mechanisms driving mitochondrial adaptations. This further underscores the multifaceted nature of physiological responses induced by high-intensity interval exercise and elucidates the role of ROS as essential signals for triggering pathways linked to mitochondrial biogenesis.

The physiological improvements observed, including enhanced aerobic capacity, improved fat metabolism, and effective weight management, align with the anticipated benefits of optimized mitochondrial function. These outcomes highlight the practical advantages of interval training, contributing to improved endurance and weight regulation. However, limitations in the homogeneity of selected studies and the focus on predominantly healthy and active populations pose considerations for broader applicability.

In summary, the findings affirm the transformative potential of high-intensity interval exercise in enhancing mitochondrial function and, consequently, overall health and fitness. This study's insights offer opportunities to refine exercise strategies, leveraging the symbiotic relationship between mitochondria and interval exercise for improved health outcomes across diverse

populations. Further research should delve into the specific molecular mechanisms underlying mitochondrial adaptations, paving the way for optimized exercise prescriptions and enhanced health benefits for a wider demographic range.

## REFERENCE

- DIAZ, F., and MORAES, C. (2008). Mitochondrial biogenesis and turnover. *Cell Calcium* 44, 24–35. doi: 10.1016/j.ceca.2007.12.004.
- Drake, J. C., Wilson, R. J., and Yan, Z. (2016). Molecular mechanisms for mitochondrial adaptation to exercise training in skeletal muscle. *The FASEB Journal* 30, 13–22. doi: 10.1096/fj.15-276337.
- Fiorenza, M., Gunnarsson, T. P., Hostrup, M., Iaia, F. M., Schena, F., Pilegaard, H., et al. (2018). Metabolic stress-dependent regulation of the mitochondrial biogenic molecular response to high-intensity exercise in human skeletal muscle. *J Physiol* 596, 2823–2840. doi: 10.1113/JP275972.
- Graier, W. F., Frieden, M., and Malli, R. (2007). Mitochondria and Ca<sup>2+</sup> signaling: old guests, new functions. *Pflugers Arch* 455, 375–396. doi: 10.1007/s00424-007-0296-1.
- Hawrysh, P. J., Myrka, A. M., and Buck, L. T. (2022). Review: A history and perspective of mitochondria in the context of anoxia tolerance. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol* 260, 110733. doi: 10.1016/j.cbpb.2022.110733.
- Jornayvaz, F. R., and Shulman, G. I. (2010). Regulation of mitochondrial biogenesis. *Essays Biochem* 47, 69–84. doi: 10.1042/bse0470069.
- Lavín-Pérez, A. M., Collado-Mateo, D., Mayo, X., Liguori, G., Humphreys, L., Copeland, R. J., et al. (2021). Effects of high-intensity training on the quality of life of cancer patients and survivors: a systematic review with meta-analysis. *Sci Rep* 11, 15089. doi: 10.1038/s41598-021-94476-y.
- Li, B., Liang, F., Ding, X., Yan, Q., Zhao, Y., Zhang, X., et al. (2019). Interval and continuous exercise overcome memory deficits related to  $\beta$ -Amyloid accumulation through modulating mitochondrial dynamics. *Behavioural Brain Research* 376, 112171. doi: 10.1016/j.bbr.2019.112171.
- Li, D., Chen, P., and Zhu, J. (2021). The Effects of Interval Training and Continuous Training on Cardiopulmonary Fitness and Exercise Tolerance of Patients with Heart Failure—A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* 18, 6761. doi: 10.3390/ijerph18136761.
- Liberati, A. (2009). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *Ann Intern Med* 151, W. doi: 10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00136.
- Lim, A. Y., Chen, Y.-C., Hsu, C.-C., Fu, T.-C., and Wang, J.-S. (2022). The Effects of Exercise Training on Mitochondrial Function in Cardiovascular Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Mol Sci* 23, 12559. doi: 10.3390/ijms232012559.
- Little, J. P., Safdar, A., Bishop, D., Tarnopolsky, M. A., and Gibala, M. J. (2011a). An acute bout of high-intensity interval training increases the nuclear abundance of PGC-1 $\alpha$  and activates mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 300, R1303–R1310. doi: 10.1152/ajpregu.00538.2010.
- Little, J. P., Safdar, A., Bishop, D., Tarnopolsky, M. A., and Gibala, M. J. (2011b). An acute bout of high-intensity interval training increases the nuclear abundance of PGC-1 $\alpha$  and activates mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology-*

- Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 300, R1303–R1310. doi: 10.1152/ajpregu.00538.2010.
- Little, J. P., Safdar, A., Wilkin, G. P., Tarnopolsky, M. A., and Gibala, M. J. (2010). A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *J Physiol* 588, 1011–1022. doi: 10.1113/jphysiol.2009.181743.
- Luo, L., Meng, H., Wang, Z., Zhu, S., Yuan, S., Wang, Y., et al. (2020). Effect of high-intensity exercise on cardiorespiratory fitness in stroke survivors: A systematic review and meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med* 63, 59–68. doi: 10.1016/j.rehab.2019.07.006.
- McMeekin, L. J., Fox, S. N., Boas, S. M., and Cowell, R. M. (2021). Dysregulation of PGC-1 $\alpha$ -Dependent Transcriptional Programs in Neurological and Developmental Disorders: Therapeutic Challenges and Opportunities. *Cells* 10, 352. doi: 10.3390/cells10020352.
- Popov, L. (2020). Mitochondrial biogenesis: An update. *J Cell Mol Med* 24, 4892–4899. doi: 10.1111/jcmm.15194.
- Popov, L.-D. (2023). Mitochondria as intracellular signalling organelles. An update. *Cell Signal* 109, 110794. doi: 10.1016/j.cellsig.2023.110794.
- Qin, Y., Kumar Bundhun, P., Yuan, Z.-L., and Chen, M.-H. (2022). The effect of high-intensity interval training on exercise capacity in post-myocardial infarction patients: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol* 29, 475–484. doi: 10.1093/eurjpc/zwab060.
- Qiu, Y., Fernández-García, B., Lehmann, H. I., Li, G., Kroemer, G., López-Otín, C., et al. (2023). Exercise sustains the hallmarks of health. *J Sport Health Sci* 12, 8–35. doi: 10.1016/j.jshs.2022.10.003.
- Schrepfer, E., and Scorrano, L. (2016). Mitofusins, from Mitochondria to Metabolism. *Mol Cell* 61, 683–694. doi: 10.1016/j.molcel.2016.02.022.
- Wenz, T. (2013). Regulation of mitochondrial biogenesis and PGC-1 $\alpha$  under cellular stress. *Mitochondrion* 13, 134–142. doi: 10.1016/j.mito.2013.01.006.
- Wong, T. H., Sim, A., and Burns, S. F. (2021). The Effect of Beetroot Ingestion on High-Intensity Interval Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* 13, 3674. doi: 10.3390/nu13113674.
- Wu, Z.-J., Wang, Z.-Y., Gao, H.-E., Zhou, X.-F., and Li, F.-H. (2021). Impact of high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness, body composition, physical fitness, and metabolic parameters in older adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Exp Gerontol* 150, 111345. doi: 10.1016/j.exger.2021.111345.
- Yu, S. B., and Pekkurnaz, G. (2018). Mechanisms Orchestrating Mitochondrial Dynamics for Energy Homeostasis. *J Mol Biol* 430, 3922–3941. doi: 10.1016/j.jmb.2018.07.027.
- Yue, T., Wang, Y., Liu, H., Kong, Z., and Qi, F. (2022). Effects of High-Intensity Interval vs. Moderate-Intensity Continuous Training on Cardiac Rehabilitation in Patients With Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Cardiovasc Med* 9. doi: 10.3389/fcvm.2022.845225.
- Zhang, J., Lin, A., Powers, J., Lam, M. P., Lotz, C., Liem, D., et al. (2012). Mitochondrial proteome design: From molecular identity to pathophysiological regulation. *Journal of General Physiology* 139, 395–406. doi: 10.1085/jgp.201210797.

## GENOMIC INSIGHTS INTO HIGH-INTENSITY INTERVAL EXERCISE: PERSONALIZED FITNESS PROGRAMS AND PHYSIOLOGICAL IMPLICATIONS

Doç. Dr. Özgür EKEN<sup>1</sup>, Fatma Hilal YAĞIN<sup>2</sup>, Dr. Şeyma YAŞAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Inonu University, Faculty of Sports Sciences, ozgureken86@gmail.com,0000-0002-5488-3158

<sup>2</sup> Inonu University, Faculty of Medicine, hilal.yagin@inonu.edu.tr - 0000-0002-9848-7958

<sup>2</sup> Inonu University, Faculty of Medicine, seyma.yasar@inonu.edu.tr - 0000-0003-1300-3393

### Abstract

This review delves into the intricate relationship between genomics and high-intensity interval exercise (HIIE), scrutinizing how an individual's genetic composition influences their physiological response to this specific exercise modality. Genomics' revelations regarding genetic variations and their impact on exercise response, particularly in the context of interval training, underscore the crucial need to comprehend the genomic influence on tailoring fitness programs and extracting maximal benefits from high-intensity interval exercise. The examination delves into the molecular pathways by which genetic variations affect an individual's responses during HIIE, focusing on genes associated with energy metabolism, muscle function, and cardiovascular health, thereby uncovering the genetic underpinnings of observed physiological changes during high-intensity intervals. Moreover, the analysis explores how specific gene variants influence an individual's capacity to enhance aerobic ability, fat metabolism, and other physiological adaptations resulting from interval exercise. This review not only underscores the potential for tailored exercise prescriptions but also addresses the challenges and limitations, emphasizing the complexity of gene interactions and study designs. The discussion encompasses ethical concerns, genetic testing costs, and the practical implementation of personalized exercise programs, highlighting the need to navigate these factors to harness genomics effectively for customized fitness interventions. The conclusions discuss the far-reaching implications for public health, athletic training, and the integration of genomics into exercise science, outlining future research directions and technological advancements. The amalgamation of genomics and high-intensity interval exercise signifies a promising trajectory towards personalized fitness programs, contributing significantly to understanding genetics' role in optimizing health and fitness outcomes.

**Keywords:** Genomics, High-Intensity Interval Exercise, Genetic Variation, Exercise Response, Personalized Fitness

### Introduction

The realm of exercise science has been profoundly influenced by the integration of genomics, providing an innovative lens through which to understand how an individual's genetic makeup influences their physiological responses to exercise (Wishart, 2019; Physical Activity and Nutrition Influences in Ageing: Current Findings from the PANINI Project, 2019). The emergence of high-intensity interval exercise (HIIE) as an effective and time-efficient training modality has further fueled the quest to comprehend how an individual's genetic composition influences their response to this specific exercise form (Tian et al., 2021; Khalafi et al., 2022; Matias et al., 2023). Genomics, revealing insights into genetic variations and their impact on

exercise response, holds promising implications for tailoring fitness programs and optimizing the benefits derived from HIIE (Laursen and Jenkins, 2002; Torma et al., 2019).

High-intensity interval exercise involves alternating periods of vigorous activity and recovery, demonstrating remarkable efficiency in eliciting fitness gains within shorter timeframes. However, the considerable variability in individual responses to HIIE has instigated an exploration into the role of genetics in shaping these responses. The examination of molecular pathways illuminates the impact of genetic variations on an individual's response to HIIE. This exploration probes into genes linked to energy metabolism, muscle function, and cardiovascular health, uncovering the genetic underpinnings of observed physiological changes during high-intensity intervals (Astorino et al., 2012; Eaton et al., 2018; Price et al., 2020).

Understanding how specific gene variants influence an individual's capacity to enhance aerobic ability, fat metabolism, and other physiological adaptations resulting from HIIE becomes a cornerstone in the quest for tailored exercise prescriptions. As the complexities of gene interactions and study designs are uncovered, a robust understanding of these complexities is vital to harness genomics effectively for customized fitness interventions.

This introduction marks the foundation for exploring the intricate relationship between genomics and high-intensity interval exercise. By addressing the potential for tailored exercise prescriptions, this review seeks to navigate the challenges and limitations inherent in this field. The discussions encompass ethical concerns, genetic testing costs, and the practical implementation of personalized exercise programs. Furthermore, the implications for public health, athletic training, and the integration of genomics into exercise science are delineated, providing a blueprint for future research directions and technological advancements. The amalgamation of genomics and high-intensity interval exercise signifies a promising pathway toward personalized fitness programs, contributing significantly to understanding the role genetics play in optimizing health and fitness outcomes.

## Methods

This systematic review follows the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses) guidelines, using observations and meta-analyses as outlined by Liberati et al. ((Liberati, 2009)). The literature search strategy, constructed via key terms and Boolean operators, aimed to comprehensively investigate the relationship between genomics and high-intensity interval exercise (HIIE). The search terms included "HIIE," "genomics," "exercise response," and related variations. The search process adhered to the IMRAD format (Introduction, Methods, Results, and Discussion), systematically reviewing and analyzing some articles.

Utilizing the PICOS (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Study Designs) research model, this review was structured, incorporating specific criteria for study design and analysis. The design used the following components:

---

<b>P</b>	<b>Inclusive of individuals of all ages and genders engaged in HIIE, encompassing both professional and recreational athletes.</b>
----------	--

---



<b>I</b>	Focused on body metrics and performance assessments linked to HIIE.
<b>C</b>	Comparison groups were stratified according to the time of day, examining the relationship between different times of exercise performance.
<b>O</b>	Evaluated the correlation between the time of day and performance during HIIE sessions.
<b>S</b>	The review was not restricted by any specific study design, allowing for a comprehensive analysis of various research methodologies.

This methodological approach aimed to systematically review the intricate relationship between genomics and HIIE, analyzing the impact of different times of exercise performance and its correlation with physiological responses. It encompassed a diverse population engaging in HIIE, evaluating their performance metrics in relation to the time of day, fostering a comprehensive understanding of the genomic influence on HIIE outcomes.

## Results

The investigation into the complex interplay between genomics and high-intensity interval exercise (HIIE) offers significant insights into how an individual's genetic composition influences their physiological response to this exercise modality. This section discusses key findings and their implications for personalized fitness programs and broader health outcomes.

### Genetic Variants and Exercise Responses

The study identified distinct genetic variants that exhibit significant associations with HIIE responses, highlighting their impact on various aspects of exercise outcomes. Notably, specific gene variants played a critical role in modulating an individual's aerobic capacity and fat metabolism during HIIE (Fenwick et al., 2019; Ross et al., 2019). This underscores the importance of personalized exercise prescriptions tailored to an individual's unique genetic makeup, enabling more effective fitness programs.

### Genes Associated with HIIE Outcomes

Investigations revealed a strong correlation between particular genes and the observed changes in physiological responses during HIIE (Donati Zeppa et al., 2019; Landen et al., 2019). Genes linked to energy metabolism, muscle function, and cardiovascular health demonstrated pronounced effects on an individual's exercise adaptations (Fenwick et al., 2019; Ross et al., 2019). These genetic underpinnings provide insights into the molecular pathways that influence exercise responses, elucidating the importance of energy metabolism and cardiovascular health in HIIE.

### Influence of Gene Variants on Performance

The study elucidated how specific gene variants impact an individual's ability to enhance aerobic capacity, fat metabolism, and other physiological adaptations resulting from HIIE (Archundia-Herrera et al., 2017; Calverley et al., 2020). It was evident that individuals carrying

certain gene variants were more likely to experience enhanced exercise outcomes, suggesting that genetic assessments can be valuable for optimizing HIIE programs.

### **Complexities in Genetic Interactions**

Understanding the complexities of gene interactions is essential in comprehending the multifaceted nature of genetic influences on exercise responses. The intricate network of genes involved in energy metabolism, muscle function, and cardiovascular health underscores the need for comprehensive genetic analyses to derive meaningful insights (Astorino et al., 2012; Patel et al., 2016; Price et al., 2020; Lim et al., 2022). This also reveals the challenges associated with uncovering the exact mechanisms by which these genes interact and influence HIIE outcomes (Wanner et al., 2020; Matias et al., 2023). Further research is necessary to delve deeper into the nuances of these genetic interactions and their broader implications.

### **Implications for Health and Training**

These findings have wide-ranging implications for public health and athletic training. The integration of genomics into exercise science offers the potential for highly personalized fitness programs that can optimize health and fitness outcomes. By tailoring exercise prescriptions to an individual's genetic makeup, it becomes possible to enhance performance and improve overall well-being. This represents a transformative shift in exercise science, moving from one-size-fits-all approaches to personalized fitness programs that can yield more significant results.

Furthermore, these findings have significant implications for athletic training. By understanding the genetic factors that influence exercise responses, coaches and athletes can design training regimens that maximize performance gains. Tailoring training programs to an athlete's genetic strengths and weaknesses can lead to improved competitive outcomes and injury prevention.

### **Discussion**

The complex relationship between genomics and high-intensity interval exercise (HIIE) elucidates the influence of an individual's genetic composition on their physiological responses to this particular exercise regimen. The revealed genetic variations significantly impact exercise responses, emphasizing the necessity of understanding how genomics shapes the customization of fitness programs to derive maximal benefits from HIIE. The study's focus on molecular pathways offers insights into how genetic variations affect an individual's responses during HIIE, particularly in genes associated with energy metabolism, muscle function, and cardiovascular health. These findings reveal the genetic underpinnings of the observed physiological changes during high-intensity intervals, paving the way for tailored exercise prescriptions.

This review highlights the substantial impact of specific gene variants on an individual's capacity to enhance aerobic ability, fat metabolism, and other physiological adaptations resultant from interval exercise. This not only emphasizes the potential for tailored fitness programs but also acknowledges the intricacies and challenges associated with gene interactions and study designs. Ethical concerns and the costs of genetic testing pose significant considerations in the practical implementation of personalized exercise programs, necessitating

a nuanced approach to harness genomics effectively for tailored fitness interventions (Perez-Gomez et al., 2008; Wu et al., 2021).

The implications of the amalgamation of genomics and high-intensity interval exercise extend beyond individual fitness. They have a significant impact on public health, offering the promise of personalized fitness programs that optimize health and fitness outcomes. Integrating genomics into exercise science represents a transformative shift in athletic training and public health efforts (Fenwick et al., 2019). By tailoring exercise programs to an individual's unique genetic makeup, there is a potential to revolutionize fitness interventions, enhancing performance and overall well-being. However, addressing the challenges associated with gene interactions, study designs, ethical concerns, and the costs of implementing personalized fitness programs is crucial for their widespread and equitable application.

While this review delves extensively into the intricate relationship between genomics and high-intensity interval exercise (HIIE), several limitations warrant acknowledgment. The analysis primarily explores the associations between specific gene variants and physiological responses during HIIE, but it lacks an exhaustive examination of gene-environment interactions, epigenetic factors, and individual variability, which could substantially influence exercise outcomes. Additionally, the research focuses on established genetic associations but falls short in addressing the potential multifaceted complexities involved in gene interactions, hampering a comprehensive understanding of their impact on exercise adaptations. Furthermore, the generalizability of these findings might be constrained due to variations in populations, genetic diversity, and different training methodologies, thus necessitating cautious interpretation and implementation in wider fitness practices.

## Conclusion

In conclusion, the integration of genomics into high-intensity interval exercise (HIIE) ushers in a paradigm shift in fitness programs, offering a tailored approach based on an individual's genetic profile. This review demonstrates the influential role of genetics in shaping an individual's physiological responses to HIIE, highlighting the potential for personalized fitness programs. The study's emphasis on molecular pathways associated with energy metabolism, muscle function, and cardiovascular health underlines the genetic underpinnings of observed changes during high-intensity intervals. However, several limitations, such as the complexity of gene interactions, gene-environment relationships, and potential variability across diverse populations, must be considered in interpreting and applying these findings. The practical implementation of personalized fitness programs raises ethical concerns and costs related to genetic testing, warranting careful navigation for equitable and effective utilization. Despite these constraints, the amalgamation of genomics and HIIE holds promising implications for public health, athletic training, and the future integration of genomics into exercise science. Moving forward, additional research is imperative to explore the intricacies of gene-environment interactions and diverse genetic influences, as well as to advance technology and methodologies. This will unlock the full potential of genomics in optimizing fitness and overall health outcomes, paving the way for a more individualized and effective approach to exercise and well-being.

## REFERENCE



- Archundia-Herrera, C., Macias-Cervantes, M., Ruiz-Muñoz, B., Vargas-Ortiz, K., Kornhauser, C., and Perez-Vazquez, V. (2017). Muscle irisin response to aerobic vs HIIT in overweight female adolescents. *Diabetol Metab Syndr* 9, 101. doi: 10.1186/s13098-017-0302-5.
- Astorino, T. A., Allen, R. P., Roberson, D. W., and Jurancich, M. (2012). Effect of High-Intensity Interval Training on Cardiovascular Function,  $\dot{V}O_{2\max}$ , and Muscular Force. *J Strength Cond Res* 26, 138–145. doi: 10.1519/JSC.0b013e318218dd77.
- Calverley, T. A., Ogoh, S., Marley, C. J., Steggall, M., Marchi, N., Brassard, P., et al. (2020). HIITing the brain with exercise: mechanisms, consequences and practical recommendations. *J Physiol* 598, 2513–2530. doi: 10.1113/JP275021.
- Donati Zeppa, S., Agostini, D., Gervasi, M., Annibellini, G., Amatori, S., Ferrini, F., et al. (2019). Mutual Interactions among Exercise, Sport Supplements and Microbiota. *Nutrients* 12, 17. doi: 10.3390/nu12010017.
- Eaton, M., Granata, C., Barry, J., Safdar, A., Bishop, D., and Little, J. P. (2018). Impact of a single bout of high-intensity interval exercise and short-term interval training on interleukin-6, FNDC5, and METRN mRNA expression in human skeletal muscle. *J Sport Health Sci* 7, 191–196. doi: 10.1016/j.jshs.2017.01.003.
- Fenwick, P. H., Jeejeebhoy, K., Dhaliwal, R., Royall, D., Brauer, P., Tremblay, A., et al. (2019). Lifestyle genomics and the metabolic syndrome: A review of genetic variants that influence response to diet and exercise interventions. *Crit Rev Food Sci Nutr* 59, 2028–2039. doi: 10.1080/10408398.2018.1437022.
- Khalafi, M., Mojtahedi, S., Ostovar, A., Rosenkranz, S. K., and Korivi, M. (2022). High-intensity interval exercise versus moderate-intensity continuous exercise on postprandial glucose and insulin responses: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews* 23. doi: 10.1111/obr.13459.
- Landen, S., Voisin, S., Craig, J. M., McGee, S. L., Lamon, S., and Eynon, N. (2019). Genetic and epigenetic sex-specific adaptations to endurance exercise. *Epigenetics* 14, 523–535. doi: 10.1080/15592294.2019.1603961.
- Laursen, P. B., and Jenkins, D. G. (2002). The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. *Sports Medicine* 32, 53–73. doi: 10.2165/00007256-200232010-00003.
- Liberati, A. (2009). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *Ann Intern Med* 151, W. doi: 10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00136.
- Lim, A. Y., Chen, Y.-C., Hsu, C.-C., Fu, T.-C., and Wang, J.-S. (2022). The Effects of Exercise Training on Mitochondrial Function in Cardiovascular Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Mol Sci* 23, 12559. doi: 10.3390/ijms232012559.
- Matias, A. A., Albin, I. F., Glickman, L., Califano, P. A., Faller, J. M., Layec, G., et al. (2023). Impact of high intensity interval exercise with and without heat stress on cardiovascular and aerobic performance: a pilot study. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 15, 83. doi: 10.1186/s13102-023-00682-8.
- Patel, T. P., Rawal, K., Bagchi, A. K., Akolkar, G., Bernardes, N., Dias, D. da S., et al. (2016). Insulin resistance: an additional risk factor in the pathogenesis of cardiovascular disease in type 2 diabetes. *Heart Fail Rev* 21, 11–23. doi: 10.1007/s10741-015-9515-6.
- Perez-Gomez, J., Olmedillas, H., Delgado-Guerra, S., Royo, I. A., Vicente-Rodriguez, G., Ortiz, R. A., et al. (2008). Effects of weight lifting training combined with plyometric exercises on physical fitness, body composition, and knee extension velocity during kicking in football. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 33, 501–510. doi: 10.1139/H08-026.

- Physical Activity and Nutrition Influences in Ageing: Current Findings from the PANINI Project (2019). *Adv Geriatr Med Res*. doi: 10.20900/agmr20190005.
- Price, K. J., Gordon, B. A., Bird, S. R., and Benson, A. C. (2020). Acute cardiovascular responses to interval exercise: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci* 38, 970–984. doi: 10.1080/02640414.2020.1737395.
- Ross, R., Goodpaster, B. H., Koch, L. G., Sarzynski, M. A., Kohrt, W. M., Johannsen, N. M., et al. (2019). Precision exercise medicine: understanding exercise response variability. *Br J Sports Med* 53, 1141–1153. doi: 10.1136/bjsports-2018-100328.
- Tian, S., Mou, H., and Qiu, F. (2021). Sustained Effects of High-Intensity Interval Exercise and Moderate-Intensity Continuous Exercise on Inhibitory Control. *Int J Environ Res Public Health* 18, 2687. doi: 10.3390/ijerph18052687.
- Torma, F., Gombos, Z., Jokai, M., Takeda, M., Mimura, T., and Radak, Z. (2019). High intensity interval training and molecular adaptive response of skeletal muscle. *Sports Medicine and Health Science* 1, 24–32. doi: 10.1016/j.smhs.2019.08.003.
- Wanner, P., Cheng, F.-H., and Steib, S. (2020). Effects of acute cardiovascular exercise on motor memory encoding and consolidation: A systematic review with meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev* 116, 365–381. doi: 10.1016/j.neubiorev.2020.06.018.
- Wishart, D. S. (2019). Metabolomics for Investigating Physiological and Pathophysiological Processes. *Physiol Rev* 99, 1819–1875. doi: 10.1152/physrev.00035.2018.
- Wu, Z.-J., Wang, Z.-Y., Gao, H.-E., Zhou, X.-F., and Li, F.-H. (2021). Impact of high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness, body composition, physical fitness, and metabolic parameters in older adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Exp Gerontol* 150, 111345. doi: 10.1016/j.exger.2021.111345.

## INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN NUTRITION SCIENCE: ADVANCEMENTS, CHALLENGES, AND OPPORTUNITIES

**Arş. Gör. Fatma Hilal Yagin<sup>1</sup>, Dr. Şeyma Yasar<sup>1</sup>, Doç. Dr. Özgür Eken<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Inonu University, Faculty of Medicine, [hilal.yagin@inonu.edu.tr](mailto:hilal.yagin@inonu.edu.tr) , 0000-0002-9848-7958

<sup>1</sup> Inonu University, Faculty of Medicine, [seyma.yasar@inonu.edu.tr](mailto:seyma.yasar@inonu.edu.tr) , 0000-0003-1300-3393

<sup>2</sup> Inonu University, Faculty of Sports Sciences, [ozgureken86@gmail.com](mailto:ozgureken86@gmail.com), 0000-0002-5488-3158

### Abstract

Nutrition science is a multifaceted discipline that plays a pivotal role in public health and overall well-being. Recent developments in artificial intelligence (AI) have opened up new horizons for understanding, improving, and personalizing nutritional recommendations. In light of these technological advancements, this paper delves into the evolving landscape of nutrition science with the integration of AI. We aim to provide a comprehensive overview of the ways in which AI is reshaping the field, from nutrient analysis and personalized nutrition plans to the analysis of dietary patterns and population-wide health interventions. However, alongside these remarkable advancements, there are also considerable challenges to overcome, such as data quality and ethical considerations. Addressing these challenges will be vital for the responsible and effective implementation of AI in nutrition science. Moreover, we will highlight the exciting opportunities that lie ahead, from real-time monitoring of dietary habits to precision nutrition based on individual genetics, ultimately paving the way for improved public health and individual well-being.

**Keywords:** Nutrition; artificial intelligence; health.

### 1. Introduction

Nutrition science, a branch of biology and health science, focuses on the study of nutrients and their impact on human health. Proper nutrition is essential for maintaining physical and mental well-being and preventing various diseases. The concept of personalized nutrition has gained traction, acknowledging that individual variations in genetics, metabolism, and lifestyle demand tailored dietary recommendations [1, 2].

Recent advancements in artificial intelligence (AI) have opened up new avenues in nutrition science. AI techniques, such as machine learning and deep learning, have the potential to revolutionize the way we analyze, interpret, and apply nutritional data. The integration of AI into nutrition science allows for a more in-depth exploration of the complex interactions between nutrients and human health, as well as the development of highly personalized dietary guidance [3-5].

This paper aims to delve into the dynamic synergy between nutrition science and artificial intelligence. We will explore the significant advancements made in this field, the challenges that researchers and practitioners face, and the future opportunities that lie ahead. As AI continues to evolve and nutrition science becomes increasingly data-driven, the potential for improving public health, reducing the burden of diet-related diseases, and enhancing overall well-being is substantial. In the following sections, we will examine these aspects in greater detail, shedding light on the transformative potential of AI in the realm of nutrition science.

## **2. Advancements in Nutrition and AI**

### **2.1 Nutrient Analysis and Prediction**

AI is making significant strides in nutrient analysis and prediction. Machine learning algorithms can process vast datasets of food consumption, nutritional content, and individual health outcomes to model nutrient absorption, identify dietary deficiencies, and predict the impact of dietary changes. Furthermore, AI-powered apps and devices can estimate calorie intake, macronutrient distribution, and micronutrient intake, offering personalized dietary insights [6, 7].

### **2.2 Personalized Nutrition Plans**

One of the most promising aspects of AI in nutrition is the ability to create personalized nutrition plans. AI systems can factor in an individual's genetics, metabolism, activity levels, and health goals to generate tailored dietary recommendations. This can lead to improved dietary adherence, better health outcomes, and the prevention of diet-related diseases [8].

### **2.3 Dietary Pattern Analysis**

AI can help identify dietary patterns associated with specific health outcomes. By analyzing large-scale data, machine learning can uncover hidden correlations between diets and conditions such as obesity, diabetes, and heart disease. This knowledge can inform public health policies and interventions [9].

## **3. Challenges in Integrating AI into Nutrition Science**

### **3.1 Data Quality and Quantity**

A major challenge in leveraging AI for nutrition is data availability. Nutritional data can be subjective and error-prone, making it challenging for AI models to provide accurate recommendations. Gathering sufficient high-quality data and ensuring its privacy and security are vital hurdles to overcome [10].

### **3.2 Ethical Considerations**

AI in nutrition raises ethical concerns related to data privacy, consent, and bias. Ensuring that AI-driven dietary recommendations are unbiased and transparent is essential to maintaining trust in the field [11].

### **3.3 Interdisciplinary Collaboration**

Nutrition science is inherently interdisciplinary, involving biology, chemistry, epidemiology, and more. Integrating AI effectively requires collaboration between experts in these fields and data scientists and AI specialists, which can be a logistical challenge [12].

## **4. Future Opportunities**

### **4.1 Real-time Monitoring and Feedback**

Advancements in AI-powered wearable devices, mobile apps, and sensor technology will enable real-time monitoring of individuals' dietary habits. These systems can track food consumption, nutrient intake, and even physiological responses to meals. Such real-time data can be used to provide immediate feedback and suggestions for healthier dietary choices. For example, an individual with diabetes could receive instant advice on managing blood sugar levels after a meal [13].

### **4.2 Precision Nutrition**

As genomics and AI continue to advance, precision nutrition will become more achievable. AI models can integrate an individual's genetic data with their dietary habits and health goals to create highly personalized nutrition plans. By considering an individual's unique genetic makeup, metabolism, and responses to different foods, precision nutrition has the potential to optimize health outcomes, prevent diet-related diseases, and improve overall well-being [14].

### **4.3 Global Population Health**

AI can play a pivotal role in addressing malnutrition and improving the overall health of populations worldwide. By analyzing large-scale dietary and health data, AI can help governments and organizations design effective interventions and policy strategies. It can identify at-risk populations, develop targeted interventions, and monitor the effectiveness of these programs over time. This has the potential to reduce the burden of malnutrition and diet-related diseases on a global scale [15].

### **4.4 Nutrition in Aging Populations**

As the world's population ages, the importance of nutrition in promoting healthy aging becomes increasingly evident. AI can be used to develop dietary plans tailored to the unique needs and challenges of older adults. These plans can consider factors such as muscle mass, bone density, cognitive health, and chronic disease prevention. AI-powered solutions can help older individuals maintain their independence, cognitive function, and overall quality of life [16].

### **4.5 Advancements in Food Technology**

AI can revolutionize the food industry by contributing to the development of healthier and more sustainable food products. Through AI-driven innovations in food processing, ingredient selection, and flavor optimization, it is possible to create nutritious and appealing foods that align with individual dietary preferences and nutritional requirements. This can lead to a shift towards healthier eating habits on a global scale [17].

## **5. Conclusion**

In conclusion, the integration of AI into nutrition science offers a wealth of opportunities to improve public health, reduce the burden of diet-related diseases, and enhance overall well-being. These opportunities range from real-time dietary monitoring and precision nutrition for individuals to global initiatives for addressing malnutrition and advancements in food technology. As AI technologies continue to evolve, researchers, healthcare professionals, and policymakers must work collaboratively to harness their potential and address the complex

nutritional challenges of our time. The future of AI in nutrition science is a promising journey towards healthier and more sustainable lifestyles for individuals and populations around the world.

## References

1. Mann, J., & Truswell, A. S. (Eds.). (2017). *Essentials of human nutrition*. Oxford University Press.
2. Ross, A. C., Caballero, B., Cousins, R. J., & Tucker, K. L. (2020). *Modern nutrition in health and disease*. Jones & Bartlett Learning.
3. Limketkai, B. N., Mauldin, K., Manitius, N., Jalilian, L., & Salonen, B. R. (2021). The age of artificial intelligence: use of digital technology in clinical nutrition. *Current surgery reports*, 9(7), 20.
4. Sak, J., & Suchodolska, M. (2021). Artificial intelligence in nutrients science research: a review. *Nutrients*, 13(2), 322.
5. Côté, M., & Lamarche, B. (2022). Artificial intelligence in nutrition research: perspectives on current and future applications. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 47(1), 1-8.
6. Verma, M., Hontecillas, R., Tubau-Juni, N., Abedi, V., & Bassaganya-Riera, J. (2018). Challenges in personalized nutrition and health. *Frontiers in Nutrition*, 117.
7. Sharma, P., & Sharma, A. (2022). Artificial Intelligence in Food Industry: A Comprehensive Review. Available at SSRN 4024154.
8. Boland, M., Alam, F., & Bronlund, J. (2019). Modern technologies for personalized nutrition. *Trends in personalized nutrition*, 195-222.
9. Lu, Y., Stathopoulou, T., Vasiloglou, M. F., Pinault, L. F., Kiley, C., Spanakis, E. K., & Mougiakakou, S. (2020). goFOODTM: an artificial intelligence system for dietary assessment. *Sensors*, 20(15), 4283.
10. Liza, F. F. (2022). Challenges of Enforcing Regulations in Artificial Intelligence Act--Analyzing Quantity Requirement in Data and Data Governance.
11. World Health Organization. (2021). Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance.
12. Ridgway, E., Baker, P., Woods, J., & Lawrence, M. (2019). Historical developments and paradigm shifts in public health nutrition science, guidance and policy actions: a narrative review. *Nutrients*, 11(3), 531.
13. Glanz, K., & Murphy, S. (2007). Dietary assessment and monitoring in real time. *The Science of Real-Time Data Capture: Self-Reports in Health Research*, Oxford University Press, New York, 151-168.
14. Livingstone, K. M., Ramos-Lopez, O., Perusse, L., Kato, H., Ordovas, J. M., & Martínez, J. A. (2022). Precision nutrition: A review of current approaches and future endeavors. *Trends in Food Science & Technology*.
15. Doherty, A., Wall, A., & Khaldi, N. (2020). Using Artificial Intelligence to Reduce Global Healthcare Costs through Discovery and Development of Nutritional Interventions. *International journal of Nursing Didactics*, 10(09), 01-05.
16. Moguel, E., Berrocal, J., & García-Alonso, J. (2019). Systematic literature review of food-intake monitoring in an aging population. *Sensors*, 19(15), 3265.



17. Addanki, M., Patra, P., & Kandra, P. (2022). Recent advances and applications of artificial intelligence and related technologies in the food industry. *Applied Food Research*, 2(2), 100126.

## GENOMICS AND OBESITY: UNRAVELING THE GENETIC BASIS OF A COMPLEX EPIDEMIC

**Arş. Gör. Fatma Hilal Yagin<sup>1</sup>, Doç. Dr. Özgür Eken<sup>2</sup>, Dr. Şeyma Yasar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Inonu University, Faculty of Medicine, hilal.yagin@inonu.edu.tr, 0000-0002-9848-7958

<sup>2</sup> Inonu University, Faculty of Sports Sciences, ozgureken86@gmail.com, 0000-0002-5488-3158

<sup>1</sup> Inonu University, Faculty of Medicine, seyma.yasar@inonu.edu.tr, 0000-0003-1300-3393

### Abstract

Obesity is a global public health crisis with multifactorial origins, encompassing environmental, behavioral, and genetic influences. Recent advancements in genomics have shed light on the genetic underpinnings of obesity, providing insights into individual susceptibility and potential therapeutic targets. The dynamic interplay between genetics, environment, and lifestyle in the development of obesity requires a multidisciplinary approach to understanding and combatting this complex epidemic, making this intersection of genomics and obesity a pivotal field in public health and personalized medicine. This study delves into the intricate relationship between genomics and obesity, examining genetic variants associated with obesity risk, gene-environment interactions, and the implications for personalized obesity management. Furthermore, this study explores the ethical and social considerations associated with integrating genomics into obesity research and healthcare, emphasizing the importance of privacy, informed consent, and equity in genetic testing.

**Keywords:** Obesity, genomics, therapeutic targets

### 1. Introduction

Obesity, characterized by excessive accumulation of body fat, is one of the most pressing public health challenges of our time. The prevalence of obesity has reached epidemic proportions globally, and its complex etiology demands a multidimensional approach to understanding its origins and addressing its impact on health and well-being [1, 2].

Obesity is not solely a consequence of poor dietary habits and sedentary lifestyles. Genetics, alongside environmental and behavioral factors, significantly contribute to an individual's predisposition to this condition. Recent advancements in genomics have enabled researchers to delve deeper into the genetic underpinnings of obesity, shedding light on the specific genetic variants associated with an increased risk of obesity development. This knowledge opens up new avenues for understanding the complexity of obesity and offers potential therapeutic targets that can be leveraged for more effective interventions [3, 4].

While dietary habits and physical activity undoubtedly play crucial roles in obesity development, the genetic dimension adds an intricate layer of complexity. The interplay



between genetics and environmental factors, commonly referred to as gene-environment interactions, significantly influences an individual's susceptibility to obesity. An individual's genetic makeup can render them more or less vulnerable to weight gain in an environment characterized by an abundance of calorie-dense foods and limited opportunities for physical activity [5, 6].

Understanding the genetic basis of obesity has far-reaching implications. It enables healthcare providers to offer personalized obesity management strategies based on an individual's genetic risk profile. Early dietary and lifestyle interventions tailored to an individual's genetic makeup can help prevent obesity and its associated health complications. Moreover, pharmacogenomics research is exploring the potential for selecting the most effective weight management medications based on an individual's genetic information [7, 8].

However, the integration of genomics into obesity management is not without its challenges. Ethical considerations surrounding genetic testing, privacy, informed consent, and genetic discrimination must be addressed. Furthermore, it is crucial to acknowledge the social and cultural factors that influence dietary behaviors and physical activity patterns in various populations. Effective interventions should consider the broader context of obesity prevention and management [9, 10].

As the field of genomics continues to advance, our understanding of the complex interplay between genetics and obesity is deepening. This evolving field holds the potential to revolutionize the way we approach obesity prevention, management, and treatment, ultimately contributing to improved public health outcomes and a more personalized approach to healthcare. In the following sections, we will explore the genetic variants associated with obesity, gene-environment interactions, and the ethical and social considerations associated with the integration of genomics into the study and management of this multifaceted epidemic.

## **2. Genomics**

Genomics is a multifaceted and rapidly evolving field of biological research that encompasses the comprehensive study of an organism's genetic material, including its DNA, genes, and associated functional elements. The scope of genomics extends beyond the sequencing of genomes; it encompasses the analysis, interpretation, and application of genetic data to gain insights into various aspects of biology, such as gene regulation, evolution, disease mechanisms, and personalized medicine. With the advent of high-throughput sequencing technologies and computational methods, genomics has transformed the way we approach fundamental questions in biology, from understanding the genetic basis of diseases to uncovering the genetic diversity and adaptations of different species. Genomics has become an indispensable tool for unraveling the complexities of life at the molecular level, and its applications continue to expand across multiple disciplines, from genetics and medicine to agriculture, ecology, and beyond [11, 12].

## **3. Genetic Variants Associated with Obesity**

The discovery of specific genetic variants associated with obesity has been a significant breakthrough in the field of genomics. Genome-wide association studies (GWAS) have identified numerous single nucleotide polymorphisms (SNPs) linked to an increased risk of obesity. These SNPs are located in or near genes that play essential roles in appetite regulation,

energy metabolism, and fat storage. Examples include FTO, MC4R, and POMC, which influence the balance between energy intake and expenditure. The identification of these genetic variants has enabled the development of polygenic risk scores that can predict an individual's predisposition to obesity [13, 14].

#### **4. Gene-Environment Interactions**

Obesity results from a complex interplay between genetics and environmental factors. Gene-environment interactions contribute significantly to the development of obesity. For example, individuals with certain genetic variants may be more susceptible to weight gain in an obesogenic environment characterized by a surplus of calorie-dense foods and sedentary lifestyles. Understanding these interactions is crucial for the development of personalized obesity management strategies. Additionally, epigenetic modifications, such as DNA methylation and histone acetylation, can mediate the influence of environmental factors on gene expression and contribute to obesity risk [15, 16].

#### **5. Implications for Personalized Obesity Management**

The knowledge of genetic variants associated with obesity offers the potential for personalized obesity management. By identifying individuals at high genetic risk, healthcare providers can offer tailored interventions, such as early dietary and lifestyle modifications, to prevent obesity development. Furthermore, pharmacogenomics research is exploring the use of genetic information to select the most effective weight management medications for specific individuals. Personalized nutrition plans based on an individual's genetic makeup also hold promise for obesity prevention and treatment [17, 18].

#### **6. Ethical and Social Considerations**

The integration of genomics into obesity management raises ethical and social considerations. Privacy and informed consent in genetic testing, genetic discrimination, and the equitable distribution of genetic information are important issues to address. Additionally, understanding the social and cultural factors that influence dietary behaviors and physical activity in various populations is essential for designing effective interventions that consider the broader context of obesity prevention and management [19, 20].

#### **7. Conclusion**

The relationship between genomics and obesity is a dynamic and evolving field of research. While genetics is only one piece of the obesity puzzle, it plays a significant role in determining an individual's susceptibility to this condition. The identification of genetic variants associated with obesity and the exploration of gene-environment interactions offer valuable insights for personalized obesity management and prevention. As genomics continues to advance, it holds the potential to improve our understanding of obesity and contribute to the development of more effective and targeted interventions to combat this global health crisis.

#### **References**

1. Goossens, G. H. (2017). The metabolic phenotype in obesity: fat mass, body fat distribution, and adipose tissue function. *Obesity facts*, 10(3), 207-215.
2. James, W. P. T. (2008). The epidemiology of obesity: the size of the problem. *Journal of internal medicine*, 263(4), 336-352.
3. Apal Sammy, Y. D., & Mohamed, Z. (2015). Obesity and genomics: role of technology in unraveling the complex genetic architecture of obesity. *Human Genetics*, 134, 361-374.
4. Lu, Y., & Loos, R. J. (2013). Obesity genomics: assessing the transferability of susceptibility loci across diverse populations. *Genome medicine*, 5, 1-14.
5. Fenwick, P. H., Jeejeebhoy, K., Dhaliwal, R., Royall, D., Brauer, P., Tremblay, A., ... & Mutch, D. M. (2019). Lifestyle genomics and the metabolic syndrome: A review of genetic variants that influence response to diet and exercise interventions. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(13), 2028-2039.
6. Ordo vas, J. M. (2008). Genotype–phenotype associations: modulation by diet and obesity. *Obesity*, 16(S3), S40-S46.
7. Fenwick, P. H., Jeejeebhoy, K., Dhaliwal, R., Royall, D., Brauer, P., Tremblay, A., ... & Mutch, D. M. (2019). Lifestyle genomics and the metabolic syndrome: A review of genetic variants that influence response to diet and exercise interventions. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(13), 2028-2039.
8. Gasmi, A., Noor, S., Piscopo, S., & Menzel, A. (2021). Lifestyle genetics-based reports in the treatment of obesity. *Archives of Razi Institute*, 76(4), 707.
9. Andrews, L., & Zuiker, E. S. (2002). Ethical, legal, and social issues in genetic testing for complex genetic diseases. *Val. UL Rev.*, 37, 793.
10. Rotimi, C. N., & Marshall, P. A. (2010). Tailoring the process of informed consent in genetic and genomic research. *Genome Medicine*, 2(3), 1-7.
11. Lesk, A. M. (2017). *Introduction to genomics*. Oxford University Press.
12. Pevsner, J. (2015). *Bioinformatics and functional genomics*. John Wiley & Sons.
13. León-Mimila, P., Villamil-Ramirez, H., Villalobos-Comparan, M., Villarreal-Molina, T., Romero-Hidalgo, S., Lopez-Contreras, B., ... & Canizales-Quinteros, S. (2013). Contribution of common genetic variants to obesity and obesity-related traits in mexican children and adults. *PloS one*, 8(8), e70640.
14. Hetherington, M. M., & Cecil, J. E. (2010). Gene-environment interactions in obesity. *Frontiers in eating and weight regulation*, 63, 195-203.
15. Qi, L., & Cho, Y. A. (2008). Gene-environment interaction and obesity. *Nutrition reviews*, 66(12), 684-694.
16. Hetherington, M. M., & Cecil, J. E. (2010). Gene-environment interactions in obesity. *Frontiers in eating and weight regulation*, 63, 195-203.
17. Yang, N., Ginsburg, G. S., & Simmons, L. A. (2013). Personalized medicine in women's obesity prevention and treatment: implications for research, policy and practice. *obesity reviews*, 14(2), 145-161.
18. Mullins, V. A., Bresette, W., Johnstone, L., Hallmark, B., & Chilton, F. H. (2020). Genomics in personalized nutrition: can you “eat for your genes”? *Nutrients*, 12(10), 3118.
19. McBride, C. M., Bowen, D., Brody, L. C., Condit, C. M., Croyle, R. T., Gwinn, M., ... & Valente, T. W. (2010). Future health applications of genomics: priorities for

communication, behavioral, and social sciences research. *American journal of preventive medicine*, 38(5), 556-565.

20. Levesque, L., Ozdemir, V., Gremmen, B., & Godard, B. (2008). Integrating anticipated nutrigenomics bioscience applications with ethical aspects. *OMICS A Journal of Integrative Biology*, 12(1), 1-16.

## DÜZENLİ ANTRENMAN YAPAN ÇOCUKLARIN DOĞUM AĞIRLIĞINA GÖRE FİZİKSEL UYGUNLUK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

Doğukan ÖZER<sup>1</sup>, Gökmen ÖZEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale/TÜRKİYE  
Mail: dogukanozer@yandex.com ORCID: 0009-0004-7336-1816

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Çanakkale/TÜRKİYE  
Mail: gokmenozen44@gmail.com ORCID: 0000-0001-5756-653X

### ÖZET

**Amaç:** Bu araştırmanın amacı düzenli futbol antrenmanı yapan çocuklarda doğum ağırlığının fiziksel uygunluk parametrelerine etkisinin incelenmesidir.

**Yöntem:** Araştırmaya 7-12 yaş aralığında son bir yılda düzenli haftada en az 2 gün futbol antrenmanlarına katılan 170 erkek çocuk katıldı. Araştırma kapsamında katılımcıların doğum kartlarından doğum ağırlıkları belirlendi. Fiziksel uygunluk düzeyini belirlemek için boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri ile flamingo denge, disklere dokunma, otur eriş, durarak uzun atlama, 30sn mekik, bükülü kol asılma, 10x5m mekik ve 30m sprint koşu testleri yapıldı. Verilerin analizinde çoklu karşılaştırmalar için ANOVA ve Post-Hoc testleri kullanıldı.

**Bulgular:** Araştırma bulgularına göre düşük, normal ve yüksek doğum ağırlıklı çocuk sporcuların antropometrik; boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve beden kütle indeksi ile fiziksel uygunluk testlerinden flamingo denge, disklere dokunma, durarak uzun atlama, otur-eriş, 30 s mekik, bükülü kol asılma, 10x5 mekik koşu ve 30 m sprint ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edildi ( $p < 0.05$ ).

**Sonuç:** Literatürde bazı çalışmalarda doğum ağırlığının sonraki yıllarda etkileri olduğuna dair bulgulara rastlanılsa da genel olarak bu olası etkinin beslenme, fiziksel aktivite, genetik, eğitim gibi birçok faktörün etkisiyle zamanla ortadan kalktığı belirtilmektedir. Araştırmamızda mevcut literatür örneklerinden farklı olarak düzenli spor yapan erkek çocuklarda doğum ağırlığının etkisini inceledik. Araştırmamızın sonucunda düşük, normal veya yüksek doğum ağırlığının 7-12 yaş erkek çocukların vücut kompozisyonu ve fiziksel uygunluk parametrelerinde herhangi bir farklılaşmaya neden olmadığı açığa çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Antrenman, Doğum ağırlığı, Fiziksel uygunluk, Performans, Spor

### ABSTRACT

**Aim:** The aim of this study is to investigate of the effect of birth weight on physical fitness parameters in well-trained children.

**Method:** A total of 170 boys between the ages of 7 and 12 who attended regular football training at least 2 days a week in the last year participated in the study. Within the scope of the research, birth weights of the participants were determined from their birth cards. To determine the physical fitness level, height and body weight measurements and flamingo balance, touching the discs, sit and reach, standing long jump, sit-up , bent-arm hang and 10x5m shuttle running tests were performed. In data analysis, ANOVA and Post-Hoc tetst wwere used for multiple comparisons.

**Results:** According to the research findings, low, normal and high birth weight child athletes; There is no statistically significant difference between the averages of height, body weight and body mass index and physical fitness tests such as flamingo balance, touching the discs, standing long jump, sit-reach, 30 s sit-up, bent arm hanging, 10x5 shuttle running and 30 m sprint. detected.

**Conclusion:** Although there are findings in some studies in the literature that birth weight has effects in later years, it is generally stated that this possible effect disappears over time due to the influence of many factors such as nutrition, physical activity, genetics and education. In our research, unlike the literature examples, we examined the effect of birth weight on boys who do sports regularly. As a result of our research, it was revealed that low, normal or high birth weight did not cause any difference in the body composition and physical fitness parameters of boys aged 7-12.

**Keywords:** Birth weight, Physical fitness, Performance, Sports, Training,

## GİRİŞ

Genel anlamıyla antrenman; sportif veya sağlık amacıyla bireyin fiziksel, bilişsel ve psikolojik verimini geliştirmek için yapılan, belli bir plana ve programa tabii olan amaca yönelik egzersizler bütünüdür (Dündar, 2003; Buckley ve Caple, 2009). Antrenman; branşa yönelik sporcuların fiziksel gücünün, teknik ve taktik performansının en üst düzeye çıkartılmasını hedefleyen planlı çalışmalardır (Sevim, 2007). Sistemli ve düzenli şekilde yapılan antrenmanlar kas sistemine olumlu şekilde etki eder, kaslarda güç artışı meydana gelir ve fiziksel uygunluk düzeyinde artış sağlar (Suna ve Alp, 2002). Doğru ve düzenli bir şekilde yapılan antrenman ile bazı sağlık açısından da hastalık ve rahatsızlıkların önüne geçilebilir (Doğanay, 2014). Düzenli ve kontrollü yapılan egzersizlerin ve fiziksel aktivitelerin vücut kompozisyonu ve fiziksel performansın gelişiminin yanı sıra sağlıklı bir yaşam içinde bir gereklilik olduğu bilimsel çalışmalarla bildirilmektedir (Erkan, 2000). Yapılan araştırmalarda erken yaşlardan itibaren sürekli ve bir plana bağlı kalarak düzenli yapılan antrenmanların hem içinde bulunulan yaş hem de gelecek yetişkinlik döneminde genel sağlık ve fiziksel uygunluk parametreleri üzerinde olumlu ve kalıcı etkileri olduğu görülmüştür (Akyüz, 2017; Kızılet, Atılan ve Erdemir, 2010; Tortop, Ön ve Ögün, 2010; Golubovic, Maksimovic, Golubovic, B., Glumbic, 2012).

Fiziksel uygunluk en genel tanımıyla; yaşam rutini içerisindeki işleri yorgunluk duymaksızın yapabilmeyi ve çalışma veya okul yaşantısı dışındaki boş zamanlardaki fiziksel uğraşlar için gerekli enerjiye sahip olabilme durumunu ifade etmektedir (Özer, 2015). Bireyin bu aktivitelerde kendisini mental, fiziksel ve psikososyal yönlerden sağlıklı ve zinde hissetmesi fiziksel uygunluk olarak adlandırılabilir (Baltacı, 2008). Fiziksel uygunluk kendi içerisinde sağlıklı ilişkili fiziksel uygunluk ve performansla ilgili fiziksel uygunluk olarak ikiye ayrılmaktadır. Sağlıkla ilişkili fiziksel uygunluk kalp solunum uygunluğu, kassal kuvvet ve dayanıklılığı, beden kompozisyonunu ve esnekliği içerirken, performansla ilişkili fiziksel uygunluk ise sürat, çeviklik, koordinasyon ve çabuk kuvvet gibi parametreleri içermektedir (Chelly, Hermassi, Aouadi ve Shephard, 2014; Baltacı, 2008; Özer, 2015; Piercy ve ark., 2018; Pescatello, Riebe ve Thompson, 2014). Fiziksel performans ve uygunluk düzeyinde genetik etmenler başta olmak üzere yaş, cinsiyet, fiziksel aktivite ve sağlık durumu gibi birçok değişken



de etkilidir. Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalarda erken yaş dönemlerindeki gelişimin ve yaşamsal tecrübelerin sonraki dönemlerde gerek sağlık gerekse fiziksel performans üzerinde kayda değer etkisi olduğunu göstermektedir. Bu bakımdan insan ömründe gelişimin en hızlı olduğu anne karnında geçen sürecin etkileri doğum sonrası yıllarda hem sağlık hem de fiziksel gelişim bakımından temel belirleyicidir. Literatürde bu doğrultuda yapılan araştırmalara bakıldığında; doğum öncesi dönemde bebeğin gelişimi, doğumun gerçekleştiği hafta ve doğum ağırlığıyla vücut kompozisyonu, fiziksel aktivite düzeyi, fiziksel uygunluk düzeyi arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla bilimsel çalışmalar yapılmaktadır (Curhan ve ark., 1996; Singhal, Wells, Cole, Fewtrell ve Lucas; 2003; Källén, Finnström, Nygren ve Olausson, 2013; van Lunenburg vd., 2013; Wang vd., 2013). Bu bakımdan literatürde yapılan araştırmalarda doğum ağırlığı ile biyolojik, fiziksel ve motorik özellikler arasındaki ilişki ilgi uyandıran çalışma konularındadır. (Boreham, Murray, Dedman, Smith, Savage ve Strain, 2001; Burns, Danks, Callaghan, Gray, Cooper, Poulsen, Watter, 2009; Deutekom, Chinapaw, Vrijkotte, Gemke, 2015). Çocuklarda düşük ya da yüksek doğum ağırlıklı olmanın fiziksel uygunluğa etkileri konusunda yerli literatürde sınırlı sayıda kaynak çalışma yapılmıştır (Özen, 2014). Yabancı literatüründe ise sıklıkla sedanter-aktif ayrımı yapılmaksızın karma gruplarda incelemeler yapılmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda bu araştırma; düzenli antrenman yapan çocuklarda düşük ya da yüksek doğum ağırlığına sahip olmanın bazı fiziksel uygunluk parametreleri üzerine etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

## YÖNTEM

### Araştırma Yöntemi

Bu araştırmada tanımlayıcı korelasyonel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Korelasyonel araştırmalar iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkileri belirlemek ve neden-sonuç ile ilgili ipuçları elde etmek amacıyla yapılan araştırmalardır. Korelasyonel araştırmalar ilişki türlerinin ne dereceye kadar var olduğunu bulmaya çalışmaktadır. Bu yaklaşım istenen verinin toplanması için gerekli olan araçların uygulanması dışında, araştırmacının herhangi bir şekilde yönlendirme ya da müdahale yapmamasını gerektirir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008). Araştırma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulunun 26.05.2022 tarih ve E-84026528-050.01.04-2200106577 sayılı etik kurul izni alındıktan sonra gerçekleştirildi.

### Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Bu araştırmanın evrenini 2022 yılında Çanakkale ilinde bulunan Spor Okulları'nda eğitim gören, yaş aralığı 7-12 arasında araştırma düzenine katılmayı gönüllü olarak kabul eden 170 erkek sporcu örnekleme oluşturmaktadır. Araştırmanın gruplarını belirlemek için 2500 g altında doğanlar düşük, 2500-3500g arasında doğanlar normal ve 3500 g üzerinde doğanlar yüksek doğum ağırlıklı olarak kabul edildi (Vir, 2015).

## Verilerin Toplanma Yöntemi ve Araçları

### Kişisel Bilgi Formu

Araştırmada hazırlanan kişisel bilgi formunda araştırmaya katılan sporcuların yaş, cinsiyet, antrenman yaşı, doğum ağırlığı, anne-baba boyu olmak üzere demografik özelliklerine yönelik sorular bulunmaktadır.

### Doğum Ağırlığının Hesaplanması

Araştırma grubunun doğum ağırlıkları ve katılımcıların doğdukları sağlık kuruluşundan verilen doğum belgeleri veya kartlarına bakılarak kaydedildi. Araştırmada doğum belgeleri bulunmayan katılımcıların bilgileri ebeveynlerinin beyanına göre kaydedildi.

### Boy Uzunluğu

Katılımcıların boy uzunlukları hassaslık derecesi 0,1mm olan stadiometre (SECA, Almanya) ile ölçülecektir. Bu ölçüm, ayak topukları birleşik, baş dik ve gözler karşıya bakacak şekilde cm (santimetre) türünden alınmıştır (Zorba ve Saygın, 2009).

### Vücut Ağırlığı

Vücut ağırlığı ölçümleri ise hassaslık derecesi 0,1 kg olan elektronik tartıyla (SECA, Almanya) ölçülmüştür. (Zorba ve Saygın, 2009).

### Beden Kütle İndeksi

Katılımcıların vücut ağırlığı ve boy uzunluklarından benden kütle indeksi hesaplanarak vücut kompozisyonu belirlendi [Vücut Ağırlığı (kg) / Boy Uzunluğu (m)<sup>2</sup>]

### Fiziksel Uygunluk Testleri

Araştırmada katılımcıların fiziksel uygunluk parametrelerinin analizi için ülkemizde Avrupa'da yaygın olarak kullanılan EUROFIT Fiziksel Uygunluk test Bataryası kullanıldı. Bu test kapsamında katılımcılara uygulama yönergesine uygun olarak boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri ile flamingo denge, disklere dokunma, otur eriş, durarak uzun atlama, 30sn mekik, bükülü kol asılma ve 10x5m mekik koşu testleri yapıldı. Ayrıca Sprint performansının analizi için 30m sprint koşu testi uygulandı (Gökbel ve Çalışkan, 1991; CDDS, 1983; Zorba ve Saygın, 2009).

### Veri Analizi

Bu çalışmadaki veriler SPSS 20 istatistiksel analiz programında analiz edilmiştir. Araştırmada veriler aritmetik ortalama, standart sapma, yüzde ve frekans değerleri olarak sunuldu. Normallik analizleri için Shapiro-Wilks testi uygulandı ve analiz sonucunda verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edildi. Doğum ağırlığı gruplarına göre fiziksel uygunluk parametrelerinin karşılaştırılmasında ANOVA varyans analizi ve Post-Hoc LSD testleri kullanıldı. İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edildi.



## BULGULAR

**Tablo 1.** Katılımcıların doğum ağırlık durumlarına göre tanımlayıcı özelliklerinin karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	n	Min	Maks	X	S	f (2,167)	p	Post-Hoc
Doğum Ağırlığı (g)	a) Düşük	20	1400	2500	2168,25	265,15	372.766	0.00**	a<b,c b<c
	b) Normal	100	2600	3500	3167,85	242,00			
	c) Yüksek	50	3540	4250	3831,70	204,48			
Yaş (yıl)	a) Düşük	20	7	12	10,35	1,78	0.374	0.68	A.D
	b) Normal	100	7	12	10,03	1,61			
	c) Yüksek	50	7	12	10,18	1,66			

\*\* $p < 0.01$  A.D: Anlamlı Değil

Araştırmaya katılan gönüllülerin doğum ağırlığı gruplarına göre tanımlayıcı verilerinin analizinde beklenildiği gibi doğum ağırlığı gruplarının doğum ağırlığı ortalamaları arasında küçükten büyüğe düşük, normal ve yüksek doğum ağırlıklılar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardı. ( $f_{(2,167)}: 372.766, p < 0.01$ ). Katılımcıların yaş ortalamaları bakımından düşük, normal ve yüksek doğum ağırlıklılar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edildi ( $f_{(2,167)}: 0.374, p = 0.68$ ).

**Tablo 2.** Katılımcıların doğum ağırlık durumlarına göre antropometrik özelliklerinin karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	Min	Maks	X	S	f	p	Post-Hoc
Boy Uzunluğu (cm)	Düşük	120	173	145,25	145,25	0.553	0.58	A.D
	Normal	119	178	142,64	142,64			
	Yüksek	124	176	144,38	144,38			
Vücut Ağırlığı (kg)	Düşük	21	120	145,25	145,25	0.853	0.43	A.D
	Normal	21	110	142,64	142,64			
	Yüksek	23	150	144,38	144,38			
BKİ ( $\text{kg/m}^2$ )	Düşük	12,42	60,36	145,25	145,25	0.588	0.56	A.D
	Normal	13,02	65,09	142,64	142,64			
	Yüksek	14,35	66,67	144,38	144,38			

A.D: Anlamlı Değil

Araştırmaya katılan gönüllülerin doğum ağırlığı gruplarına göre antropometrik özelliklerinin analizinde doğum ağırlığı grupları arasında boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve BKİ ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edildi ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 3.** Katılımcıların doğum ağırlık durumlarına göre fiziksel uygunluk test parametrelerinin karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	Min	Maks	X	S	f	p	Post-Hoc
-------------	------	-----	------	---	---	---	---	----------

<b>Flamingo Denge (n)</b>	Düşük	0	25	6,60	7,43	0.385	0.68	A.D
	Normal	0	30	7,76	7,31			
	Yüksek	0	30	8,34	7,93			
<b>Disklere Dokunma (sn)</b>	Düşük	9,08	19,21	13,6110	2,77	1.219	0.30	A.D
	Normal	8,44	22,30	14,4857	2,73			
	Yüksek	9,04	21,00	13,9192	2,90			
<b>Otur-Eriş (cm)</b>	Düşük	14	32	21,25	5,52	0.385	0.68	A.D
	Normal	8	32	20,82	4,67			
	Yüksek	10	31	20,24	4,91			
<b>Durarak Uzun Atlama (cm)</b>	Düşük	126	241	169,10	35,19	0.802	0.45	A.D
	Normal	96	239	159,89	31,25			
	Yüksek	93	226	158,92	31,95			
<b>30 sn Mekik (n)</b>	Düşük	9	33	20,15	6,17	0.615	0.54	A.D
	Normal	4	32	18,64	5,09			
	Yüksek	0	34	18,89	6,140			
<b>10x5m Mekik Koşu (sn)</b>	Düşük	14,71	25,38	19,3615	2,95	0.078	0.92	A.D
	Normal	13,71	24,80	19,5493	2,51			
	Yüksek	14,81	30,73	19,3920	2,99			
<b>Bükülü Kol Asılma (sn)</b>	Düşük	0	45,11	15,1970	14,76	1.009	0.37	A.D
	Normal	0	61,88	11,0297	11,95			
	Yüksek	0	100,00	10,4054	14,81			
<b>30m Sprint (sn)</b>	Düşük	4,52	7,74	6,2010	0,82	0.341	0.71	A.D
	Normal	4,70	17,53	6,3609	1,46			
	Yüksek	4,53	9,12	6,1958	0,95			

A.D: Anlamli Değil

Araştırmaya katılan gönüllülerin EUROFİT fiziksel uygunluk test bataryası sonuçlarının doğum ağırlığı gruplarına göre karşılaştırılması sonucunda tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edildi ( $p>0.05$ ).

## TARTIşMA

Son yıllarda bilimsel çalışmalarında genel sağlık, fiziksel performans ve gelişime etki eden parametreler araştırılmaktadır. Fiziksel uygunluğu yaş, cinsiyet, genetik, bireysel davranışlar, fiziksel aktivite düzeyi ve beslenme biçimleri gibi çok fazla parametre doğrudan ve dolaylı olarak etki etmektedir. Yakın zamanda yapılan epidemiyolojik, klinik ve deneysel araştırmalar hamilelik periyodunda bebeklerin anne karnındaki gelişimi, doğumun meydana geldiği hafta, doğum türü ve doğum ağırlığı ile sonraki yıllardaki hastalık riskleri, beden kompozisyonu, fiziksel aktivite seviyesi, fiziksel uygunluk ve gelişim durumu arasındaki ilişkiye yönelmiştir. Literatürde doğum ağırlığının sonraki dönemdeki vücut ağırlığı ve boy uzunluğuna etkisini inceleyen çalışmalarda; Hack ve ark., (2003) çok düşük doğum ağırlıklı bebeklerin 8 yaş döneminde de akranlarına göre daha düşük boy ve vücut ağırlığına sahip olduklarını

belirtmiştir. Dos Santos ve ark. (2013). Düşük doğum ağırlığını; 7-11 yaş aralığındaki çocuklarda boy ve vücut ağırlığının daha düşük olmasının kaynağı olarak belirtmiştir. Ancak diğer çalışmalarda doğum ağırlığıyla ilişkili olarak boy ve vücut ağırlığında genetik, beslenme, fiziksel aktivite gibi diğer faktörlerin ileriki yaşlarda daha belirleyici olduğunu ve doğum ağırlığının olası etkisinin azaldığını belirtmektedir (Frisancho 2000; Kezer, 2012; Özen ve ark, 2019).

Literatür örneklerinde Moura-Dos-Santos ve ark. (2013) düşük doğum ağırlıklı 7-10 yaş grubu çocuklarda fiziksel uygunluk parametrelerindeki kalıcı etkilerini araştırmıştır. Araştırmaya doğum kilosuna göre gruplandırılmış 7-10 yaş aralığında 100 düşük doğum ağırlıklı ve normal doğum ağırlıklı çocuk dahil edilmiştir. Çalışmada doğum ağırlığı gruplarına göre kavrama kuvveti, kassal endurans, patlayıcı kuvvet, esneklik, çabukluk, maksimum oksijen tüketimi ( $VO_{2max}$ ) ve sürat ölçümleri ile fiziksel uygunluk düzeyleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda düşük doğum kilolu çocukların normal doğum kilolu çocuklardan daha kısa boy uzunluğuna, daha düşük yağsız vücut kitlesine, kas kuvvetine ve sürat becerisine sahip oldukları ancak daha yüksek aerobik kapasiteye ve sürate sahip oldukları tespit edilmiştir. Kajantie ve ark. (2010) çalışmalarında çok düşük ağırlıklı ve preterm doğan yetişkinler ile term ve normal doğum ağırlıklı doğan yetişkinler arasındaki fiziksel aktivite düzeyini karşılaştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre çok düşük ağırlıklı bireylerin term doğan guruba göre fiziksel olarak daha az aktif olduklarını belirlemiştir. Burns ve ark. (2009) çalışmalarında çok düşük doğum ağırlıklı 11-13 yaş gurubu çocuklarda motor koordinasyon zorluklarını ve fiziksel uygunluk düzeyini araştırmıştır. Çalışmaya 54 çok düşük doğum ağırlıklı çocuk ve kontrol gurubu için 55 normal doğum ağırlıklı çocuk dahil edilmiştir. Çocuklar için Hareket Değerlendirme Test Bataryası uygulanarak gerçekleştirilen testler sonrasında çok düşük doğum ağırlıklı çocukların %70 oranında postural denge ve motor koordinasyonda yetersizlik yaşadığı tespit edilmiştir. Özetle literatürde yapılan çalışmaların örneklerde de belirttiğimiz birkaçında bazı parametrelerde doğum ağırlığının etkisine dair bulgulara rastlanmıştır ancak çalışmaların veya parametrelerin çoğunluğunda doğum ağırlığının etkisinin gözlemlenmediği görülmektedir.

## SONUÇ

Literatürde bazı çalışmalarda doğum ağırlığının sonraki yıllarda etkileri olduğuna dair bulgulara rastlanılsa da genel olarak bu muhtemel etkinin beslenme, fiziksel aktivite, genetik, eğitim gibi birçok faktörün etkisiyle zamanla ortadan kalktığı belirtilmektedir. Genel olarak ileriki yaşlarda büyüme yakalanmış ve akranlarının düzeyine erişilmiştir. Araştırmamızda da literatür örneklerinden farklı olarak düzenli spor yapan erkek çocuklarda doğum ağırlığının etkisini inceledik Araştırmamızın sonucunda düşük, normal veya yüksek doğum ağırlığının 7-12 yaş erkek çocukların antropometrik ve fiziksel uygunluk parametrelerinde herhangi bir farklılaşmaya neden olmadığı açığa çıkmıştır.

## Kaynakça

1. Akyüz, Ö. (2017). Müsabaka dönemindeki futbolcularda sekiz haftalık antrenmanın bazı fiziksel uygunluk parametreleri üzerine etkisi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 2(1), 85-95.
2. Boreham, C. A., Murray, L., Dedman, D., Smith, G. D., Savage, J. M., & Strain, J. J. (2001). Birthweight and aerobic fitness in adolescents: the Northern Ireland Young Hearts Project. *Public health*, 115(6), 373-379.
3. Buckley, R., & Caple, J. (2009). *The theory and practice of training*. Kogan Page Publishers.
4. Burns YR, Danks M, O’Callaghan MJ, et al. Motor coordination difficulties and physical fitness of extremely low birth weight children. *Dev Med Child Neurol*. 2008;51(2):136-42.
5. Burns, Y. R., Danks, M., O’CALLAGHAN, M. J., Gray, P. H., Cooper, D., Poulsen, L., & Watter, P. (2009). Motor coordination difficulties and physical fitness of extremely-low-birthweight children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51(2), 136-142.
6. Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). Bilimsel araştırma yöntemleri.
7. CDDS. (1983). Testing Physical Fitness: EUROFIT. *Experimental Battery Provisional Handbook, Council of Europe, Strasbourg*.
8. Curhan, G. C., Willett, W. C., Rimm, E. B., Spiegelman, D., Ascherio, A. L., & Stampfer, M. J. (1996). Birth weight and adult hypertension, diabetes mellitus, and obesity in US men. *Circulation*, 94(12), 3246-3250.
9. Doğanay S. Akut yorucu egzersiz yaptırılan ratlarda kan ve karaciğer oksidan /antioksidan sistemler üzerine bilberry’nin (yaban mersini) etkileri. Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi; 2014
10. dos Santos, E. S. L., de Kieviet, J. F., Königs, M., van Elburg, R. M., & Oosterlaan, J. (2013). Predictive value of the Bayley scales of infant development on development of very preterm/very low birth weight children: a meta-analysis. *Early human development*, 89(7), 487-496.

11. Dündar, U. (2003). *Antrenman teorisi*. Nobel Yayın Dağıtım.
12. Erkan, N. Yaşam Boyu Spor. Bağırhan Yayınevi, Ankara; 2000.
13. Frisancho AR. Prenatal compared with parental origins of adolescent fatness. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(5):1186- 90.
14. Golubović, Š., Maksimović, J., Golubović, B., & Glumbić, N. (2012). Effects of exercise on physical fitness in children with intellectual disability. *Research in developmental disabilities*, 33(2), 608-614.
15. Gökbel, H., Çalışkan S. (1991). Eurofit Testleri ve Kullanımı. *S.Ü. Tıp Fakültesi Dergisi*, 7(4), 557-560.
16. Gürhan, S. U. N. A., & Mahmut, A. L. P. (2022). ANTRENMAN BİLGİSİ. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimi*, 73.
17. Hack, M., Schluchter, M., Cartar, L., Rahman, M., Cuttler, L., & Borawski, E. (2003). Growth of very low birth weight infants to age 20 years. *Pediatrics*, 112(1), e30-e38.
18. Kajantie E, Strang-Karlsson S, Hovi P, et al. Adults born at very low birth weight exercise less than their peers born at term. *J Pediatr*. 2010;157(4):610-16.
19. Källén, B., Finnström, O., Nygren, K. G., & Olausson, P. O. (2013). Association between preterm birth and intrauterine growth retardation and child asthma. *European Respiratory Journal*, 41(3), 671-676.
20. Kezer SA. Evaluation of the morbidities and following up the growth process of babies born small for gestational age. Master Thesis. Istanbul University, Institute of Child Health. İstanbul:İstanbul University;2012.
21. Kızılet A., Atılan O., Erdemir I. (2010). The Effect Of The Different Strength Training On Quickness And Jumping Abilities Of Basketball Players Between 12 And 14 Age Group. *atabesbd* 2010. 12 (2): 44-57.
22. May, B. (2007). *A survey of radial velocities in the zodiacal dust cloud*. Bristol, UK: Canopus Publishing.
23. Moura-Dos-Santos, M., Wellington-Barros, J., Brito-Almeida, M., Manhães-de-Castro, R., Maia, J., & Góis Leandro, C. (2013). Permanent deficits in handgrip strength and running speed performance in low birth weight children. *American Journal of Human Biology*, 25(1), 58-62
24. Özen, G. (2014). *8-10 yaş çocuklarda doğum ağırlığının bazı fiziksel uygunluk parametreleri üzerine etkisi*. Malatya; İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

25. Özen, G., Kafkas, M. E., & Akalan, C. (2019). 8 ile 10 Yaş Arasındaki Çocuklarda Doğum Ağırlığının Fiziksel Uygunluğa Etkisi. *Spor Hekimliği Dergisi/Turkish Journal of Sports Medicine*, 54(1).
26. Sevim, Y. (2007). *Antrenman bilgisi*. Nobel Yayın Dağıtım.
27. Singhal, A., Wells, J., Cole, T. J., Fewtrell, M., Lucas, A. (2003). Programming of Lean Body Mass: A Link Between Birth Weight, Obesity, and Cardiovascular Disease?. *Am J Clin Nutr*, 77(3), 726-730.
28. Tortop, Y., Ön, B. O., & Öğün, E. S. (2010). Bayanlarda 12 hafta uygulanan step-aerobik egzersiz programının bazı fiziksel uygunluk parametreleri üzerine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*, 12(2), 91-97.
29. Van Deutekom, A. W., Chinapaw, M. J., Vrijlkotte, T. G., & Gemke, R. J. (2015). The association of birth weight and infant growth with physical fitness at 8–9 years of age—the ABCD study. *International Journal of Obesity*, 39(4), 593-600.
30. Van Lunenburg, A., van der Pal, S. M., van Dommelen, P., van der Pal–de Bruin, K., Bennebroek Gravenhorst, J., & Verrips, G. H. (2013). Changes in quality of life into adulthood after very preterm birth and/or very low birth weight in the Netherlands. *Health and quality of life outcomes*, 11(1), 1-8
31. Vir, S. C. (Ed.). (2015). *Public health and nutrition in developing countries (part I and II)*. CRC Press..
32. Wang, L., Alamian, A., Southerland, J., Wang, K., Anderson, J., Stevens, M. (2013). Cesarean Section and the Risk of Overweight in Grade 6 Children. *Eur J Pediatr*, 172(10), 1-7
33. Zorba, E., & Saygın, Ö. (2009). *Fiziksel Aktivite ve Fiziksel Uygunluk*. (2. Baskı). İstanbul: İnceler Ofset, 205-217



## EXPLORING THE CONNECTION BETWEEN INSULIN-LIKE GROWTH FACTOR-1 AND OBESITY

**Doç. Dr. Halil İbrahim CEYLAN<sup>1</sup>, Doç. Dr. Serdar BAYRAKDAROĞLU<sup>2</sup>,**

**Doç. Dr. Recep Fatih KAYHAN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Ataturk University, Kazim Karabekir Faculty of Education, Physical Education and Sports Teaching Department, [halil.ibrahimceylan60@gmail.com](mailto:halil.ibrahimceylan60@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-1133-5511.

<sup>2</sup> Gumushane University, School of Education and Sport, Department of Coaching Education, [bayrakdaroglu85@gmail.com](mailto:bayrakdaroglu85@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-2166-6675

<sup>3</sup> Marmara University, Faculty of Sports Sciences, Department of Coaching Education, [fatihkayhan8@hotmail.com](mailto:fatihkayhan8@hotmail.com), ORCID ID: 0000-0002-1022-2892

### ABSTRACT

Insulin-like growth factor-1 (IGF-1) assumes a pivotal role in orchestrating cellular growth, differentiation, and metabolic processes. The intricate interplay between IGF-1 and obesity has emerged as a focal point in contemporary metabolic research. This abstract undertakes an in-depth exploration of the multifaceted interactions between IGF-1 and obesity, traversing both physiological and pathological dimensions. IGF-1, a peptide hormone structurally akin to insulin, exercises regulatory influence over diverse tissues, notably adipose tissue. In the context of obesity, heightened levels of IGF-1 have been discerned, contributing substantively to adipocyte hypertrophy and hyperplasia. The nexus between IGF-1 and insulin resistance introduces an additional layer of complexity to the obesity landscape, whereby compromised insulin signaling may precipitate dysregulation of IGF-1 activity. Conversely, factors inherent to obesity, including dietary patterns and adipokines, exert a modulatory influence on IGF-1 levels. The bidirectional relationship between IGF-1 and obesity extends beyond the confines of adipose tissue, exerting far-reaching effects on systemic metabolic homeostasis, inflammatory processes, and the manifestation of obesity-associated comorbidities. A nuanced comprehension of the intricate connections between IGF-1 and obesity is imperative for the formulation of targeted therapeutic strategies aimed at ameliorating the deleterious consequences of excessive adiposity on health. Subsequent research endeavors are warranted to elucidate the intricate molecular mechanisms underpinning the interplay between IGF-1 and obesity, thereby unlocking the therapeutic potential of manipulating this axis in the context of metabolic disorders.

**Keywords:** IGF-1, Adipose Tissue, Obesity, Cellular Growth

## 1. INTRODUCTION

Obesity is a preventable chronic disease contributing to a major reason for global health problems. The World Health Organization (WHO) has reported that the prevalence of obesity on a global scale has nearly doubled since 1980 (AsghariHanjani and Vafa, 2019). In 2014, epidemiological studies revealed that more than 650 million adults aged 18 and over were overweight (AsghariHanjani and Vafa, 2019). Obesity is a disorder associated with excessive growth hormone (GH) and insulin-like growth factor-1 (IGF-1), which is a result of deficiency. GH has lipolytic and anti-inflammatory properties that make it a target for disease modification (Beauregard et al., 2008; Bredella et al., 2012; Bredella et al., 2013; Chaves et al., 2013; Utz et al., 2008).

Insulin-like growth factors (IGFs) were initially identified in the late 1950s as factors produced in response to growth hormone (GH) released by the pituitary gland and played a role in the regulation of skeletal growth (Osher and Macaulay, 2019). IGFs are a group of polypeptide molecules that stimulate growth, with IGF-1 and IGF-2 being the main components. IGF-1 is produced in the liver and other tissues, binds to insulin-like growth factor binding proteins (IGFBPs), and exerts its effects on target cells (Maki, 2010). In addition to the liver, IGF-1 is also produced in extracellular matrices and serves as an endocrine, paracrine, and autocrine growth factor regulating cell growth and differentiation (Clemmons, 2007). IGF-1 is an important target for GH's effects on growth and development, as it mediates many of GH's actions on bone growth and cell proliferation (Cao and Yee, 2021). IGF signaling is also critical for neuronal proliferation, apoptosis, and survival in specific brain regions during development (Cao and Yee, 2021). Recent studies have highlighted the association between IGF-1 and obesity, a complex metabolic disorder characterized by excessive accumulation of body fat. In this essay, we will discuss the relationships between IGF-1 and obesity, with a focus on the underlying mechanisms and potential clinical implications.

IGF-1 has been implicated in obesity and related diseases due to its altered levels in these conditions (Jung and Choi, 2014). Rinderknecht and Humbel isolated two active compounds from human serum that were structurally similar to pro insulin and named them "insulin-like growth factor 1 and 2" due to their resemblance to pro insulin (Laron, 2001). Later studies have shown that IGF-1 plays a significant role in GH's anabolic and mitogenic activities (Esser et al., 2004; Laron, 2001). Besides its role in growth, GH also has important effects on metabolism. GH stimulates IGF-1 production in various tissues, thereby coordinating glucose,



protein, and lipid metabolism (Berryman et al., 2013). GH exhibits anti-insulin activity and shares similar properties with insulin (Yuen and Dunger, 2006).

IGF-1 and IGF-2 are ligands for the insulin receptor (IR), IGF-1 receptor (IGF-1R), and IGF-2 receptor, as well as six IGF binding proteins (IGFBP-1 to IGFBP-6) that regulate IGF availability and activity. The IGF-1R is a tyrosine kinase receptor composed of two subunits ( $\alpha$  and  $\beta$ ) (Carro and Torres-Aleman, 2004). IGF-1 and IGF-2 activate their receptors and stimulate multiple signaling pathways, including protein kinase/mitogenic and phosphatidylinositol 3-kinase/anti-apoptotic serine/threonine kinases, which promote proliferation and inhibit apoptosis (Carro and Torres-Aleman, 2004; Imsumran et al., 2007). The short-term metabolic effects of IGF-1 are insulin-like, while its long-term effects are similar to those of growth factors. It regulates cell growth and organ size by promoting mitotic and anti-apoptotic effects, but it also has other physiological roles (Ravichandran et al., 2017). Caloric restriction has been proposed as an important dietary intervention to extend lifespan by reducing IGF-1 signaling, but the effects of different macronutrients on this pathway have also been investigated. Studies have shown that high carbohydrate diets increase mortality by activating the insulin cascade (specifically glucose) (Ravichandran et al., 2017). Specifically, a high sugar diet reduces lifespan in *C. elegans* by enhancing the IGF1 signal (Lee et al., 2017). Protein intake has received increasing attention in recent years in relation to caloric restriction and the IGF-1 pathway. Several studies have examined the effects of caloric or protein restriction on the IGF-1 signal. However, in recent years, protein or amino acid restriction has been shown to have a more profound effect on the IGF-1 signal (Simpson et al., 2017). High fat diets (ketogenic diets) can also reduce insulin/IGF1 levels and have beneficial health effects (Brown-Borg, 2017).

As its name suggests, growth hormone (GH), also known as somatotropin, primarily affects linear growth: GH deficiency leads to dwarfism, while GH excess causes gigantism (Møller and Jørgensen, 2009). To promote growth, GH and insulin-like growth factor 1 (IGF-1) have a strong metabolic effect. Postprandial GH secretion stimulates insulin secretion and promotes glucose uptake in skeletal muscle and adipose tissue, as well as glycogenesis and adipogenesis (Bray, 1969). In the fasting state, insulin concentrations decrease, and GH promotes lipolysis and hepatic glucose output (Bengtsson et al., 1993). The role of GH in lipid breakdown is also important for energy expenditure, body composition, and hepatic lipid metabolism (Johannsson, 2007). As a result, GH deficiency in adults is associated with decreased lean body mass, increased total body fat mass, abdominal obesity, dyslipidemia, early atherosclerosis, reduced exercise capacity, and insulin resistance (Maison et al., 2004).

In contrast, excess GH replacement has been shown to decrease total body fat mass (particularly visceral and organ fat), improve lipid profiles, and lower diastolic blood pressure (Clasey et al., 2001). In healthy individuals, there is an inverse relationship between salivary GH levels and visceral fat mass that is independent of age and gender (Lu et al., 2010). Therefore, it is hypothesized that reduced GH secretion in obesity contributes to the development of abdominal obesity and its metabolic consequences (Fleenor et al., 2006; Lyuh et al., 2007).

The intricate relationship between obesity and insulin-like growth factor-1 (IGF-1) involves multifaceted mechanisms, each contributing to the complex interplay observed in metabolic disorders. One proposed mechanism posits that obesity-induced insulin resistance plays a pivotal role, as delineated by Naja et al. (2019). Insulin resistance associated with obesity results in diminished levels of insulin-like growth factor binding proteins 1 and 2, thereby amplifying the bioavailability of IGF-1. This heightened availability, in turn, facilitates cellular proliferation while concurrently impeding apoptosis. Furthermore, the confluence of obesity and metabolic syndrome induces hyperinsulinemia and insulin resistance, as expounded by Chae et al. (2021). Elevated insulin levels stemming from this metabolic dysregulation can diminish insulin-like growth factor-binding proteins, culminating in augmented levels of free insulin-like growth factor-1.

Another mechanistic avenue centers on the intricate involvement of IGF-1 in growth hormone regulation. An elevated concentration of IGF-1 in obesity has been associated with the suppression of growth hormone, a pivotal regulator of metabolism and lipid breakdown (Bailes & Soloviev, 2021). Meanwhile, alterations in IGF binding proteins and bioactive IGF-1, as elucidated by Amber et al. (2015), constitute yet another facet of the relationship between obesity and IGF-1. These modifications impact the availability and function of IGF-1 within the physiological milieu.

A third plausible mechanism underscores the potential lipogenic role of IGF-1 in adipocytes. Increased IGF-1 levels may instigate lipogenesis, the biosynthesis of fat, thereby augmenting fat storage and contributing to the genesis of obesity. Additionally, IGF-1 has been demonstrated to stimulate appetite and food intake, potentially serving as an additional driver of weight gain in individuals with obesity.

In light of these diverse mechanisms, it is imperative to underscore the necessity for comprehensive research to discern whether therapeutic interventions targeting IGF-1 could emerge as viable strategies for the treatment or prevention of obesity. The elucidation of

intricate molecular mechanisms underpinning the interaction between IGF-1 and obesity necessitates rigorous investigation. A nuanced understanding of these complexities is critical for the formulation of diverse therapeutic strategies within the realm of metabolic disorders. In conclusion, the intricate links between IGF-1 and obesity underscore the exigency of ongoing research efforts to unravel the intricate web of interactions, paving the way for innovative therapeutic approaches.

## REFERENCES

- Asghari Hanjani, N., Vafa, M. The Role of IGF-1 in Obesity, Cardiovascular Disease, and Cancer. *Medical Journal of The Islamic Republic of Iran*, 33, 56, 2019.
- Amber, K., Zwain, A. A., Al-Dijaili, A. A. Insulin-Like Growth Factor 1 (IGF-1) Levels And Left Ventricular Meridional End Systolic Stress (LVMESS) Interrelationship In Middle-Aged And Elderly Obese Subject With Type 2 Diabetes Mellitus. *Kufa Journal for Nursing Sciences*, 4(3), 2014.
- Bailes, J., Soloviev, M. Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1) and Its Monitoring in Medical Diagnostic and in Sports. *Biomolecules*, 11(2), 217, 2021.
- Beauregard, C., Utz, A. L., Schaub, A. E., Nachtigall, L., Biller, B. M., Miller, K. K., Klibanski, A. Growth Hormone Decreases Visceral Fat and Improves Cardiovascular Risk Markers in Women with Hypopituitarism: A Randomized, Placebo-Controlled Study. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 93(6), 2063-2071, 2008.
- Bengtsson, B. A., Eden, S., Lönn, L., Kvist, H., Stokland, A., Lindstedt, G., ... & Isaksson, O. G. Treatment of Adults with Growth Hormone (GH) Deficiency with Recombinant Human GH. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 76(2), 309-317, 1993
- Berryman, D. E., Glad, C. A., List, E. O., Johannsson, G.. The GH/IGF-1 Axis in Obesity: Pathophysiology and Therapeutic Considerations. *Nature Reviews Endocrinology*, 9(6), 346-356, 2013.

Bray, G. A. Calorigenic Effect of Human Growth Hormone in Obesity. *Journal of clinical Endocrinology and Metabolism*, 29, 119-122, 1969.

Bredella, M. A., Gerweck, A. V., Lin, E., Landa, M. G., Torriani, M., Schoenfeld, D. A., ... & Miller, K. K. Effects of GH on Body Composition and Cardiovascular Risk Markers in Young Men with Abdominal Obesity. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 98(9), 3864-3872, 2013.

Bredella, M. A., Lin, E., Brick, D. J., Gerweck, A. V., Harrington, L. M., Torriani, M., ... & Miller, K. K. Effects of GH in Women with Abdominal Adiposity: A 6-Month Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *European Journal of Endocrinology*, 166(4), 601-611, 2012.

Brown-Borg, H. M. Disentangling High Fat, Low Carb, and Healthy Aging. *Cell Metabolism*, 26(3), 458-459, 2017.

Cao, J., Yee, D. Disrupting Insulin and IGF Receptor Function in Cancer. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(2), 555, 2021.

Carro, E., Torres-Aleman, I. The Role of Insulin and Insulin-Like Growth Factor I in the Molecular and Cellular Mechanisms Underlying the Pathology of Alzheimer's Disease. *European Journal of Pharmacology*, 490(1-3), 127-133, 2004.

Chae, H., Yang, H. J., Park, S. K., Jung, Y. S., Park, J. H., Park, D. I., Sohn, C. I. Metabolically Healthy Obesity Is Associated with an Increased Risk of Colorectal Adenoma Occurrence Diagnosed by Surveillance Colonoscopy. *Gut and Liver*, 15(3), 383, 2021.

Chaves, V. E., Júnior, F. M., Bertolini, G. L. The Metabolic Effects of Growth Hormone in Adipose Tissue. *Endocrine*, 44, 293-302, 2013.

Clasey, J. L., Weltman, A., Patrie, J., Weltman, J. Y., Pezzoli, S., Bouchard, C., ... & Hartman, M. L. Abdominal Visceral Fat and Fasting Insulin are Important Predictors of 24-Hour GH Release Independent of Age, Gender, and Other Physiological Factors. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 86(8), 3845-3852, 2001.

Clemmons, D. R. Modifying IGF1 Activity: An Approach to Treat Endocrine Disorders, Atherosclerosis and Cancer. *Nature reviews Drug Discovery*, 6(10), 821-833, 2007.

Esser, N., Legrand-Poels, S., Piette, J., Scheen, A. J., Paquot, N. Inflammation as a Link between Obesity, Metabolic Syndrome and Type 2 Diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 105(2), 141-150, 2014.

Fleenor, D., Arumugam, R., Freemark, M. Growth Hormone and Prolactin Receptors in Adipogenesis: STAT-5 Activation, Suppressors of Cytokine Signaling, and Regulation of Insulin-Like Growth Factor I. *Hormone Research*, 66(3), 101-110, 2006.

Imsumran, A., Adachi, Y., Yamamoto, H., Li, R., Wang, Y., Min, Y., ... & Imai, K. Insulin-Like Growth Factor-I Receptor as a Marker for Prognosis and A Therapeutic Target in Human Esophageal Squamous Cell Carcinoma. *Carcinogenesis*, 28(5), 947-956, 2007.

Johannsson, G. Management of Adult Growth Hormone Deficiency. *Endocrinology and Metabolism Clinics*, 36(1), 203-220, 2007.

Jung, U. J., Choi, M. S. Obesity and Its Metabolic Complications: The Role of Adipokines and The Relationship Between Obesity, Inflammation, Insulin Resistance, Dyslipidemia and Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(4), 6184-6223, 2014.

Laron, Z. Insulin-Like Growth Factor 1 (IGF-1): A Growth Hormone. *Molecular Pathology*, 54(5), 311, 2001.

Lee, D., Son, H. G., Jung, Y., Lee, S. J. V. The Role of Dietary Carbohydrates in Organismal Aging. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 74, 1793-1803, 2017.

Lu, C., Kumar, P. A., Fan, Y., Sperling, M. A., Menon, R. K. A Novel Effect of Growth Hormone on Macrophage Modulates Macrophage-Dependent Adipocyte Differentiation. *Endocrinology*, 151(5), 2189-2199, 2010.

Lyuh, E., Kim, H. J., Kim, M., Lee, J. K., Park, K. S., Yoo, K. Y., ... & Ahn, Y. O. Dose-Specific or Dose-Dependent Effect of Growth Hormone Treatment on The Proliferation and Differentiation of Cultured Neuronal Cells. *Growth hormone & IGF Research*, 17(4), 315-322, 2007.

Maison, P., Griffin, S., Nicoue-Beglah, M., Haddad, N., Balkau, B., Chanson, P. Impact of Growth Hormone (GH) Treatment on Cardiovascular Risk Factors in GH-Deficient Adults: A Metaanalysis of Blinded, Randomized, Placebo-Controlled Trials. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(5), 2192-2199, 2004.

Maki, R. G. Small is Beautiful: Insulin-Like Growth Factors and Their Role in Growth, Development, and Cancer. *Journal of Clinical Oncology*, 28(33), 4985, 2010.

Møller, N., Jørgensen, J.O.L. Effects of Growth Hormone on Glucose, Lipid, and Protein Metabolism in Human Subjects. *Endocrine Reviews*, 30(2), 152-177, 2009.

Naja, F., Nasreddine, L., Awada, S., El Sayed Ahmad, R., Hwalla, N. Nutrition in The Prevention of Breast Cancer: A Middle Eastern Perspective. *Frontiers in Public Health*, 7, 316, 2019.

Osher, E., Macaulay, V. M. Therapeutic Targeting of The IGF Axis. *Cells*, 8(8), 895, 2019.

Ravichandran, M., Grandl, G., & Ristow, M. Dietary Carbohydrates Impair Healthspan and Promote Mortality. *Cell Metabolism*, 26(4), 585-587, 2017.

Simpson, S. J., Le Couteur, D. G., Raubenheimer, D., Solon-Biet, S. M., Cooney, G. J., Cogger, V. C., Fontana. Dietary Protein, Aging and Nutritional Geometry. *Ageing Research Reviews*, 39, 78-86, 2017.

Utz, A. L., Yamamoto, A., Hemphill, L., Miller, K. K. Growth Hormone Deficiency by Growth Hormone Releasing Hormone-Arginine Testing Criteria Predicts Increased Cardiovascular Risk Markers in Normal Young Overweight and Obese Women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 93(7), 2507-2514, 2008.

Yuen, K. C., Dunger, D. B. Impact of Treatment with Recombinant Human GH and IGF-I on Visceral Adipose Tissue and Glucose Homeostasis in Adults. *Growth Hormone & IGF Research*, 16, 55-61, 2006.



## TIME-RESTRICTED FEEDING STRATEGIES AND OBESITY: CURRENT APPROACHES

Doç. Dr. Halil İbrahim CEYLAN<sup>1</sup>, Doç. Dr. Serdar BAYRAKDAROĞLU<sup>2</sup>,

Doç. Dr. Recep Fatih KAYHAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ataturk University, Kazim Karabekir Faculty of Education, Physical Education and Sports Teaching Department, [halil.ibrahimceylan60@gmail.com](mailto:halil.ibrahimceylan60@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-1133-5511.

<sup>2</sup> Gumushane University, School of Education and Sport, Department of Coaching Education, [bayrakdaroglu85@gmail.com](mailto:bayrakdaroglu85@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-2166-6675

<sup>3</sup> Marmara University, Faculty of Sports Sciences, Department of Coaching Education, [fatihkayhan8@hotmail.com](mailto:fatihkayhan8@hotmail.com), ORCID ID: 0000-0002-1022-2892

### ABSTRACT

Time-restricted feeding (TRF) strategies, involving the limitation of the daily food intake window, have gained significance as a potential intervention in the battle against obesity. This study investigates the complex relationship between time-restricted eating and obesity based on recent research and scientific literature. The rationale behind TRF is grounded in circadian biology, suggesting that aligning eating patterns with natural circadian rhythms could positively impact metabolic health. Studies indicate that time-restricted eating may lead to improvements in weight management, insulin sensitivity, and other metabolic markers. Additionally, potential underlying mechanisms for these effects include the regulation of fundamental metabolic pathways such as glucose metabolism, lipid oxidation, and the circadian clock. However, the effectiveness of time-restricted eating can vary depending on factors such as meal timing, fasting duration, and individual characteristics. Challenges and considerations in implementing TRF as a sustainable lifestyle intervention are discussed. While promising, a comprehensive understanding of the nuanced relationship between time-restricted eating strategies and obesity, and their potential as a valid approach in combating the global obesity epidemic, requires more extensive and long-term research.

**Keywords:** Obesity, Time-Restricted Feeding, Health, Circadian Rhythms

### 1. INTRODUCTION

Obesity, recognized as a global health epidemic, has prompted public health ministries to prioritize its reduction as a key population health objective (Mueller et al., 2015). This pervasive issue is characterized by its complexity and multifactorial nature, making clinical intervention

challenging despite being a significant and burdensome health concern. The intertwining relationship between disruptions in circadian behaviors, particularly late eating, and obesity further underscores the intricate nature of this global health challenge. In addressing the multifaceted problem of obesity, dietary and lifestyle interventions stand as the primary management approach. However, the challenging clinical landscape necessitates innovative strategies, and one such approach gaining prominence is Time-Restricted Feeding (TRF). TRF, as an intervention for weight loss and weight management, involves restricting calorie intake to a specific temporal 'eating window' (Chambers et al., 2023). This feeding pattern, where nutrient intake is confined to specific hours of the day without constraints on the quality or quantity of nutrients consumed, constitutes a structured cycle of eating and fasting (Brody et al., 2020; St-Onge et al., 2017). The rise in TRF's popularity can be attributed, in part, to its inherent simplicity. Unlike other dietary strategies, TRF eliminates the need for a drastic overhaul of individuals' existing dietary patterns or a complete revamp of their food repertoire. Noteworthy is TRF's inclusivity, as it does not require the exclusion of specific food groups or macronutrients, and it alleviates the need for meticulous daily monitoring of calorie intake. These characteristics enhance the palatability and practicality of the TRF regimen, potentially contributing to its widespread adoption as a viable intervention (Varady et al., 2021).

TRF unfolds into three distinct dietary approaches: Alternate-Day Fasting (ADF), the 5:2 regimen, and TRF itself. ADF is characterized by alternating between feast and fast days. On feast days, individuals are granted unrestricted consumption of food, without limitations on types or quantities. Conversely, fasting days permit the consumption of only water, a variant termed zero-calorie ADF. The 5:2 diet, a modified ADF variant, adopts a schedule of 5 feast days and 2 fast days each week. Similar to ADF, individuals have freedom in their food consumption on feast days. Fast days on the 5:2 diet typically involve the intake of approximately 25% of energy needs (500–800 kcal), and these fast days may occur consecutively or intermittently throughout the week. In contrast to both ADF and the 5:2 diet, TRF introduces a departure in its structure by requiring a daily short fasting period. Specifically, TRF confines the eating window to a designated number of hours per day, usually ranging from 4 to 10 hours. During the remaining hours, individuals engage in fasting, which may involve the consumption of zero-calorie beverages such as water, black coffee, black tea, and other calorie-free drinks. Notably, calorie counting or the meticulous monitoring of food intake becomes unnecessary during the designated eating window, distinguishing TRF from its alternate dietary counterparts (Varady et al., 2021). This distinct feature enhances the

practicality of TRF, making it an appealing and manageable dietary strategy for individuals seeking effective and sustainable weight management.

TRF method has demonstrated efficacy in reducing obesity and enhancing metabolic health across a spectrum of studies involving both animal and human subjects. The evidence supporting the positive impact of TRF on obesity is multifaceted and stems from diverse investigations. In animal studies, research conducted on rodent models has illustrated TRF's preventive potential against diet-induced obesity and associated metabolic disorders (Lee & Longo, 2016). Notably, TRF interventions in these studies showcased their therapeutic effectiveness even without accompanying calorie restriction, highlighting TRF as a standalone intervention against obesity and insulin resistance (Zapata et al., 2022). The regulation of circadian rhythms and feeding behaviors emerges as a key mechanism through which TRF exerts its effects. By restricting the time period during which food is consumed, TRF contributes to the alignment of circadian rhythms, ultimately leading to a reduction in energy intake and weight gain (Page, 2021). Moreover, the synchronization of food intake with the body's internal clock has broader implications for metabolic processes. TRF has been shown to positively influence glucose metabolism and lipid homeostasis, resulting in improved insulin sensitivity and blood pressure regulation (Page, 2021). The protective effects of TRF extend to scenarios such as high-fat diet-fed mice and mouse models of jetlag or shift work, where TRF demonstrated its ability to guard against metabolic diseases and prevent obesity (Adamovich et al., 2014). In a broader context, the cumulative evidence supports the notion that TRF plays a pivotal role in aligning circadian rhythms and regulating energy intake, thereby presenting itself as a promising intervention in the global fight against obesity (Chambers et al., 2023). The multifaceted impact of TRF on metabolic health underscores its potential significance as a holistic approach to address the complex challenges posed by the prevalence of obesity on a global scale.

Recent study on obese individuals conducted by Steger et al. (2023) showed that consistently following an early TRF schedule (eating within an 8-hour window from 07:00 to 15:00) for at least 5 days a week can lead to greater improvements in body weight, body fat, heart rate, insulin resistance, and glucose levels compared to a control group. Additionally, eTRE was found to improve mood, although participants reported sleeping less and taking longer to fall asleep. These findings suggest that eTRE may be a valuable approach for improving body weight, body fat, cardiometabolic health, and mood in individuals who can consistently adhere to the eating schedule for at least 5 days a week. However, further research is needed to determine whether

the effects of eTRE on sleep are healthful or not (Steger et al. 2023). Another study found that TRF led to significant reductions in body weight and BMI in female college students with hidden obesity, but also resulted in increased total cholesterol levels and decreased lean tissue mass. Exercise and the combination of TRF and exercise did not lead to superior reductions in body weight, BMI, or body composition compared to TRF alone. Furthermore, exercise and the combination of TRF and exercise resulted in significant increases in body fat percentage compared to TRF. These findings suggest that while TRF may be effective for weight loss, it should be used with caution due to its potential effects on lipid levels and lean tissue mass. Future studies should explore alternative interventions for fat reduction in this population (Liu et al. 2023). Additionally, Gabel et al. (2018) reported that an 8-hour TRF intervention resulted in significant weight loss ( $-2.6\% \pm 0.5$ ) and a decrease in energy intake ( $-341 \pm 53$  kcal/d) compared to a matched historical control group after 12 weeks. Moreover, the time-restricted feeding group also had a significant decrease in systolic blood pressure ( $-7 \pm 2$  mm Hg) compared to controls. The authors suggested that TRF may be an effective strategy for mild caloric restriction and weight loss without the need for calorie counting and may also offer clinical benefits by reducing blood pressure (Gabel et al. 2018). Lastly, in recent meta-analysis of eight randomized controlled trials, the combination of TRF and calorie restriction (CR) was found to significantly reduce body weight, fat mass, and waist circumference compared to CR alone. However, there was no significant benefit on blood pressure, glucose profile, or lipid profile when TRF was added to CR. Subgroup analysis suggested that early TRF (within 3 hours of waking) was more effective for weight loss and reducing fat mass compared to delayed or broader TRR. The study highlights the potential benefits of TRF in combination with CR for weight loss, but further research is needed to explore the long-term effects on cardiometabolic risk in individuals with chronic cardiovascular disease and diabetes (Sun et al., 2023)

The physiological impact of TRF on obesity remains a subject of ongoing exploration, with several hypotheses aiming to elucidate the intricate mechanisms underlying its effects. One prevailing theory posits that TRF may exert its influence by regulating the body's circadian rhythm—the innate internal clock governing various physiological processes, including metabolism and sleep. Eating outside the body's natural circadian rhythm is believed to disrupt this internal clock, leading to metabolic dysfunction and weight gain. TRF, by constraining eating to a specific time window, seeks to align eating patterns with the body's natural rhythm, potentially improving metabolic health and facilitating weight loss (Boege et al., 2021; Charlot et al., 2021). Another compelling explanation revolves around the hypothesis that TRF

enhances metabolic flexibility, referring to the body's ability to seamlessly switch between utilizing carbohydrates and fats as primary fuel sources. Metabolic flexibility is a dynamic and adaptive quality crucial for maintaining energy balance within the body. The capacity to efficiently transition between different fuel substrates plays a pivotal role in overall metabolic health. In the context of TRF, the restricted time window for food intake may prompt the body to adapt to alternating periods of feeding and fasting. This adaptation, in turn, could induce metabolic shifts that enhance the ability to metabolize both carbohydrates and fats effectively (Smith et al., 2018). These hypotheses collectively underscore the complexity of TRF's impact on the body, suggesting that its effects on circadian rhythm regulation and metabolic flexibility may contribute significantly to its observed benefits in promoting metabolic health and weight management. Further research is warranted to deepen our understanding of these mechanisms and their potential applications in combating obesity and related metabolic disorders.

In summary, the review indicates that TRF strategies hold promise as an effective alternative for inducing weight loss and enhancing metabolic health parameters among individuals grappling with obesity. Also, we can say that TRF has emerged as a promising non-pharmacological intervention for obesity and associated metabolic disorders. Despite the encouraging evidence supporting the efficacy of TRF, it is imperative to acknowledge certain limitations inherent in the existing body of research. Notably, many studies on TRF are characterized by small sample sizes and short durations, necessitating a continued and expanded investigation to validate the long-term safety and effectiveness of this approach. Additionally, there exists a critical need to augment current research endeavors by exploring the optimal timing and duration of TRF across diverse demographic groups.

However, it is essential to note that TRF is not recommended for certain populations, such as pregnant or lactating women, as no studies have been conducted to evaluate its safety in these groups. Children under the age of 12 should also avoid participating in fasting. The safety and effectiveness of IF for teenagers with obesity are still uncertain, but emerging evidence suggests that it may be safe and effective for this population. Further research is needed to confirm these findings and determine the long-term effects of IF on adolescents' health. It is always recommended to consult a healthcare provider before starting any new dietary intervention, especially for individuals with underlying medical conditions or those who are pregnant or lactating (Varady et al., 2021)

It is essential to underscore that the integration of TRF into a broader framework of healthy lifestyle habits is paramount. Rather than being viewed as a standalone panacea for weight loss,

TRF should be regarded as a complementary component within a comprehensive strategy that includes regular exercise and a well-balanced diet. This holistic approach not only considers the potential benefits of TRF but also recognizes the multifaceted nature of sustainable weight management and metabolic health improvement. As the field continues to evolve, further research and a nuanced understanding of TRF's intricacies will undoubtedly contribute to refining its role in the broader context of promoting holistic well-being.

## REFERENCES

Adamovich, Y., Rousso-Noori, L., Zwihaft, Z., Neufeld-Cohen, A., Golik, M., Kraut-Cohen, J., Asher, G. Circadian Clocks and Feeding Time Regulate the Oscillations and Levels of Hepatic Triglycerides. *Cell Metabolism*, 19(2), 319-330, 2014.

Boege, H. L., Bhatti, M. Z., St-Onge, M. P. Circadian Rhythms and Meal Timing: Impact on Energy Balance and Body Weight. *Current Opinion in Biotechnology*, 70, 1-6, 2021.

Brody, J.E. The Benefits of Intermittent Fasting. *New York Times*, Feb. 17. <https://www.nytimes.com/2020/02/17/well/eat/the-benefits-of-intermittent-fasting.html>, 2020.

Chambers, L., Seidler, K., Barrow, M. Circadian Misalignment in Obesity: The Role for Time-Restricted Feeding. *Clinical Nutrition ESPEN*, 2023

Charlot, A., Hutt, F., Sabatier, E. Zoll, J. Beneficial Effects of Early Time-Restricted Feeding on Metabolic Diseases: Importance of Aligning Food Habits with The Circadian Clock. *Nutrients*, 13(5), 1405, 2021.

Mueller, K., Möller, H. E., Horstmann, A., Busse, F., Lepsien, J., Blüher, M., ... & Pleger, B. Physical Exercise in Overweight to Obese Individuals Induces Metabolic-and Neurotrophic-Related Structural Brain Plasticity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 372, 2015.

Lee, C., Longo, V. Dietary Restriction with and Without Caloric Restriction for Healthy Aging. *F1000Research*, 5, 2016.



Liu, H., Chen, S., Ji, H., Dai, Z. Effects of Time-Restricted Feeding and Walking Exercise on the Physical Health of Female College Students with Hidden Besity: A Randomized Trial. *Frontiers in Public Health*, 11, 1020887, 2023.

Page, A.J. Gastrointestinal Vagal Afferents and Food Intake: Relevance of Circadian Rhythms. *Nutrients*, 13(3), 844, 2021.

Smith, R.L., Soeters, M.R., Wüst, R.C., Houtkooper, R.H. Metabolic Flexibility as an Adaptation to Energy Resources and Requirements in Health and Disease. *Endocrine Reviews*, 39(4), 489-517, 2018.

Steger, F.L., Jamshed, H., Bryan, D.R., Richman, J.S., Warriner, A.H., Hanick, C.J. Peterson, C.M. Early Time-Restricted Eating Affects Weight, Metabolic Health, Mood, and Sleep in Adherent Completers: A Secondary Analysis. *Obesity*, 31, 96-107, 2023.

Sun, J.C., Tan, Z.T., He, C.J., Hu, H.L., Zhai, C.L., Qian, G. Time-Restricted Eating with Calorie Restriction on Weight Loss and Cardiometabolic Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 1-12, 2023.

St-Onge, M.P., Ard, J., Baskin, M.L., Chiuve, S.E., Johnson, H.M., Kris-Etherton, P., Varady, K. Meal Timing and Frequency: Implications for Cardiovascular Disease Prevention: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*, 135(9), e96-e121, 2017.

Varady, K.A., Cienfuegos, S., Ezpeleta, M., Gabel, K. Cardiometabolic Benefits of Intermittent Fasting. *Annual Review of Nutrition*, 41, 333-361, 2021.

Zapata, R.C., Silver, A., Yoon, D., Chaudry, B., Libster, A., McCarthy, M.J., Osborn, O. Adverse Effects of Antipsychotic Drugs on Metabolism Depend on Drug Dosing and Feeding Times. *MedRxiv*, 2022-02,2022.



## ROPS-FOPS TESTS AND ANALYSES FOR BACKHOE LOADER CABINS

**Msc. İhsan Cihan DAİ**

*R&D Test and Analysis Team Leader, Başak Traktör Tarım Ziraat ve İş makinaları San. Tic.A.Ş.*

[icdai@mst-tr.com](mailto:icdai@mst-tr.com), 05356601467

**ORCID ID:** 0009-0009-4562-0434

**Msc. Fatih Harun ÖZDUMAN**

*R&D Engineer, Başak Traktör Tarım Ziraat ve İş makinaları San.Tic.A.Ş.*

[fozduman@mst-tr.com](mailto:fozduman@mst-tr.com), 05316682441

**ORCID ID:** 0000-0003-4113-6775

### Abstract

ROPS is the abbreviation of the term "roll-over protective structures" in English. FOPS is the abbreviation of the term "falling-object protective structures" in English. The ROPS and FOPS standards include some criteria that must be met to ensure the safety of the operator in the event of a roll-over or falling-objects on construction machines. In engineering and construction machinery, roll-over protective structures (ROPS) and falling-object protective structures (FOPS) are commonly used to protect the driver in accidents. Since safety is the priority in every sector, it becomes extremely important to pay attention to every detail during the design, production, and usage stages. The ISO 3449 and ISO 3471 standards are one of the most common standards for most types of earthmoving machinery, specifying structural performance requirements. In this study, ROPS and FOPS features in backhoe loader construction machine cabins from the construction equipment group were investigated. Backhoe loader construction machines are excavation machines that dig, lift, and load with the movement of the mechanism consisting of backhoe and loader parts and are equipped with mechanisms to direct the working attachments. The ROPS and FOPS features of the machine were examined in two stages. In the first step, the stress distribution and deformation in the cabin were determined using MARC program which used in finite element analysis, and non-linear analysis was performed. In the second stage, the results of the deformations occurring in the cabin as a result of loadings were compared with the analysis results using the test method.

**Keywords** Finite Element Analysis (FEM), Roll-Over Protective Structures (ROPS), Falling-Objects Protective Structures (FOPS), ISO 3449 , ISO 3471 , Construction Machinery, Backhoe loader, MARC

## 1. INTRODUCTION

Backhoe-Loader was an earth-moving machine equipped with mechanisms to guide its working attachments, which dig, elevate, and load by the action of its mechanism consisting of backhoe and loader parts. It features a backhoe in the back and a loader mechanism in front that steers the bucket while loading materials [1]–[3]. The product image and general features were shown in Figure 1.



**Figure 1.** Product Image and General Features

Operator cab is significant part of the backhoe loader in terms of operator safety. The construction machinery has to satisfy particular standards/regulations for operator safety. [4]

ROPS and FOPS standards must design the over-operator cab against overturn to avoid damage to the operator. In this paper, ROPS (Roll-over protective structures) and FOPS (Falling-Objects Protective Structures) analysis and test of the backhoe loaders were carried out by EN ISO 3471 and EN ISO 3449 [5], [6].

In the roll-over process of construction machines, ROPS makes elastic-plastic deformation, thereby absorbing the kinetic energy generated by the roll-over motion. Current ROPS absorbs the kinetic energy mainly through a plastic hinge (plastic deformation occurs in particular areas develop weaknesses about which the structure bends) formed in the local area [3]. The need for operator safety began with the proliferation of ride-on machines in the 1950s and became a major necessity with operators died due to machine rollovers. Since then, research has been carried out to build restraint systems and structures that would want to avoid or minimize the impacts of the majority of common accidents while also protecting against more severe but less common accidents. A minor change in the working circumstances of machines, such as a loose soil on the ground, might cause a roll-over. Initially, It was determined to train the operators on these issues. However, it was too difficult for the operators to remember these. [7]

Thus ROPS and FOPS standards were developed in the industries of construction, agriculture, forestry, and so on.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1 Calculation of Loadings According to ISO 3449 and 3471 Standards

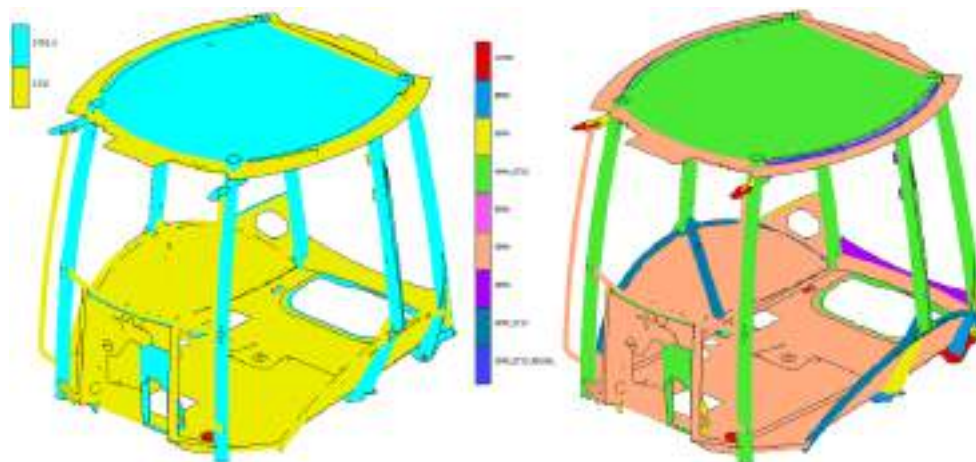
Based on the weighbridge weighing results, the vehicle's mass was determined to be 9750 kg. The ROPS test loads, per the ISO 3471 Standard formulation, are detailed in Table 1. Additionally, in compliance with the ISO 3449 standard for the FOPS test, a Level-II load was applied.

MST M6S SERIES ROPS-FOPS ANALYSES			
ROPS (Rolling Object Protective Structure)			
Standard	ISO 3471:2008		
Operator Standard	ISO 3164:1995		
Boundary Condition	700<ms10000		
Mass of Backhoe Loader	kg	m	9750
Lateral Load Force	N	6*m	58500
Lateral Load Energy	J	$12500*(m/10000)^{1,25}$	12111
Vertical Load Force	N	19,61*m	191198
Longitudinal Load Force	N	4,8*m	46800
FOPS (Falling Object Protective Structure)			
Standard	ISO 3449:2011		
Test Level	Level-II		

**Table 1.** Calculation of loads to ROPS and FOPS

### 2.2 Material

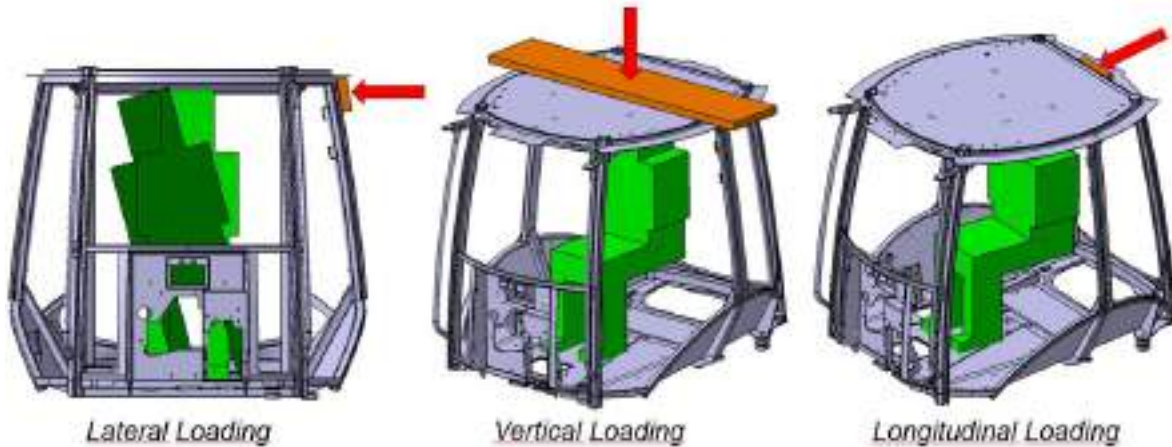
Two types of materials were used in the cabin: St52-3 and St37. Material thicknesses vary from 3mm to 10mm. The material thicknesses and types are illustrated in Figure 2.



**Figure 2.** Materials

### 2.3 ROPS Boundary Conditions

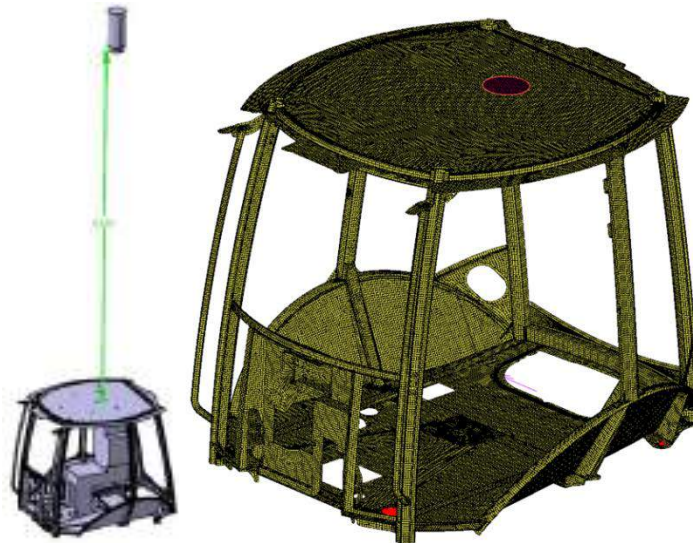
The finite element model of the cabin comprises a total of 138545 elements, with a predominant majority of 92.4% being quadrilateral elements (CQUAD4). Various loading scenarios were systematically applied to assess the structural integrity of the cabin. ROPS Test consists of 3 loadings: lateral, longitudinal and vertical as shown in the Figure 3.



**Figure 3.** Boundary Conditions for ROPS

### 2.4 FOPS Boundary Conditions

The experimental procedure involves subjecting the cab to a controlled impact test, wherein a mass of 227 kg is dropped from a height of 5.2 meters above the cab. Upon collision with the cab, the mass attains a velocity of 10.1 m/s. The analytical investigation incorporates a sophisticated approach wherein the cannonball is precisely positioned on the cab, and velocity inputs are meticulously defined. A comprehensive non-linear dynamic transient analysis is then executed to meticulously scrutinize the cab's response under these impact conditions. The specific parameters and conditions of the analysis are visually depicted in Figure 4, offering a detailed insight into the setup and constraints applied during the simulation.



**Figure 4.** Boundary Conditions for FOPS



### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1 ROPS Analyses and Test Comparisons

##### 3.1.1 Lateral Load Analysis

The application of a minimum load of 58500 N in the designated loading direction was mandated through the side loading apparatus; however, an increased load of 85000 N was intentionally applied to ensure a robust energy input. The outcomes of the loading process are visually depicted in Figure 5. With the application of the 85000 N load, a notable deformation of 190.38 mm was observed at the point of force application. Importantly, the cabin successfully avoided contact with the operator during this process. The energy reached a value of 12224 J, exceeding the initially calculated energy limit of 12111 J, thus providing the system's resilience and the required energy absorption capacity under the applied loading conditions.

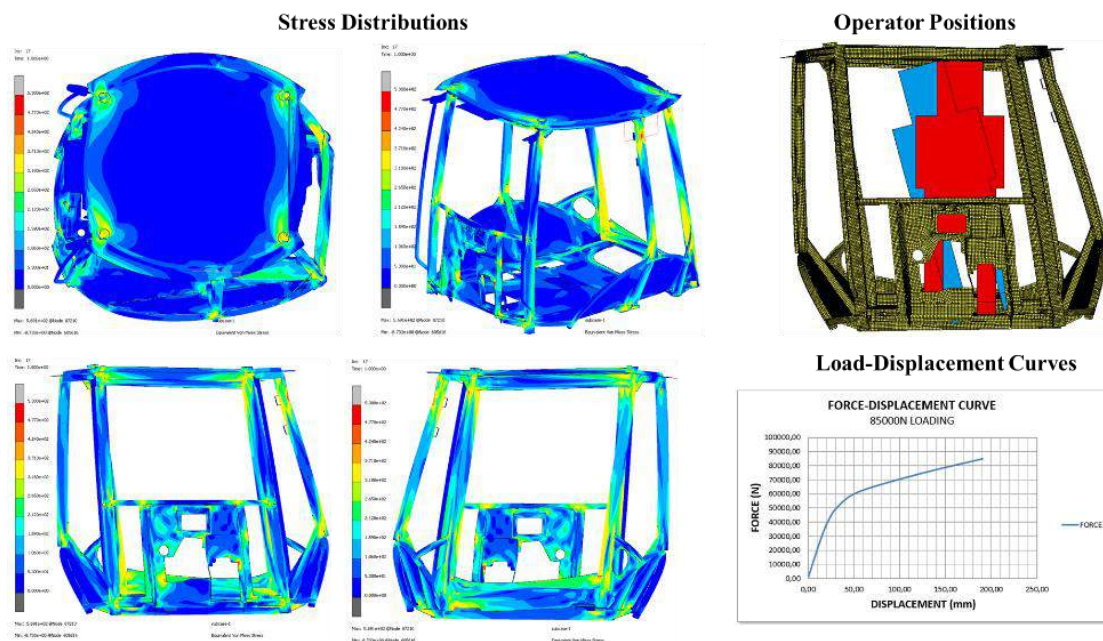


Figure 5. Lateral Load Analysis

### 3.1.2 Vertical Load Analysis

The experimental procedure involved the precise application of a substantial load, amounting to 191198 N, directed along the arrow through the vertical loading apparatus. The detailed results of this loading scenario are visually presented in Figure 6. Notably, a load of 191198 N was meticulously applied, leading to a measured deformation of 12.3 mm at the point of force application. Importantly, the cabin demonstrated its robust design as it effectively avoided any contact with the operator during the loading process. It's noteworthy to mention that, for analysis, cabin wedges were intentionally omitted and considered negligible, serving as an acceptable criterion within the scope of the study.

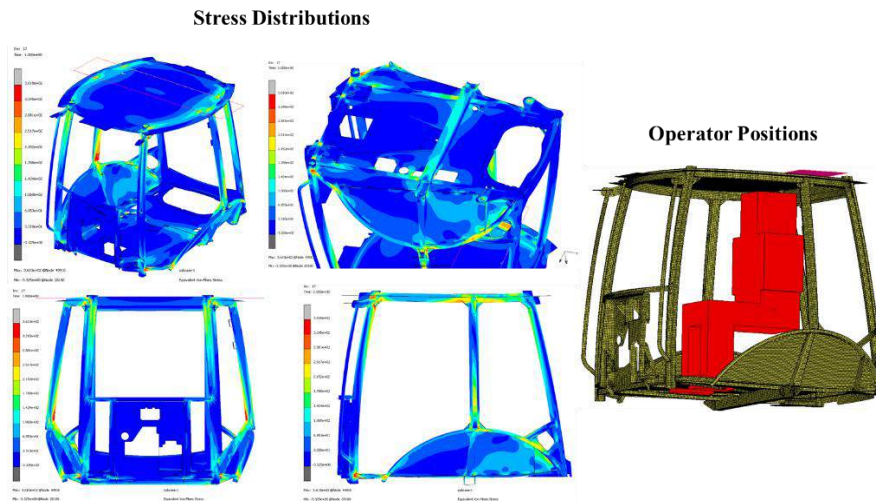
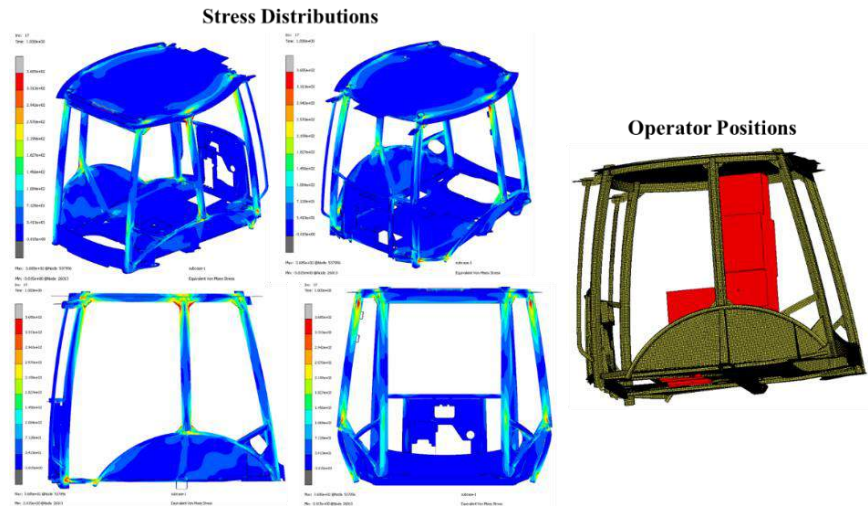


Figure 6. Vertical Load Analysis

### 3.1.3 Longitudinal Load Analysis

The test involves applying a load of 46800 N in the direction of the arrow via a longitudinal loading apparatus. The outcomes of this loading procedure are visually depicted in Figure 7. During the test, a load of 46800 N was systematically applied, resulting in a discernible deformation of 26 mm at the point of force application. Importantly, the cabin demonstrated its robust structural integrity, ensuring that it did not come into contact with the operator during the entire loading process. This successful performance underscores the cabin's ability to withstand longitudinal forces and maintain operator safety.



**Figure 7.** Longitudinal Load Analysis

### 3.1.4 Test and Analyses Comparitions

According to the analysis loading results, the cabin did not come into contact with the operator area and met the requirements of the ISO 3471 standard. Also according to the test results, the cabin met the ROPS criteria, too. When we examined the analysis and test displacement values, it was seen that there was less displacement in the analysis results.

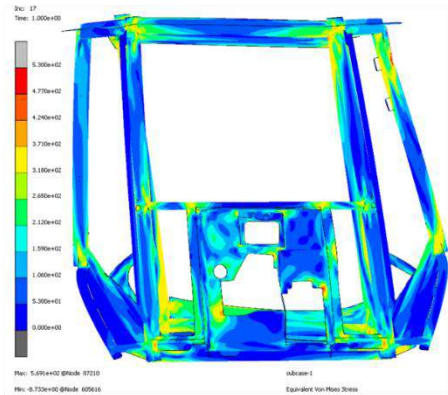
Under the conditions of the lateral loading test, a deformation of 247.3 mm was observed. In lateral loading, there is a %77 accuracy rate between the test and analysis results. Test and analysis results at maximum load are shown in Figure 8.

A deformation of 30.2 mm was found under the parameters of the vertical loading test. According to the mounts manufacturing information, it was determined that there was a 13mm collapse in the cabin mounts during the test. Considering this situation, in vertical loading, there is a %72 accuracy rate between the test and analysis results. Figure 9 depicts the test and analysis results at maximum load.

Finally, Longitudinal loading were applied on cabin and 89.2 mm deformation was observed. It is thought that there is a difference between the test and analysis displacement results due to the stretching of the mounts in longitudinal loading. Test and analysis results at maximum load are shown in Figure 10.



**Analyses (Maximum Loading Moment)**  
Maximum Displacement : **190.38 mm**

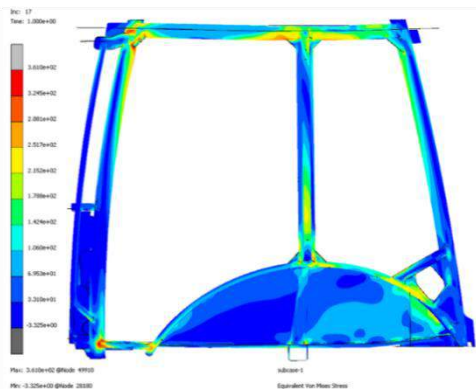


**Test (Maximum Loading Moment)**  
Maximum Displacement: **247.3 mm**



**Figure 8. Lateral Load Test and Analysis**

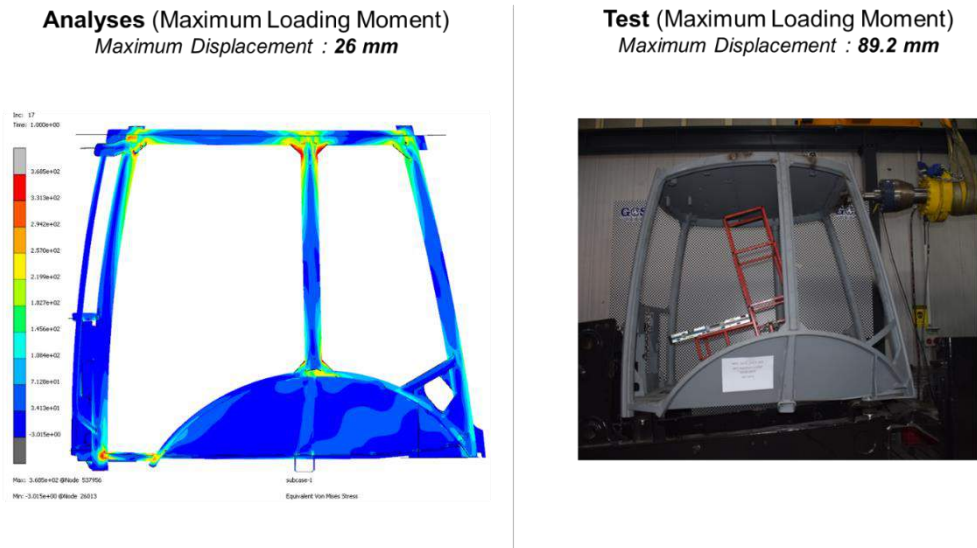
**Analyses (Maximum Loading Moment)**  
Maximum Displacement : **12.3 mm**



**Test (Maximum Loading Moment)**  
Maximum Displacement : **30.2 mm**  
*Note: The amount of collapse of the cabin mounts was measured as 13 mm.*



**Figure 9. Vertical Load Test and Analysis**



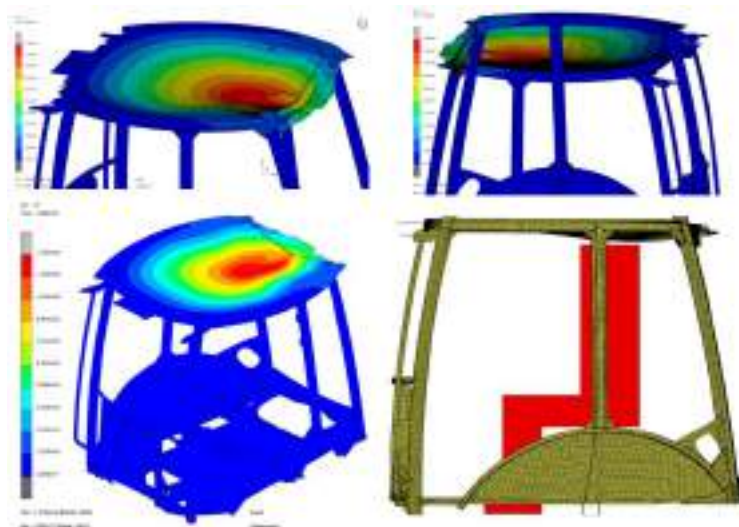
**Figure 10.** Longitudinal Load Test and Analysis

### 3.2 FOPS Analysis and Test Comparisons

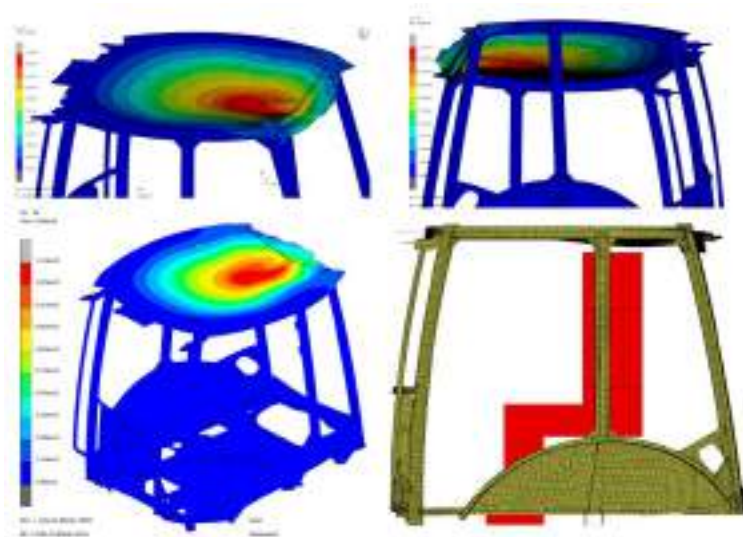
#### 3.2.1 FOPS Analysis

The test is carried out by leaving a mass of 227 kg at a height of 5.2 m above the cabin. When the cannonball touches the cabin, it will reach a speed of 10.1 m/sn. In the analysis, the cannonball is positioned on the cabin and the speed input is entered. Non-linear dynamic transient analysis is performed.

During the analysis, the maximum deformation observed upon impact with the cannonball is 127.8 mm. Furthermore, a calculated permanent deformation of 114.4 mm is determined after the collision with the cannonball. The comprehensive loading results, detailing these deformations, are illustrated in Figure 11 and Figure 12.



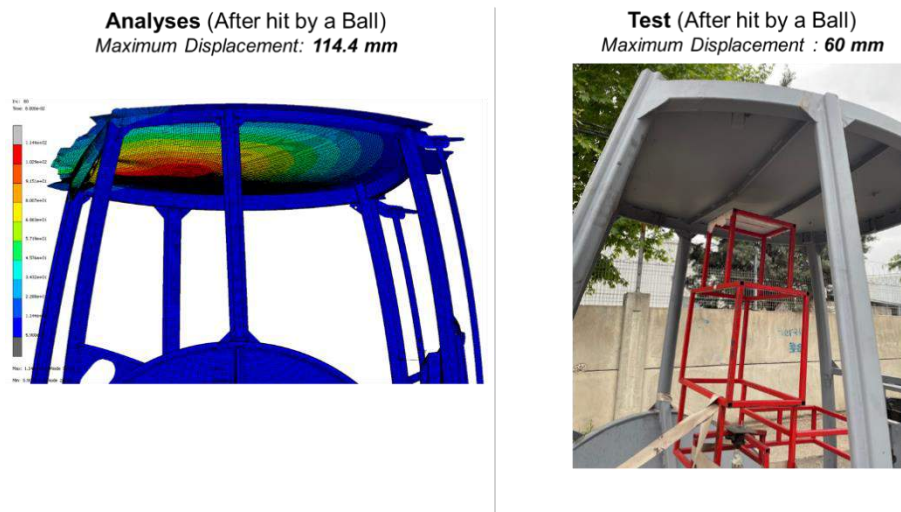
**Figure 11.** FOPS Analysis - The Moment The Cannonball Hit The Cabin



**Figure 12.** FOPS Analysis – Permanent Deformation After Testing

### 3.2.2 Test and Analysis Comparisons

When we examine the FOPS Test and Analysis, in both cases, ROPS criteria are met according to ISO 3449 Standard. After the test completed, 60 mm of permanent deformation occurred in the cabin. Test, and analysis results at after hit ball was shown in Figure 13.



**Figure 13.** FOPS Test and Analysis

## 5. CONCLUSION

In conclusion, the comprehensive ROPS and FOPS testing conducted on [construction machinery] has demonstrated its robust protective capabilities, ensuring the safety and well-being of operators in the event of roll-overs or falling-object incidents, thereby meeting and exceeding industry safety standards.

### 5.1 ROPS Conclusions

In the analysis, three distinct assessments were conducted: Lateral Loading, Vertical Loading, and Longitudinal Loading. According to the analysis results, the conditions specified in the ISO 3471-2008 standard were satisfied, ensuring that the cabin maintained a safe distance from the operator area.

During the physical ROPS test, the cabin successfully cleared the requirements outlined in the ISO 3471-2008 standard, aligning with the stipulations. A comparative evaluation between the analysis results and the practical test revealed a notable difference in displacement values. Upon closer examination of the displacement values in the analysis and test, it became evident that the analysis results exhibited less displacement.

Upon investigation into the reasons for this discrepancy, it was reported by the manufacturer that the mount collapse during the vertical loading test amounted to approximately 13 mm. It was further predicted that variations in displacement during Lateral and Longitudinal loading were also influenced by mount stretching. This information sheds light on the factors contributing to the observed differences between the analytical predictions and the practical test results.

### 5.2 FOPS Conclusions

Based on the FOPS Analysis results, compliance with the specifications outlined in the ISO 3449 standard was successfully demonstrated, ensuring the cabin avoided contact with the operator area.

During the practical test, the cabin effectively cleared the FOPS test, aligning seamlessly with the criteria set by the ISO 3449 standard. However, a comparative analysis between the results derived from the analytical model and the actual test unveiled a disparity in displacement. The reason for this difference was traced back to the presence of two sheets of metal parallel welded to the cabin ceiling, introducing an influence on the displacement.

## 6. ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to express my sincere gratitude to MST Construction Equipment Yatırım A.Ş. who have contributed to the success of this research through their unwavering support, valuable insights, and encouragement. Your scientific efforts have been instrumental in making this endeavour a reality, and we are truly thankful for your collaboration and dedication.

## 7. REFERENCES

- [1] J. Karliński, M. Ptak, and P. DziaŁak, “Simulation tests of roll-over protection structure,” *Arch. Civ. Mech. Eng.*, vol. 13, no. 1, pp. 57–63, 2013, doi: 10.1016/j.acme.2012.12.001.
- [2] A. M. Gillispie, A. Gillispie, and W. Virginia, “Optimization of a roll over protective structure ( ROPS ) using nonlinear finite element analysis Element Analysis,” 2000.
- [3] C. Chen, G. Wang, Y. Zhang, Y. Zhang, and J. Si, “Effect of lateral stiffness coefficient of loader ROPS on human injury in a lateral rollover incident,” *Biosyst. Eng.*, vol. 113, no. 2, pp. 207–219, 2012, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2012.08.003.
- [4] U. Kumar, M. Rudresh, and B. Maruthi, “Design Optimization of CAB Roof for Rops and Fops Failure,” *Ijaem.Org*, vol. 1, no. 1, 2014, [Online]. Available: <http://ijaem.org/papers/Vol.1-Issue1/2AJ0110.pdf>
- [5] T. Standard, “Turkish Standard TS EN ISO 3449,” vol. 2, no. 112, 2005.
- [6] TS EN ISO 3471, *TS EN ISO 3471*. 2009. [Online]. Available: <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073088048122105071097056067073051073>
- [7] K. N. Pai, “Modeling of rollover protective structure and falling object protective structure tests on a composite cab for skid steer loaders,” *Coll. Eng.*, vol. Master of, no. May, 2006.



## 316L PASLANMAZ ÇELİK YAPININ KÜTLE TABANLI TOPOLOJİ OPTİMİZASYONLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

**Ender EMİR**

İstiklal Üniversitesi, Elbistan MYO, Kahramanmaraş, Türkiye

Orcid ID: 0000-0003-4972-5064

[ender.emir@istiklal.edu.tr](mailto:ender.emir@istiklal.edu.tr)

### ÖZET

Topoloji optimizasyonu, arzu edilen tasarımda ki malzeme dağılımını kütle tabanlı, hacim tabanlı, gerilme tabanlı gibi koşullar için optimize eden ve arzu edilen tasarımın hem kütleli hem de hacimsel olarak azaltılmasına imkan sağlayan bir yaklaşımdır. Topoloji optimizasyonunu sayesinde üretim öncesi tasarlanan modelin maliyetini, ağırlığını ve hacmini azaltmak için yapılan analizler ile birlikte en iyi tasarıma ulaşmanıza yardımcı olur. Bu çalışma da geliştirilen yöntem ile birlikte mekanik parçaların tasarımında topoloji optimizasyonu ile birlikte kütle ve hacimde azaltma yapılması amaçlanmıştır. Bu nedenle tasarlanan CAD model orijinal boyut, kütleli olarak % 20, % 40 ve % 70 azaltılmış olmak üzere 4 farklı şekilde sonlu elemanlar yazılımı ile statik olarak analiz edilmiştir. Analizlerde yapı malzemesi olarak günümüzde birçok alanda sağladığı üstün özelliklerinden dolayı tercih edilen 316L paslanmaz çeliği kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda gerilme değerleri kütle azaltılmasına gidilen CAD modellerde orijinal CAD modele göre yakın değerler ortaya koymuştur. Orijinal CAD modelde 316,55 MPa, % 20 kütleli olarak azaltılarak topoloji optimize edilmiş CAD modelde 314,28 MPa ve % 40 oranında kütleli olarak azaltılarak topoloji optimize edilmiş CAD modelde 321,43 MPa, % 70 oranında kütleli olarak azaltılarak topoloji optimize edilmiş CAD modelde 527,7 MPa eşdeğer gerilme meydana gelmiştir. Sonuç olarak CAD modelin kütleli ve hacimsel olarak azaltıldığında gerilme değerlerinde belirgin değişiklikler olmaması nedeni ile imalat sanayinde üretim geometrilerinde yapılacak topoloji optimizasyonu sayesinde hem maliyetten hem de ağırlıktan tasarruf sağlanılabileceği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** 316L paslanmaz çelik, Topoloji optimizasyonu, Kütle

## 1. GİRİŞ

İmalat sanayinde gelişen teknolojik şartlar nedeni ile sürekli olarak rekabetçi bir ortam meydana gelmektedir. Üretimlerde kullanılan hammaddelerin maliyetleri, kullanım için istenilen geometriye getirilmeleri, diğer işlemler hem zaman almakta hem de ekonomik olarak olumsuzluklar yaratmaktadır. Bu nedenle kullanılacak olan geometrilerin sadeleştirilerek hem kullanılacak hammadde miktarından kazanç hem de kullanım alanlarına göre kütleli veya hacimsel kazançlar sağlanabilmesi oldukça önem arz etmektedir. Kütleli veya hacimsel kazançların sağlanabilmesi ve güvenli olarak uygulamaya konulabilmesi için topoloji optimizasyonu yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem tasarımda ki malzeme dağılımını kütle tabanlı, hacim tabanlı, gerilme tabanlı gibi koşullar için optimize eden ve arzu edilen tasarımın hem kütleli hem de hacimsel olarak azaltılmasına imkan sağlayan bir yaklaşımdır. Belirlenen yükleme koşulları altında geometrinin belirlenen oranlarda kütle azaltma, hacim azaltma, gerilmenin minimum olduğu bölgelerin ana geometriden çıkarılması sonucu nihai geometri elde edilebilmektedir. Sonuç olarak ilk üretim denemeli yapılmadan önce uygun tasarımı elde edebilir. Bu sayede tasarım süresi büyük ölçüde kısaltılabilmektedir [1].

Daha verimli ve sürdürülebilir bir imalat için tasarımlarda optimizasyon yöntemlerini benimsenmesi oldukça önemlidir. Böylece, ham madde kullanımı, enerji tüketimi ve işletme maliyetleri düşmektedir [2]. Literatürde endüstriyel alanda talebin fazla olduğu ürünler için kütleli veya hacimsel olarak sağlanacak kazançlar için topoloji optimizasyonu ile ilgili olarak çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Topaç ve ark (2017) topoloji optimizasyonu yardımıyla askeri taşıt bağımsız ön süspansiyonu için alt salıncak tasarımı gerçekleştirmişlerdir [3]. Top ve ark. (2019) eklemeli imalat ile üretilen el freni mekanizmasına topoloji optimizasyonu yöntemini uygulamışlardır. Optimizasyon işlemi sonrasında parçanın işlevi değişmeksizin malzeme dağılımının optimize edilmesiyle kullanılan malzeme miktarı azaldığı ve parçanın hafiflediğini tespit etmişlerdir [4]. Albak (2019) araçlardaki fren pedalının ağırlığını azaltmak için topoloji optimizasyonu yapmışlardır [5]. Güteryüz ve Yılmaz (2019) ağır hizmet taşıtlarında kullanılan tork plakasına topoloji optimizasyonunu uygulamış döküm ve işlenmiş parça ağırlıkları sırasıyla %11.9 ve %12.2 azaldığını görmüşlerdir [6]. Chaudhari ve Khairnar (2020) topoloji optimizasyonu çalışmasında tekerlek göbek bağlantısı için %24.09 ve mafsal için %16.30 ağırlık azalması sağlamışlardır [7].

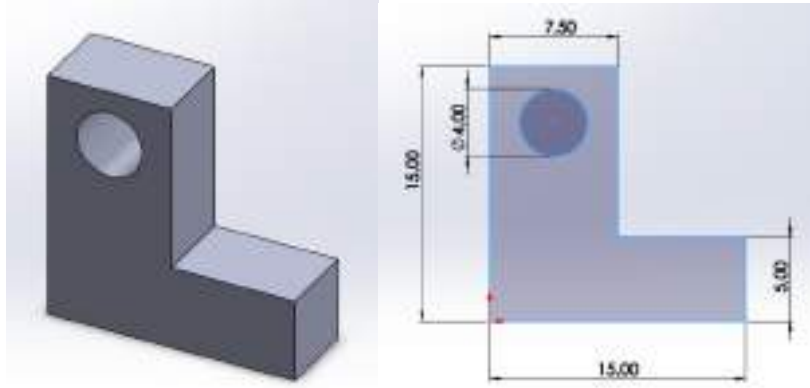
Bu çalışmada 316L paslanmaz çelik malzemesi atanan CAD modelin kütleli ve hacimsel olarak azaltılması için topoloji optimizasyonu yapılmıştır. Tasarlanan modelde topoloji



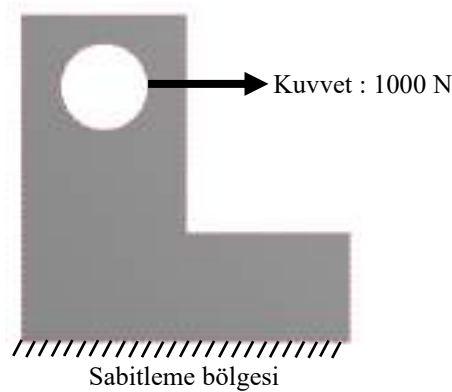
optimizasyonu ile ağırlığın ilk ağırlığa göre %20, %40 ve %70 azaltılması sonucunda elde edilen tasarımın SEA ile statik yük altında gerilme analizleri yapılmıştır.

## 2. MATERYAL ve METOT

Çalışmada Görsel.1’de CAD modeli ve geometrik ölçüleri verilmiş olan parça tasarlanmıştır. Tasarım sonrası ANSYS sonlu elemanlar yazılımında statik analiz yapılarak topoloji optimizasyonu yapılmamış parçada oluşan eş değer gerilme hesaplatılmıştır. Görsel.2’de analizde belirlenen kuvvet uygulama ve sabitleme bölgesi ile kuvvet değeri verilmiştir. Topoloji optimizasyonu için kütle azaltılması kullanılarak %80 ve %60 oranında kütle korunması baz alınmıştır. Her iki kütle oranını korunması ile elde edilen CAD modellere Görsel.2’de verilmiş olan kuvvet uygulama ve sabitleme bölgesi aynı olacak şekilde statik analiz yapılmıştır. Analizler sonucunda her iki model için de eşdeğer gerilme sonuçları elde edilmiştir.



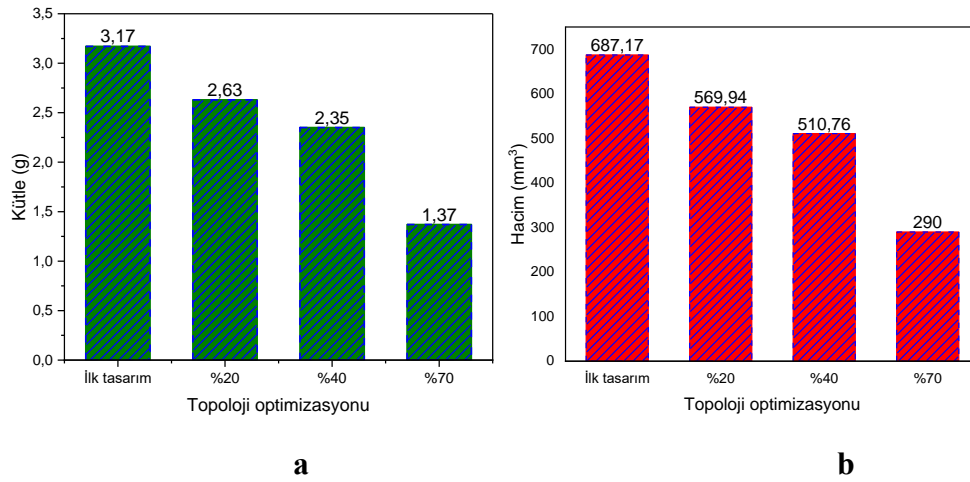
**Görsel 1. CAD model.**



**Görsel 2. SEA prosesi.**

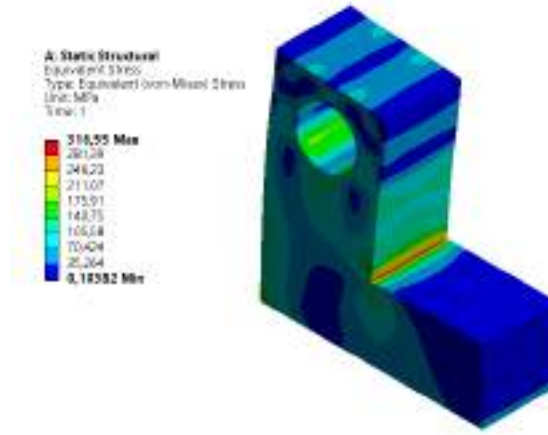
### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1.Topoloji Optimize Edilmiş Yapıların Kütsel Ve Hacimsel Değişimleri  
Görsel.3’de topoloji optimize edilmemiş ve kütsel olarak %20, %40 ve %70 olmak üzere üç farklı oranda kütsel olarak topoloji optimize edilmiş yapının kütsel ve hacimsel değişim değerleri verilmiştir. Elde edilen sonuçlarda optimize edilen numunelerde topoloji optimizasyonun prensibi gereği kütlede ve hacimde azalma görülmektedir. Hacimsel olarak değişimler incelendiğinde %20 kütsel olarak azaltılan modelin hacminde optimize edilmemiş model hacmine göre %20.7 bir azalma görülürken, %40 kütsel olarak azaltılan modelin hacminde optimize edilmemiş model hacmine göre %34’lük bir azalma görülmüştür. %70 oranda kütsel olarak azaltılmasında ise bu değer %136,9 azalış göstermiştir.



**Görsel 3. Topoloji optimizasyonu sonucundaki değişimler: a) kütle, b) hacim**

3.2.Topoloji Optimize Edilmiş Yapıların Gerilme Analiz Sonuçları  
Görsel.4’de topoloji optimizasyonu yapılmamış CAD modelin SEA ile gerçekleştirilen 1000 N kuvvet etkisi altındaki analiz görüntüsü verilmiştir. Elde edilen sonuca göre yapı içerisinde maksimum 316.55 MPa eşdeğer gerilme oluşmuştur. Özellikle etki eden kuvvetin etkisi ile birlikte yapı eğilme davranışına maruz kalmaktadır. Bu nedenle topoloji optimizasyonu yapılırken kütsel azaltmada maksimum gerilme meydana gelen bölgeler korunmuş, nispeten daha az gerilme meydana gelen bölgeler ise belirlenen kütsel azaltma yüzdelerine göre CAD modelden çıkarılmıştır.

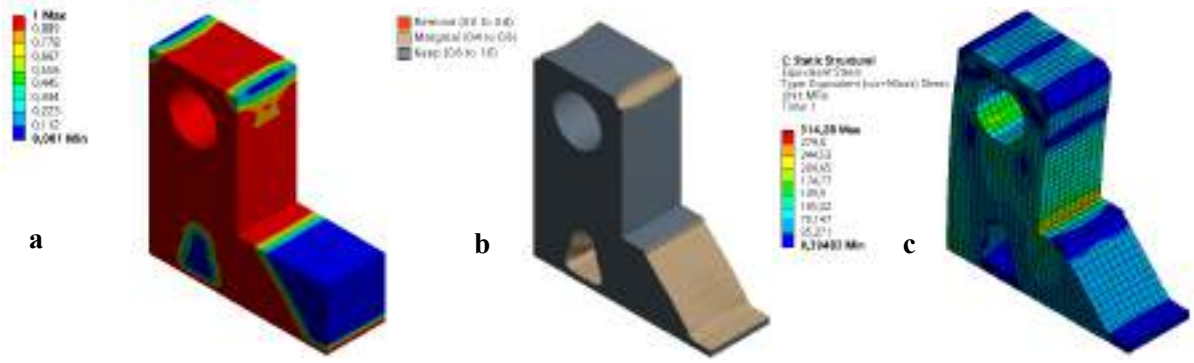


**Görsel 4. Topoloji optimizasyonu yapılmamış SEA eşdeğer gerilme sonucu.**

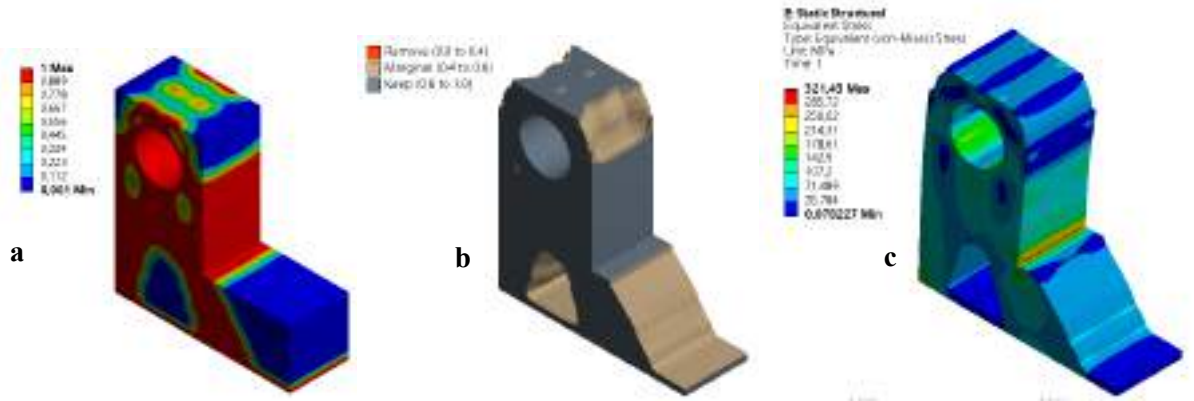
Analiz sonucunda %20 kütleli azaltma yapılan topoloji optimizasyon görüntüleri Görsel.5’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ana CAD modelden çıkarılan bölgeler Görsel 5a’da ve sadeleştirilmiş hali Görsel 5b’de verilmiştir. %20 oranında kütleli olarak azaltılmış CAD model için yapılan SEA sonuçları incelendiğinde ise maksimum eş değer gerilme 314.28 MPa olarak tespit edilmiştir. Özellikle ana modelden çıkarılan bölgeler incelendiğinde gerilme analiz sonuçlarına göre minimum gerilme oluşum davranışı göstermiştir.

Analiz sonucunda %40 kütleli azaltma yapılan topoloji optimizasyon görüntüleri Görsel.6’da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ana CAD modelden çıkarılan bölgeler Görsel 6a’da ve sadeleştirilmiş hali Görsel 6b’de verilmiştir. %40 oranında kütleli olarak azaltılmış CAD model için yapılan SEA sonuçları incelendiğinde ise maksimum eş değer gerilme 321.43 MPa olarak tespit edilmiştir. %20 kütleli olarak azaltılmış yapı ile maksimum gerilme oluşum bölgeleri aynıdır.

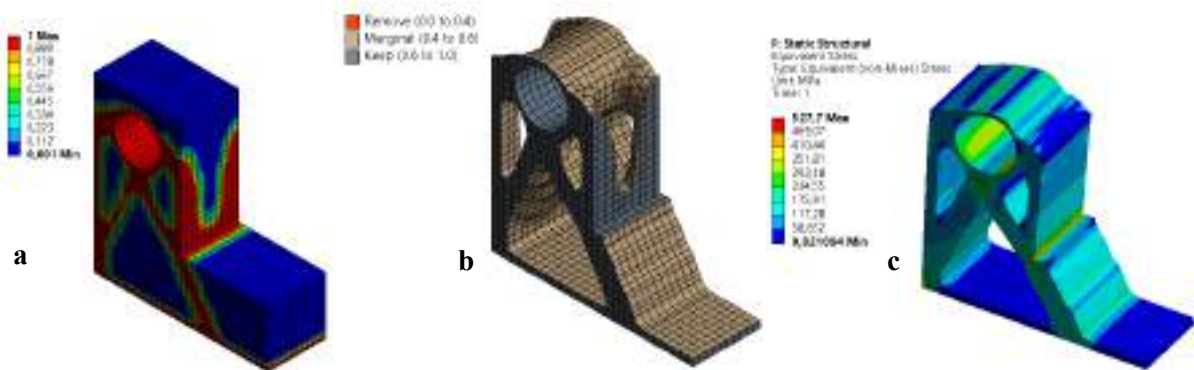
Son olarak %70 kütleli azaltma yapılan topoloji optimizasyon görüntüleri Görsel.7’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ana CAD modelden çıkarılan bölgeler Görsel 7a’da ve sadeleştirilmiş hali Görsel 7b’de verilmiştir. %70 oranında kütleli olarak azaltılmış CAD model için yapılan SEA sonuçları incelendiğinde ise maksimum eş değer gerilme 527.7 MPa olarak tespit edilmiştir. %20 ve %40 oranında kütleli azaltma ile elde edilen topoloji optimizasyonu sonuçları ile karşılaştırıldığında model de belirgin bir şekilde gerilme değerlerinde ve bölgelerinde artış meydana geldiği görülmüştür (Görsel.8). Bu sonuçta tasarlanan CAD modelin ağırlıktan tasarruf edilerek topoloji optimizasyonu yapıp kullanılmak istenildiğinde daha erken sürelerde deforme olarak kullanım ömrünün tamamlaması anlamına gelmektedir.



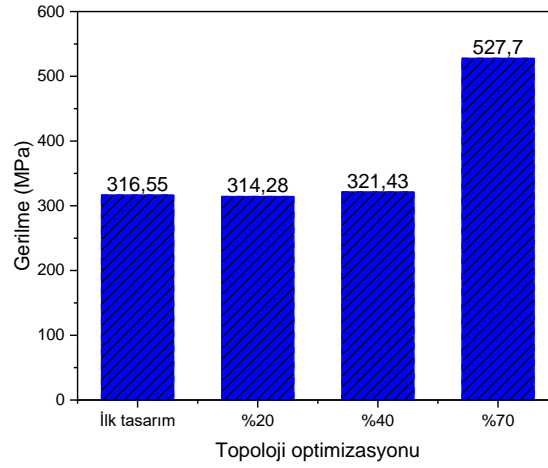
**Görsel 5. Kütleli olarak %20 azaltılmış CAD model SEA sonuçları: a) optimize edilen bölgeler, b) optimizasyon sonucu model, c) eşdeğer gerilme.**



**Görsel 6. Kütleli olarak %40 azaltılmış CAD model SEA sonuçları: a) optimize edilen bölgeler, b) optimizasyon sonucu model, c) eşdeğer gerilme.**



**Görsel 7. Kütleli olarak %70 azaltılmış CAD model SEA sonuçları: a) optimize edilen bölgeler, b) optimizasyon sonucu model, c) eşdeğer gerilme.**



**Görsel 8. Topoloji optimizasyonu sonucu eşdeğer gerilme değişimi.**

#### 4. GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada 316L paslanmaz çelik malzemesi atanan CAD modelin kütleli ve hacimsel olarak azaltılması için topoloji optimizasyonu yapılmıştır. Tasarlanan modelde topoloji optimizasyonu ile ağırlığın ilk ağırlığa göre %20, %40 ve %70 azaltılması sonucunda elde edilen tasarımın SEA ile statik yük altında gerilme analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda verildiği gibi sıralanabilir:

1. Hacimsel olarak değişimlerde %20 kütleli olarak azaltılan modelin hacminde optimize edilmemiş model hacmine göre %20.7 azalma, %40 kütleli olarak azaltılan modelin hacminde optimize edilmemiş model hacmine göre %34'lük bir azalma ve %70 oranda kütleli olarak azaltılmasında ise bu değer %136,9 azalış görülmüştür.
2. Kütleli azaltılmasına dayalı gerçekleştirilen analiz sonuçlarında en yüksek dayanım %20 kütleli azaltma da gerçekleşirken, en düşük dayanım %70 kütleli azaltmada görülmüştür. Başka bir deyişle; kütleli kazancın belirli bir limit değerinden sonra parçanın yük altındaki dayanımı oldukça düşürmektedir.
3. %70 oranında kütleli olarak azaltılmış CAD model için yapılan SEA sonuçları incelendiğinde maksimum eş değer gerilme de belirgin bir şekilde gerilme değerlerinde ve bölgelerinde artış meydana geldiği görülmüştür.

Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde topoloji optimizasyonu ile ham maddeden kütleli veya hacimsel kazançlar sağlanarak (müsaade edilebilir değerlerin dışına çıkılmadığı takdirde) dolu geometriye yakın değerlerde dayanım gösterebildiği ortaya konulmuştur.

## REFERANSLAR

- [1] İbrahim Göv MAK. TOPOLOJİ OPTİMİZASYONUNDA ELEMEN SİLME METODUNUN UYGULANMASI İbrahim GÖV, M. Akif KÜTÜK. XV Ulus Mek Kongresi 2007:3–07.
- [2] Kahraman F, Küçük M. Otomotiv Endüstrisinde Topoloji Optimizasyonu ile Ağırlık Azaltma Uygulaması Üzerine Bir Araştırma. Eur J Sci Technol 2020:623–31. <https://doi.org/10.31590/ejosat.789424>.
- [3] Topaç MM, Bahar E, Kaplan A, Sarıkaya EZ. Topoloji Optimizasyonu Yardımıyla , Askeri Taşıt Bağımsız Ön Süspansiyonu için Alt Salıncak Tasarımı Design of a Lower Wishbone for a Military Vehicle Independent Front Suspension Using Topology Optimization 2017.
- [4] Top N, Gökçe H, Şahin İ. Eklemeli İmalat İçin Topoloji Optimizasyonu: El Freni Mekanizması Uygulaması. Selçuk-Teknik Derg 2019;18:1–13.
- [5] Albak Eİ. Optimum Design Of Brake Pedal Using Topology Optimization Method Intended For Weight Reduction On The Formula SAE Car. Uluslararası Muhendis Arastirma ve Gelistirme Derg 2019:328–34. <https://doi.org/10.29137/umagd.467057>.
- [6] Güleryüz İ, Yılmaz B. Ağır hizmet araçlarında kullanılan Z-kam kampanalı fren tork plakası ağırlık optimizasyonu. Acad Perspect Procedia 2019;2:466–75. <https://doi.org/10.33793/acperpro.02.03.34>.
- [7] P C, R K. Weight Optimization of Hub and Knuckle Using Topology Optimization. Int J Mech Eng 2020;7:20–3. <https://doi.org/10.14445/23488360/ijme-v7i6p103>.



## KEMİK KIRIKLARINDA GELENEKSEL PLAKLARIN YENİ TASARLANAN GÖZENEKLİ PLAK İLE KARŞILAŞTIRILMASI

**Makine Mühendisi, ÖMER FARUK UZUNYOL<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, ENDER EMİR<sup>2</sup>,  
Doç. Dr., ERKAN BAHÇE<sup>1</sup>, Öğr. Gör. Dr., BURAK ÖZDEMİR<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, [ofu1998@hotmail.com](mailto:ofu1998@hotmail.com) - 0000-0002-8313-8747  
[.erkan.bahce@inonu.edu.tr](mailto:.erkan.bahce@inonu.edu.tr) - 0000-0001-5389-5571

<sup>2</sup>İstiklal Üniversitesi, Elbistan MYO, [ender.emir@istiklal.edu.tr](mailto:ender.emir@istiklal.edu.tr) - 0000-0003-4972-5064

<sup>2</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Hekimhan MES MYO, [burak.ozdemir@ozal.edu.tr](mailto:burak.ozdemir@ozal.edu.tr) -  
0000-0002-5870-0398

### ÖZET

Metal, polylactacid (PLA) veya reçine gibi malzemelerin katman katman bir araya getirilmesi esasına dayalı olan eklemeli imalatın (Eİ) en çok tercih edildiği alanlardan biri de ortopedik implantların üretimidir. Eİ atık ürün miktarının geleneksel imalat yöntemlerine göre büyük oranda az olması ve daha karmaşık şekillerin üretilebilirliğini sağlaması bakımından günümüzde popüler bir üretim yöntemi haline gelmiştir. Bu üretim yöntemi sayesinde vücudun anatomik yapısına ve işlevsel yönlerine uygun implantların tasarımını mümkün kılınabilmektedir. Özellikle Eİ sayesinde kemik ile implant arasında mekanik uyumsuzlıklardan kaynaklı stres kalkanı azaltılabilmek için kullanılan kafes yapılarının üretiminde kullanılmaktadır. Kafes yapıları sayesinde hem hafiflik hem de yük altında içi dolu yapılara göre daha iyi enerji emilimi sağlayabilmektedir. Bu çalışmada femur kırığı tedavisinde stres kalkanını azaltmak için Ti6Al4V alaşımlı solid plak (SP) ve octet truss (OT) kafes yapılı plağın karşılaştırmalı sonlu eleman analizi (SEA) yapılmıştır. Bulgular göz önünde bulundurulduğunda OT kafes yapılı modelin deformasyon ve gerilme değerleri açısından SP modeline göre daha iyi sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. Bu durum OT yapı ile oluşturulan modelin daha yüksek gözeneklilik değerine sahip olması sebebi ile gelen yükü daha homojen bir şekilde dağıtmasından kaynaklanmaktadır. Bu sayede implant tasarımında gözenekli yapılar tercih edildiği takdirde kemik ile implant arasında mekanik uyumun artarak stres kalkanının minimize edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Plak, Eklemeli İmalat, Kafes Yapısı, Stres Kalkanı



## 1. GİRİŞ

Parçalı femur kırıklarının tedavisinde, alçılama ve traksiyon uygulamalarının yerini günümüzde biyolojik ve mekanik ilkelere dayanan plaklar almıştır. Anatomik bütünlüğü sağlayarak kırığın daha erken zamanda iyileşmesini sağlayan bu plakların üretimi, hassas döküm, dövme, sıcak-soğuk şekillendirme gibi geleneksel imalat yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Eİ teknolojilerinin gelişmesi, farklı osteosentezlerde kullanılmak üzere çeşitli standart ve boyutlarda plakların üretimini mümkün kılmıştır (Seebach vd., 2020). Bu üretimlerin temelinde de en önemli parametre kemikle implant arasında meydana gelen stres kalkanının minimize edilmesi gelmektedir (Liverani vd.,2021). Bu nedenle kemik sertliğine yakın ve tedavi sürecince tedaviye cevap verebilecek plakların üretilmesi üzerine yoğun çalışmalar yapılmaktadır.

Konu ile ilgili literatür incelendiğinde; implantlarda daha fazla yükün aktarıldığı bölgelerde oluşan stres kalkanının azaltılması için yapılan birçok çalışma mevcuttur. Özellikle kemik-implant modelleri arasındaki uyumun stres kalkanının azaltılmasında önemli bir yerinin olduğuna dikkat çekilmiştir (Ahirwar vd., 2021). Son yıllarda ise kırılma ve aseptik davranışların artışına sebebiyet veren stres kalkanının azaltılabilmesi için Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT) tabanlı birçok farklı yöntem kullanılmaktadır (Arabnejad vd., 2017). Bu kapsamda Al-Tamimi vd. (2019) ise yaptıkları çalışmada, dört ve sekiz delikli olmak üzere iki farklı kilitleme plağını BDT ile üretmişlerdir. Çalışma sonucunda kemiğe etkiyen %22 yük transferi ile dört delikli plak, %29 yük transferli sekiz delikli plaktan daha iyi performans göstermiştir. Bu sonuç plak üzerinde vidalar arası mesafenin artmasıyla daha az stres yoğunluğu ile karşılaşılacağını ortaya çıkarmaktadır (Fouda vd., 2019). Ayrıca implant üzerindeki maksimum stres yoğunluğunun kırık bölgesine yakın kısımlarda yoğunlaştığına literatürde değinilmiştir (Dhason vd., 2020). Bu konuda Anitha vd., (2013) femur kırığı için tasarladıkları kilitleli kompresyon plağı (LCP) üzerinde maksimum stresin kırık bölgesine en yakın vida deliklerinde yoğunlaştığını belirtmişlerdir. İmplantlarda stres yoğunluğunun azaltılması hususunda önemli gelişmelerden biri de implantların kafes yapılar ile oluşturularak daha düşük yoğunluğa ve dolayısıyla daha düşük sertliğe sahip olmasıdır (Barba vd., 2019). Bu açıdan Rana vd., (2021) Ti-6Al-4V ve Ti-Mg alaşımlarını kullanarak 6 adet kemik grefti implantı tasarlamışlardır. Solid ve kafes yapıdan üçer adet implantın mekanik anlamda karşılaştırıldığı çalışmada implant üretimi için kafes yapıların tercih edilmesi durumunda daha az stres oluşacağı vurgulanmıştır. Karuppudaiyan vd., (2018) ise femur kemiğinin diyafiz bölgesinde meydana gelen kırık için %5 ila %60 aralığında gözenekliliğe sahip implant tercih etmişlerdir.

Stres-gerilim ilişkisinin incelendiği modelde gözenekli implantın doku rejenerasyonunu sağlayarak stres değerini azalttığı belirtilmiştir. Ayrıca stres kalkanını etkileyen bir diğer önemli etmenin de yorulma olduğu bilinmektedir (Garvais vd., 2016).

BDT yazılımları ile tasarlanan kemik-implant modellerinin mekanik davranışlarını yorumlamak, iyileştirmek ve optimize etmek için sonlu elemanlar yöntemi kullanılmaktadır (Driscoll 2019, Taylor vd. 2015). Bu yöntem modellerde oluşabilecek stres kalkanı hakkında tasarımcıya ön izlenim sağlamaktadır (Zeng vd., 2020). Bu doğrultuda Alkentar vd., (2022) insan kemiğine en yakın kafes yapıyı elde etmek için sonlu eleman yöntemine başvurmuştur. Ti6Al4V alaşımı ile tasarlanan yapıların sahip olduğu düşük young modülü sayesinde stres kalkanını yüksek bir yüzdeyle azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca sonlu eleman yöntemleri ile gerçekleştirilen sayısal modelleme ve mekanik testler sayesinde kemik-implant modelleri için uygun gözeneklilik tahmini yapılabilmektedir (Rainer vd., 2012). Bu konuda Şhaikh vd., (2023) %5, %10 ve %15 gözenekli gyroid kafes yapılı implantları elde ederek implant dayanımını test etmişlerdir. Bükülme özellikleri bakımından test edilen implantlar arasında %15 gözenekliliğe sahip implant kemik ile eşdeğer sertliği göstermiştir. Benzer olarak Wieding vd., (2013) femur defekti için gözenekliliği %64 ile %80 arasında değişen 14 farklı implant tasarımı yapmışlardır. Modeller biyomekanik yükleme altında incelenmiş olup gözeneklilik miktarının artmasıyla mekanik özelliklerin gelişerek implantın kemik ile daha uyumlu olacağı sonucuna varılmıştır.

Literatür incelendiğinde kafes yapıların kemik implantlarında tercih edilmesinin maliyet, zaman ve teçhizat bakımından döküm ve dövme gibi yöntemlerden daha avantajlı olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmada femur kırığı tedavisi için oluşturulan Ti6Al4V alaşımlı SP ve OT yapılı plak ile elde edilen modellerin stres kalkanına karşı gösterdiği mekanik davranışlar incelenerek karşılaştırılmıştır.

## 2. YÖNTEM

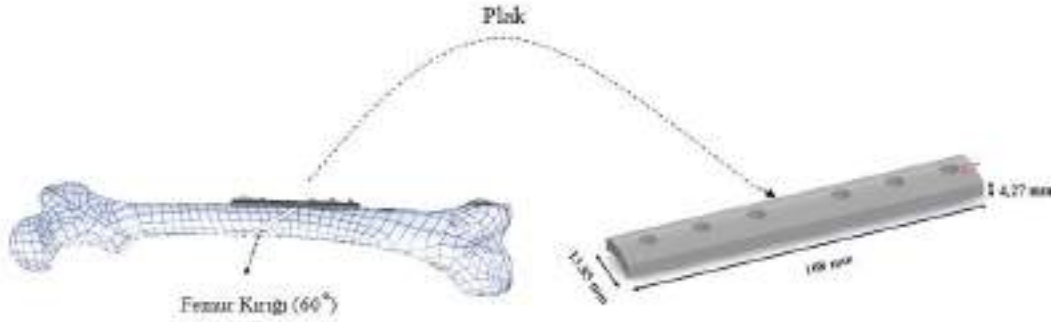
### 2.1. BDT Modelleme

Burkulma, travma ve ani darbeler sonucu meydana gelen femur kemiği kırıklarının tedavisinde ön izlenim sağlamak, hata oranlarını en aza indirmek ve zamandan tasarruf edebilmek amacıyla BDT yazılımlarına başvurulmaktadır. Bu çalışmada BDT ortamında yaklaşık 60° ile kırılan femur kemiğinin plak ve vidalarla montajı gerçekleştirildi. Boyu 108 mm, eni 13,85 mm, kalınlığı 4,27 mm ve vida deliklerinin çapı 4,84 mm olan plak için kortikal kemiğe oranla daha yüksek elastik modüle sahip, strese karşı korumada etkili ve mekanik olarak yüksek çalışma

yeteneğine sahip olan Ti6Al4V alaşımı seçildi. Çizelge 1’de femur kemiğinin ve Ti6Al4V alaşımının özellikleri verilmiştir. Kemik ve plağı birbirine rijit bir şekilde sabitlemek için biyomekanik açıdan avantajlı olan 4,5 mm’lik DCP vidaları tercih edildi. Montaj esnasında kemik kaynamasının sağlanabilmesi amacıyla plak üzerinde kırık bölgesine denk gelen iki delikten birine vida atılmadı (Kiyano vd., 2019). Görsel 1’de BDT ortamında elde edilen montaj modeli ve femur plağının ölçülendirilmesi verilmiştir.

**Çizelge 1. Femur kemiği ve Ti6Al4V alaşımının özellikleri.**

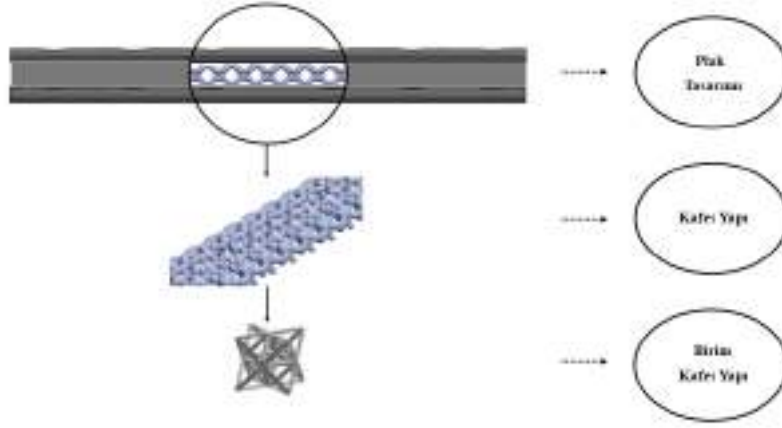
Parametre	<i>Kemik</i>	<i>Ti6Al4V</i>
Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	2000	4430
Elastikiyet Modülü (Mpa)	80	110
Akma Dayanımı (Mpa)	142	1100
Çekme Dayanımı (Mpa)	82	1170
Poision Oranı	0,35	0,3



**Görsel 1. BDT ortamında elde edilen femur plağının montaj modeli ve ölçülendirilmesi.**

## 2.2.Plak Tasarımı

Literatürde implantlar için kemiğe benzer özellikler sergileyerek kemik içi büyümesini destekleyen kafes yapıların tercih edilmesi gerektiğine değinilmiştir. Ayrıca kafes yapıları ile elde edilen implantların stres kalkanını minimize ederek solid implantlara oranla daha avantajlı sonuçlar verdiği vurgulanmıştır. Buna binaen bu çalışmada diğer kafes yapılara nispeten daha yüksek gözenekliliğe sahip OT kafes yapısı tercih edildi. Daha sonra femur plağının orta kısmı SP modeliyle karşılaştırılmak üzere üç boyutlu kafes yazılımı kullanılarak kafes yapılı olacak şekilde tasarlandı. Görsel 2’de OT yapının birim modelinin yanısıra elde edilen plağın kafes yapılı kısmı verilmiştir.



**Görsel 2. Üç boyutlu kafes yazılımı kullanılarak oluşturulan OT kafes yapısı.**

### 2.3.Sonlu Eleman Model Ağı ve Sınır Durumu

Sonlu elemanlar analizleri karmaşık şekilli implantların deformasyon ve stres-gerilim analizleri için güvenilir bir yöntemdir (Colic vd., 2016). Bu yüzden ilk olarak stres konsantrasyonlarından kaçınmak amacıyla modellere ağ iyileştirilmesi (meshleme) uygulandı. Ardından statik analiz yapılabilmesi için modeller femurun distal ucundan sabitlenerek femurun proksimal bölgesine standartlar dikkate alınarak +x yönünde 800 N büyüklüğünde kuvvet uygulandı. Görsel 3.a’da modeller üzerine uygulanan ağ iyileştirmeleri (mesh görüntüleri) verilirken Görsel 3.b’de yükleme ve sabitleme bölgeleri verilmiştir.



**Görsel 3. Modeller üzerine uygulanan a) ağ yoğunluğu ve b) yükleme ve sabitleme modeli.**

Görsel 4’te bu çalışmanın akış şeması verilmiştir.

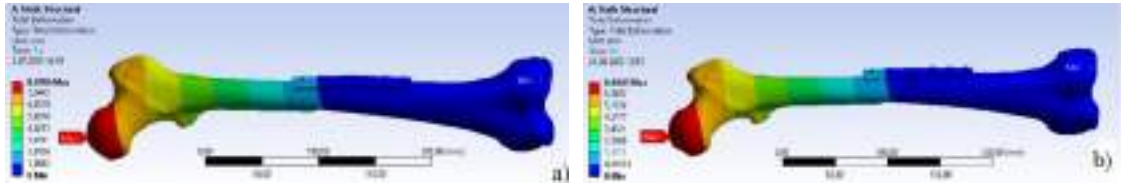


**Görsel 4. Çalışmanın akış şeması.**

### 3. BULGULAR

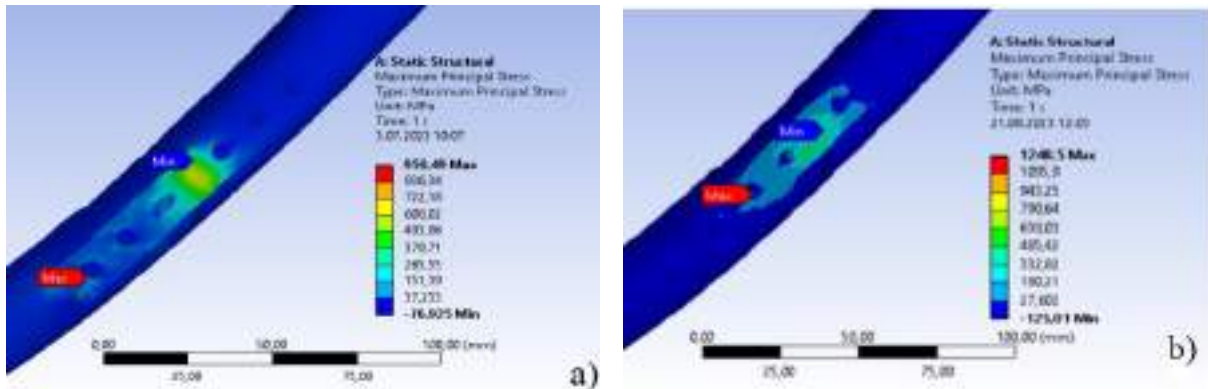
#### 3.1. Toplam Deformasyon ve Maksimum Asal Gerilme Davranışı

Bu çalışmada SP ve OT kafes yapılı plak ile oluşturulan modellerin yük karşısında göstermiş oldukları şekil değişimlerini ölçmek amacıyla deformasyon değerleri incelendi. Görsel 5'te SP ve OT kafes yapılı plak ile oluşturulan modellerin toplam deformasyon miktarları verilmiştir. Bu kapsamda SP modelinde 8,0506 mm deformasyon değerine karşılık OT kafes yapılı model %14,983 değişim göstererek 6,8443 mm deformasyona sahip oldu. Bu durum kafes yapılı modelin solid modele oranla daha düşük yoğunluğa sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Plessis vd., 2022). Yoğunluğun azalmasıyla birlikte model üzerinde deformasyona neden olan çökme miktarı azalarak yapının mekanik dayanımı artmaktadır.



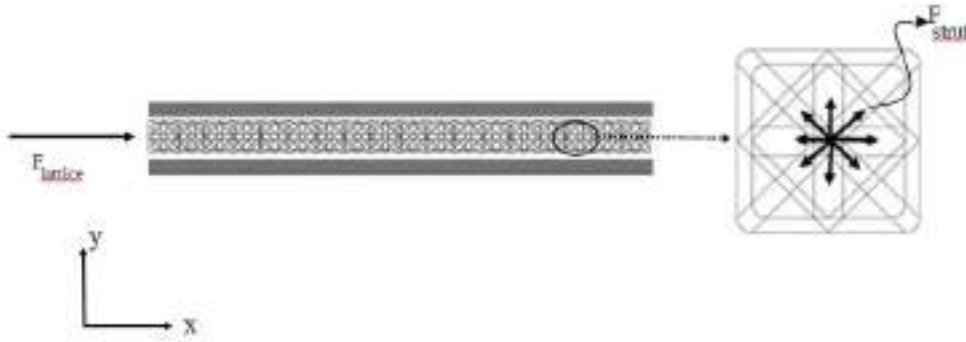
**Görsel 5. Modellerin toplam deformasyon miktarları a) SP ve b) OT kafes yapılı plak.**

Analizler esnasında deformasyonun başladığı değere karşılık gelen eşdeğer gerilme dağılımını ölçmek amacıyla modellere maksimum asal gerilme analizi yapıldı. Bu doğrultuda Görsel 6'te gösterildiği üzere SP modelin 950,49 MPa asal gerilme değerine karşılık OT kafes yapılı modelde 1248,5 MPa asal gerilme değeri elde edildi.

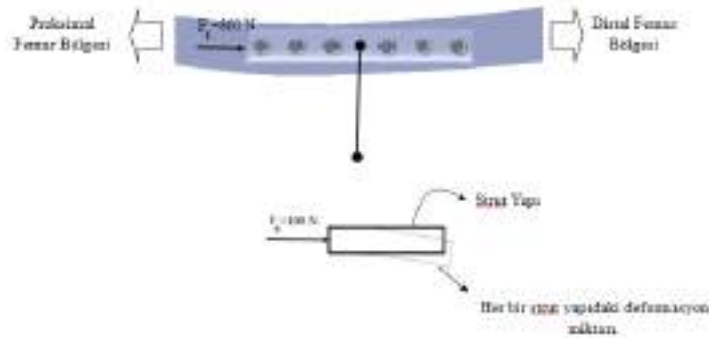


**Görsel 6. Modellerin maksimum asal gerilme değerleri a) SP ve b) OT kafes yapılı model.**

Deformasyon ve eşdeğer gerilme değerleri birlikte göz önüne alındığında her iki sonuç için de OT kafes yapısı ile oluşturulan modelin SP modeline göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Bunun nedeni kafes yapıların sahip olduğu artan gözeneklilik sayesinde gelen yükü daha homojen bir şekilde dağıtabilmesidir. Bu çalışmada ise tercih edilen OT kafes yapının gelen yükü dağıtmak için her bir birim hücrede ilk etapta 8 adet strut yapı bulundurduğu Görsel 7’de görülmektedir. Bu sayede birim hücrede bu kuvvet değeri strut yapılara eşit bir şekilde dağıtılacaktır. Her bir strut yapının herhangi komşu strut yapı ile ilişkisi olmadığından dolayı strut yapılarda meydana gelen deformasyon ve gerilme değerleri tüm modelin deformasyon ve gerilme değeri olarak kabul edilebilir. Görsel 8’de ise OT birim hücreindeki her bir strut yapıda meydana gelen deformasyon miktarı verilmiştir.



**Görsel 7. OT birim kafes yapısında kuvvet dağılım yönleri.**

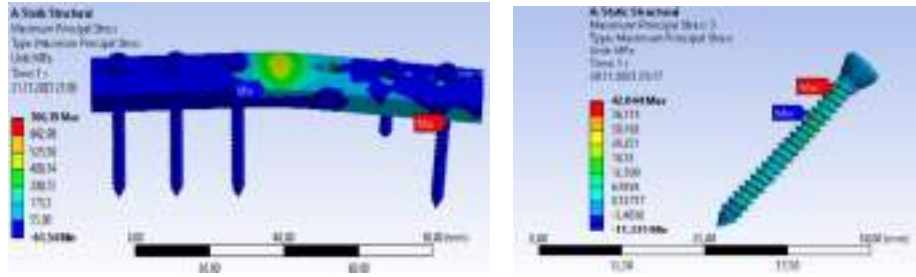


**Görsel 8. OT birim kafes modelinde her bir strut yapıda oluşan deformasyon miktarı.**

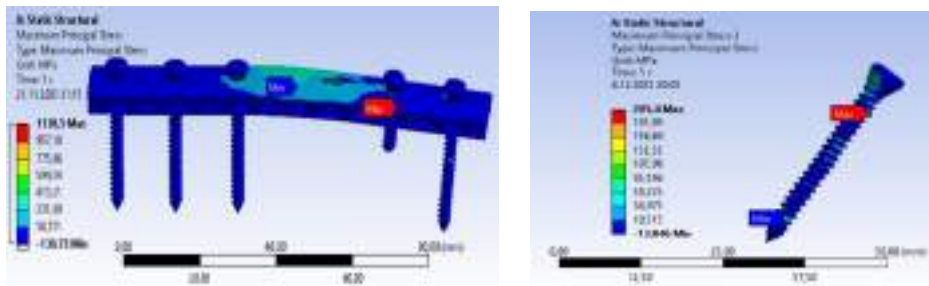
Her iki modele uygulanan 800 N yük değerinin plaklar üzerinde dağılımı ve kırık bölgesine atılan en yakın vidalarda oluşturduğu stres dağılımı Görsel 9’de verilmiştir. Buna göre SP’ta stres dağılımının kırık bölgesinde daha fazla yoğunlaşarak farklı kitlesel deformasyona sahip olduğu görülmektedir. Bu durum plağın tedavi sürecinde tekrardan kırılabilmesine sebebiyet



verebilmektedir. OT kafes yapılı plağın stres dağılımı incelendiğinde ise SP'a göre daha homojen bir dağılım gösterdiği dikkat çekmektedir. Bu durumun esas sebebi OT kafes yapılı plağın SP'a nispeten daha az yoğunluğa sahip olmasıdır. Ayrıca kafes yapının tercih edilmesi durumunda modelin sertliği önemli ölçüde azalmakta ve bu sayede plağa uygulanan kuvvet daha az aksenal olarak gelir. Bunun sonucunda plak üzerinde meydana gelen stres kalkanı daha da azaltılabilmektedir (Jia vd., 2019). Benzer şekilde proksimal yönden gelen kuvvetin kırık bölgesine yakın vida deliklerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Bu kapsamda her iki vida kendi aralarında karşılaştırıldığında SP modelindeki vidanın 40,044 MPa maksimum asal gerilme sınır değerine karşılık OT kafes yapılı modeldeki vida 205,4 MPa maksimum asal gerilme sınır değerine sahip oldu. Bu sonuçlar DCP vidasının OT kafes yapılı modelde SP modele oranla daha yüksek gerilme sınırlarına kadar mukavim davranış sergileyeceğini göstermiştir.



(a)



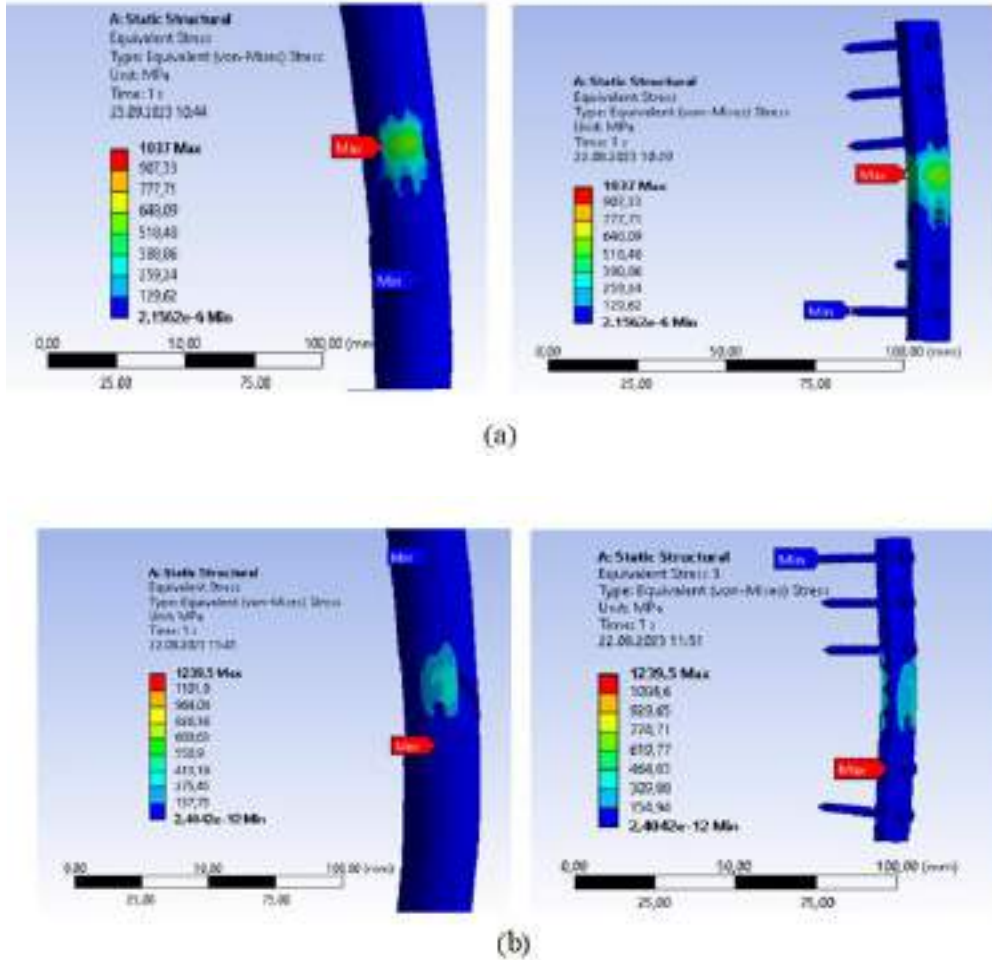
(b)

**Görsel 9. Plak ve vidalarda meydana gelen maksimum asal gerilme değerleri a) SP ve b) OT kafes yapılı model.**



### 3.2. Maksimum von-Mises Gerilmesi Analizi

Bu çalışmada SP ve OT kafes yapılı plak ile elde edilen modellerin deformasyon davranışları sonrasında kalıcı bir hasara sebebiyet verip vermeyeceğini incelemek için analizlere maksimum von-Mises gerilmesi dahil edildi. Görsel 10'da de görüleceği üzere 1037 MPa değerine sahip SP modeline nispeten daha yüksek von-Mises gerilme sınırlarına sahip OT kafes yapılı modelde 1239,5 MPa gerilme gözlemlendi. Bu sonuç kafes yapılı modellerin SP modeline oranla hasara daha yüksek gerilme değerlerinde uğrayacağını göstermektedir. Bu sonuçlar stresin kafes yapılı modellerde daha homojen bir şekilde dağıtıldığı ile ilişkilendirilebilir (Ghavidelnia vd., 2020).



**Görsel 10.** Modellerde ölçülen von-Mises gerilme değerleri a) SP ve b) OT kafes yapılı plak.

#### 4. GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada parçalı femur kırığı tedavisi için SP ile karşılaştırılmak üzere üç boyutlu kafes yazılımı kullanılarak OT kafes yapılı plak tasarlanmıştır. Daha sonra her iki plağın BDT programında yaklaşık 60° açı ile kırılan femur kemiği ve 4,5 mm DCP vidaları ile montajı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen modellerin sonlu eleman programında 800 N statik yük altında toplam deformasyon, maksimum asal gerilme ve maksimum von-Mises değerleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

Analizler sonucunda elde edilen genel sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- Gözenekli yapısı sayesinde yüksek yük taşıma kapasitesine sahip olan OT kafes yapı ile oluşturulan model, SP modeline göre daha yüksek deformasyon ve gerilme sınır değerlerine imkân tanımıştır.
- OT kafes yapısı ile oluşturulan model gelen yükü, SP modeline nispeten daha homojen bir şekilde dağıtarak stres kalkanının önemli ölçüde azalmasını sağlamıştır.
- Dolayısıyla implantlarda kafes yapıların tercih edilmesi kemik kırıklarının iyileşmesine önemli katkı sağlayarak tedavide alternatif bir yöntem sunmaktadır.

#### KAYNAKÇA

1. Seebach, M., Fritz, C., Kerschreiter, J., & Zaeh, M. F. (2021). Shape accuracy and surface quality of additively manufactured, optimized, patient-specific bone plates. *Journal of Medical Devices*, 15(2), 021004.
2. Liverani, E., Rogati, G., Pagani, S., Brogini, S., Fortunato, A., & Caravaggi, P. (2021). Mechanical interaction between additive-manufactured metal lattice structures and bone in compression: implications for stress shielding of orthopaedic implants. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 121, 104608.
3. Ahirwar, Harbhajan, Vijay Kumar Gupta, and Himansu Sekhar Nanda. "Finite element analysis of fixed bone plates over fractured femur model." *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering* 24.15 (2021): 1742-1751.
4. Arabnejad, S., Johnston, B., Tanzer, M., & Pasini, D. (2017). Fully porous 3D printed titanium femoral stem to reduce stress-shielding following total hip arthroplasty. *Journal of Orthopaedic Research*, 35(8), 1774-1783.

5. Al-Tamimi, A. A., Quental, C., Folgado, J., Peach, C., & Bartolo, P. (2020). Stress analysis in a bone fracture fixed with topology-optimised plates. *Biomechanics and modeling in mechanobiology*, *19*, 693-699.
6. Fouda, N., Mostafa, R., & Saker, A. (2019). Numerical study of stress shielding reduction at fractured bone using metallic and composite bone-plate models. *Ain Shams Engineering Journal*, *10*(3), 481-488.
7. Anitha, D., Das De, S., Sun, K. K., Doshi, H. K., & Lee, T. (2015). Improving stability of locking compression plates through a design modification: a computational investigation. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering*, *18*(2), 153-161.
8. Barba, D., Alabort, E., & Reed, R. C. (2019). Synthetic bone: Design by additive manufacturing. *Acta biomaterialia*, *97*, 637-656.
9. Rana, M., Chaudhuri, A., Biswas, J. K., Karim, S. I., Datta, P., Karmakar, S. K., & Roychowdhury, A. (2021). Design of patient specific bone stiffness mimicking scaffold. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, *235*(12), 1453-1462.
10. Karuppudaiyan, S., Singh, D. K. J., & Santosh, V. M. (2018, August). Finite element analysis of scaffold for large defect in femur bone. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 402, No. 1, p. 012096). IOP Publishing.
11. Gervais, B., Vadean, A., Raison, M., & Brochu, M. (2016). Failure analysis of a 316L stainless steel femoral orthopedic implant. *Case Studies in Engineering Failure Analysis*, *5*, 30-38.
12. Driscoll, M. (2019). The impact of the finite element method on medical device design. *Journal of Medical and Biological Engineering*, *39*, 171-172.
13. Taylor, M., & Prendergast, P. J. (2015). Four decades of finite element analysis of orthopaedic devices: where are we now and what are the opportunities?. *Journal of biomechanics*, *48*(5), 767-778.
14. Zeng, W., Liu, Y., & Hou, X. (2020). Biomechanical evaluation of internal fixation implants for femoral neck fractures: A comparative finite element analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, *196*, 105714.
15. Alkentar, R., Máté, F., & Mankovits, T. (2022). Investigation of the performance of Ti6Al4V lattice structures designed for biomedical implants using the finite element method. *Materials*, *15*(18), 6335.

16. Rainer, A., Giannitelli, S. M., Accoto, D., De Porcellinis, S., Guglielmelli, E., & Trombetta, M. (2012). Load-adaptive scaffold architecturing: a bioinspired approach to the design of porous additively manufactured scaffolds with optimized mechanical properties. *Annals of biomedical engineering*, 40, 966-975.
17. Shaikh, M., Kahwash, F., Lu, Z., Alkhreisat, M., & Shyha, I. (2023, September). Design for Additive Manufacturing and Finite Element Analysis of Fe-Mn Biodegradable Fracture Fixation Plate with Varying Porosity Levels. In *International Conference on Additive Manufacturing in Products and Applications* (pp. 239-254). Cham: Springer International Publishing.
18. Wieding, J., Souffrant, R., Mittelmeier, W., & Bader, R. (2013). Finite element analysis on the biomechanical stability of open porous titanium scaffolds for large segmental bone defects under physiological load conditions. *Medical engineering & physics*, 35(4), 422-432.
19. Kiyono, M., Noda, T., Nagano, H., Maehara, T., Yamakawa, Y., Mochizuki, Y., ... & Ozaki, T. (2019). Clinical outcomes of treatment with locking compression plates for distal femoral fractures in a retrospective cohort. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 14, 1-9.
20. Colic, K., Sedmak, A., Grbovic, A., Tatic, U., Sedmak, S., & Djordjevic, B. (2016). Finite element modeling of hip implant static loading. *Procedia Engineering*, 149, 257-262.
21. Du Plessis, A., Razavi, N., Benedetti, M., Murchio, S., Leary, M., Watson, M., ... & Berto, F. (2022). Properties and applications of additively manufactured metallic cellular materials: A review. *Progress in Materials Science*, 125, 100918.
22. Jia, D., Li, F., Zhang, C., Liu, K., & Zhang, Y. (2021). Design and simulation analysis of Lattice bone plate based on finite element method. *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, 28(13), 1311-1321.
23. Ghavidelnia, N., Bodaghi, M., & Hedayati, R. (2020). Femur auxetic meta-implants with tuned micromotion distribution. *Materials*, 14(1), 114.

## GÜNEŞ ENERJİSİNDEN HİDROJEN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

*Musa Hilal GÜRBÜZ<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Türkiye

<sup>1</sup>musahilal@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0002-8555-2925

*Prof. Dr. Ramazan KÖSE<sup>2</sup>*

<sup>2</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Türkiye

<sup>2</sup>ramazan.kose@dpu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6041-6591

### ÖZET

Günümüzde güneş enerjisinden hidrojen üretimi, temiz enerji dönüşümü, karbon salınımının azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılması açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Güneş enerjisi günlük duruma ve mevsimlere bağlı olarak değişmektedir. Güneşin olmadığı zamanlarda veya fazla enerjiye ihtiyaç duyulduğunda ilgili bölgelere, güneş enerjisiyle üretilen hidrojen kullanılarak enerji taşınabilir. Hidrojen elektrik enerjisine dönüştürülerek ulaşım sektöründe kullanılabilir. Zira içten yanmalı fosil yakıt yakan araçlara göre tamamen çevreci bir yakıt olarak ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla hidrojenin kullanımı hava kalitesini iyileştirirken, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltabilir. Ayrıca, hidrojen enerjisi yoğun bir şekilde depolanabilir ve daha sonra elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Bu, enerji talebinin değişkenliğini dengelemek ve enerji erişimini artırmak için önemlidir. Hidrojen özellikle demir çelik, seramik ve gübre üretimi gibi yoğun ısı enerjisi gerektiren sektörlerde direk olarak veya doğalgaz ile karıştırılarak kullanılabilir. Böylece karbon salınımı önemli ölçüde azaltılabilir. Güneş enerjisi kullanarak üretilen hidrojen mevcut doğalgaz boru hatlarını kullanarak belli oranda depolanabilir. Böylece güneş enerjisinin dezavantajı olan gündüz enerji üretimi durumu bertaraf edilebilir.

Yenilenebilir ve sınırsız enerji kaynaklarından biri olan güneş kaynaklı enerji, kolay ve çevreci enerji üretimi doğrultusunda yöntemler geliştirilmesini olanaklı hale getirmektedir. Bu çalışmada güneş enerjisinden hidrojen üretimi yöntemlerinin proseslerini incelemek ve kıyaslamak amaçlanmıştır. Özellikle fotovoltaiik elektroliz yönteminde yoğun olarak kullanılan PEM elektroliz metodunun endüstriyel çalışmaları ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hidrojen, Yenilenebilir enerji, Güneş Enerjisi, Sürdürülebilirlik

### HYDROGEN PRODUCTION METHODS FROM SOLAR ENERGY

#### ABSTRACT

Hydrogen production from solar energy has great potential in terms of clean energy conversion, reducing carbon emissions and increasing energy efficiency nowadays. Solar energy changes depending on the daily situation and the seasons. When there is no sun or when more energy is needed, energy can be transported to the relevant regions by using hydrogen

produced by solar energy. Hydrogen can be converted into electrical energy and used in the transportation sector. Because it stands out as a completely environmentally friendly fuel compared to vehicles that burn internal combustion fossil fuels. Therefore, the use of hydrogen can improve air quality and reduce dependence on fossil fuels. Also, hydrogen energy can be densely stored and then converted into electrical energy. This is important to balance the volatility of energy demand and increase energy access. Hydrogen can be used directly or mixed with natural gas, especially in sectors that require intense heat energy such as iron and steel, ceramics and fertilizer production. Thus, carbon emissions can be significantly reduced. Hydrogen produced using solar energy can be stored to a certain extent using existing natural gas pipelines. Thus, the situation of daytime energy production, which is the disadvantage of solar energy, can be eliminated.

Solar energy, which is one of the renewable and unlimited energy sources, makes it possible to develop methods in line with easy and environmentally friendly energy production. In this study, it is aimed to examine and compare the processes of hydrogen production methods from solar energy. Industrial studies of PEM electrolysis method, which is used extensively in photovoltaic electrolysis method, are discussed.

**Keywords:** Hydrogen, Renewable energy, Solar Energy, Sustainability

## 1. GİRİŞ

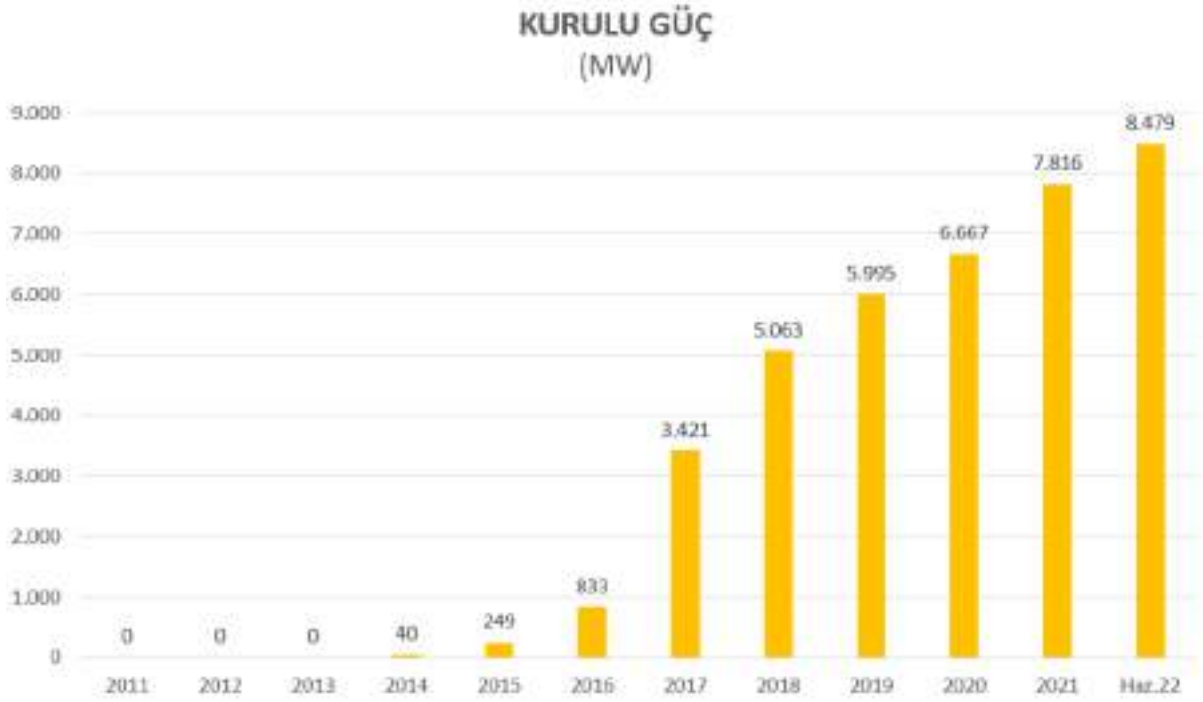
Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal süreçlerle sürekli olarak yenilenebilen kaynaklardır. Güneş, rüzgar, su ve jeotermal gibi kaynaklar sınırsızdır ve bu durum, uzun vadede enerji tedarikini sürdürülebilir kılar. Yenilenebilir enerji kaynakları, birçok ülkenin dışa bağımlılığını azaltabilir. Fosil yakıtların ithalatına bağımlı olmak yerine, yerel olarak üretilen yenilenebilir enerji, enerji güvenliğini artırabilir ve ulusal bağımsızlığı destekleyebilir. Güneş ve rüzgar gibi kaynaklar dünya genelinde çeşitli bölgelerde bulunur, bu da enerji üretimi için geniş bir potansiyele işaret eder. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi, fosil yakıtlara kıyasla daha temiz bir enerji kaynağıdır (Öztürk, H. H., 2021).

Güneş panelleri tarafından üretilen elektrik, sera gazı emisyonları olmadan elde edilir. Bu durum, hava ve su kirliliğini azaltarak iklim değişikliğiyle mücadeleye katkı sağlar.

Güneş enerjisi teknolojisinin ilerlemesi, üretim maliyetlerindeki düşüşü beraberinde getirerek güneş panellerinin maliyetini giderek daha ekonomik hale getirmiştir. Bu durum, güneş enerjisinin ekonomik açıdan daha çekici hale gelmesine ve geniş çapta kullanılabilir olmasına olanak tanımaktadır (Phillips, L., 2018). Bireysel konut sahipleri, işletmeler ve ülkeler, güneş enerjisi sistemlerini kurarak enerji bağımsızlığı elde edebilirler. Güneş enerjisi, merkezi olmayan bir enerji üretim modeli sunmaktadır ve bu da enerji tedarikinde daha güvenli bir yaklaşımı desteklemektedir.

Ülkemizdeki güneş enerjisi kurulu gücü, 2022 yılı Haziran ayı itibarıyla 8476 MW seviyesine ulaşmıştır. Bu, toplam kurulu enerji kapasitesi içindeki payının %8,35'e yükseldiği anlamına gelmektedir. Görsel 1, yıllara göre güneş enerjisi kurulu gücündeki değişimi göstermektedir.





**Görsel 1. Yıllara göre Güneş Enerjisi Kurulu Gücü Değişimi (Enerji Bakanlığı, 2023)**

Hidrojen, enerji taşıyıcısı olarak önemli potansiyele sahip olan bir elementtir. Hidrojen, elektrik üretimi için yakıt hücreleri aracılığıyla kullanılabilir gibi, enerji depolama çözümleriyle de ilişkilendirilebilir. Değişken enerji kaynaklarının dalgalı doğasını dengelemek amacıyla geliştirilen hidrojen depolama çözümleri, güneş ve rüzgar gibi kaynaklardan elde edilen fazla enerjiyi depolayarak daha sonra ihtiyaç duyulduğunda kullanma potansiyeli sunar. Hidrojenin önemi, temiz enerji üretimi, taşımacılık, endüstriyel uygulamalar ve enerji depolama gibi çeşitli sektörlerde giderek artmaktadır. Yenilenebilir kaynaklardan üretilen hidrojenin kullanımı, fosil yakıt tüketimini azaltma ve çevresel etkileri minimize etme konusunda kritik bir rol oynayabilir.

Hidrojen üretim yöntemleri çeşitlidir, ancak buhar reformasyon yöntemi en yaygın olanıdır. Ancak, bu yöntemde hidrojen üretimi sırasında ısı kaynağı olarak doğalgaz veya fosil yakıtların kullanılması, hidrojenin temiz enerji olarak kabul edilmesini engellemektedir. Türkiye'nin Paris İklim Antlaşması'na taraf olması ve 2030 yılına kadar küresel karbon salınımını %50 oranında azaltma taahhüdü, yeşil hidrojen kullanımına katkı sağlayabilir.

Güneş enerjisi kullanılarak elektrik üretilmesi ve bu enerji ile elektroliz yöntemiyle yeşil hidrojen üretimi, sürdürülebilir bir yaklaşımdır. PEM elektrolizörleri, düşük sıcaklıkta çalışabilir ve bu da daha yüksek verimlilik sağlar. Düşük işletme sıcaklığı, daha az enerji tüketimi anlamına gelir ve daha verimli hidrojen üretimini destekler. Modüler özellikleri ve ölçeklenebilirlikleri, farklı büyüklükteki tesislerde veya uygulamalarda kullanılmasına olanak tanır. Ayrıca, diğer hidrojen üretim yöntemlerine göre daha az bakım gerektirirler, bu da işletme maliyetlerini düşürebilir.



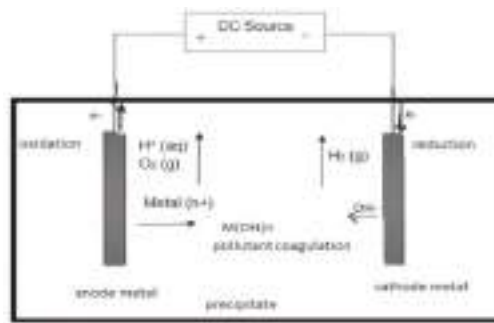
Güneş enerjisinden hidrojen üretimi için Termal Su Ayırma yöntemi de incelenebilir. Bu yöntemde, genellikle odaklayıcılar veya aynalar kullanılarak toplanan ve yoğunlaştırılan güneş enerjisi, suyu yüksek sıcaklıklara kadar ısıtarak termal su ayırma yöntemiyle hidrojen ve oksijen gazlarına ayrılmasını sağlar. Güneş ışığının, katalizörler veya fotokatalizörler aracılığıyla suyu hidrojen ve oksijene ayıran Fotokimyasal Su Ayrıştırma yöntemi de mevcuttur. Bu yöntemde, güneş enerjisi doğrudan kimyasal reaksiyonları tetikler ve suyun ayrışmasını sağlar.

En yaygın yeşil hidrojen üretim yöntemi, PV panelleri aracılığıyla elektrik üretilmesi ve ardından elektroliz yapılmasıdır. Bu çalışmada, bahsi geçen yöntem detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

## 2. PEM MODÜLÜNDEN HİDROJEN ÜRETİMİ

Elektroliz, suyun hidrojen ve oksijene ayrılması amacıyla kullanılan bir yöntemdir ve bu reaksiyon, genellikle elektrolizör olarak adlandırılan bir ünite gerçekleştirir (Chi ve Yu, 2018; Khaselev, 2001). Elektroliz, hidrojen üretimi için umut verici ve yüksek verimli bir seçenektir. Bununla birlikte, Proton değişim membranı (PEM) elektrolizi ile hidrojen üretimi oldukça günceldir ve düşük çevresel etki ve kolay bakım gibi çok sayıda avantaja sahiptir (Ahmadi vd., 2013). Bu alandaki araştırmalar ve uygulamalar gün geçtikçe artmaktadır. Elektrolizörlerin kurulu kapasitesi, 2010 yılında 1 MW'ın altındayken, 2019'da 25 MW'ın üzerine çıkarak önemli ölçüde artmıştır. Hidrojen üretimi için bu yöntemle ilgili olarak, birçok yeni ulusal girişim ve plan bulunmaktadır.

Araştırmaların genelinde, AB ülkeleri dünya çapında 105 hidrojen üretim projesiyle öncü konumdadır. AB üyeleri, 2024 yılına kadar 6 GW kurulu elektroliz kapasitesi ve 2030 yılına kadar 40 GW yeşil hidrojen üretim kapasitesi oluşturmayı hedeflemektedir, bu da önemli bir politika açıklamasıdır. Avrupa'nın bu hedefe yönelik çabalarını sırasıyla Avustralya, Japonya, Güney Kore, Çin ve Amerika Birleşik Devletleri takip etmektedir (Şen ve Yılmaz, 2022). Ülkemizde ise TÜPRAŞ, 2050 yılına kadar yaklaşık 10 milyar dolarlık bir yatırım gerçekleştirmeyi planlamaktadır. Elektroliz reaksiyonu ve mekanizması, görsel 2'de sunulmuştur.

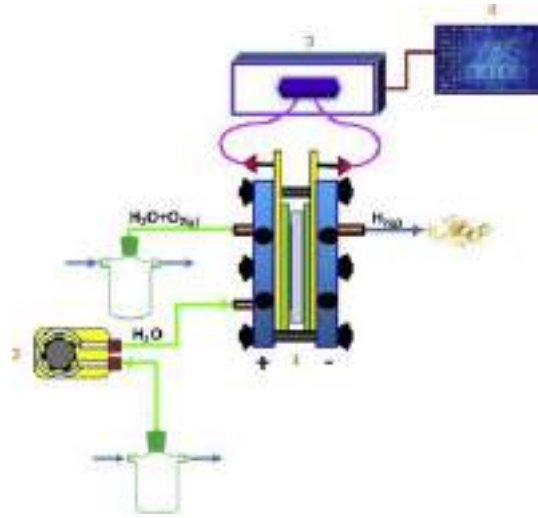


Görsel 2. Hidroliz mekanizması ve şematik gösterimi (Samir Naje ve Abbas, 2013)

Sistem, bir anot ve bir katottan oluşmaktadır. Yapı içerisinde anot kısmında gerçekleşen redoks tepkimesi sonucunda hidrojen gazı açığa çıkmaktadır. Benzer bir yapıya sahip olan ancak daha yüksek verim sağlayan yenilikçi bir modelleme geliştirilmiştir. Bu bağlamda, Proton Değişim Membranlı (PEM) elektroliz, yenilenebilir enerji kaynaklarından hidrojen üretiminde verim artışı ve stabilizasyon sorunlarının giderilmesinde önemli sonuçlar elde

etmiştir. Ancak, elektrolizör boyutlandırması, aralıklı çalışma, çıkış basıncı, oksijen üretimi, su tüketimi ve verimlilik gibi PEM elektrolizör kullanımına ilişkin yenilenebilir enerji sistemlerine özgü verilerin yeterince değerlendirilmediği görülmüştür (Barbir, 2005).

Mekanizma açısından, bir elektrot (anot) üzerine termonötr voltajdan (1,482 V) daha büyük bir DC voltajı uygulanarak su, oksijen, proton ve elektronlara ayrışır. Elektroosmotik sürüklenme ile protonlar membrana nüfuz eder. Protonlar, polimer elektrolit membrandan geçtikten sonra elektronlarla reaksiyona girerek katotta hidrojen gazını oluşturur (Barbir, 2005). Bu mekanizma, PEM elektrolizörünün şematik gösterimine Visual 3’de yer verilmiştir.

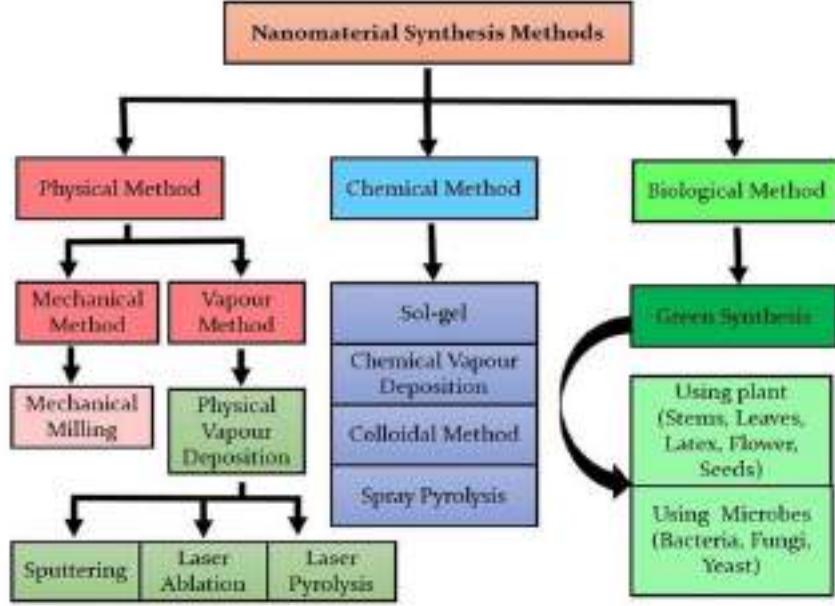


**Görsel 3. Solar PEM elektrolizörü şematik gösterimi (Sarno ve Ponticorvo, 2019)**

Bir Proton Değişim Membranlı (PEM) yakıt hücresi, bir PEM elektrolizör hücresi ile kıyaslanabilir. Bir polimer membrana ek olarak, gözenekli elektrotlara, akış alanlarına, akım toplayıcılara, ayırıcı plakalara, uç plakalara, bar plakalarına ve manifoldlara sahiptir. Ancak, malzemeler genellikle PEM yakıt hücrelerinde kullanılanlardan farklılık gösterir. Bir PEM elektrolizörünün oksijen tarafında, korozyon nedeniyle katalizör desteği, gözenekli elektrot yapıları (karbon fiber kağıt veya karbon kumaş) ve bipolar plakalar gibi, yakıt hücrelerinde yaygın olarak kullanılan karbon malzemeler kullanılamaz (Fritz vd., 2014). Katalizör olarak genellikle platin veya platin alaşımları kullanılır. Ayrı elektrolizör hücreleri, yakıt hücrelerine benzer bir şekilde istiflenebilir (Barbir, 2005; Carmo vd., 2013; Genç ve Kallioğlu, 2018). Fotovoltaik paneller, güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürerek PEM elektrolizörünü besler ve hidrojen gazının üretilmesini sağlar.

### 3. PEM ELEKTROLİZÖRÜ ÜRETİMİ

Bu çalışmada, PEM elektrolizör imalatı laboratuvar koşullarında gerçekleştirildi. İlk olarak, PEM elektrolizör için katalizör olarak kullanılacak nanopartikül üretimi yapıldı. Nanopartikül eldesi için kimyasal indirgeme yöntemi tercih edildi. Nanopartikül sentezleme yöntemleri, görsel 4’te ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



**Görsel 4: Nanopartiküllerin Sentezleme Yöntemleri(Goutam, S. P. v.d .2020)**

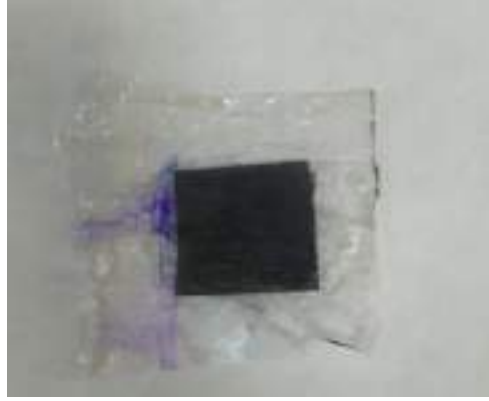
10 milimol platin-iridyum metal, 40 mg sodyum borohidür ( $\text{NaBH}_4$ ) indirgeni kullanılarak indirgenmiştir. Reaksiyon öncesi kahverengi renkte olan metal, reaksiyon sonrasında siyah bir renge dönüşmüştür. İndirgeme reaksiyonu, görsel 5'te gösterilmiştir.



**Görsel 5: Nanopartikül İndirgeme Reaksiyonu**

Sistemdeki gaz çıkışı tamamlandıktan sonra, indirgenmemiş partiküllerin uzaklaştırılması amacıyla santrifüj uygulanmıştır. Böylece istenmeyen parçacıklar bertaraf edilmiştir. Daha sonra, nanopartiküller, 24 saat boyunca ortam sıcaklığında izole bir ortamda

kurutulmuştur. Üretilen toz kullanılarak elektrod kaplama solüsyonu hazırlanmıştır. Bu solüsyon, 1 mg toz, 500 ml distile su, 75 mikrolitre DMF (Dimetilformamid) ve polimer (NAFiON 177 polimeri) içermektedir; polimer, yapışmayı sağlayarak topaklanmayı önlemiştir. Solüsyon, 30 dakika boyunca ultrasonik titreşime tabi tutulmuştur. Kaplama, santimetrekare başına 100 mikrolitre olarak damlatılarak gerçekleştirilmiş ve bu kaplama işlemi karbon kumaş üzerine uygulanmıştır. Daha sonra, kaplama yüzeyi anot olarak kullanılmış, arka yüzey ise boş bir karbon kumaş ile kaplanarak katot oluşturulmuştur. Bu işlem, 45 derece Celsius sıcaklıkta izole bir ortamda gerçekleştirilmiştir.



**Görsel 6. Nanopartikül kaplanmış membran**

Ardından, üretilen proton değişim membranı kasasına, görsel 7’de gösterildiği şekilde monte edilmiş ve kullanıma hazır hale getirilmiştir.



**Görsel 7. PEM modülü**

Güç kaynağı kullanılarak PEM modülüne 4.2 A akım uygulanmıştır. 200 cm<sup>3</sup> su, elektroliz yöntemiyle hidrojen ve oksijen olarak ayrıştırılmıştır. Ayrıştırma işlemi toplamda 15 dakika sürmüştür.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden hidrojen üretim yöntemleri incelenmiştir. Literatürde üç temel hidrojen üretim yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler sırasıyla termal su ayrıştırma, fotokimyasal su ayrıştırma ve su elektrolizidir. Güneş enerjisinden hidrojen üretim yöntemleri içinde en yaygın olanı, fotovoltaik paneller aracılığıyla elektrik üretimidir. Bu üretilen elektrik daha sonra su elektrolizi yoluyla hidrojen ve oksijen olarak ayrıştırılabilmektedir. Fotovoltaik paneller, yalnızca gündüz saatlerinde enerji üretebilirler. Elde edilen enerji, PEM modülleri kullanılarak hidrojene dönüştürülerek depolanabilir.

Bu çalışmada, yöntemlerin detaylı bir şekilde incelenmesinin yanı sıra, laboratuvar koşullarında adım adım bir PEM modülü üretimi gerçekleştirilmiş ve bu modül üzerinden hidrojen ve oksijen gazları elde edilmiştir. Sonuç olarak, güneş enerjisinden hidrojen üretiminin erişilebilir ve çeşitli sektörlerde kullanılabilir bir yöntem olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca, güneş enerjisinden elde edilen enerjinin farklı sektörlerde hidrojen depolayarak ve daha sonra temiz enerji olarak kullanılabileceği görüşü geliştirilmiştir.

#### KAYNAKÇA

- [1]Ahmadi, P., Dincer, I., Rosen, M. A. (2013). Energy and exergy analyses of hydrogen production via solar-boosted ocean thermal energy conversion and PEM electrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(4), 1795–1805.
- [2] Barbir, F., (2005). PEM electrolysis for production of hydrogen from renewable energy sources. *Solar Energy*, 78(5), 661–669.
- [3] Goutam, S. P., Saxena, G., Roy, D., Yadav, A. K., & Bharagava, R. N. (2020). Green synthesis of nanoparticles and their applications in water and wastewater treatment. *Bioremediation of Industrial Waste for Environmental Safety: Volume I: Industrial Waste and Its Management*, 349-379.
- [4] Carmo, M., Fritz, D. L., Mergel, J., Stolten, D., (2013). A comprehensive review on PEM water electrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(12), 4901–4934.
- [5] Chi, J., Yu, H., (2018). Water electrolysis based on renewable energy for hydrogen production, *Chinese Journal of Catalysis*, 39(3), 390–394.
- [6] Fritz, D. L., Mergel, J., Stolten, D., (2014). PEM Electrolysis Simulation and Validation, *ECS Transactions*, 58(19), 1–9.
- [7] Genç, Ö., Kallioğlu, M. A. (2018). Proton elektrolit membranlı (pem) elektrolizörün sayısal incelenmesi ve deneysel doğrulanması, *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 370–380.
- [8] Öztürk, H.H., (2021). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. İstanbul: Birsen Yayınevi2021, pp.667

- [9] Phillips, L., (2018). Solar energy, *Managing Global Warming: An Interface of Technology and Human Issues*, 317–332.
- [10] Sarno, M., Ponticorvo, E., (2019). High hydrogen production rate on RuS<sub>2</sub>@MoS<sub>2</sub> hybrid nanocatalyst by PEM electrolysis, *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(9), 4398–4405.
- [11] Samir Naje, A., Abbas, S. A. 2013. "Electrocoagulation Technology in Wastewater Treatment: A Review of Methods and Applications". *Civil and Environmental Research*.
- [12] Şen, O., Yılmaz, C., (2022). Thermodynamic analysis of geothermal and solar assisted power generation and heating system, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 37(3), 1625–1637.
- [13] <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes> (Erişim tarihi: 16.12.2023) (Enerji Bakanlığı)



## ISI ÇUKURUNDAKİ İKİ FARKLI KANATÇIK TİPİNİN TERMAL PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

**Dr. Öğr. Üyesi Zerrin SERT<sup>1</sup>, Doç. Dr. Özge ALTUN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, [zbocu@ogu.edu.tr](mailto:zbocu@ogu.edu.tr) - 0000-0001-6934-5443

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, [okutlu@ogu.edu.tr](mailto:okutlu@ogu.edu.tr) - 0000-0003-0958-333X

### ÖZET

Gelişen bilişim teknolojisi ile birlikte küçük hacimlerde hızlı ve etkili ısı aktarımı ihtiyaçları ortaya çıkmıştır. Isı aktarımının hızlı ve etkili olmaması durumu elektronik bileşenlerin çalışma sıcaklığının istenilen sınırları aşması anlamına gelmektedir. Çalışma sıcaklığının belirlenen sınır sıcaklık düzeyini aşması ise hem elektronik bileşenlerde performans düşüşleri hem de arızaların meydana gelmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle istenilen çalışma sıcaklığının sağlanabilmesi ve elektronik bileşenlerin güvenli bir şekilde çalışabilmesini sağlamak önemlidir. Bunun için ısı transfer hızının artırılması önemli bir ihtiyaçtır. Bu ihtiyaçlar nedeniyle mikro ölçekli soğutma teknolojisinin gelişmesi yönünde yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Bu çalışmada 56 mm×68 mm×2 mm boyutlarına sahip bir plaka üzerine yerleştirilen iki farklı tipteki kanatların ısıl performansı Ansys-Fluent 2023 R1 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Plaka üzerine yerleştirilen kanatların biri plaka kanatlı diğeri ise silindirik kanatlıdır. Bu iki kanat geometrisinin ısı transfer yüzey alanları eşittir. Silindirik kanatların çapları 4 mm ve yükseklikleri ise 31 mm'dir. Silindirik kanatlı ısı çukurunda yatay yerleşimde 4 mm, dikey yerleşimde ise 6 mm boşluk olacak şekilde 5×8 yerleşim düzenine sahip toplam 40 adet kanat bulunmaktadır. Plaka kanatların ise kalınlığı 6 mm, kanatlar arası mesafe 4 mm, kanat yüksekliği 17 mm olup, bu sistemde 6 kanat vardır. Isı çukuru 64 mm genişliğinde 238 mm uzunluğundaki bir kanala yerleştirilmiş olup, kanalın yüksekliği kanat uzunluğuna eşit alınmıştır. Analizler Reynolds sayısını 500-3000 aralığında değiştiği durumlar için gerçekleştirilmiştir. Çalışma akışkanı havadır. Üç boyutlu CFD analizleri sonucunda iki farklı kanat yapılı ısı çukurunun, ısı çukuru taban sıcaklığı ve Nusselt sayısı değerleri kıyaslanmıştır. Ayrıca iki farklı kanat yapılı ısı çukurunun farklı kesitlerindeki sıcaklık dağılımları verilmiştir. Böylelikle elde edilen sonuçlar ile ısı çukuruna yerleştirilen kanat tipinin önemi vurgulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Isı çukuru, Silindirik kanat, Plaka kanat, Zorlanmış taşınım, Isı transferi.

### COMPARISON OF THERMAL PERFORMANCES OF TWO DIFFERENT FIN TYPES IN HEAT SINK

### ABSTRACT

With the development of information technology, the need for fast and effective heat transfer in small control volumes has emerged. The fact that heat transfer is not rapid and effective



means that the operating temperature of electronic components exceeds the desired limits. Exceeding the operating temperature above the specified limit causes both performance decreases and malfunctions in electronic components. Therefore, it is important to ensure the desired operating temperature and the safe operation of electronic components. For this reason, increasing the heat transfer rate is an important need. Due to these needs, studies on the development of micro-scale cooling technology are popular. In this study, the thermal performance of two different types of fins placed on a plate with dimensions of 56 mm × 68 mm × 2 mm is analyzed using the Ansys-Fluent 2023 R1 package program. One of the fins placed on the plate has plate fins, and the other has cylindrical fins. The heat transfer surface areas of these two fin geometries are equal. The diameter of the cylindrical fins is 4 mm, and their height is 31 mm. There are a total of 40 fins with a 5×8 layout, with cylindrical fins having a 4 mm gap in horizontal placement and a 6 mm gap in vertical placement. (There are a total of 40 fins in the cylindrical finned heat sink with a 5×8 layout, with a gap of 4 mm in horizontal placement and 6 mm in vertical placement.) The thickness of the plate fins is 6 mm, the distance between the fins is 4 mm, the fin height is 17 mm, and there are 6 fins in this system. The heat sink is placed in a 64 mm wide and 238 mm long channel, and the height of the channel is equal to the fin length. Analyses are carried out for situations where the Reynolds number varies between 500 and 3000. The working fluid is air. As a result of three-dimensional CFD analyses, the heat sink bottom temperature and Nusselt number values of two different fin structure heat sinks are compared. Additionally, temperature distributions in different sections of the heat sink with two different fin structures are given. Thus, the results obtained emphasize the importance of the type of fin placed in the heat sink.

**Keywords:** Heat sink, Cylindrical fin, Plate fin, Forced convection, Heat transfer.

## 1. GİRİŞ

Elektronik cihazlarda performans artışına bağlı olarak üretilen ısının artmasının yanında bu cihazların küçültülmesi yönündeki gelişmeler de ısı aktarımı üzerinde büyük zorluklara neden olmaktadır. Çünkü elektronik cihazların arızasız ve istenilen performansta kullanımını sağlayabilmek için üretilen ısının atılması ve elektronik cihazların çalışma sıcaklığı sınırlarında tutulması gerekmektedir [1]. Bu nedenle elektronik cihazların soğutulması konusunda çalışmalar mikro kanallı ısı çukuru kullanımı ve ısı çukuru mikro kanat dizilimlerinin çeşitlendirilmesi yönünde devam etmektedir [2-3]

Wu ve ark. [4] çalışmalarında alüminyumdan imal edilmiş kanatlı yapıya sahip ısı çukurunu çalışmışlardır. Çipler arasındaki boşluğun ve ısı çukuru yüzey alanının artırılması ile daha verimli ısı aktarımı sağlandığını gözlemlemişlerdir.

Qian [5] bir uzay ve havacılık elektronik cihazı için mikro kanallı ısı borulu ısı çukuru tasarlamıştır. Birden fazla ısı kaynağının, tasarlanan ısı çukuru ile sıcaklık kontrolü sağlanabilmiştir. Isı çukurundaki ısı borularının yerleşimi ile ısı kaynağından olan ısı performansını optimize etmiştir.

Cho ve ark. [6] 3×3 yongadan oluşan bir dizilimin soğutulması üzerine çalışmışlardır. Dört farklı mikro kanal ısı çukuru için sıcaklık dağılımı ve basınç düşümünü incelemişlerdir. Mikro kanallar arasındaki boşluğun artırılması ve trapezoidal kanat kullanımının, maksimum sıcaklık ve basınç düşüşü için en iyi seçim olacağını gözlemlemişlerdir.

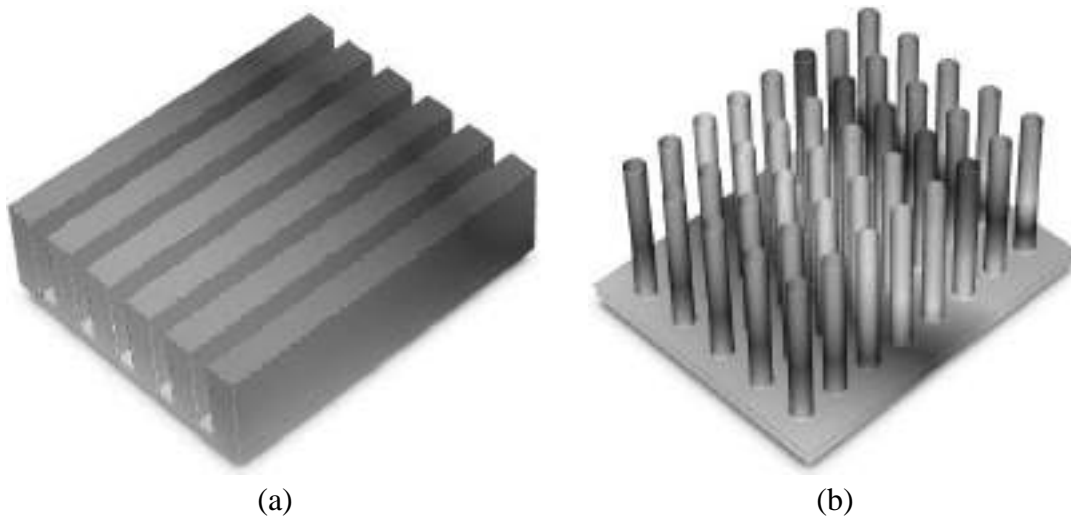
Tullius ve ark. [7] daire, kare, üçgen, elips, elmas ve altıgen kesitli mikro kanatların Nusselt sayılarını ve basınç düşüşlerini karşılaştırmışlardır. Üçgen kesitli kanat yapısında kanat yüksekliğinin artırılması, kanat genişliğinin küçültülmesi ve kanat aralığının kanat genişliğinin iki katı olduğu durumlarda en iyi ısı aktarımına sahip olduğunu bulmuşlardır.

Peles ve ark. [8] silindirik mikro kanatçıkların ısı transfer analizini analitik olarak incelemiştir. Kanat sayısının fazla olduğu ısı çukurunda, Reynolds sayısı arttıkça verimin de arttığını tespit etmişlerdir. Düşük Reynolds sayılarında ise daha az kanat kullanımını önermişlerdir. Selvarasu ve ark. [9] silindirik kanatlara sahip mini kanalda kanat yoğunluğunun etkisini incelemiştir. Laminer akışta daha düşük yoğunluklu kanatlara sahip kanalların ısı kapasitesi ve basınç düşümü açısından en iyi performansı sağladığını görmüşlerdir. Ancak yoğun kanat yapısında basınç düşüşünün fazla olması, ısı atımının fazla olmasına rağmen tercih edilmeme sebebi olarak açıklanmıştır. Koz ve ark. [10-11] silindirik mikro kanatlarda, kanat yüksekliğinin kanat çapına etkisini, kanatlar arası mesafenin çap oranlarına etkisini sayısal olarak incelemiştir.

Bu çalışmada silindirik ve plaka kanatlı olmak üzere iki farklı ısı çukurunun ısı transfer oranları karşılaştırılmıştır. Analizler, altı farklı akışkan hızına karşılık gelen, Reynolds sayısını 500-3000 aralığında değiştiği durumlar için gerçekleştirilmiştir. Çalışmada akışkan olarak hava seçilmiştir. Üç boyutlu CFD analizleri sonucunda iki farklı kanat yapılı ısı çukurunun taban sıcaklıkları ve ısı taşınım katsayıları kıyaslanmış, farklı kesitlerdeki sıcaklık dağılımları verilmiştir. Böylelikle elde edilen sonuçlar ile ısı çukuruna yerleştirilen kanat tipinin önemi vurgulanmıştır.

## 2. PROBLEM TANIMI

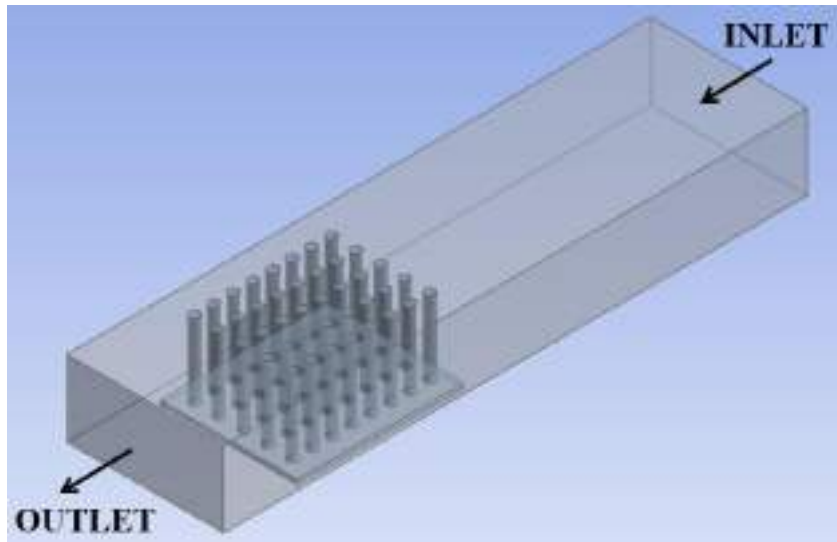
Çalışmada aynı taban plakasına ve farklı kanat tipine sahip iki farklı ısı çukuru için kanat yapısının ısı transferi üzerine etkisi incelenmiştir. Alüminyumdan yapıldığı kabul edilen taban plakasının kalınlığı ( $b$ ) 2 mm, genişliği ( $w$ ) 56 mm ve uzunluğu ( $L$ ) 68 mm'dir. Plaka üzerine yerleştirilen kanatlardan biri plaka tipi kanat, diğeri ise silindirik kanattır. Bu iki kanat yapısının izometrik görüntüleri Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. (a) Plaka kanat ve (b) silindirik kanat geometrisinin izometrik görünüşü.

Görsel 1’de verilen kanat geometrilerinin ısı transfer yüzey alanları eşittir. Silindirik kanatların çapları 4 mm ve yükseklikleri ise 31 mm’dir. Silindirik kanatlar, yatay yerleşimde kanatlar arası mesafe 4 mm, dikey yerleşimde ise silindirler arası 6 mm boşluk olacak şekilde 5×8 yerleşim düzenine sahiptir. Silindirik kanatlı ısı çukurunda toplam 40 adet kanat bulunmaktadır. İkinci tip kanat yapısında ise; kanat kalınlığı 6 mm, kanatlar arası mesafe 4 mm, kanat yüksekliği 17 mm olan ısı çukurunda 6 adet plaka kanat bulunmaktadır.

Alüminyum plakaya yerleştirilen kanatlardan zorlanmış taşınım ile ısı transferini analiz edebilmek için ısı çukurları bir hava kanalına yerleştirilmiştir. Kanal 238 mm uzunluğunda ve 64 mm genişliğindedir. Kanal yüksekliği, kanat yüksekliğine eşit alınmıştır. Görsel 2’de silindirik kanatlı ısı çukurunun yerleştiği kanal ve sınır şartlar gösterilmiştir. Her iki sistemde de kanatların yerleştirildiği taban plakasının alt yüzeyinden sisteme 13.4W’lık ısı girişi söz konusudur. Buradaki amaç ısı çukuruna yerleştirilen kanatlar ile maksimum ısının sistemden uzaklaştırılmasıdır.



**Görsel 2. Silindirik kanatlı ısı çukurunun yerleştirildiği kanal ve sisteme uygulanan sınır şartlar.**

3-Boyutlu, sürekli rejimde, sıkıştırılamaz akıştaki genel korunum denklemleri aşağıda verilmiştir.

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right)$$

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right)$$

$$u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right)$$

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} = \alpha \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right)$$

Burada  $(x, y, z)$  kartezyen koordinatları,  $(u, v$  ve  $w)$  ise sırasıyla kartezyen koordinatlarındaki hız bileşenlerini,  $\rho$  yoğunluğu,  $p$  basıncı,  $\nu$  kinematik viskoziteyi,  $T$  sıcaklığı,  $\alpha$  ısı yayılım katsayısını temsil etmektedir.

Çalışma akışkanı havadır. Hava kanala 293K sıcaklığında sabit hızda girmektedir. Kanal çıkışına “Outlet” sınır tipi uygulanmıştır. Sistemin tek ısı kaynağı taban plakası alt cidarından uygulanan 13.4 W’lık ısıdır. Kanal cidarları adyabatik olup, kaymama sınır şartı uygulanmıştır. Kanatlardan sisteme zorlanmış taşınım ile ısı aktarımını hesaplayabilmek ve farklı iki kanat tipinden etkin olanı seçebilmek için ortalama Nusselt sayısı Denklem 6 ve Denklem 7 yardımı ile hesaplanmıştır.

$$D_h = \frac{4(\text{Kanal genişliği} \times \text{Kanal yüksekliği})}{2(\text{Kanal genişliği} + \text{Kanal yüksekliği})}, Nu = \frac{hD_h}{k}$$

Burada  $D_h$  hidrolik çaptır. Bilindiği üzere Nusselt sayısı, akışkan tabakasındaki ısı transfer iyileşmesini gösteren boyutsuz bir sayıdır. Burada  $h$  ortamın ısı taşınım katsayısını,  $k$  havanın ısı iletim katsayısını temsil etmektedir. Ortamın ısı taşınım katsayısını da aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$h = \frac{\rho c_p (T_o - T_i)}{A_t (T_s - T_{ortalama})}, T_{ortalama} = \frac{(T_o + T_i)}{2}$$

Bu denklemlerdeki  $T_o$  havanın kanal çıkış sıcaklığı,  $T_i$  havanın kanal giriş sıcaklığı,  $T_s$  ise taban plakası taban sıcaklığıdır. Ayrıca  $A_t$  ısı transfer yüzey alanını,  $c_p$  akışkanın özgül ısını ve  $\rho$  akışkanın kanal giriş debisini temsil etmektedir.

### 3. SAYISAL ÇÖZÜM METODU

Isı çukurunu soğutmak için kanaldan geçen havanın termofiziksel özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Hava 293K sıcaklığında kanala girdiği kabul edilmiştir.

#### Çizelge 1. Havanın termofiziksel özellikleri.

Yoğunluğu (kg/m <sup>3</sup> )	1.2096
Özgül ısısı (J/kg.K)	1005
Isı iletim katsayısı (W/m.K)	0.0261
Dinamik viskozitesi (kg/m.s)	1.915×10 <sup>-5</sup>

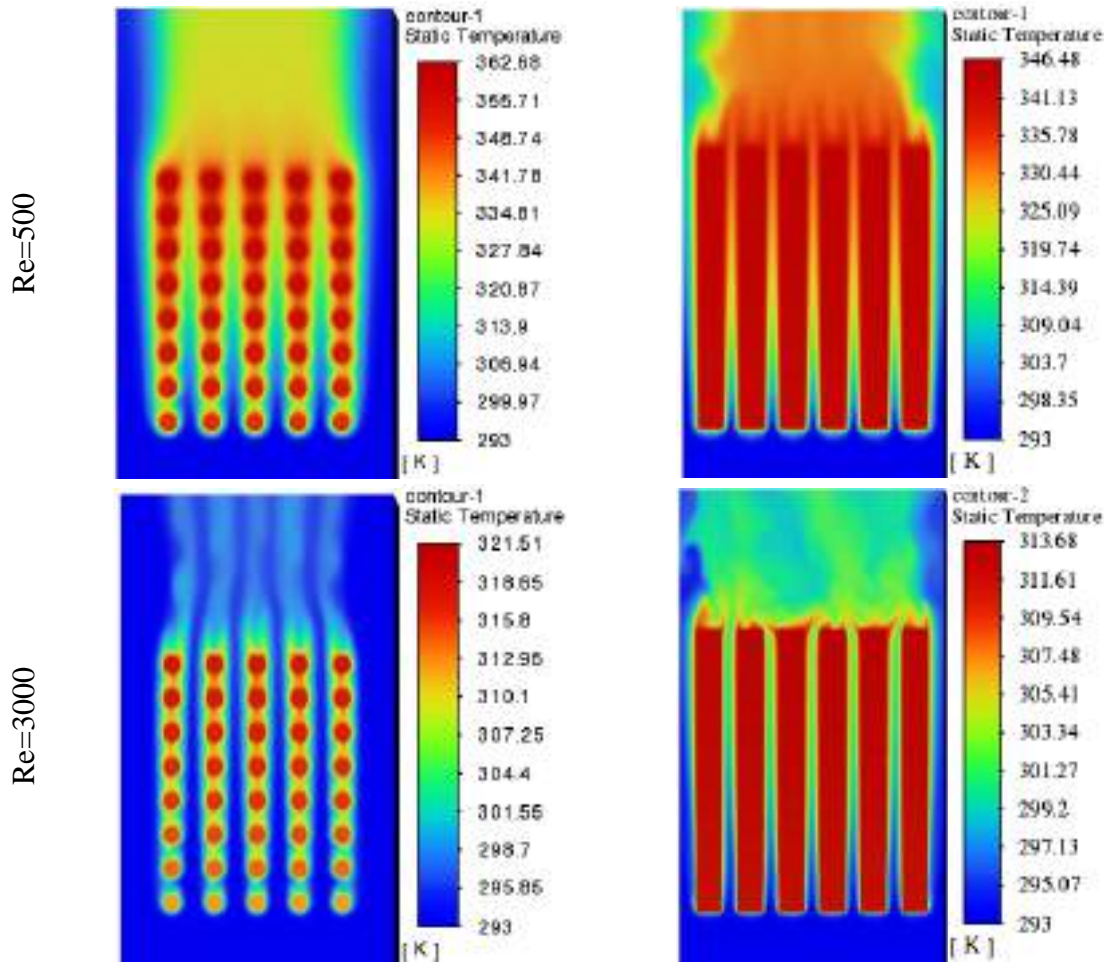
Çalışmada farklı kanat yapısına ek olarak kanaldan geçen farklı hava hızları için de analizler yapılmış ve hava hızının ısı transferi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bunun için Reynolds sayısı 500-3000 aralığında 6 farklı değer alınmıştır. Reynolds sayısı bu aralıkta laminer akıştan türbülanslı akış rejmine geçmektedir. Geçiş rejmi analizlerinde Ansys-Fluent paket programında  $k$ - $kl$ - $\omega$  türbülans modeli kullanıldığı için bu çözümlerde bu model tercih edilmiştir [12].

Çalışmada ağ yapısı oluşturulurken minimum aralık (min. interval size) 0.0001 mm, büyüme oranı ise 1.1 seçilip, kontrol hacmine polyhedral ağ yapısı kullanılmıştır. Ayrıca kanat etrafına daha sık meş uygulanmıştır.

Bunlara ek olarak; genel korunum denklemlerinin çözümünde yakınsama kriteri  $10^{-4}$  seçilmiştir.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

İki farklı kanat yapısına sahip ısı çukuru sıcaklık dağılımlarının üstten görünüşleri Görsel 3'te verilmiştir. Burada akışkan hızının değişiminin yani  $Re=500$  ve  $Re=3000$ 'deki akışın sıcaklık dağılımı üzerine etkisi araştırılmıştır. Her iki kanat yapısında da  $Re=500$ 'de kanaldaki havanın çıkışa doğru daha çok ısındığı,  $Re=3000$ 'de ise  $Re=500$ 'e kıyasla havanın kanal çıkışına doğru daha az ısındığı görülmektedir. Her iki kanat yapısında da kanat ve akışkan arasındaki sıcaklık farkı nedeniyle ısıl sınır tabaka gelişir. Gelişmiş olan ısıl sınır tabaka Görsel 3'te görülmektedir. Kanat giriş kısmında iki kanat arasında ısıl sınır tabakalar ayırık iken, kanal çıkışından bu sınır tabakalar çakışmaktadır. Bu da ısı transferinin azalmasına sebep olmaktadır. Özellikle  $Re=500$ 'de ısıl sınır tabaka çakışması daha erken meydana geldiği, bu nedenle de akışkan çıkış sıcaklığının  $Re=3000$ 'e göre daha yüksek olduğu görülmüştür.



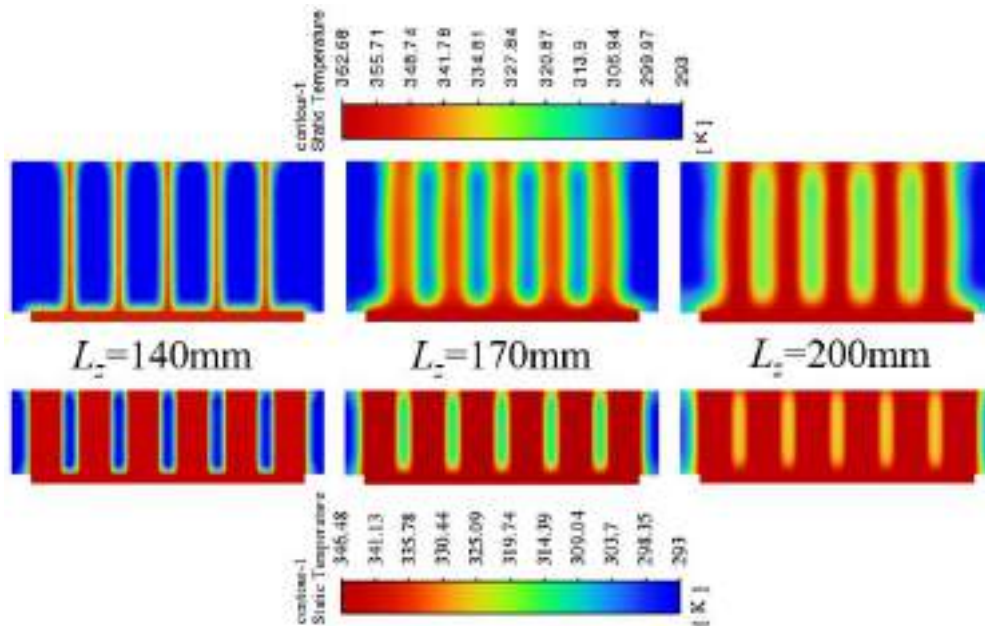
Görsel 3.  $Re=500$  ve  $Re=3000$  için ısı çukuru sıcaklık dağılımlarının üstten görünüşleri.



Her iki Reynolds sayısında silindirik kanatlı ısı çukuru maksimum sıcaklığının, plaka kanatlı ısı çukuru maksimum sıcaklığına göre daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Elektronik ekipmanlarda ısı çukuru kullanmak, sisteme uygulanan ısının, ısı çukurları aracılığıyla uzaklaştırılmasını sağlamaktır. Böylelikle, ısı çukuru sıcaklığının düşük olması da çalışma performansını artıracığından dolayı istenen bir durumdur. Görsel 3'ten de görüleceği üzere  $Re=500$ 'de silindirik kanatlı ısı çukuru maksimum sıcaklığı 362.68K iken, plaka kanatlı ısı çukurunda bu değer 346.48K'dir.  $Re=3000$ 'de ise silindirik ve plaka kanatlı ısı çukurlarındaki maksimum sıcaklıkları sırasıyla 321.51 K ve 313.68K'dir.

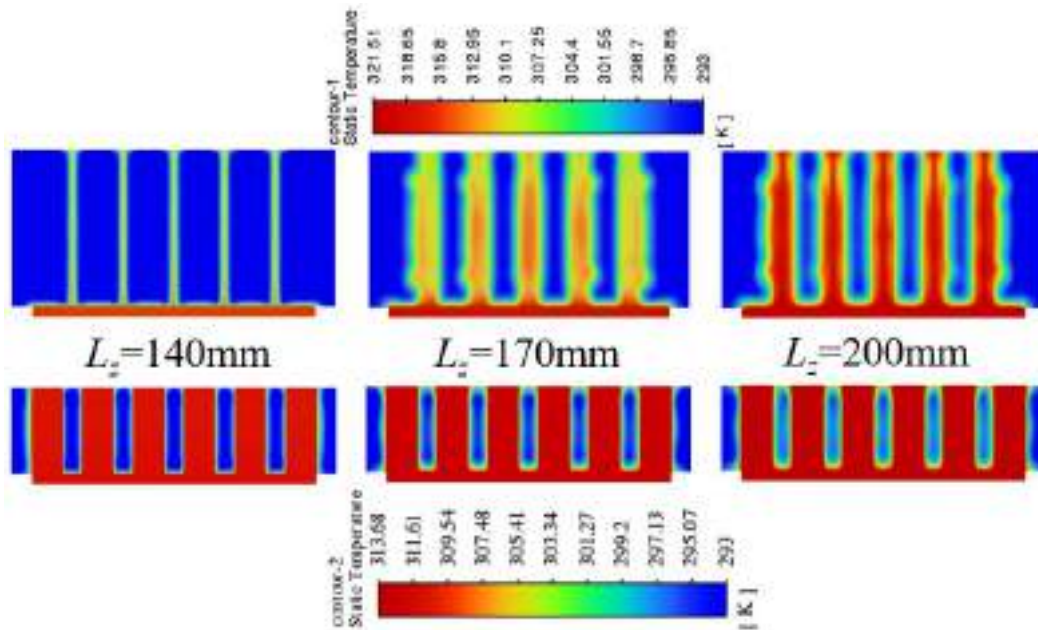
$Re=500$  için hem silindirik kanatlı hem de plaka kanatlı ısı çukurları için, girişten  $L_z=140$  mm, 170 mm ve 200 mm uzaklıktaki z-ekseninden alınan 3 farklı kesitteki sıcaklık dağılımları Görsel 4'te verilmiştir. Bu şekil,  $Re=500$ 'deki iki farklı ısı çukurunun kesitlerdeki sıcaklık dağılımlarını daha ayrıntılı inceleyebilmek için alınmıştır. Çalışmada kanal genişliği aynıdır; fakat ısı çukuru toplam ısı transfer yüzey alanı aynı olabilmesi için kanal yüksekliği farklıdır. Üstteki şekiller silindirik kanatlı ısı çukuru, aşağıdaki şekiller ise plaka kanatlı ısı çukurundan alınan kesitlerdir.

$L_z=140$  mm girişe en yakın kesittir. Her iki ısı çukurunda da kanatlar arasındaki akışkanın henüz ısınmadığı görülmektedir. Kanat cidarlarında ince bir ısıl sınır tabası oluşmuştur.  $L_z=170$  mm'den alınan kesit, ısı çukurunun simetri eksenidir (yani ısı çukurunun tam ortasıdır). Girişe kıyasla akışkan kanatlar arasında daha da ısınmıştır.  $L_z=200$  mm ise kanat çıkışına en yakın olan kesittir. Bu kesitte akışkanın kanatlar arasında maksimum sıcaklığa ulaştığı görülmektedir. Bu durumda sıcaklık gradyanı azalmıştır. Buna göre kanat girişinde akışkan ve kanat cidarları arasında sıcaklık farkı daha fazla olduğu için daha fazla ısı çekildiği, kanal çıkışına doğru kanat cidarları ve akışkanın sıcaklık farkı azaldığı için daha az ısı çekildiği söylenebilir.



Görsel 4.  $Re=500$ 'de z-eksenindeki üç farklı kesitinden ( $L_z=140$ mm, 170 mm, ve 200 mm) sıcaklık dağılımları.

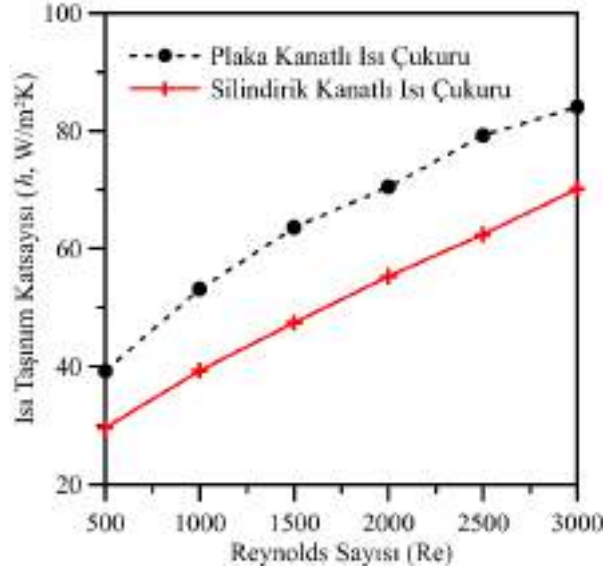
Re=3000'de farklı kanat yapılı ısı çukurunun z-ekseninden alınan 3 farklı kesitindeki sıcaklık dağılımı Görsel 5'de verilmiştir. Görsel 4'e benzer şekilde üstteki şekiller silindirik kanatlı ısı çukuru, aşağıdaki şekiller ise plaka kanatlı ısı çukurundan alınan kesitlerdir. Görsel 5'teki sıcaklık dağılımı incelendiğinde sıcaklık dağılımlarının Görsel 4'e kıyasla daha düşük çıktığı görülmektedir. Bu durumda da girişe yakın kesitte, akışkan sıcak kanatlar arasında henüz ısınmamışken, çıkışa yakın kesitte akışkanın sıcak kanatlar arasında daha da ısındığı tespit edilmiştir. Re=500'e kıyasla Re=3000'de akışkan hızı daha yüksek olması yani akışkanın kanalda daha az süre durması nedeniyle, akışkan daha az ısınmıştır. Özellikle Görsel 4'e kıyasla  $L_z=200$  mm'de akışkan ve kanat cidarları arasında sıcaklık gradyanının daha büyük olduğu Görsel 5'te görülmektedir. Yüksek Reynolds sayılarında sıcaklık gradyanının büyük olması nedeniyle ısı çukurundan daha fazla ısı çekilmiştir.



Görsel 5. Re=3000'de z-eksenindeki üç farklı kesitinden ( $L_z=140$ mm, 170 mm, ve 200 mm) sıcaklık dağılımları.

Ele alınan ısı çukurları için hesaplanan ortalama ısı taşınım katsayısının Reynolds sayısı ile değişimi Görsel 6'da verilmiştir. Her iki ısı çukurunda da Reynolds sayısı arttıkça ısı taşınım katsayısı artmıştır. Silindirik kanatlı ısı çukurunda Re=3000 için ısı taşınım katsayısı Re=500'e göre 2.37 kat daha fazla iken, plaka kanatlı ısı çukurundaki bu değer 2.14'tür. Ayrıca Re=500'de plaka kanatlı ısı çukurunun, silindirik kanatlı ısı çukuruna göre ısı taşınım katsayısı % 32.6 daha fazladır. Re=3000'de ise plaka kanatlı ısı çukurunun, silindirik kanatlı ısı çukuruna göre ısı taşınım katsayısı % 19.8 daha fazla çıkmıştır. Bilindiği üzere ısı taşınım katsayısı arttıkça, sistemden çekilen ısı daha fazla olmaktadır. Buda plaka maksimum sıcaklığının plaka kanatlı ısı çukurunda daha düşük çıkmasına sebep olur.





**Görsel 6. İki farklı kanat yapılı ısı çukurları üzerinden hesaplanan ısı taşınım katsayılarının karşılaştırılması.**

## 5. SONUÇLAR

İki farklı kanat yapılı ısı çukurlarının ısı performansları bu çalışmada araştırılmıştır. Analizler Ansys-Fluent 2023 R1 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 3-boyutlu türbülanslı rejimdeki analizler sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

- Reynolds sayısı arttıkça ısı çukuru maksimum sıcaklığı düşmüş, ısı taşınım katsayısı ise artmıştır.
- Silindirik kanatlı ısı çukuru maksimum sıcaklığı, plaka kanatlı ısı çukuru maksimum sıcaklığından daha yüksek çıkmıştır. Bu durumda plaka kanatlı ısı çukuru kullanmak daha avantajlıdır.
- Isı taşınım katsayısı kıyaslamasında da plaka kanatlı ısı çukurunun ısı taşınım katsayısının daha büyük olması nedeniyle silindirik kanatlı ısı çukuruna göre daha avantajlı olduğu görülmektedir.
- z-ekseninden alınan kesitlerdeki sıcaklık dağılımlarına bakıldığında sıcaklık dağılımının eksen konumuna göre değiştiği görülmüştür. Bundan sonraki çalışmalarda ısı çukuru üzerinden lokal ısı taşınım katsayısı ve/veya Nusselt sayıları hesaplanarak, ısı çukurunda bölgesel tasarım iyileştirmeleri yapılıp yapılmayacağı araştırılabilir.
- Çalışmada ısı çukuru ısı performans üzerine araştırmalar yapılmıştır. Çalışmanın devamı olarak ısı çukuruna ait sürtünme faktörü, sürtünme katsayısı gibi akış özellikleri daha ayrıntılı araştırılabilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Back, D., Drummond, K.P., Sinanis, M.D., Weibel, J.A., Garimella, S.V., Peroulis, D., Janes, D.B., Design, fabrication, and characterization of a compact hierarchical manifold microchannel heat sink array for two-phase cooling, IEEE Transactions on Components, Packaging Manufacturing Technology, 9, 2019.
- [2] Deng, D., Wan, W., Qin, Y., Zhang, J., Chu, X., Flow boiling enhancement of structure microchannels with micro pin fins, International Journal Heat Mass Transfer, 105, 2017.

- [3] Kondle, S., Alvarado, J.L., Marsh, C., Laminar heat transfer behavior of a phase change material fluid in microchannels with staggered pins, *Journal of Heat and Transfer*, 139, 2017.
- [4] Wu, H.-H., Lin, K.-H., Lin, S.-T., A study on the heat dissipation of high power multichip COB LEDs, *Microelectronics Journal*, 43, 2012.
- [5] Qian, W., *Design and Research of Multi heat Source Micro Channel Heat Pipe Heat Dissipation Module*, Zhejiang University, Hangzhou, 2020.
- [6] Cho, E.S., Choi, J.W., Yoon, J.S., Kim, M.S., Experimental study on microchannel heat sinks considering mass flow distribution with non-uniform heat flux conditions, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 53, 2010.
- [7] Tullius, J.F., Tullius, T.K., Bayazitoglu, Y., Optimization of short micro pin fins in minichannels, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 55, 2012.
- [8] Peles, Y., Kosar, A., Mishra, C., Kuo, C.-J., Schneider, B., Forced convective heat transfer across a pin fin micro heat sink, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 48, 2005.
- [9] Selvarasu, N.K.C., Tafti, D.K., Blackwell, N.E., Effect of pin density on heat-mass transfer and fluid flow at low Reynolds numbers in minichannels, *Journal of Heat and Transfer*, 132, 2010.
- [10] Koz, M., Kosar, A., *Parameter optimization of a micro heat sink with circular pin-fins*, in: *Proceedings of ASME FEDSM ICNMM2010-30473*, Montreal, Canada, 2010.
- [11] Koz, M., Ozdemir, M.R., Kosar, A., Parametric study on the effect of end walls on heat transfer and fluid flow across a micro pin-fin, *International Journal of Thermal Science*, 50, 2011.
- [12] Walters, D. K., Cokljat, D., A three-equation eddy-viscosity model for Reynolds-averaged Navier-Stokes simulations of transitional flows, *Journal of Fluids Engineering*, 130 (12), (2008).

## YARI DAİRESEL AÇIK OYUK İÇERİSİNDE NANOAKIŞKAN KULLANILARAK ZORLANMIŞ TAŞINIMLA ISI TRANSFERİNİN İNCELENMESİ

Funda DURMAZ<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Zerrin SERT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, [funda.drmz.0640@gmail.com](mailto:funda.drmz.0640@gmail.com), ORCID ID:0009-0003-6954-0056

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, [zbocu@ogu.edu.tr](mailto:zbocu@ogu.edu.tr), ORCID ID: 0000-0001-6934-5443

### ÖZET

Bu çalışmada açık oyuk içerisinde farklı nanoakışkanlar kullanılarak zorlanmış taşınım ile ısı transferi etkileri incelenmiştir. Açık oyuklar güneş enerjisi kolektörlerinde, elektronik ekipmanlarda, aerodinamik ve akışkanlar mekaniği alanlarında sıkça kullanılmaktadır. Yarı dairesel açık oyuk 4 eşit bölgeye ayrılmıştır. 4 bölge yarı dairesel açık oyuk başlangıç konumundan itibaren sırasıyla A1, A2, A3, A4 olarak isimlendirilmiştir. Bu bölgeler sistemin tek ısı kaynağı olarak kabul edilmektedir. Nanoakışkanın giriş sıcaklığı 300K olarak tanımlanmış ve açık oyuk üzerindeki isimlendirilen bölgeler sırasıyla 400K sıcaklığında ısıtılmıştır. Yarı dairesel açık oyuk dışındaki bölgeler adyabatik olarak kabul edilmiştir. Nanoakışkan olarak Alümina su ( $Al_2O_3/Su$ ) ve bakır su ( $Cu/Su$ ) akışkanları seçilmiştir. Nanoakışkanların 0, 0.02, 0.04, 0.06 hacimsel oranlarında karıştığı kabul edilmiştir. Genel korunum denklemleri (süreklilik, momentum ve enerji denklemleri) Ansys-Fluent ticari paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Sonlu Hacimler Metodu (SHM) ile ayrıklaştırılan denklemler SIMPLE algoritması ve Second Order Upwind şeması kullanılarak iteratif olarak çözülmüştür. Alümina su ve bakır su karışımlarının saf suya göre ısı transferine etkileri incelenmiştir. Analizler için 10, 50 ve 100 değerlerindeki Reynolds sayıları kullanılmıştır. Reynolds sayıları ile iki farklı nanoakışkanın yarı dairesel açık oyuktaki ısı transferi etkileri incelenmiştir. Nanoakışkanların saf suya göre ısı transfer oranını arttırdığı ve nano akışkana eklenen nano partikül hacimsel kesri yükseldikçe ısı transferinin iyileştiği ortaya çıkmıştır. Bakır su akışkanının alümina su karışımına göre daha etkili olduğu analizlerle desteklenmiştir. Çıkış sıcaklıkları incelendiğinde en yüksek değer  $Cu/Su$  nanoakışkanında A1 konumunda Reynolds sayısı 10 değerinde ve nanoakışkanın 0.06 hacimsel oranında olduğu belirlenmiştir. Aynı koşullarda gerçekleştirilen analizlerde ısıtıcıların konum incelemeleri yapıldığında A1 ve A4 konumları ile A2 ve A3 konumlarının çıkış sıcaklıkları kendi aralarında yakın değerlere sahip olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler :** Nanoakışkan, Açık Oyuk, Zorlanmış Taşınım, Reynolds sayısı, Isı Transferi

## INVESTIGATION OF HEAT TRANSFER BY FORCED CONVECTION USING NANOFLUID IN A SEMI-CIRCULAR OPEN CAVITY

Funda DURMAZ<sup>1</sup>, Asst. Prof. Dr. Zerrin SERT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi University, Department of Mechanical Engineering,  
[funda.drmz.0640@gmail.com](mailto:funda.drmz.0640@gmail.com), ORCID ID: 0009-0003-6954-0056

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi University, Department of Mechanical Engineering, [zbocu@ogu.edu.tr](mailto:zbocu@ogu.edu.tr),  
ORCID ID: 0000-0001-6934-5443

### ABSTRACT

In this study, the effects of forced convection heat transfer using different nanofluids in an semi-circular open cavity are investigated. Open cavities are widely used in solar collectors, electronic equipment, aerodynamics and fluid mechanics. The semi-circular open cavity is divided into 4 equal regions. The 4 regions are named A1, A2, A3, and A4, respectively, from the starting position of the semi-circular open cavity. These regions are considered as the only heat source of the system. The inlet temperature of the nanofluid was defined as 300K and the regions above the open cavity were heated at 400K, respectively. The regions outside the semi-circular open cavity are considered adiabatic. Alumina water ( $Al_2O_3$ /Water) and copper water (Cu/Water) fluids were chosen as nanofluids. It was assumed that the nanofluids were mixed at volumetric ratios of 0, 0.02, 0.04, 0.06. The governing equations (continuity, momentum and energy equations) were analyzed using the commercial software package Ansys-Fluent. The equations discretized with the Finite Volume Method (FVM) were solved iteratively using the SIMPLE algorithm and the Second Order Upwind scheme. The effects of alumina water and copper water mixtures on heat transfer compared to pure water were investigated. Reynolds numbers of 10, 50 and 100 were used for the analysis. With Reynolds numbers, the heat transfer effects of two different nanofluids in a semi-circular open cavity were analyzed. It has been revealed that nanofluids increase the heat transfer rate compared to pure water, and as the volumetric fraction of nanoparticles added to the nanofluid increases, heat transfer improves. It is supported by the analysis that copper water fluid is more effective than alumina water mixture. When the outlet temperatures were analyzed, it was determined that the highest value was at the Reynolds number 10, at position A1 in Cu/Water nanofluid and 0.06 volumetric fraction of the nanofluid. When the positions of the heaters were examined in the analyzes carried out under the same conditions, it was seen that the outlet temperatures of positions A1 and A4 and positions A2 and A3 had close values to each other.

**Keywords:** Nanofluid, Open Cavity, Forced Convection, Reynolds Number, Heat Transfer

### 1. GİRİŞ

Akışkan ve ısı transferinin ilgi alanlarında olan kısmi veya tamamen açık oyuklar üzerinden geçen akışın incelenmesi aerodinamik, akustik ve hidrodinamik alanların temel konularındandır. Oyuk akışları sürtünmeyi ve ısı transferini değiştirmektedir. Özellikle kolektörlerde, yanma odalarında, soğutucularda, buzdolaplarında, elektronik aletlerde, füze yuvalarında, yüksek katlı yapılar etrafındaki rüzgar hareketlerinde, uçak iniş takımlarında

bulunmaktadırlar. Oyuklar uzunluk ve derinlik oranlarına bağlı olarak açık veya kapalı oyuk olarak isimlendirilmişlerdir. Kayma tabakasının yukarı akış köşesinden ayrılıp aşağı akış köşesinin hemen önünde yeniden bağlanması ile oluşan akış açık oyuk akışı, ayrılan kayma tabakasının oyuk tabanına yeniden bağlanıp, aşağı akış duvarının önünde tekrar ayrılması ile oluşan akış ise kapalı oyuk akışı olarak adlandırılmıştır [1].

Akışkan ve ısı transferinin konusu olan tümleşik taşınım doğal ve zorlanmış taşınımın birleşimiyle oluşmaktadır. Akış tipinin bilinmesi ekonomik anlamda ve çevreye olumlu etkiler bırakması açısından önemli bir konudur. Zorlanmış taşınımında daha yüksek akışkan hızları bulunması nedeniyle doğal taşınım ile karşılaştırıldığında zorlanmış taşınımında ısı transfer katsayısı daha yüksektir. Nanoakışkanlar ısı transferi uygulamalarında bilim insanlarının ısı transferini iyileştirmek için kullandığı önemli bir akışkandır. Nano boyutlardaki katı parçaların (nanopartiküllerin) temel akışkana ilavesiyle elde edilen nanoakışkanlar yüksek termal iletkenlik sağlamaktadırlar. Nanoakışkanların ısı transferi uygulamalarında, literatürde çeşitli analiz ve deneylerle yapılan literatürde birden fazla çalışma mevcuttur.

Islam çalışmasında [2] doğal taşınım ile ısı transferinin yarım dairesel oyuk içerisinde nanoakışkan ile periyodik manyetik alanda etkilerini incelemiştir. Çalışmasında periyodik manyetik etkiler zamana bağlı olarak, iki boyutlu, laminar, viskoz akışkan ve sıkıştırılmaz özelliklerinde alınarak gerçekleştirilmiştir. Yarım dairesel oyuk içerisinde Brownian hareketleri çeşitli nanoakışkanlarla gözlemlenmiştir. Yatay çap yüksek sıcaklıklarda ısıtılırken üst dairesel duvar düşük sıcaklıklara soğutulmuştur. Ünliform olmayan manyetik alanlar ve üniform manyetik alanlar tez çalışması kapsamında karşılaştırılmıştır. Nanopartikül şeklinin ısı taşınımı üzerinde çok fazla etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Özellikle daha küçük nanopartikül boyutlarında ısı transferi iyileştirilmiştir.

Taher ve ark. [3] doğal taşınımın ısıya bağlı olarak termal iletim katsayısının etilen glikol-alümina nanoakışkanı ile açık oyukta ısı akışının değişimini incelemiştir. Değişken parametre olarak Rayleigh sayısı  $10^5-10^7$  arasında ve nanopartiküllerin nanoakışkan içerisindeki hacimsel yoğunluğu 0.00 (nano-partikülsüz) ile 0.05 arasında alınarak farklı konfigürasyonlarda çalışmalar yapılmıştır. Çalışma sonucunda nanopartiküllerin hacimsel yoğunluğunun temel akışkan içerisinde artmasıyla yerel ve ortalama Nusselt sayısı olumlu şekilde artmıştır. Nusselt sayısı yükselen Rayleigh sayısı ile artış göstermiştir.

Deniz çalışmasında [4] bir açık oyuk içerisindeki ısı transferinin zorlanmış taşınımı ile ısı transferinin nümerik modellemesi ile ilgilenmiştir. Oyuk geometrisi etkisinin (derinliğine (D), ve uzunluğuna (L) bağlı) ısı transfer oranı ile ilişkisini incelenmiştir. L ve D oranları oyuk yüksekliğine bağlı olarak L/H ve D/H olarak oranlaştırılmıştır. Oyuk içerisinde  $0.25 < L/H < 2$ ,  $0.25 < D/H < 3$  aralıklarında çeşitlendirilerek ısı transferine katkıları karşılaştırılmıştır. Reynolds sayısı 24000-96000 arasında değiştirilmiştir. Reynolds sayısı arttırıldığında, oyuk içerisinde Nusselt sayısı da artış göstermiştir. Boşluk içerisindeki derinlik yükseklikten daha büyük olduğu zaman girdap yapısı boşluğun altına ulaşmamakta ve daha düşük Nusselt sayısı oluşturmaktadır. Richardson sayısı ( $Ri$ ) 1'den büyük olduğunda kaldırma kuvveti baskın olarak görülmektedir.  $Ri$  sayısı artınca Nusselt sayısı da artmıştır.

Bakier çalışmasında [5] C şekli verilmiş açık oyukta nanoakışkanın sınırda oluşturduğu etkilerini incelemiştir. Geometrik ve termal olarak ısı transferi ve akış oranının açık C şekilli oyukta en boy oranı parametre olarak atanmıştır. Rayleigh sayısı  $10^3 \leq Ra \leq 10^6$  aralığında; en

boy oranı (Aspect Ratio, AR)  $0.2 \leq AR \leq 0.8$  aralığında; nanoakışkan hacimsel yoğunluğu 0-0.2 aralığında alınmıştır. En boy oranı için ısı kaynağını uzunluğu B olarak, konumu D olarak belirtilmiştir.  $B=0.2-0.8$ ,  $D=0.3-0.7$  aralıklarında belirtilmiştir. Nanoakışkanın Prandtl sayısı 6.2 olarak alınmış ve makale içerisinde tablolaştırılmıştır. Akışkanın ortalama sıcaklığı en boy oranı arttıkça yükselmiştir. Rayleigh sayısı arttıkça doğal taşınım ile ısı transferi domine hale gelmiştir. D değeri arttıkça maksimum sıcaklığa ulaşılmıştır.

Kaya [6] çalışmasında içerisinde ısıtılmış oyuk bulunan bir kanalda tümleşik taşınımın ve akışın incelemesini yapmıştır. Akışkan olarak hava kullanılmıştır. Akışkan kanala  $T_0$  sıcaklığında, taban sıcaklığından daha soğuk sıcaklıkta girmektedir. ( $T_0 < T_h$ ). Kanalin sabit sıcaklıktaki oyuk tabanı dışında kalan cidarları tamamen yalıtılmıştır. Reynolds sayısı (Re) 10, 100, 1000; Grashof sayısı (Gr) 0,  $10^2$ ,  $10^4$ ,  $10^6$ ; Oyuk görünüm oranları ( $A=H_1/H_2$ ) için değeri 0.2, 0.4, 0.8, 1 alınarak ısı transferi, tümleşik taşınım ve akışkan akışı sayısal olarak incelenmiştir.  $Ri=Gr/Re^2$  tümleşik taşınım parametresi dikkate alınmıştır. Sabit bir Reynolds sayısında, Grashof sayısı arttıkça doğal taşınım baskın olmaktadır. Bu nedenle, ortalama Nusselt sayısının azaldığı gözlenmiştir.  $A=H_1/H_2$  değerinin artması sabit Reynolds sayılarında oyuk içinde sıcaklık gradyanının artışına neden olmuştur.

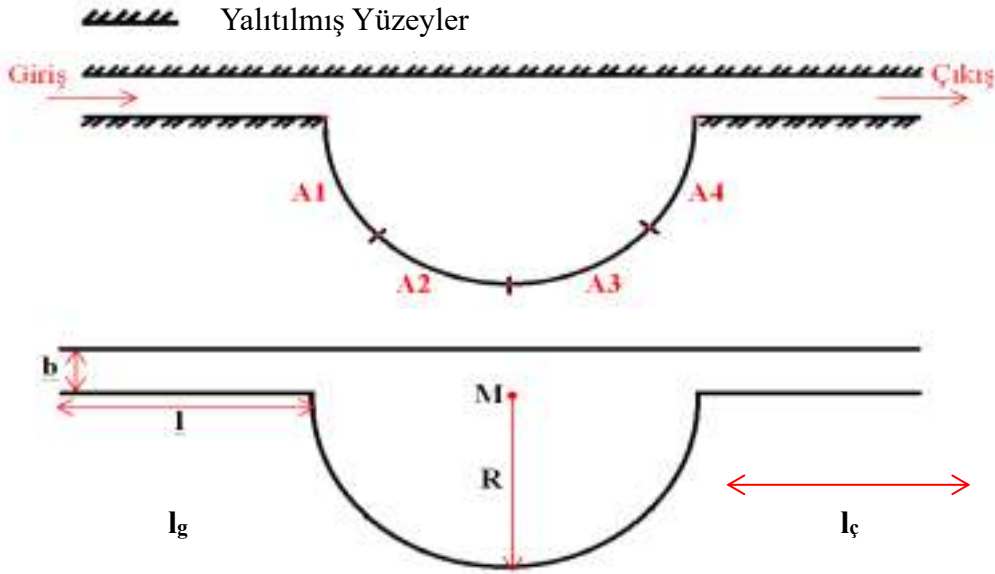
Nouraei ve arkadaşları [7] çalışmasında yarım dairesel açık oyuk içerisindeki nanoakışkanın tümleşik taşınım altında entropi ve ısı transferi analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Isı transferini iyileştirmek için suya yardımcı olacak bakır nanopartiküllerinin birleşimiyle oluşacak nanoakışkan üzerine çalışmışlardır. Bakır nanopartiküllerinin hacimsel oranları ( $\phi$ )  $0 \leq \phi \leq 0.06$  aralığında alınmıştır. Araştırmada laminar akış tipi tercih edilmiştir. Açık oyuk içerisinde maksimum ısı dağılımı  $Re=10$  değerinde gerçekleşmiştir. Düşük akış hızı nanoakışkanın yüksek termal sınır tabakasıyla daha fazla etkileşimde bulunmasına olanak sağlamıştır.

Bu çalışmada, yarı dairesel açık oyuk içerisinde nanoakışkan kullanılarak zorlanmış taşınım ile ısı transferi incelenmiştir. Nouraei ve arkadaşlarının [7] yaptığı çalışmaya geometrik olarak benzerdir fakat sınır şartları ve çalışma içeriği farklıdır. Çalışmada akışkan olarak saf su, Cu/Su ve  $Al_2O_3/Su$  kullanılmıştır. Farklı Reynolds sayılarında ve ısıtılmış farklı yüzeylerin zorlanmış taşınım ile ısı transferine etkisi incelenmiştir. Analizler ANSYS-Fluent programı ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler çalışma içerisinde sunulmuştur.

## 2. PROBLEM TANIMI

Görsel 1’de yarı dairesel açık oyuğun geometrik modellenmesi görülmektedir. Yarı dairesel oyuk 4 eş parçaya ayrılarak girişten itibaren sırayla A1, A2, A3, A4 olarak isimlendirilmiştir. A1, A2, A3, A4 yüzeyleri dışında kalan kenarlar adyabatik olarak tanımlanmıştır. Görsel 1’de akışkanın giriş ve çıkış sınırları belirtilmiştir. Açık oyuk ölçümlendirilirken boyutsuzlaştırma yapılmıştır. M olarak belirtilen şeklin merkezini, R yarım daire olarak tasarlanan açık oyuğun yarıçapını,  $l_g$  (girişin oyuğa olan uzaklığının uzunluğu) ve  $l_c$  (çıkışın oyuğa olan uzaklığının uzunluğu) birbirine eşit uzunluktadır. Görsel 1’de yer alan b, kanalın yüksekliğini belirtmektedir. Boyutsuzlaştırma kapsamında oranlar  $R/b=l/b=20$  olarak tanımlanmıştır.





Görsel 1. Açık oyuğun geometrik modeli

Çalışma içerisinde akışkanın giriş sıcaklığı 300K olarak belirlenmiştir. 4 eş alana sahip yüzeyler çalışma içerisinde tekli olarak 400K sıcaklıkta ısıtılmış ve konumun ısı transferine olan etkileri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1’de nanoakışkan içerisinde eklenecek olan nanopartiküllerin fiziksel özellikleri görülmektedir.

Çizelge 1. Nanoakışkan oluşturulan bileşenlerin malzeme boyutunda termofiziksel özellikleri

Termofiziksel özellikler	Su	Cu	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Yoğunluk ( $\rho, kg/m^3$ )	997.1	385	765
Özgül ısı $c_p (J/kg.K)$	4179	8933	3970
Isı iletim katsayısı ( $k, W/mK$ )	0.613	400	40
Termal genişleme katsayısı ( $\beta, K^{-1}$ )	$21 \times 10^{-5}$	$1.67 \times 10^{-5}$	$0.85 \times 10^{-5}$
Dinamik viskozite ( $\mu, Pa.s$ )	$891 \times 10^{-6}$	-	-

Nanoakışkanların termofiziksel özellikleri belirlenirken ampirik formüllerden yararlanılmıştır. Termofiziksel özelliklerin belirlenebilmesi için nanopartiküllerin ve nanopartiküllerin ekleneceği temel akışkanın yoğunluğu ve özgül ısısı kullanılmaktadır. Hesaplamalarda kullanılacak nanoakışkanların termofiziksel özellikleri denklem (1-6) kullanılarak bulunmuştur.

$$\rho_{nf} = (1 - \varphi)\rho_f + \varphi\rho_s \quad (1)$$

$$(2)$$



$$(\rho C_p)_{nf} = (1 - \varphi)(\rho C_p)_f + \varphi(\rho C_p)_s$$

$$k_{eff} = \frac{k_{nf}}{k_f} = \frac{k_s + 2k_f - 2\varphi(k_f - k_s)}{k_s + 2k_f + \varphi(k_f - k_s)} \quad (3)$$

$$\mu_{nf} = \frac{\mu_f}{(1-\varphi)^{2.5}} \quad (4)$$

$$\alpha_{nf} = \frac{k_{nf}}{(\rho C_p)_{nf}} \quad (5)$$

$$(\rho\beta)_{nf} = (1 - \varphi)(\rho\beta)_f + \varphi(\rho\beta)_s \quad (6)$$

Denklem 1’deki  $\varphi$  nanopartiküllerin akışkan içerisindeki hacimsel oranını,  $\rho_s$  nanopartiküllerin yoğunluğunu,  $\rho_f$  temel akışkanın yoğunluğunu tanımlamaktadır. Denklem 2 ısı kapasitesini kullanarak  $(\rho C_p)$  özgül ısının  $(C_p)$  hesaplanmasını içermektedir. Denklem 3’te efektif ısı iletkenliği ( $k_{eff}$ ) ile nanoakışkanın termal iletkenliğinin bulunmasına olanak sağlamaktadır. Denklem 4 nanoakışkanın viskozitesini ( $\mu_{nf}$ ) hesaplama formülüdür. Denklem 5 ısı yayımının ( $\alpha_{nf}$ ) hesaplanmasıdır. Denklem 6 ise termal genleşme katsayısının ( $\beta$ ) hesabını göstermektedir [2, 7, 8].

Alümina ve bakır, su içerisine farklı hacimsel oranlarda karıştırılmış ve ısı transferinde olan etkileri incelenmiştir. 0, 0.02, 0.04, 0.06 hacimsel oranları hesaplanmış nanoakışkanların termofiziksel özellikleri Çizelge 2 ve 3’te verilmiştir. Açık oyuk içerisinde 10, 50 ve 100 olacak şekilde farklı Reynolds sayılarında nanoakışkanlar kullanılarak akış analizleri gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 2. Cu/Su nanoakışkanın farklı yüzdesel kesirlerde termofiziksel özellikleri**

Cu/Su	$\varphi=0$	$\varphi=0.02$	$\varphi=0.04$	$\varphi=0.06$
Yoğunluk ( $\rho, kg/m^3$ )	997.1	1155.8	1314.5	1473.3
Özgül ısı $c_p (J/kg.K)$	4179	3592.5	3147.7	2798.8
Isı iletim katsayısı ( $k, W/mK$ )	0.613	0.6504	0.6893	0.7298
Termal genleşme katsayısı ( $\beta, K^{-1}$ )	$891 \times 10^{-6}$	$937.16 \times 10^{-6}$	$986.73 \times 10^{-6}$	0.001
Dinamik viskozite ( $\mu, Pa.s$ )	$210 \times 10^{-6}$	$180.12 \times 10^{-6}$	$157.46 \times 10^{-6}$	$139.68 \times 10^{-6}$

**Çizelge 3. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Su nanoakışkanın farklı yüzdesel kesirlerde termofiziksel özellikleri**

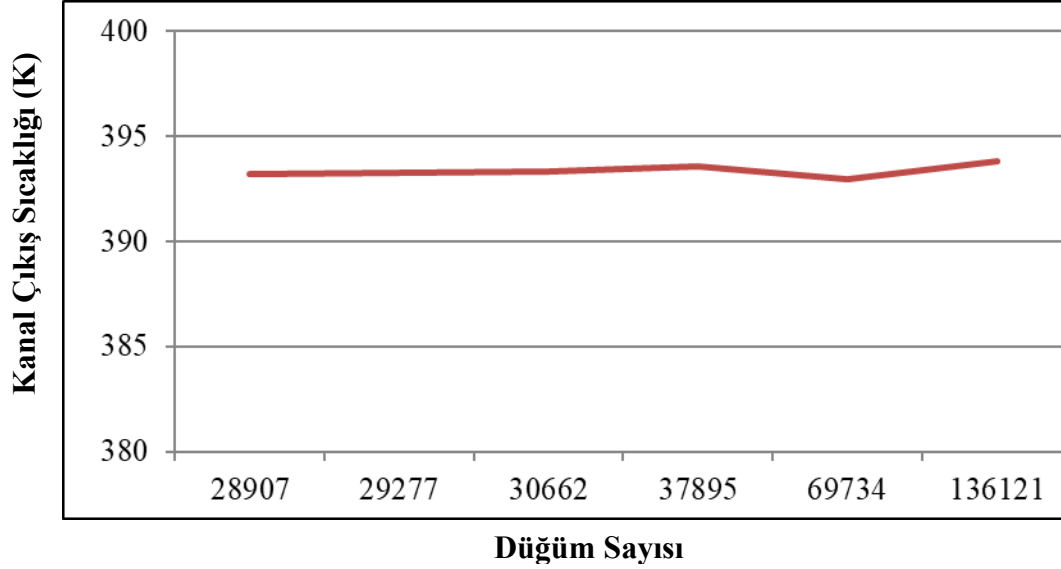
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Su	$\varphi=0$	$\varphi=0.02$	$\varphi=0.04$	$\varphi=0.06$
Yoğunluk ( $\rho, kg/m^3$ )	997.1	1056.558	1116.016	1175.474
Özgül ısı $c_p (J/kg.K)$	4179	3922.44	3693.2	3487.18
Isı iletim katsayısı ( $k, W/mK$ )	0.613	0.6488	0.6861	0.7248

Termal genişleme katsayısı ( $\beta, K^{-1}$ )	$891 \times 10^{-6}$	$9.3715 \times 10^{-4}$	$9.86 \times 10^{-4}$	$1.04 \times 10^{-3}$
Dinamik viskozite ( $\mu, Pa.s$ )	$210 \times 10^{-6}$	$1.94857 \times 10^{-4}$	$1.8133 \times 10^{-4}$	$1.6917 \times 10^{-4}$

### 3. NÜMERİK ÇALIŞMA

Bu çalışmadaki nümerik çözümler Sonlu hacimler analizi yöntemi ile ANSYS programı içerisindeki FLUENT paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Çözüm algoritması olarak SIMPLE algoritması, momentum ve enerji denklemi ayrıştırılması amacıyla Second Order Upwind şeması kullanılmıştır. Enerji denklemi için  $10^{-6}$ , süreklilik ve momentum denklemleri için  $10^{-3}$  yakınsama değerlerine kadar analizler gerçekleştirilmiştir. Geometri, ANSYS içerisindeki Design Modeler ile tasarlanmıştır. Sayısal ağ oluşturma ve sınırları isimlendirme işlemleri ANSYS içerisinde yer alan Mesh modülü ile gerçekleştirilmiştir. Navier Stokes ve enerji denklemleri analiz içerisinde etkinleştirilmiştir. Laminer zorlanmış taşınım için analizler yapılmıştır.

Sayısal analiz çalışmalarında düğüm sayısı ve yapısı sonuçların doğruluğu açısından önemli bir parametredir. Sonlu hacimler yöntemi içerisinde çözüm ağının oluşturulması hassas bir işlem gerektirir. Çözüm bölgesi farklı düğüm arası mesafelere bölünerek farklı düğüm sayıları elde edilir [9]. Çözüm ağı oluşturma işleminde “All Triangles Methods” olarak belirtilen geometriyi üçgen çözüm ağlarına bölme metodu geometriye uygulanmıştır. Görsel 2’de de görüldüğü gibi düğüm sayısı aralıkları 28907-136121 olacak şekilde analizler gerçekleştirilmiştir. Çözüm ağı yapısının akış analizlerine olan etkisini incelemek amacıyla saf su akışkanı kullanılarak A1 bölgesi ısıtılmıştır. Reynolds sayısı 10 olacak şekilde akış analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda çıkış sıcaklıkları elde edilmiştir ve farklı çözüm ağları için karşılaştırılmıştır. Yapılan ağ hassasiyeti sonucu 37895 ve 69734 düğüm sayılarına sahip analiz çalışmalarındaki çıkış sıcaklıkları arasındaki yüzdellik hata % 0.12 olarak; 69734 ve 136121 düğüm sayılarına sahip analiz çalışmalarındaki çıkış sıcaklıkları arasındaki yüzdellik hata % 0.22 olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler dahilinde belirtilen yüzdellik hatalar çok düşük değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Çalışma kapsamındaki veriler incelendiğinde optimum ağ yapısının 69734 düğüm sayısına sahip çözüm ağı olduğuna karar verilmiştir.

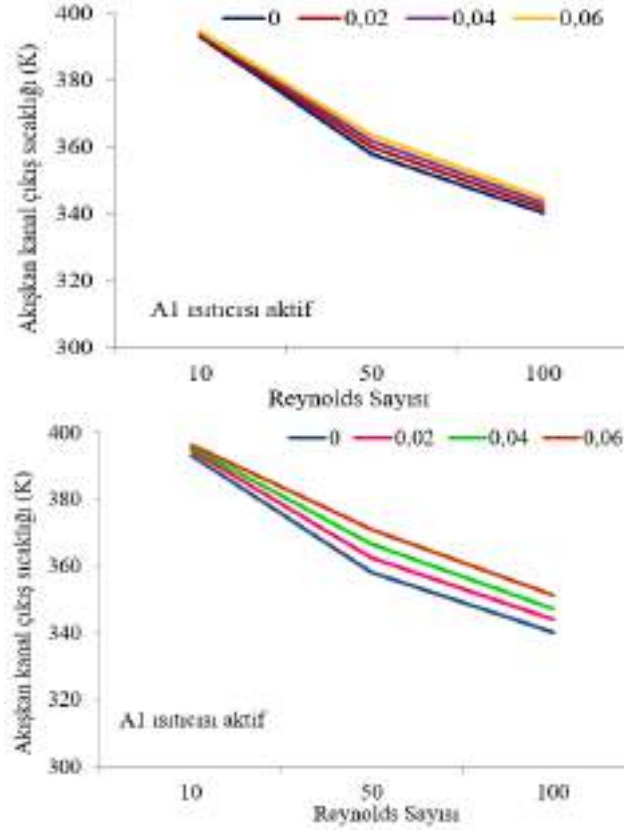


**Görsel 2. Düğüm sayısına göre saf suyun  $Re=10$ 'da A1 konumu ısıtılarak kanal çıkış sıcaklıklarının karşılaştırılması.**

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

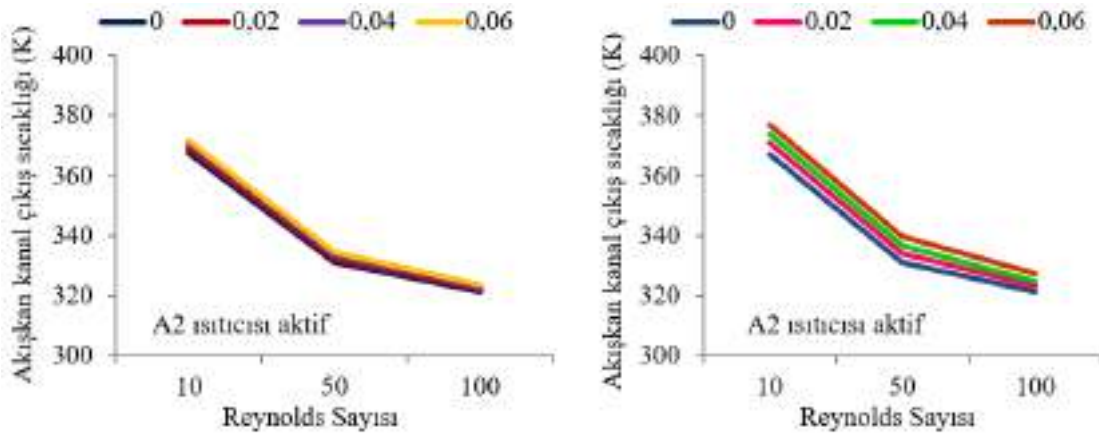
Çalışmada saf Su, Cu/Su ve  $Al_2O_3/Su$  akışkanları kullanılmıştır. Alümina ve Bakır %0-%6 hacimsel kesir aralıklarında kullanılarak suya ilave edilmiştir. Elde edilen nanoakışkanların ısı transferine etkisi gözlenmek istenmiştir. Bunun için 4 farklı bölgeye ayrılan yarı dairesel açık oyuğun belirli bölgeleri ısıtılmış ve çıkış sıcaklığı incelenmiştir. Nanoakışkanın geometri içerisindeki hareketinin ısı transferine olan etkisinin incelenmesi için 10, 50 ve 100 Reynolds sayılarında Fluent analizleri gerçekleştirilmiştir. Farklı Reynolds sayılarında çıkış sıcaklığının değişimi Saf Su, Cu/Su ve  $Al_2O_3/Su$  akışkanları için karşılaştırılmıştır.

Görsel 3'te iki farklı akışkana ait A1 ısıtıcısının aktif konumunda Reynolds sayısının çıkış sıcaklığı üzerine etkisi verilmiştir. Reynolds sayısı arttıkça ısı taşınım katsayısının arttığı bilinmektedir. Yapılan analizler sonucunda kanal çıkış sıcaklığının düşük Reynolds sayılarında daha yüksek çıktığı belirlenmiştir.  $Re=10$  değerinde çıkış sıcaklığı tüm konumlar içerisinde en yüksek değeri almıştır. Ayrıca görsel 3'te Reynolds sayılarının çıkış sıcaklığına etkisi, kullanılan nanoakışkanlara göre de kıyaslanmaktadır. Cu/Su nanoakışkanı,  $Al_2O_3/Su$  nanoakışkanına göre daha efektif sonuçlar sağlamaktadır. Bunlara ek olarak Cu/Su nanoakışkan kullanımı farklı hacimsel kesir oranlarında çıkış sıcaklığını değiştirmiştir. Hacimsel kesir oranı arttıkça kanal çıkış sıcaklığının arttığı gözlenmiştir. Fakat  $Al_2O_3/Su$  nanoakışkanında hacimsel kesir oranının değişimi kanal çıkış sıcaklığında pek değişime sebep olmamıştır.

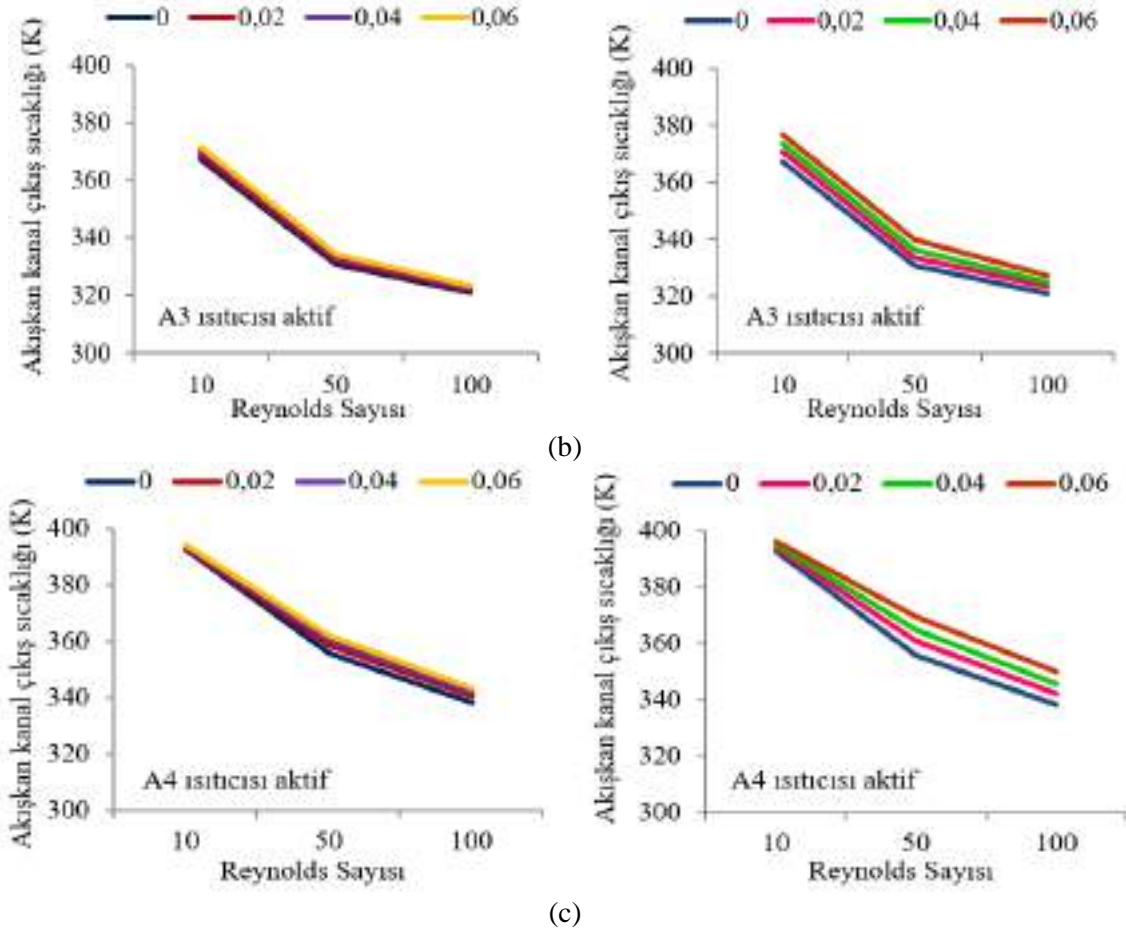


**Görsel 3. A1 konumunda Reynolds 10, 50, 100 değerleri için farklı hacimsel kesirlere sahip (üstte) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Su ve (altta) Cu/Su nanoakışkanları kanal çıkış sıcaklıklarının karşılaştırılması.**

Nanoakışkanlar içerisindeki nanopartiküllerin oranı arttıkça viskoz etkileri sayesinde ısı transfer oranını arttırdığı bilinmektedir. Karşılaştırma sonucu Cu/Su ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Su nanoakışkanlarının içerisindeki nanopartiküllerin artması termal iletkenliği arttırmıştır. Saf suya göre Cu/Su ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Su nanoakışkanları kullanıldığında daha fazla kanal çıkış sıcaklığı elde edilmiştir. Termofiziksel özellikleri sayesinde Cu/Su nanoakışkanının Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Su nanoakışkanına göre akışkanın kanal çıkış sıcaklığı daha fazla çıkmıştır.



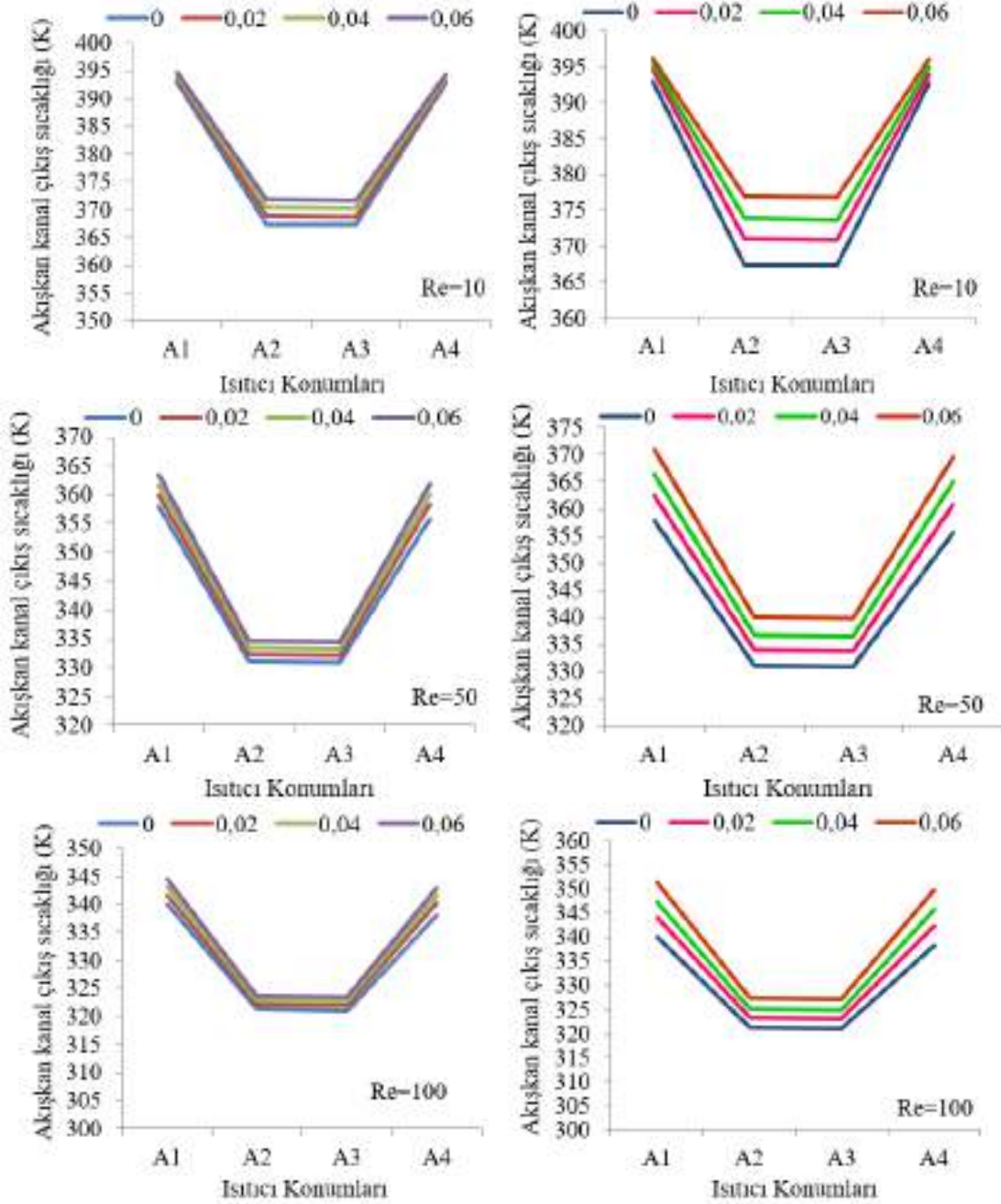
(a)



**Görsel 4. Isı kaynağının aktif olduğu (a) A2 konumunda, (b) A3 konumunda ve (c) A4 konumunda Reynolds sayısının 10, 50, 100 değerleri için farklı hacimsel kesirlerinde (solda)  $Al_2O_3/Su$  ve (sağda)  $Cu/Su$  nanoakışkanlarına ait kanal çıkış sıcaklıklarının karşılaştırılması.**

Görsel 4'te ısı kaynağının aktif olduğu (a) A2 konumunda, (b) A3 konumunda ve (c) A4 konumunda Reynolds sayısının 10, 50, 100 değerleri için farklı hacimsel kesirlerinde (solda)  $Al_2O_3/Su$  (sağda) ve  $Cu/Su$  nanoakışkanlarına ait kanal çıkış sıcaklıklarının karşılaştırılması verilmiştir. Çıkış sıcaklıkları incelendiğinde en yüksek değer  $Cu/Su$  nanoakışkanında A1 konumunda  $Re=10$  ve  $\phi=0.06$  değerinde olduğu belirlenmiştir (Bakınız Görsel 3). Genel olarak aşağıda verilen grafikler benzer karakteristik özelliklere sahiptir.  $Cu/Su$  nanoakışkanında hacimsel kesir oranının değişimi çıkış sıcaklığını etkilerken,  $Al_2O_3/Su$  nanoakışkanında hacimsel kesir oranı değişiminin çıkış sıcaklığı üzerinde pek etkisi yoktur. Bunlara ek olarak; Reynolds sayısı arttıkça akış hızlanmış ve akışkanın kanal içerisinde durma süresi azalmış; buna bağlı olarak akışkan kanal çıkış sıcaklığı azalmıştır. Böylelikle düşük Reynolds sayısında kanal çıkış sıcaklığı maksimum değeri almıştır.





**Görsel 5. Üç farklı Reynolds sayısı için farklı hacimsel kesirlere sahip (solda)  $Al_2O_3/Su$  ve (sağda)  $Cu/Su$  nanoakışkanlarında ısıtıcı konumlarının kanal çıkış sıcaklığı üzerine etkisi.**

Görsel 5'te (a)  $Re=10$ , (b)  $Re=50$  ve (c)  $Re=100$  için farklı hacimsel kesirlere sahip (solda)  $Al_2O_3/Su$  ve (sağda)  $Cu/Su$  nanoakışkanlarında A1, A2, A3, A4 konumlarının ısıtılmasıyla kanal çıkış sıcaklıklarının karşılaştırılması verilmiştir. Akışkan kanal çıkış sıcaklıkları, aynı koşullarda gerçekleştirilen analizlerde ısıtıcı konum incelemesi yapıldığında A1 ve A4 konumları kendi aralarında, A2 ve A3 konumları da kendi aralarında olmak üzere yakın değerler aldığı görülmüştür. Az bir farkla da olsa akışkan kanal çıkış sıcaklıkları; A1, A4 konumundan, A2 de A3 konumundan daha yüksek çıkmıştır.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada yarı dairesel açık oyuk iki boyutlu olarak modellenmiştir. Geometri içerisine Cu/Su ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Su nanoakışkanları %0-%6 aralığındaki hacimsel kesirlerde nanopartikül içerecek şekilde kullanılmıştır. Dairesel oyuk 4 parçaya bölünmüş ve bölgeler A1, A2, A3, A4 olarak isimlendirilmiştir. İsimlendirilen kısımlar sırasıyla 400K sıcaklıkta ısıtılmış, kalan bölgeler adyabatik kabul edilmiştir. Nanoakışkanların 300K sıcaklığa sahip olduğu kabul edilmiştir. Akışkanlar açık oyuk içerisine 10, 50 ve 100 Reynolds sayılarına karşılık gelen hızlarda kanaldan geçtiği kabul edilmiştir.

Tüm bu değişkenler için analizler yapılmış, elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Nanoakışkanlar saf suya göre ısı transferinde daha iyi sonuçlar vermiştir.
- Cu/Su nanoakışkanı Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Su nanoakışkanına göre ısı taşınımına daha fazla katkı sunmaktadır.
- Hacimsel kesirler incelendiğinde nanopartikülün akışkan içerisinde bulunma yüzdesinin artması ile  $\phi=0.06$ 'da en yüksek çıkış sıcaklığı elde edilmiş ve ısı transferini iyileştirmiştir.
- En yüksek çıkış sıcaklığı A1 konumunda olmaktadır.
- Reynolds sayısı arttıkça ısı taşınım katsayısının arttığı ancak düşük Reynolds sayılarında da akışkanın sıcak bölgeyle daha uzun süre temas etmesi sonucu çıkış sıcaklığının arttığı gözlemlenmiştir.
- Açık oyuk içerisinde A1 konumunun ısıtılması ile  $Re=10$  değerinde,  $\phi=0.06$  hacimsel kesirde yapılan analizde Cu/Su nanoakışkanı kullanılarak maksimum çıkış sıcaklığı elde edilmiştir.
- Çalışmanın devamında ortalama Nusselt sayısı ve/veya sürtünme faktörü gibi akış ve ısı transferi üzerine ek hesaplamalar yapılabilir. Bunlara ek olarak; çalışmanın deney seti kurulup sayısal analiz ile kıyaslanabilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Charwat, A. F., C. Forbes Dewey, Roos, J. N., & Hitz, J. A., An Investigation of Separated Flows- Part I I : Flow in the Cavity and Heat Transfer, Journal of the Aerospace Sciences, 28 (7), 513–527, 1961.
- [2] Islam, T., Unsteady Natural Convective Heat Transfer of Nanofluids Inside A Semi-Circular Cavity Under The Influence of Periodic Magnetic Field, Bangladesh University, Department of Mathematics Bangladesh University of Engineering and Technology (BUET) Dhaka-1000, Bangladesh, October, 2017.
- [3] Taher, M. A., Siddiqa, S., Kamrujjaman, M., Molla, M. M., Free convection of temperature-dependent thermal conductivity based ethylene glycol-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanofluid in an open cavity with wall heat flux, International Communications in Heat and Mass Transfer, 138, 106379, 2022.
- [4] Deniz, A., Numerical Modelling of Forced Convection Heat Transfer In An Open Cavity, The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Çankaya University, Ankara, Eylül, 2019.



- [5] Bakier, M. A. Y., Flow in open C-shaped cavities: How far does the change in boundaries affect nanofluid, *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 17 (3), 116–130, 2014.
- [6] Hillez Kaya, G., İçerisinde Isıtılmış Bir Oyuk Bulunan Bir Kanalda Karma Taşınımın ve Akışın İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2007.
- [7] Nouraei, S., Anvari, A., Abed, A. M., Ali Akbari, O., Montazerifar, F., Baghaei, S., & Fatholahi, M., Heat transfer and entropy analysis for nanofluid flow in a semi-circular open cavity under mixed convection, *Alexandria Engineering Journal*, 64, 309-334, 2022.
- [8] Shaker, H., Abbasalizadeh, M., Khalilarya, S., & Motlagh, S. Y., Two-phase modeling of the effect of non-uniform magnetic field on mixed convection of magnetic nanofluid inside an open cavity, *International Journal of Mechanical Sciences*, 207, 106666, 2021.
- [9] Çınar, M., Çözüm Ağı Üretim Yöntemleri ve Geliştirilen Program Kullanılarak Hareketli Çözüm Ağı Üretimi, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 1–14, 2017.

## İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI VE BİYOMİMETİK UYGULAMALARI

**Sait BÜYÜKKAYA<sup>1</sup>, Prof. Dr. Volkan KOVAN<sup>2</sup>, Doç. Dr. Tuğçe TEZEL<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,  
20195125010@ogr.akdeniz.edu.tr - 0009-0005-6231-1837

<sup>2</sup> Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,  
kovan@akdeniz.edu.tr- 0000-0002-0599-525X

<sup>3</sup> Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,  
tugcetezel@akdeniz.edu.tr - 0000-0003-0139-442X

### ÖZET

İnsansız hava araçlarının (İHA) geliştirilmesinde biyomimetğin uygulanması, mikro ve nano hava araçlarının gelişmesine olanak sağlamıştır. Bir çeşit İHA olan ornithopterler, kuş benzeri çırpma kanatlı araçlardır. İyi yükleme ve uzun dayanıklılık kapasiteleri nedeniyle yüksek irtifa keşif, gözetleme, kurtarma ve kuş grubu rehberliği gibi mikro hava araçlarına verilen görevleri yerine getirme potansiyeline sahiptir. Bu sebeple, çeşitli kuşların uçuş mekanizmalarından esinlenmek suretiyle geçmişten günümüze birçok ornithopter tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada son yirmi yıl içerisinde üretimi yapılan ornithopter teknolojileri üzerine yoğunlaşmıştır. Çalışma sonucunda, günden güne teknolojideki gelişmeler birçok yönüyle ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** ornithopter, insansız hava aracı, biyomimetik.

### 1. GİRİŞ

İnsansız hava araçlarının(İHA) önemi lojistikten savunma sektörüne kadar çeşitli uygulamalarda günden güne yaygınlaşmaktadır. Çırpma kanatlı (ornithopter), döner kanatlı ve sabit kanatlı olmak üzere üç tipi vardır. Çırpma kanatlı hava araçları, küçük uçan böceklerden uyarlanarak doğadan ilham alınarak tasarlanmış olup, kuşlar, sabit kanat ve döner kanat morfolojilerine göre manevra kabiliyetine sahiptir. Döner kanatlı hava araçları, türbülanslı veya dar ortamlarda uçamamakta, ancak kalkış veya iniş gerçekleştirebilmektedir [1].

Çalışma konusu ornithopter kavramı aslında oldukça eskidir. Küçük uçan makineler olan bu ornithopterler, kanat çırpma mekanizmalarını kuşlardan ilham almaktadır. Böylelikle, sabit kanatlı uçan İHA'ların yaklaşmadığı yerlere dahi rahatlıkla sığabilmektedirler [2]. Geçmişten

günümüze ornithopter teknolojileri gelişerek çeşitlenmektedir. Bu çalışmada özellikle son yirmi yılda geliştirilen ornithopterler üzerine yoğunlaşarak sunulmuştur.

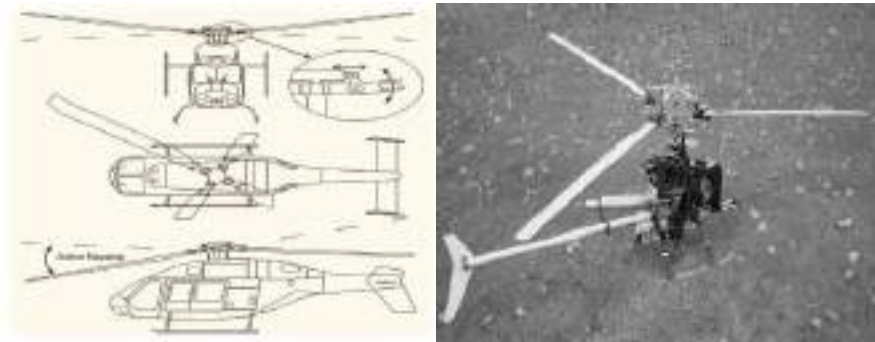
## 2. GÜNÜMÜZ ORNİTHOPTERLERİ

2002 yılında Krister Wolff ve Peter Nordin kuşların uçuş davranışlarını öğrenebilen bir sistem tasarlamışlardır. Burada sistemden iki farklı uçuş metodu öğrenmesini sağlamaya çalışmışlardır. Birisi irtifa alabilmesi için dikey yönde uçuş, diğeri ise belli bir irtifada yatay yönde uçuş tekniklerini söz konusu sistemin öğrenmesi ve geliştirmesi hedeflenmiştir. Dikey yönde uçuş denemelerinde verimli bir uçuş için en üst kanat konumunda sistemin kanadı bükmesi gerektiği, en alt kanat konumunda ise kanadın yatay durumda olması gerektiği tespit edilmiştir. Makine öğrenmesi ve kendi uçuş tekniğini geliştirebilmesi sebebiyle bu ornithopter için otonom olma özelliği eklenmiş, şarj olma gibi kendi ihtiyaçlarını karşılaması düşünülmüş ve yeni çalışmalara ufuk açması hedeflenmiştir [3].



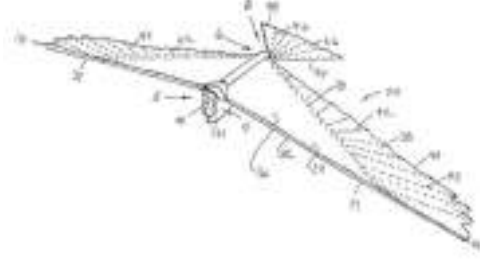
**Görsel 1.** Krister Wolff ve Peter Nordin'in Kuşların uçuş davranışlarını öğrenen sistemi [3]

2002 yılında karşılaşılan farklı bir çalışma "Ornicopter" isimli tasarım geliştirilmiştir. Bu isim "helicopter" ile "ornithopter" terimlerinin birleşiminden oluşmuştur. Tıpkı ismi gibi tasarlanan sistem de bu iki tasarımın birleşiminden oluşmuştur [4]. Burada helikopterlerin ana pervanesinin oluşturduğu tepki torkunun engellenmesi için kuyruk rotörü ve pervanesinin kaldırılarak ana pervanesinin hem dönmesi hem de dönme esnasında kanat çırpma hareketine benzer bir şekilde hareket sağlaması hedeflenmiştir. Böylelikle sistem hem kaldırma gücü hem de itme gücü elde edebilecektir. Bu sayede çeşitli avantajlar sağlanacaktır. Hem tepki torku oluşmamış olacak hem bunu engellemek için ayrıca bir mekanizma olmayacak hem daha az enerji harcanacak hem de kuyruk pervanesinin hava şartlarından fazlaca etkilenme durumu en aza indirilmiş olacaktır [5].



### Görsel 2. Ornicopter çalışma prensibi [4] ve prototipi [6]

2002 yılında Andrew Sean Kinkade Ornithopter olarak yapmış olduğu detaylı tanımlama ve el çizimleri ile Amerika Patent Enstitüsünden patent almıştır. Burada mekanizmasının bir gövde, bir kanat çırpma tertibatı, bir kuyruk, bir kuyruk kontrol tertibatı ve iki kanattan oluştuğunu ifade eden Kinkade 118 parçadan oluşan 15 teknik çizim ile patentini almıştır [7].



### Görsel 3. Kinkade çizimleri [7]

2006 yılında “Snowbird” isimli ornithopter; Toronto Üniversitesi Havacılık ve Uzay Araştırmaları Enstitüsü master öğrencisi Todd Reichert’ın kaptanlığını yaptığı bir takım tarafından tasarlanmış ve prototipi ortaya konulmuştur. Üzerindeki pilotun pedal gücüyle tahrik edilen bu araç 32 metre kanat açıklığına sahiptir. Snowbird’ün uçuş denemeleri esnasında bir otomobil yardımı ile kalkış yapması ve belirli bir irtifaya çıkması sağlanmış, sonrasında Snowbird pilotun pedal gücüyle 19.3 saniye havada kalabilmiştir. Bu durum bir başarı sayılsa da günlük hayatta kullanımı aşırı şekilde kondisyon gerektirdiğinden olası değildir [8].



### Görsel 4. Snowbird Uçuş Anı [9]

2008 yılında Robert Musters tarafından tasarlanan “Horck” isimli ornithopter Amsterdam Havalimanı’nda uçak motoruna kaçarak uçak motorlarına zarar veren kuşları korkutarak uzaklaştırmak amacıyla mekanik bir şahin olarak kullanılmıştır [9].



### Görsel 5. Horck ornithopteri [9]

2008 yılında Stephen Proulx'ün mekanik işlemlerini, Derrick Tan'ın ise kontrol mekanizmasını yaptığı “Kestrel” isimli ornithopter test edilmiştir [10].



Görsel 6. Kestrel isimli ornithopter [10]

2009 yılında “Phoenix” isimli ornithopter ortaya çıkmıştır. 1.8 metre kanat açıklığına sahip Phoenix üzerinde yapılan testlerde yaygın olarak kullanılan kontrol sistemleriyle manuel ve otonom şekilde batarya kapasitesi ile bağımlı olarak sürekli uçuş yapabildiği görülmüştür. Bu sisteme sensör, bilgisayar, gps gibi daha fazla faydalı yük eklenebileceğini ve sisteminin arıza oluşturduğunda kolayca onarılma kabiliyetine sahip olduğu tespit edilmiştir [10].

2011 yılında biyomekanik açıdan bir sinekkuşunun imitasyonu olan “Nano Humminbird” üretilmiştir. Kanat açıklığı 16,7 cm, ağırlığı 19 gr ve ileri yönde uçuş hızı 6,7 m/s olan bu ornithopteri diğerlerinden ayıran özellikleri havada 60 saniyeden daha fazla sabit kalabilmesi ve x,y,z eksenlerinin her birinde kendi etrafında dönme yeteneğine sahip olmasıdır. Bu tasarımı farklı kılın durumlardan biri de uygun kanat tipi ve malzemesi bulmak için yaklaşık olarak 300 adet farklı kanat tasarımı denenmiş olmasıdır [11].



Görsel 7. Nano Hummingbird [11]

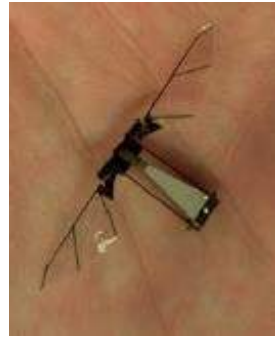
2012 yılında Festo firması tarafından “SmartBird” isimli ornithopter ortaya konmuştur. İçerisinde iskelet, kanat çırpma ve kuyruk hareketlerini sağlayan mekanizma ve helyum gazı olan bir balonla denemeler yapılmış, bir ringa martısını taklit ederek el çizimleri yapmışlardır. Tahta ve iğne ile oluşturdukları mekanizma ile denemeler yaparak, oluşturacakları modelin ölçülendirmelerine sahip olmuşlardır. Modeli hazırladıktan sonra prototip oluşturan ekip ilk uçuş denemesinde sadece birkaç metre uçuş gerçekleştirmişlerdir. Bunun sebebini araştırmaları sonucunda, tasarımlarının biraz daha hafif olması ve ağırlık merkezinin yerinin değiştirilmesi gerektiğine karar verilmiştir. İnce bir karbonfiber tabakasından iskelet bölümlerini üreterek

hem rijit hem de hafif bir iskelet yapısı oluşturmuşlardır. Uçuş denemesi yapıldığında SmartBird yine yalpalayarak düşmüştür. Bu sorunun da kuyruk kısmında diklemesine bir yüzey bulunmamasından kaynaklandığını tespit edip kuyruk kısmına dik bir yüzey koyarak sorunu çözmüşler ve SmartBird'ün başarılı bir şekilde semalarda yerini almasını sağlamışlardır [12].



**Görsel 8.** SmartBird [12]

2014 yılında Harward ve Berkeley Kaliforniya Üniversitesi tarafından üretilen “MicroRobotic Fly” isimli takribi 2,5 cm kanat açıklığına sahip ornithopterde, piezoelektrik prensibine göre sistemlerine güç sağlamayı planlamışlardır. Bu prensibe göre sıkıştırılan yani üzerine basınç uygulanan bazı malzemeler elektrik üretebilmektedir. Genellikle kristal yapıya sahip malzemeler piezoelektrik özelliğine sahiptir. Burada araştırmacılar birçok sensör ile donatılmış gelişmiş bir beyin, akıllı malzemelerden yapılmış bir gövde ve koloni halinde hareket için bir algoritma oluşturmaya çalışmışlardır. Fakat bu kadar gelişmiş bir sistemin bile gerçek böceklerin uçuş yeteneği ve koordinasyonuna ulaşamaz olduğunu gören araştırmacılar böceklerin sinir sistemleri vasıtası ile kontrol etme fikrini ortaya çıkarmış ve böceklerin genetiklerini ışık darbeleri ile yönetilebilecekleri şekilde değiştirmeye yönelik çalışmalar ortaya koymuşlardır [13].



**Görsel 9.** “Microrobotic Fly” isimli ornithopter [13]

2015 yılında uçuş biyomekaniği üzerinde çalışmak için kurulan Animal Dynamics isimli firma, askeri operasyonlar için “Skeeter” isimli bir ornithopteri tasarlamıştır. Özellikle sabit kanatlı İHA'ların hava şartlarından etkilenmesi dolayısıyla güçlü rüzgarlarda havada sabit kalma özelliğini ortaya koymaya çalışan Skeeter, 37 km/s hıza sahip rüzgarda havada sabit kalabilmektedir. Şuan ki prototipi 20 cm kadar büyüklüğe sahip olsa da ticari versiyonunun daha küçük olması hedeflenmektedir [14].

2019 yılında üretilen “MetaFly” çocuklara ve hobi olarak ilgilenen kullanıcılara hitap etmektedir [15].



**Görsel 11.** “MetaFly” isimli oyuncak ornithopter [15]

2020 yılında Türkiye’de üretilen “Atmaca” isimli ve görünümlü ornithopter kanat açıklığı 100 cm ve ağırlığı 350 gramdır. 500 miliamper batarya ile 20 dakika kanat çırpabilmekte, süzölmelerle beraber 40-50 dakika havada kalabilmektedir. Sabit kanatlı İHA’lara göre %90 daha sessiz olan Atmaca, 50 metre irtifada sessiz bir şekilde gözlem yapabilme yeteneğine sahiptir [16].



**Görsel 12.** “Atmaca” isimli ornithopter [16]

### 3. SONUÇ

Uçma mekanizmalarını oluşturmaya yönelik tasarımlarda biyomimetriden yararlanılır. Bir başka deyişle biyolojik canlıların tasarımlarının uygun bir taklidi oluşturulmaya çalışılır. Doğada kuşlardan farklı olarak çeşitli uçuş kinematikleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada yakın geçmişteki ornithopterlerin gelişimi hakkında literatürdeki veriler derlenmiştir. Günden güne bu teknolojideki gelişmelerin, hayatın birçok noktasında karşımıza çıkması muhtemeldir.

### KAYNAKLAR

[1] Mansoori,F.Z., Biswas, T., Bharadwaj, S., Akash,P., Mazumder, S., Chavhan, H., Thakur, A.K. Structural analysis of different materials used in ornithopter for better strength and application, Materials Today: Proceedings, 2023.



- [2] Saravanan, P., Madhanraj, V., Shankaralingam, L., Dhanush, R., Vargheese, V., Gupta, M.S., Seralathan, S. Static structural and aerodynamics analysis of 3D printed flapping wing mechanism of butterfly inspired ornithopter, *Materials Today: Proceedings*, 2023.
- [3] Wolff, K., Nordin P. and Augustsson, P. Creation Of A Learning, Flying Robot By Means Of Evolution, Conference: GECCO 2002: Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference, New York, USA, 2002.
- [4] Wan, J. and Pavel M.D. Designing the Ornithopter, a tailless helicopter with active flapping blades: a case study, *Proc IMechE Part G:J Aerospace Engineering*, 2015.
- [5] Straathof, M.H., Holten, T. V. and Gerwen, D.J. Ornithopter behavior in forward flight, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, 2008.
- [6] Holten, T. V. and Gerwen, D.J. A New Approach to Forced Flapping for The Ornithopter, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, 2008.
- [7] Kinkade, United States Patent Application Publication 2002
- [8] Abel I. Design and Feasibility Study of Personal Ornithopters, Department of Engineering, Swarthmore College, 2014.
- [9] Chowdhury, S. Ghosh, K. And Singha A. Numerical Study of a Flapping Wing Flight, Indian Institute of Engineering Science and Technology, Shibpur, 2021.
- [10] Jackowski, Z.J. Design and Construction of an Autonomous Ornithopter, Massachusetts Institute of Technology, USA, 2009.
- [11] Keennon, M., Klingebiel, K., Won, H. and Andriukov, A. Development of the Nano Hummingbird: A Tailless Flapping Wing Micro Air Vehicle, 50th AIAA Aerospace Sciences Meeting including the New Horizons Forum and Aerospace Exposition 09 - 12 January, Nashville, Tennessee, 2012.
- [12] [https://www.youtube.com/watch?v=kA7PNQiHT1Q&ab\\_channel=Festo](https://www.youtube.com/watch?v=kA7PNQiHT1Q&ab_channel=Festo) (Son erişim tarihi: 08.12.2023)
- [13] Hunt, S. A Study on the Control, Dynamics, and Hardware of Micro Aerial Biomimetic Flapping Wing Vehicles, 2017.
- [14] <https://www.uasvision.com/2020/04/24/dragonfly-inspired-drone-from-animal-dynamics/> (Son erişim tarihi: 08.12.2023)

[15] <https://microbirds.com/metafly-rc-biomimetic-ornithopter-radio-control-flying-bird/> (Son erişim tarihi: 08.12.2023)

[16] <https://www.aa.com.tr/tr/teknofest/agrili-ogrencilerin-atmacasi-teknofestte-havalandi/2375285#> (Son erişim tarihi: 08.12.2023)

[17] Büyükkaya, Sait. Savunma Sanayi İçin Bir Ornithopter Mekanizması Tasarım ve İmalatı, 2023, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi.

## ERGİYİK BİRİKTİRME TEKNİĞİ ESASLI ABS/PC POLİBLEND İMALATINDA BOYUTSAL HASSASİYETİN İNCELENMESİ

**Doç. Dr. Tuğçe TEZEL<sup>1,2</sup>, Prof. Dr. Volkan KOVAN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,  
tugcetezel@akdeniz.edu.tr - 0000-0003-0139-442X

<sup>2</sup>TTech Arge Sanayi Tic. ve Ltd. Şti, Antalya Teknokent

<sup>3</sup> Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,  
kovan@akdeniz.edu.tr- 0000-0002-0599-525X

### ÖZET

Ergiyik Biriktirme Tekniği (FDM), termoplastik filamentleri katman katman eriterek ve ekstrüde ederek üç boyutlu nesnelere oluşturan, yaygın olarak kullanılan bir üç boyutlu yazıcı teknolojisidir. Eklemeli imalat olarak isimlendirilen bu teknik, havacılık, otomotiv ve tıbbi cihazlar dahil olmak üzere çeşitli endüstrilerde popülerdir. Doğru malzeme ve üretim parametreleriyle, FDM ile üretilen parçalar artık geleneksel olarak üretilen parçaların mekanik özellikleriyle rekabet edebilir düzeydedir. Birçok mühendislik polimerinin kullanımına imkan tanıyan bu teknoloji esasıyla, polimerler harmanlanarak (polyblend) kullanılabilir. Çeşitli polimerlerin üstün özelliklerinin harmanlanarak bir karışımla oluşturulması yeni kullanım alanlarına imkan sağlar. Bu çalışmada Akrilonitril bütadien stiren (ABS) ve polikarbonat (PC) polimerleri harmanlanarak üretilmiş ve üretilen parçalar boyutsal olarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda oluşturulan plastik karışımın, karışım yapılmayan ABS ve PC malzemeye nazaran daha hassas toleransla üretilebildiği ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** poliblend, eklemeli imalat, boyutsal doğruluk.

### 4. GİRİŞ

Mevcut polimerlerde mekanik, yapısal, optik vb. özelliklerin iyileştirilmesi için çeşitli modifikasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır. Blok kopolimerler, polimerlerin harmanlanması, plastikleştirici veya dolgu maddelerinin eklenmesi gibi polimer matrisinin özelliklerini geliştirmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Harmanlama (poliblend), gelişmiş özelliklere sahip yeni malzemeler geliştirmenin etkili ve aynı zamanda en basit yöntemlerinden biridir. Polimer harmanlama, farklı polimerlerin fiziksel karışımıdır ve mevcut polimerleri kullanarak yeni bir malzeme oluşturmanın ekonomik bir yoludur [1].

Polimer ile üretimde kullanılan eklemeli imalat teknolojilerine yönelik makineler geliştirilmekte ve yeni malzemeler bu teknikle harmanlanmaktadır. Eklemeli imalattaki yüksek performanslı polimerler biyomedikal, havacılık ve otomotiv uygulamalarında karmaşık veya özel geometrilere sahip yüksek mukavemetli/düşük ağırlıklı parçaların tasarımında ilgi çekmektedir. Farklı polimer kombinasyonları için farklı özelliklerin harmanlanarak sağlanabilmesi mümkündür. Harmanlama işlemi için erimiş filament imalatı esasına dayalı teknikler uygundur [2].

Bu çalışmada Akrilonitril bütadien stiren (ABS) ve polikarbonat (PC) polimerleri harmanlanarak üç boyutlu yazıcı ile FDM esaslı bir teknoloji kullanılarak üretilmiştir. Üretilen parçaların boyutsal doğruluğu karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, ABS ve PC polimerlerinin iyi özelliklerinin hasarlanmaması amaçlanmıştır. ABS, darbe direnci, sertliği ve mukavemeti ile bilinen, yaygın olarak kullanılan bir mühendislik termoplastiğidir. [3]. Eklemeli imalatla üretime uygun olan polikarbonat (PC) nispeten yüksek mukavemetli mühendislik polimerlerindedir. Ancak PC'nin zayıf işlenebilirlik, yüksek üretim maliyetleri gibi dezavantajları vardır. Bu dezavantajların üstesinden PC ve ABS'nin bir karışımı kullanılarak gelinebilir. Böylelikle PC'nin işlenebilirliği geliştirilirken çekme, darbe ve eğilme özellikleri korunur. Bununla birlikte PC/ABS karışımları genellikle iyi ısı direnci ve yüksek darbe dayanımı ve tokluk değerleri gösterir [4]. Literatür incelendiğinde çeşitli polimerlerin harmanlanarak eklemeli imalatta kullanıldığı bazı çalışmalara rastlanabilir. Biglari vd.(2023) polivinil alok ve kitosan harmanı[5]., Yang vd.(2023) oly(aryl) ether keton ile polieter keton harmanı [6]., Tekay vd.(2023) poli(stiren-b-etilen/bütülen-b-stiren)/poli(etilen-ko-vinil asetat)termoplastik elastomer harmanı [7], Martinez-Orocco (2023) PLA/BioPA polimer harmanı [8], Leon vd.(2019) ABS/TPU(termoplastik poliüretan) polimer harmanı [9], Fekete vd.(2021) poli(laktik asit) ve doğal kauçuk harmanı[10], Green vd.(2023) PLA/TPU harmanı[11], Sabalina vd.(2023) poli(laktik asit), poli(bütülen süksinat) harmanı [12], Bulanda vd.(2023) Polikarbonat/Akrilonitril-Bütadien-Stiren harmanı[13], Yermurat vd.(2023) ABS ve PLA polimer harmanı[14], Francis vd.(2023) ABS/Naylon harmanı[15], Verma(2023) ABS/PC harmanı[16], Muhammed Salman vd.(2022) PLA/PHA harmanı[17], Ahmad Hissam vd. (2022) Poliüretan/Kauçuk [18] harmanını eklemeli imalatla üreterek çeşitli özelliklerini irdelemişlerdir.

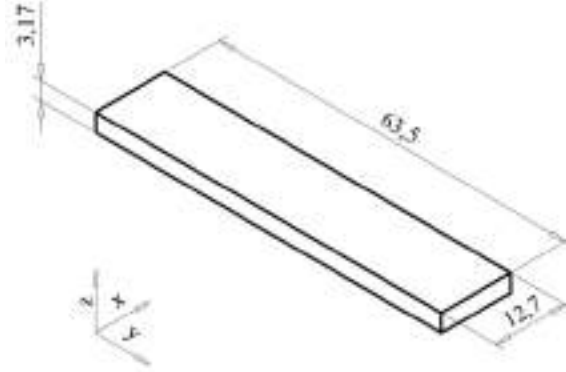
## 5. MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan ABS ve PC filamentler 1,75 mm çapında ticari ürünlerdir. Çalışmada TTech firmasına ait bl3nD isimli üç boyutlu yazıcı kullanılmıştır (Görsel 1). Bu üç boyutlu yazıcı, ergiyik biriktirme tekniği (FDM) esasına dayalı olup polimerleri harmanlayabilmektedir. Özel ekstrüzyon tasarımı ile çift filamentten oluşturulan karışım istenilen oranda karışım odasında sağlanabilmektedir. Karışım oranı, yazılım ile kontrol edilebilmektedir. Bu çalışmada, her iki plastik eş oranda karıştırılarak ABS/PC harmanlanmıştır.



**Görsel 1.** b13nD üç boyutlu yazıcı

Test numunesi olarak 63,5 mm uzunluğunda 12,7 mm genişliğinde, 3,17 mm kalınlığında parçalar üretilmiştir. Böylelikle hem x hem z eksenini için ölçüm alınması amaçlanmıştır. Çalışmada ölçüm alınan x ve z yönleri şekil üzerinden görülebilir. Üretim sırasında kullanılan yazdırma parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.



**Görsel 2.** Test numuneleri

Tablo 1. Üretim parametreleri

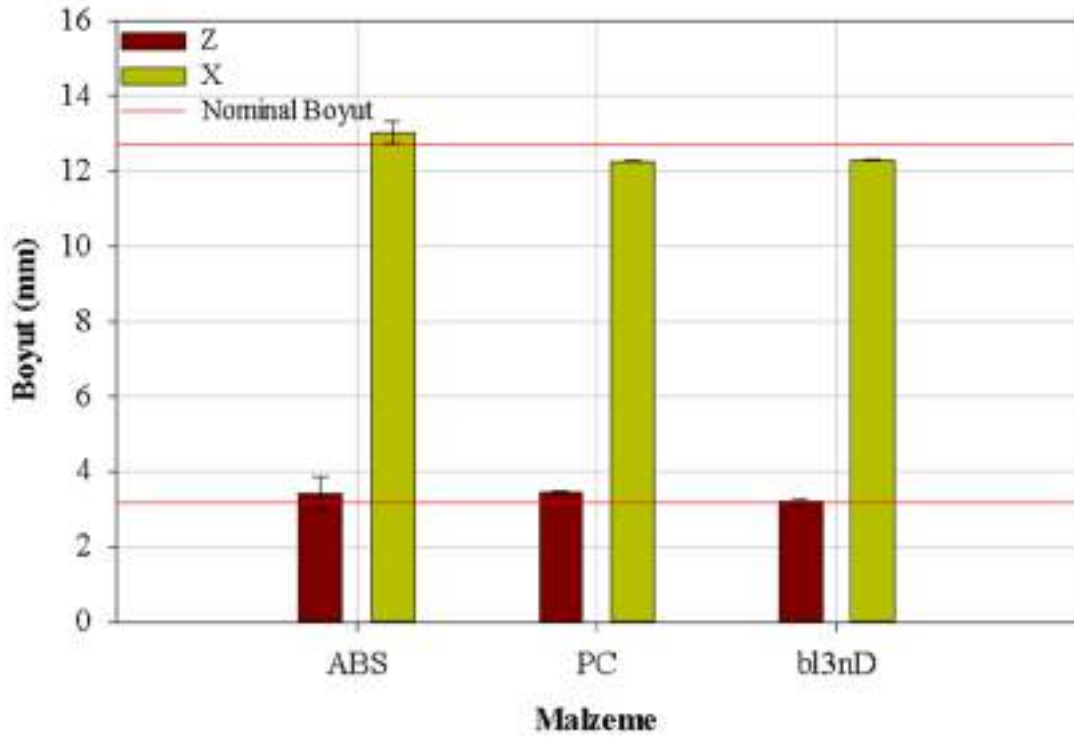
	ABS	PC	ABS/PC
Üretim sıcaklığı	230°C	270°C	270°C
Yatak sıcaklığı	107°C		
Doluluk oranı	%100		
Üretim hızı	80 mm/s		

Yazdırma yönü

$\pm 45^\circ$

## 6. BULGULAR

Şekilde yalnızca ABS ile üretilen, yalnızca PC ile üretilen ve ABS ile PC'nin harmanlandığı (bl3nD) numunelerin X ve Z eksenleri yönündeki boyutlarına yer verilmiştir. Üretilen parçanın nominal boyutları şekilde açıkça görülmektedir. ABS ile yapılan üretimde hem x hem z ekseninde boyutsal hassasiyeti oldukça düşüktür. PC ile yapılan üretimde ABS'ye nazaran daha hassas boyutlarla imalat sağlanabilmiştir. bl3nD yazıcı ile üretilen ABS/PC karışımı poliblendin en hassas üretime imkan sağladığı şekildeki sonuçlardam net bir şekilde anlaşılmaktadır. Özellikle daha küçük boyutlu parçalarda polimer harmanı ile daha hassas imalat yapılabilmektedir. Geometrik büyüklük arttıkça poliblendin üretim hassasiyetinde azalma meydana gelmiştir.



**Görsel 3.** Tüm malzemelerin X ve Z ekseninde boyutsal analizi

## 7. SONUÇ

Eklemeli imalat, malzemelerin katmanlar halinde biriktirildiği ve 3 boyutlu nesnelerin üretildiği üretim teknolojilerinin genel adıdır. Bu teknoloji ile üç boyutlu (3D) model verilerinden polimer, seramik, metal, kompozit vb. birçok malzeme kullanılarak farklı yapıda ve karmaşık geometrilere sahip parçalar üretilebilmektedir. Eklemeli imalat yönteminin geleneksel tekniklere göre genel avantajları, karmaşık geometrili parçaların yüksek hassasiyeti, üretimin kişiselleştirilmesi, daha az malzeme israfı, tasarımda esneklik ve az sayıda üretimde kısa üretim süresidir. Bu özelliklerin yanı sıra kullanılan polimer malzemelerin harmanlanabilmesine

imkan sağlayışı, polimerlerin çeşitli özelliklerinin daha iyi bir versiyonunun oluşturulmasına imkan sağlamaktadır. Bu çalışmada, ABS/PC harmanı ile daha hassas üretimin yapılabilirliği ortaya konmuştur. Gelecekteki çalışmalar, çeşitli polimerler harmanlanarak mekanik özelliklerinin incelenmesi yönünde genişletilebilir.

## 8. TEŞEKKÜR

Bu çalışma 5EUB2 numaralı “Endüstriyel Üç Boyutlu Poliblend Yazıcı Tasarımı ve İmalatı” isimli proje ile KOSGEB tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] Sharma, J.P., Kumar, P., Sharma, K., Kumar, M., Arora, A., & Kumar Singh, P. (2019). Optical and structural properties of drop-cast PVA/PEG polyblends. *Materials Today: Proceedings*, 34, 705–709.
- [2] Simunec, D. P., Jacob, J., Kandjani, A. E. Z., Trinchi, A., & Sola, A. (2023). Facilitating the additive manufacture of high-performance polymers through polymer blending: A review. *European Polymer Journal*, 201(October), 112553.
- [3] Doner, S., Paswan, R., & Das, S. (2023). The influence of metallic particulate inclusions on the mechanical and thermal performance of 3D printable acrylonitrile-butadiene-styrene/thermoplastic polyurethane fused polymer blends. *Materials Today Communications*, 35(April), 106111.
- [4] Romani, A., Levi, M., & Pearce, J. M. (2023). Recycled polycarbonate and polycarbonate/acrylonitrile butadiene styrene feedstocks for circular economy product applications with fused granular fabrication-based additive manufacturing. *Sustainable Materials and Technologies*, 38.
- [5] Biglari, L., Naghdi, M., Poursamar, S. A., Nilforoushan, M. R., Bigham, A., & Rafienia, M. (2023). A route toward fabrication of 3D printed bone scaffolds based on poly(vinyl alcohol)–chitosan/bioactive glass by sol–gel chemistry. *International Journal of Biological Macromolecules*, 128716.
- [6] Yang, Y., Jiang, B., Shang, Y., Xu, Q., He, J., Li, X., & Zhang, H. (2023). The effect of 3D printing fluorene-containing poly (aryl ether ketone)/poly (ether ketone) blends on interlayer strength. *Polymer*, 289, 126497.
- [7] Tekay, E., Aybakan, B., & Aslan, V. U. (2023). 4D printable maleated poly(styrene-b-ethylene/butylene-b-styrene) / Poly(ethylene-co-vinyl acetate) thermoplastic elastomer blends; effects of blend composition on shape memory and mechanical properties. *Additive Manufacturing*, 78, 103870.
- [8] Martinez-Orozco, L., León, N., Cailloux, J., Sánchez-Soto, M., MasPOCH, M. L., & Santana, O. (2022). EcoBlends’up: PLA/BioPA blends composites, microfibrillated “in situ” through additive manufacturing. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 118.
- [9] León, A. S., Domínguez-Calvo, A., & Molina, S. I. (2019). Materials with enhanced adhesive properties based on acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS)/thermoplastic



- polyurethane (TPU) blends for fused filament fabrication (FFF). *Materials and Design*, 182.
- [10] Fekete, I., Ronkay, F., & Lendvai, L. (2021). Highly toughened blends of poly(lactic acid) (PLA) and natural rubber (NR) for FDM-based 3D printing applications: The effect of composition and infill pattern. *Polymer Testing*, 99.
- [11] Green, J. T., Rybak, I. A., Slager, J. J., Lopez, M., Chanoi, Z., Stewart, C. M., & Gonzalez, R. V. (2023). Local composition control using an active-mixing hotend in fused filament fabrication. *Additive Manufacturing Letters*, 7.
- [12] Sabalina, A., Gaidukovs, S., Jurinovs, M., Grase, L., & Platnieks, O. (2023). Fabrication of poly(lactic acid), poly(butylene succinate), and poly(hydroxybutyrate) bio-based and biodegradable blends for application in fused filament fabrication-based 3D printing. *Journal of Applied Polymer Science*, 140(28).
- [13] Bulanda, K., Oleksy, M., & Oliwa, R. (2023). Polymer Composites Based on Polycarbonate/Acrylonitrile-Butadiene-Styrene Used in Rapid Prototyping Technology. *Polymers*, 15(6).
- [14] Yermurat, B., Seçgin, Ö., & Taşdemir, V. (2023). Multi-material additive manufacturing: investigation of the combined use of ABS and PLA in the same structure. *Materialprüfung/Materials Testing*.
- [15] Francis, V., Kumar, N., Sahu, S., & Singh, R. P. (2023). Investigations on the Effect of Nanoclay Reinforced ABS/Nylon-Blended Copolymer Filament for Extrusion-Based 3D Printing. In *Lecture Notes in Mechanical Engineering*
- [16] Verma, N., S, A., & Banerjee, S. S. (2023). Development of material extrusion 3D printable ABS/PC polymer blends: influence of styrene–isoprene–styrene copolymer on printability and mechanical properties. *Polymer-Plastics Technology and Materials*, 62(4), 419–432.
- [17] Mustafa, M. S., Muneer, M. A., Zafar, M. Q., Arif, M., Hussain, G., & Siddiqui, F. A. (2022). Process parameter optimization for Fused Filament Fabrication additive manufacturing of PLA/PHA biodegradable polymer blend. *International Polymer Processing*, 37(1), 1–14.
- [18] Ahmad Hisham, S. H., Ismail, I. F., Shamsuddin, S. A., Hadiathaji, S. N. H., Ismail, Z. I., Kasim, F., Sapiai, N. A., Mat Zin, N. A., & Marsilla Ku, K. I. (2022). Development of 3D printed human brain models using thermoplastic Polyurethane/Rubber blends for anatomy teaching promoting kinesthetic learning purposes. *Materials Today: Proceedings*, 74, 476–479.

## ÜÇ BOYUTLU ÇİKOLATA YAZICI TEKNOLOJİSİ

**Doç. Dr. Tuğçe TEZEL<sup>1</sup>, Prof. Dr. Volkan KOVAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,  
tugcetezel@akdeniz.edu.tr - 0000-0003-0139-442X

<sup>2</sup> Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,  
kovan@akdeniz.edu.tr- 0000-0002-0599-525X

### ÖZET

Eklemeli imalat teknolojileri otomotiv, medikal, havacılık sanayi başta olmak üzere birçok sektörde yer edinmiştir. Bu teknolojinin gıda üretiminde uygulanmasının temel amacı, daha yeni dokuya, kıvama, tada sahip gıdaların daha iyi beslenmeyle tasarlanması ihtiyacına dayanır. Kişiselleştirme fikri, gıda maddelerinin gereksinimlere ve ihtiyaçlara göre hazırlanabilmesi anlamına gelir. Çikolata dahil olmak birçok çeşitli gıda ürününde üç boyutlu yazıcılardan yararlanılmaktadır.

3B yazdırılmış çikolata, gelişmiş ve yenilikçi teknolojiler yoluyla yapılan bir tür akıllı gıda olarak adlandırılabilir. Günümüzde akıllı gıdalar, geleneksel gıdalara göre daha fazla besin tasarrufu sağlaması ve dolayısıyla farklı insanların ihtiyaçlarını karşılamada daha fazla işleve sahip olması nedeniyle büyük ilgi görmektedir. Akıllı gıdalarda 3B yazıcı teknolojisinin seçilme sebebi, bireysel ihtiyaçları karşılayacak şekilde üretime imkan sağlamasıdır. Gelişen gıda üretimine yönelik teknolojilerle birlikte bu sektör önemli bir potansiyeli temsil etmektedir. Üretim süreci, tedarik zinciri bileşenleri, üreticiler ve perakendecilerin durumu ve son kullanıcıların faydası dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Bu çalışmada çikolata imalatında kullanılan üç boyutlu yazıcılar hakkında literatür derlenerek, teknolojinin güncel durumu aktarılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** çikolata, eklemeli imalat, 3B yazıcı, gıda yazıcı

### 1. GİRİŞ

3B yazıcı ile gıda üretimi, gıda malzemelerinin bilgisayardaki bir tasarıma göre katman katman biriktirildiği bir işlemdir. Gıda hazırlama için tasarım şeklinin kişiselleştirilmesi, beslenmenin kişiselleştirilmesi ve gıdaların yapısını ve dokusunu farklı şekillerde değiştirme olanağı gibi çeşitli avantajlar sunar [1]. Bir başka deyişle üç boyutlu (3B) gıda yazdırma teknolojisi, tüketici ihtiyaçlarına göre en uygun beslenme ve/veya enerji değerlerinin yanı sıra kişiye özel tat, şekil ve dokuya sahip özelleştirilmiş yenilebilir ürünlerin üretilmesi anlamına gelir. Bu teknoloji, bireyin

özel beslenme ihtiyaçlarına ve kalori alımına dayalı olarak kişiselleştirilmiş yemek üretimi için bir fırsat olarak değerlendirilebilir. Ayrıca 3B gıda üretiminin sunduğu bir diğer fırsat, yaşlılar ya da yemek yeme veyahut yutma güçlüğü çeken hastalar için özel beslenme gereksinimlerine yönelik gıda üretimidir [2]. Çikolatanın üç boyutlu yazıcıyla üretimi, üç boyutlu gıda üretiminde önemli ve özel bir alandır. Diğer gıda malzemelerinin (meyveler, etler vb.) aksine, çikolatanın üç boyutlu yazıcıda ekstrüzyon mantığıyla üretimi, kakao yağının eritilmesi ve yeniden kristalleşmesi aşamalarından oluşur. Dolayısıyla üretim işlemi sırasında hem termal hem de akışkan koşullarının doğru şekilde kontrol edilmesini gereklidir. Bu sebeple çikolatanın özelliklerine dikkat edilmelidir. Bu çalışmada üç boyutlu yazıcılarla çikolata üretimi esnasında dikkat edilmesi gerekli temel özellikler göz önünde bulundurularak literatürdeki çalışmalar derlenerek sunulmuştur.

## 2. ÇİKOLATA ÖZELLİKLERİ

Çikolata, kakao ürünlerinin (kakao likörü, kakao tozu, kakao yağı), şekerin, süt ürünlerinin, baharatların ve yüzey aktif maddelerin temel hammaddeler olarak karıştırılması, öğütülmesi, rafine edilmesi, temperlenmesi, dökülmesi, kalıplanması ve diğer bilimsel işlemlerden sonra işlenmesi süreçlerinden geçer. Çikolata ürünlerinin ana ham maddesi kaynağı kakao çekirdekleridir. Kakao çekirdeklerinden elde edilen kakao yağı kritik bileşenidir. Üç boyutlu yazdırma teknolojisi açısından malzemenin kritik sıcaklık değerleri önemlidir. Çünkü ergiyik formdaki çikolata bu imalat tekniğiyle yeniden katılaştırılmaktadır. Çikolata 27,7 °C'de erimeye başlar. Sıcaklık arttıkça hızla erir ve sıcaklık 35°C'ye ulaştığında tamamen erimiş hale gelir. Bu nedenle çikolata ısıya duyarlı bir besindir. Bu duyarlılık esas olarak yağın türüne ve doğasına bağlıdır. Çikolatanın viskozitesi ve akışkanlığı, çikolata üretimi ve işlenmesi sürecinde çok önemli bir fiziksel özelliktir. Üç boyutlu yazıcı ile sürekli malzeme sağlanabilmesi için erimiş haldeki çikolatanın akışkanlığı iyi olmalıdır. Sıcaklıkla değişkenlik gösteren viskozite imalat süresince göz önünde bulundurulmalıdır. Çikolatanın kristalizasyonu ve temperlenmesi bir diğer önemli aşamalarıdır. Çikolata bileşiminde yağ içeriği normalde %30'dan fazladır. Kakao yağı tekdüze, sürekli bir faz işlevine sahiptir. Dış sıcaklık kakao yağının ortalama erime noktasını aştığında kakao yağı eridiğinde çikolata sıvı hale gelir. Dış sıcaklık erime noktasının altına düştüğünde ise kakao yağı ve haliyle çikolata katılaşır. Bu şekilde sıcaklığın sürekli değişkenliği kristalleşmeye dikkat çeker. Geleneksel çikolata üretim yöntemlerinde sıcaklık kontrolüne dikkat edilir [3]. Ancak bu davranışsal karmaşıklık, üç boyutlu yazıcılardaki çikolata formülasyonunda zorluklara neden olabilir.

## 3. ÜÇ BOYUTLU ÇİKOLATA YAZICI TEKNOLOJİSİ

Üç boyutlu yazdırma, gıda sektörüne ilk kez ekstrüzyon esaslı üç boyutlu yazıcılar kullanılarak tanıtılmıştır [4]. Hali hazırda eklemeli imalatla gıda üretimi dört tür yöntem ile uygulanabilmektedir: Seçici Lazer Sinterleme (Selective Laser Sintering), ekstrüzyon esaslı ergiyik biriktirme tekniği (Fused Deposition Modeling), bağlayıcı püskürtme (binder jetting) ve mürekkep püskürtmeli üretim (inkjet printing) Çikolata üretiminde bu üretim tekniklerinden FDM esaslı olanlar öne çıkmaktadır [5].

Gıda sektöründe ekstrüzyon esaslı üretim, çikolata, hamur, patates püresi, peynir gibi yumuşak malzemelere uygulanmaktadır. Üretim hassasiyeti, üretilecek malzemelere, işleme parametrelerine ve işlem sonrası eylemlere göre değişkenlik gösterir. Üretim parametrelerinden katman yüksekliği, nozul çapı, üretim hızı, üretim sonrası işlemlerden kurutma, pişirme vb. üretim hassasiyetini etkiler. Bunun yanı sıra hammaddenin vida, hava basıncı ya da şırıngalı bir sistemle sağlanması üretilen parçanın kalitesini etkiler. Vida esaslı ekstrüzyonda, gıda malzemesini hareket ettiren bir vida tarafından sürekli olarak malzemenin beslenmesi sağlanır. Hava basıncına dayalı ekstrüzyonda malzeme hava basıncıyla nozula itilir, dolayısıyla yalnızca sıvılara veya düşük viskoziteli malzemelere uygulanabilir. Şırınga bazlı ekstrüzyonda, bir yer değiştirme pistonu malzeme üzerine bir kuvvet uygular. Bu mekanizma, yüksek viskoziteye ve mekanik dayanıklılığa sahip gıda malzemelerinin üretimine uygundur. Bu çeşitli tekniklerden vidalı ekstrüzyonda sürekli malzeme beslenmesi sağlanır, diğerlerinde kesintiler meydana gelebilir. Seçici lazer sinterleme toz yatak teknolojisi esasına dayalı bir eklemeli imalat tekniğidir. Gıda uygulamalarında gıda matrisinin her katmanı farklı gıda malzemesi bileşenleri içerebilir, yani bu teknoloji çoklu malzemelere uygulanabilir. Üretim kalitesini etkileyen ana faktörler arasında malzeme boyutu, ergime sıcaklığı, viskozite, camsı geçiş sıcaklığı, lazer türü/gücü sayılabilir. Bu teknikte, katmanları birleştirmek için ısı kullanıldığından, besin konsantrasyonunda önemli bir azalma oluşturabilir. Bu nedenle sağlıklı gıdalar üretmek için pek uygun değildir. Bağlayıcı püskürtme esaslı gıda imalatında toz malzemeler ve bağlayıcılar katman katman biriktirilir. Toz formundaki malzemelerin çeşitliliği sebebiyle bu teknikle üretilebilir gıda malzeme sayısı çoktur. Üretim sonrası işlem ihtiyacı sebebiyle, diğer tekniklere nazaran daha fazla işlem adımı ihtiyacı vardır. Çikolata, nişasta, şeker, protein gibi toz halindeki malzemelere uygulanabilir. Mürekkep püskürtmeli gıda imalatında bir başlıktan damlacık şeklinde püskürtme sağlanır. Bu sebeple yüzey dolgularının veya dekorasyonlarının gerçekleştirilmesinde kullanılır. Kurabiye, kek, pizza gibi ürünlerin yüzeylerinin süslenmesi bu şekilde sağlanabilir [6].

Genel olarak gıda malzemeleri eklemeli imalatla üretilebilirliklerine göre doğrudan üretilebilir geleneksel malzemeler, doğrudan üretilemeyen geleneksel malzemeler ve alternatif malzemeler olmak üzere iki başlıkta incelenir. Doğrudan üretilebilir geleneksel malzemeler, katkı maddeleri eklenmeden yazıcı nozulundan doğrudan ekstrüde edilerek üretilir. Bu grup içerisinde hidrojeller, kek kremaları, yumuşak peynir, humus ve çikolata yer alır. Doğrudan üretilemeyen geleneksel malzemeler, pirinç, et, meyve ve sebze gibi malzemelerdir. Bu gıdaları üç boyutlu yazıcı ile üretilebilir hale getirebilmek için katkı maddelerinin kullanılması gerekir. Alternatif bileşenler arasında böceklerden, alglerden, mikroorganizmalardan, tarım ve gıda süreçlerinden elde edilen kalıntılardan izole edilen proteinler ve lifler gibi yeni fonksiyonel ve biyoaktif bileşikler kullanılır [7].

Genel olarak eklemeli imalat süreçlerinde malzeme ve üretim parametrelerinin etkisi yüksektir. Benzer şekilde gıda üretiminde malzeme özellikleri, üretim parametreleri ve üretim sonrası işlemler tarafından belirlenir. Literatürdeki birçok çalışma gıda üretiminin bu yönlerin iyileştirilmesine odaklanmıştır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde Kouzani vd. (2017) çikolata süslemeli bir pavlovanın üç boyutlu üretimini yapmıştır. Pavlova karışımı esas olarak yumurta akı köpüğünden oluşur ve üç boyutlu yazdırma ile üretimi zordur. Çalışmada beze

hazırlanışı, pavlovanın tasarımı, pavlovanın yazdırılması, pavlovanın pişirilmesi, çikolatalı garnitürün tasarımı, çikolatalı garnitürün yazdırılması ve pavlovanın montajı açıklanmıştır [8]. Wang vd. (2021), 3B gıda üretimi alanında meyve ve sebze uygulamalarını daha iyi anlamak amacıyla yaptığı çalışmada malzeme gereksinimlerini, meyve ve sebze ürünlerinin özelliklerini ve işleme teknolojilerini derlemiştir [9]. Aiso vd. (2022) çalışmalarında, çeşitli gıda yazıcı türlerine ve uygulamalarına yer vermiştir [10]. Burkard vd. (2023), çikolata yüzeylerinde nokta desenleri oluşturarak tatlılık algısını değiştirmeyi amaçlayan yüksek hızlı inkjet tabanlı bir üç boyutlu yazdırma tekniği kullanmıştır. Noktalar, kakao yağından formüle edilmiştir. Üretilen parçalar duyuusal testle analiz edilmiştir [11]. Burkard vd. (2023) bir diğer çalışmalarında, reolojik ve dokusal olarak çok farklı iki fazın farklı üç boyutlu konfigürasyonları, mekanik özellikleri ve duyuusal algı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çikolata ve krem peynir, eklemeli imalat yoluyla üç boyutlu olarak küp içinde küp şeklinde üretilerek test edilmiştir [12]. Pratama ve Herianto (2023), çalışmalarında tüketici ihtiyaçlarını analiz ederek mevcut üç boyutlu yazıcı çikolata ürünlerinin kalitesini değerlendirmiştir. Testler sonucunda tüketicinin çikolata ürünlerine yönelik ihtiyaçlarının şekil, doku, boyut, tat, aroma, yap, ürün rengi gibi ayrıntılı unsurlarla ilgili olduğunu ortaya koymuştur [13]. Chirico vd. (2022), badem ezmesi ve çikolata bakımından farklılık gösteren üç boyutlu yazıcı ürünü gıdalar üzerinde çalışmıştır. Tüketicilerin 3B yazdırılmış gıda tasarımlarına yönelik şekil, tat ve aslına uygunluk konusundaki tepkisini ölçerek değerlendirmiştir [14]. Raiapaksha vd. (2021), çikolata üretimi yapan bir üç boyutlu yazıcı tasarımı gerçekleştirmiştir [15]. Sanklong ve Pitayachaval (2021), üç boyutlu yazıcı ile çikolata imalatında çikolata hattının genişliğini etkileyen parametreleri incelemiştir. Bu sebeple değişken üretim parametrelerini çikolata imalatı için dikkate almışlardır [16]. Mantihal vd. (2017), çikolatanın üç boyutlu şeklini farklı destek yapılarıyla tasarlayarak yapışma özelliklerine etkisini incelemiştir [17]. Lanaro vd. (2017), çalışmalarında ekstrüzyon esaslı bir üç boyutlu çikolatanın imalatını yapmıştır. Bununla birlikte çikolatadan yapılmış karmaşık üç boyutlu tasarım için sağlamak için üretim parametreleri optimize edilmiştir [18].

#### 4. SONUÇ

Eklemeli imalat olarak da bilinen üç boyutlu (3B) yazdırma, üç boyutlu nesnelere katman katman yığılmasını sağlamak için bilgisayar destekli tasarımı kullanır. Bu üretim tekniği tasarım özgürlüğü, kişiselleştirme, minimum atık, karmaşık tasarımların üretimi ve hızlı prototipleme gibi birçok avantaj sunar. Son yıllarda gıda endüstrisinde üç boyutlu yazıcı uygulanmasında önemli bir artış yaşanmıştır. Bu çalışmada, çikolatanın malzeme özellikleri dikkate alınarak uygulanabilecek üç boyutlu yazıcı teknolojileri üzerinde durulmuş ve konu hakkındaki literatür derlenmiştir.

Birinci sınıf çikolata ürünlerinin üç boyutlu teknolojisi ile üretimi zor bir işlemdir. Çünkü çikolata, çeşitli bileşenlerden oluşan karmaşık bir malzemedir. Malzeme özellikleri sebebiyle çikolata bu uygulamada kullanıldığında birçok zorluğu beraberinde getirir. Üretilen çikolatanın tat ve görünüm açısından arzu edilen tüm özelliklere sahip olabilmesi için çikolata kristal fazının (altı farklı faza sahip olduğu) üretim boyunca kontrol edilmelidir. Çikolata Newtonyen olmayan bir akışkandır ve malzemenin akış özelliklerinin üretim süreci boyunca kontrolü zordur. Bunun nedeni kayma gerilimi ile gerinim hızı arasındaki ilişkinin doğrusal olmamasıdır. Bu teknoloji ile kişiselleştirilmiş

çikolataya yönelik pazar talebini karşılamak amacıyla yüksek kaliteli çikolatalar üretebilmek için proses parametrelerinin optimizasyonu gereklidir.

## 5. KAYNAKLAR

- [1] Zhu, S., de Azua, I.V.R., Feijen, S., der Goot, A.J., Schutyser, M., Stieger, M. (2021) How macroscopic structure of 3D printed protein bars filled with chocolate influences instrumental and sensory texture, *LWT*, 151, 112155.
- [2] Pérez, B., Nykvist, H., Brøgger, A. F., Larsen, M. B., & Falkeborg, M. F. (2019). Impact of macronutrients printability and 3D-printer parameters on 3D-food printing: A review. *Food Chemistry*, 287(February), 249–257.
- [3] Godoi, F.C., Bhandari, B.R., Prakash, S., Zhang, M. (2019) Fundamentals of 3D Food Printing and Applications, *Academic Press*, Elsevier.
- [4] Periard, D., N. Schaal, M. Schaal, E. Malone, and H. Lipson. 2007. Printing food. *In Proceedings of the 18th Solid Freeform Fabrication Symposium*, Austin, TX, 564–74.
- [5] Sun, J., W. B. Zhou, L. K. Yan, D. J. Huang, and L. Y. Lin. 2018. Extrusion-based food printing for digitalized food design and nutrition control. *Journal of Food Engineering*, 220:1–11.
- [6] Singhal, S., Rasane, P., Kaur, S., Garba, U., Bankar, A., Singh, J., & Gupta, N. (2020). 3D food printing: Paving way towards novel foods. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 92(3), 1–26.
- [7] Baiano, A. (2022). 3D Printed Foods: A Comprehensive Review on Technologies, Nutritional Value, Safety, Consumer Attitude, Regulatory Framework, and Economic and Sustainability Issues. In *Food Reviews International* (Vol. 38, Issue 5). Taylor & Francis.
- [8] Kouzani, A. Z., Adams, S., J. Whyte, D., Oliver, R., Hemsley, B., Palmer, S., & Balandin, S. (2017). 3D Printing of Food for People with Swallowing Difficulties. *KnE Engineering*, 2(2), 23.
- [9] Wang, M., Jiang, H., Li, L., Zhang, L., Liu, R., Li, D., & Li, B. (2021). Application of 3D Printing Technology in Foods Based on Fruits and Vegetables | *Shipin Kexue/Food Science*, 42(7), 345–351.
- [10] Aiso, K., Kawakami, M., & Furukawa, H. (2022). Expansion of food types via 3D food printing: artificial meat, super-care food, 4D food, and edible robots | 3D. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 69(4), 149–153.



- [11] Burkard, J., Kohler, L., Berger, T., Logean, M., Mishra, K., Windhab, E. J., & Denkel, C. (2023). Inkjet-based surface structuring: amplifying sweetness perception through additive manufacturing in foods. *Npj Science of Food*, 7(1).
- [12] Burkard, J., Nain Shah, A., Harms, E., & Denkel, C. (2023). Impact of spatial distribution on the sensory properties of multiphase 3D-printed food configurations. *Food Quality and Preference*, 108.
- [13] Pratama, A. Y., & Herianto. (2023). Quality evaluation in development of 3D printed chocolate products. *AIP Conference Proceedings*, 2654.
- [14] Chirico Scheele, S., Hartmann, C., Siegrist, M., Binks, M., & Egan, P. F. (2022). Consumer Assessment of 3D-Printed Food Shape, Taste, and Fidelity Using Chocolate and Marzipan Materials. *3D Printing and Additive Manufacturing*, 9(6), 473–482.
- [15] Raiapaksha, R. R. A. K. N., Thilakarathne, B. L. S., Kondarage, Y. G., & De Silva, R. (2021). Design and development of pump based chocolate 3D printer. *Proceedings - International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, SCSE 2021*, 190–194.
- [16] Sanklong, N., & Pitayachaval, P. (2021). A Study of Parameters that Effect to Width of Chocolate Line Based on Additive Manufacturing and Screw Based Extrusion. In *Solid State Phenomena* (Vol. 319).
- [17] Mantihal, S., Prakash, S., Godoi, F. C., & Bhandari, B. (2017). Optimization of chocolate 3D printing by correlating thermal and flow properties with 3D structure modeling. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 44, 21–29.
- [18] Lanaro, M., Forrestal, D. P., Scheurer, S., Slinger, D. J., Liao, S., Powell, S. K., & Woodruff, M. A. (2017). 3D printing complex chocolate objects: Platform design, optimization and evaluation. *Journal of Food Engineering*, 215, 13–22.



## ÇİNKO-ALÜMİNYUM BAZLI METAL MATRİS KOMPOZİTLERİN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

**Dr. Öğr. Üyesi, MUSTAFA GÜLEŞEN<sup>1</sup>,**

**Makine Yük. Mühendisi, OSMAN SELİM KİBAR<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, mustafa.gulesen@dpu.edu.tr -  
0000-0001-8781-2746

<sup>2</sup>Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı,  
osmanselim.kibar@ksbu.edu.tr 0000-0002-8452-1406

### ÖZET

Son yıllarda mekanik, fiziksel özellikleri ve düşük üretim maliyetleri gibi birçok sebeple çinko alüminyum alaşımlarının kullanım alanları artmaktadır. Artan talep ve gelişen teknolojiler ile birlikte ihtiyaçlara yanıt verebilme, sahip olunan özelliklerin iyileştirilmesi ve üretim maliyetinin düşürülmesi istenmektedir. Çinko alüminyum alaşımları otomotiv, dekorasyon gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Çinko alüminyum alaşımlarının genellikle döküm, ekstrüzyon, dövme gibi yöntemlerle üretildiği görülmektedir. Bununla birlikte son yıllarda kompozit malzemelerin kullanımının artması toz metalurjisi yöntemini öne çıkartmıştır. Toz metalurjisi yöntemi ile farklı kombinasyonlarda tozlar homojen şekilde karıştırılarak çeşitli bileşimlere sahip kompozit malzemelerin elde edilmesi mümkündür.

Bu çalışmada son yıllardaki çinko-alüminyum bazlı metal matris kompozitlerin toz metalurjisi yöntemlerinden olan mekanik alaşımlama ve çeşitli takviyelerle elde edilen ürünlerin mekanik özellikleri, mikro yapıları, korozyon dirençleri, aşınma davranışlarının nasıl etkilendiği, optimum parametrelerin belirlendiği çalışmaların derlemesi hazırlanmıştır. Metal matris kompozitlerin yüksek aşınma direnci, çekme mukavemetleri, korozyon direnci, yüksek mukavemet gibi mekanik özelliklere sahip olması birçok araştırmacının dikkatini çekmektedir. Döküm yönteminde erime sırasında parçacık dağılımının yeterli olmaması çökeltme oranı, gaz sıkışması gibi dezavantajları nedeniyle toz metalurjisi yöntemi öne çıkmaktadır. Toz metalurjisi yöntemlerinden olan mekanik alaşımlama ile kullanılan elementlerin oranlarının ayarlanmasının basitliği, üretim maliyetleri açısından döküm yöntemine karşı alternatif olarak ön plana çıkartmaktadır. Çalışmalar neticesinde mekanik alaşımlama yönteminde optimum sürenin metal matris kompozit malzemenin içerisinde bulunan alaşım elementlerine göre değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Alaşımlama süresinin belirli bir süreden sonra parçacıkların bir birine yapışarak büyüme eğilimi göstermesinden dolayı üst sınıra sahip olduğu anlaşılmıştır. Çinko alüminyum alaşımlarının içerisine katılan nanografen levha ile korozyon direncinde artış görülmüştür. Alaşım içerisine eklenen SiC ile aşınma direncinin ve

gözeneklilik miktarının arttığı görülmüştür. SiC artışı ile birlikte sertlik değerinde azalma tespit edilmiştir. Aşınma yüklerinin artışı ile birlikte ağırlık kayıpları artmıştır. Çinko alüminyum tozlarının sıkıştırma basınçlarının artışı ile sertlikleri de artmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Çinko, alüminyum, toz metalürjisi, metal matris kompozit.

## 1. GİRİŞ

Çinko alüminyum alaşımlarından olan zamak; çinko, alüminyum, magnezyum ve bakır içeren bir alaşımdır. Zamak alaşımını korozyon direnci, aşınma direnci, düşük ergime noktası, yüksek mukavemet, iletkenlikleri gibi birçok mekanik ve fiziksel özelliği ön plana çıkartmaktadır. Aynı zamanda talaşlı imalatta ihtiyaç duyulan özelliklerden olan düşük kesme kuvveti, iyi yüzey kalitesi gibi özellikleri de çinko alüminyum alaşımlarının önemli özelliklerindedir.

Zamak alaşımları döküm, ekstrüzyon, dövme gibi çeşitli üretim yöntemleri ile üretilebilmektedir. Bu alaşımdan üretilen ürünler birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlardan başlıcaları, baskı makinaları, ev aletleri, otomotiv sektörü, kapı kolları, süs eşyaları, kapı kilidi, korozyon direnci istenen boru ve kelepçeler gibi birçok alanda yer almaktadır. Alaşımın böyle birçok alanda kullanılıyor olması üretimde maliyeti düşürecek birçok yol aranmasına neden olmaktadır. Alaşımdan üretilen ürünlerin seri üretime uygun olması en çok aranan özelliklerdendir. Bu nedenle birçok çalışma bu alaşımın seri üretime uygunluğu üzerine yoğunlaşmaktadır.

Toz metalürjisi fiziksel veya kimyasal yöntemler kullanılarak metal veya alaşımları toz haline dönüştürmek ve çeşitli yöntemler kullanarak onlara şekil verme teknolojisidir. Toz metalürjisinde üretilen parçaların yapılarının kontrol altında olması, yüksek homojen yapı oluşumu ve seri üretime uygun olması nedeniyle birçok alanda tercih edilmektedir. Toz metalürjisinde karmaşık şekilli parçalar üretilebilir, şekillendirme sonrası talaşlı imalat ihtiyacı minimum düzeydedir. Toz üretimi mekanik, elektroliz, kimyasal ve atomizasyon yöntemlerinden biri tercih edilerek yapılabilir.

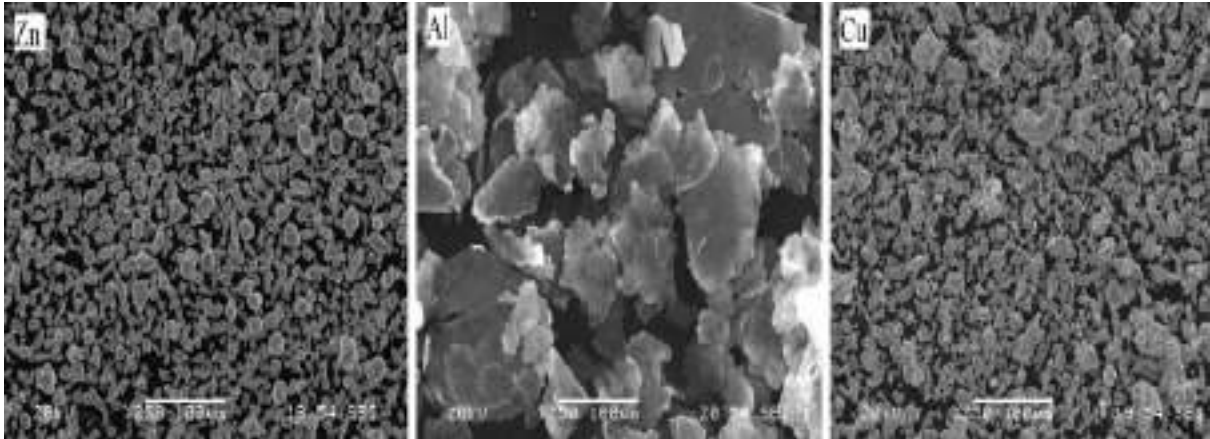
Mekanik alaşımlama çeşitli yöntemlerle toz halindeki element veya alaşımların karıştırılarak üretimini sağlayan bir yöntemdir. İşlem için çeşitli miktarlarda tozların karışması ve bu karışma sırasında birbiri ile çarpışarak deformasyona uğraması esasına dayanmaktadır. Bu yöntem ile parçacık takviyeli metal matris kompozit ürünler eldesi için uygundur. Kompozit malzeme iki veya daha fazla bileşen içermektedir. Takviye malzemesi metal matris içerisine karışması ile metal matrisli kompozit malzeme elde edilmektedir [1,2,3,4,5,6].

Bu derleme çalışması çinko alüminyum bazlı alaşımların metal matris kompozitlerde kullanılan takviye malzemelerinin etkisi, mikroyapısı, mekanik ve korozyon davranışına nasıl etki ettiği hakkında yapılan çalışmaları içermektedir.

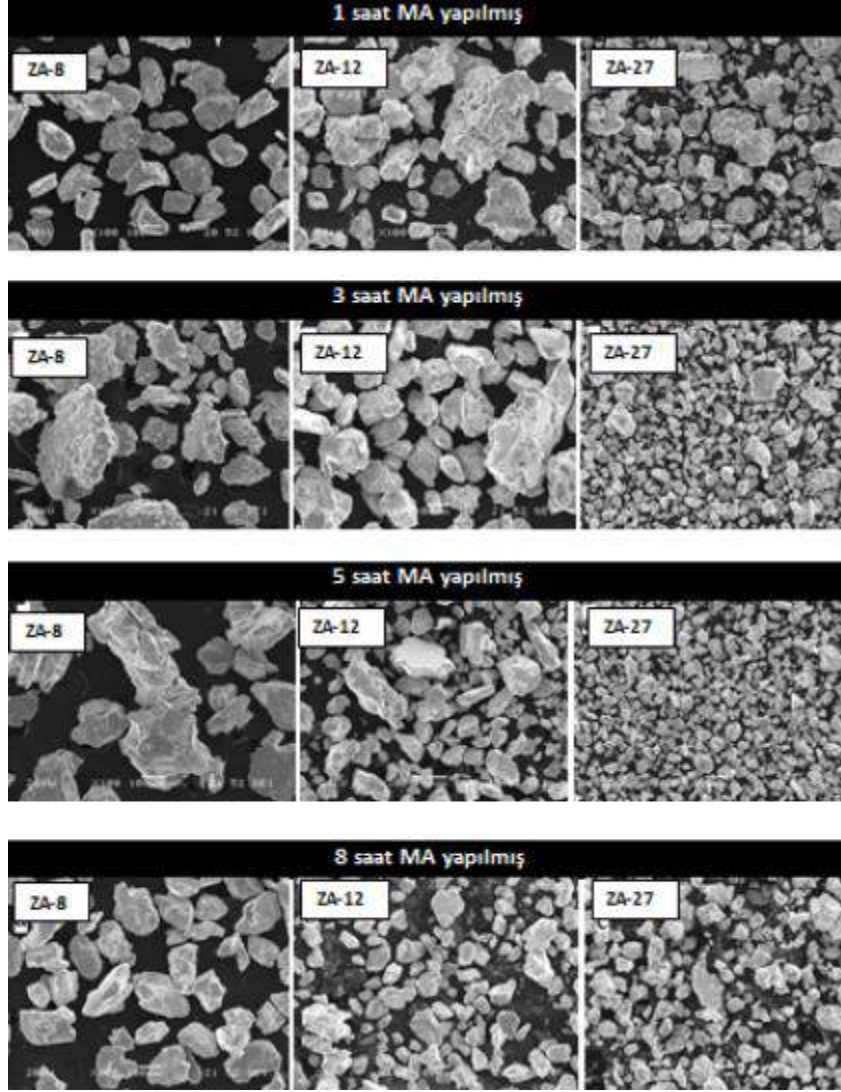
## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Aytaç ve Güral'ın yapmış olduğu çalışmada çinko alüminyum alaşımlarından olan ZA-8, ZA-12 ve ZA-27 üzerinde araştırma yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında toz metalürjisi

yöntemlerinden olan mekanik alaşımlama yöntemi kullanılarak alaşımların üretilebilirliği araştırılmıştır. Mekanik alaşımlama 1, 3, 5 ve 8 saat süre ile gerçekleştirilmiştir. Tozların 4. saatten sonra birbirine yapışarak büyüme eğilimi gösterdiğinden dolayı optimum alaşımlama süresi 4 saat olarak tespit edilmiştir. Mekanik alaşımlama sırasında yağlayıcı yok iken toz tanelerinin pulsulaşma olmadan kırılmalık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu kırılan tozların da daha sonra birleşerek çeşitli şekil ve boyutlarda yapılar oluşturduğu görülmüştür. Mekanik alaşımlama öncesi elementlerin görüntüsü Görsel 1’de, alaşımlama sonrası görüntümler Görsel 2.’de verilmiştir. Mekanik alaşımlama süresi değişikçe tane boyutlarındaki değişim gözlenmiştir. Tozlar elektron tarama mikroskopunda incelendikten sonra 625 MPa basınç ve 320 °C’de sıcak presleme işlemine tabi tutulmuştur. Sinterleme işlemi de 320 °C sıcaklıkta gerçekleştirilmiş ve Sem ve EDS analizleri yapılmıştır. Alaşım analizinde Al oranının yüzde olarak Cu’dan fazla olduğu görülmüştür. Bu durumun bazı tozların öğütücü cihaz hazne duvarlarına yapışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Al ve Zn üzerinde oksitlenmeler tespit edilmiştir. Bütün alaşımların yoğunluğu presleme sonrası yoğunluk değeri Sinterleme sonrasına göre yüksek çıkmıştır. Bunun nedeninin sıcaklıkla birlikte alaşımların boyutlarında görülen hacim büyümesi olarak düşünülmektedir [7].



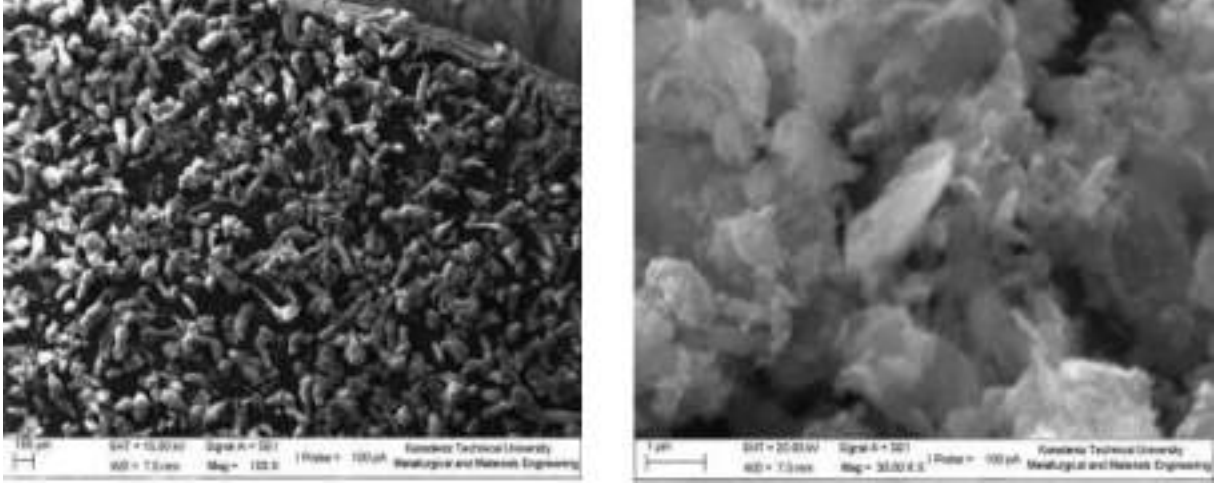
Görsel 1. Alaşımlama öncesi Zn, Al ve Cu toz görüntüleri [7]



Görsel 2. Alaşımlama sonrası ZA tozlarının görüntüleri [7]

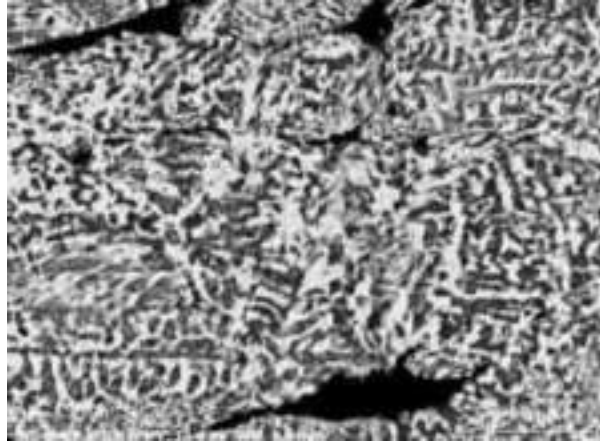
Yalçın ve Çanakçı'nın yapmış olduğu çalışmada ZA-27 matris alaşımı ile grafen nanolevha toz metalurjisi yöntemi ile birleştirilerek nanokompozit malzeme üretilmiştir. Grafen mekanik, termal elektriksel özelliklerinden dolayı dikkat çeken bir üründür. İçerik olarak nanolevha takviyesi %0, %1, %2 ve %3 olarak toz karışımı yapılmıştır. Karışımlar bilyeli öğütücü yardımı ile mekanik alaşımlama işlemine tabi tutulmuştur. Ardından 435 °C'de 500MPa ile sıkıştırılmışlardır. Sıkıştırma işlemi 3 saat boyunca sıcak presleme yöntemi ile yapılmıştır. Çalışmada üretilen ürünlerin iç yapısı ve korozyon davranışı araştırılmıştır. Görsel 3'te görüldüğü gibi mekanik alaşımlama öncesi ZA-27 tozu düzensiz ve ligament şeklindedir. Grafen tozları ise levha şeklinde gözükmemektedir [8].





**Görsel 3. Mekanik alaşımlama öncesi ZA-27 ve grafen toz görüntüleri [8]**

Mekanik alaşımlama işlemi 400 dev/dak ile 15 dakika süresince gerçekleştirilmiştir. Kompozit malzemelerde bileşenlerin homojen şekilde dağılımı büyük önem arz etmektedir. Görsel 4'te de gözüktüğü gibi bazı alanlarda yığılma olmuş olsa da genel olarak homojen bir dağılım gözükmektedir.

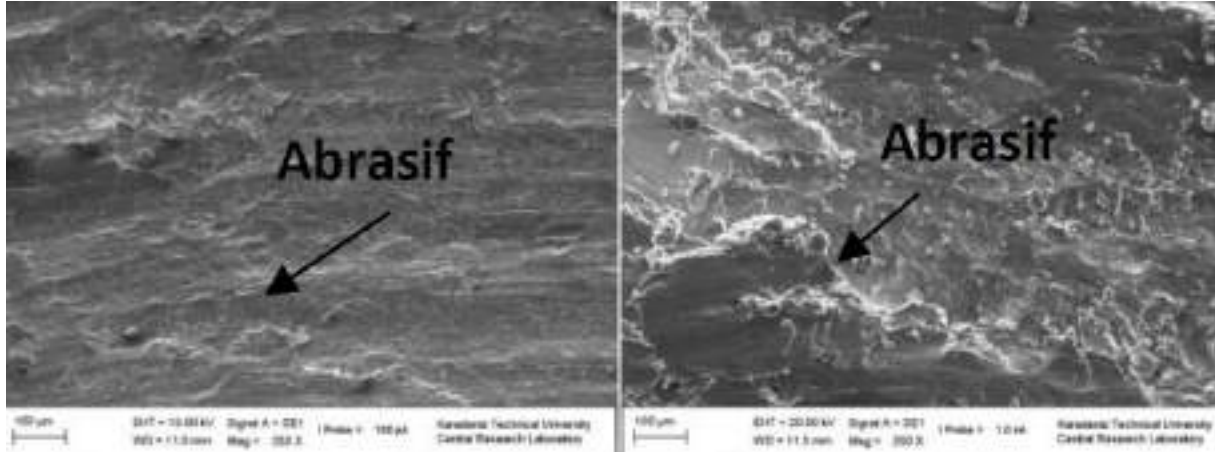


**Görsel 4. ZA-27 %3 grafen nano levha kompozitin SEM görüntüsü [8]**

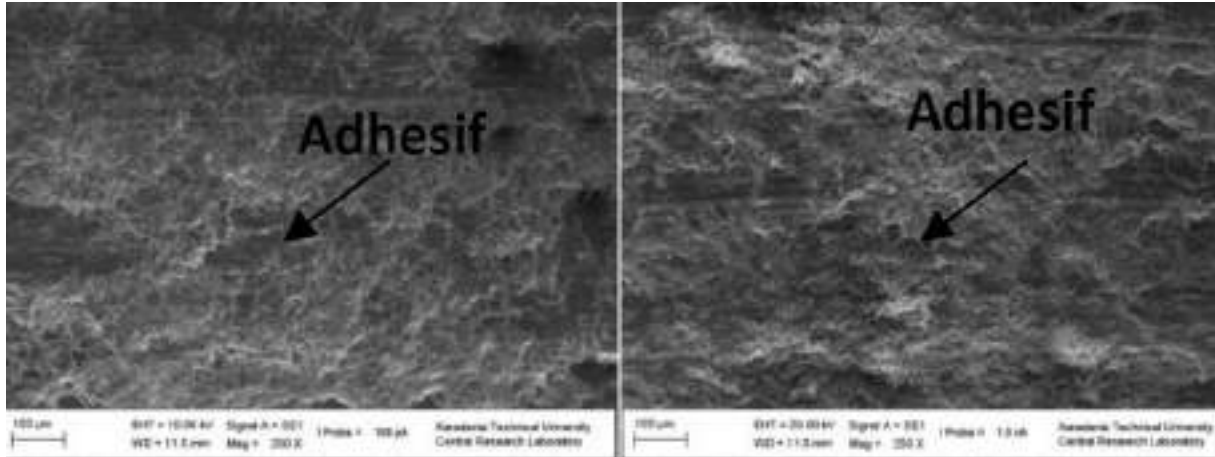
Çalışmanın genel sonuçları olarak bakıldığında, ZA-27 nanokompozitinin başarı ile üretildiği, kompozit içerisindeki grafen dağılımının homojen olduğu ve grafen nanolevha miktarının artışı ile korozyon miktarında azalma meydana geldiği görülmüştür [8].

Yalçın ve Çanakçının yapmış olduğu bir diğer çalışmada ise çinko alüminyum alaşımlarından olan ZA-40 alaşımının silisyum karbür ile alaşımlama ile ilgili araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırma kapsamında toz metalurjisi yöntemi ile ZA-40 ve SiC kompozit üretimi yapılmıştır. ZA-40 içerisine çeşitli oranlarda (%0-0,5-1-1,5-2) SiC katkısı eklenmiştir. Mekanik alaşımlama süresi 2 saat olarak seçilmiştir. Sıkıştırma da sıcak presleme yöntemi seçilmiştir. Presleme 600 MPa ve 500 °C ile yapılmıştır. Elde edilen numuneler aşınma deney düzeneğine alınarak 100 metre yol aldırılmıştır. 2 farklı yükün (10N ve 20N) kullanıldığı çalışmada numunelerin aşınma dayanımı ağırlık kaybı ve sürtünme katsayısı hesaplanmıştır. Bunlarla birlikte numunelerin

SEM görüntüleri değerlendirilmiştir. Elde edilen numunelerde SiC katkı miktarının artması ile birlikte porozite miktarının artışı, sertliğin ise azalışı gözlemlenmiştir. Numunelerin aşınma davranışları ise her iki yükte de katkısız halinden daha az olmuştur. Burada SiC'nin yağlayıcılık özelliğinin buna neden olduğu düşünülmüştür. Ürünlerin aşınma davranışlarında ise SiC miktarının artışı ile aşınma mekanizması Görsel 5 ve Görsel 6'da gösterildiği gibi abrasiften adhesife doğru değişmiştir [9].



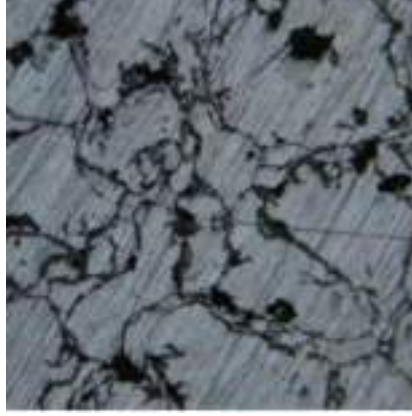
Görsel 5. Aşınma yüzeyleri SEM görüntüsü (SiC %0) [9]



Görsel 6. Aşınma yüzeyleri SEM görüntüsü (SiC %2) [9]

Çalışma neticesinde, SiC katkısı ile ZA-40'nin mekanik alaşımlama süresi için ideal sürenin 2 saat olduğu görülmüştür. SiC miktarının artışı ile gözeneklilik artmış bununla birlikte sertlik azalmıştır. Aşınmalarda yükün artışı ile ağırlık azalması artmıştır [9].

Azizi ve Haghigi'nin araştırmasında çinko-alüminyum alaşımlarından olan kendi kendine yağlama, ses sönmüleme gibi özellikleri ile ön plana çıkan zamak-2 alaşımı incelenmiştir. Bu çalışmada toz metalurjisi ile üretilen zamak-2'nin mekanik özelliklerinden incelenmiştir. Üretilen tozlar 500, 400 ve 350 MPa basınç ile preslenmiştir. Ardından 375, 260 ve 160 °C'de Sinterleme işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen numunelerin sertlik, gerilme, yoğunluk gibi özellikleri değerlendirilmiştir [10].



**Görsel 7. 500 MPa basınç ile preslenmiş numune SEM görüntüsü x50 büyütme [10]**

Görsel 7.'de 500 MPa presleme ile elde edilen numunenin SEM görüntüsü paylaşılmıştır. En yüksek yoğunluğa sahip olan numune 500 MPa basınç ve 375 °C sıcaklıkta sinterlenen numuneye aittir. Yine aynı şekilde en yüksek sertlik 101 Brinell ile bu numune de görülmüştür. Döküm şeklinde zamak-2'nin sertliğinin 85 HB olduğu düşünülünce bu değer %19 fazla olduğu görülmektedir. Sinterleme sıcaklığının artışının sertlik artışına çok güçlü bir etkisi olmamıştır [10].

### 3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çalışmalar neticesinde mekanik alaşımlama yönteminde optimum sürenin metal matris kompozit malzemenin içerisinde bulunan alaşım elementlerine göre değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Aytaç ve Güral'ın yapmış olduğu çalışmada ZA-8, ZA-12 ve ZA-27 tozlarının mekanik alaşımlaması için optimum sürenin 4 saat olduğu belirtilmiştir. Yalçın ve Çanakçı'nın yapmış olduğu çalışma da ZA-27 ile grafenin mekanik alaşımlama süresinin 15 dakika olması yeterli olduğu kanaat edilmiştir. Aynı yazarların bir başka çalışmasında ise ZA-40 ile SiC tozları karıştırılmış burada ise ideal alaşımlama süresi 2 saat olarak tespit etmişlerdir. Alaşımlama süresinin belirli bir süreden sonra parçacıkların birbirine yapışarak büyüme eğilimi göstermesinden dolayı üst sınıra sahip olduğu anlaşılmıştır. Farklı zamak alaşımlarında yapılan çalışmalardan anlaşılacağı üzere alaşımlandırma süresinde farklılıklar tespit edilmiştir.

Çinko alüminyum alaşımlarının içerisine katılan nanografen levhaların homojen bir dağılım göstermiştir. Sırası ile nanolevha takviyesi %0, %1, %2 ve %3 olarak eklenen nanografen levha miktarı arttıkça korozyon direncinde artış görüldüğü belirtilmiştir.

ZA-40 alaşımlarının içerisine eklenen SiC (%0-0,5-1-1,5-2) ile aşınma direncinin ve gözeneklilik miktarının arttığı görülmüştür. En düşük sertlik değeri %2 SiC takviyesinde 87 HB olarak görüldüğü belirtilmiştir. En yüksek sertlik %0'da 127 HB olarak ölçmüştür. SiC takviye oranının artışı ile gözeneklilik miktarının artması sebebiyle sertlik değerinde azalma olduğu düşünülmektedir.

Azizi ve Haghigi'nin araştırmasında çinko alüminyum tozlarının sıkıştırma basınçlarının artışı ile sertlikleri de artmıştır. 500 MPa basınç ve 375 °C'de 101HB ölçülerek, sertliğin %19 arttığı



görülmektedir. Bu çalışma da Sinterleme sıcaklığının artışı ile sertlikte belirgin bir artış neden olmazken, sıkıştırma basıncının artışı ile sertlik değerlerinde arttığını belirtmiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Cambroner, L.E.G, Sanchez, E., Roman, J.M.R. and Prieto, J.M.R. (2003). Mechanical Characterisation of AA7015 Aluminium Alloy with Ceramics. *J. Mater. Proces Techno*, 143, 378-383.
- [2] Suryanarayana, C. (2001). Mechanical Alloying and Milling, *Progressing. in Mater Sci.*, 46, 1-184.
- [3] Thummler, F. And Oberacker, R. (1994). *Introduction to Powder metallurgy*, The Institute of Materials, London, UK, 1-10.
- [4] Tarralba, M., Velasco, F., Costa, C.E., Vergara, I. And Caceresa, D. (2002). Mechanical Behaviour of the Interphase Between Matrix and Reinforcement of Al2014 Matrix Composites with (Ni3Al). *Composites:Part A-33*, 427-434.
- [5] Sankar, R. And Singh, P. (1998). Synthesis of 7075 Al/SiC Particulate Composite Powders by Mechanical Alloying. *Metaterials Letters*, 36, 201-205.
- [6] Sudha, G.T., Stalin, M., Ravichandran, M., Balasubramaian, M. (2020). Mechanical Properties, Chracterization and Wear Behavior of Powder Metallurgy. *Composites-a review, Materials TodayProceedings, Vol., 22*, 2582-1596.
- [7] Ataç, A. M., ve Güral, A. (2013). Çinko-Alüminyum (ZA) Alaşımalarının Mekanik Alaşımlama Yöntemiyle Üretilabilirliği Üzerine Bir Çalışma. *Politeknik Dergisi*, 16,4, 147-154.
- [8] Yalçın, E.D., ve Çanakçı, A. (2018). Toz Metalurjisi Yöntemiyle Üretilen ZA27/Grafen Nanokompozitlerin Korozyon Davranışı. *Technological Applied Sciences*, 13,2, 157-164.
- [9] Yalçın, E.D. ve Çanakçı, A. (2022). Silisyum Karbür (SiC) ile Güçlendirilmiş Çinko-Alüminyum (ZA40) Alaşımının Aşınma Parametrelerinin İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22,1, 207-213.
- [10] Azizi, A., and Haghighi, G.G. (2015). Fabrication of Zamak-2 Alloys by Powder Metallurgy Process. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 77, 2059-2065.

## MALZEME TEST MAKİNALARI İÇİN VİDALI MİL TAHRİK SİSTEMİ İLE KONTROL EDİLEN BİR HİDROLİK KUVVET ARTIRICI GELİŞTİRİLMESİ

**Prof. Dr. İlhami YİĞİT**

Yozgat Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi  
Makina Mühendisliği Bölümü, ORCID ID: 0000-0002-3838-4770

### ÖZET

Malzeme test makinalarının bir kısmında standartlara göre sanki-statik olması istenilen deneyler yüksek kuvvetler uygulanarak çok düşük hızlarda ve sehimlerde gerçekleştirilmektedir. Yüksek kuvvetleri doğrudan uygulamanın en pratik şekli ise hidrolik güç ünitesi, servovalf ve hidrolik silindir kullanan elektrohidrolik servo kontrol sistemleridir. Hidrolik güç ünitesi kullanmanın eksileri, yer kaplaması, maliyetli oluşu, bakım gerektirmesi ve özellikle yüksek ses düzeyine sahip oluşur. Servovalfin eksi özelliği ise sistemin en pahalı elemanı olmasıdır. Anılan elemanların maliyetinin özellikle masaüstü veya orta büyüklükteki makinaların toplam maliyeti içerisindeki oranı önemli düzeydedir. Yüksek çevrim oranlarında hareket aktarma sistemi gerektirdiğinden, fazla yer kapladığından ve numune üzerine öteleme hareketi uygulama zorluğu açısından, yüksek kuvvet gereken deneylerde mekanik tahrik sisteminin tercih edilmediği bilinmektedir. Yüksek kuvvetlerde, sanki-statik hızlarda ve düşük sehimlerde çalışan makinaların bu özelliğinden artı yönde yararlanılarak, yenilikçi bir yaklaşımla, hidrolik güç ünitesi ve servovalf kullanımını ortadan kaldıran, sessiz ve düşük maliyetli, bir vidalı mil tahrikli hidrolik kuvvet artırıcı sistem geliştirilmiştir. Hidrolik kuvvet artırma prensibinin vidalı mil konum kontrolü ile entegre edilen bu şekli başlı başına yenilikçi bir durum olup benzer alanlara uygulanabilme potansiyeli de taşımaktadır. Bu bildiride, önerilen sistemin tasarımı, modellenmesi ve karşılaşılabilecek riskler ele alınmakta, ileriki çalışmalar için önerilerde bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Malzeme test makinaları, hidrolik kuvvet artırıcı, vidalı mil tahrik sistemi, hassas servo kontrol, sistem modelleme

## DEVELOPMENT OF A HYDRAULIC FORCE MULTIPLIER CONTROLLED BY A LEAD SCREW DRIVE SYSTEM FOR MATERIAL TESTING MACHINES

**Prof. Dr. İlhami YİĞİT**

Yozgat Bozok University, Faculty of Engineering and Architecture  
Department of Mechanical Engineering, ORCID ID: 0000-0002-3838-4770

### ABSTRACT

In some of the material testing machines, tests that are required to be quasi-static according to standards are carried out at very low speeds and deflections by applying high forces. The most

practical way to directly apply high forces is electrohydraulic servo control systems that use hydraulic power units, servo valves and hydraulic cylinders. The disadvantages of using a hydraulic power unit are that it takes up space, is costly, requires maintenance and especially has a high noise level. The disadvantage of the servovalve is that it is the most expensive element of the system. The ratio of the cost of these elements to the total cost of bench type or medium-sized machines is also significant. It is known that the mechanical drive system is not preferred in tests requiring high force, as it requires a motion transmission system at high gear ratios, takes up a lot of space, and is difficult to apply translational motion on the specimen. By taking advantage of this feature of machines operating at high forces, quasi-static speeds and low deflections, a silent and low-cost lead screw driven hydraulic force multiplier system has been developed with an innovative approach, eliminating the use of hydraulic power units and servo valves. This version of the hydraulic force increasing principle, integrated with lead screw position control, is innovative in itself and has the potential to be applied to similar areas. In this paper, the design, modeling and possible risks of the proposed system are discussed and suggestions are made for further studies.

**Keywords:** Material testing machines, hydraulic force multiplier, ball screw drive system, precision servo control, system modeling

## 1. GİRİŞ

Çok yüksek kuvvetlerin gerektirdiği yerlerde olduğu gibi, malzeme deney makinalarında da doğrudan hidrolik tahrikli olarak tasarım tercih edilmekte, böylece ara hareket aktarım elemanlarındaki verim ve hassasiyet kaybı, ilave hacim ve maliyet, vb. dezavantajlardan kaçınılmaktadır. Yüksek kuvvetleri doğrudan uygulamanın en pratik şekli ise hidrolik güç ünitesi, servovalf ve hidrolik silindir kullanan elektrohidrolik servo kontrol sistemleridir.

Malzeme test makinalarının bir kısmında standartlara göre sanki-statik olması istenilen deneyler yüksek kuvvetler uygulanarak çok düşük hızlarda ve sehimlerde gerçekleşmektedir. Hidrolik güç ünitesi kullanmanın eksileri, yer kaplaması, maliyetli oluşu, bakım gerektirmesi ve özellikle yüksek ses düzeyine sahip oluşur. Servovalfin eksi özelliği ise sistemin en pahalı elemanı olmasıdır. Anılan elemanların maliyetinin özellikle masaüstü veya orta büyüklükteki makinaların toplam maliyeti içerisindeki oranı önemli düzeydedir[1-11].

Yüksek çevrim oranlarında hareket aktarma sistemi gerektirdiğinden, fazla yer kapladığından ve numune üzerine öteleme hareketi uygulama zorluğu açısından, yüksek kuvvet gereken deney makinalarında mekanik tahrik sisteminin tercih edilmediği bilinmektedir.

Yüksek kuvvetlerde, sanki-statik hızlarda ve düşük sehimlerde çalışan makinaların bu özelliğinden artı yönde yararlanılarak, yenilikçi bir yaklaşımla, hidrolik güç ünitesi ve servovalf kullanımını ortadan kaldıran, sessiz ve düşük maliyetli, bir vidalı mil tahrikli hidrolik kuvvet artırıcı sistem geliştirilmiştir. Hidrolik kuvvet artırma prensibinin vidalı mil konum kontrolü ile entegre edilen bu şekli başlı başına yenilikçi bir durum olup benzer alanlara uygulanabilme potansiyeli de taşımaktadır.

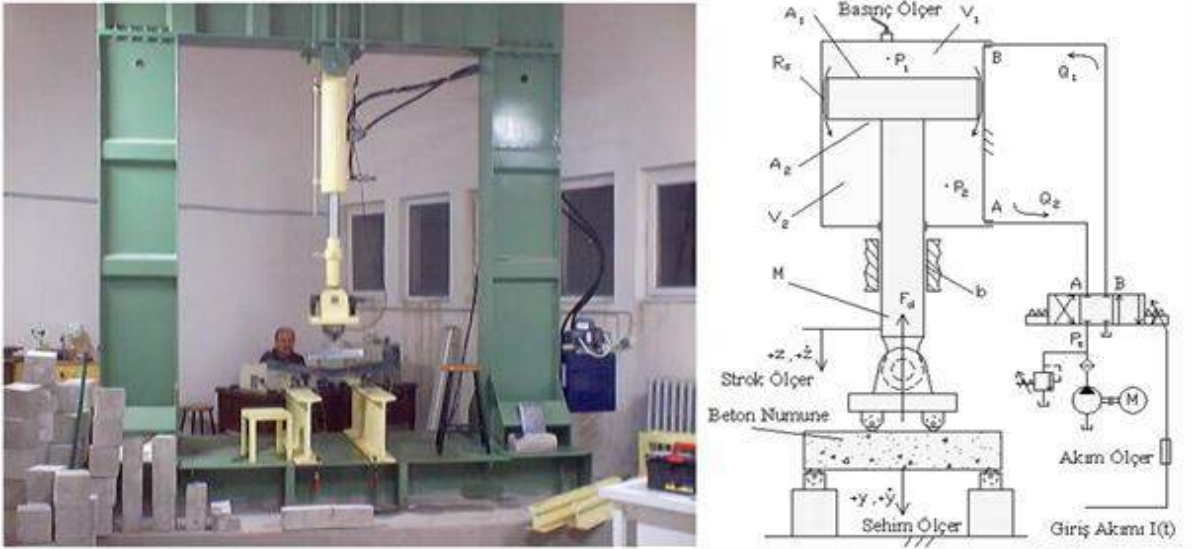
Bu bildiriye, önerilen sistemin tasarımı, modellenmesi ve karşılaşılabilecek riskler ele alınmakta, ileriki çalışmalar için önerilerde bulunmaktadır.

## 2. MALZEME TEST MAKİNALARI

Malzemelerin mekanik testlerini yapmak için tasarımılanan elektrohidrolik tahrikli makinalar aşağıdaki ana kısımlardan oluşmaktadır [6].

- Makina ana gövdesi (*kuvveti hapseden, zeminden izole eden kısım*)
- Test aparatları (*testin gerçekleştiği numune ile tahrik elemanı etkileşim kısmı*)
- Hidrolik silindir (*gerekli test kuvvetini sağlayan hidrolik tahrik elemanı*)
- Hidrolik servovalf** (*en önemli akışkan gücünü kontrol elemanı*)
- Hidrolik güç ünitesi** (*yağa depoluk eden, soğutan, kirliliğini bıraktığı kısım*)
- Kontrol bilgisayarı (*yazılımının koşturulduğu, verilerinin kaydedildiği ortam*)
- Kontrol yazılımı (*görsel yazılım, makine-insan arayüzü*)
- Elektronik arayüz (*veri toplama ve kontrol kartları, kontrol elektroniği*)
- Algılayıcılar (*kontrol değişkeni veya diğer gerekli değişkenleri ölçen sensörler*)

Görsel 1’de sanki-statik hızlarda (genelde en fazla 0.1 mm/dak) malzeme testlerini yapan makinalara en iyi örneklerden biri olan sehim hızı kontrollü elektrohidrolik tahrikli bir beton eğilme deney makinası ( flextural testing machine) görülmektedir [3].



**Görsel 1.** Beton eğilme deneyi makinası resimleri ve fiziksel modeli [Yiğit vd. 2005]  
(Yozgat Bozok Üniversitesi İnş Müh. Bl. Yapı Malzemeleri Lab.)

### 2.1. Hidrolik Silindir

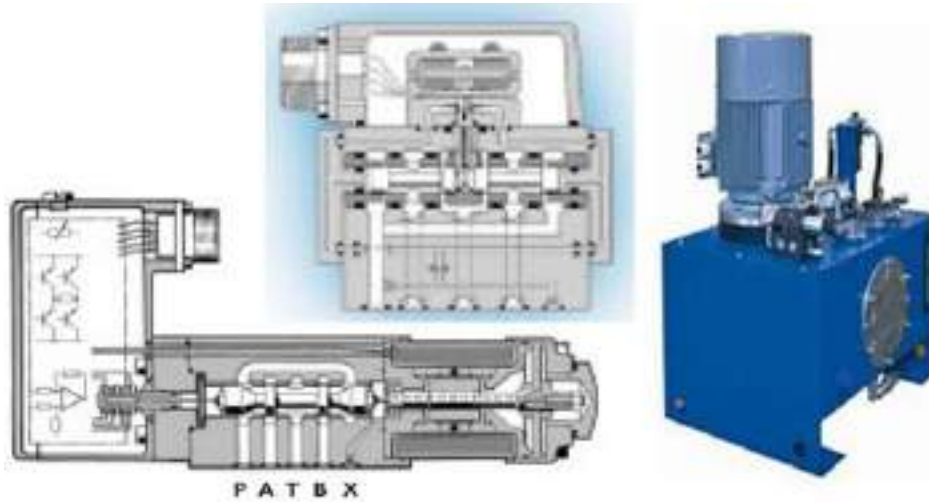
Akışkan enerjisini ötelemeli mekanik enerjiye dönüştürerek test için gerekli kuvveti sağlayan hidrolik tahrik elemanıdır. Hassasiyeti olumsuz etkileyebilecek önemli parametreler yağın

sıkıştırılabilirliği, silindirden iç veya dış sızıntı ve silindir gövdesi ile piston milindeki yay özelliğidir [2]; ayrıca mafsal bağlantılarındaki boşluklar da etkilidir. Yağın Bulk modülü haricinde, yağdaki hava kabarcıkları ve esneyen geometrik yapının da hesaba katıldığı efektif Bulk modülü değerinin yüksek tutulması gereklidir [1, 2]. Bunun için silindir gövdesinin basınç altında fiçilaşma davranışını ihmal edilecek düzeye indirebilecek ve aynı zamanda yağın köpürmesini engelleyecek konstrüktif tedbirler alınmalıdır. Basınç altındaki silindir içi yağ hacminin testler için yetecek kadar küçük olması önemlidir. Hortum veya boru içi hacimlerle birlikte basınca maruz yağ hacmi küçük, efektif Bulk modülü ise büyük tutularak akışkan kapasitans değeri en aza indirilmek suretiyle hassasiyet artırılmış olacaktır. Silindir piston arası çift yönlü keçe sistemi servo uygulamalar için önemlidir [5].

## 2.2. Hidrolik Servovalf

Basınçlı yağın yönünü ve debisini aynı anda ayarlayabilen en önemli akışkan gücü kontrol elemanlarıdır. Servovalfin gecikmesinin düşük, frekans bandının geniş ve anma debisinin azami test hızını karşılayacak kadar olması hassas kontroller için çok önemlidir [1, 2].

Görsel 2’de en çok kullanılan hidrolik servovalf yapıları (Moog Servovalves) görülmektedir. Sanki-statik deney makinalarında (alttaki) doğrudan tahrikli servovalflere göre daha yüksek frekanslı ve düşük anma debili olan (daha yüksek kontrol çözünürlüğü açısından) (üstteki) kanat-nozul türü servovalfler daha çok tercih edilmektedir.



**Görsel 2.** Hidrolik servovalf yapıları ve hidrolik güç ünitesi

## 2.3. Hidrolik güç ünitesi

Yağa depoluk eden, yağı soğutan, yağın kirliliğın bıraktığı kısımdır (Görsel 2). Hassasiyeti üç açıdan etkiler. Efektif Bulk modülünü yüksek tutabilmek için yağın köpürmesini ve içinde hava kabarcıkları oluşmasını engelleyecek şekilde bir rezervuar tasarımı gereklidir. Ayrıca, yağ iyi

soğutulmazsa yağlayıcılık özelliği zayıflar ve ısındığı için de viskozitesi azalır, incelir. Bu durumlar sürtünme davranışının bozulmasına ve sızıntının artmasına neden olur.

### 3. HİDROLİK KUVVET ARTIRICI SİSTEM TASARIMI

#### 3.1. Motivasyon

Malzeme test makinalarının bir kısmında standartlara göre sanki-statik olması istenilen deneyler yüksek kuvvetler uygulanarak çok düşük hızlarda ve sehimlerde gerçekleşmektedir. Hidrolik güç ünitesi kullanmanın eksileri, yer kaplaması, maliyetli oluşu, bakım gerektirmesi ve özellikle yüksek ses düzeyine sahip oluşur. Servovalfin eksi özelliği ise sistemin en pahalı elemanı olmasıdır. Anılan elemanların maliyetinin özellikle masaüstü veya orta büyüklükteki makinaların toplam maliyeti içerisindeki oranı önemli düzeydedir[1-11].

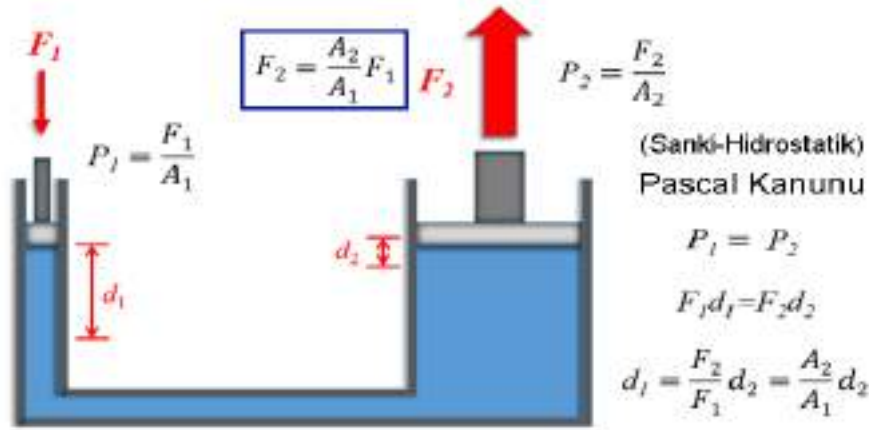
Açık kaynaklara göre, dünyada hidrolik kuvvet artırıcılar mevcuttur, hatta ticari olarak da bulunmaktadır. İki tür öne çıkan kuvvet artırıcıda da silindire entegre edilmiş maliyetli, kapalı çevrim çalışan, hızlı aç/kapa valflerle debisi kontrol edilen, çekvalf yapıları ile desteklenmiş hız kontrollü hidrolik pompalı sistemlerdir. Masaüstü veya orta ölçekteki sanki-statik hızlarda ve düşük sehimlerde çalışan makinalarda çözümlülük olarak uygun gözükmemektedir.

Anılan olumsuzluklar tam tersine motivasyon kaynağı olmuş, yüksek kuvvetlerde, sanki-statik hızlarda ve düşük sehimlerde çalışan makinaların bu özelliğinden artı yönde yararlanılarak, yenilikçi bir yaklaşımla, **hidrolik güç ünitesi** ve **servovalf** kullanımını ortadan kaldıracak, sessiz ve düşük maliyetli, bir vidalı mil tahrikli hidrolik kuvvet artırıcı sistem geliştirilmiştir. Hidrolik kuvvet artırma prensibinin vidalı mil konum kontrolü ile entegre edilen bu şekli başlı başına yenilikçi bir durum olup benzer alanlara uygulanabilme potansiyeli de taşımaktadır.

#### 3.2. Hidrolik kuvvet artırma prensibi

Mühendislik dünyada çok çeşitli kuvvet artırıcı mekanizmalar veya sistemler bulunmaktadır. Hidrolik sistemlerde kuvvet artırıcı olarak krikolardan, servislerde araba kaldırıncılara kadar en çok tercih edilen çokça bilinen düzenek ve artırma prensibi Görsel 3’de verilmektedir.

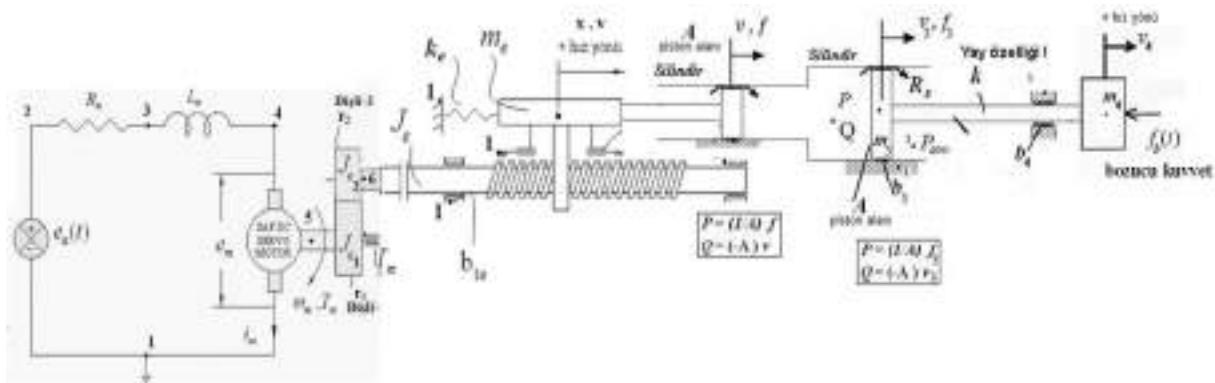




Görsel 3. Hidrolik kuvvet artırma prensibi

### 3.3. Vidalı Mil Tahrikli Hidrolik Kuvvet Artırıcının Tasarımı ve Fiziksel Modeli

Görsel 3’deki  $F_1$  giriş kuvveti neden bir tahrik sistemi ile verilmesin? Yakın zamanlara kadar yüksek maliyetli olan servomotor kontrollü vidalı milli tahrik sistemleri çok yaygın ve karşılaştırmalı olarak çok daha uygun fiyatlara rahatça bulunabilir olduğundan en iyi alternatif olarak değerlendirilebilir. Giriş pistonunun konum ve hızını kontrol ederek çıkış pistonunun konum ve hızı kontrol edilebilir. Böyle bir durumda, iki tür vidalı mil tahrik sistemi alternatif olarak öne çıkmaktadır. İlki, servomotor kontrollü dişli kutulu ve vidalı milli “lineer tahrik elemanları”, ikincisi ise dişli kutulu dc motor bağlanarak kullanılabilir hazır tablalı vidalı milli lineer yataklama sistemidir. Her ikisinin durumu da uygun olabilir, ancak detaylı değerlendirmeleri gerektirir. Ancak oluşturulacak sistem modeli olarak her ikisi de benzerdir. Böylece önerilen hidrolik kuvvet artırıcının fiziksel modeli Görsel 4’de verilmektedir.



Görsel 4. Önerilen hidrolik kuvvet artırıcının fiziksel modeli (Özgün Tasarım)

## 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Önerilen tasarımın uygulanmasında dikkat edilmesi gereken önemli hususlar ise şunlardır. a) İki silindir arasındaki ortak hacimde her iki silindir-piston arası hidrolik sızıntı ile yağ



eksilmesidir. Telafi için dinamik davranışı önemli düzeyde etkilemeyecek bir hidrolik akümülatör eklenebilir. b) Dişli kutulu vidalı mil tahrik sistemindeki diş boşlukları önem oluşturabilir veya zamanla önemli düzeye gelebilir. Tedbiri ise başlangıçta malzemesi kaliteli ve diş boşluğu az sistem seçilebilir. c) Vidalı milin her iki ucundaki rulmanlara gereğinden fazla aksenal kuvvet gelmesi durumudur. Telafisi, yerine yakalı veya konik rulmanlar kullanmak olabilir.

Yüksek kuvvetlerde, sanki-statik hızlarda ve düşük sehimlerde çalışan makinaların bu özelliğinden artı yönde yararlanılarak, yenilikçi bir yaklaşımla, hidrolik güç ünitesi ve servovalf kullanımını ortadan kaldıran, sessiz ve düşük maliyetli, bir vidalı mil tahrikli hidrolik kuvvet artırıcı sistem geliştirilmiştir. Hidrolik kuvvet artırma prensibinin vidalı mil konum kontrolü ile entegre edilen bu şekli başlı başına yenilikçi bir durum olup benzer alanlara uygulanabilme potansiyeli de taşımaktadır.

### KAYNAKÇA

[1] Batu, U., Gürçan, M.B. ve Balkan, T., Hidrolik Servo Valflerin Dinamik Modelleri ve Performans Testleri. "III. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi", E/2003/342, 2003.

[2] Ercan, Y., Akışkan Gücü Kontrolü Teorisi. Gazi Üniversitesi Yayın No: 206, 1995, Ankara.

[3] Yiğit, İ., Köksal, F., Kılık R., 2005, "Beton Deneyleri İçin Bir Sehim Hızı Kontrollü Yükleme Çerçevesinin Geliştirilmesi", 12. National Machine Theory Symp. 9-11 June 2005, Kayseri.

[4] Yiğit, İ., Kılık R., "Bir Uzama Hızı Kontrollü Çekme Deneyi Makinasının Tasarımı, İmalatı ve Bilgisayar İle Kontrolü", 12. National Machine Theory Symp., 9-11 June 2005, Kayseri.

[5] Yiğit, İ., "500 tonluk deformasyon hızı kontrollü elektrohidrolik tahrikli bir beton basma deneyi makinasının tasarımı ", 14. Uluslararası Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, UMTIK 2010, 29 Temmuz-02 Eylül 2010, Güzelyurt, KKTC.

[6] Yiğit, İ., "Elektrohidrolik tahrikli malzeme test makinalarının tasarımı", Uluslararası BİLTEK Sempozyumu, 20-22 Aralık 2019, Ankara.

[7] Çelebi Hasan, **Yiğit, İ.**, Ercan, Yücel., ' A hydraulic fin actuation system used in guided missiles ', 6. Machine Theory Symposium, Sept.1993, KTU, Trabzon.

[8] Yiğit, İ., Ercan, Yücel., "Bir Toz Enjeksiyon Kalıplama Makinasının Enjeksiyon Hızı Kontrolü", 1. Ulusal Hidrolik ve Pnömatik Kongresi, 1999, İzmir.

[9] Yiğit, İ., "Beton kiriş deneyleri için geliştirilmiş bir eğilme deneyi test cihazının bilgisayar kontrollü hale getirilmesi ", 11. Ulusal Makine Teorisi Sempozyumu, 2003, G.Ü., Ankara.

[10] Yiğit, İ., Sarıtaş, S., Ercan, Y., “Toz Enjeksiyon kalıplama makinalarında enjeksiyon hızı ve kalıp içi basıncı kontrolünün teorik ve deneysel olarak incelenmesi”, 11. Ulusal Makine Teorisi Sempozyumu, 2003, G.Ü., Ankara.

[11] Yiğit, İ., Ercan Yücel., Sarıtaş S., “Cavity Pressure Control of Powder Injection Molding Machines“, Transactions of The Institute of Measurement and Control, , Vol.26, No.5, pp. 393-415, 2004, England.

## BİR VIDALI MİL TAHRİK SİSTEMİNİN ESP32 MİKROKONTROLÜ İLE TİTREŞİM BASTIRMALI KONUM KONTROLÜ

**Prof. Dr. İlhami YİĞİT**

Yozgat Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi  
Makina Mühendisliği Bölümü, ORCID ID: 0000-0002-3838-4770

### ÖZET

Dünyada hassas hareket kontrollerinde titreşim veya salınım önemli sorun teşkil etmektedir. Titreşim bastırmalı hareket kontrolü yöntemlerinin daha da geliştirilmesi gerekmektedir. Açık kaynaklara göre, endüstride çokça kullanılan vidalı mil tahrik sistemlerinin titreşim bastırmalı konum kontrolü konusunda yeterince çalışma olmadığı görülmüş ve sınırsız uygulama alanı olan bu konuda detaylı bir çalışma bilgisayarlı kontrol ile gerçekleştirilmiştir. Söz konusu çalışmada, doğru akım servomotor ile sürülen bir vidalı mil tahrik sistemi, tablasına rijit bağlı esnek bir Euler-Bernoulli ankastre çubuğunun titreşim bastırma kontrolü vasıtasıyla hassas bir şekilde kontrol edilmiştir. Bu çalışmada ise, birçok sabit veya gezici endüstriyel uygulamalar dikkate alınarak, aynı sistemin ESP32 mikrokontrolcü kullanılarak modelden bağımsız kayan kipli kontrol ile titreşim bastırmalı konum kontrolü gerçekleştirilmiştir. Uygulama açısından yenilikçi olan bu çalışmada, mikrokontrolcü ile kontrolün zorlukları ve sınırlamaları dikkate alınarak modelden bağımsız kayan kipli kontrol ile bilgisayarla kontroldekine benzer tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir. Mikrokontrolcü ile gerçekleştirilen titreşim bastırmalı konum kontrolü endüstride cnc tezgah, kreyn, konveyör, robot kontrolü gibi alanlarda sınırsız uygulama potansiyeline sahiptir. Bildiride, çalışma sırasında gözlemlenen önemli sonuç ve tespitler detaylı olarak verilmekte, ileriki çalışmalar için önerilerde bulunmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** ESP32 mikrokontrolcü, titreşim bastırmalı konum kontrolü, vidalı mil tahrik sistemi, modelden bağımsız kayan kipli kontrol

### POSITION CONTROL OF A LEAD SCREW DRIVE SYSTEM WITH VIBRATION SUPPRESSION USING AN ESP32 MICROCONTROLLER

#### ABSTRACT

Vibration or oscillation poses a significant problem in precise motion controls around the world. Motion control methods with vibration suppression need to be further developed. According to open literature, it was seen that there was not enough work on vibration suppression position control of lead/ball screw drive systems, which are widely used in the industry, and a detailed study on this subject, which has an unlimited application area, was carried out with computer control. In the study mentioned, a lead screw drive system driven by a direct current servomotor was precisely controlled by the vibration suppression control of a flexible Euler-Bernoulli beam

rigidly connected to its table. In this study, which is an expansion of the mentioned study, considering many stationary or mobile industrial applications, precise position control with vibration suppression was achieved with model free sliding mode control using an ESP32 microcontroller of the same system. In this study, which is innovative in terms of application, taking into account the difficulties and limitations of control with microcontrollers, satisfactory results similar to computer control were obtained with model free sliding mode control. Position control with vibration suppression performed with a microcontroller has unlimited application potential in similar areas, such as CNC machines, cranes, conveyors, robots in industry. In the paper, the important results and findings observed during the study are given in detail and suggestions are made for further studies.

**Keywords:** ESP32 microprocessor, position control with vibration suppression, lead screw drive system, model free sliding mode control.

## 1. GİRİŞ

Dünyada hassas hareket kontrollerinde titreşim veya salınım önemli sorun teşkil etmektedir. Özellikle yüksek hassasiyet gereken kontrollerde bu durum daha da önemli olmaktadır. Dolayısıyla hem konum hem de titreşim bastırma kontrolünün aynı anda gerçekleştirilebileceği, yani pasif veya aktif sönümlemeden farklı olarak yörünge izlerken titreşim bastırma yapabilecek kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir [1-15]. Her ikisini aynı anda sağlayabilecek kontrol sinyallerinin üretilerek yükseltip tahrik elemanlarına gönderilmesi gerekmektedir. Bu klasik sönümleme durumlarından çok daha zordur. Çünkü bir kontrol sinyali ile iki kontrol değişkeni aynı anda kontrol edilmek zorundadır. Bu tür sistemler aynı ters sarkaç sistemleri gibi “eksik tahrikli sistemler” (underactuated systems) sınıfına girer [16].

Açık kaynaklara göre, endüstride çokça kullanılan vidalı mil tahrik sistemlerinin titreşim bastırma konum kontrolü konusunda yeterince çalışma olmadığı görülmüş ve sınırsız uygulama alanı olan bu konuda detaylı bir çalışma bilgisayarlı kontrol ile gerçekleştirilmiştir. Söz konusu çalışmada, doğru akım servomotor ile sürülen bir vidalı mil tahrik sistemi, tablasına rijit bağlı esnek bir Euler-Bernoulli ankastre çubuğunun titreşim bastırma kontrolü vasıtasıyla hassas bir şekilde kontrol edilmiştir [18].

Bu çalışmada ise, birçok sabit veya gezici endüstriyel uygulamalar dikkate alınarak, aynı sistemin ESP32 mikrokontrolcü kullanılarak modelden bağımsız kayan kipli kontrol [17, 18] ile titreşim bastırma konum kontrolü gerçekleştirilmiştir. Bilgisayarlar en genel amaçlı mikroşemcili anakarta sahip sayısal elektronik sistemlerdir. Yazılımsal ve donanımsal olarak en esnek, genel ve geniş kontrol kolaylıkları sunar. Ancak birçok uygulamada fazla yer tutması ve ağırlık oluşturması, sistemin kendisine göre fazla maliyetli olması, işletim sisteminin kilitleme veya çökme ihtimalinin yüksek olması gibi eksileri barındırır [19]. Bu nedenle, günümüzde özellikle endüstriyel uygulamalarda mikroşemci kullanan veya doğrudan mikrokontrolcü kontrolcüler tercih edilmektedir. Mikroşemci kullanımında yan donanımlarla uğraşmak ve düşük seviye programlama dili kullanmanın yoruculuğu, mikrokontrolcülerin

kullanımı tahminlerin ötesinde artırmıştır. Ancak bunların da işlemci hızı, çözünürlük ve bellek olarak STM32, ESP32, vb. gibi profesyonel uygulamaya uygun olanlarını tercih etmek gerekir. Mikrokontrolcüler fiyat olarak da son derece cazip hale gelmiştir, gelmeye de devam etmektedir, ulaşılabilirliği kolaydır.

Uygulama açısından yenilikçi olan bu çalışmada, yüksek avantajlarından dolayı mikropontolcü kullanılmış olmakla birlikte mikrokontrolcü ile kontrolün zorlukları ve sınırlamaları dikkate alınarak modelden bağımsız kayan kipli kontrol ile bilgisayarla kontroldekine benzer tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir. Mikrokontrolcü ile gerçekleştirilen titreşim bastırılmalı konum kontrolü endüstride cnc tezgah, kreyn, konveyör, robot kontrolü gibi alanlarda sınırsız uygulama potansiyeline sahiptir.

Bildiride, öncelikle titreşim bastırılmalı konum kontrolünün ve kayan kipli kontrolün teorisinden bahsedilmektedir. Sonra mikrokontrolcü ve ESP32 mikrokontrolcü ile kontrol ele alınmakta, Arduino IDE derleyicisi ve geliştirilen “kapalı çevrim” kontrol yazılımı tanıtılmaktadır. Daha sonra deney düzeneği tanıtılmakta, sistemin modellenmesi ele alınmakta, kontrol değişkenleri ve sistem parametreleri açıkça belirtilmektedir. Peşinden uygulanan kontrol türleri ve yapıları verilmekte, kontrol sistemi tasarımından bahsedilmektedir. Deneysel çalışmalarda izlenen yol belirtilmekte, yapılan deneylerden elde edilen önemli sonuçlar sistem cevap eğrileri verilerek değerlendirilmekte ve çalışma sırasında bilgisayar ile kontrolden farklı olarak öne çıkıp da gözlemlenen önemli sonuç ve tespitler detaylı olarak verilmekte, ileriki çalışmalar için önerilerde bulunmaktadır.

## 2. SİSTEMİN MODELLENMESİ

### 2.1. Euler-Bernoulli Kirişi [18]

Euler-Bernoulli kiriş teorisi, kirişlerin yük taşıma ve sapma özelliklerini hesaplamanın bir yolunu sağlayan lineer elastiklik teorisinin basitleştirilmiş halidir. Euler-Bernoulli denklemi, kiriş saptması ile uygulanan yük arasındaki ilişkiyi tanımlar [9].

$$\frac{d^2}{dx^2} \left( EI \frac{d^2 \omega}{dx^2} \right) = q \quad (1)$$

$\omega(x)$  eğrisi, bir  $x$  konumunda kirişin  $z$  yönündeki saptmasını ifade eder.  $q$ , birim uzunluk başına bir kuvvettir.  $x$ ,  $\omega$  veya diğer değişkenlerin bir fonksiyonları olabilir.  $E$ , elastisite modülü ve  $I$  kiriş kesit alanının ikincil atalet momentidir.

### 2.2. Araba-Kiriş Sisteminin Modellenmesi [18]

Yatay yönde tek eksenli vidalı mil tahrik sistemi tablasına ankastre bağlı ucunda noktasal kütle bulunan esnek kirişin eğilme potansiyel enerjisi,

$$PE_{eğilme} = \frac{1}{2} \int_0^L EI \left( \frac{d^2w}{dy^2} \right)^2 dy \quad (2)$$

olarak ifade edilebilir[10]. Toplam kinetik enerji ise,

$$KE = \frac{1}{2} M \dot{x}^2 + \frac{1}{2} \int_0^L \rho_0 (\dot{x} + \dot{u})^2 dy + \frac{1}{2} m \delta(y - L) (\dot{x} + \dot{u})^2 \quad (3)$$

olarak yazılabilir. Burada gösterilmiş olan değerler ve tanımları şu şekildedir.

- M : Araba (alt tabla) kütlesi  
m : Kirişin ucunda bulunan cismin kütlesi  
 $\rho_0$  : Kirişin birim uzunluğu başına düşen kütle  
 $u(y,t)$  : t zamanında nötr eksen boyunca kirişin sabit ucundan ölçülen y mesafesinde kirişin yanal deformasyonu  
EI : Kirişin eğilme rijitliği  
 $\delta(y-L)$  : Dirac  $\delta$  fonksiyonu

Bulunan kinetik ve potansiyel enerjilerin yerlerine konulması ile Lagrangian  $L = \delta KE - \delta PE$  şu şekilde yazılabilir.

$$L = \frac{1}{2} M \dot{x}^2 + \frac{1}{2} \int_0^L \rho_0 (\dot{x} + \dot{u})^2 dy + \frac{1}{2} m \delta(y - L) (\dot{x} + \dot{u})^2 - \frac{1}{2} \int_0^L EI \left( \frac{d^2w}{dy^2} \right)^2 dy \quad (4)$$

Bir sonraki aşama olan Hamilton denkleminin kullanılması için gerekli iş ifadesi eklenerek

$$\int_{t(iik)}^{t(son)} \left( \frac{1}{2} M \dot{x}^2 + \frac{1}{2} \int_0^L \rho_0 (\dot{x} + \dot{u})^2 dy + \frac{1}{2} m \delta(y - L) (\dot{x} + \dot{u})^2 - \frac{1}{2} \int_0^L EI \left( \frac{d^2w}{dy^2} \right)^2 dy + \right) F(t) \alpha(t) dt = 0 \quad (5)$$

denkliği elde edilir [18]. Kinetik enerji ifadesi de yazılıp Lagrange eşitliği ve peşinden Hamilton denklemini yazılırsa, matematiksel işlemler sonucunda,

$$M\ddot{x} + \mu I \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) + \int_0^L (\rho_0 + m \delta(y - L)) (\ddot{x} + \ddot{u}) dy = F(t) \quad (6)$$

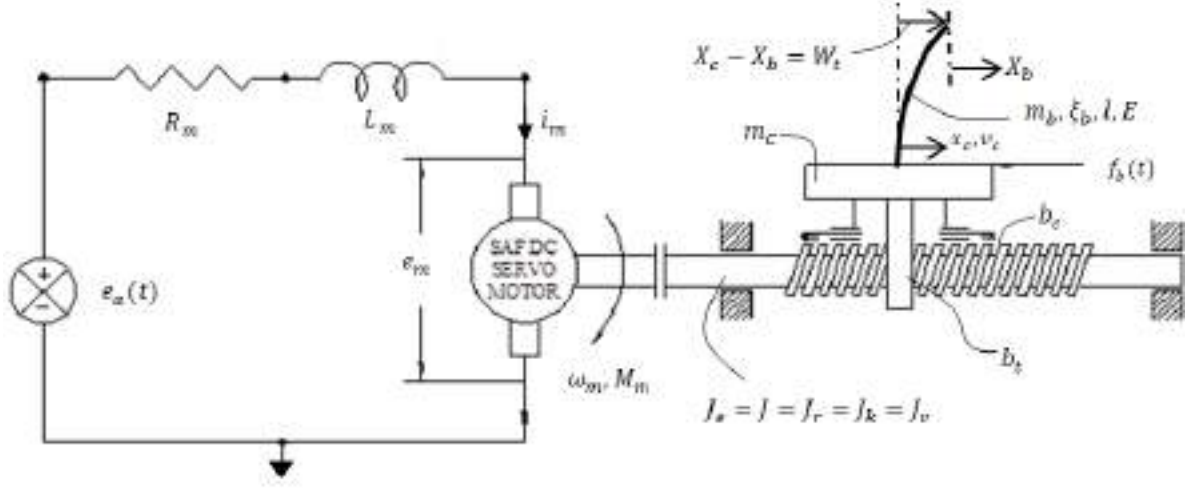
$$EI \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} + \mu I \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) + (\rho_0 + m \delta(y - L)) (\ddot{x} + \ddot{u}) = 0 \quad (7)$$

şeklinde viskoelastik kiriş ile arabanın davranış denklemleri elde edilmiş olur [18].

### 2.3. Vidalı Mil Tahrikli Araba-Kiriş Sisteminin Modeli [18]

Vidalı mil tahrikli araba-kiriş sisteminin durum denklemlerini elde etmek için kullanılacak olan fiziksel modeli Şekil 2’de verilmektedir.

Bir ucu rijit bağlı ankastre kirişin sadece yatay düzlemde titreşebileceği varsayıldığında elde edilen dinamik model,



Görsel 1. Vidalı mil tahrikli araba-kiriş sisteminin fiziksel modeli

$$m \frac{d^2 x_c}{dt^2} = f - f_c - \Gamma_c - \Gamma_{cp} \quad (8)$$

olup, buradaki  $x_c$  ifadesi alt kütlein konumunu,  $f_c$  ifadesi araba sürtünme kuvvetini,  $\Gamma_c$  ifadesi kiriş sürtünme kuvvetini,  $\Gamma_{cp}$  ifadesi esnek kiriş ile alt kütle arasındaki bağlantı kuvvetini ifade etmektedir. Esnek kirişlerle ilgili olarak, söz konusu özel dinamik koşullara bağlı olarak sonsuz titreşim modları sundukları bilinmektedir. Bunlar arasında, esnek eklemler için tek modlu titreşim modeli,

$$\Gamma_{cp} = \omega_n^2 (x_c - x_b) = \ddot{x}_b + 2\xi\omega_n \dot{x}_b \quad (9)$$

olup,  $\omega_n$  ifadesi titreşimin doğal frekansını,  $x_b$  ifadesi kirişin üst ucunun konumunu,  $\xi$  ifadesi sönüm katsayısını ifade etmektedir. Buradan, konum ve titreşim bastırma kontrolü için kullanılacak olan vidalı mil tahrikli araba-kiriş sisteminin yaklaşık modeli aşağıdaki durum denklemleri ile ifade edilmiş olur [18].

$$\dot{x}_1 = x_2 \quad (10)$$

$$\dot{x}_2 = \beta_1 x_1 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 \quad (11)$$

$$\dot{x}_3 = \alpha_1 x_1 + \alpha_3 x_3 + \frac{1}{L_m} u \quad (12)$$

$$\dot{x}_4 = x_5 \quad (13)$$

$$\dot{x}_5 = \omega_n^2 x_1 + (-\omega_n^2) x_4 + (-2\xi\omega_n) x_5 \quad (14)$$

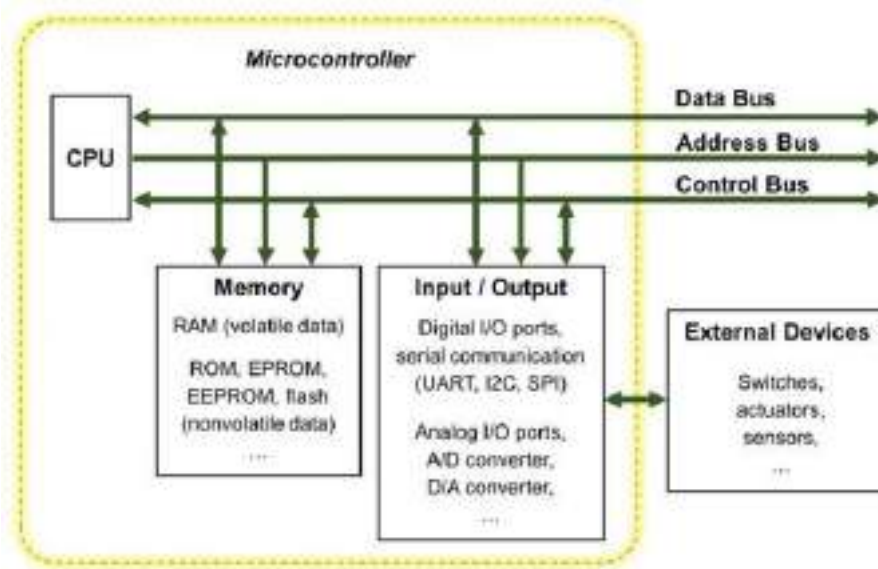


Burada,  $u=e_a(t)$  : motor kablo uçlarına uygulanan voltaj,  $x_1= x_c$  : arabanın konumu,  $x_3= i_{Lm}$  : servomotor bobin akımı ve  $x_5= x_b$  : girişin üst ucunun konumudur.

### 3. MİKROKONTROLCÜ İLE KONTROL

#### 3.1. Mikrokontrolcü ile Kontrol

Mikrokontrolcü bir bilgisayar türüdür. Bilgisayar genellikle masaüstü bilgisayar (kişisel bilgisayar; PC veya iş istasyonu), dizüstü bilgisayar veya sunucu olarak yapılandırılmış genel amaçlı bir cihaz olarak düşünülür. Endüstride ve günlük hayatımızda yaygın olarak kullanılan “görünmez” bilgisayar türü mikrokontrolcülerdir. Mikrokontrolcü, genellikle sınırlı hafıza ve işleme kapasitesine sahip tek bir entegre devre (IC) olarak oluşturulmuş minyatür bir bilgisayardır (Görsel 2). Karmaşık görevleri gerçekleştirmek için daha büyük sistemlere yerleştirilebilirler. Örneğin sıradan bir araba, mikrokontrolcüler etrafında inşa edilmiş 25 ila 40 elektronik kontrol ünitesine (ECU) sahip olabilir [20].



Görsel 2. Mikrokontrolcü mimarisi [20]

Bir mikrokontrolcü temel olarak merkezi işlem birimi (CPU), bellek birimleri ve giriş/çıkış (I/O) donanımından oluşur (Görsel 2). Farklı bileşenler birbirleriyle ve harici cihazlarla veri yolu adı verilen sinyal yolları aracılığıyla etkileşime girer. CPU'ya aynı zamanda mikroişlemci de denir. Birincil hesaplama ve sistem iç kontrolünden sorumlu olan mikro denetleyicinin beynidir. CPU'nun işlediği üç tür bilgi vardır: (1) hesaplanacak veya gönderilecek dijital değerler olan veriler; (2) hangi verilerin gerekli olduğunu, hangi hesaplamaların uygulanacağını ve sonuçların nerede saklanacağını gösteren talimatlar; ve (3) bir verinin veya talimatın nereden geldiğini veya nereye gönderildiğini gösteren adresler. CPU içindeki bir aritmetik mantık birimi (ALU), ikili basamak grupları veya "bitler" olarak yapılandırılmış veriler üzerinde

matematiksel işlevleri yürütür. Bir bitin değeri ya 0 ya da 1'dir. Bir mikrokontrolcü CPU'su aynı anda ne kadar çok bit işleyebilirse CPU o kadar hızlı hesaplayabilir. Mikrodenetleyici CPU'ları genellikle bir seferde 8, 16 veya 32 veya 64 bit veri işleyebilir [20].

### 3.2. ESP32 Mikrokontrolcü

WiFi ve Bluetooth özellikli ESP32 geliştirme kartı (Görsel 3 ve 4), internet bağlantılı uygulamalar geliştirmeyi kolaylaştıran güçlü WiFi ve Bluetooth özellikleri ile donatılmıştır. 30 pinli geliştirme kartı, yüksek performanslı çift çekirdekli işlemciye ve (4 MB) geniş bellek kapasitesine sahiptir. Ayrıca, geliştirme kartı, ESP32 modülünü devre tahtasıyla kullanma ve entegre USB-UART dönüştürücü (CP2102) ile kolay programlama imkanı sağlar.



Görsel 3. WiFi ve Bluetooth Özellikli ESP32 Mikrokontrolcü

Current – Receiving	80 mA,
Voltage – Supply	2,2 V ~ 3,6 V,
Current – Transmitting	80 mA,
A number of pins supported	30
Data Rate	54 Mbps,
Frequency	2,4 GHz,
Mounting Type	Surface Mount,
Operating Temperature	-40°C – 85°C,
Power – Output	16,5dBm,
Protocol	802.11b/g/n/d/e/i,
RF Family/Standard	WiFi,
Sensitivity	-98dBm,
Serial interfaces	I <sup>2</sup> C, I <sup>2</sup> S, SPI, UART,

Görsel 4. WiFi ve Bluetooth Özellikli ESP32 Mikrokontrolcü Özellikleri [22]

## 4. KONTROL SİSTEMİ TASARIMI

Hem konum hem de titreşim bastırma kontrolünü gerçekleştirilebilecek bir kontrol tasarımı yapılması gerekmektedir. Bir tahrik elemanı iki kontrol değişkeni sözkonusu olduğundan ters sarkaç sistemleri gibi eksik tahrikli (underactuated) bir sistemdir, aktif titreşim kontrolünden daha zordur. Böyle bir sistemin kontrolü önündeki en büyük zorluk tek sinyalle hem konum tarafını hem de giriş titreşim sönüm tarafını menun edebilecek eniyelenmiş bir kontrol sinyalini üretebilmektir. Sistemin kontrolünde klasik PID kontrol ve ileri bir kontrol tekniği olan modelden bağımsız kayan kipli kontrol (MF-SMC) kullanılmıştır [18].

### 4.1. PID Kontrol

Oransal+integral+türevsel kontrol (PID Kontrol), birçok alanda kullanılan en klasik, kullanımı nispeten basit ve birçok alanda tatmin edici olan bir kapalı çevrim kontrolcüdür. PID kontrol esas olarak P (Oransal), I (İntegral) ve D (Türevsel) olmak üzere üç parçadan meydana gelmektedir. Hata sinyali  $e(t)$  ile oluşturulan en yaygın klasik PID kontrol sinyali,  $K_p$  oransal,  $K_i$  integral ve  $T_d$  türevsel kazançlar olmak üzere aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$u = K_p \left( e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right) \quad (15)$$

## 4.2. Modelden Bağımsız Kayan Kipli Kontrol

Kayan kipli kontrol yöntemi (KKK) bozucuların ve belirsizliklerin sistem cevabına etkisini minimum seviyeye indirebilen, gittikçe yaygınlaşmakta ve geliştirilmekte olan etkili bir kontrolcü olarak kullanılmaktadır. Bu kontrolcü tasarımında birçok farklı yaklaşım olsa bile sistemi hata dinamiğine uygun oluşturulan bir  $s$  kayma yüzeyine ulaştıracak ve yüzeyde tutabilecek kontrol sinyali genel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir [15].

$$u = u_{sw} + u_{eq} \quad (16)$$

Burada  $u_{sw}$  anahtarlama,  $u_{eq}$  ise eşdeğer sinyal olarak isimlendirilir. Anahtarlama sinyali  $u_{sw}$  erişme fazında daha etkin olurken eşdeğer sinyal  $u_{eq}$  kayma fazında daha etkin bir role sahiptir.  $u_{eq}$  sinyali, bütün zorluklarına rağmen modelden elde edilmek zorundadır. Denklem (22) 'de  $u_{eq}$  eşdeğer kontrol sinyali kullanılmayıp, yüzeye çekme görevine ilaveten yüzeyde tutma görevi de  $u_{sw}$  anahtarlama kontrol sinyaline yüklenerek, uygun bir yumuşatma fonksiyonu olarak tecrübe edilmiş  $\tanh(\cdot)$  ile  $u$  kontrol sinyali aşağıdaki gibi ifade edilebilir. Böylece modelden bağımsız kayan kipli kontrol mantığı istenilen sistem cevabını verebilecek bir “ $s$  kayma yüzeyi” ile birlikte aşağıdaki gibi verilebilir.

$$u \approx u_{sw} = \begin{cases} u_{max} & ; \quad s > \delta \\ u_{max} \tanh(s/\delta) & ; \quad \delta > s > -\delta \\ -u_{max} & ; \quad -\delta > s \end{cases} \quad (17)$$

Böylelikle, yüzeyin  $\pm\delta$  yakın civarı dahilinde daha yumuşak ve sürekli bir sinyal, dışında ise süreksiz bir sinyal kullanılmış olur. Yani, kontrol, kayma yüzeyinin yakınlarında yüzeye paralel sınır tabakalar tanımlanıp sinyal bu sınırlar içerisinde yumuşatılarak gerçekleştirilebilir. Pratikte, genelde deneme-yanılma yöntemi ile belirlenen  $\delta$  sınır tabaka kalınlığı, tırlamayı azaltacak kadar büyük, ancak kayan kipli kontrolün gürbüzlüğü yok etmeyecek kadar küçük seçilmelidir[16,17].

$u=e_a(t)$  : motor kablo uçlarına uygulanan voltaj (kontrol sinyali),  $x_1= x_c$  : arabanın konumu (kontrol değişkeni 1),  $x_5= x_b$  : kirişin üst ucunun konumu (kontrol değişkeni 2) olmak üzere vidalı mil tahrikli araba-kiriş sisteminin konum ve titreşim bastırma kontrolü için

$$s = \dot{e} + \lambda e \quad (18)$$

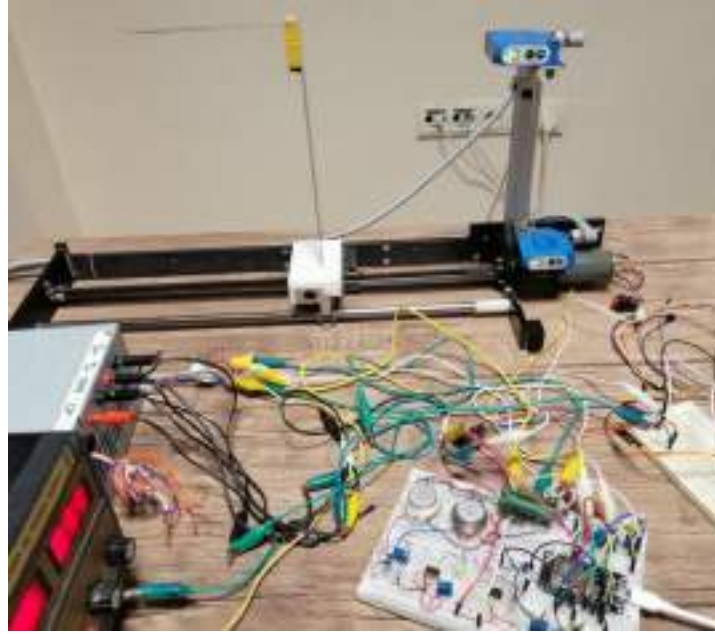
formunda konum hatasını ve kiriş üst uç noktasının yer değiştirmesini sıfıra götürecektir şekilde birinci mertebeden hata dinamiğine göre

$$s = s_1 + \alpha s_2 \quad (19)$$

gibi bileşik kayma yüzeyleri oluşturularak kayan kipli kontrol sinyali üretilebilir. Burada,  $\lambda$ , sabit kontrolcü kazancı,  $\alpha$  ağırlık çarpanıdır.

## 5. DENEY DÜZENEĞİ

Vidalı mil tahrikli araba-kiriş sisteminin konumve titreşim sönümlenme kontrolü yapılarak gerçek ortamında nasıl bir davranış göstereceğini görmek ve sistem cevaplarını elde edebilmek için Görsel 5’de gösterilen deney düzeneği kullanılmıştır.



**Görsel 5.** ESP32 ile vidalı mil tahrikli araba-kiriş sistemi deney düzeneği

(Yozgat Bozok Üniversitesi İleri Kontrol Sistemleri Laboratuvarı)

**Elektronik Arayüz:** ESP32 mikrokontrolcü ile birlikte 0-3.3 V kontrol sinyali  $\pm 10$  V ‘a yükselten voltaj yükseltici ve güç transistörlü motor sürücü devresinden oluşmaktadır. **DC Güç Kaynakları:** Deney düzeneğinde 0-30V 6A ayarlanabilir ve 5 V ve 12V verebilen DC güç kaynağı kullanılmıştır. **DC Servomotor:** Doğru akım (dc) servomotor, Maxon marka, yüksek frekans cevabına sahip bir dönüştürücüdür. **Lazerli Konum Ölçer:** Lazer konum ölçer, bir nesneye olan mesafeyi belirlemek için bir lazer ışını kullanan konum ölçerdir. Alt kısımda yeralan konum ölçer, kirişin bağlı olduğu tablanın vidalı tahrik sistemindeki yatay mesafesini ( $x_c$ ) ölçmek için kullanılmaktadır (80-300mm, 0-10V çıkış). Üst kısımda yer alan konum ölçer ise, kirişin uç kısmının konumunu ( $x_b$ ) ölçmek için kullanılmaktadır. **Esnek Kiriş:** Ankastr kirişi temsil etmek için, deney düzeneğinde bir ucu tablaya rijit bağlı boyutları ise 0.7x 26x205 mm, elastisite modülü ise 207 GPa olan çelik cetvel kullanılmıştır [18].

### **Kontrol Yazılımı:**

Arduino Birleşik Geliştirme Ortamı - veya Arduino Yazılımı (IDE) - kod yazmak için bir metin düzenleyici, bir mesaj alanı, bir metin konsolu, ortak işlevler için düğmelerin bulunduğu bir araç çubuğu ve bir dizi menü içerir. Programları yüklemek ve onlarla iletişim kurmak için Arduino donanımına bağlanır. Arduino IDE kullanılarak yazılan programlara eskizler (sketch) denir. Bu çizimler metin düzenleyicide yazılır ve .ino dosya uzantısıyla

kaydedilir. Düzenleyicide metin kesme/yapıştırma ve arama/değiştirme özellikleri bulunur. Mesaj alanı, kaydetme ve dışa aktarma sırasında geri bildirim sağlar ve ayrıca hataları görüntüler. Konsol, tam hata mesajları ve diğer bilgiler de dahil olmak üzere Arduino IDE metin çıktısını görüntüler. Pencerenin sağ üst köşesinde yapılandırılmış kart ve seri bağlantı noktası (plotter ve monitor) görüntülenir. Araç çubuğu düğmeleri programları doğrulamaya ve yüklemeye, çizimler oluşturmaya, açmaya ve kaydetmeye imkan sağlar [22].

## 6. DENEYSEL SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRİLMESİ

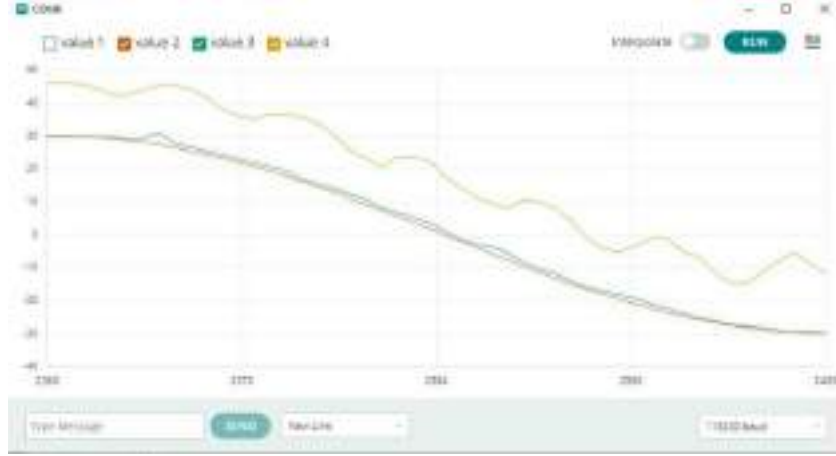
Deneylerde, PID kontrol ve model bağımsız kayan kipli kontrol (SMC) kullanılmış olup her birinde basamak ve sinüs referans girişler ile önce titreşim bastırmasız sonra da titreşim bastırılmalı (VSC) durum için cevap eğrileri elde edilmiştir. Ayrıca gürbüzlük testi için kontrol sırasında kirişe dışarıdan bozucu kuvvet uygulanarak sistem cevap eğrisi de elde edilmiştir. Sistemin basamak ve sinüs referans girişlere cevap eğrilerine örnekler PID kontrol için Görsel 6,7 ve 8’de, SMC için Görsel 9,10 ve 11’de verilmektedir. Grafiklerde, kırmızı, mav, ve sarı renkli eğriler sırasıyla  $x_{c,ref}$ ,  $x_{cf}$  ve  $x_b$  kontrol değişkenlerini temsil etmektedir.

Grafikler incelendiğinde, titreşim bastırılmalı konum kontrolü (VSC) ile çubuğun dolayısıyla tablanın titreşim genliğinin önemli derecede azaldığı görülmektedir. Ancak, eksik tahrikli sistemlerin doğası gereği, tabla konumunda bir miktar durağan hata artışına neden olmaktadır. Getirisi götürüsünden çok olacak şekilde VSC ‘nin oranını abartmadan kontrolcü ayarları yapmak gerekmektedir. Ayrıca, SMC ile PID kontrole göre hem hassasiyet hem de gürbüzlük açısından daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Mikrokontrolcü ile kontrolün zorluklarına ve sınırlamalarına rağmen modelden bağımsız kayan kipli kontrol ile bilgisayarla kontroldekine benzer tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir.

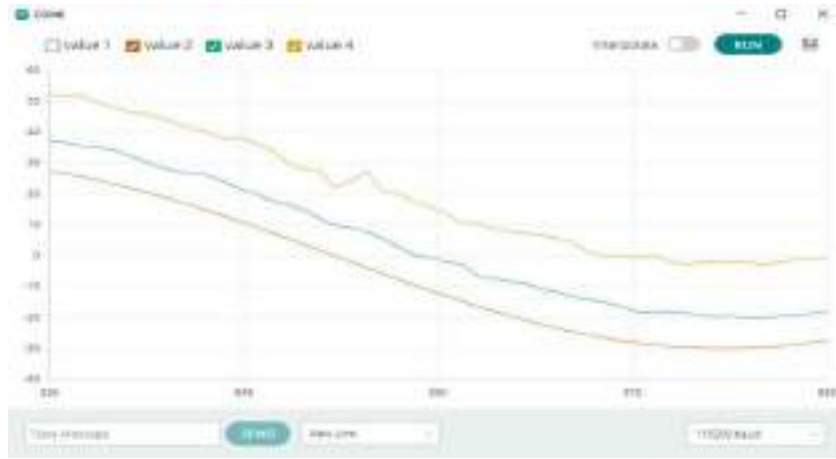


**Görsel 6.** Basamak referans giriş cevap eğrileri (PID, VSC yok)

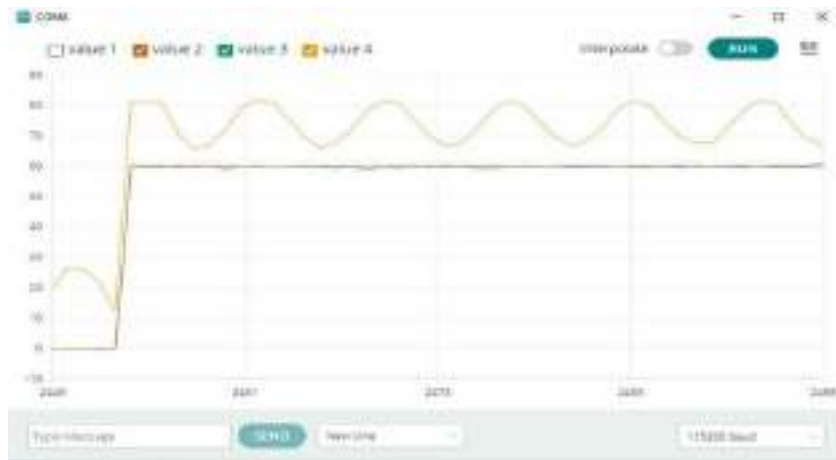




**Görsel 7.** Sinüs referans giriş cevap eğrileri (PID, VSC yok)

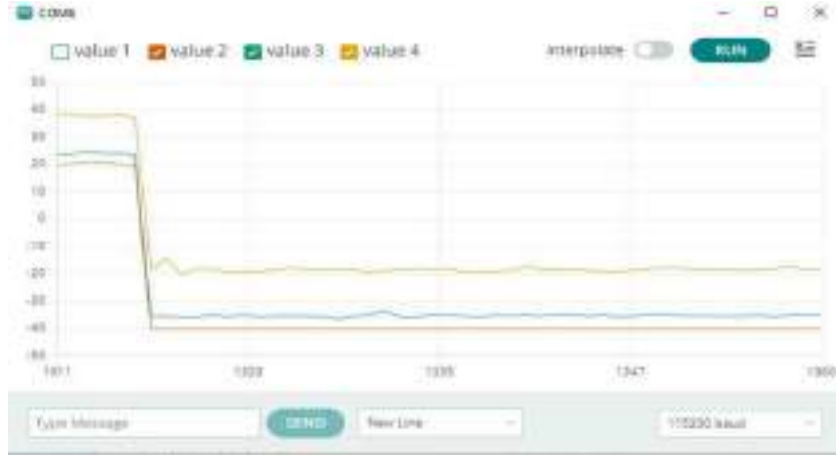


**Görsel 8.** Sinüs referans giriş cevap eğrileri (PID, VSC var)

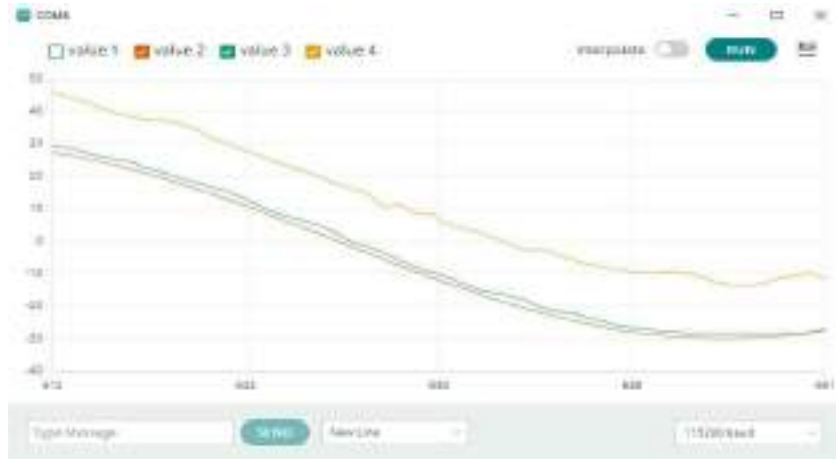


**Görsel 9.** Basamak referans giriş cevap eğrileri (SMC, VSC yok)





**Görsel 10.** Basamak referans girişe cevap eğrileri (SMC, *VSC var*)



**Görsel 11.** Sinüs referans girişe cevap eğrileri (SMC, *VSC var*)

## 7. SONUÇ

ESP32 mikrokontrolcü ile, doğru akım servomotor ile sürülen bir vidalı mil tahrik sisteminin titreşim bastırmalı konum kontrolü amaçlanmıştır. Çok sayıda sabit veya gezici endüstriyel uygulamalar dikkate alınarak, sistemin bilgisayarla kontrolü yerine, ESP32 mikrokontrolcü ile modellenen bağımsız kayan kipli kontrol kullanılarak, titreşim bastırmalı konum kontrolü gerçekleştirilmiştir.

ESP32 ile kontrolde örnekleme frekansını artırmak en başta gelen zorluk idi. Kontrol döngü süresini en aza indirmek için a) döngü içerisine olabildiğince az ve basit matematiksel ifadeler konulması, b) en az “if” komutu kullanılması, c) doğrudan hafıza erişimi (DMA) kullanılması d) sıçramalı seri port yazdırma işlemi uygulanması ve e) döngü içerisinde değişken değer almayan ifadelerin döngü öncesinde tutulması gibi yazılımsal tedbirler alınmak zorunda

kalınmıştır. Sıçramalı seri port yazdırma işlemi ile DMA yöntemine gerek kalmadan yeterince yüksek örnekleme frekansına çıkılabildiği görülmüştür. Ancak daha kapsamlı projelerde, tampon bellek büyüklüğüne dikkat etmek kaydıyla, DMA kullanılması daha uygun olabilir.

ESP32 ile kontrolde diğer dikkate alınması gereken husus ise analog çıkışların çözünürlüğü ve darbe eni modülasyon (PWM) frekansı idi. Orijinal yapısındaki tahsisli iki analog çıkışın çözünürlüğü 8 bit olup, hassas kontrolde kullanılamayacağından, özel kütüphane tanıtımı ile diğer uygun pimlerden 12 bit analog çıkış istenilen frekansta elde edilmiştir. Ayrıca, giriş ve çıkış sinyallerinin en fazla 3.3 Volt olması 10 Volt DAQ kart ile kontrole göre çözünürlüğü olumsuz yönde etkilemektedir.

ESP32 ile kontrolde dikkate alınması gereken hususlardan biri de seri port haberleşmesidir. Verileri kaçırmadan aktarabilmek için çeşitli teknikler mevcut olup artı ve eksilerine dikkat etmek gerekmektedir. Bir kayıt ortamına kablolu, kablosuz, doğrudan SD karta kayıt gibi alternatifler projeye göre değerlendirilmesi gereken durumlardır. Veri aktarmanın örnekleme frekansını olumsuz yönde önemli derecede etkilemesine izin verilmemelidir.

Sistemi test için değişik kontrol ayarlarına göre çok sayıda deneme çalıştırması gerektiğinden yazılımı her seferinde derleme ve mikrokontrolcüye yazdırma işlemi zahmetli ve zaman alıcı olmaktadır. Bilgisayarla kontrolde deneme işlemi çok daha seri ve kolay şekilde yapılabilmektedir. Derleme ve yazdırma teknolojisi yeterince gelişene kadar, mikrokontrolcü kullanmanın avantajlarından yararlanabilmek veya birçok durumda zorunlu kullanım durumları için şimdilik buna katlanmak gerekmektedir. Simülatör programları süreci hızlandırmakla birlikte özellik olarak bu tür profesyonel uygulamalar için uygun değildir.

Uygulama açısından yenilikçi olan bu çalışmada, mikrokontrolcü ile kontrolün zorlukları ve sınırlamaları dikkate alınarak bilgisayarla kontroldekine benzer tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir. Mikrokontrolcü ile gerçekleştirilen titreşim bastırılmalı konum kontrolü, endüstride cnc tezgah, kreyn, konveyör, robot kontrolü gibi hassas kontrol alanlarında sınırsız uygulama potansiyeline sahiptir.

## KAYNAKÇA

[1] S. Park, V. K. Chung, Y. Youm ve J. W. Lee , 2000, Natural Frequencies and Open-Loop Responses of an Elastic Beam Fixed on a Moving Cart and Carrying an Intermediate Lumped Mass, Journal of Sound and Vibration, 230(3), 591-615.

[2] Phuong Tung Pham ve Quoc Chi Nguyen, 2017, Dynamic Model of a Three-Dimensional Flexible Cantilever Beam Attached a Moving Hub, 11. Asian Control Conference (ASCC), 2744-2749

[3] Fadi A. Ghaith, 2009, Nonlinear Dynamic Modeling of Elastic Beam Fixed on a Moving Cart and Carrying Lumped Tip Mass Subjected to External Periodic Force, IDETC/CIE 2009.

- [4] Chintakindi L. Amba-Rao, 1966, Method of Calculation of Frequencies of Partially Fixed Beams Carrying Masses, The J. of Acoustical Society of America, 367-371.
- [5] Fadi A. Ghaith ve Mohammad N. Hamdan, 2011, Dynamic Modeling and Control of Elastic Beam Fixed on a Moving Cart and Carrying Lumped Tip Mass, Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, 5, 1, 61-70, 2011.
- [6] Sangdeok Park, Wankyun Chung, Ypungil Youm ve Jaewon Lee, 1998, Analysis of the Motion of a Cart with an Inverted Flexible Beam and a Concentrated Tip Mass, Proceedings of KACC, 367-372
- [7] Ines Tejado, Blas M. Vinagre, Daniel Torres ve Emiliano P´erez, 2014, Fractional Disturbance Observer for Vibration Suppression of a Beam-Cart System, Univ. of Extremadura, [IEEE/ASME 10th International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications \(MESA\)](#).
- [8] Andrei Craifaleanu, Nicolaie Oraşanu ve Cristian Dragomirescu, 2015, Bending vibrations of a viscoelastic Euler-Bernoulli beam – two methods and comparison, Applied Mechanics and Materials, Vol. 762, pp 47-54.
- [9] Wikipedia. “Euler-Bernoulli beam theory”. Erişim:19 Kasım 2022, [https://en.wikipedia.org/wiki/Euler%E2%80%93Bernoulli\\_beam\\_theory](https://en.wikipedia.org/wiki/Euler%E2%80%93Bernoulli_beam_theory)
- [10] Alkım Deniz Şenalp, 2008, Vibration Analysis of Beams Subjected to Moving Loads, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Aeronautics and Astronautics Engineering.
- [11] Fadi A. Ghaith ve Mohammad N. Hamdan, 2010, Dynamic modeling and control of elastic beam fixed on a moving cart and carrying lumped tip mass, The 7. Jordanian International Mechanical Engineering Conference (JIMEC’7).
- [12] Daniel J.Inman, 2017, Vibration with Control, Wiley Yayıncılık, USA.
- [13] Sanpreet Singh Arora, 2012, “Study Of Vibration Characteristics of Cantilever Beams Of Different Materials” Master Thesis, Mechanical Engineering Department, Thapar University, Patiala, India.
- [14] Gergely Takacs ve Boris Rohal’-Ilkiv, 2012, Modal Predictive Vibration Control, Springer-Verlag, London.
- [15] Kalaycı, M.B., Yiğit, İ., Pratikte kullanılan bazı kayan kipli kontrol tekniklerinin teorik ve deneysel incelenmesi, J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ., Vol 30, No 1, pp. 131-142, 2015.

[16] Yiğit, İ., Model free sliding mode stabilizing control of a real rotary inverted pendulum, Journal of Vibration and Control, Vol. 23(10) 1645–1662, 2017, England.

[17] Yiğit, İ., 'Pratik Bir Modelden Bağımsız Kayan Kipli Kontrol', Ankara 4. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 10-11 Nisan 2021, Ankara.

[18] Gökçealp, M., Yiğit, İ., Bir vidalı tahrik sisteminin tablasına bağlı esnek bir kirişin konum ve titreşim bastırma kontrolü, 8. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi, s. 370-380, 23-24 Kasım 2022, Samsun.

[19] Yıldırım, M., Yiğit, İ., Modelden bağımsız kayan kipli kontrol teknikleri kullanılarak mikroşlemcili bir kontrolcü geliştirilmesi, 8. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi, s. 197-212, 23-24 Kasım 2022, Samsun.

[20] Basic Microcontroller Use for Measurement and Control,  
[https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Biological\\_Engineering/Introduction\\_to\\_Biosystems\\_Engineering\\_\(Holden\\_et\\_al.\)/02%3A\\_Information\\_Technology\\_Sensors\\_and\\_Control\\_Systems/2.01%3A\\_Basic\\_Microcontroller\\_Use\\_for\\_Measurement\\_and\\_Control](https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Biological_Engineering/Introduction_to_Biosystems_Engineering_(Holden_et_al.)/02%3A_Information_Technology_Sensors_and_Control_Systems/2.01%3A_Basic_Microcontroller_Use_for_Measurement_and_Control) ,  
(Erişim tarihi: 24.12.2023)

[21] <https://www.datasheethub.com/wroom-esp32-wifi-based-microcontroller-development-board/> , (Erişim tarihi: 24.12.2023)

[22] <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/arduino-ide-v1-basics> ,  
(Erişim tarihi: 24.12.2023)

## KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLERDE ÖSTEMPERLEME VE KRİYOJENİK ISIL İŞLEMLERİNİN AŞINMA DAVRANIŞINA ETKİSİ

**Dr. Öğr. Üyesi Abdullah SERT <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, asert@ogu.edu.tr - 0000-0002-2406-0409

### ÖZET

Östemperlenmiş dökme demirler, birçok uygulamada geleneksel çelik dökümlerin, çelik dövmelemlerin ve hatta alüminyumun yerini alacak bir malzeme olarak kabul edilmiştir. Esas olarak karbonla doyurulmuş östenitten oluşan mikro yapısı sayesinde mükemmel mekanik özelliklere ulaşılabilir. Otomotiv endüstrisinde kullanılan eksantrik milleri ve motor valfleri gibi östemperlenmiş dökme demirden yapılan bazı makine elemanları genellikle yüksek ve darbeli yükler altında çalışır. Östemperlenmiş dökme demirlerin yüksek mukavemet özellikleri, bu makine elemanlarının çalışma performansını ve servis ömrünü arttırmak için gereklidir. Östemperlenmiş dökme demirlerin mekanik özellikleri ve aşınma davranışı gereksinimlerini karşılamak için, östemperleme ısıl işlemine ek olarak kriyojenik işlemin de uygulanması tavsiye edilir. Bu çalışmada, geleneksel östemperleme işlemine ek olarak yenilikçi bir yöntem olan kriyojenik ısıl işlemin, östemperlenmiş dökme demirlerin mikroyapısına olumlu etkilerinin olması ve mekanik özelliklerinin artması beklenmektedir. Isıl işlemlerle östemperlenen ve östemperleme sonrası kriyojenik ısıl işleme tabi tutulan, Mo içeren dökme demirlerin aşınma ve mikroyapı özellikleri incelenmiştir. Östemperlenmiş küresel grafitli dökme demirlerin kuru koşullardaki adhesiv aşınma davranışı incelenmiştir. Farklı ısıl işlem görmüş numuneler disk üzerinde bilya geometrili tribometre ile test edildi.

**Anahtar Kelimeler :** Küresel grafitli dökme demir, aşınma, ısıl işlem.

## EFFECT OF AUSTEMPERING AND CRYOGENIC HEAT TREATMENTS ON WEAR BEHAVIOR IN SPHEROIDAL GRAPHITE CAST IRONS

Asst. Prof. Dr. Abdullah SERT <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eskişehir Osmangazi University, Department of Mechanical Engineering, asert@ogu.edu.tr  
- 0000-0002-2406-0409

### ABSTRACT

Austempered cast irons have been considered as a material to replace traditional steel castings, steel forgings, and even aluminum in many applications. Its excellent mechanical properties can be achieved thanks to its microstructure consisting mainly of carbon-saturated austenite. Some machine elements made of austempered cast iron used in the automotive industry, such as camshafts and engine valves, generally operate under high and impact loads. High strength properties of austempered cast irons are required to increase the operating performance and service life of these machine elements. In order to meet the requirements of mechanical properties and wear behavior of austempered cast irons, it is recommended to apply cryogenic treatment in addition to austempering heat treatment. In this study, it is expected that cryogenic heat treatment, which is an innovative method in addition to the traditional austempering process, will have positive effects on the microstructure and increase the mechanical properties of austempered cast irons. The wear and microstructure properties of cast irons containing of Mo, which were austempered by heat treatments and cryogenic heat treated after austempering, were examined. Adhesive wear behavior of austempered ductile irons under dry condition was investigated. Different heat treated samples were tested with ball-on-disk geometry tribometer. Surface profiles measured before and after wear tests.

**Keywords :** Ductile cast iron, wear, heat treatment.

### 1. GİRİŞ

Östemperlenmiş küresel grafitli dökme demir (ADI), çok iyi mukavemet-ağırlık oranı, iyi tokluk, yüksek aşınma direnci ve mükemmel yorulma mukavemeti gibi ilginç özelliklerin kombinasyonu nedeniyle son yıllarda önemli bir mühendislik malzemesi haline gelmiştir. düşük maliyet, tasarım esnekliği ve iyi işlenebilirlik. ADI'nin iğne benzeri beynitik ferrit ve

yüksek karbonlu ostenitten oluşan spesifik mikro yapısının bir sonucu olan bu özelliklerin bir sonucu olarak [1–5], ADI otomotiv endüstrisinde çelik ve alüminyumun yerine giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Östempelenmiş çeliklerle karşılaştırıldığında ısıtma işlem prosedürünün ve mikro yapının benzerliğinden dolayı, bir süredir ADI'nin mikro yapısının beynitten oluştuğuna yanlış bir şekilde inanılmaktadır. Bu beynit, iğne benzeri ferrit ve karbürlerden oluşan düşük sıcaklıkta bir ötektoiddir; doğru şekilde ısıtma işlem görmüş ADI'nin mikro yapısında karbür yoktur. Ayrıca, oda sıcaklığında ostenitin varlığı yanlış sonuçlara yol açar; yani, eksik bir ısıtma işleminden sonra çeliğin mikro yapısında mevcut olan kararsız artık ostenite eşit olan artık ostenittir. ADI'nin mikro yapısında bulunan ostenit, ısıtma işlem süreci sırasında karbon zenginleştirilmesi ile stabilize edilir ve bazı araştırmacılara göre, sıfırın altındaki sıcaklıklarda bile martenzite dönüşecektir [6–8]. ADI'nin spesifik ösferritik mikro yapısıyla sonuçlanan ısıtma işlem, tam bir östenitik matris elde etmek için östenitlemeyi, ardından perlit oluşumunu ve diğer yüksek sıcaklıktaki faz dönüşümlerini önlemek için hızlı soğutmayı veya östempereleme sıcaklığına kadar soğutmayı içerir. 250 °C ile 400 °C aralığındaki östempereleme sıcaklığı, ADI için ısıtma işlem prosedüründe en önemli parametredir çünkü nihai mikro yapıyı ve malzemenin özelliklerini belirler. Östenitleme ve östempereleme zaman ve sıcaklığının farklı kombinasyonları ile belirli bir amaç için özel olarak tasarlanabilen ve ayarlanabilen farklı özellik kombinasyonları elde etmek mümkündür.

Düşük sıcaklık aralığında östempereleme, ince taneli, iğne benzeri veya iğnemsiz şekilli ferrit ve ostenitten oluşan, daha yüksek bir mukavemete ve daha düşük darbe dayanıklılığına ve sünekliğe sahip bir mikro yapıyla sonuçlanır. Oysa daha yüksek östempereleme sıcaklıkları kaba, ferrit ve ostenit ile sonuçlanır; bu da mukavemeti azaltır ancak ADI'nin sünekliği ve tokluğu üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir [9,10].

Östempereleme işlemi sırasında ADI iki aşamadan geçer. İlk aşamada ostenit, beynitik ferrit ve ösferrit olarak da bilinen bir mikro yapı olan yüksek karbonlu ostenite ayrışır[2]. Östempereleme süresi çok uzunsa, karbonla zenginleştirilmiş ostenit, dönüşümün ikinci aşamasında ferrit ve karbürlere ayrılmaya başlayacaktır. Geçiş karbürleri, e-karbürler gibi, genellikle ikinci aşama dönüşümün başlangıcında oluşmaya başlar ve malzemenin kırılabilirliğinden sorumludur [11]. Daha uzun bir süre ile e-karbürler, tutarsız Fe<sub>3</sub>C'ye dönüşür [4 –6] ve malzeme beynitik bir mikro yapıyla sonuçlanır. Yani ilk aşamada östempereleme periyodunun tamamlanması durumunda ADI için optimum özellikler elde edilecektir.



Düzgün yürütülen bir östemperleme işleminden sonra ADI'nin mikro yapısı, grafit nodüllerinin etrafında bir matris olarak yüksek karbonlu ostenit ve beynitik ferriten oluşacaktır.

Derin kriyojenik işlem, malzemenin tavlamadan önce sıfırın altındaki sıcaklıklara tabi tutulduğu [12,13], boyutsal stabilite elde etmenin yanı sıra aşındırıcı, yorulma ve aşınma direncini de geliştiren bir ısıtma işlem prosedürüdür [14–17]. Pratikte sıfırın altında iki sıcaklık aralığı vardır. Birincisi, tutulan östeniti martenzite dönüştürmek için yeterli olan, -80 °C ila 120 °C (kuru buz) arasındaki sıcaklık aralığında, soğuk işlem veya sığ kriyojenik işlem olarak bilinir. Bunun, özellikle karbürleşmiş ve yüzeyi sertleştirilmiş çeliklerde kalıntı ostenitin giderilmesi için geniş kapsamlı ticari uygulamaları vardır [15,18]. İkincisi, -196 °C altındaki sıcaklıklarda gerçekleştirilen derin kriyojenik işlem olarak bilinir ve öncelikle malzemenin aşınma direncini etkiler. Özelliklerdeki bu iyileşme, kalan ostenitin martenzite tamamen dönüşmesinin ve temperlenmiş martenzitik matriste ultra ince karbürlerin çökmesinin bir sonucu olarak ortaya çıkar [15,19–21]. Derin kriyojenik işlem şu anda araştırmalarda çok popülerdir; takım çelikleri, maraging çelikleri, dökme demirler, tavlama çelikleri, sert metaller, alüminyum ve diğerler malzemeleri inceleyen çalışmalar mevcuttur [12–26]. Derin kriyojenik işlemlerin çok sayıda malzemenin mekanik ve tribolojik özellikleri üzerindeki etkisi için bildirilen çok başarılı sonuçlara rağmen malzemelerin ADI için bu prosesin kullanımı çok fazla araştırmaya konu olmamıştır. Putatunda ve ark.'nın bildirdiği bir çalışma [27], derin kriyojenik işlemin, düşük östemperleme sıcaklık aralığında östemperlenen ADI'nin mekanik özellikleri üzerindeki etkisini araştırmış ve kriyojenik işlemin, ADI'nin ösferritik mikro yapısını etkilediğini ve malzemenin tamamen dönüşümüne neden olduğunu bulmuşlardır. Panneerselvam ve ark.'nın yakın zamanda yaptığı bir çalışmada ise [28], ADI'nin derin kriyojenik işleminin yüksek karbonlu ostenitin stabilitesi üzerindeki etkisini incelemişler, çünkü ostenitin belirli bir sıcaklıkta oluşup oluşmadığı belli olmadığını belirtmişlerdir. Düşük östemperleme sıcaklıkları, üst östemperleme aralıklarında üretilenlere göre mekanik ve termal olarak daha karardır. Kriyojenik işlemin, 288 °C ila 399 °C aralığında östemperlenmiş numunelerde ADI'nin çekme mukavemetini ve sertliğini iyileştirdiğini, uzamanın azaldığını ve kırılma tokluğunun aynı kaldığını bulmuşlardır. Ayrıca 371 °C ve 399 °C arasındaki üst östemperleme sıcaklıklarında oluşan ostenit, daha yüksek derecede termal stabiliteye sahiptir ve kriyojenik işlem sırasında yalnızca kısmen martenzite dönüşmüştür.

Putatununda ve ark.[29], mekanik ve termal özelliklerinden ödün vermeden tamamen ferritik yapılu bir ADI'yi incelemişlerdir. Osferritik mikroyapısı ile ADI çok iyi mekanik özellikler kombinasyonuna sahiptir ancak aynı zamanda bazı sınırlamalara da sahiptir. Ösferritten elde edilen ostenit, ferritten [29-32], daha yüksek bir iş sertleşmesi oranına sahiptir ve bu, ADI'nin işlenmesinde sorunlara neden olur. ADI'deki ostenit-beynitik yapı işlenebilirlik ve takım ömrü sorunları yaratır çünkü ostenit mekanik olarak kararsızdır ve işleme sırasında martenzite dönüşür. Ek olarak, FCC ostenitin termal iletkenliği BCC ferritinden daha düşüktür, dolayısıyla ADI, ferrit ve ostenitin karışık mikro yapısından dolayı nispeten düşük bir termal şoka ve termal yorulma direncine sahiptir. Örneğin, otomobil ve kamyonlardaki fren rotorlarının mükemmel termal şok direncine ihtiyacı vardır, bu da çok yüksek termal iletkenlik gerektirir. Östenitin diğer bir sorunu da ferritten çok daha yüksek termal genleşme katsayısına sahip olmasıdır, bu da termal yorgunluğun önemli olduğu uygulamalarda sorunlara neden olabilir.

Bu araştırmanın amacı, derin kriyojenik işlemin ADI'nin aşındırıcı aşınma direnci üzerindeki etkisini belirlemektir. Üst ösferritin aşınmaya karşı daha dirençli olduğu, ayrıca yüksek karbonlu ostenitin alt osferrite kıyasla daha büyük bir termal ve mekanik stabilite gösterdiği bildirildiğinden üst ösferrit alanında östemperlenmiştir. Ayrıca derin kriyojenik işlem ve sonrasında uygulanan temperleme sırasında meydana gelen mikroyapısal değişiklikler de gözlemlenmiştir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneyisel çalışmalarda kullanılan Mo içerikli dökme demirlere ait kimyasal bileşimler Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1. Malzemelerin Kimyasal Bileşimi ( %ağırlıkça )**

	C	Si	Mn	P	S	Mg	Cu	Ni	Mo	Fe
	3.10	2.31	0.206	0.033	0.007	0.046	0.056	0.018	0.671	% kalan

Deneyisel çalışmalar kapsamında uygulanan ısıl işlemler Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2. Malzemelerin Isıl İşlem Türleri**

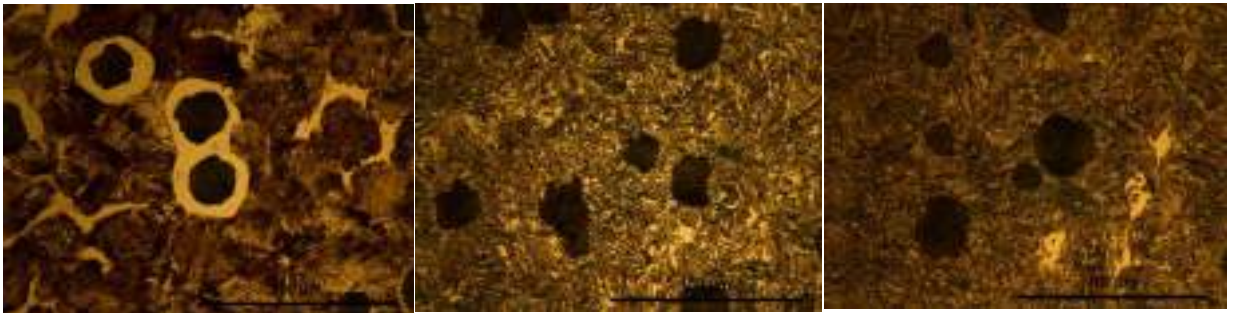
Numune Kodu	Döküm	Östenitleme 900 °C 1 saat, su verme, ostemperleme 400 °C 1 saat	Kriyojenik ısıl işlem -196 °C 6 saat 200 °C 1 saat
B0	X		

B1	X	X	
B2	X	X	X

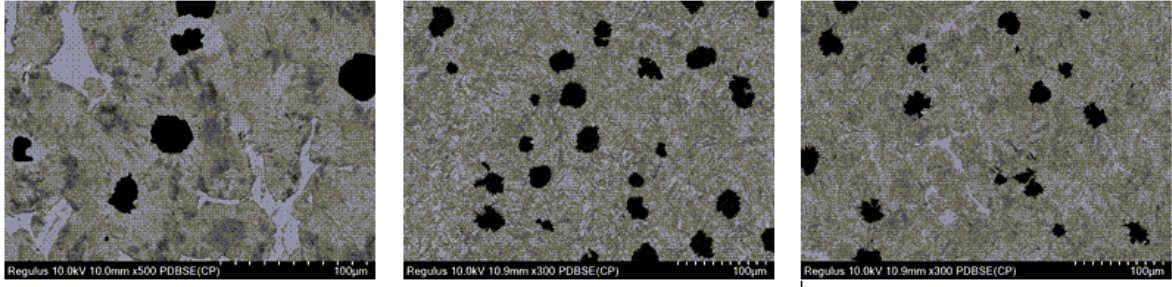
Kırılma tokluğu deneyleri için numuneler 10\*10\*55 mm boyutlarında freze ile işlenerek elde edilmiştir. Frezeleme işleminden sonra ise yüzeyleri hassas zımparalama işleminden geçirilmiştir. Her bir ısıl işlem süreci için 3 'er adet kırılma tokluğu test numunesi hazırlanmıştır. Sertlik deneyleri Rockwell sertlik ölçüm cihazında her bir numune için en az 3 ölçüm alınarak ortalama değerleri elde edilmiştir. Aşınma testleri için CSM marka tribometer kullanılmıştır. Aşınma testleri 10N yük altında, 3 mm çapında WC aşındırıcı bilye ile 3 cm/s hızında 50 metrelik mesafede gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonrasında Mitutoyo SJ400 cihazı ile aşındırılan kanalların profilleri ölçülerek aşınma miktarları belirlenmiştir.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Östemplleme ısıl işlemi sonrasında , yapıda grafitler ve ösferritten ( ferrit + yüksek karbonlu östenit) oluşmaktadır. Yapıdaki ferritler iğnemsî siyah renktedir ve yüksek karbonlu östenit ise ferritlerin arasında yer alan blok yapıdaki açık renkli kısımları oluşturmaktadır (Görsel 1). Yüksek karbonlu östenit -80 °C'ye kadar kararsız yapıdadır. Bu kararsız yapıyı daha kararlı hale getirmek için uygulanan kriyojenik işlem sonrasında mikroyapıda ise daha ince yapılı tanelerin oluştuğu gözlenmiştir. Literatürde, Mo ilavesi ile yapı içerisinde karbür oluşumlarının artması ve bunun yanı sıra yapı içerisindeki perlit fazında iyileşme, tane boyutunda ve taneler arasında azalmanın görülebileceği belirtilmektedir.



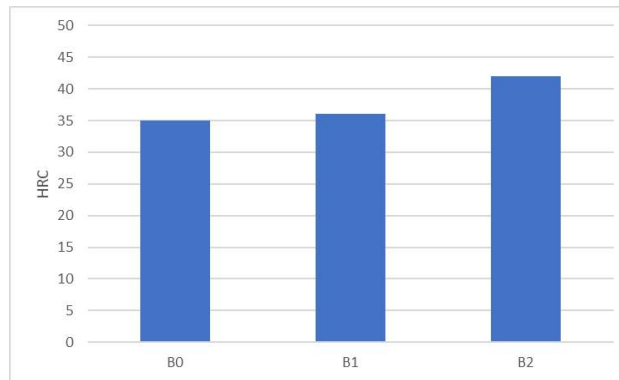
Görsel 1. B0, B1 ve B2 numunelerinin optik görüntüleri.



**Görsel 2. B1 (a) ve B2 (b-c) numunelerinin elektron mikroskop görüntüleri.**

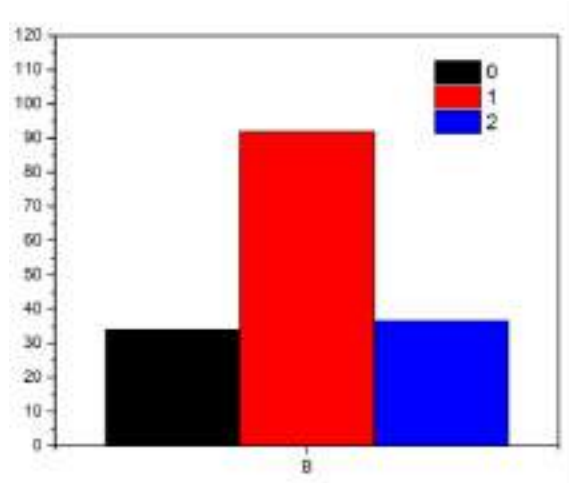
Görsel 2’de detaylı SEM görüntüleri yer almaktadır. B1 numunesine ait mikroyapıda grafitlerin etrafını saran ferrit ve östenit fazları görülmektedir. B2 numunesinin mikroyapısında ise, B1 numunesinin mikroyapısından daha ince taneli olduğu görülmektedir. Kriyojenik ısıtma işlemi sonrasında mikroyapıda martenzitik dönüşüm meydana gelmektedir. Bu dönüşüm sonrasında martenzit fazına ait ok başına benzer oluşumlar görülebilmektedir. Ayrıca şekil üzerinde daire içerisine alınan bölgelerde oldukça ufak boyutlarda karbür tanelerinin de oluştuğu görülmektedir.

Görsel 3’de farklı ısıtma işlemli numunelere ait sertlik değerleri yer almaktadır. Sertlik ölçümleri HRC sistemi ile ölçülmüştür. Östempereleme ısıtma işleminin özellikle dökme malzemeler üzerinde mekanik özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca literatürde kriyojenik ısıtma işleminde mekanik özellikleri iyileştirdiği üzerine birçok çalışma mevcuttur. Grafik üzerinde görüleceği üzere, döküm hali ile elde edilen sertlik değerinden östempereleme sonrasında elde edilen sertlik değerleri daha yüksektir. Östempereleme sonrasında ayrıca uygulanan kriyojenik ısıtma işlemi ile sertlik değerinin yükseldiği görülmektedir. Isıtma işlemleri sonrasında sertlik değerlerinin artışı belirlenmiştir.



**Görsel 3. B0, B1 ve B2 numunelerinin sertlik değerleri.**

Görsel 4’de numunelere ait kırılma tokluğu değerleri yer almaktadır. Özellikle ısı işlemler sonrasında kırılma tokluğu değerlerinin döküm haline göre yükseldiği görülebilmektedir. Östemperleme neticesinde yapıda kalan kalıntı östenit sebebi ile kırılma tokluğu değerinin oldukça yüksek seviyelere çıkmasının sebebi olarak öngörülebilmektedir. Kriyojenik işlem sonrasında kalıntı östenitin martenzite dönüşmesi ile sertlik değerlerinin yükselmesi sonucu, kırılma tokluğu değerinin düşmesine neden olacaktır.



**Görsel 4. B0, B1 ve B2 numunelerinin kırılma tokluğu değerleri.**

Çizelge 2’de ise aşınma deneyleri sonrasında numunelerin üzerinde elde edilen aşınma kanallarının profilometre ile ölçülmesi sonrasında elde edilen aşınma oranları yer almaktadır. Bu değerlere göre, B2 numunesi en az aşınan, B0 numunesi ise en çok aşınan numune olarak hesaplanmıştır. Aşınma oranları sertlik değerleri ile doğru orantılı olarak değiştiği görülmektedir. Malzeme yapısı içerisinde ısı işlemler sonrasında daha ince taneli fazların meydana gelmesi ve ayrıca kriyojenik işlem sonrasında yapı içerisinde minik karbürlerin oluşması ile aşınma direncinin arttığı söylenebilir. Ayrıca östemperleme ve kriyojenik ısı işlemler sonrasında sürtünme katsayısında düşüş gözlemlenmiştir.

**Çizelge 2. Malzemelerin aşınma ve sürtünme değerleri.**

	Aşınma Oranı <sup>3</sup> (mm <sup>3</sup> /N/m)	Sürtünme Katsayısı
B0	3,26E-06	0,134
B1	7,78E-07	0,118

B2	8,09E-07	0,113
----	----------	-------

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Östempereleme ısııl işleme sonrasında mikroyapıda ferrit ve östenit fazları oluşmaktadır. Kriyojenik ısııl işlem sonrasında bu fazlar daha ince lamelli duruma gelmektedir. Kriyojenik ısııl işlem sonrasında ayrıca tane içerisinde küçük boyutlarda karbürlerin çökeldiği belirlenmiştir.

Östenitleme ve kriyojenik ısııl işlemler sonrasında mikroyapıdaki değişimlere bağlı olarak sertlikte artış meydana gelmiştir. Kriyojenik ısııl işlem sonrasında sertlik artışı diğer durumlardan daha fazladır.

Kırılma tokluğu testleri sonrasında, östemperelemiş numunelerin kırılma tokluklarının en yüksek seviyede olduğu, kriyojenik ısııl işlem görmüş numunelerin ise döküm malzemenin daha yüksek ama östemperelemiş numuneden daha az kırılma tokluğu değerine sahip olduğu ölçülmüştür.

Aşınma testleri sonrasında, sertlik değerleri ile elde edilen sonuçlarla benzer olarak, en iyi aşınma oranına sahip malzemenin kriyojenik işlem görmüş, en kötü aşınma oranına sahip malzemenin ise ısııl işlemsiz döküm malzemenin olduğu belirlenmiştir. Östempereleme ve kriyojenik ısııl işlemler sonrasında sürtünme katsayısında düşüş görülmektedir.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi tarafından desteklenen bir araştırma programı tarafından desteklenmiştir (Proje No: FHD-2021-2189).

#### KAYNAKÇA

- [1] V. Kilicli and M. Erdogan: Int. J. Cast Met. Res., 2007, vol. 20, pp. 202–14.
- [2] M. Ferry and W. Xu: Mater. Charact., 2004, vol. 53, pp. 43–49.
- [3] A. M. Kamshushi, Doctoral thesis, University of Malta, 2005.
- [4] T Tun and KT Lwin: J. Met. Mater. Miner., 2008, vol. 18 (2), pp. 199–205.
- [5] Y. Sahin, M. Erdogan, and V. Kilicli: Mater. Sci. Eng., A, 2007, vol. 444, pp. 31–38.
- [6] C.Z. Wu, Y.J. Chen, and T.S. Shih: Mater. Charact., 2002, vol. 48, pp. 43–54.



- [7] J.M. Han, Q. Zou, G.C. Barber, T. Nasir, D.O. Northwood, X.C. Sun, and P. Seaton: *Wear*, 2012, vols. 201–201, pp. 99–105.
- [8] B. Radulovic and B. Bosnjak: *Mater. Tehnol.*, 2000, vol. 35 (5), pp. 207–12.
- [9] L. Sidjanin and R.E. Smallman: *Mater. Sci. Technol.*, 1992, vol. 8, pp. 1095–1103.
- [10] W.J. Dubensky and K.B. Rundman: *AFS Trans.*, 1985, vol. 93, pp. 389–94.
- [11] D.J. Moore, T.N. Rouns, K.B. Rundamn, *J. Heat Treat.* 4, 1985, vol. 1, pp. 7–24.
- [12] D.N. Collins: *Adv. Mater. Process.*, 1998, vol. 154 (6), pp. H23–H29.
- [13] D. Mohan Lal, S. Renganarayanan, and A. Kalanidhi: *Cryogenics*, 2001, vol. 41, pp. 149–55.
- [14] A. Molinari, M. Pellizzari, S. Gialanella, G. Straffelini, and K.H. Stiasny: *J. Mater. Process. Technol.*, 2001, vol. 118, pp. 350–55.
- [15] R.F. Barron: *Cryogenics*, 1982, vol. 22, pp. 409–14.
- [16] P.J. Singh, S.L. Mannan, T. Jayakumar, and D.R.G. Achar: *Eng. Fail. Anal.*, 2005, vol. 12, pp. 263–71.
- [17] B. Podgornik, F. Majdic, V. Leskovsek, and J. Vizintin: *Wear*, 2012, vol. 288, pp. 88–93.
- [18] A. Bensely, A. Prabhakaran, D. Mohan Lal, and G. Nagarajan: *Cryogenics*, 2006, vol. 45, pp. 747–54.
- [19] F. Meng, K. Tagashira, R. Azuma, and H. Sohma: *ISIJ Int.*, 1994, vol. 34, pp. 205–10.
- [20] S. Solic´ , F. Cajner, and P. Panjan: *Materialwiss. Werkstofftech.*, 2013, vol. 44 (12), pp. 950–58.
- [21] S. Solic´ , F. Cajner, V. Leskovsˇek, and M.P. Mat: *Test*, 2012, vol. 2012 (10), pp. 688–93.
- [22] P.F. Stratton, *IFHTSE 2005. Pula*, pp. 11–19.
- [23] H.S. Yang, J. Wang, B.L. Shen, H.H. Liu, S.J. Gao, and S.J. Huang: *Wear*, 2006, vol. 261, pp. 1150–54.
- [24] T. Slatter, R. Lewis, and A.H. Jones: *Wear*, 2011, vol. 271, pp. 1481–89.
- [25] R. Thornton, T. Slatter, A.H. Jones, and R. Lewis: *Wear*, 2011, vol. 271, pp. 2386–95.
- [26] P. Baldissera and D. Delprete: *Open Mech. Eng. J.*, 2008, vol. 2, pp. 1–11.
- [27] S. Putatunda, C. Martis, R. Papp, and F. Diekman: *Proceedings of the 26th ASM Heat Treating Society Conference*, 2011, pp. 44–49. A. M. Kamshushi Doctoral thesis, University of Malta, 2005.



- [28] S. Panneerselvam, C.J. Martis, S.K. Putatunda, and J.M. Boileau: *Mater. Sci. Eng., A*, 2015, vol. 626, pp. 237–46.
- [29] J. Zimba, D.J. Simbi, and E. Navara: *Cem. Concr. Compos.*, 2003, vol. 25, pp. 643–49.
- [30] J. Yang and S.K. Putatunda: *Mater. Sci. Eng., A*, 2005, vol. 406, pp. 217–28.
- [31] J. Yang and S.K. Putatunda: *Mater. Des.*, 2004, vol. 25, pp. 219–30.
- [32] P.H.S. Cardoso, C.L. Israel, and T.R. Strohaecker: *Wear*, 2014, vol. 313, pp. 29–33.

## EXAMINATION OF DRYING MODELS OF APPLES IN CABINET DRYER

Halit ARAT<sup>1</sup>, Abdullah AKBULUT<sup>2</sup>, Oğuz ARSLAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Kütahya Dumlupınar University Engineering Faculty, ORCID ID: 0000-0002-6634-2535

<sup>2</sup> Cankiri Karatekin University Engineering Faculty, ORCID ID: 0000-0002-6199-4083

<sup>3</sup> Bilecik Seyh Edebali University Engineering Faculty, ORCID ID: 0000-0001-8233-831X

### ABSTRACT

With the increasing interest in organically grown fruits and vegetables in recent years, consuming these products in dried form when natural methods do not develop them has become very popular. This study examined apples' drying characteristics using different experimental parameters in a tray cabin-type dryer. In experimental studies, the effect of the thickness of apple slices (3mm, 5mm, and 7mm) and drying air temperatures (60°C, 65°C, and 70°C) on drying was investigated. Moreover, different regression models are discussed for apple drying in the cabinet dryer. For this purpose, Lewis, Page, Henderson&Pabis, and Jena&Das models are compared to each other, and determination coefficients ( $R^2$ ) values are determined. According to the results,  $R^2$  values belonging to different models are changed according to the thickness of apple slices and drying air temperatures.

**Keywords:** Apple drying, Cabinet dryer, Drying kinetics, Mathematical models.

### 1. INTRODUCTION

Using controlled heat, the moisture initially present in agricultural products is partially removed during the drying process. Consuming these goods in dried form when not grown naturally has become more popular due to the growing interest in organically cultivated fruits and vegetables in recent years. By doing this, the items' shelf life is increased, enabling them to be used throughout the year and guaranteeing that any excess is deemed of excellent quality following harvest. Determining the drying environment's parameters, such as air speed, temperature, and humidity, is crucial since food products vary in moisture content [1,2]. Furthermore, the product's size is a factor that needs to be considered when eliminating moisture to the point where microbes cannot exist without degrading the product's nutritional value.

The industrial drying process occurs in closed ovens and outside natural settings. Due to the product's outdoor sensitivity to environmental factors and the lengthy drying process, closed ovens are recommended. Here, dried goods with a long shelf life and cleanliness can be obtained quickly. According to the studies of [3,4], a tray dryer allows various parameters on a laboratory scale, enabling the drying of fruits and vegetables without reducing their nutritional content. The experimental and numerical studies have been carried out with different methods of drying apple fruit [5–7].

In the literature, drying curves have been discussed with the help of different mathematical models, and the models closest to the drying curves have been presented. Nizamlioglu [8] investigated the drying properties of apple slices under different microwave powers and hot weather conditions. He compared Logarithmic, Lewis, Henderson&Pabis, Page, parabolic, and Wang&Sing mathematical models for apple drying curves. When the results were examined,

the Page model was found to be the model that best predicted the drying behavior of apple slices at different microwave powers, and the Parabolic model was found to be the most suitable model for drying apple slices with hot air [8]. In another study, the mathematical modeling of green table olives was performed for drying at various temperatures (40, 50, 60, and 70 °C) at a constant air velocity of 1.0 m/s. They compared the thirteen different mathematical drying models [9]. Çetin (2022) subjected Granny Smith and Red Delicious apple varieties to convective drying at 50, 55, and 60 °C drying temperatures and 5-mm, 7-mm, and 9-mm product thicknesses. As a result, among the four different mathematical models used, the Wang&Singh model was determined to be the most suitable model for the experimental data [10].

In this study, the drying characteristics of apple fruit were experimentally examined using parameters such as different air temperatures and product thickness in a tray dryer in a laboratory environment. The most compatible model was revealed by comparing the drying curves with mathematical models in the literature.

## 2. MATERIAL AND METHODS

The drying properties of Starking apples were investigated in this study utilizing varying thicknesses and drying air temperatures. The components of Starking apples are listed in Table 1 for each 100 grams [11].

**Table 1. The components of Starking apples for each 100 grams [11].**

Ingredient	Value (gr)
Water	84,47
Protein	0,35
Fat	0,58
Carbohydrate	12,41
Fiber	1,81
Ash	0,38

As given in the table, it can be seen that the fresh mass of Starking apples is 84.47%, and the dry mass is 15.53%.

### 2.1. Theoretical Analysis

The moisture content in a product is the amount stated as a percentage of the wet weight of the sample. Moisture content is expressed in two ways: % Wet Base (% $N_{WB}$ ) and % Dry Base (% $N_{DB}$ ) [12]:

$$\%N_{WB} = \frac{M_w}{M_w + M_d} \times 100 \quad (1)$$

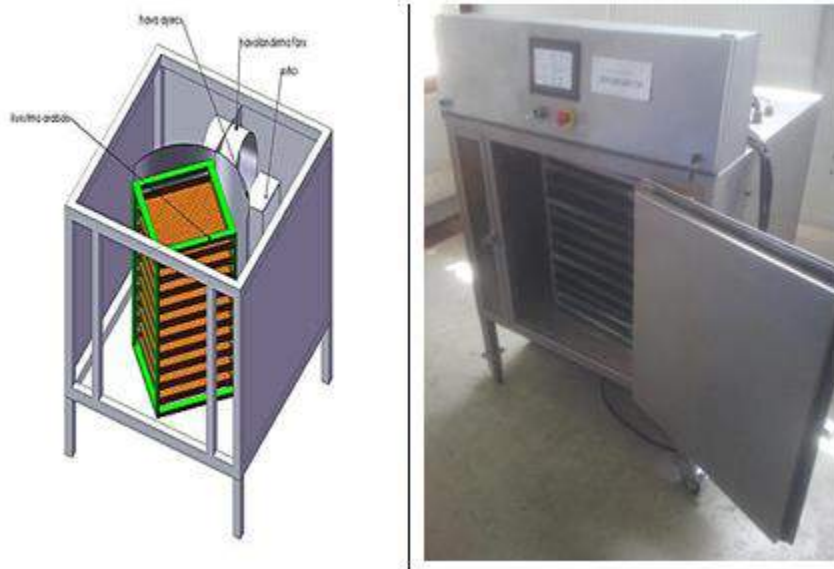
$$\%N_{DB} = \frac{M_w}{M_d} \times 100 \quad (2)$$

Here  $M_W$  is the mass of water in the product;  $M_D$  refers to its dry mass. Additionally, the ratio of the moisture content ( $N_t$ ) of a product at any time  $t$  to the initial moisture content ( $N_0$ ) at time  $t = 0$  is defined as the Moisture Ratio ( $MR$ ):

$$MR = \frac{N_t}{N_0} \quad (3)$$

## 2.2. Experimental Analysis

A laboratory-type tray dryer consists of four main parts: a drying cart, air separator, ventilation fan, and heater, as shown in Figure 1.



**Figure 1. Laboratory-type tray dryer.**

The tray dryer has a capacity of 10 stainless steel perforated trays of 45 cm x 45 cm trays for a total tray area of 2 square meters. The dryer air, which works in a closed circuit, is heated with a 5-kW heater, and air circulation is provided with a speed-controlled fan system.

Apple slices of 3 mm, 5 mm, and 7 mm thickness were used in the experiments. Experimental studies were conducted in a tray dryer at 2 m/s drying air speed and 60°C, 65°C, and 70°C drying air temperatures.

## 2.3. Mathematical Modelling

Drying curves of the products were created with the help of mathematical modeling using the drying times obtained as a result of the experimental study. These curves can be expressed with the help of mathematical equations and can be generalized for all products. In this study, four mathematical models shown in Table 2, widely used in the literature, were considered and compared with experimental studies.

**Table 2. Four different mathematical models were used in this study.**

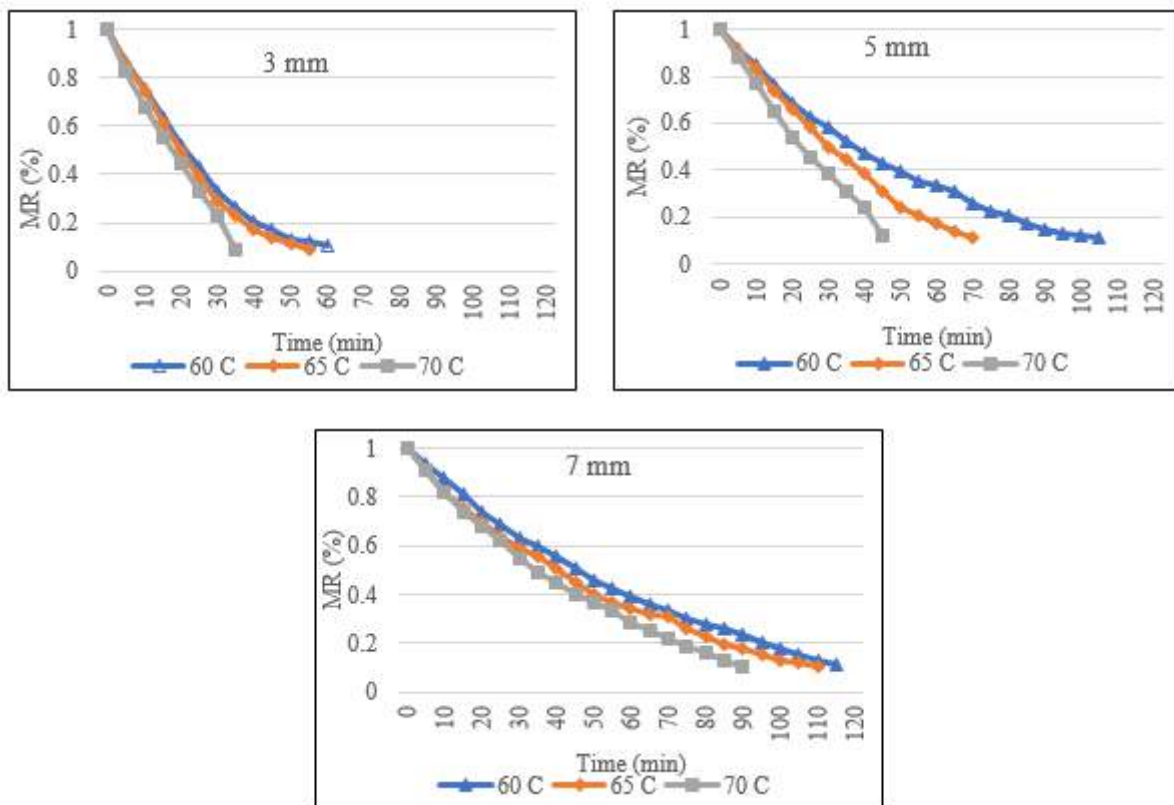
Models	Mathematical Equality	References
--------	-----------------------	------------

Lewis	$MR = \exp(-kt)$	[9,13]
Page	$MR = \exp(-kt^n)$	[14]
Henderson&Pabis	$MR = a \exp(-kt)$	[10,15]
Jena&Das	$MR = a \exp(-kt + b\sqrt{t}) + c$	[16]

Regression coefficient ( $R^2$ ), standard error of estimation ( $SEE$ ) data, and the root mean square error (RMSE), as well as establishment constants and coefficients related to the equations, were determined through the program.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

The variation of apple slices of different thicknesses (3mm, 5mm, and 7mm) used in the experiments in the tray dryer at a constant 2 m/s drying air speed and different drying air temperatures (60°C, 65°C, and 70°C) is given in Figure 2.



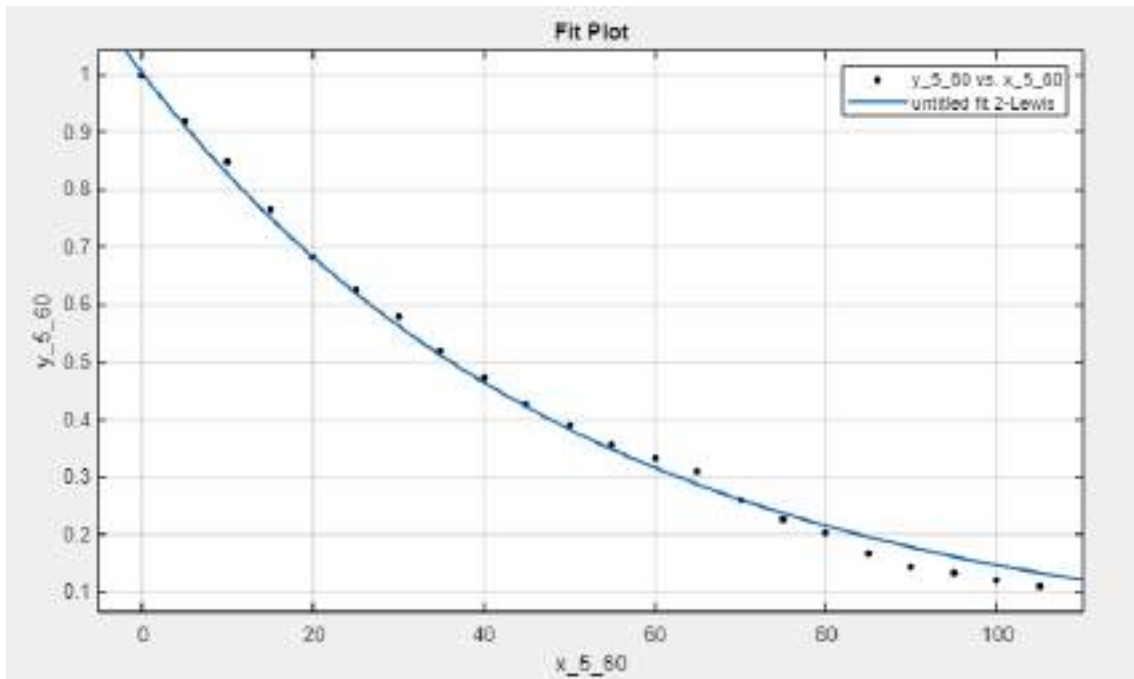
**Figure 2. Experimental MR values according to different thicknesses and air temperatures.**

According to Fig.2, it was concluded that the drying time increased as the thickness of the apple slices increased, and the drying time decreased as the drying air temperature increased. It was observed that the fastest drying took place in 35 minutes at a constant drying air speed of 2 m/s for 3 mm thick apple slices at a drying air temperature of 70°C. On the other hand, the slowest drying occurred for 7 mm thick apple slices at a drying air temperature of 60°C at a constant 2 m/s drying air velocity, and the total drying time was measured as 115 minutes. Mathematical modeling results of Lewis model for different thicknesses and drying air temperatures are given in Table 3.

**Table 3. The mathematical modeling results of Lewis model for different thicknesses and drying air temperatures.**

Model	Parameters	$R^2$	SSE	RMSE	k
Lewis	3mm-60°C	0.98862	0.01274	0.03259	0.0358
	3mm-65°C	0.98531	0.01580	0.03790	0.0388
	3mm-70°C	0.96814	0.02129	0.05514	0.0451
	5mm-60°C	0.99599	0.00631	0.01733	0.0193
	5mm-65°C	0.97714	0.02772	0.04450	0.0253
	5mm-70°C	0.97465	0.01886	0.04577	0.0330
	7mm-60°C	0.99397	0.00996	0.02081	0.0160
	7mm-65°C	0.99555	0.00702	0.01787	0.0183
	7mm-70°C	0.99375	0.00838	0.02158	0.0209

According to Table 3, Lewis model perfectly agrees with the experimental results since  $R^2$  values changed between 0.96814 and 0.99599. Also, the highest  $R^2$  value was obtained as 0.99599 for the thickness of 5mm and the air temperature of 60°C. This case is given in Figure 3.



**Figure 3. The comparison of the experimental and Lewis-fitted curve values for the thickness of 5mm and the air temperature of 60°C.**

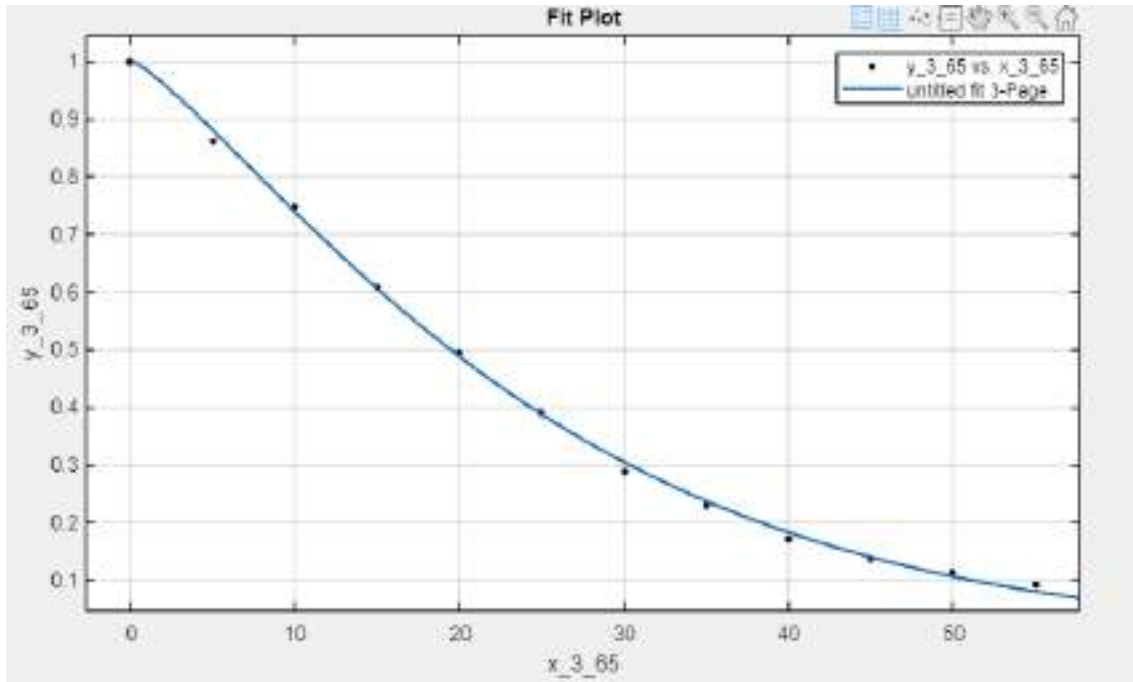
Mathematical modeling results of Page model for different thicknesses and drying air temperatures are given in Table 4.

**Table 4. The mathematical modeling results of Page model for different thicknesses and drying air temperatures.**

Model	Parameters	$R^2$	$SSE$	$RMSE$	$k$	$n$
Page	3mm-60°C	0.99857	0.00161	0.01208	0.0183	1.1991
	3mm-65°C	0.99895	0.00112	0.01060	0.0174	1.2424
	3mm-70°C	0.98809	0.00796	0.03641	0.0176	1.3108
	5mm-60°C	0.99814	0.00293	0.01211	0.0140	1.0796
	5mm-65°C	0.99774	0.00274	0.01453	0.0087	1.2946
	5mm-70°C	0.99224	0.00577	0.02686	0.0135	1.2725
	7mm-60°C	0.99800	0.00330	0.01224	0.0101	1.1104
	7mm-65°C	0.99647	0.00556	0.01627	0.0149	1.0513
	7mm-70°C	0.99699	0.00404	0.01541	0.0142	1.1002

According to Table 4, Page model is in outstanding agreement with the experimental results since  $R^2$  values changed between 0.98809 and 0.99895. Also, the highest  $R^2$  value was obtained as 0.99895 in the case of the thickness of 3mm and the air temperature of 65°C. This case is given in Figure 4.





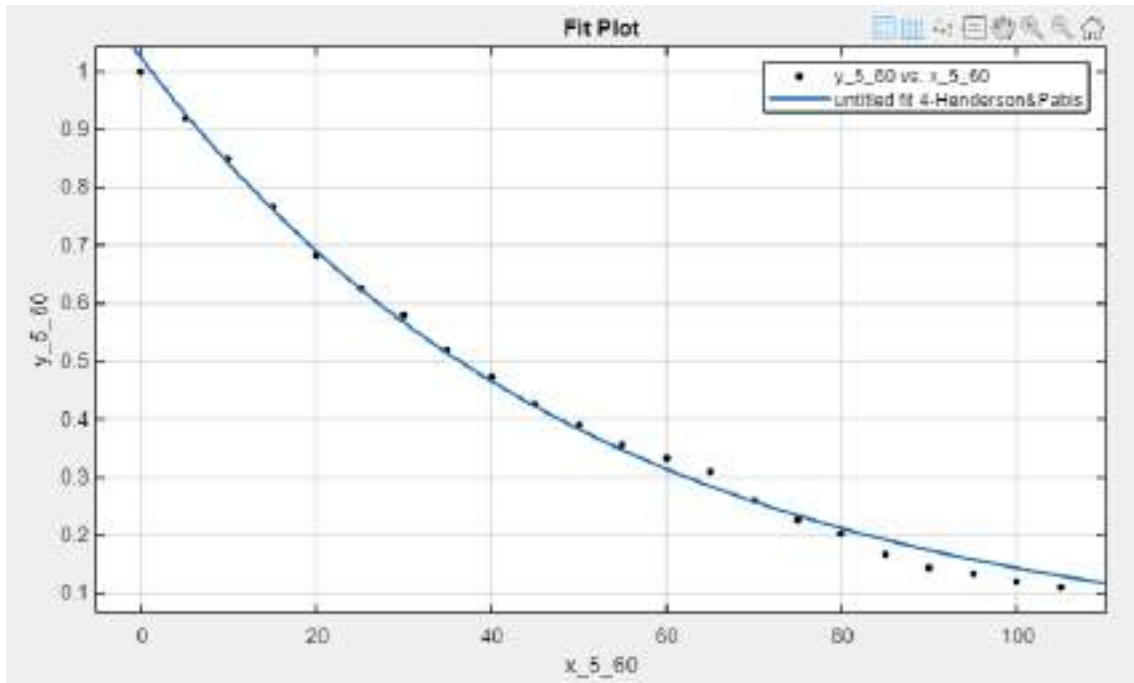
**Figure 4. The comparison of the experimental and Page-fitted curve values for the thickness of 3mm and the air temperature of 65°C.**

Mathematical modeling results of Henderson&Pabis model for different thicknesses and drying air temperatures are given in Table 5.

**Table 5. Mathematical modeling results of Henderson&Pabis model for different thicknesses and different drying air temperatures.**

Model	Parameters	$R^2$	SSE	RMSE	k	n
Henderson&Pabis	3mm-60°C	0.99209	0.00886	0.02839	1.0457	0.0376
	3mm-65°C	0.98951	0.01128	0.03358	1.0506	0.0409
	3mm-70°C	0.97168	0.01892	0.05616	1.0391	0.0472
	5mm-60°C	0.99678	0.00506	0.01591	1.0208	0.0197
	5mm-65°C	0.98357	0.01993	0.03915	1.0584	0.0270
	5mm-70°C	0.97926	0.01542	0.04391	1.0434	0.0348
	7mm-60°C	0.99545	0.00751	0.01847	1.0274	0.0165
	7mm-65°C	0.99563	0.00690	0.01812	1.0065	0.0184
	7mm-70°C	0.99451	0.00736	0.02080	1.0196	0.0214

According to Table 5, Henderson&Pabis model is in excellent agreement with the experimental results since  $R^2$  values changed between 0.97168 and 0.99678. Also, the highest  $R^2$  value was obtained as 0.99678 for the thickness of 5 mm and the air temperature of 60°C. This case is given in Figure 5.



**Figure 5. The comparison of the experimental and Henderson&Pabis-fitted curve values for the thickness of 5mm and the air temperature of 60°C.**

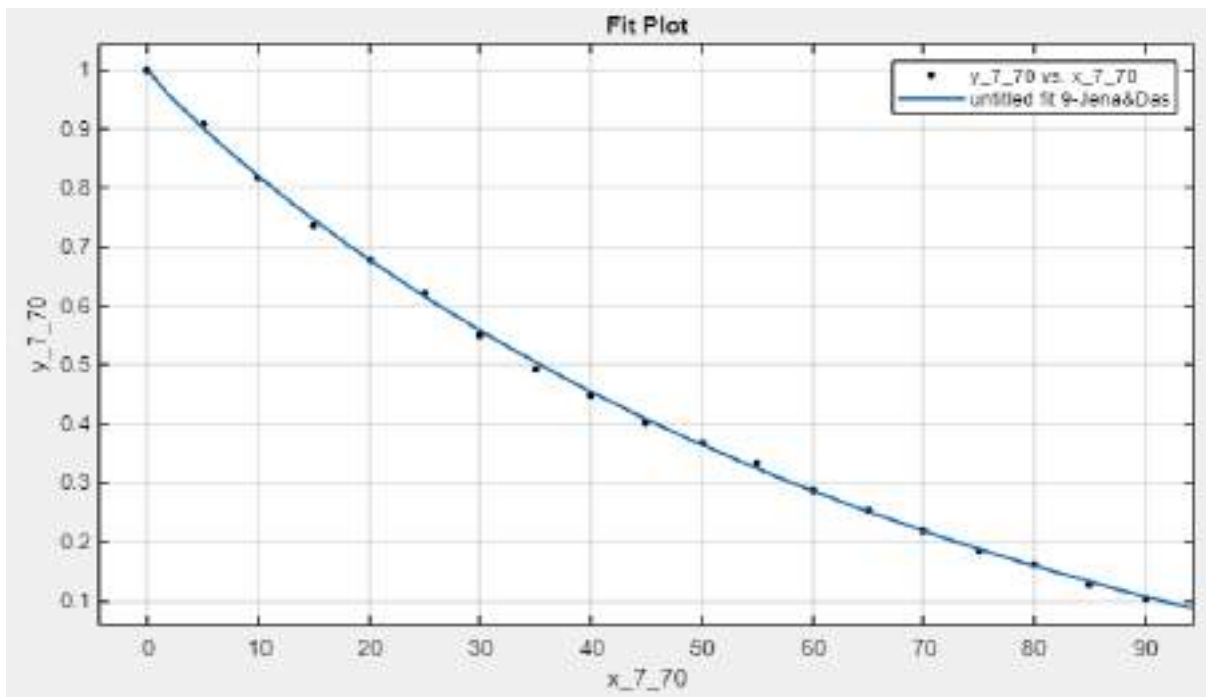
Mathematical modeling results of Jena&Das model for different thicknesses and drying air temperatures are given in Table 6.

**Table 6. Mathematical modeling results of Jena&Das model for different thicknesses and drying air temperatures.**

Model	Parameters	$R^2$	SSE	RMSE	a	b	c	k
Jena&Das	3mm-60°C	0.99795	0.00230	0.01597	1.0112	0.0523	-0.0163	0.0445
	3mm-65°C	0.99805	0.00210	0.01619	1.0420	0.0528	-0.0465	0.0458
	3mm-70°C	0.99926	0.00049	0.01108	-26.6010	0.0014	27.6012	-0.0007
	5mm-60°C	0.99895	0.00165	0.00958	1.1062	-0.0020	-0.1030	0.0158
	5mm-65°C	0.99859	0.00171	0.01247	1.2765	0.0169	-0.2804	0.0195
	5mm-70°C	0.99570	0.00320	0.02309	-42.8370	0.0006	43.8378	-0.0004

7mm-60°C	0.99935	0.00108	0.00734	1.1807	-0.0022	-0.1772	0.0118
7mm-65°C	0.99871	0.00203	0.01035	1.1860	-0.0136	-0.1840	0.0117
7mm-70°C	0.99960	0.00053	0.00596	1.2593	-0.0099	-0.2567	0.0128

According to Table 6, Jena&Das model is in very good agreement with the experimental results since  $R^2$  values changed between 0.99570 and 0.99960. Also, the highest  $R^2$  value was obtained as 0.99960 for a thickness of 7 mm and an air temperature of 70°C. This case is given in Figure 6.



**Figure 6. The comparison of the experimental and Jena&Das-fitted curve values for the thickness of 7mm and the air temperature of 70°C.**

## CONCLUSION

In this study, the drying characteristics of apple fruit were experimentally examined using parameters such as different air temperatures and product thickness in a tray dryer in a laboratory environment. The most compatible model was revealed by comparing the drying curves with mathematical models in the literature.

According to the results, all four mathematical models agree very well with the experimental results. Besides, the situation where the fastest drying takes place can also be considered from an economic perspective based on electricity consumption, and the best drying parameters can be determined precisely. It is necessary to resolve the optimum conditions by considering the system from an economic perspective and mass transfer.

Although the fit value  $R^2$  of mathematical models is relatively high, it varies for different thickness and temperature values. For this purpose, studies will be conducted on a mathematical model, including temperature and thickness parameters.

## REFERENCES

- [1] J. Srikiatden, J.S. Roberts, Moisture transfer in solid food materials: A review of mechanisms, models, and measurements, *Int. J. Food Prop.* 10 (2007). <https://doi.org/10.1080/10942910601161672>.
- [2] A.K. Babu, G. Kumaresan, V.A.A. Raj, R. Velraj, Review of leaf drying: Mechanism and influencing parameters, drying methods, nutrient preservation, and mathematical models, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 90 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.002>.
- [3] N.A. Aviara, L.N. Onuoha, O.E. Falola, J.C. Igbeka, Energy and exergy analyses of native cassava starch drying in a tray dryer, *Energy.* 73 (2014). <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.06.087>.
- [4] R. Khama, F. Aissani, R. Alkama, Design and performance testing of an industrial-scale indirect solar dryer, *J. Eng. Sci. Technol.* 11 (2016).
- [5] I.G. Mandala, E.F. Anagnostaras, C.K. Oikonomou, Influence of osmotic dehydration conditions on apple air-drying kinetics and their quality characteristics, *J. Food Eng.* 69 (2005). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.08.021>.
- [6] A. Pasban, H. Sadriani, M. Mohebbi, S.A. Shahidi, Spectral method for simulating 3D heat and mass transfer during drying of apple slices, *J. Food Eng.* 212 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.05.013>.
- [7] C. Kumar, M.U.H. Joardder, T.W. Farrell, G.J. Millar, A. Karim, A porous media transport model for apple drying, *Biosyst. Eng.* 176 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.06.021>.
- [8] N.M. Nizamlioglu, Farklı Sıcaklık ve Mikrodalga Güçlerinde Kurutulan Elma Dilimlerinin Kurutma Özellikleri, *Akad. Gıda.* 20 (2022). <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.1186984>.
- [9] V. Demir, T. Gunhan, A.K. Yagcioglu, Mathematical modelling of convection drying of green table olives, *Biosyst. Eng.* 98 (2007). <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2007.06.011>.
- [10] N. Çetin, Elma Dilimlerinin Konvektif Kurutulmasında Enerji Özelliklerine Etki Eden Faktörlerin Yanıt Yüzeyi Yöntemi ile Değerlendirilmesi, *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg.* 36 (2022) 265–280.
- [11] G.B. Löker, M. Yaman, S.A. Çevikkalp, N. Başaran, Ç. Özalp, Ş.G. Ünlü, D.D. Gültekin, S. Çalik, M. Öztürk, H. Altay, I. Türker, H. Ceyhan, A.A. Güngör, B. Amoutzopoulos, Food composition of fruits in Turkey: Research outputs from the new Turkish Food Composition Database, *TürKomp, Fruits.* 71 (2016). <https://doi.org/10.1051/fruits/2016031>.
- [12] S. Darıcı, S. Şen, Kivi meyvesinin kurutulmasında kurutma havası hızının kurumaya etkisinin incelenmesi, in: *X. Ulus. Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 2011: pp. 51–65.
- [13] W.K. Lewis, The Rate of Drying of Solid Materials, *Ind. Eng. Chem.* 13 (1921).

<https://doi.org/10.1021/ie50137a021>.

- [14] G. Page, Factors Influencing the Maximum Rates of Air Drying Shelled Corn in Thin layers., Purdue Univ. (1949).
- [15] Henderson, SM, S. Pabis, Grain drying theory II: Temperature effects on drying coefficients., J. Agric. Eng. Res. 6 (1961).
- [16] S. Jena, H. Das, Modelling for vacuum drying characteristics of coconut presscake, J. Food Eng. 79 (2007). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.01.032>.

## INVESTIGATION OF THE EFFECT OF AIR VELOCITY ON DRYING MODELS OF CARROTS IN DRYER WITH TRAYERS

Halit ARAT<sup>1</sup>, Abdullah AKBULUT<sup>2</sup>, Oğuz ARSLAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Kütahya Dumlupınar University Engineering Faculty, ORCID ID: 0000-0002-6634-2535

<sup>2</sup> Cankiri Karatekin University Engineering Faculty, ORCID ID: 0000-0002-6199-4083

<sup>3</sup> Bilecik Seyh Edebali University Engineering Faculty, ORCID ID: 0000-0001-8233-831X

### ABSTRACT

In recent years, due to conscious consumption, there has been a great increase in the cultivation of fruits and vegetables organically in season instead of greenhouses. Accordingly, consuming dried products not grown organically out of season has begun to attract a lot of demand. In this study, carrots' drying characteristics were examined using different parameters in the dryer with trayers. The effect of three different air velocities of 1m/s, 1.5m/s, and 2m/s and the air temperatures of 45°C, 50°C, and 55°C on drying was investigated while the carrot slices thick of 4 mm was used in the experiments. Different drying mathematical models (Lewis, Page, Henderson&Pabis, and Jena&Das) are discussed for drying carrots in the dryer with trayers. Also, these models are compared to each other, and the determination coefficients ( $R^2$ ) values are determined. According to the results,  $R^2$  values belonging to different models are changed according to the drying air velocities and temperatures.

**Keywords:** Air velocity, Carrot drying, Drying kinetics.

### 1. INTRODUCTION

Due to mindful consumption, there has been a significant increase in the organic in-season growing of fruits and vegetables in recent years as opposed to greenhouse farming. As a result, there is a growing demand for dried goods not produced organically while out of season. This extends the items' shelf life, making them suitable for consumption throughout the year and enabling surplus products to be deemed high-quality once harvested. Since food products contain different amounts of moisture, it is important to determine the conditions in which they will be dried (air velocity, temperature, and humidity of the environment) [1,2]. It is also essential to consider that these drying conditions should be carried out at a level where microorganisms cannot survive without deteriorating the product's nutritional values, depending on the moisture content, size, and quality of the products [3,4].

The industrial drying process occurs in closed ovens and outside natural settings. Due to the product's outside sensitivity to environmental factors and the lengthy drying process, closed ovens are recommended. Here, dried goods with a long shelf life and cleanliness can be obtained quickly. There are studies in the literature in which kiwi [5], orange [6], mushroom [7], apple [8], and tomato [9] were dried using different parameters.

In the literature, drying curves have been discussed with the help of different mathematical models, and the models closest to the drying curves have been presented. Nizamlioglu [10] Logarithmic, Lewis, Henderson&Pabis, Page, parabolic and Wang&Sing mathematical models for apple drying curves. In another study, the mathematical modeling of green table olives was

performed for drying at various temperatures (40, 50, 60, and 70 °C) at a constant air velocity of 1.0 m/s. They compared the thirteen different mathematical drying models [11].

In this study, the drying characteristics of carrot vegetables were experimentally examined using different air temperatures and air velocity parameters in a tray dryer in a laboratory environment. The most compatible model was revealed by comparing the drying curves with mathematical models in the literature.

## 2. MATERIAL AND METHODS

The drying properties of orange carrot (*Daucus carota*) were investigated in this study utilizing varying thicknesses and drying air temperatures. The components of orange carrot are listed in Table 1 for each 100 grams [12].

**Table 1. The components of orange carrot (*Daucus carota*) for every 100 grams [12].**

Ingredient	Value (gr)
Water	89.07
Protein	0.89
Fat	0.20
Carbohydrate	6.50
Fiber	2.58
Ash	0.76

As shown in the table, the fresh mass of orange carrots is 89.07%, and the dry mass is 10.93%.

### 2.1. Theoretical Analysis

The moisture content in a product is the amount stated as a percentage of the wet weight of the sample. Moisture content is expressed in two ways: % Wet Base (% $N_{WB}$ ) and % Dry Base (% $N_{DB}$ ) [13]:

$$\%N_{WB} = \frac{M_W}{M_W + M_D} \times 100 \quad (1)$$

$$\%N_{DB} = \frac{M_W}{M_D} \times 100 \quad (2)$$

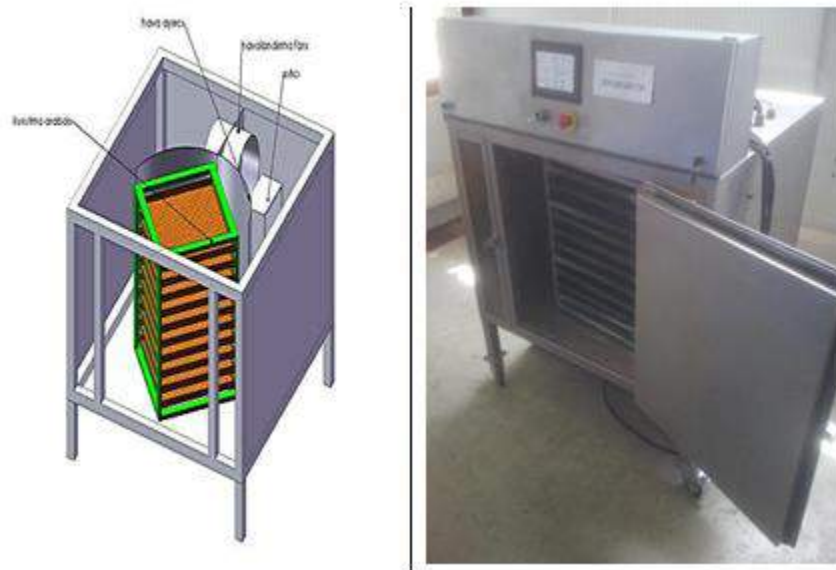
Here  $M_W$  is the product's water mass;  $M_D$  refers to its dry mass. Additionally, the ratio of the moisture content ( $N_t$ ) of a product at any time  $t$  to the initial moisture content ( $N_0$ ) at time  $t = 0$  is defined as the Moisture Ratio ( $MR$ ):

$$MR = \frac{N_t}{N_0} \quad (3)$$

### 2.2. Experimental Analysis

A laboratory-type tray dryer consists of four main parts: a drying cart, air separator, ventilation fan, and heater, as shown in Figure 1.





**Figure 1. Laboratory-type tray dryer.**

Before starting the experimental work, the parameters studied were defined as recipes in the general settings section. For the dryer to reach the set temperature value, the heater and circulation fan were manually operated and waited for it to reach the regime.

The experiments were carried out at drying air temperatures of 45°C, 50°C and 55°C and air velocities of 1m/s, 1.5m/s, and 2m/s for fixed carrot slices with a thickness of 4±1 mm. According to the experimental results obtained from the device, the drying characteristics of carrots were examined depending on time.

### 2.3. Mathematical Modelling

Drying curves of the products were created with the help of mathematical modeling using the drying times obtained as a result of the experimental study. These curves can be expressed with the help of mathematical equations and can be generalized for all products. In this study, four mathematical models shown in Table 2, widely used in the literature, were considered and compared with experimental studies.

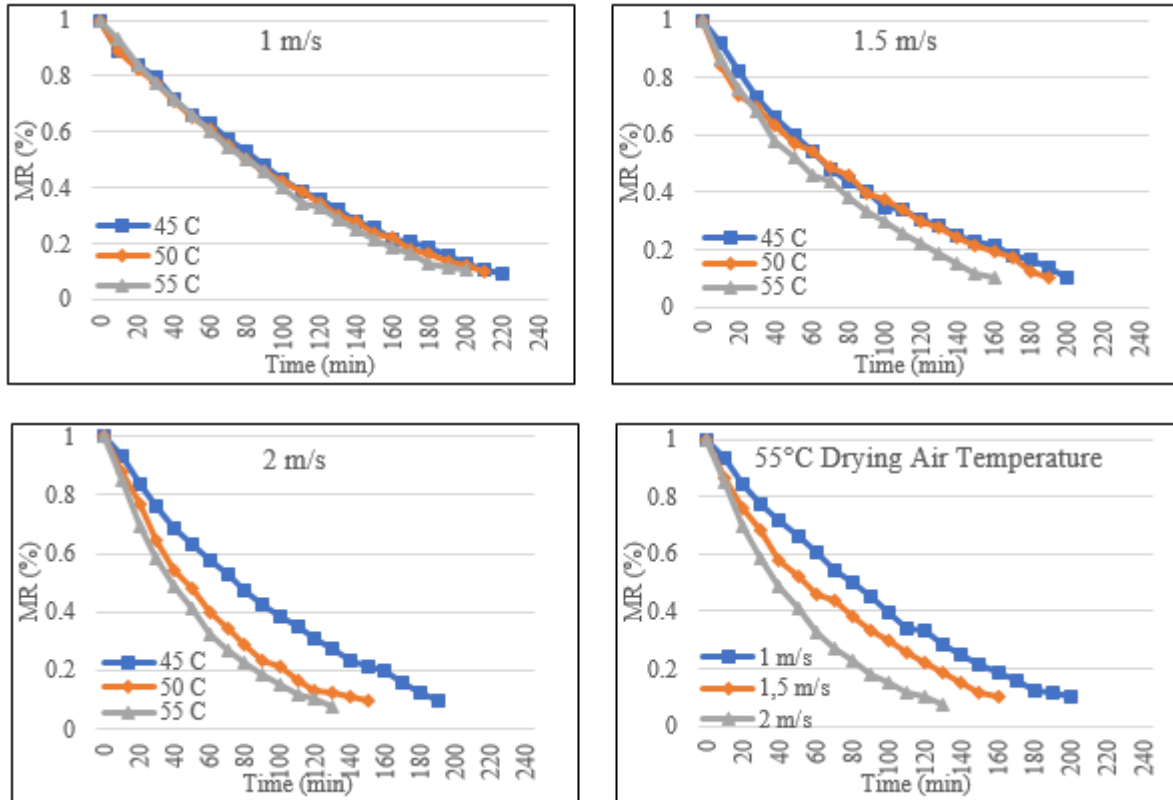
Regression coefficient ( $R^2$ ), standard error of estimation ( $SEE$ ) data, and the root mean square error (RMSE), as well as establishment constants and coefficients related to the equations, were determined through the program.

**Table 2. Four different mathematical models were used in this study.**

Models	Mathematical Equality	References
Lewis	$MR = \exp(-kt)$	[11,14]
Page	$MR = \exp(-kt^n)$	[15]
Henderson&Pabis	$MR = a \exp(-kt)$	[8,16]
Jena&Das	$MR = a \exp(-kt + b\sqrt{t}) + c$	[17]

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

The variation of carrot drying for different air velocities (1m/s, 1.5m/s, and 2m/s) used in the experiments in the tray dryer at a constant 4±1 mm thick carrot slices and different drying air temperatures (45°C, 50°C, and 55°C) is given in Figure 2.



**Figure 2.** Experimental *MR* values according to different air-drying velocities and temperatures.

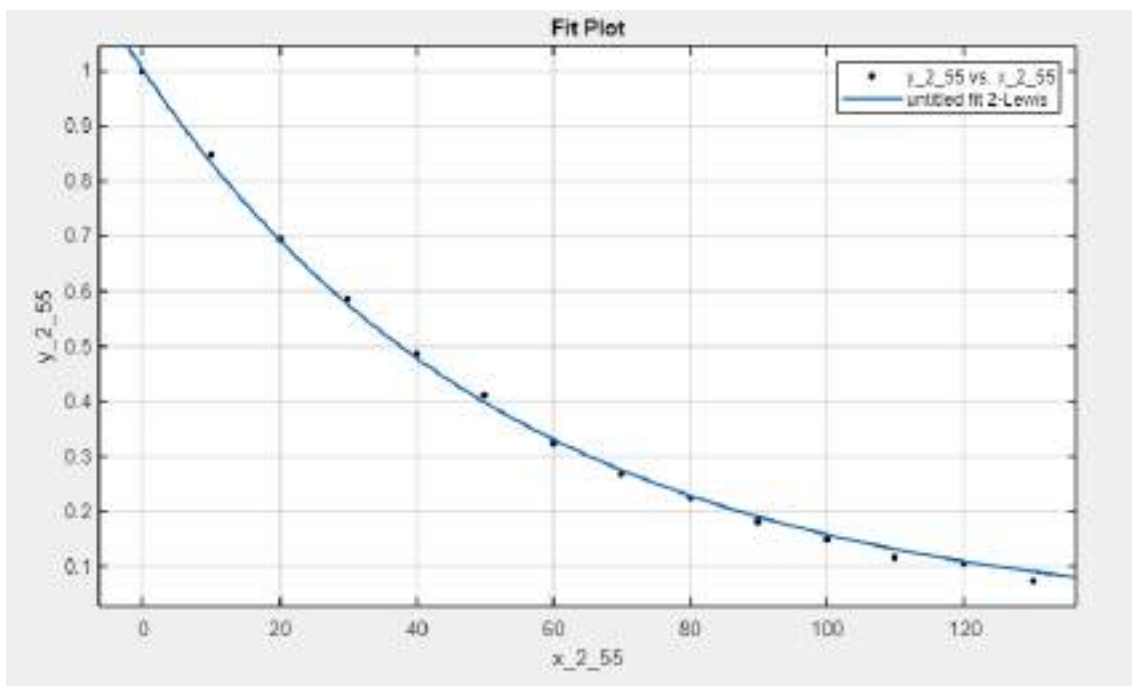
According to Fig.2, it was observed that the drying time decreased when the drying air temperature was increased at a constant carrot slice thickness. The slowest drying took 220 minutes for a drying air temperature of 45°C at an air velocity of 1 m/s. On the other hand, it was observed that the drying time decreased when the air velocity was increased at a constant carrot slice thickness and at 55°C drying air temperature, where the fastest drying occurred. The fastest drying took 130 minutes at 55°C at 2 m/s air velocity. Mathematical modeling results of Lewis model for different air velocities and drying air temperatures are given in Table 3.

**Table 3.** The mathematical modeling results of Lewis model for different air velocities and drying air temperatures.

Model	Parameters	$R^2$	<i>SSE</i>	<i>RMSE</i>	k
Lewis	1 m/s-45°C	0.98990	0.01663	0.02749	0.0088
	1 m/s-50°C	0.99138	0.01331	0.02518	0.0092
	1 m/s-55°C	0.98779	0.01931	0.03107	0.0095
	1.5 m/s-45°C	0.99820	0.00253	0.01125	0.0101
	1.5 m/s-50°C	0.98692	0.01560	0.02866	0.0105

	1.5 m/s-55°C	0.99553	0.00516	0.01795	0.0128
	2 m/s-45°C	0.99221	0.01125	0.02433	0.0098
	2 m/s-50°C	0.99740	0.00330	0.01482	0.0154
	2 m/s-55°C	0.99878	0.00137	0.01028	0.0185

According to Table 3, Lewis model is in very good agreement with the experimental results since  $R^2$  values changed between 0.98692 and 0.99878. Also, the highest  $R^2$  value was obtained as 0.99878 in the case of the air velocities of 2m/s and the air temperature of 55°C. This case is given in Figure 3.



**Figure 3. The comparison of the experimental and Lewis-fitted curve values for the air velocities of 2m/s and the air temperature of 55°C.**

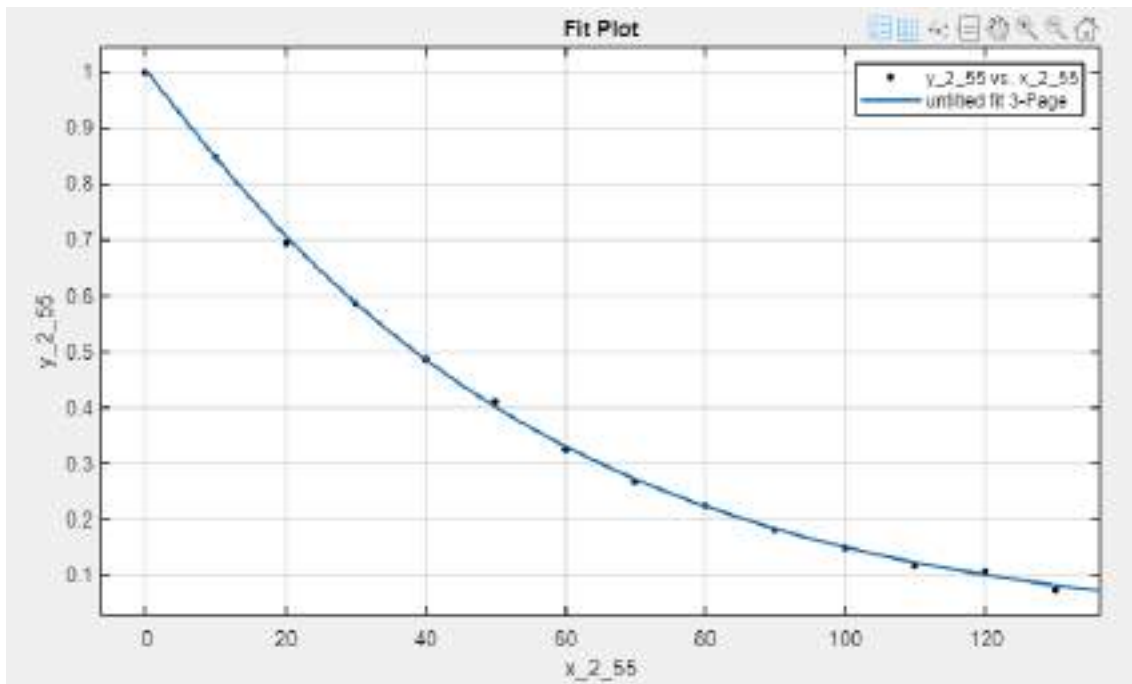
Mathematical modeling results of Page model for different air velocities and drying air temperatures are given in Table 4.

**Table 4. The mathematical modelling results of Page model for different air velocities and drying air temperatures.**

Model	Parameters	$R^2$	SSE	RMSE	k	n
Page	1 m/s-45°C	0.99540	0.00758	0.01899	0.0047	1.1338
	1 m/s-50°C	0.99529	0.00727	0.01906	0.0054	1.1112

	1 m/s-55°C	0.99732	0.00424	0.01494	0.0041	1.1825
	1.5 m/s-45°C	0.99821	0.00252	0.01152	0.0103	0.9962
	1.5 m/s-50°C	0.99040	0.01145	0.02522	0.0158	0.9104
	1.5 m/s-55°C	0.99561	0.00507	0.01838	0.0136	0.9859
	2 m/s-45°C	0.99733	0.00386	0.01464	0.0055	1.1276
	2 m/s-50°C	0.99932	0.00086	0.00784	0.0110	1.0788
	2 m/s-55°C	0.99962	0.00043	0.00598	0.0149	1.0521

According to Table 4, Page model perfectly agrees with the experimental results since  $R^2$  values changed between 0.99040 and 0.99962. Also, the highest  $R^2$  value was obtained as 0.99962 in the case of the air velocities of 2m/s and the air temperature of 55°C. This case is given in Figure 4.



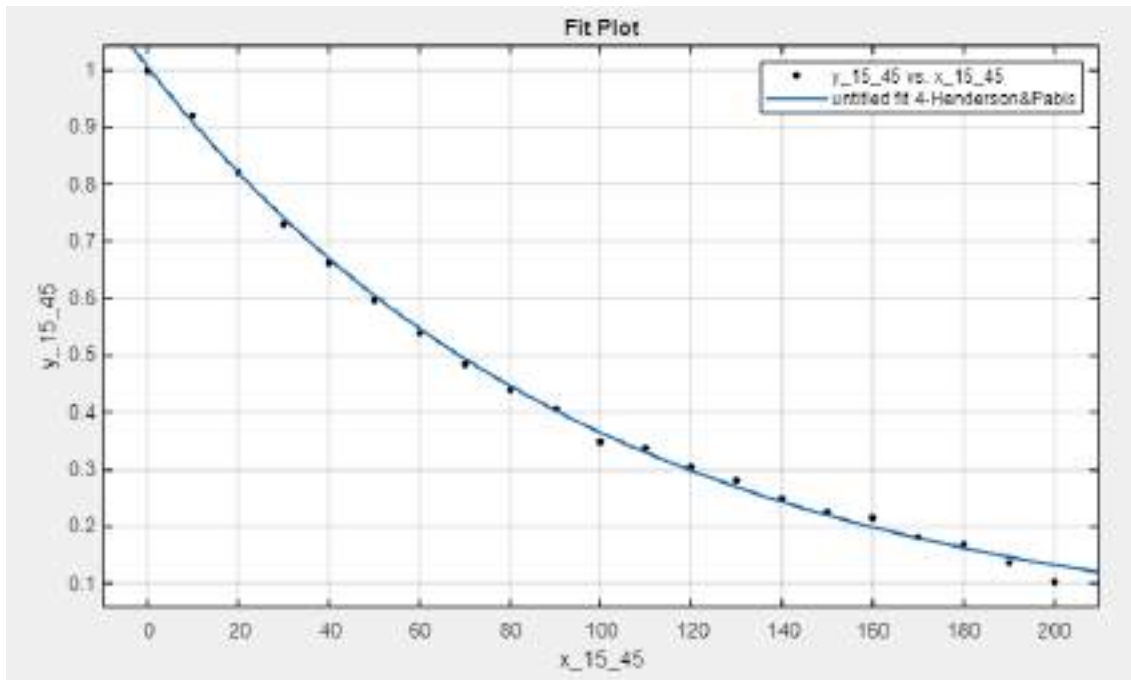
**Figure 4. The comparison of the experimental and Page-fitted curve values for the air velocities of 2m/s and the air temperature of 55°C.**

Mathematical modeling results of Henderson&Pabis model for different air velocities and drying air temperatures are given in Table 5.

**Table 5. Mathematical modeling results of Henderson&Pabis model for different air velocities and different drying air temperatures.**

Model	Parameters	$R^2$	$SSE$	$RMSE$	a	k
Henderson&Pabis	1.5 m/s-45°C	0.99821	0.00252	0.01151	1.0023	0.0102
	1.5 m/s-50°C	0.99158	0.01004	0.02362	0.9547	0.0099
	1.5 m/s-55°C	0.99579	0.00486	0.01799	0.9887	0.0126

According to Table 5, Henderson&Pabis model is in outstanding agreement with the experimental results belonging only 1.5m/s since  $R^2$  values changed between 0.99158 and 0.99821. Also, the highest  $R^2$  value was obtained as 0.99821 in the case of the air velocities of 1.5m/s and the air temperature of 45°C. This case is given in Figure 5. On the other hand, Henderson&Pabis model did not fit any curves for 1m/s and 2m/s air velocities.



**Figure 5. The comparison of the experimental and Henderson&Pabis-fitted curve values for the air velocities of 1.5m/s and the air temperature of 45°C.**

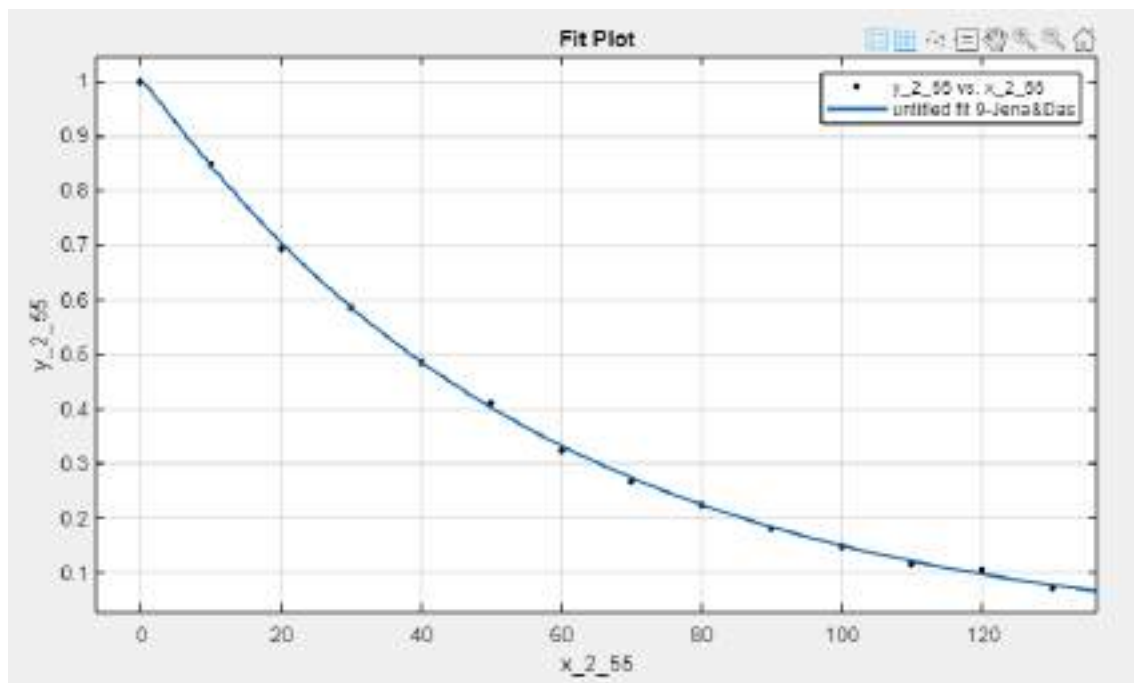
Mathematical modelling results of Jena&Das model for different air velocities and drying air temperatures are given in Table 6.

**Table 6. Mathematical modeling results of Jena&Das model for different air velocities and drying air temperatures.**

Model	Parameters	$R^2$	$SSE$	$RMSE$	a	b	c	k
Jena&Das	1.5 m/s-45°C	0.99824	0.00248	0.01207	1.0165	0.0097	-0.0032	-0.0098

1.5 m/s-50°C	0.99900	0.00119	0.00865	1.8587	0.0017	-0.0245	-0.8581
1.5 m/s-55°C	0.45114	0.63307	0.22068	0.6737	-0.0168	-0.5767	0.3663
2 m/s-45°C	0.99909	0.00132	0.00908	1.2062	0.0070	-0.0018	-0.2006
2 m/s-50°C	0.99935	0.00082	0.00827	0.9981	0.0175	0.0169	0.0006
2 m/s-55°C	0.99967	0.00038	0.00612	1.0223	0.0184	0.0055	-0.022

According to Table 6, Jena&Das model is in excellent agreement with the experimental results of 1.5m/s (except for 55°C) and 2 m/s since  $R^2$  values changed between 0.45114 and 0.99967. Also, the highest  $R^2$  value was obtained as 0.99967 in the case of the air velocities of 2m/s and the air temperature of 55°C. This case is given in Figure 6. On the other hand, Jena&Das model did not fit any curves for 1m/s air velocity.



**Figure 6. The comparison of the experimental and Jena&Das-fitted curve values for the air velocities of 2m/s and the air temperature of 55°C.**

## CONCLUSION

In this study, the drying characteristics of apple fruit were experimentally examined using parameters such as different air temperatures and product thickness in a tray dryer in a laboratory environment. The most compatible model was revealed by comparing the drying curves with mathematical models in the literature.

According to the results, Lewis and Page mathematical models agree very well with the experimental results. On the other hand, Henderson&Pabis model did not fit any curves for



1m/s and 2m/s air velocities, while Jena&Das model did not fit any curves for the air velocity of 1m/s Besides, the situation in which the fastest drying takes place can also be considered from an economic perspective based on electricity consumption, and the best drying parameters can be determined precisely.

Although the fit value  $R^2$  of mathematical models is relatively high for Lewis and Page models partially for Henderson&Pabis and Jena&Das models, it varies for different air velocities and drying temperature values. For this purpose, studies will be conducted on a mathematical model, including temperature and air velocity parameters.

## REFERENCES

- [1] R. Zhang, J. Long, Study on Drying Uniformity of Static Small-sized Drying Box for Fruits and Vegetables, in: Procedia Eng., 2017. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.201>.
- [2] K. Fan, M. Zhang, A.S. Mujumdar, Application of airborne ultrasound in the convective drying of fruits and vegetables: A review, Ultrason. Sonochem. 39 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.04.001>.
- [3] Y. Li, Y. Lei, L.B. Zhang, J.H. Peng, C.L. Li, Microwave drying characteristics and kinetics of ilmenite, Trans. Nonferrous Met. Soc. China (English Ed. 21 (2011). [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(11\)60700-0](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(11)60700-0).
- [4] Y. Tian, Y. Zhao, J. Huang, H. Zeng, B. Zheng, Effects of different drying methods on the product quality and volatile compounds of whole shiitake mushrooms, Food Chem. 197 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.029>.
- [5] A. Kaya, O. Aydin, I. Dincer, Experimental and numerical investigation of heat and mass transfer during drying of Hayward kiwi fruits (*Actinidia Deliciosa* Planch), J. Food Eng. 88 (2008). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.02.017>.
- [6] M.C. Garau, S. Simal, A. Femenia, C. Rosselló, Drying of orange skin: Drying kinetics modelling and functional properties, J. Food Eng. 75 (2006). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.04.017>.
- [7] I. Das, A. Arora, Alternate microwave and convective hot air application for rapid mushroom drying, J. Food Eng. 223 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.10.018>.
- [8] N. Çetin, Elma Dilimlerinin Konvektif Kurutulmasında Enerji Özelliklerine Etki Eden Faktörlerin Yanıt Yüzeyi Yöntemi ile Değerlendirilmesi, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg. 36 (2022) 265–280.
- [9] B. Ringeisen, D. M. Barrett, P. Stroeve, Concentrated solar drying of tomatoes, Energy Sustain. Dev. 19 (2014). <https://doi.org/10.1016/j.esd.2013.11.006>.
- [10] N.M. Nizamlioğlu, Farklı Sıcaklık ve Mikrodalga Güçlerinde Kurutulan Elma Dilimlerinin Kurutma Özellikleri, Akad. Gıda. 20 (2022). <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.1186984>.
- [11] V. Demir, T. Gunhan, A.K. Yagcioglu, Mathematical modelling of convection drying of green table olives, Biosyst. Eng. 98 (2007). <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2007.06.011>.
- [12] G.B. Löker, M. Yaman, S.A. Çevikkalp, N. Başaran, Ç. Özalp, Ş.G. Ünlü, D.D. Gültekin, S. Çalik, M. Öztürk, H. Altay, I. Türker, H. Ceyhan, A.A. Güngör, B. Amoutzopoulos, Food composition of fruits in Turkey: Research outputs from the new Turkish Food Composition Database, TürKomp, Fruits. 71 (2016). <https://doi.org/10.1051/fruits/2016031>.
- [13] S. Darıcı, S. Şen, Kivi meyvesinin kurutulmasında kurutma havası hızının kurumaya



- etkisinin incelenmesi, in: X. Ulus. Tesisat Mühendisliği Kongresi, 2011: pp. 51–65.
- [14] W.K. Lewis, The Rate of Drying of Solid Materials, *Ind. Eng. Chem.* 13 (1921). <https://doi.org/10.1021/ie50137a021>.
- [15] G. Page, Factors Influencing the Maximum Rates of Air Drying Shelled Corn in Thin layers., *Purdue Univ.* (1949).
- [16] Henderson, SM, S. Pabis, Grain drying theory II: Temperature effects on drying coefficients., *J. Agric. Eng. Res.* 6 (1961).
- [17] S. Jena, H. Das, Modelling for vacuum drying characteristics of coconut presscake, *J. Food Eng.* 79 (2007). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.01.032>.

## PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF DIAZO DYE ON ALUMINIUM OXIDE NANOPARTICLES IN AQUEOUS SOLUTION: A SPECTROSCOPIC STUDY

Nazli TURKTEN <sup>1</sup>, Yeliz AKPINAR <sup>2</sup>, Yunus KARATAS <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Kirsehir Ahi Evran University, Faculty of Arts and Sciences, nazli.turkten@ahievran.edu.tr  
ORCID ID – 0000-0001-9343-3697

<sup>2</sup> Kirsehir Ahi Evran University, Faculty of Arts and Sciences, yeliz.akpinar@ahievran.edu.tr  
ORCID ID - 0000-0001-7321-1421

<sup>3</sup> Kirsehir Ahi Evran University, Faculty of Arts and Sciences, ykaratas@ahievran.edu.tr  
ORCID ID - 0000-0002-3826-463X

### ABSTRACT

Azo dyes are the most widely used and highly stable synthetic dye group with one or more azo functional group (N=N) nature. These commercial dyes can be extensively applied in textile, printing, leather, and food industries, and insufficient water treatment can considerably impact the aquatic environment and aquatic life. Photocatalysis is an effective green water treatment process capable of removing toxic pollutants as well as recalcitrant azo dye wastewater effluents.

This study concerns the photocatalytic performance of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles, which was extensively tested using a diazo dye under UV light irradiation. Reactive Blue 198 (RB-198) dye was selected as a representative pollutant in textile dyeing wastewater. Photocatalytic degradation reactions were followed by ultraviolet–visible (UV–Vis) and Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR). FT-IR analysis was used to identify changes in vibrational bands during photocatalytic degradation, and the decrease in the intensity of the characteristic azo vibrational band could be evidence of the azo cleavage of the dye. Moreover, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles exhibited excellent photocatalytic activity for the degradation of RB-198, with promising results indicating that Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> can be used as an alternative potential and a low-cost preferable photocatalyst.

**Keywords:** Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, diazo dye, FT-IR spectroscopy, photocatalysis, Reactive Blue 198.

### 1. INTRODUCTION

Azo dyes are chemical materials that comprise a diazotized amine joined to a phenol or amine and feature one or more azo linkages. Essential precursors to azo dyes consist of, for example, aromatic amines. Azo compounds exhibit bright colors and constitute approximately 66% of all artificially produced dyes. They are the most extensively used and structurally diverse category of organic dyes in the commercial sector. Previously, there were a minimum of 3000 azo dyes used in various industries such as pharmaceuticals, paper, printing inks, paints, varnish, lacquer, and wood stains. In the color index (C. I.), which has been continuously regulated since 1924, dyes are classified mostly according to their structure, source, color, and method of application.

Dyes can be categorized into several classes based on the chromophores they contain. These dyes include various types, such as acridine dyes, azo dyes, arylmethane dyes, anthroquinone dyes, nitro dyes, xanthenes dyes, and quinine-amine dyes [1]. Azo dyes are also used as colorants in synthetic and natural textile fibers, plastics, leather, hair dyes, waxes, and petroleum. Azo dyes are the most extensive and adaptable category of dyes, representing over 50% of the global dye production [2, 3].

Although dye has been an essential factor in the socio-economic sector since 2000 BC, the prevalence of synthetic dye only became prominent during the industrial revolution, and it has become a vital component in textile industries. More than 70% of the annual dye production of over 900,000 tons consists of the azo group. Many textile dyes are identified solely by their trade names, rather than their specific chemical composition. This lack of knowledge about the dyes' chemistry contributes to their potential for inflicting severe hazardous effects. Furthermore, the lack of viable solutions for dye degradation exacerbates this issue. Textile manufacturers discharge a significant quantity of pigmented wastewater into nearby water bodies without adequate treatment, resulting in significant environmental contamination. Increased industrialization leads to greater use of dyes, thus increasing the potential for toxicity to impact the entire environment [4-6]. Due to their xenobiotic and unpredictable characteristics, azo dyes have a lasting impact on living organisms. Textile industry effluent includes a substantial quantity of dye together with several hazardous metals in the water body into which it is discharged. It also disrupts the equilibrium of organic and inorganic chemical composition in the environment and has an impact on the living organisms in water. When dye is combined with water, the ability of light to penetrate the water decreases, resulting in a negative impact on the entire aquatic environment [6, 7].

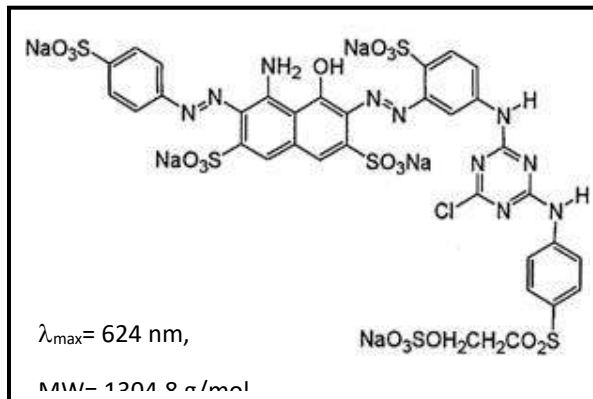
The azo dyes can cause toxic compounds to mix with water bodies, enter aquatic animals, and be taken up by humans, leading to hypertension, sporadic disorders, and cramps. They are also known to be carcinogenic in humans and laboratory animals, causing hepatocarcinoma, splenic sarcoma, nuclear anomalies, and chromosomal aberrations [6].

Several methods are being developed to clean azo dyes in wastewater. Enzymatic, bacterial and photocatalytic degradation are the most preferred. In the photocatalytic degradation method, semiconductors are used as catalysts to enhance the effect of the process. The operation is quite convenient and easy. When a heterogeneous catalyst or solid reagents are used during the process, they are removed from the liquid samples using organic solvent or filtration. The performance of the catalytic study is evaluated by analyzing the quantity of dye before and after processing. Various techniques are used to show that colored azo dyes are corrupted after photocatalyst operation. The most popular method is UV-VIS Spectrometry [1].

The study will evaluate the photodegradation of RB-198 textile dye in water using  $\text{Al}_2\text{O}_3$  particles. UV-Vis Spectrometer and FT-IR Spectrometer are used for characterization and measurement studies.

## 2. MATERIALS AND METHODS

$\text{Al}_2\text{O}_3$  powder was purchased from Sigma-Aldrich and used without further treatment. All aqueous solutions were prepared with distilled water. The chemical structure and properties of RB-198 diazo dye was given in Figure 1.



**Figure 1.** The chemical structure and properties of RB-198.

FTIR spectroscopy was performed on a Thermo Scientific Nicolet 6700 spectrometer equipped with an attenuated total reflection accessory. The photocatalytic activity experiments were carried out in a cylindrical Pyrex reaction vessel irradiated from top with a 125 W black light fluorescent lamp. The photocatalytic activity tests were performed in 50 mL of RB-198 (5 mg/L) solution upon using a 0.50 g/L catalyst dose. The absorbance values of the filtrated solutions were monitored by a Thermo Scientific Genesys 10S double beam spectrophotometer using 1 cm quartz cells.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

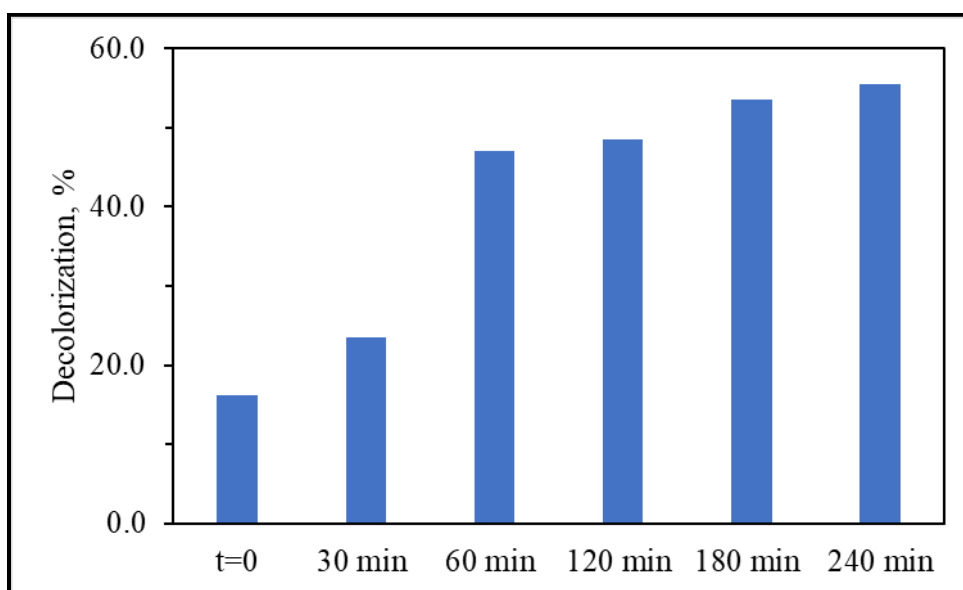
The degree of RB-198 diazo dye decolorization by using  $\text{Al}_2\text{O}_3$  particles was calculated by the following equation (1).

$$\text{Decolorization, \%} = ((A_{o} - A)/A_{o}) \times 100 \quad (1)$$

where,

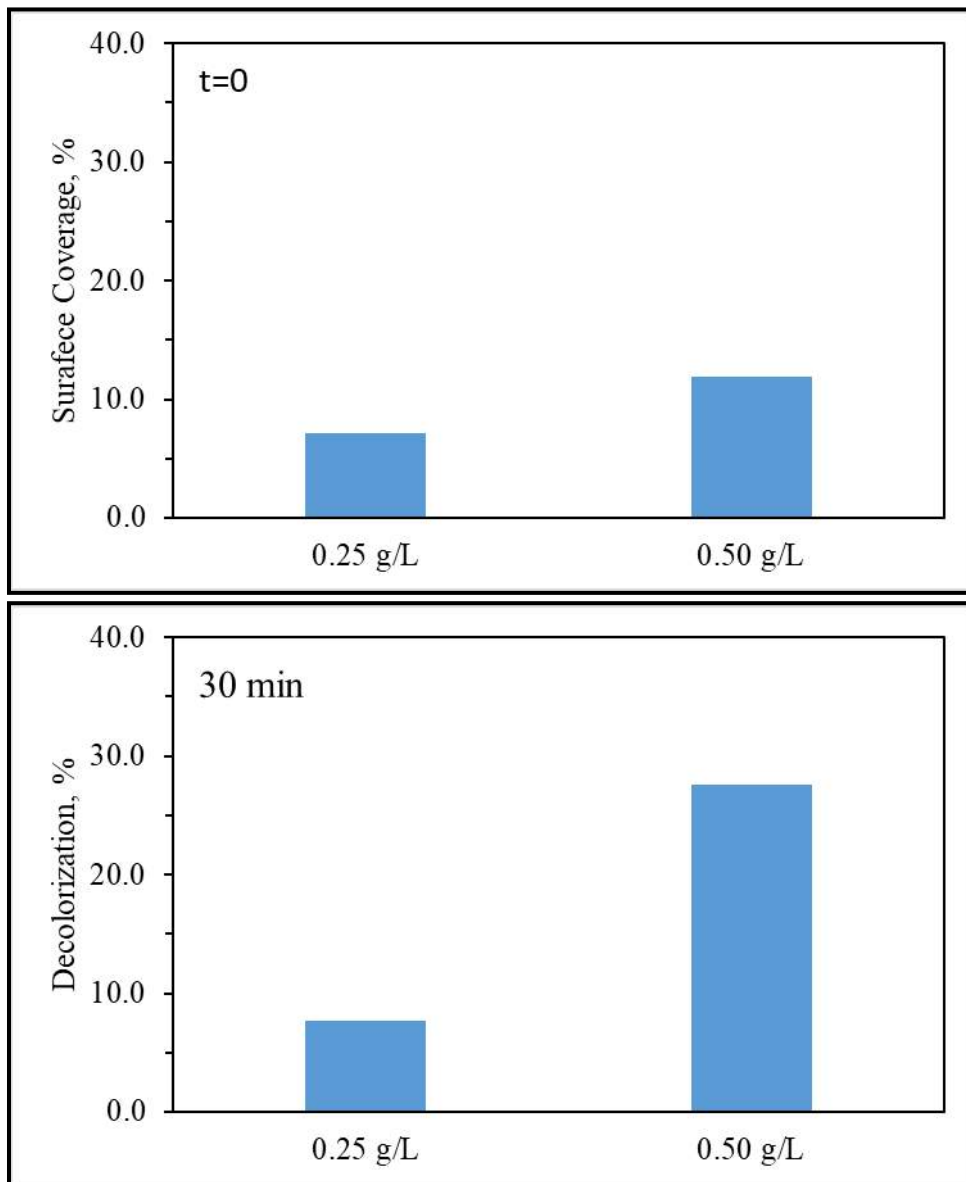
$A_{o}$  = initial absorbance of RB-198 and  $A$  = absorbance of RB-198 at irradiation time  $t$ .

The photocatalytic decolorization of RB-198 (5 mg/L) during exposure of 0-240 min using 0.50 g/L  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dose was presented in Figure 2. The initial extent of RB-198 was 16%. Upon use of  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , the removal efficiency of RB-198 achieved 56% for 240 min irradiation.



**Figure 2. Photocatalytic degradation of RB-198 upon use of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> specimen.**

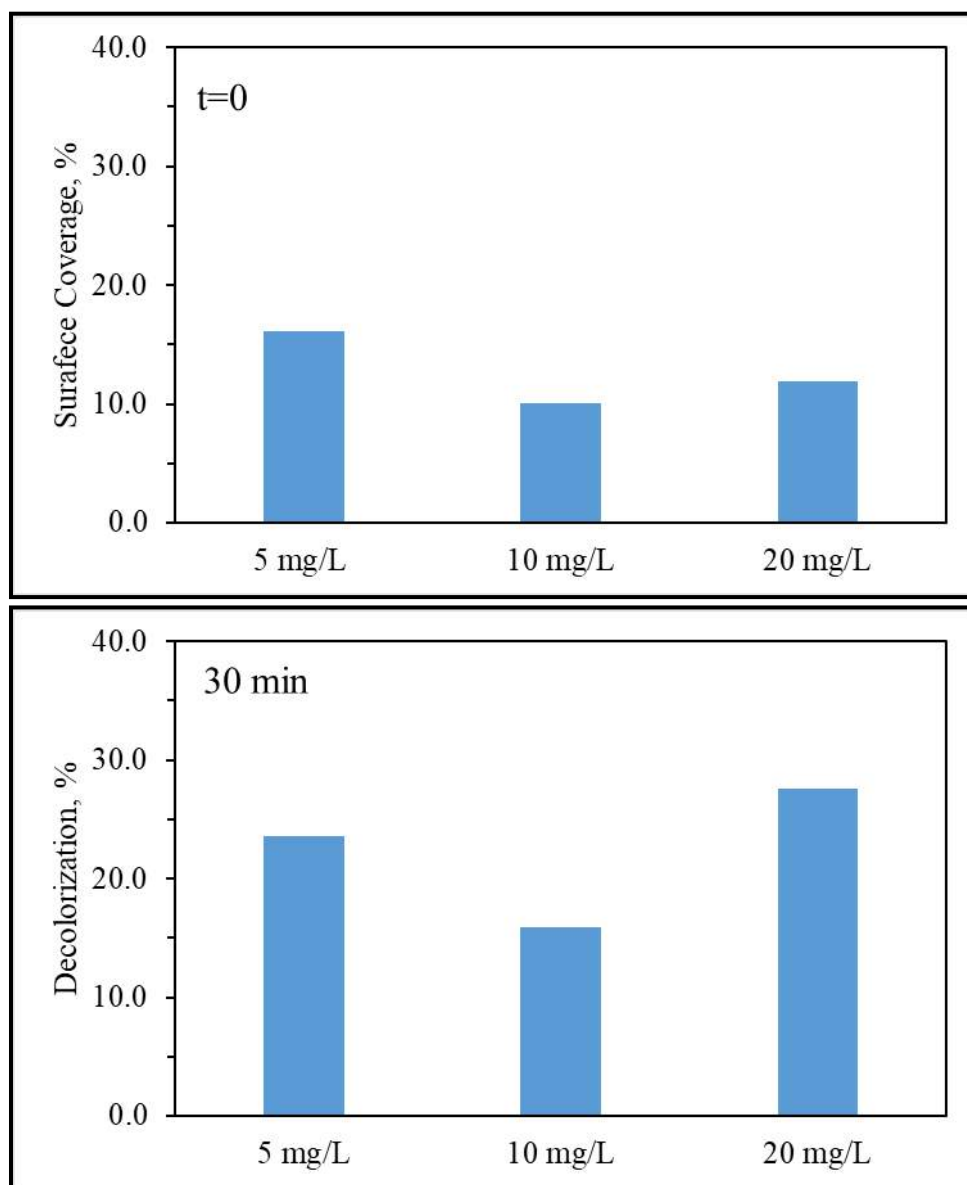
Photocatalyst dose effect was investigated using 0.25 g/L and 0.50 g/L of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and RB-198 (20 mg/L) for 30 min irradiation (Figure 3). Surface coverage of RB-198 onto Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> reflected the increasing dose trend. The decolorization efficiency was attained as ca.8% for Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dose of 0.25 g/L. Doubling the dosage remarkably increased the decolorization percentage of RB-198 (ca 28%) and this value was almost 3.5 times greater.



**Figure 3. Photocatalytic degradation of RB-198 upon use of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> specimen: Dose effect.**

Effect of initial RB-198 concentration was investigated in the range of 5-20 mg/L (5 mg/L, 10 mg/L, and 20 mg/L) by using constant 0.50 g/L Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dose (Figure 4). From a general perspective, surface coverage reflected an inconsistent trend with the increasing initial RB-198 concentration. Initial surface coverage extent decreased from 16% to 10% upon increase from 5 mg/L to 10 mg/L. A higher RB-198 concentration (20 mg/L) resulted in a slight surface coverage extent increase (12%). Accordingly, a similar inconsistent removal efficiency trend

was also observed upon photocatalysis. The highest decolorization efficiency (28%) was observed in the presence of 20 mg/L of RB-198 for 30 min irradiation.



**Figure 4. Photocatalytic degradation of RB-198 upon use of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> specimen: Initial RB-198 concentration.**

The progress of the photocatalytic reaction on the surface of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.50 g/L) coated with RB-198 dye (5 mg/L) was followed by using FT-IR spectroscopy from the collected samples at different irradiation times (30 min, 120 min, and 240 min) (Figure 5). In all spectra, mainly characteristic bands of both RB-198 and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> were observed. The main characteristic bands of RB-198 at 3578 cm<sup>-1</sup>, 2977 cm<sup>-1</sup>, 2940 cm<sup>-1</sup>, 1492 cm<sup>-1</sup>, 1419 cm<sup>-1</sup>, 1340 cm<sup>-1</sup>, 1220 cm<sup>-1</sup>, 1135 cm<sup>-1</sup>, 1050 cm<sup>-1</sup>, and 1001 cm<sup>-1</sup> were attributed to the N–H stretching in amines, CH<sub>3</sub> asymmetric and symmetric vibrational stretching, -CH<sub>2</sub> asymmetric vibrational stretching, -N=N- groups of azo chromophores, aromatic C=C stretching, -C–O– stretching, amino C–N stretching, -CN group of aromatic amines, S=O stretching, and =C–H of aromatic rings,

respectively after 30 min irradiation [8-11]. The bands in the 3600-3200  $\text{cm}^{-1}$  region and the band at around 1650  $\text{cm}^{-1}$  were belong to the O–H stretching and O–H stretching bending of  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , respectively. The bands corresponded to the Al-O vibrations were located at 763  $\text{cm}^{-1}$  and 670  $\text{cm}^{-1}$  while the bands related to the metal oxygen was detected at 543  $\text{cm}^{-1}$  and 422  $\text{cm}^{-1}$  in the spectrum of 30 min [12]. A slight shift was observed in positions of bands during photocatalysis.

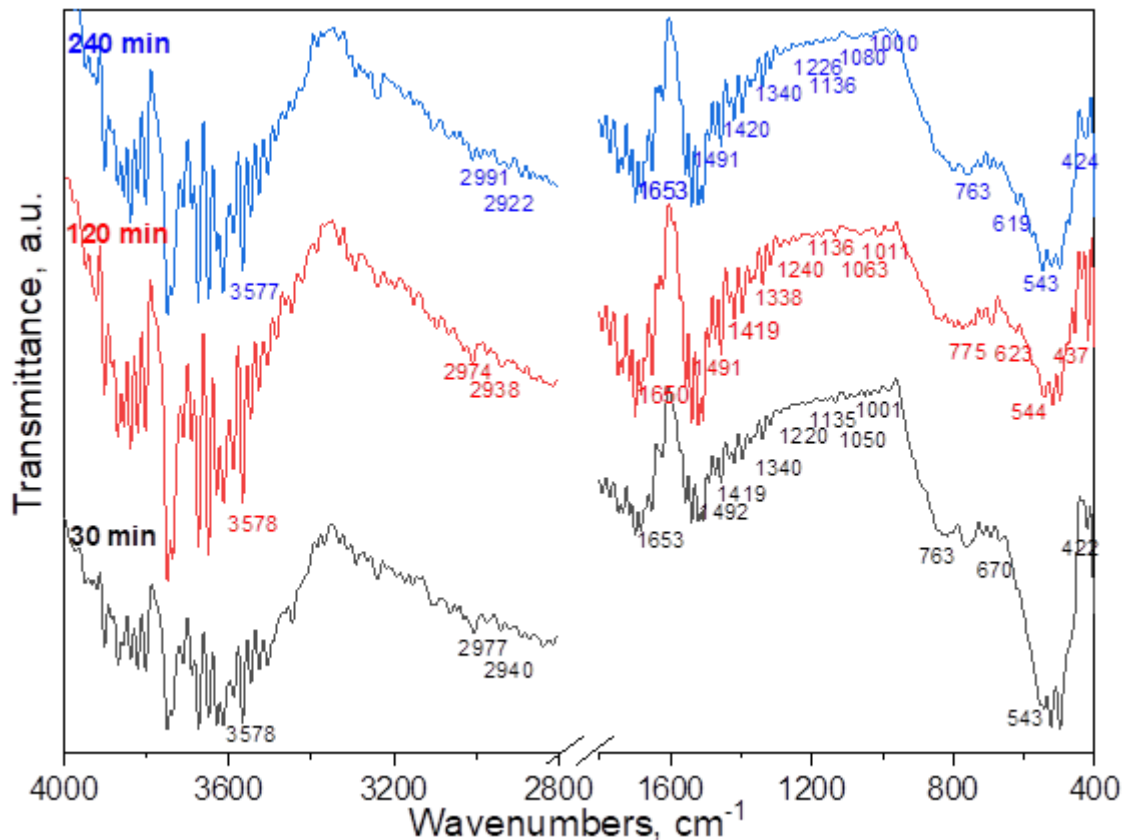


Figure 5. FT-IR spectra of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  coated with RB-198 after 30 min, 120 min, and 240 min irradiation.

### 3. CONCLUSIONS

The photocatalytic activity of RB-198, a commercially important model textile dye, was investigated upon using  $\text{Al}_2\text{O}_3$  particles. The photocatalytic degradation of RB-198 over 240 min was 56%. FT-IR was used to examine the changes in the functional groups of RB-198 and  $\text{Al}_2\text{O}_3$  during photocatalysis. The FT-IR band at around 1492  $\text{cm}^{-1}$  corresponding to the azo bond decreased gradually. However, a complete decolorization of RB-198 was not achieved, and this result was consistent with UV-Vis spectroscopic data.

### REFERENCES



- [1] Rauf, M. A.; Meetani, M. A.; Hisaindee, S. An overview on the photocatalytic degradation of azo dyes in the presence of TiO<sub>2</sub> doped with selective transition metals. *Desalination*, 2011, 276 (1), 13-27. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.03.071>.
- [2] Chung, K.-T. Azo dyes and human health: A review. *Journal of Environmental Science and Health, Part C* 2016, 34 (4), 233-261. DOI: 10.1080/10590501.2016.1236602.
- [3] Ventura-Camargo, B.; Marin-Morales, M. Azo dyes: Characterization and toxicity– A Review. *Textiles and Light Industrial Science and Technology*, 2013, 2.
- [4] Zaharia, C.; Suteu, D. Textile organic dyes–Characteristics, polluting effects and separation/elimination procedures from industrial effluents – A Critical Overview. In *organic pollutants ten years after the Stockholm Convention*, Tomasz, P., Aleksandra, M.-S. Eds.; IntechOpen, 2012; p Ch. 3.
- [5] Kanagaraj, J.; Senthilvelan, T.; Panda, R. C. Degradation of azo dyes by laccase: biological method to reduce pollution load in dye wastewater. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2015, 17 (6), 1443-1456. DOI: 10.1007/s10098-014-0869-6.
- [6] Sarkar, S.; Banerjee, A.; Halder, U.; Biswas, R.; Bandopadhyay, R. Degradation of synthetic azo dyes of textile industry: A sustainable approach using microbial enzymes. *Water Conservation Science and Engineering*, 2017, 2 (4), 121-131. DOI: 10.1007/s41101-017-0031-5.
- [7] Solís, M.; Solís, A.; Pérez, H. I.; Manjarrez, N.; Flores, M. Microbial decolouration of azo dyes: A review. *Process Biochemistry*, 2012, 47 (12), 1723-1748. DOI: 10.1016/j.procbio.2012.08.014.
- [8] Arslan-Alaton, I.; Koba-Ucun, O.; Turkten, N.; Sora, I. N.; Bekbolet, M. More about persulfate-assisted ferrilanthanide-mediated photocatalysis of textile industry dye Reactive Black 5: Surface properties and structural assessment. *Water*, 2023, 15 (5), 906.
- [9] Kale, R. D.; Kane, P. B. Synthesis of PVP stabilized bimetallic nanoparticles for removal of azo based reactive dye from aqueous solution. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 2018, 10, 153-162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scp.2018.11.002>.
- [10] Ziane, S.; Bessaha, F.; Marouf-Khelifa, K.; Khelifa, A. Single and binary adsorption of reactive black 5 and Congo red on modified dolomite: Performance and mechanism. *Journal of Molecular Liquids*, 2018, 249, 1245-1253. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2017.11.130>.
- [11] Lau, Y.-Y.; Wong, Y.-S.; Ong, S.-A.; Ho, L.-N.; Hussin, K.; Lutpi, N. A. Intermolecular mechanistic treatment of recalcitrant environmental pollutants: Azo, benzene, naphthalene and vinyl sulfone. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 2017, 76, 27-34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2017.04.009>.
- [12] Anbarasu, S.; Ilangovan, S.; Usharani, K.; Prabhavathi, A.; Suganya, M.; Balamurugan, S.; Kayathiri, C.; Karthika, M.; Nagarethinam, V. S.; Balu, A. R. Visible light mediated photocatalytic activity of Ni-doped Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles. *Surfaces and Interfaces*, 2020, 18, 100416. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.surfin.2019.100416>.

## USE AND OPTIMIZATION OF IONIC LIQUIDS FOR THE DETERMINATION OF TRACE LEVELS OF CADMIUM IN SOME AGRICULTURAL PRODUCTS

Master Bünyamin Doğan<sup>1</sup>, Prof. Dr. Nail Altunay<sup>2</sup> and Prof. Dr. Adil Elik<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sivas Cumhuriyet University, Science Faculty, Chemistry Department,  
[bnymn1453@hotmail.com](mailto:bnymn1453@hotmail.com), ORCID NO: 0000-0001-9053-9987

<sup>2</sup>Sivas Cumhuriyet University, Science Faculty, Chemistry Department,  
[naltunay@cumhuriyet.edu.tr](mailto:naltunay@cumhuriyet.edu.tr), ORCID NO: 0000-0001-9053-7570

<sup>3</sup>Sivas Cumhuriyet University, Science Faculty, Chemistry Department,  
[elik@cumhuriyet.edu.tr](mailto:elik@cumhuriyet.edu.tr), ORCID NO: 0000-0002-3942-4711

### ABSTRACT

Determination of toxic metals in agricultural products is very important for both plant growth and human health. Toxic species accumulated in agricultural products can pass to people who consume them and therefore threaten human health. It is very significant to improve rapid and green techniques for the detection of cadmium (Cd(II)), especially in agricultural products with high toxicity. In this context, in this study, the use and optimization of ionic liquids, which are green extraction solvents, for the fast and simple extraction of Cd(II) in some agricultural products were investigated. The method includes a heating and centrifugation step. Agricultural products were prepared by microwave digestion. The amount of Cd(II) in the solution obtained after the extraction step was determined utilizing a flame atomic absorption spectrophotometer. The basis of the study is to ensure complexation between Morin and Cd(II) ions at pH = 4.5 and then to provide the resulting complex to the [OMIM][PF6] ionic liquid phase by sonication at 40 °C. Cd quantity was determined by flame atomic absorption spectrophotometer. Important parameters such as pH, Morin concentration, extraction temperature, [OMIM][PF6] ionic liquid volume and extraction temperature were comprehensively optimized. In this current study, the workableness of the optimized method was tested on agricultural products such as rice, spinach, lettuce and tomato. The integrity of the method was monitored via analysing of the reference material. The LOD and RSD of the method are 0.8 µg L<sup>-1</sup> and 3.4%, respectively. In the final stage, the proposed analytical technique was efficaciously applied to the identification of Cd(II) in digested agricultural products.

**Keywords:** Cadmium, Optimization, Ionic liquid, Agricultural products

## 1. INTRODUCTION

Heavy metals join in water resources when industrial sewages or acid rain reach the soil, rivers, lakes and groundwater [1]. Heavy metals carried into waters become extremely diluted and partially form solid compounds as carbonate, sulphate and sulfur, settling on the water bottom and becoming enriched in this region [2]. One of the toxic heavy metals is cadmium. Cigarette smoke, coffee, industrial waste, coal, refined foods are some important sources through which living beings can be exposed to cadmium. Excessive exposure to these sources may cause cadmium accumulation in living things [3]. Cd can replace zinc in important enzyme and organ functions and prevents these functions from occurring properly. The ratios of zinc and Cd in the body are very important as Cd poisoning increases with zinc deficiency [4]. The refining process of grains reduces this rate, and therefore zinc deficiency and Cd poisoning increase with the consumption of highly refined grains and flours. Cadmium, unlike other heavy metals, has high water solubility. [5]. For this reason, the diffusion rate in nature is quite high. Due to its water-soluble properties, it is passed into biological systems by plants and marine species in the form of Cd(II) and has the ability to accumulate [6]. Considering these features, there is always a need for easy-to-use and fast procedures for monitoring cadmium in agricultural products [7].

Although technological developments have increased the detection capacity of the devices, trace level analyzes are quite difficult due to the matrix effect [8]. To overcome these problems, analytical chemists in particular have focused on developing rapid and selective approaches. Among these, the most commonly used approach is the microextraction procedure. These techniques are basically divided into two as liquid-liquid microextraction and solid phase microextraction, depending on whether the extraction material is liquid or solid [9]. Many different liquids such as organic solvents, surfactants, ionic liquids, SUPRAS, and replaceable solvents have been utilized as extraction solvents in liquid phase extraction studies. Among these, ionic liquids have more effective usage areas [10]. Its basic features include low vapor pressures, effective phase separation, and easy preparation. These properties have made them widely used in the preconcentration of different metal ions [11,12]. Ionic liquids offer a wide range of uses not only in the pre-exchange of metal ions but also in biological processes, chemical engineering and synthesis studies [13]. The use of ionic liquids in liquid phase extraction studies not only provides a faster extraction step, but also demonstrates easy combination with phase-based techniques [14]. For this reason, many techniques such as UV-spectrophotometer, mass spectrophotometer, and anodic stripping voltammetry have been used in extraction studies using ionic liquids [15,16].

In this study, the extraction approach using ionic liquids was optimized for the effective, selective and accurate separation of cadmium in artificially prepared agricultural products. The cadmium level in artificial agricultural products was analyzed by atomic absorption spectroscopy. For reliable results, rigorous validation steps were applied to the method. The findings remarked that the presented method is practicable to complex agricultural products.

## 2. EXPERIMENTAL

### 2.1. Apparatus

The basic tools used in the technique improved for the identification of trace Cd(II) in agricultural products are summarized below. First, the amount of Cd was determined by flame atomic absorption spectrophotometry (Shimadzu AAS-6300 model Kyoto, Japan). To ensure the effectiveness of the ionic liquid, an ultrasonic bath was used at 52 kHz. Centrifugation (Universal-320, Hettich, London, England) was utilized to lay away the ionic phase from the sample solution. pH control of the obtained solutions was achieved by pH meter (Sartorius Docu-model, North America). Digestion of agricultural samples was applied using a microwave digestion system (Milestone Ethos, Italy).

### 2.2. Reagents

The chemicals used in the experiments were of analytical purity. Therefore, additional purification processes were not required. The stock solution of Cd(II) was prepared from the Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> salt (Merck) in water. Working and calibration solutions of Cd(II) were prepared daily by successive dilutions of the stock solution. Morin was used to complex Cd(II) ions and its 10<sup>-4</sup> mol L<sup>-1</sup> solution was prepared by dissolving the suitable quantity of the morin solid (Sigma) in ethanol. 1-octyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate ([OMIM][PF<sub>6</sub>]) (as ionic liquid) was preferred to separate the Cd-morin complex from its aqueous solution. The pH of the solutions was maintained with borate and BR buffer solutions.

### 2.3. Microwave digestion

In this study, the applicability of the optimized analytical technique was tested on agricultural products such as rice, spinach, lettuce and tomato. The experimental stages of the microwave digestion method applied for the collected samples were as follows. First, the vegetable specimens were washed several times with distilled water, and thereafter the edible parts were cut with a knife and made homogeneous with a laboratory blender. The homogeneous process was applied to the rice sample. Then, 2 grams of the powder samples were taken and spiked to Teflon tubes. Then, 5 mL of concentrated nitric acid and 3 mL of hydrogen peroxide were added to the samples and the lids were closed and introduced into the microwave treatment. The digestion step was as follows: (1) 250 W at 110 °C, 6 min; (2) 400 W at 200 °C, 6 min; (3) 5500 W at 240 °C, 6 min; (4) 0 W for 8 min to chill. The digestion solution was transferred into an Eppendorf tube, and then adjusted to pH 7 with NaOH. Finally, the optimized technique was utilized to the digested specimens.

### 2.4. Optimized method

The experimental diagram of the optimized technique was realized as follows. Firstly, 20 mL of the digested samples was spiked to falcon tubes containing 20 µg L<sup>-1</sup> Cd (II). Accordingly, the pH of the sample matrix was adjusted to pH=4.5. To complex the Cd (II) ions in the sample

matrix, 2.5 mL of  $10^{-4}$  mol L<sup>-1</sup> Morin solution was added to the tubes and left at room temperature for one minute. At this stage, the formation of Cd-Morin complexes was achieved. Then, 1.5 mL of [OMIM][PF<sub>6</sub>] ionic liquid was added to lay away the resulting complex from the sample solution and the tubes were placed in the ultrasonic bath. To ensure the effectiveness of the ionic liquid, the tubes were sonicated at 40 °C for 10 min and thereafter centrifugation was applied at 4000 rpm for 5 min. At this stage, the ionic phase containing the Cd-Morin complex was collected under the tube. The effective aqueous portion was removed through decantation. The achieved volume of the remaining phase was made up to 2.0 mL with ethanol and measurements were carried out in FAAS. All experimental studies were performed with the blank solution.

### 3. RESULTS AND ARGUMENTS

#### 3.1. Effect of pH

The most important factor in studies involving all aqueous solutions is pH. Because, depending on pH, the activity and form of chemical species and their interactions with other chemicals may change. For this reason, the first factor to be optimized in aqueous solution studies is the pH of the solution. In this sense, pH effect of aqueous solution on the excitation efficiency (E.E%) of Cd(II) was comprehensively screened in the pH range of 3-8. The results of the study showed that Cd(II) exhibited the best extraction efficiency at pH 4.5. Please see Figure 1 for results. Phase distinction could not be achieved, especially at pH 3, because the solubility of the ionic liquid increases as the acidity increases. Generally, at basic pH, Cd(II) ions could not form a suitable complex as they turned into hydroxides, and accordingly, the extraction efficiency decreased. Based on all these reasons, pH=4.5 was decided on as the optimum value in following studies.

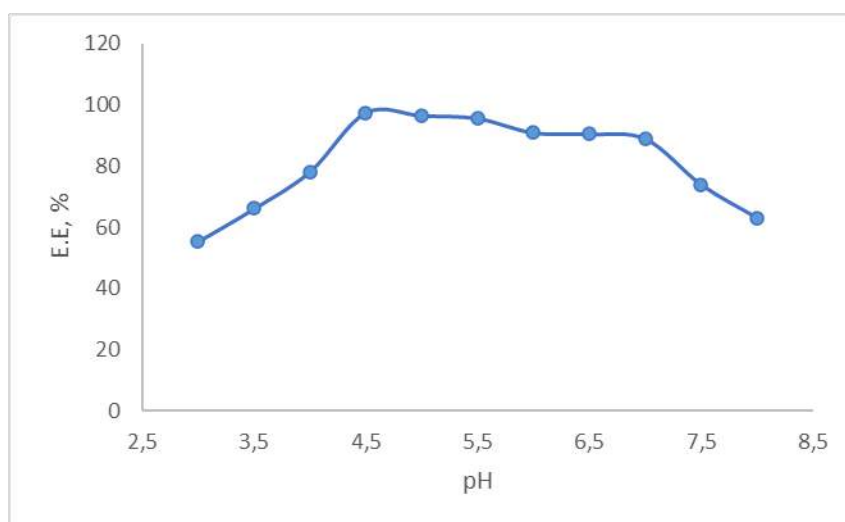


Figure 1. Effect of pH on the E.E% of Cd(II)

#### 3.2. Effect of Morin amount

Especially in studies involving the extraction of metal ions, creating appropriate complexes of metals and separating them from aqueous solution is the easiest and preferred method.

Therefore, the selection of the appropriate complexing agent is important for the reliability of analytical results. Based on a comprehensive literature review, Morin was chosen for the complexation of Cd(II) ions. Morin has a high affinity for metal ions because it contains different active sites in its structure. In this way, complexes can be easily formed. Of course, the Morin concentration in aqueous solution is important in order to form suitable complexes. Since complexation cannot be completed in the presence of insufficient amount of Morin, phase separation cannot be achieved. For this reason, the effect of  $10^{-4}$  mol L<sup>-1</sup> Morin volume on the extraction efficiency of Cd(II) was scanned in the 0.5-5 mL volume range. Based upon the results in Figure 2, it can be seen that the best analytical results were obtained when 2.5 mL of Morin was used. For this reason, 2.5 mL of  $10^{-4}$  mol L<sup>-1</sup> Morin solution was chosen as optimum in subsequent studies.

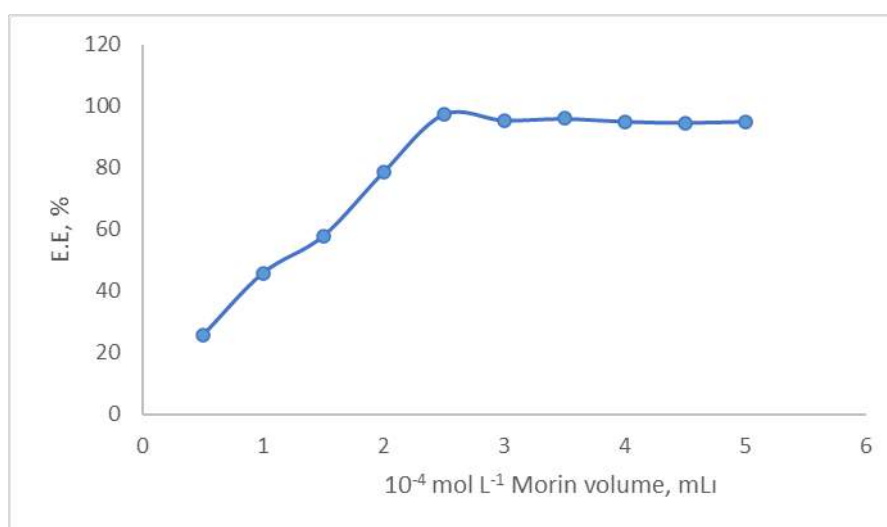


Figure 2. Effect of Morin quantity on the E.E% of Cd(II)

### 3.3. Effect of [OMIM][PF6] amount

Ensuring phase separation in extraction studies depends on the extraction solvent chosen. If no extraction solvent is used, the Cd-Morin complex formed remains in the aqueous solution. The goal here is to accelerate the transfer of the formed Cd-morin complex to the appropriate extraction solvent. In this study, [OMIM][PF6] ionic liquid was used as the extraction solvent. In order for the ionic liquid to be effective, the appropriate amount must be present in the solution. It is not desired to have a small or large amount of [OMIM][PF6] ionic liquid in the solution. If a small amount of ionic liquid, Cd-Morin complexes cannot be completely separated from the aqueous solution. If there is a large amount of ionic liquid, the cadmium concentration will decrease as the [OMIM][PF6] ionic liquid volume will increase after phase separation and the need for further monitoring in the final stage will be required. Based on these reasons, the effect of the volume of the ionic liquid on the excretion efficiency of Cd(II) was determined in the 0-4 mL volume range (see Figure 3). As a consequence of the study, the best analytical results were obtained in the presence of 1.5 mL of ionic liquid. For these reasons, 1.5 mL of [OMIM][PF6] ionic liquid was used optimally in subsequent studies.



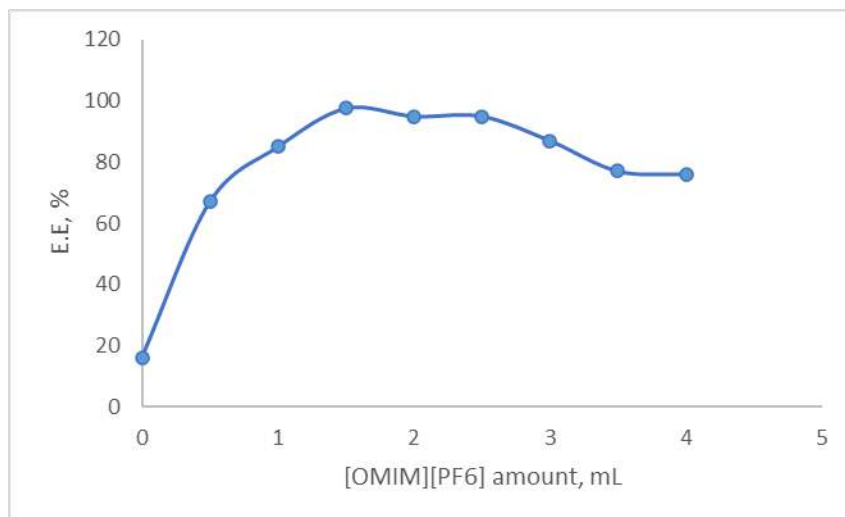


Figure 3. Effect of [OMIM][PF6] amount on the E.E% of Cd(II)

### 3.4. Effect of temperature

Some physical effects such as heating, shaking, and vomiting are used to accelerate the transfer of analyte to the [OMIM][PF6] ionic liquid. In this study, the excitation temperature must be optimized in order for the ionic liquid to gain effectiveness. In this context, the effect of extraction temperature on the extraction efficiency of Cd(II) was screened in the interval of 25-50 °C. Experimental results are presented in Figure 4. Especially at extraction temperatures above 45 °C, the extraction yield of Cd(II) decreased rapidly, this is due to the denature of the complex. For this reason, the extraction temperature was used as 40 °C in subsequent studies.

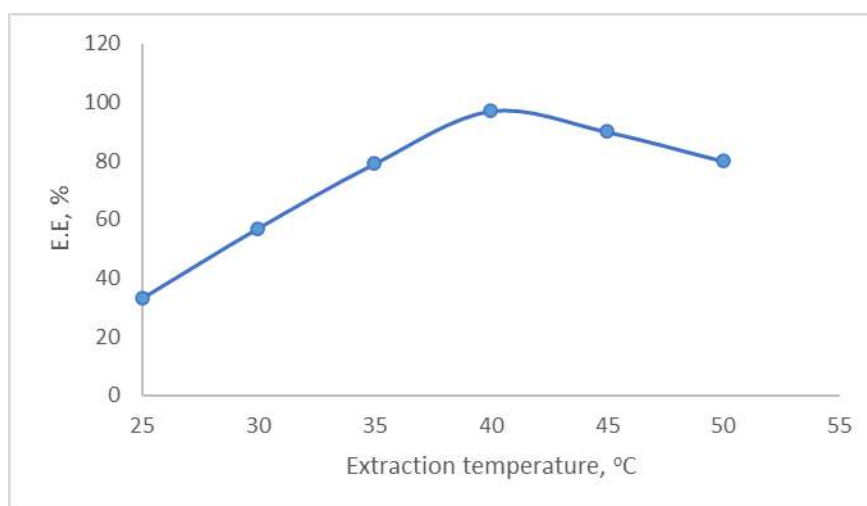


Figure 4. Temperature effect on the E.E% of Cd(II)

### 3.5. Effect of extraction time

After the [OMIM][PF6] ionic liquid is added to the sample solution, its distribution in the sample solution directly affects the extraction step. If the [OMIM][PF6] ionic liquid is not dispersed effectively into the sample solution, its interaction with the Cd-Morin complex will



not occur and phase separation will not be quantitative. For this reason, the minimum time required for the [OMIM][PF6] ionic liquid to disperse into the extraction solvent must be determined. In this context, the effect of extraction duration on the extraction yield of Cd(II) was screened in the range of 0-30 minutes (see Figure 5). The results of the study showed that an extraction time of 10 minutes was sufficient for coherent and quantitative phase separation of Cd(II). For this reason, in future studies, the subject applied 10 minutes of sonication to the solution.

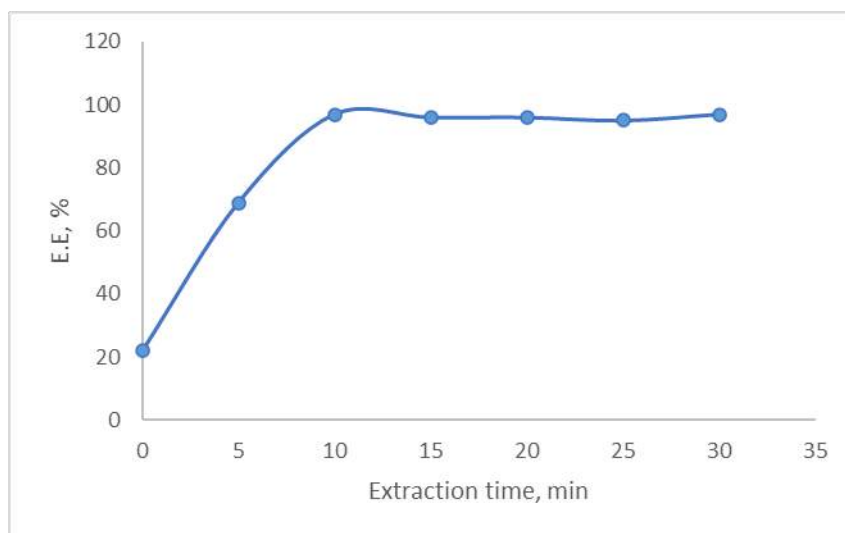


Figure 5. Effect of extraction duration on the E.E% of Cd(II)

### 3.6. Analytical performance

Once an analytical method is developed, its analytical performance must be determined. Linearity, limit of detection, limit of quantification, relative standard deviation, enrichment factor and recovery are important analytical performance parameters. In this study, linearity was achieved in the interval of 0.8-250  $\mu\text{g L}^{-1}$  for post-extract Cd(II) ions. The LOD and LOQ values of the technique were calculated as 0.25 and 0.8  $\mu\text{g L}^{-1}$ , respectively, using the formulas  $3s_{\text{blank}}/m$  and  $10 s_{\text{blank}}/m$ . For five repetitive measurements of 10  $\mu\text{g L}^{-1}$  Cd(II) concentration, RSD and recovery were calculated as 3.4% and 97.1%, respectively. The EF of the method was calculated as 155 from the slope of the calibration curves obtained from the model solutions before and after the optimized method. The datas are presented in table 1.

Table 1. Analytical performance of the optimized method

Analytical performance	Optimum value
Linearity, $\mu\text{g L}^{-1}$	0.8-250
LOD, $\mu\text{g L}^{-1}$	0.25
LOQ, $\mu\text{g L}^{-1}$	0.8
RSD, %	3.4
Recovery, %	97.1
EF	155

### 3.7. Validation of the optimized method

Before the improved technique was performed to digested agricultural samples, the validation study of the method was checked by reference material analysis. SRM 1570a-trace elements in spinach leaves was utilized as reference material. Digestion of this SRM 1570a-trace elements in spinach leaves was carried out according to the method described in section 2.3. The analysis results of the SRM 1570a-trace elements in spinach leaves are presented in Table 2. The results show that the results obtained for five repeated measurements are compatible with the reference value at a 95% confidence level. In addition, the RSD (1.5%) and recovery (98.3%) values obtained from the analysis of the SRM 1570a-trace elements in spinach leaves showed that the trueness and precision of the method was good.

Table 2. Results of analysis SRM 1570a-trace elements in spinach leaves using the optimize method

Reference material	Reference value, mg kg <sup>-1</sup>	Obtained value, mg kg <sup>-1</sup>	Recovery, %	RSD, %
SRM 1570a	2.876 ± 0.058	2.827 ± 0.043	98.3	1.5

### 3.8. Real samples analysis

Following the successful completion of the validation studies, the optimized technique was applied to digested agricultural products. In this study, 60 µg L<sup>-1</sup> of standard Cd(II) was spiked to agricultural products and a recovery study was carried out. The data obtained from the experimental studies are given in Table 3. As a result, the Cd(II) level obtained in the products where the optimized method was applied was lower than the tolerance limits of international organizations. In addition, the RSD obtained in the range of 1.3-1.9% remarked that the proposed technique exhibited good certainty. In addition, the recovery in the interval of 96.5-98.7% confirmed the high trueness of the optimized technique even in complex matrices.

Table 3. Implementation of the optimized technique to digested agricultural products

Agricultural products	Added, 60 µg L <sup>-1</sup>	Calculated, µg L <sup>-1</sup>	RSD, %	Recovery, %
Rice	-	17.8	1.6	-
	60	77.0	1.9	98.7
Spinach	-	23.9	1.5	-
	60	85.6	1.4	96.1
Lettuce	-	9.3	1.3	-
	60	67.2	1.8	96.5
Tomato	-	14.7	1.6	-
	60	73.1	1.4	97.3

## 4. CONCLUSION

This research article described the optimization and application steps of an accessible, inexpensive and rapid analytical method for discriminating and responsive monitoring of Cd(II) in various agricultural products. The basis of the study is to ensure complexation between Morin

and Cd(II) ions at pH = 4.5 and then to provide the resulting complex to the [OMIM][PF6] ionic liquid phase by sonication at 40 °C. Cd quantity was determined by flame atomic absorption spectrophotometer. Important parameters such as pH, Morin concentration, extraction temperature, [OMIM][PF6] ionic liquid volume and extraction temperature were comprehensively optimized. Additionally, the method can be performed using basic laboratory equipment. For this reason, there is no need for an expert user. This is an alternative to techniques that are particularly expensive and need to an expert user in their field. Validation of the method was checked analytically on reference material. Digestion of agricultural products was achieved with the microwave system. The trueness of the method on real samples was also investigated using the standard addition approach.

### ACKNOWLEDGMENTS

This study was financed by Sivas Cumhuriyet University Scientific Research Projects Commission within the scope of the research project coded F-2022-675.

### REFERENCES

- [1] Cimboláková, I., Uher, I., Laktičová, K. V., Vargová, M., Kimáková, T., & Papajová, I. (2020). Heavy metals and the environment. *Environ. Factors Affect. Hum. Heal*, 10.
- [2] Singh, B. R., & Steinnes, E. (2020). Soil and water contamination by heavy metals. In *Soil processes and water quality* (pp. 233-271). CRC Press.
- [3] Singh, A., Singh, D. R., & Yadav, H. K. (2017). Impact and assessment of heavy metal toxicity on water quality, edible fishes and sediments in lakes: A review. *Trends. Biosci*, 10(8), 1551-1560.
- [4] Khairy, M., El-Safty, S. A., & Shenashen, M. A. (2014). Environmental remediation and monitoring of cadmium. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 62, 56-68.
- [5] Promphet, N., Rattanarat, P., Rangkupan, R., Chailapakul, O., & Rodthongkum, N. (2015). An electrochemical sensor based on graphene/polyaniline/polystyrene nanoporous fibers modified electrode for simultaneous determination of lead and cadmium. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 207, 526-534.
- [6] Zhong, W. S., Ren, T., & Zhao, L. J. (2016). Determination of Pb (Lead), Cd (Cadmium), Cr (Chromium), Cu (Copper), and Ni (Nickel) in Chinese tea with high-resolution continuum source graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Journal of food and drug analysis*, 24(1), 46-55.
- [7] Romero-Estévez, D., Yáñez-Jácome, G. S., Simbaña-Farinango, K., Vélez-Terrerros, P. Y., & Navarrete, H. (2020). Determination of cadmium and lead in tomato (*Solanum lycopersicum*) and lettuce (*Lactuca sativa*) consumed in Quito, Ecuador. *Toxicology Reports*, 7, 893-899.
- [8] Romero-Estévez, D., Yáñez-Jácome, G. S., Simbaña-Farinango, K., Vélez-Terrerros, P. Y., & Navarrete, H. (2020). Determination of cadmium and lead in tomato (*Solanum lycopersicum*) and lettuce (*Lactuca sativa*) consumed in Quito, Ecuador. *Toxicology Reports*, 7, 893-899.
- [9] Zhou, W., Yang, S., & Wang, P. G. (2017). Matrix effects and application of matrix effect factor. *Bioanalysis*, 9(23), 1839-1844.

- [10] Souza-Silva, É. A., Jiang, R., Rodríguez-Lafuente, A., Gionfriddo, E., & Pawliszyn, J. (2015). A critical review of the state of the art of solid-phase microextraction of complex matrices I. Environmental analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 71, 224-235.
- [11] Salamat, Q., Yamini, Y., Moradi, M., Karimi, M., & Nazraz, M. (2018). Novel generation of nano-structured supramolecular solvents based on an ionic liquid as a green solvent for microextraction of some synthetic food dyes. *New Journal of Chemistry*, 42(23), 19252-19259.
- [12] Salamat, Q., & Yamini, Y. (2022). Application of nanostructured supramolecular solvent based on C12mimBr ionic liquid surfactant to direct extraction of some chlorophenols in soil and rice samples. *Journal of Molecular Liquids*, 366, 120166.
- [13] Pacheco-Fernández, I., & Pino, V. (2019). Green solvents in analytical chemistry. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 18, 42-50.
- [14] Feizi, N., Yamini, Y., Moradi, M., Karimi, M., Salamat, Q., & Amanzadeh, H. (2017). A new generation of nano-structured supramolecular solvents based on propanol/gemini surfactant for liquid phase microextraction. *Analytica Chimica Acta*, 953, 1-9.
- [15] Schütte, K., Doddi, A., Kroll, C., Meyer, H., Wiktor, C., Gemel, C., ... & Janiak, C. (2014). Colloidal nickel/gallium nanoalloys obtained from organometallic precursors in conventional organic solvents and in ionic liquids: noble-metal-free alkyne semihydrogenation catalysts. *Nanoscale*, 6(10), 5532-5544.
- [16] Cao, H., Hu, Y., Xu, W., Wang, Y., & Guo, X. (2020). Recent progress in the assembly behavior of imidazolium-based ionic liquid surfactants. *Journal of Molecular Liquids*, 319, 114354.

## TEMPERATURE ASSISTED CLOUD POINT EXTRACTION FOR SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF SUDAN-III IN VARIOUS SPICE SAMPLES

Prof. Dr. Nail Altunay<sup>1</sup> and Prof. Dr. Adil Elik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sivas Cumhuriyet University, Science Faculty, Chemistry

Department [naltunay@cumhuriyet.edu.tr](mailto:naltunay@cumhuriyet.edu.tr), ORCID NO: 0000-0001-9053-7570

<sup>2</sup>Sivas Cumhuriyet University, Science Faculty, Chemistry Department,

[elik@cumhuriyet.edu.tr](mailto:elik@cumhuriyet.edu.tr), ORCID NO: 0000-0002-3942-4711

### ABSTRACT

In recent years, food-related health problems have become common. One of the reasons for this is the use of additives that are not suitable for health in foods. Adding these additives to foods improves their appearance quality. Accordingly, they are consumed more. In terms of health, developing accessible analytical methods for monitoring food dyes, especially those with high toxicity, is an important and popular issue. It is also important that the method to be developed is affordable. One of the food grades that have toxic effects on human health is Sudan-III, which contains azo-groups. This food dye is known to be highly toxic to human health at trace levels. Thus, it is significant to improve accessible, inexpensive and simple analytical technique for the identification of Sudan-III in food samples. In this study, a temperature-assisted cloud point extraction (TA-CPE) method was improved for the extraction of Sudan-III from various foods. Important experimental variables were optimized with a univariate optimization strategy. PONPE 7.5 was utilised as the solvent for extraction in this study. Additionally, to extract Sudan-III from the sample solution, its complex with Ni(II) ions was formed at pH 6.0. The described TA-CPE method demonstrated linearity in the interval of 6-300  $\mu\text{g L}^{-1}$ . LOD and LOQ values were 1.7  $\mu\text{g L}^{-1}$  and 6  $\mu\text{g L}^{-1}$ , respectively. The trueness of the TA-CPE technique was assessed by using the standard addition method in the analysis of various spice samples. The findings showed that the described TA-CPE method can be successfully applied to sample matrices.

**Keywords:** Sudan-III, cloud point extraction, Foods, Optimization

### 1. INTRODUCTION

Nutrition is the most basic need for living things to survive. But healthy eating is essential for quality of life. Due to the rapid increase in the world population, the need for food is increasing. In addition, with developing technology, some changes are occurring in our nutrition culture [1]. The most important of these is that as the number of working people in families increases, eating habits have turned towards the consumption of ready-made foods. In order to meet the increasing demand, the use of several food additives in the food industry is becoming widespread [2]. Since the most important source of living a healthy life is healthy and proper nutrition, the effects of chemicals in consumed foods on human health are becoming more and more important issues day by day [3]. Scientific studies show that the increasing use of food additives in food products has become a serious global problem. In particular, food dyes are widely used to beautify the appearance of foods and make them more attractive to the consumer [4].

Food dyes are used in many products, especially those that children want to consume. These have effects that can cause serious health problems in people when taken into the body in excessive amounts [5]. E codes are given to food additives in order to ensure integrity all over the world, based on their intended use. The letter E is the abbreviation of the word "Europe" [6]. Food additives with code E are substances permitted for use in the European Union and it is possible to see them on food packaging [7]. Sudan-III dyes are categorized as class 3 carcinogenic by IARC, so their use in the European Union is prohibited [8]. When taken into the metabolic system, they accumulate there and form metabolites that become active mutagens and carcinogens in humans. These dyes, due to their intense red-orange color and low price, are widely used illegally, especially in spice products containing red pepper, such as peppers and curries, and in frozen meat products [9]. Considering its widespread use, it is essential to monitor Sudan-III, especially in spice products. Although Sudan-III added to spice products illegally improves the appearance quality of the product, it is clear that it will cause serious health problems [10]. Being an important issue for human health, developing accessible, easy-to-apply and economical methods for monitoring food sizes is a popular topic for both chemists and food engineers [11].

In analytical studies, the easiest step is the analysis of samples. The experimental steps taken to prepare the samples for analysis before this step are the most important steps for the thrustworthiness of the results obtained [12]. Therefore, it is essential to develop appropriate and selective sample preparation steps, especially to prepare solid samples for analysis. Thus, the matrix effect in the samples is eliminated [13]. The most commonly used method to achieve this is extraction studies. The basis of liquid phase extraction studies is that a liquid solution is added to the sample solution and after some experimental steps are applied, the target analyte in the sample is added and separated and enriched in the sample by holding it in this liquid solution [14]. The liquid solution that separates the target compound from the sample matrix called the extraction solvent. Surfactants are one of the most commonly used extraction solvents, especially for the separation of organic and inorganic compounds [15]. Because they are cheap, easy to use and have low toxicity.

In this study, a liquid phase extraction technique using surfactants was developed to separate and preconcentrate Sudan-III from some spice samples. Key variables of the method have been optimized. Then, the validity study of the method was conducted. It was then applied to separate and preconcentrate sudan-III in some spice samples before spectrophotometric determination.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Chemicals

In CPE studies, all chemicals used were of analytical purity, so no further purification was applied. PONPE 7.5, which was tested as the extraction solvent, was purchased from Sigma (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA). 5% (w/v) PONPE 7.5 solution was prepared at room temperature by adding 5 g of PONPE 7.5 to a 100 mL beaker and then making up to 100 mL with water. Stock Sudan-III solution (200 mg L<sup>-1</sup>) was prepared by dissolving the suitable quantity in methanol. Extraction solutions were prepared by daily dilution of the stock solution. In optimization studies, borate, citrate, tartrate, phthalate and Britton-Robinson buffers were



used to adjust the pH of the solutions. The Ni(II) solution ( $5 \text{ mg L}^{-1}$ ) used for the complexation of Sudan-III was prepared from its nitrate salt (Merck) in water.

## 2.2. Devices

The devices used in the TA-CPE method for the separation and subsequent determination of Sudan-III are summarised below. First, the determination step was applied using an UV-1800 Shimadzu spectrophotometer (Tokyo, Japan). pH adjustment of the mixtures was carried out with a pH meter (Sartorius PB20, Gottingen, Germany) containing a glass calomel electrode. Distinction of the extraction phase was achieved by centrifugation (Universal-320 model, England).

## 2.3. Sample preparation

The applicability of the TA-CPE method was applied to sumac, red pepper powder, cumin and chili pepper collected from herbalists in Sivas/Türkiye. 2 g of the collected samples were carefully weighed and transferred to beakers. Then, 15 mL of acetone was added to the beakers and introduced into the ultrasonic bath. Then, the resulting mixture was sonicated at  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  for 20 min. After sonication step, the mixture was filtered using a membrane filter and was made ready for the testing of the TA-CPE method.

## 2.4. Described TA-CPE method

Extraction studies were carried out in 50 mL falcon tubes. First, 20 mL of sample solution was spiked to the tubes containing  $80 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$  Sudan-III, and then the pH of the solutions was adjusted to  $\text{pH}=6.0$  using a phosphate buffer solution. To ensure the separation of Sudan-III from the sample solution, 3 mL of  $5 \text{ mg L}^{-1}$  Ni(II) solution was added to the solution. At this stage, Sudan-III-Ni complexes were formed. Following this, 4 mL of (5%/w/v) PONPE 7.5 solution was spiked to the mixture to lay away the resulting complex from the sample matrix. The tubes were introduced into an ultrasonic bath and subjected to ultrasonication for 15 min at  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ . As a result of sonication, a turbid solution was obtained, and by centrifugation (4000 rpm 3min), the surfactant-rich phase containing the Sudan-III-Ni complex was gathered in the basement of the tube. The aqueous part was removed via decantation. The final volume of the remaining phase was made up to 2 mL with ethanol and spectrophotometric analysis were performed at 527 nm. All experimental steps were continued with the sample blank.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1. Effect of pH

The most important factor, especially in experimental studies with aqueous solutions, is pH. Because depending on the pH of the solution, the chemicals used can be found in different forms. Accordingly, chemical interactions may decrease or increase. The main goal in extraction studies is to prepare the transfer of the analyte to the extraction solvent. Since there are interactions between chemical species that affect this event, the pH of the solution environment must be optimized. Based on this, the effect of the pH of the solution on the recovery of Sudan-III was examined in the pH range of 3-10. The findings obtained are presented in Figure 1. As can be examined, the recovery of Sudan-III increased rapidly as pH increased from  $\text{pH}=3$  to  $\text{pH}=6$ . However, it decreased rapidly after  $\text{pH} 8$ . Therefore,  $\text{pH}=6$  was chosen as optimum in subsequent experimental studies.



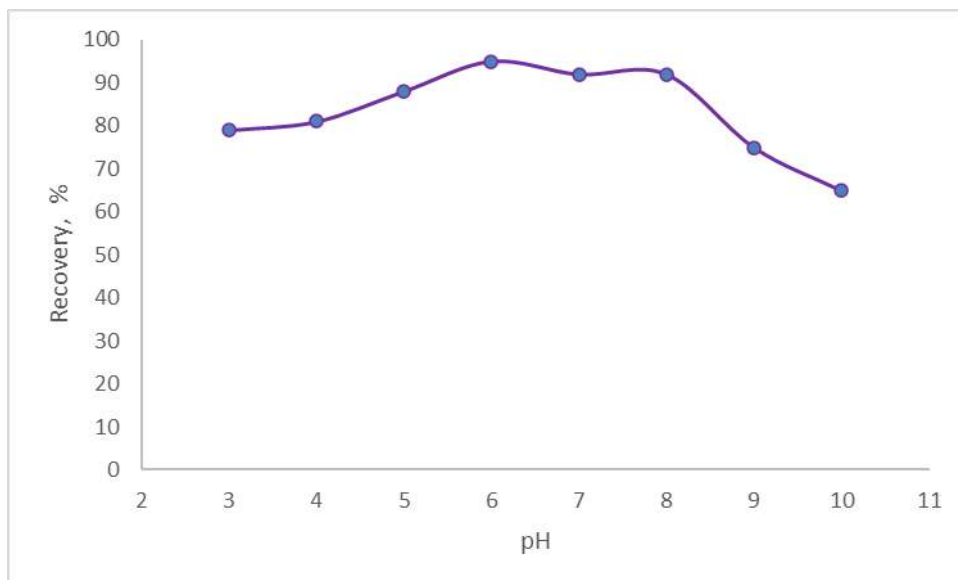


Figure 1. Effect of pH of sample solution on the recovery of Sudan-III

### 3.2. Effect of amount of Ni(II) ions

Extraction studies involve the separation of target analytes from samples containing complex samples. Since there are different chemical species other than the analyte in complex samples, the first approach that comes to mind is the formation of appropriate complexes of the target analyte in extraction studies. Thus, it is essential to form the appropriate complex of Sudan-III in the sample solution. In this study, Ni(II) ions were used for the complexation of Sudan-III. The amount of Ni(II) ions added to the sample solution must be optimized to ensure the appropriate complex. In this context, the effect of volume of  $5 \text{ mg L}^{-1}$  Ni(II) ions on the recovery of Sudan-III was investigated in the volume range of 0-10 mL. According to the results in Figure 2, it shows that the addition of 3 mL Ni(II) is sufficient for quantitative phase separations. For this reason, this value was used in future experimental studies.

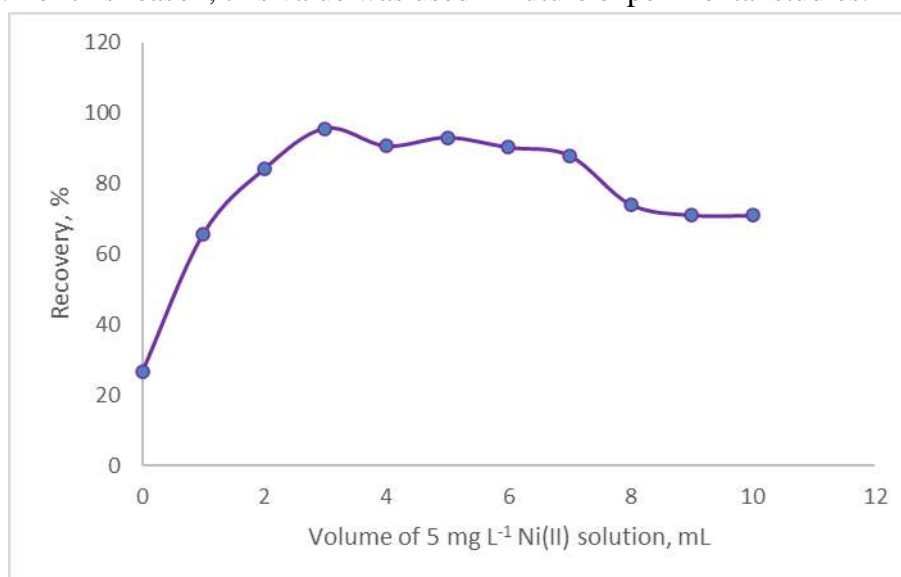


Figure 2. Effect of volume of  $5.0 \text{ mg L}^{-1}$  Ni(II) solution on the recovery of Sudan-III

### 3.3. Effect of PONPE7.5 volume

In CPE studies, surfactants with intermediate, anionic, cationic and non-ionic properties are added to separate the target analyte from aqueous solution. In this study, PONPE7.5, a non-ionic surfactant, was used as the extraction solvent. When certain properties of the surfactants are stretched together, they form clusters called micelles. One of the most important factors for micellization is that the surfactant used must have reached the critical micelle concentration. Therefore, the effect of the volume of 5.0 (w/v)% PONPE 7.5 solution in the sample solution on the recovery of Sudan-III was examined in the interval of 0-5 mL. The findings obtained are presented in Figure 3. Based on the results, it was found that using 4 mL of PONPE7.5 was sufficient to achieve quantitative recovery of Sudan-III. The main reason for the non-quantitative recovery at low volumes is that PONPE 7.5 in the sample solution has not reached the critical micelle concentration. For these reasons, 4 mL of 5.0 (w/v)% PONPE7.5 was used in future studies.

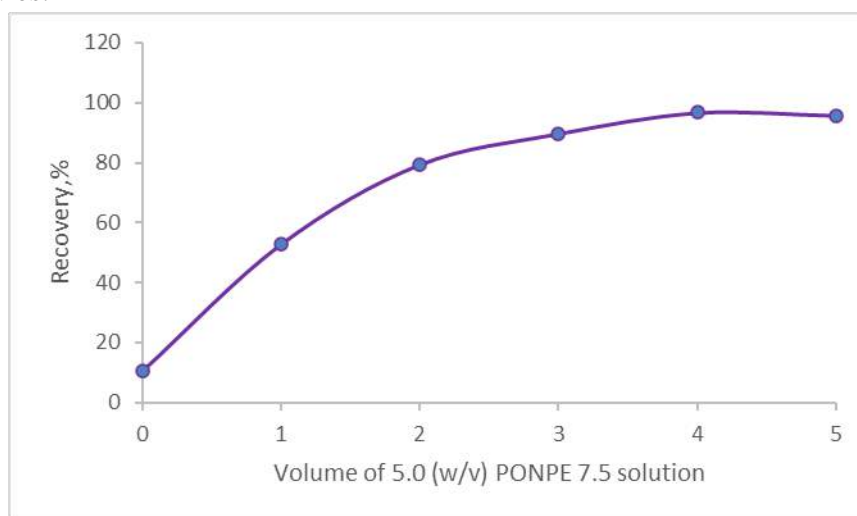


Figure 3. Effect of volume of 5.0 (w/v) % PONPE7.5 solution on the recovery of Sudan-III

### 3.4. Effect of extraction temperature

The second factor required for surfactants to form micelles is temperature. When the surfactants used are heated to a certain temperature, micelle formation begins. This temperature is called the critical temperature. If surfactants are not heated to their critical temperatures, micelles do not form and they remain as monomers in solution. If heated to very high temperatures, decomposition of surfactants may occur. Taking these factors into consideration, the effect of extraction temperature on the recovery of Sudan-III was studied in the interval of 25-50 °C. The datas in Figure 4 presented that the extraction temperature of 40 °C was sufficient for quantitative phase separations.

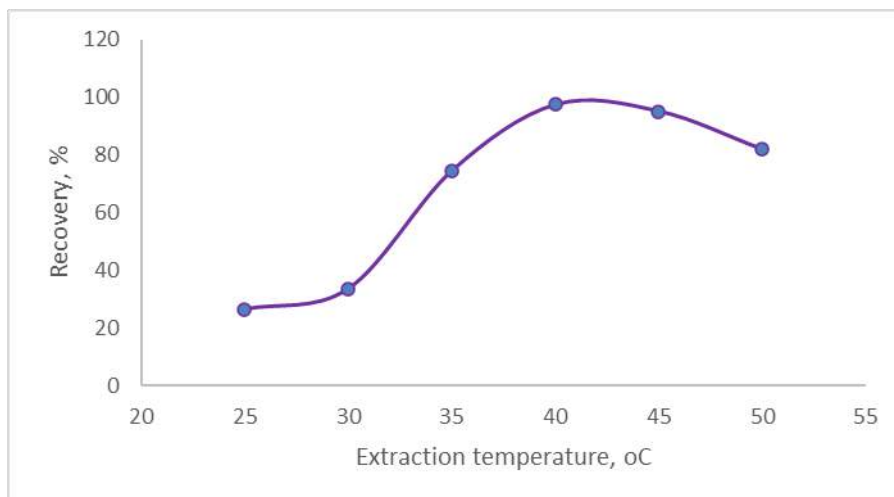


Figure 4. Effect of extraction temperature on the recovery of Sudan-III

### 3.5. Effect of sonication time

In CPE studies, the extraction solvent added to the sample should be effectively extracted into the sample solution to separate the target analyte from the sample matrix. In order for this event to occur, sonication must be applied to the sample solution for a sufficient period of time. If sonication is not applied for a sufficient period of time, quantitative phase separations cannot be achieved because PONPE7.5 solution cannot be completely dispersed into the sample solution. For these reasons, the effect of sonication duration on the recovery of Sudan-III was examined in the range of 0-40 min. The results in Figure 5 showed that 15 min of sonication was sufficient to obtain acceptable results.

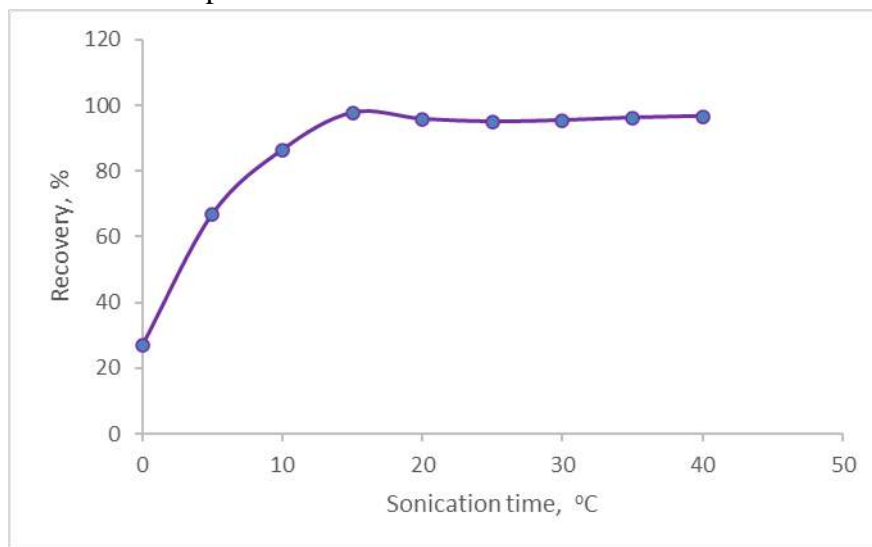


Figure 5. Effect of sonication time on the recovery of Sudan-III

### 3.6. Analytical figures of merit

The analytical character of the developed TA-CPE method was determined using optimized conditions. These are working range, quantification limit (LOQ), determination limit (LOD), enrichment factor (EF), relative standard deviation (RSD), and recovery. The working range of the TA-CPE method was 6-300  $\mu\text{g L}^{-1}$ . LOD and LOQ values were 1.7  $\mu\text{g L}^{-1}$  and 6  $\mu\text{g L}^{-1}$ , respectively. The EF was calculated as 74 from the ratio of the slopes of the calibration curve gained from the model solutions before and after the application of the developed TA-CPE

method. Recovery studies were carried out for three different concentrations of Sudan-III at the lower ( $10 \mu\text{g L}^{-1}$ ), middle ( $100 \mu\text{g L}^{-1}$ ) and upper ( $250 \mu\text{g L}^{-1}$ ) concentration limits of the study range. In addition, RSD values were calculated by performing these studies three times in one day. In consequence of the studies, recovery and RSD were 96.9-98.3% and 1.5-2.1%, respectively. These results showed that the TA-CPE method exhibited good accuracy and precision. Analytical data of the method are given in Table 1.

Table 1. Analytical character of the developed TA-CPE method

Analytical character	TA-CPE method
Working range, $\mu\text{g L}^{-1}$	6-300
LOD, $\mu\text{g L}^{-1}$	1.7
LOQ, $\mu\text{g L}^{-1}$	6
Recovery, %	96.9-98.3
RSD, %	1.5-2.1
EF	74

### 3.7. Matrix effects

The matrix effect is one of the most significant problems encountered in the analysis of real specimens. Here, chemical species in the structure of real samples may interact with the reagents added during the extraction step and, accordingly, reduce the extraction of the target analyte. Therefore, the effect of chemical species that may have a possible matrix effect should be investigated. In this study, the chemical species in Table 2 were spiked to the model solutions and the tolerance limits and recovery values of each were calculated. The results in Table 2 can be said that the developed TA-CPE method has a low matrix effect.

Table 2. Selectivity of the method for Sudan-III in the towards different chemical species

Chemical species	Recovery, %	Tolerable limit
Ca(II)	99±2	500
Co(II)	97±3	500
Fe(II)	98±3	200
Azorubine	95±2	200
Allura Red	95±5	100
Sudan-II	94±4	50

### 3.8. Application of the method to various spice samples

After extensive optimization and accuracy studies, the workableness of the proposed technique to various spice prefixes was tested. The study was a standard addition-recovery study. Spice samples were prepared according to the described procedure in section 2.3. A  $75 \mu\text{g L}^{-1}$  standard concentration of Sudan-III was added to the samples to evaluate the matrix effect of the TA-CPE method. TA-CPE method was applied to sumac, red pepper powder, cumin and chili pepper. From the analysis of the samples, the recovery of Sudan-III was calculated to be between 96.2% and 98.3%. The RSD of the TA-CPE method was less than 4.4%. All these results showed that the TA-CPE method can be reliably applied to various spice samples. Analytical data are given in Table 3.

Table 3. Applying the TA-CPE method to spice samples

Spice samples	Added, 75 $\mu\text{g L}^{-1}$ Sudan-III	Measured, $\mu\text{g L}^{-1}$	Recovery, %
Red pepper powder	-	24.8 $\pm$ 1.6	-
	75	96.9 $\pm$ 4.5	96.2
Sumac	-	87.5 $\pm$ 2.8	-
	75	160.6 $\pm$ 7.1	97.5
Cumin	-	30.2 $\pm$ 1.9	-
	75	103.9 $\pm$ 5.2	98.3
Chili pepper	-	95.3 $\pm$ 4.7	-
	75	168.5 $\pm$ 6.8	97.6

#### 4. CONCLUSIONS

Especially with the development of technology, the effects of food products on human health have become a matter of debate. In this context, the use of synthetic food colours to improve the visual quality of foods is becoming widespread. Accordingly, food additives are added to various products by illegal means. One of these food boas is Sudan-III. Its use is prohibited due to its toxic effects on human health. However, it is known that this food dye is used illegally. This study described the temperature-assisted cloud point extraction (TA-CPE) method for spectrophotometric determination of Sudan-III in various spice products. Optimized by important factor. PONPE 7.5 was used as the extraction solvent. The developed method offers short extraction time. Additionally, the method exhibited wide working range. The results obtained on spice products containing complex matrix showed the high applicability of the method.

#### REFERENCES

- [1] Eggersdorfer, M., & Wyss, A. (2018). Carotenoids in human nutrition and health. *Archives of biochemistry and biophysics*, 652, 18-26.
- [2] Eggersdorfer, M., & Wyss, A. (2018). Carotenoids in human nutrition and health. *Archives of biochemistry and biophysics*, 652, 18-26.
- [3] Flandroy, L., Poutahidis, T., Berg, G., Clarke, G., Dao, M. C., Decaestecker, E., ... & Rook, G. (2018). The impact of human activities and lifestyles on the interlinked microbiota and health of humans and of ecosystems. *Science of the total environment*, 627, 1018-1038.
- [4] Spence, C. (2019). On the changing colour of food & drink. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 17, 100161.
- [5] Thirumalraj, B., Rajkumar, C., Chen, S. M., Veerakumar, P., Perumal, P., & Liu, S. B. (2018). Carbon aerogel supported palladium-ruthenium nanoparticles for electrochemical sensing and catalytic reduction of food dye. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 257, 48-59.
- [6] Amchova, P., Kotolova, H., & Ruda-Kucerova, J. (2015). Health safety issues of synthetic food colorants. *Regulatory toxicology and pharmacology*, 73(3), 914-922.
- [7] Kallscheuer, N. (2018). Engineered microorganisms for the production of food additives approved by the European Union—A systematic analysis. *Frontiers in microbiology*, 9, 1746.
- [8] Jahn, M., Patze, S., Bocklitz, T., Weber, K., Cialla-May, D., & Popp, J. (2015). Towards SERS based applications in food analytics: Lipophilic sensor layers for the detection of Sudan III in food matrices. *Analytica chimica acta*, 860, 43-50.

- [9] Soylak, M., Ahmed, H. E. H., & Uzcan, F. (2023). Determination of Sudan III in Food by Supramolecular Microextraction and Spectrophotometry. *Analytical Letters*, 56(6), 997-1006.
- [10] Schwack, W., Pellissier, E., & Morlock, G. (2018). Analysis of unauthorized Sudan dyes in food by high-performance thin-layer chromatography. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 410, 5641-5651.
- [11] Hu, M., Wu, L., Song, Y., Li, Z., Ma, Q., Zhang, H., & Wang, Z. (2016). Determination of Sudan dyes in juice samples via solidification of ionic liquid in microwave-assisted liquid-liquid microextraction followed by high-performance liquid chromatography. *Food analytical methods*, 9, 2124-2132.
- [12] Pavithra, K. G., & Jaikumar, V. J. J. O. I. (2019). Removal of colorants from wastewater: A review on sources and treatment strategies. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 75, 1-19.
- [13] Ozalp, O., & Soylak, M. (2023). Microextraction Methods for the Separation-Preconcentration and Determination of Food Dyes: A Minireview. *Analytical Letters*, 1-18.
- [14] Bogdanova, P., Vakh, C., & Bulatov, A. (2022). A surfactant-mediated microextraction of synthetic dyes from solid-phase food samples into the primary amine-based supramolecular solvent. *Food Chemistry*, 380, 131812.
- [15] Gholami, Z., Marhamatizadeh, M. H., Yousefinejad, S., Rashedinia, M., & Mazloomi, S. M. (2021). Vortex-assisted dispersive liquid-liquid microextraction based on hydrophobic deep eutectic solvent for the simultaneous identification of eight synthetic dyes in jellies and drinks using HPLC-PDA. *Microchemical Journal*, 170, 106671.

## PRODUCTION OF WHEAT STRAW ADDED EPOXY COMPOSITE AND INVESTIGATION OF ITS THERMOPHYSICAL PROPERTIES

**Dr. Cenk YANEN<sup>1</sup>, Dr. Ercan AYDOĞMUŞ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fırat University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering, Elazığ, Türkiye,

E-mail: cyanen@firat.edu.tr – ORCID ID: 0000-0002-5092-8734

<sup>2</sup>Fırat University, Engineering Faculty, Chemical Engineering, Elazığ, Türkiye,

E-mail: ercanaydogmus@firat.edu.tr – ORCID ID: 0000-0002-1643-2487

### ABSTRACT

This study examines the use of natural fibers, especially wheat (*Triticum aestivum*) straw, in combination with epoxy resin to create environmentally friendly and lightweight materials. Wheat straw is chosen as the reinforcing material and the thermophysical properties of composite materials are investigated in detail. The study comprehensively evaluates natural fiber reinforced composite materials in terms of key properties such as Shore D hardness, thermal conductivity coefficient, density, and thermal stability. Shore D hardness tests have demonstrated the mechanical strength of natural fiber reinforced epoxy composite materials, showing the potential for strong performance in industrial applications. When combined with natural fibers, epoxy resin enhances the material's integrity, resulting in high levels of durability. Density tests demonstrate the material's lightweight, which increases the usability of natural fiber reinforced epoxy composite materials. According to the results obtained, wheat straw reinforcement decreases the density of the epoxy composite. In Shore D hardness measurements, the hardness of the composite decreases, and the workability of the composite increases as the filler increases. In addition, with the addition of wheat straw, the thermal conductivity of the epoxy composite decreases, that is, the insulation property improves. However, wheat straw reinforcement slightly reduces the thermal stability of the composite. The thermo-mechanical properties of composite materials reinforced with wheat straw contribute to the development of environmentally friendly materials. This highlights the potential of natural fibers in composite materials and the critical role of epoxy resin.

**Keywords:** Epoxy composite, wheat straw, density, hardness, thermal conductivity, thermal stability



## 1. INTRODUCTION

Composite materials have become an essential component of modern industry. In the aerospace sector, the lightweight and high strength of composite materials enhance fuel efficiency; reduce environmental impact, and lower flight costs [1,2]. Similarly, the automotive industry composite materials to reduce vehicle weight and increase energy efficiency are preferred [3]. Composite materials are widely used in the construction industry due to their durability and long lifespan [4]. They are also utilized in various other fields, including sports equipment, medical technology, electronic devices, and defense industry [5-7].

Composite materials are made up of two main components; fiber and matrix materials. These components work together to determine the material's unique properties. Fiber materials are typically made from high-strength materials such as carbon, glass, aramid, or natural materials [8-10]. The selection of these fibers depends on the intended use and specific requirements of the composite material. The function of the matrix material is to bind the fibers together, distribute the loads, and maintain the overall integrity of the material. When epoxy resin is used as a matrix material in fiber reinforced materials, it enhances the material's integrity by forming a strong bond with the fibers. This results in the material achieving high levels of strength and durability [11,12].

Most fiber materials are derived from petrochemical sources, which can have direct environmental impacts. The use of these materials may cause environmental concerns during wear, disintegration, or recycling. Therefore, sustainability-oriented solutions and research on alternative material sources are becoming increasingly important [13, 14]. The use of eco-friendly, renewable, or recyclable materials can be an important step in reducing the environmental impact of fiber materials and leading the industry towards a more sustainable path. The use of sustainable materials shapes the evolution of industrial applications by minimizing environmental impacts and conserving natural resources. In this context, the use of wheat straw as a fiber material is a noteworthy step. Wheat straw is a readily available agricultural waste material that offers several benefits when viewed through the lens of a sustainable circular economy [15-17]. The use of wheat straw as a fiber in composite materials provides environmental benefits, primarily because it is a renewable resource. This material is derived from agricultural waste, which reduces

greenhouse gas emissions by preventing the straw from decomposing in the field. The use of waste from agricultural activities is an additional advantage.

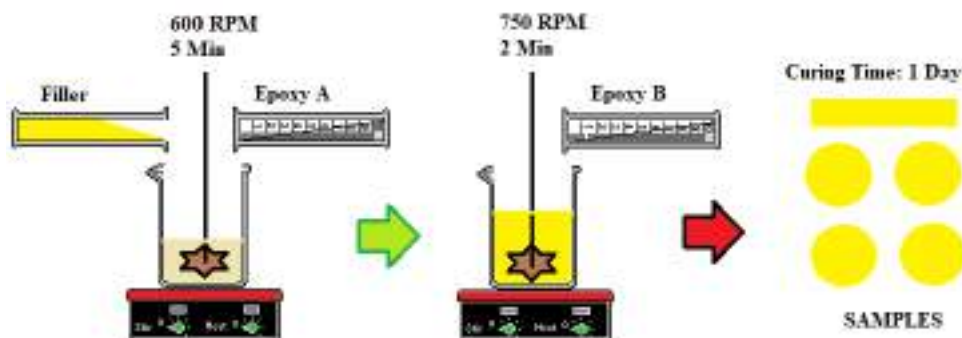
This study aimed to determine the thermo-mechanical properties of wheat straw reinforced epoxy composite materials. To achieve this, we conducted tests on the samples produced, including Shore D hardness, thermal conductivity, density, and thermal stability. In this research, environmentally friendly and economical composites are obtained by using natural fibers. Additionally, the carbon footprint is reduced by reducing the use of petrochemical raw materials (18-22).

## 2. MATERIALS AND METHODS

In this study, wheat straws are supplied from Elazığ region (Türkiye). Epoxy resin components are purchased from Polisan Company. Wheat straws used in the experimental study are mixed into Epoxy A component after being ground. After a homogeneous mixture is achieved, Epoxy B is added and cast into standard molds. Table 1 shows the experimental production plan and the mixing ratios of each component. Moreover, the epoxy composite production scheme is shown in Figure 1.

**Table 1.** Experimental study plan of wheat straws reinforced epoxy composite

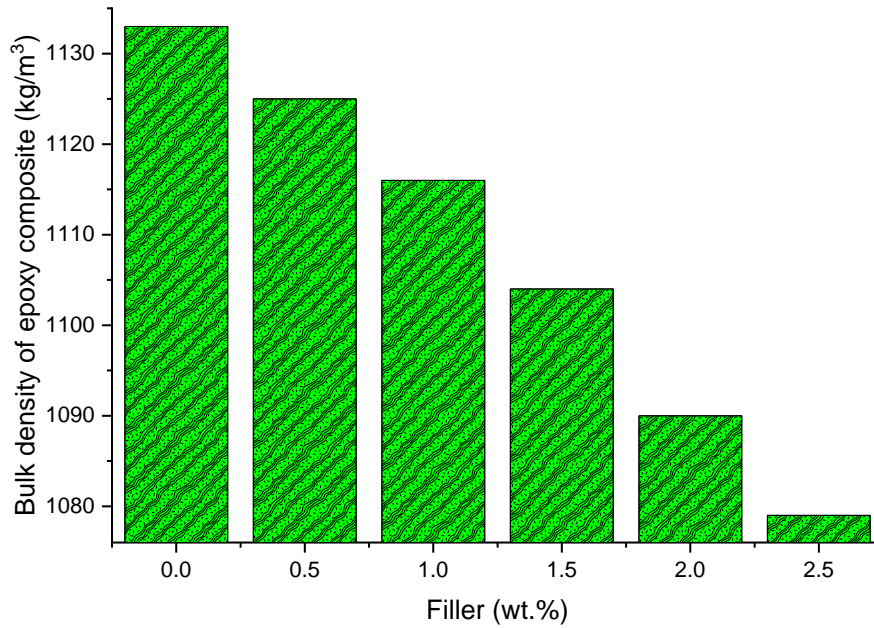
Epoxy A (wt.%)	Epoxy B (wt.%)	Filler (wt.%)
66.0	34.0	0.0
65.5	34.0	0.5
65.0	34.0	1.0
64.5	34.0	1.5
64.0	34.0	2.0
63.5	34.0	2.5



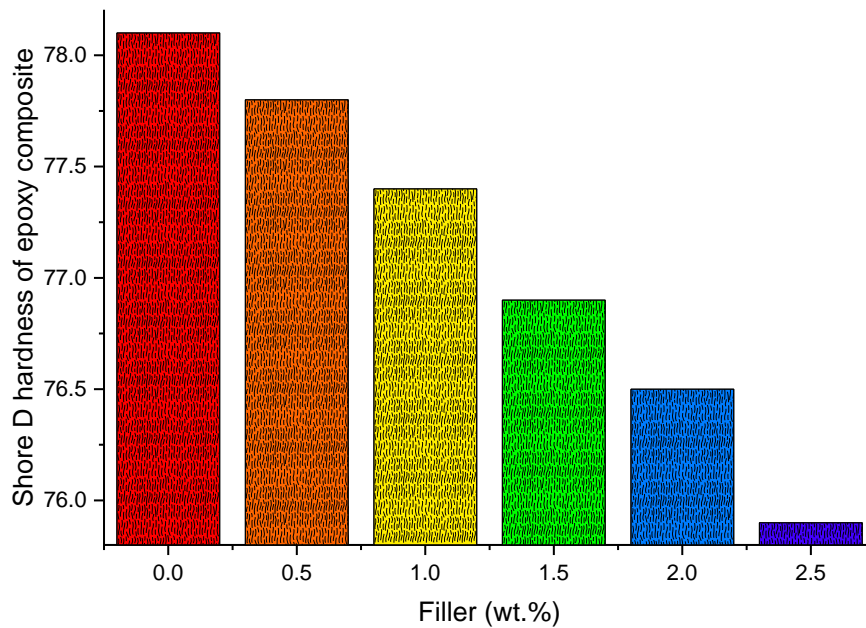
**Figure 1.** Epoxy composite production scheme

### 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

According to the results obtained in experimental studies, wheat straw reinforcement reduces the density of the epoxy composite. Figure 2 shows the change in the bulk density of the produced composites with the filler material. Additionally, Figure 3 shows that the hardness of the composite decreases with the addition of natural fiber. Thus, it is understood that the workability of the epoxy composite increases.

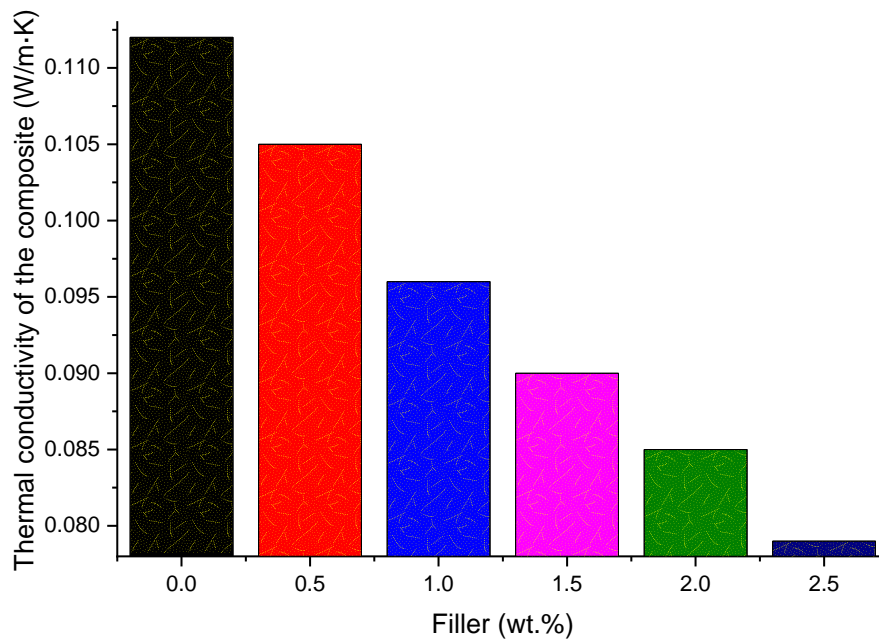


**Figure 2.** Effect of filler ratio by mass on bulk density of epoxy composite



**Figure 3.** Effect of filler ratio by mass on hardness of epoxy composite

According to the thermal conductivity coefficient results, as the filler ratio increases, the thermal conductivity coefficient of the composite decreases. As seen in Figure 4, the thermal conductivity of the epoxy composite decreases and therefore its insulation properties improve.



**Figure 4.** Effect of filler ratio by mass on thermal conductivity of epoxy composite

## CONCLUSIONS

The results show that the epoxy composite's density is reduced by the wheat straw reinforcing. In Shore D hardness tests, when the filler content rises, the composite's workability increases, and its hardness declines. Additionally, the epoxy composite's thermal conductivity lowers with the addition of wheat straw, improving its insulating qualities. Nonetheless, the composite's thermal stability is marginally decreased by the wheat straw reinforcement. The creation of environmentally friendly materials is aided by the thermo-mechanical properties of composite materials reinforced with wheat straw. This demonstrates how natural fibers may be used to create composite materials and how important epoxy resin is. When the surface morphology and pore structure of the obtained composites are examined, the optimum filler material is determined to be 1.5 wt.%. The addition of higher amounts of natural fiber negatively affects the cell structure of the epoxy composite. Besides, it has been understood that the thermal

stability of natural fiber reinforced epoxy composite decreases compared to pure epoxy polymer in thermal decomposition experiments.

## REFERENCES

- [1] D. A. Crump, J. M. Dulieu-Barton, and J. Savage, *The manufacturing procedure for aerospace secondary sandwich structure panels*, *J. Sandw. Struct. Mater.*, 12(4), 421–447, 2010.
- [2] B. Castanie, C. Bouvet, and M. Ginot, *Review of composite sandwich structure in aeronautic applications*, *Compos. Part C Open Access*, 1, 100004, 2020.
- [3] M. S. Sarfraz, H. Hong, and S. S. Kim, *Recent developments in the manufacturing technologies of composite components and their cost-effectiveness in the automotive industry: A review study*, *Compos. Struct.*, 266, 113864, 2021.
- [4] A. Vinod, M. R. Sanjay, S. Siengchin, and S. Fischer, *Fully bio-based agro-waste soy stem fiber reinforced bio-epoxy composites for lightweight structural applications: Influence of surface modification techniques*, *Constr. Build. Mater.*, 303, 124509, 2021.
- [5] S. Sajan and D. Philip Selvaraj, *A review on polymer matrix composite materials and their applications*, *Mater. Today Proc.*, 47, 5493–5498, 2021.
- [6] M. Liu, L. Bauman, C. L. Nogueira, M. G. Aucoin, W. A. Anderson, and B. Zhao, *Antimicrobial polymeric composites for high-touch surfaces in healthcare applications*, *Curr. Opin. Biomed. Eng.*, 22, 100395, 2022.
- [7] B. Cheeseman and T. Bogetti, *Ballistic Impact into Fabric and Compliant Composite Laminates*, *Compos. Struct.*, 61, 161–173, 2003.
- [8] J. Jeremy Jeba Samuel, R. Ramadoss, K. N. Gunasekaran, K. Logesh, S. J. P. Gnanaraj, and A. A. Munaf, *Studies on mechanical properties and characterization of carbon fiber reinforced hybrid composite for aerospace application*, *Mater. Today Proc.*, 2021.
- [9] J. Jefferson Andrew, V. Arumugam, K. Saravanakumar, H. N. Dhakal, and C. Santulli, *Compression after impact strength of repaired GFRP composite laminates under repeated impact loading*, *Compos. Struct.*, 133, 911–920, 2015.
- [10] F. de O. Braga, T. L. Milanezi, S. N. Monteiro, L. H. L. Louro, A. V. Gomes, and É. P. Lima, *Ballistic comparison between epoxy-ramie and epoxy-aramid composites in Multilayered Armor Systems*, *J. Mater. Res. Technol.*, 7(4), 541–549, 2018.
- [11] E. Nassiopoulos and J. Njuguna, *Thermo-mechanical performance of poly(lactic acid)/flax fibre-reinforced biocomposites*, *Mater. Des.*, 66, 473–485, 2015.

- [12] Y. J. Wan, L. X. Gong, L. C. Tang, L. B. Wu, and J. X. Jiang, *Mechanical properties of epoxy composites filled with silane-functionalized graphene oxide*, Compos. Part A Appl. Sci. Manuf., 64, 79–89, 2014.
- [13] S. Akash, S. Avinash, and M. Ramachandra, *A Study on Mechanical Properties of Silk Fiber Reinforced Epoxy Resin Bio-Composite with SiC As Filler Addition*, Mater. Today Proc., 5(1), 3219–3228, 2018.
- [14] H. T. Sreenivas, N. Krishnamurthy, and G. R. Arpitha, *A comprehensive review on light weight kenaf fiber for automobiles*, Int. J. Light. Mater. Manuf., 3(4), 328–337, 2020.
- [15] R. Millati, R. B. Cahyono, T. Ariyanto, I. N. Azzahrani, R. U. Putri, and M. J. Taherzadeh, *Agricultural, Industrial, Municipal, and Forest Wastes: An Overview*, Eds., Elsevier, 2019, 1–22.
- [16] M. Chougan, S. H. Ghaffar, and M. J. Al-Kheetan, *Graphene-based nano-functional materials for surface modification of wheat straw to enhance the performance of bio-based polylactic acid composites*, Mater. Today Sustain., 21, 100308, 2023.
- [17] T. Wu et al., *Experimental investigation on mechanical properties and fire performance of innovative wheat straw-gypsum composites as building sheathing panels*, Ind. Crops Prod., 208, 117897, 2024.
- [18] H. Şahal, and E. Aydoğmuş, *Production and characterization of palm oil based epoxy biocomposite by RSM design*. Hittite Journal of Science and Engineering, 8(4), 287-297, 2021.
- [19] E. Aydoğmuş, M. Dağ, Z. G. Yalçın, and H. Arslanoğlu, *Synthesis and characterization of EPS reinforced modified castor oil-based epoxy biocomposite*. Journal of Building Engineering, 47, 103897, 2022.
- [20] M. Dağ, C. Yanen, and E. Aydoğmuş, *Effect of boron factory components on thermophysical properties of epoxy composite*. European Journal of Science and Technology, 36, 151-154, 2022.
- [21] M. Dağ, E. Aydoğmuş, Z. G. Yalçın, and H. Arslanoğlu, *Diatomite reinforced modified safflower oil-based epoxy biocomposite production: Optimization with RSM and assessment of outcomes by ANN*. Materials Today Communications, 35, 106327, 2023.
- [22] A. Buran, M. E. Durğun, E. Aydoğmuş, and H. Arslanoğlu, *Determination of thermophysical properties of Ficus elastica leaves reinforced epoxy composite*. Firat University Journal of Experimental and Computational Engineering, 2(1), 12-22, 2023.



## PRODUCTION OF WHEAT STRAW REINFORCED POLYESTER COMPOSITE AND CHARACTERIZATION OF ITS THERMOPHYSICAL PROPERTIES

**Dr. Cenk YANEN<sup>1</sup>, Dr. Ercan AYDOĞMUŞ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fırat University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering, Elazığ, Türkiye,

E-mail: cyanen@firat.edu.tr – ORCID ID: 0000-0002-5092-8734

<sup>2</sup>Fırat University, Engineering Faculty, Chemical Engineering, Elazığ, Türkiye,

E-mail: ercanaydogmus@firat.edu.tr – ORCID ID: 0000-0002-1643-2487

### ABSTRACT

This study aims to evaluate the benefits of using natural fibers in composite materials in terms of environmental sustainability. The study aims to evaluate the potential of natural fibers to provide solutions to environmental problems. Composite materials are produced using wheat straw, an agricultural waste. In this research, environmentally friendly composites are obtained by reinforcing wheat (*Triticum aestivum*) straw as filler in the unsaturated polyester (UP). Ground wheat straw is mixed into orthophthalic-based UP at 0 wt.%, 1 wt.%, 2 wt.%, 3 wt.%, and 4 wt.%. Methyl ethyl ketone peroxide (MEKP) and cobalt octoate (Co Oc) are then added to the mixture. After the mixing process is completed at room temperature for 2 minutes at a speed of 750 rpm, it is cast into standard molds. After waiting 24 hours for the polyester composite to cure, some physical tests and chemical analyses are performed. The chemical bond structure, Shore D hardness, thermal conductivity coefficient, density, surface morphology, and thermal stability of the samples have been characterized. According to the results obtained, a low-density, easily processable, environmentally friendly, and economical composite can be developed. In experimental studies, approximately 2 wt.% is considered the optimum ratio of wheat straw reinforced polyester composite. It has been determined that the addition of higher amounts of filler weakens both the surface morphology and mechanical properties of the composite.

**Keywords:** Polyester composite, *Triticum aestivum*, surface morphology, thermal conductivity, thermal stability



## 1. INTRODUCTION

Composite materials are materials that combine various advantageous properties to meet the needs of different industries. They play an essential role in engineering and design projects across many sectors and are continuously being used in new applications due to developing technology [1-3]. With their strength and lightweight, composite materials offer a wide range of applications, surpassing the limitations of traditional materials. Composite materials are increasingly used in the building and marine industries due to their ability to create lighter and more durable structures than traditional materials like concrete and steel. This is supported by research [4-7].

The design and performance of composite materials depend heavily on their two-component structure, consisting of fibers and matrix. Typically, fiber materials are made of high-strength materials, such as glass, carbon, and aramid [8-11], which serve to enhance the composite material's resistance to mechanical stresses, such as tensile, rupture, and bending. The matrix material is responsible for binding the fibers together and safeguarding them against environmental factors. Typically composed of polymers, the matrix fills the gaps between the fibers to create a uniform structure. Selecting the appropriate combination of fibers and matrix, managing production processes, and designing the material to suit the intended application are all crucial aspects of this process.

Fiber materials are commonly used in various industrial applications. However, their production from petrochemical sources can lead to environmental issues throughout the material's life cycle. Sustainable material use in this context refers to the objective of reducing the environmental impact of industrial processes and improving the efficiency of natural resource use [12-14].

Wheat straw, an agricultural waste product left after wheat harvesting, is typically left to rot in fields without being utilized. Utilizing this waste is an environmentally beneficial practice that also provides an economic return to farmers. Utilizing agricultural waste, the use of wheat straw as a fiber material offers an environmentally friendly alternative in the production of sustainable composite materials [15,16].

The primary objective of this paper is to contribute to the evolving understanding of wheat straw fiber reinforced polyester composites. Through a detailed examination of their

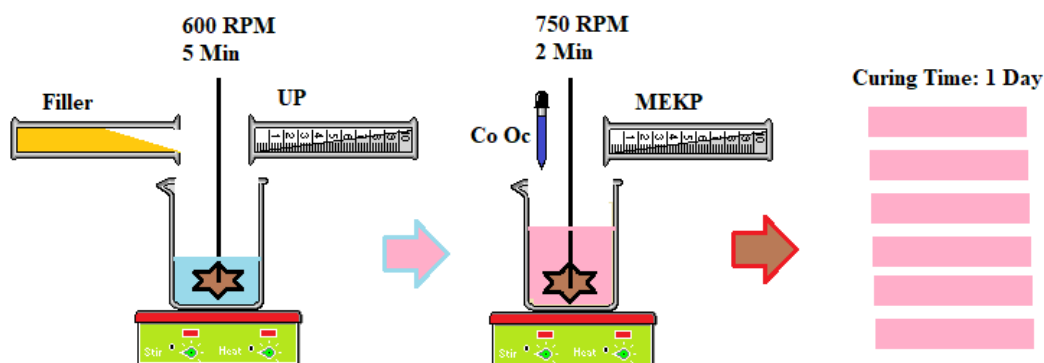
thermophysical properties and potential applications, this study aims to provide a roadmap for researchers, interested in leveraging the advantages of these sustainable materials. In this research, environmentally friendly and economical polyester composites are produced using natural fibers. In addition, the resulting natural fiber reinforced composites are both light and easy to process.

## 2. MATERIALS AND METHODS

In this study, orthophthalic-based unsaturated polyester, methyl ethyl ketone peroxide, and cobalt octoate are purchased from Turkuaz Polyester. Additionally, wheat straws are supplied from Elazığ region (Türkiye). In this research, wheat straws are mixed into UP after being ground. Certain amounts of MEKP and Co Oc are added to the mixture, respectively. After the resulting mixture is poured into standard molds, it is waited for 24 hours for it to cure. Then, some physical and chemical properties of the composite are characterized [17-22]. Table 1 shows the experimental study plan and the proportions of each component. Moreover, the polyester composite production scheme is shown in Figure 1.

**Table 1.** Experimental study plan of wheat straws reinforced polyester composite

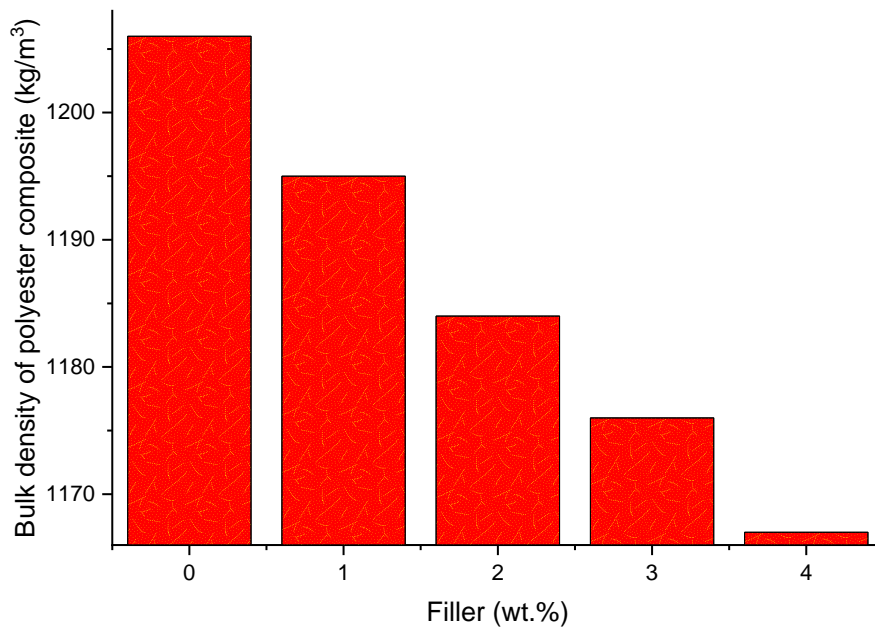
UP (wt.%)	MEKP (wt.%)	Co Oc (wt.%)	Filler (wt.%)
98.0	1.4	0.6	0.0
97.0	1.4	0.6	1.0
96.0	1.4	0.6	2.0
95.0	1.4	0.6	3.0
64.0	1.4	0.6	4.0



**Figure 1.** Polyester composite production scheme

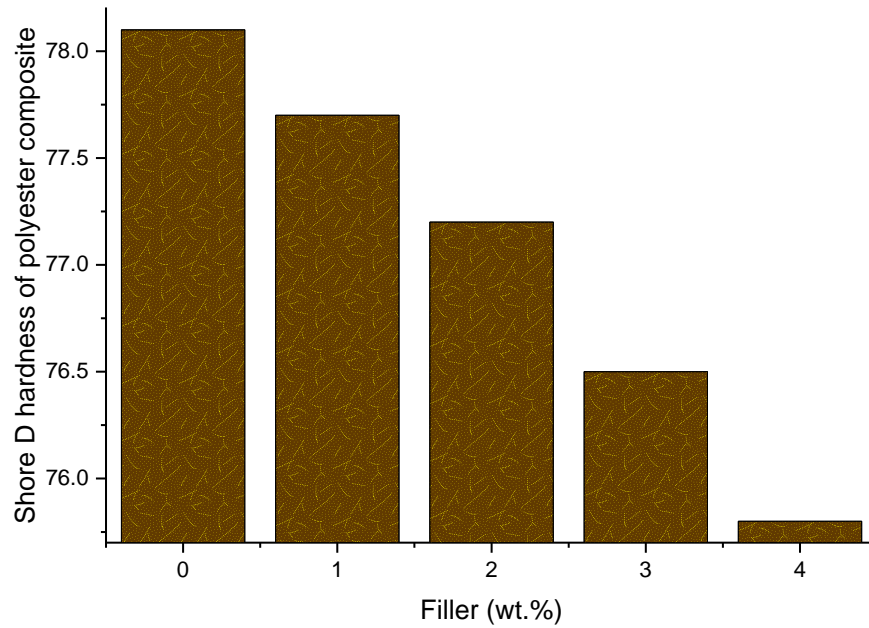
### 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

According to the results, the addition of filler reduces the bulk density of the polyester composite. Figure 2 shows the effect of the filling ratio on the density of the composite.



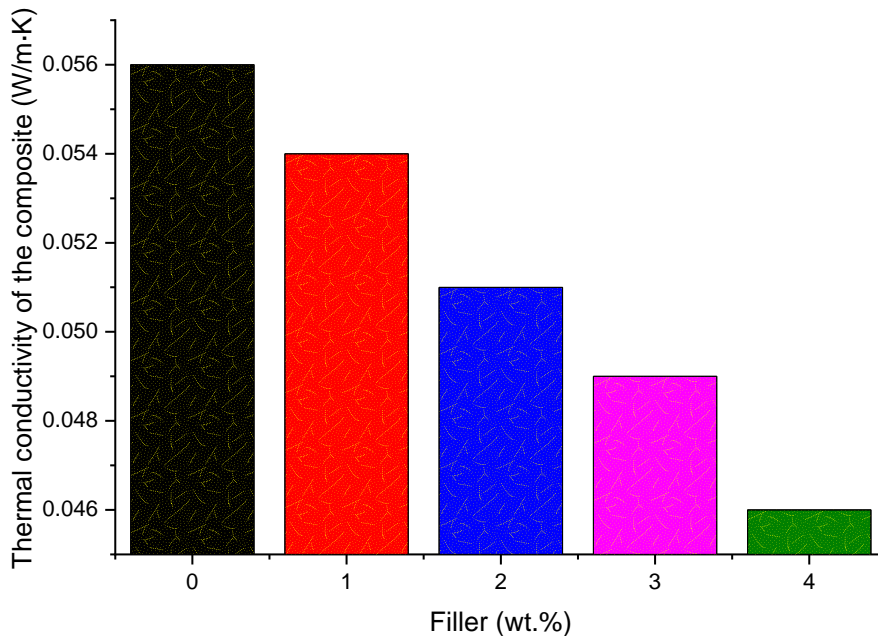
**Figure 2.** Effect of filler ratio by mass on bulk density of the composite

Figure 3 shows the change in Shore D values of polyester composites and natural fiber ratios. As the filling ratio increases, the hardness of the composite decreases, and therefore its workability increases.



**Figure 3.** Effect of filler ratio by mass on hardness of the composite

According to the thermal conductivity coefficient results, the thermal conductivity coefficient of the natural fiber reinforced composite decreases. Figure 4 shows that the thermal conductivity of the polyester composite decreases as the filling ratio increases.



**Figure 4.** Effect of filler ratio by mass on thermal conductivity of the composite

## CONCLUSIONS

Based on the findings, a low-density, readily processed, cost-effective, and ecologically friendly composite can be created. According to experimental research, the ideal ratio for the wheat straw-reinforced polyester composite is roughly 2 weight percent. It has been found that increasing the filler content degrades the composite's mechanical qualities and surface morphology. In thermal decomposition experiments, the addition of filler to polyester polymer reduces the thermal stability of the composite. In this study, natural fibers are used to create affordable, eco-friendly polyester composites. The resultant natural fiber reinforced composites are also lightweight and simple to work with.

## REFERENCES

- [1] J. Zhang et al., *A review of epoxy-based composite materials: Synthesis, structure and application for electromagnetic wave absorption*, J. Alloys Compd., 922, 166096, 2022.
- [2] M. S. Sarfraz, H. Hong, and S. S. Kim, *Recent developments in the manufacturing technologies of composite components and their cost-effectiveness in the automotive industry: A review study*, Compos. Struct., 266, 113864, 2021.
- [3] S. Sajan and D. Philip Selvaraj, *A review on polymer matrix composite materials and their applications*, Mater. Today Proc., 47, 5493–5498, 2021.
- [4] H. Yang et al., *Cementitious composites integrated phase change materials for passive buildings: An overview*, Constr. Build. Mater., 361, 129635, 2022.
- [5] H. Acuña-Pizano, M. E. González-Trevizo, A. Luna-León, K. E. Martínez-Torres, and F. Fernández-Melchor, *Plastic composites as sustainable building materials: A thermal and mechanical exploration*, Constr. Build. Mater., 344, 128083, 2022.
- [6] G. Kotsikos, A. G. Gibson, and J. Mawella, *Assessment of moisture absorption in marine GRP laminates with aid of nuclear magnetic resonance imaging*, Plast. Rubber Compos., 36(9), 413–418, 2007.
- [7] L. S. Sutherland, *A review of impact testing on marine composite materials: Part I – Marine impacts on marine composites*, Compos. Struct., 188, 197–208, 2018.

- [8] A. Eremin, M. Burkov, P. Luybutin, and A. Kononova, *Mechanical behavior of carbon and aramid fiber reinforced composites with various layups under tension*, *Procedia Struct. Integr.*, 50, 65–72, 2023.
- [9] R. K. Das, B. Nayak, S. S. Gautam, and N. K. Rana, *Fabrication and characterisation of GFRP composite as skin material of sandwich structure*, *Mater. Today Proc.*, 76, 569–572, 2023.
- [10] M. Massou, N. Babu, and G. Xian, *Experimental study on the mechanical properties of CFRP/epoxy composite plates under seawater immersion*, *Structures*, 54, 48–57, 2023.
- [11] Q. Zhao, Y. Hou, W. Wang, Y. Liu, and C. Li, *Experimental and numerical investigation of mechanical behavior of plain woven CFRP composites subjected to three-point bending*, *Chinese J. Aeronaut.*, 36(7), 505–517, 2023.
- [12] S. S. Chee, M. Jawaid, M. T. H. Sultan, O. Y. Alothman, and L. C. Abdullah, *Thermomechanical and dynamic mechanical properties of bamboo/woven kenaf mat reinforced epoxy hybrid composites*, *Compos. Part B Eng.*, 163, 165–174, 2019.
- [13] H. T. Sreenivas, N. Krishnamurthy, and G. R. Arpitha, *A comprehensive review on light weight kenaf fiber for automobiles*, *Int. J. Light. Mater. Manuf.*, 3(4), 328–337, 2020.
- [14] J. Holbery and D. Houston, *Natural-fiber-reinforced polymer composites in automotive applications*, *JOM*, 58(11), 80–86, 2006.
- [15] S. Zou, H. Li, L. Liu, S. Wang, X. Zhang, and G. Zhang, *Experimental study on fire resistance improvement of wheat straw composite insulation materials for buildings*, *J. Build. Eng.*, 43, 103172, 2021.
- [16] A. Girge, V. Goel, A. Amish, and G. Gupta, *Physical and mechanical characterization of marble Dust/Wheat straw fiber filled polymer composites*, *Mater. Today Proc.*, 63, 413–416, 2022.
- [17] E. Aydoğmuş, H. Arslanoğlu, and M. Dağ, *Production of waste polyethylene terephthalate reinforced biocomposite with RSM design and evaluation of thermophysical properties by ANN*, *Journal of Building Engineering*, 44, 103337, 2021.
- [18] R. Orhan, E. Aydoğmuş, S. Topuz, and H. Arslanoğlu, *Investigation of thermo-mechanical characteristics of borax reinforced polyester composites*, *Journal of Building Engineering*, 42, 103051, 2021.

- [19] E. Aydoğmuş, M. Dağ, Z. G. Yalçın, and H. Arslanoğlu, *Synthesis and characterization of waste polyethylene reinforced modified castor oil-based polyester biocomposite*, Journal of Applied Polymer Science, 139(27), e52526, 2022.
- [20] E. Aydoğmuş, *Biohybrid nanocomposite production and characterization by RSM investigation of thermal decomposition kinetics with ANN*, Biomass Conversion and Biorefinery, 12(10), 4799-4816, 2022.
- [21] E. Aydoğmuş, and H. Arslanoğlu, *Kinetics of thermal decomposition of the polyester nanocomposites*. Petroleum Science and Technology, 39(13-14), 484-500, 2021.
- [22] H. Şahal, E. Aydoğmuş, and H. Arslanoğlu, *Investigation of thermophysical properties of synthesized SA and nano-alumina reinforced polyester composites*, Petroleum Science and Technology, 41(23), 2173-2189, 2023.



## FE<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@SİTRİK ASİT MANYETİK NANO-KATALİZÖRÜN SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE NaBH<sub>4</sub> HİDROLİZİYLE HİDROJEN ÜRETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi ADİL UMAZ <sup>1\*</sup>, Doç. Dr. MEHMET ŞAKİR ECE <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,

[adilumaz@artuklu.edu.tr](mailto:adilumaz@artuklu.edu.tr) – ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2438-5454>

<sup>2</sup>Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, [sakirece@gmail.com](mailto:sakirece@gmail.com) -

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9411-314X>

\*Sorumlu yazar: Adil UMAZ

### ÖZET

Fosil yakıtlarına alternatif enerji kaynakları arasında bulunan hidrojen, temiz enerji unvanına sahiptir. Hidrojenin yanma reaksiyonu sonucunda ürün olarak su oluşur. Hidrojen, atmosfere yanma kaynaklı kirletici madde üretiminin ana etkisi olmadan, fosil yakıtların yerini alabilen bir enerji taşıyıcısıdır. Bu nedenle sürdürülebilir üretimi büyük ilgi görmektedir. Son yıllarda hidrojen üretimine yönelik çalışmalar artarak devam etmektedir. Hidrojenin üretimi için pek çok teknoloji geliştirilmektedir. NaBH<sub>4</sub> gibi kimyasal hidritlerin hidrolizi, hidrojen üretiminde kullanılan sistematik bir yöntemdir. NaBH<sub>4</sub> hidrolizi ile hidrojen üretimi için verimli, seçici ve kararlı katalizörlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, NaBH<sub>4</sub> hidrolizi ile hidrojen üretimi gerçekleştirildi. Hidrolizi katalizlemek için ucuz ve çevre dostu olan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@Sitrik asit manyetik nano-katalizörü sentezlendi ve karakterizasyonu yapılarak hidrojen üretiminde kullanıldı. Hidrojen üretimi için NaBH<sub>4</sub> miktarı (50, 100 ve 150 mg) ve katalizör miktarı (25, 50 ve 75 mg) test edildi. En yüksek hidrojen hacmine 50 mg katalizör ve 100 mg NaBH<sub>4</sub> kullanılarak ulaşıp 490 mL hidrojen üretildi. Bu katalizörün tekrar kullanılabilirlik çalışmasında, 3. döngüde bile % 81 hidrojen üretim performansı elde edildi. Elde edilen sonuçlardan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@Sitrik asit manyetik nano-katalizörün NaBH<sub>4</sub> hidroliz ile hidrojen üretiminde umut verici bir katalizör olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@Sitrik asit, Hidrojen Üretimi, Hidroliz, NaBH<sub>4</sub>, Nanoteknoloji, Yüzey Kaplama

### 1. GİRİŞ

Enerji, modern yaşamımızın ve endüstriyel üretimimizin vazgeçilmez bir parçasıdır. Modern bilim ve teknolojinin güçlü bir şekilde gelişmesiyle buna ek olarak ekonominin küreselleşmesi, insanların yaşam standardı sürekli olarak iyileştirirken yenilenebilir enerji konusunda insanlığın karşılaştığı kaygı durumu devam etmektedir. Çünkü enerji, modern bilimi,

teknolojiyi, sanayi, endüstriyi ve ekonomi etkileyen faktörlerden bir tanesidir. İnsanlık şu an için gelecek vaat etmeyen geleneksel fosil enerji kaynaklarına bağımlıdır. Şu anda dünyadaki enerji üretiminin ve kullanımının %85'i kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıt kaynaklı enerjilerden sağlanmaktadır. Fosil yakıtların yakılması, küresel ekosistem ve iklim üzerinde ciddi etkiye sahip olan karbondioksit gibi büyük sera gazı emisyonlarına yol açmaktadır. Fosil enerji tükendiği ve yenilenemediği için fosil yakıtlara dayalı enerji sistemi ciddi bir krizle karşı karşıyadır. Enerji konusunda duyulan kaygıları bertaraf etmek ve paralelinde kalkınmak için alternatif bir yenilenebilir enerji kaynağı bulmak önemlidir. Hidrojen enerjisi, çeşitli yenilenebilir enerji kaynakları arasında kıyaslanamaz avantajlara (yanma işlemi esnasında NO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub> gibi toksik ve zararlı gazlar veya CO<sub>2</sub> gibi sera gazları üretmez) sahiptir. Yenilenebilir ve temiz enerjinin geliştirilmesi, çevre üzerine ve enerji krizini çözenin gerekli bir yoldur. Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan hidrojen enerjisi, bu nedenle bilim insanlarının çalışmalarının hedefindedir (Liu et al., 2023; Zhu et al., 2023).

Hidrojen, çevre dostu olması, hammaddenin bol olması, sıfır karbon olması ve yüksek enerji yoğunluğuna (142,35 kJ/g) sahip olması gibi avantajları nedeniyle ideal enerji taşıyıcısı adaylarından biridir. Düşük maliyetli ve yüksek verimli hidrojen üretim teknolojisinin geliştirilmesi, hidrojen üretimini, hidrojen depolanmasını ve hidrojen taşınmasını kapsamaktadır. Hidrojen, kimyasal parçalama, güneş fotolizi, elektroliz, hidroliz yoluyla veya fotosentez yapabilen hidrojen üreten mikrobiyallerin kullanılmasıyla üretilebilir. Uygun depolama, taşıma, üretim ve cihaz avantajlarına sahip olan hidrolitik hidrojen üretimi yöntemi, inorganik malzemelerin sıvı su veya buharla reaksiyonu yoluyla hidrojen üretimini ifade etmektedir. Amonyak boran, kalsiyum hidrit, lityum borohidrit, lityum hidrit, magnezyum hidrit, sodyum borohidrit, hidrolitik hidrojen üretimi en çok çalışılan reaktanlardır. Bir malzemedan hidrojen üretmek için gerçekleştirilen hidroliz işlemi, reaktanlar arasında bir elektron transferi ile mümkündür. Mekanizmada hidrolitik reaktan elektronlarını kaybetmekte ardından sudaki H<sup>+</sup> ile birleşerek H<sub>2</sub>'yi serbest bırakmaktadır (Liu et al., 2023).

Termoliz veya solvoliz yöntemleri ile bor hidritlerdeki hidrojen bağları kırılabilir. Termoliz yöntemi yüksek sıcaklıklar (~573-773 K) gerektirir. Solvoliz yöntemi oda sıcaklığında hidrojen üretmek için sadece su ve etkili katalizör gerektirir. Ayrıca hidroliz, H<sub>2</sub>'nin yarısının sudan oluşması gibi önemli bir avantaj sağlar. NaBH<sub>4</sub> gibi borhidrürler, suya karşı oldukça reaktiftir, suyla temas ettiğinde H<sub>2</sub> gazı üretmeye başlar ve su/NaBH<sub>4</sub> çözeltisini kararsız hale gelir. Bu çözeltiyi kararlı hale getirmek için çözeltiye NaOH ekleyerek çözeltinin pH'ı artırılmalıdır. Bununla beraber H<sub>2</sub> üretiminde reaksiyon hızını kontrol edebilen, reaksiyon kinetiğini iyileştiren bir katalizöre ihtiyaç vardır. Çünkü katalizör, bor hidrit bazlı H<sub>2</sub> üretim sisteminin anahtar bileşenidir (Patel & Miotello, 2015).

Kataliz, kimyada önemli bir alandır. Gelişen çevresel sorunlar göz önünde tutulduğunda, katalizörlerin kimya endüstrilerindeki kritik rolü ve önemi her geçen gün artmaktadır (Fechete et al., 2012). Endüstriyel prosesler incelendiğinde, proseslerin % 80'inden fazlasında bir veya daha fazla katalizör kullanıldığı anlaşılmaktadır. Kullanılan katalizörlerin % 80'i heterojen katalizörlerdir. Çünkü homojen katalizörlerin bazı dezavantajları (katalizörün reaktanları ve ürünleri içeren aynı çözeltiye eklenmesi nedeniyle daha sonra pahalı ve enerji tüketen ayırma

işlemleri gibi) bulunmaktadır. Uygulamalardan sonra homojen katalizörlerin izolasyonun ve saflaştırmasının yerine getirilmesi neredeyse imkânsızdır. Pek çok homojen katalizör izolasyondan ve saflaştırmadan sonra bozunma eğilimine de sahiptir. Heterojen katalizörler kimya endüstrisinin lokomotif gücüdür. Heterojen katalizör, bir destekle beraber bir veya daha fazla aktif fazdan oluşur. Katalizörlerin bu fazları, katalizörlerin performansını belirler (Zaera, 2022; Bitter, 2023). Katalitik sistemlerin benzeri görülmemiş yeteneği, endüstrinin, kimyanın ve enerji sektörlerinin kalbi olan yeni heterojen katalizörlerin tasarımı büyük umut vaat etmektedir. Katalizörün üründen ayrılmasını kolaylaştırmak için, esas olarak metallere ve metal oksitlere dayanan heterojen katalizörler endüstriyel işlemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (B. W. J. Chen et al., 2021).

Nanoteknoloji, geleneksel katalizörlere alternatif olarak, sürdürülebilir, sağlam, yüksek yüzey alanlı heterojen katalizörler ortaya çıkardı. Nano-katalizörler, katalizörün aktif bileşeninin açıkta kalan yüzey alanını arttırmaktadır. Böylece, reaktanlar ve katalizör arasındaki temas önemli ölçüde artmaktadır. Nano-katalizörler, reaksiyon karışımından kolayca ayrılabilir ve bu da ürün izolasyon aşamasını zahmetsiz hale getirir. Ayrıca nano-katalizörün aktivitesi ve seçiciliği, boyut, şekil, bileşim ve morfoloji gibi kimyasal ve fiziksel özelliklerin uyarlanmasıyla değiştirilebilir. Nanoteknoloji, nano-katalizörlerin reaksiyon aşamasında kolay hareket etmesine ve özel boyut ve şekildeki nano-katalizörlerin morfolojisinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygun hale getirilmesi için kontrol edilmesine olanak sağlar. Nanoteknolojinin hızlı ilerlemesi kontrollü boyut, şekil, morfoloji ve bileşime sahip çeşitli nanopartiküllerin hazırlanmasını mümkün kılmaktadır (Polshettiwar & Varma, 2010). Son yıllarda manyetik metal oksit destekli nano-katalizörler, malzeme bilimindeki potansiyel uygulamalarından dolayı araştırmacıların büyük ilgisini çekmiştir. Heterojen katalizörler olarak, kolayca bulunabilmeleri, yüksek katalitik aktiviteye sahip olmaları, harici bir mıknatis kullanarak ayırma açısından basit olmaları, yüksek kimyasal kararlılık dereceleri, yeniden kullanılabilirlik ve çevreye zarar vermeyen özellikleri gibi pek çok avantajları vardır (Maleki & Kamalzare, 2014). Manyetik nano-katalizörlerin uygulanması, sürdürülebilir ve yeşil süreçlerin geliştirilmesi için hızla büyüyen bir alandır. Manyetik ayırma, yalnızca reaksiyonun tamamlanmasından sonra katalizörün reaksiyon ortamından izolasyonu ihtiyacını ortadan kaldırmakla kalmaz, aynı zamanda bu katalizörlerin geri kazanılması için pratik teknikler de sağlar. Manyetik nano-katalizörler, çok bileşenli reaksiyonlarda basit başlangıç malzemelerinden tek bir adımda karmaşık ürünlerin sentezi için çok güçlü araçlar olarak kabul edilmektedir (M. N. Chen et al., 2019).

$Fe_3O_4$  destekli manyetik nano-katalizörler, kataliz biliminde ve teknolojisinde potansiyel uygulamalara sahiptir. Nano ölçekli boyutları ve manyetik özellikleri nedeniyle, yüksek dağılım, yüksek reaktivite ve kolay ayrılma gibi avantajları mevcuttur. Günümüzde, organik bileşiklerin  $Fe_3O_4$  destekli manyetik nano-katalizörler üzerine immobilizasyonu organik kimyacılar tarafından oldukça kabul görmektedir. Çünkü  $Fe_3O_4$  destekli manyetik nano-katalizörlerin yüzey kaplanması, manyetik nanopartiküllerin toplanmasını engeller ve  $Fe_3O_4$  nanopartiküllerinin kimyasal stabilitesini iyileştirir. Ayrıca, modifikasyonları için uygun bir yüzey hazırlar. Organik bileşiklerle fonksiyonelleştirilmiş  $Fe_3O_4$  destekli manyetik nano-katalizörler, iki nedenden dolayı dikkat çekmektedir, hem manyetik çekirdek nedeniyle

manyetik özelliğe sahiptirler hem de organik moleküllerin diğer özelliklerine sahiptirler, bununla beraber bu organik bileşiklerin reaktif fonksiyonel gruplarına sahip olurlar (Maleki et al., 2018).

Bu çalışmada,  $Fe_3O_4$ -destekli manyetik nano-katalizör  $Fe_3O_4@$ Sitrik asit başarılı bir şekilde sentezlenmiştir. Bu nano-katalizör yapısının aydınlatılması için Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ve Titreşimli Numune Manyetometresi (VSM) kullanıldı.  $Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizörün  $NaBH_4$  hidroliziyle hidrojen üretimi için  $NaBH_4$  (50, 100 ve 150 mg) ve katalizör (25, 50 ve 75 mg) miktarlarının hidrojen üretimi üzerine etkisi incelenmiş ve en yüksek hidrojen hacmi veren parametreler belirlenmiştir. Ayrıca, belirlenen şartlarda  $Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizörün tekrar kullanılabilirliği incelenmiştir.

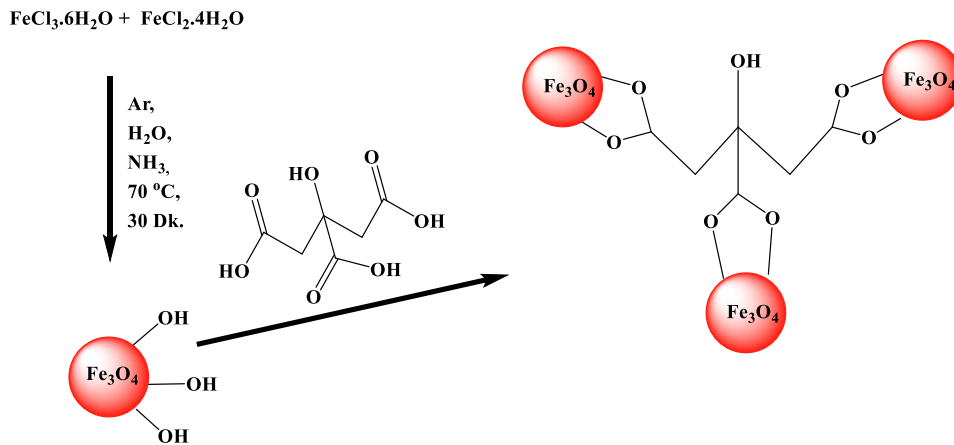
## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Kimyasallar

Reaksiyonlarda demir (II) klorür tetrahidrat ( $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ , Alfa Aesar), demir (III) klorür heksahidrat ( $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ , Merck), amonyak (İsolab), etanol (İsolab) ve sitrik asit ( $C_6H_8O_7$ , Merck) kullanıldı. Kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıktaydı.

### 2.2. $Fe_3O_4@$ Sitrik Asit Manyetik Nano-katalizörün Sentezi

İki boyunlu reaksiyon balona 2:1 stokiyometrik oranda  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  ve  $FeCl_2 \cdot 4H_2O$  eklendi ve karışım üzerine 200 ml saf su eklenerek oda sıcaklığında 30 dakika boyunca karıştırıldı. Reaksiyon sıcaklığı  $70^\circ C$  ye çıkarıldı ve karışım üzerine 50 mL amonyak eklenerek 30 dakika boyunca karıştırmaya devam edildi. Daha sonra balona 0.6 mmol sitrik asit eklendi ve sistem sıcaklığında karışım 30 dakika daha karıştırıldı. Karışım oda sıcaklığında soğutuldu ve mıknatıs yardımıyla  $Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizör ortamdan izole edildi.  $Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizörü istenmeyen safsızlıklardan ayırmak için saf su ve etanolla yıkandı ve etüvde 12 saat boyunca kurutuldu (Dheyab et al., 2020; Umaz, 2024).  $Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizörün sentezi Görsel 1.'de gösterilmiştir.



Görsel 1.  $Fe_3O_4@$ Sitrik Asit Manyetik Nano-Katalizör Sentezi

### 2.3. $Fe_3O_4@$ Sitrik Asit Manyetik Nano-katalizör Karakterizasyonu

$Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizörün yapı aydınlatılması FTIR (Bruker Vertex 70,  $4000-400\text{ cm}^{-1}$ ) ve VSM (Lake Shore 7407,  $-20000 - 20000\text{ Oe}$ ) kullanılarak kaydedildi.

#### 2.4. $NaBH_4$ Hidroliziyle Hidrojen Üretimi

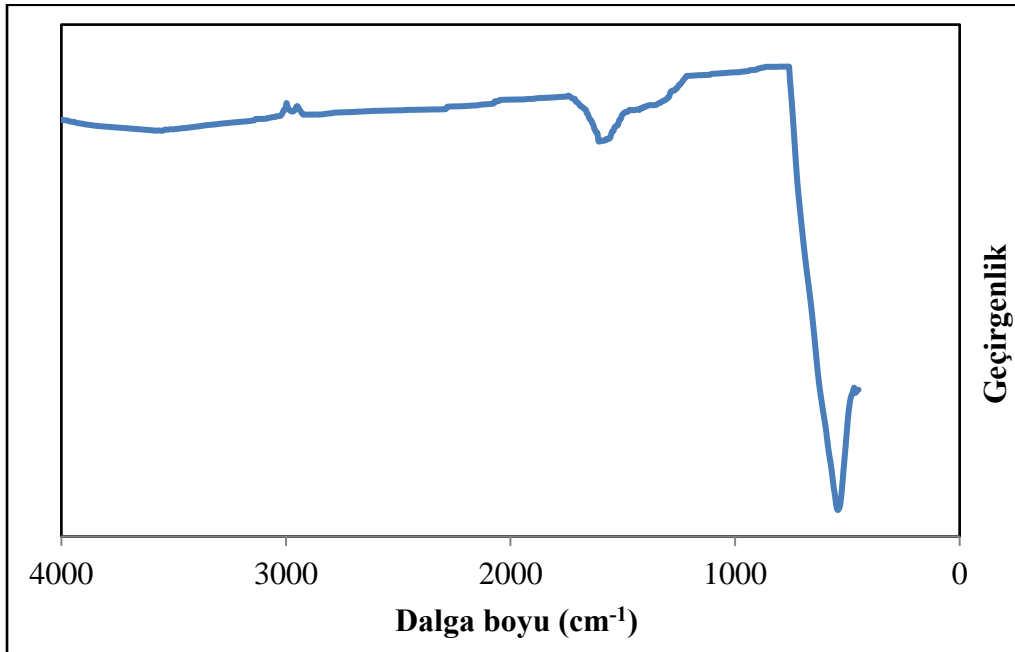
50 mg  $Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizörü ve 100 mg  $NaBH_4$  iki boyunlu balona alındı. Balondaki karışım üzerine 20 mL saf su hızlı bir şekilde eklenerek oda sıcaklığında 500 rpm'de karıştırıldı. Reaksiyonda üretilen hidrojen hacmi, su-gaz yer değiştirme yöntemi kullanılarak hesaplandı. Optimizasyon çalışması ile farklı miktarlardaki  $NaBH_4$  (50, 100 ve 150 mg) ve  $Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizörü (25, 50 ve 75 mg) kullanılarak en yüksek hidrojen hacmi belirlendi ve bu şartlarda  $Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizörünün tekrar kullanılabilirliği test edildi.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. $Fe_3O_4@$ Sitrik asit Manyetik Nano-katalizörün Karakterizasyonları

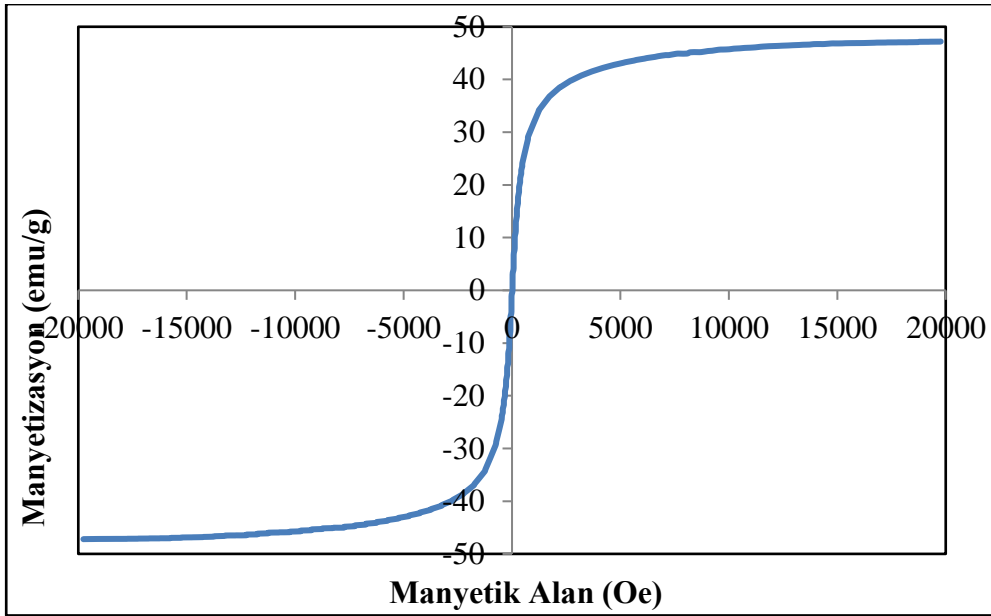
$Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizöründe bulunan bağ oluşumlarını analiz etmek için gerçekleştirilen FTIR spektrumuna ait sonuçlar Görsel 2'de verildi.

$Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizörün FTIR spektrumunda  $550\text{ cm}^{-1}$ 'de görülen pik, Fe-O bağının gerilmesine ait karakteristik piktir.  $1620\text{ cm}^{-1}$ 'de ve  $1385\text{ cm}^{-1}$ 'de görülen pikler, C-O grubunun asimetric ve simetric titreşimlerine aittir. Bu pik karboksilat (sitrata) iyonlarının nanokatalizörün yüzeyine bağlandığını ortaya çıkarmaktadır.  $3000\text{ cm}^{-1}$  görülen pik, sitrik asidin organik yapısında bulunan  $CH_2$  bağının titreşimlerine aittir.  $3500\text{ cm}^{-1}$ 'deki geniş pik, O-H gerilme titreşimine aittir (Görsel 2).  $Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizörün FTIR spektrumunda görülen pikler, sitrik asidin  $Fe_3O_4$ 'ün yüzeyine başarıyla bağlandığını göstermektedir. Elde edilen sonuçlar literatürle (Khan et al., 2020) uyumludur.



Görsel 2.  $Fe_3O_4@$ Sitrik Asit Manyetik Nano-Katalizör Sentezi FTIR spektrumu

$Fe_3O_4$ @Sitrik asit manyetik nano-katalizörünün manyetik özelliğini analiz etmek için gerçekleştirilen VSM eğrisine ait sonuçlar Görsel 3'te verildi.  $Fe_3O_4$ @Sitrik asit manyetik nano-katalizörün doyma manyetizasyon değerleri 47.19 emu/g olarak ölçüldü (Görsel 3). Doygunluk manyetizasyonu,  $Fe_3O_4$ @Sitrik asit manyetik nano-katalizörün süperparamanyetik karakterde olduğunu ve bulunan değer yüksek oluşu, Fe oksidasyonun ya düşük olduğunu ya da hiç olmadığını göstermektedir.  $Fe_3O_4$  manyetik nano-katalizörün yüzeyinin sitrik asit ile modifikasyonunun başarıyla gerçekleştiğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlar literatürle (Lin et al., 2014) uyumludur.



Görsel 3.  $Fe_3O_4$ @Sitrik Asit Manyetik Nano-katalizör Sentezi VSM eğrisi

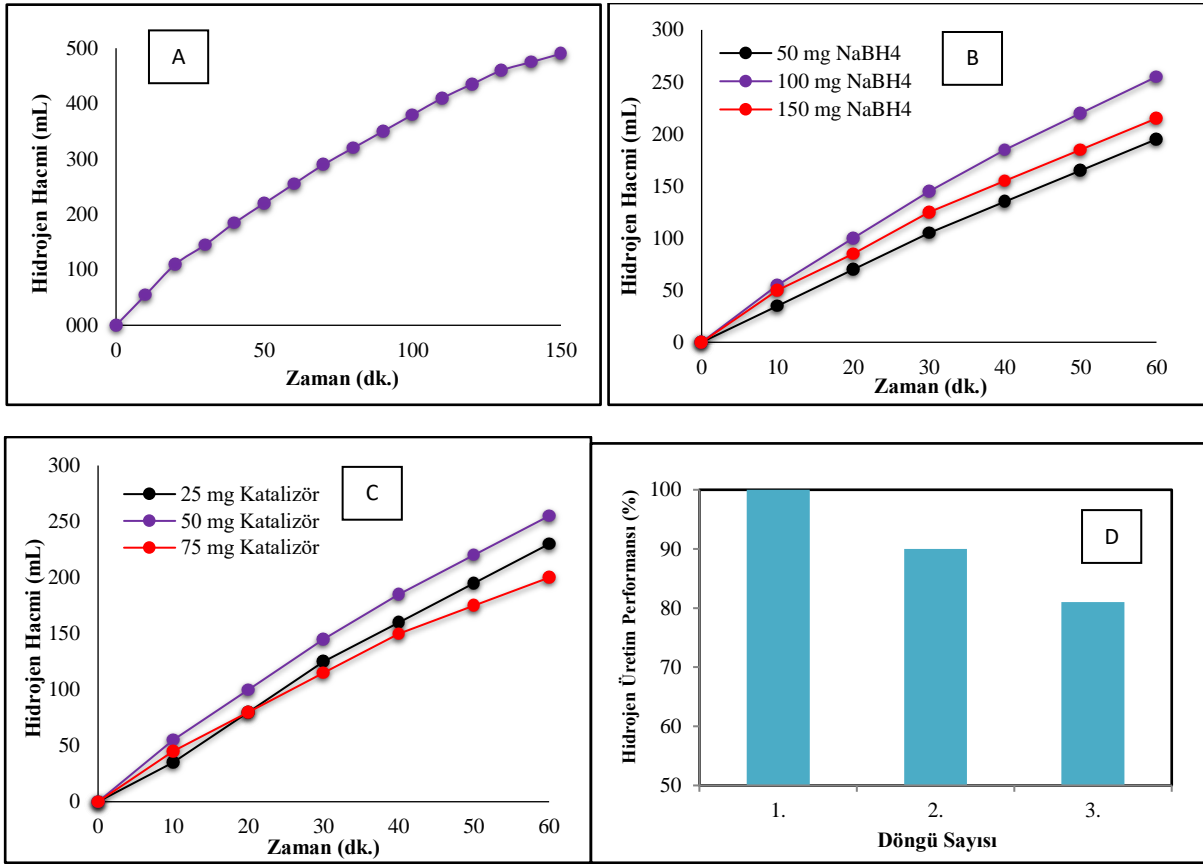
### 3.2. $NaBH_4$ Hidroliziyle Hidrojen Üretimi

Oda sıcaklığında, 50 mg  $Fe_3O_4$ @Sitrik asit manyetik nano-katalizörü, 100 mg  $NaBH_4$  ve 20 mL saf su kullanılarak hidrojen üretildi. Belirtilen reaksiyon koşullarında 150. dk. sonunda 490 mL hidrojen üretildi (Görsel 4A). 60 dk sonunda üretilen hidrojen hacmi, reaksiyon süresi boyunca üretilen hidrojen hacminin %50'den fazlası olduğu belirlendi. Bu nedenle, optimum reaksiyon süresi 60 dk olarak belirlendi.

$Fe_3O_4$ @Sitrik asit manyetik nano-katalizör miktarı sabit (50 mg) tutularak farklı miktarlarda  $NaBH_4$  (50, 100 ve 150 mg) kullanılarak,  $NaBH_4$ 'ün hidrojen üretimi üzerindeki etkisi incelenip, hidrojen üretimi üzerindeki etkisi Görsel 4B'de verilmiştir. Görsel 4B incelendiğinde,  $NaBH_4$  miktarı 50 mg'dan 100 mg kadar yükseltildiğinde, üretilen hidrojen hacmi 195 mL'den 255 mL'ye kadar yükseldiği belirlendi.  $NaBH_4$  miktarı 100 mg'dan 150 mg kadar yükseltildiğinde ise üretilen hidrojen hacmi 255 mL'den 215 mL'ye kadar düştüğü belirlendi. Kullanılan  $Fe_3O_4$ @Sitrik asit manyetik nano-katalizörü için en iyi katalitik performans, 100 mg  $NaBH_4$  kullanılmasıyla ulaşılmıştır. Reaksiyonda  $NaBH_4$  miktarı arttıkça üretilen hidrojen miktarı önce artmıştır, daha sonra  $NaBH_4$ 'ün hidroliz reaksiyonun yan ürünü



olan  $\text{NaBO}_2$  üretmesiyle katalizörün aktif bölgelerinin  $\text{NaBO}_2$  ile bloke edilmesi nedeniyle hidrojen üretimi azaldığı söylenebilir.



**Görsel 4.  $\text{NaBH}_4$  Hidroliziyle Hidrojen Üretimi; A) Hidrojen Üretimine Zamana Karşı Grafiği, B)  $\text{NaBH}_4$  Miktarının Hidrojen Üretimine Etkisi, C) Katalizör Miktarının Hidrojen Üretimine Etkisi, D) Katalizörün Hidrojen Üretiminde Tekrar Kullanılabilirliği**

100 mg  $\text{NaBH}_4$  hidrolizinde  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ @Sitrik asit manyetik nano-katalizör (25, 50 ve 75 mg) miktarının hidrojen üretimi üzerindeki etkisi incelendi. Elde edilen sonuçlar Görsel 4C'de gösterildi. Manyetik nano-katalizör miktarı 25 mg'dan 75 mg kadar yükseltildiğinde, üretilen hidrojen hacmi başlangıçta bir miktar artışı gözlemlendi. Hidrojen hacmi 230 mL'den 255 mL'ye kadar yükseldi. Daha sonra katalizör miktarındaki artış hidrojen hacminde azalışa neden oldu. Hidrojen hacmi 255 mL'den 200 mL'ye kadar azaldığı belirlendi. Bunun nedeni manyetik nano-katalizörün kısmen  $\text{NaBH}_4$  hidrolizinde katkıda bulunmasıyla açıklanabilir. En iyi hidrojen üretim hacmine 50 mg  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ @Sitrik asit manyetik nano-katalizör miktarıyla ulaşılmış ve üretilen hidrojen miktarı 255 mL olarak ölçülmüştür.

$\text{Fe}_3\text{O}_4$ @Sitrik asit manyetik nano-katalizörün hidrojen üretiminde tekrar kullanılabilirlik çalışmasında, üç yeniden kullanım döngüsünden sonra katalize edilen  $\text{NaBH}_4$ 'ten elde edilen hidrojen üretim hacminin yüzde sonuçları Görsel 4D'de gösterilmiştir. Katalizörün ilk döngüde neredeyse %100 yakın hidrojen üretim hacmi gösterdiği belirlendi. Ancak, katalizörün tekrar kullanımına bağlı olarak hidrojen hacminde beklenen bir şekilde azaldığı ve üçüncü reaksiyon döngüsünden sonra bile hidrojen üretim performansı başlangıç değerine göre %19 azaldığı belirlendi (Görsel 4D).



$Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizörün hidrojen üretiminde kullanılmasıyla elde edilen sonuçlar Çizelge 1 ile karşılaştırıldığında, bu manyetik nano-katalizörle üretilen hidrojen hacmi literatürdeki diğer katalizörlerden daha yüksek bir değerde olduğu belirlendi. Ancak,  $Co/Fe_3O_4@C$  katalizöründen daha düşük bir hidrojen hacmi verdiği belirlendi. Bunun nedeni literatürdeki  $Co/Fe_3O_4@C$  yapısına bağlı olan aktif karbon ve yapıya bağlanan Co metalinin sitrik asitten daha fazla katalitik etki gösterdiği söylenebilir. Bu nedenle  $Fe_3O_4$  yapısı ya  $SiO_2$  ya da akif karbonla kaplanarak daha sonra sitrik asit yapıya bağlanırsa elde edilecek katalizör daha fazla hidrojen üretimine sebep olacağını gösterir.

**Çizelge 1.  $Fe_3O_4$ -destekli Katalizörlerin  $NaBH_4$  Hidroliziyle Hidrojen Üretimlerinin Karşılaştırılması**

Katalizör	Sıcaklık (°C)	Üretilen Hidrojen Hacmi (mL)	Kaynaklar
$Co/Fe_3O_4@C$	25	750	(B. Chen et al., 2018)
$\alpha-Fe_2O_3@N-C$ NSs	25	637	(Nabid et al., 2019)
$Fe_3O_4@SiO_2-Pt$	25	42	
$Fe_3O_4@SiO_2-Pt/Ni$	25	44	(Ro et al., 2019)
$Fe_3O_4@SiO_2-Pt@TiO_2$	25	43	
$Fe_3O_4$	25	112	(Umaz, 2023)
$Fe_3O_4@SA$	25	314	(Umaz, 2024)
$Fe_3O_4@$ Sitrik asit	25	490	Bu çalışmada

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada,  $Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizörü birlikte çökme yöntemi kullanılarak başarılı bir şekilde sentezlenmiştir. Manyetik nano-katalizör FTIR ve VSM kullanılarak karakterize edilmiştir. FTIR analizinde Fe-O, C-O, O-H ve  $CH_2$  bağlarının titreşimlerine ait dalga boyları elde edildi. VSM analizinde manyetik nano-katalizörün manyetik özellikleri kullanılmış, belirlenen mıknatıslanma değeri sırasıyla 47.19 emu/g olarak bulunmuştur. Manyetik nano-katalizör için 100 mg  $NaBH_4$ , 50 mg katalizör ve 20 ml saf su kullanılmamasıyla en yüksek hidrojen hacmi elde edilmiştir. Elde edilen maksimum hidrojen hacmi 490 mL olarak bulunmuştur. Bu değer literatürde bildirilen değerlerle karşılaştırıldığında bu manyetik nano-katalizörün  $NaBH_4$  hidroliz ile hidrojen üretiminde umut verici bir katalizör olduğu anlaşıldı.  $Fe_3O_4@$ Sitrik asit manyetik nano-katalizörünün yeniden kullanılabilirlik çalışması, üçüncü döngüden sonra sürdürülebilir bir katalitik aktivitesi ile başlangıçtaki hidrojen üretim hacminin yaklaşık %81'sini hala koruduğunu ortaya çıkardı. Böylece,  $NaBH_4$  hidroliziyle hidrojen üretiminde  $Fe_3O_4$  destekli manyetik nano-katalizörlerinin sentezi, hidrojeni üretimi için basit ve ekonomik bir proses sunar.

#### TEŞEKKÜR

Araştırmanın yürütülmesi için Mardin Artuklu Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeler Fonu'nun verdiği destekten dolayı teşekkür ederiz. (Proje No: MAÜ.BAP.23.SHMYO.003).

## KAYNAKÇA

- Bitter, J. H. (2023). Dark material with a bright future: Carbon as support in future heterogeneous catalysis – A short personal perspective. *Catalysis Today*, 423(January), 114015. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2023.01.022>
- Chen, B., Chen, S., Bandal, H. A., Appiah-Ntiamoah, R., Jadhav, A. R., & Kim, H. (2018). Cobalt nanoparticles supported on magnetic core-shell structured carbon as a highly efficient catalyst for hydrogen generation from NaBH<sub>4</sub> hydrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(19), 9296–9306. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.03.193>
- Chen, B. W. J., Xu, L., & Mavrikakis, M. (2021). Computational Methods in Heterogeneous Catalysis. *Chemical Reviews*, 121(2), 1007–1048.
- Chen, M. N., Mo, L. P., Cui, Z. S., & Zhang, Z. H. (2019). Magnetic nanocatalysts: Synthesis and application in multicomponent reactions. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 15, 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.08.009>
- Dheyab, M. A., Aziz, A. A., Jameel, M. S., Noqta, O. A., Khaniabadi, P. M., & Mehrdel, B. (2020). Simple rapid stabilization method through citric acid modification for magnetite nanoparticles. *Scientific Reports*, 10(1), 1–8.
- Fechete, I., Wang, Y., & Védrine, J. C. (2012). The past, present and future of heterogeneous catalysis. *Catalysis Today*, 189(1), 2–27. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2012.04.003>
- Khan, S., Shah, Z. H., Riaz, S., Ahmad, N., Islam, S., Raza, M. A., & Naseem, S. (2020). Antimicrobial activity of citric acid functionalized iron oxide nanoparticles – Superparamagnetic effect. *Ceramics International*, 46(8), 10942–10951. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.01.109>
- Lin, J. F., Tsai, C. C., & Lee, M. Z. (2014). Linear birefringence and dichroism in citric acid coated Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> magnetic nanoparticles. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 372, 147–158. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2014.07.064>
- Liu, M., Yao, Z., Gu, J., Li, C., Huang, X., Zhang, L., Huang, Z., & Fan, M. (2023). Issues and opportunities facing hydrolytic hydrogen production materials. *Chemical Engineering Journal*, 461(January), 141918. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.141918>
- Maleki, A., Ghalavand, R., & Firouzi Haji, R. (2018). Synthesis and characterization of the novel diamine-functionalized Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@SiO<sub>2</sub> nanocatalyst and its application for one-pot three-component synthesis of chromenes. *Applied Organometallic Chemistry*, 32(1), 1–8. <https://doi.org/10.1002/aoc.3916>
- Maleki, A., & Kamalzare, M. (2014). Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@cellulose composite nanocatalyst: Preparation, characterization and application in the synthesis of benzodiazepines. *Catalysis Communications*, 53, 67–71. <https://doi.org/10.1016/j.catcom.2014.05.004>

- Nabid, M. R., Bide, Y., & Kamali, B. (2019). Hydrogen release from sodium borohydride by Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>@nitrogen-doped carbon core-shell nanosheets as reasonable heterogeneous catalyst. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(47), 25662–25670. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.08.038>
- Patel, N., & Miotello, A. (2015). Progress in Co-B related catalyst for hydrogen production by hydrolysis of boron-hydrides: A review and the perspectives to substitute noble metals. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(3), 1429–1464. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.11.052>
- Polshettiwar, V., & Varma, R. S. (2010). Green chemistry by nano-catalysis. *Green Chemistry*, 12(5), 743–775. <https://doi.org/10.1039/b921171c>
- Ro, G., Hwang, D. K., & Kim, Y. (2019). Hydrogen generation using Pt/Ni bimetallic nanoparticles supported on Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@SiO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub> multi-shell microspheres. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 79, 364–369. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2019.07.011>
- Umaz, A. (2023). *Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> ve Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanokatalizörlerin NaBH<sub>4</sub> Hidroliziyle Hidrojen Üretimlerinin Karşılaştırılması*, 6th International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (EurasianBioChem 2023), 531–538, Ankara, 2023(October),
- Umaz, A. (2024). Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@SA MNCs synthesis, characterization, and first-time use in hydrogen production by NaBH<sub>4</sub> hydrolysis. *Journal of the Turkish Chemical Society, Section A: Chemistry*, 11(1), 205–216.
- Zaera, F. (2022). Designing sites in heterogeneous catalysis: are we reaching selectivities competitive with those of homogeneous catalysts?. *Chemical Reviews*, 122(9), 8594–8757.
- Zhu, S., Wu, G., Liu, Z., Zhao, S., Cao, D., Li, C., & Liu, G. (2023). Nanoflower-like CdS and SnS<sub>2</sub> loaded TiO<sub>2</sub> nanotube arrays for photocatalytic wastewater treatment and hydrogen production. *Ceramics International*, 49(4), 5893–5904. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.10.123>

## ANEMİ TÜRÜNÜN BELİRLENMESİNDE ONTOLOJİ TABANLI YAKLAŞIM

Araştırma Görevlisi, Ceyda ÜNAL <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yönetim Bilişim Sistemleri  
Bölümü, ceyda.unal@deu.edu.tr - 0000-0002-5503-8124

### ÖZET

Son yıllarda, internetin geleceği olarak da nitelendirilen Web 3.0 teknolojilerinden sağlık alanında farklı amaçlarla yararlanılmaktadır. Özellikle “Anlamsal Web” teknolojileri klinik verilerden önemli çıkarımlar yapılmasını sağlamaktadır. Bu noktada hekimlerin uzmanlık bilgisine ek olarak geliştirilen ontoloji tabanlı sistemler sağlık alanında yeni bir teknolojik yapılanma yaratmaktadır. Yaşam sıvısı olan kan, içerdiği maddeler sebebiyle hekimlere ve diğer sağlık çalışanlarına farklı düzeylerde bilgi sağlamaktadır. Özellikle hastalıkların erken tanı ve teşhisinde kan testleri kritik rol oynamaktadır. Kan testleri farklı hastalıkların veya bulguların habercisi olabileceği gibi bunlardan en sık rastlanana anemi ve türleri olmaktadır. Bu değerlerden özellikle hemogloblin (HbA1c) değeri büyük önem taşımaktadır. Hemogloblin, kırmızı kan hücrelerinde bulunan, oksijenin taşınmasından sorumlu moleküldür. Vücutta çok az sayıda ya da anormal yapıda kırmızı kan hücresi varsa, ayrıca hemogloblinlerin yapısı anormal veya miktarı düşükse anemi belirtileri ortaya çıkmaktadır. Çalışmanın amacı, anemi tanısı için ağırlıklı olarak göz önünde bulundurulan değerlerden yola çıkarak hastanın anemi tanı sürecine ve anemi türünün sınıflandırılmasına yardımcı olacak ontolojiyi tasarlamak, bir başka ifadeyle amaca yönelik klinik karar destek sistemlerinin temelini oluşturacak ontolojiyi kullanan bir çerçeve ortaya koymaktır. Bu amaçla, geliştirilen uygulama iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, hastaların tam kan sayımındaki belli başlı değerlerden yola çıkarak hastanın sahip olduğu anemi türünün belirlenmesini amaçlayan bir kan testi ontolojisi Protege yazılımı kullanılarak ortaya konulmuştur. Bu noktada teşhis sürecinin sisteme dahil edilebilmesi için uzman hekimlerden görüş alınmıştır. Geliştirilen ontolojinin her aşamasında tanımlama, kavramsallaştırma, yapılandırma, uygulama ve bakım adımlarından oluşan ontoloji geliştirme yaşam döngüsünden yararlanılmıştır. İkinci aşamada kullanıcının değerleri gireceği bir form oluşturularak, Python yazılım dili içerisindeki owlready2 kütüphanesi ile ontolojinin haberleşmesi sağlanmıştır. Böylelikle girilen veriler owlready2 sayesinde çıkarıma tabi tutulmuş ve bunun sonucunda gelen değerlerin bir form üzerinden görüntülenmesi sağlanmıştır. Geliştirilen uygulamanın hem hekim hem de hasta tarafında klinik karar destek sistemlerine katkıda bulunması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Anlamsal Web, Web 3.0, anemi, klinik karar destek sistemleri

## 1. GİRİŞ

Anlamsal Web (Semantik Web), bilgiyi hem insanlar hem de bilgisayarlar için daha anlamlı bir şekilde temsil ettiği için mevcut Web'in bir uzantısı olarak kabul edilmektedir. Anlamsal Web; içeriklerin ve hizmetlerin makine tarafından okunabilir biçimde tanımlanmasını sağlamak ve bunun yanında açıklama ekleme, keşfetme, yayınlama, reklam verme ve hizmet oluşturma işlemlerinin otomatikleştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, Anlamsal Web'in bel kemiği olarak kabul edilen "Ontoloji" temel alınarak geliştirilmiştir. Başka bir ifadeyle, mevcut Web makine tarafından okunabilir olmaktan makine tarafından anlaşılabilir olmaya dönüştürülmüştür. Aslında ontoloji, anlamsallığı açıklamak ve Anlamsal Web'deki kaynaklar için ortak, anlaşılır bir temel sağlamak için anahtar bir tekniktir [1]. Genel olarak ontolojinin amacı, ilgili alanlardaki bilgiyi elde etmek, tanımlamak, ifade etmek, alan bilgisinin (domain knowledge) ortak anlayışını standartlaştırmak, terminoloji bilgisinin alanda yaygın olarak tanınmasını sağlamak ve tanımlar-kavramlar-nesnelere arasındaki ilişkiyi açıkça ortaya koymaktır. Ontolojiler aynı zamanda, bilgiler arasındaki ilişkiyi ifade etmekte ve bir tür akıllı muhakeme mekanizması sağlamaktadır [2]. Biyomedikal alan, tıbbi gerçeklerin temsillerini de içerisinde barındırdığından dolayı oldukça karmaşık görevleri içermektedir. Tıbbi alanın bu karmaşıklığı, ontolojiler tarafından sunulan temsiller sayesinde azaltılabilmektedir.

Anemi, vücuttaki kırmızı kan hücrelerinin sayısının, hemoglobin miktarının ya da fonksiyonunun normalden düşük olması durumunu ifade eden bir hematolojik bozukluktur [3]. Bu geniş kapsamlı terim, demir eksikliği, B12 eksikliği, folik asit eksikliği ve genetik anemiler gibi çeşitli alt türleri içermektedir [4].

Semantik web teknolojileri, anemi teşhisinin doğruluğunu artırmak için klinik karar destek sistemlerinde kullanılabilme potansiyeli taşımaktadır. Hasta geçmişi, laboratuvar sonuçları ve araştırma literatürü gibi yapılandırılmış veya yapılandırılmamış verileri entegre ederek, bu sistemler anemi nedenleri ve tedavi seçenekleri hakkında daha kapsamlı bilgiler sağlayabilmektedir. Anemi araştırmaları bağlamında ele alındığında ise, çeşitli alt tipleri ve oluşumunu etkileyen faktörler de dahil olmak üzere anemi ile ilgili varlıkları resmi olarak temsil etmek için ontolojiler oluşturulabilmektedir. Son yıllarda, semantik web ontolojileri, standartlaştırılmış açıklama, paylaşım ve işbirliğine olanak sağlayarak anemi alanında daha verimli ve hızlandırılmış bir araştırma sürecine katkıda bulunabilmektedir. Dolayısıyla araştırmacılar mevcut uzmanlık bilgisine ek olarak ontoloji tabanlı sistemleri geliştirebilmekte ve anemi teşhisini kolektif olarak iyileştirebilmektedir [5].

Çalışmanın amacı, anemi tanısı için ağırlıklı olarak göz önünde bulundurulmuş değerlerden yola çıkarak hastanın anemi tanı sürecini ontoloji aracılığıyla tasarlamaktır. Bu amaçla, hemogramda (tam kan sayımı) yer alan HB (hemoglobin), HCT(hematokrit) ve MCV (mean corpuscular volume- ortalama hücre hacmi) değerlerinden yararlanılmıştır. Bu değerlerden yola çıkarak kural tabanı ve sınıf hiyerarşileri oluşturulmuştur. Bunun için ontoloji geliştirme yaşam döngüsünün adımları takip edilmiştir. Önerilen uygulama çerçevesinin klinik karar destek sistemlerine entegre edilebilme potansiyeli taşıdığı düşünülmektedir.

## 2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR (UYGULAMALAR)

[6], tıp alanındaki karar destek sistemlerinin klinisyenler tarafından kolayca değiştirilebilmesi amacıyla bir bilgi tabanının oluşturulmasını, korunmasını, diğer kurumlar tarafından paylaşılmasını ve yeniden kullanılmasını kolaylaştırmak için bir bilgi edinimi (knowledge acquisition) aracı tasarlamışlardır. Bu bilgi edinme aracının kan transfüzyonunda bir karar destek sisteminin kurulma aşamasına entegre edilmesi amaçlanmaktadır. Bilgi tabanlarını oluşturmak için Birleşik Tıp Dili Sistemi (Unified Medical Language System) kullanılmıştır. Protégé yazılımına göre daha az genel olan yaklaşımın, tıp bilişimi konusunda belirli bir eğitimi olmayan tıbbi uzmanlar için tasarlandığı vurgulanmıştır. Bu yaklaşımın önceden oluşturulan UMLS tabanlı alana özgü sözlüğe eşlenen kural tabanlı şablonları yapılandırılmalarını sağladığının altı çizilmiş ve Arden sözdiziminde yazılan tıbbi mantık modülleri (Medical Logic Modules) bu bilgi tabanının yeniden kullanılmasını ve paylaşılmasını kolaylaştırmak için üretilmiştir.

[7], çalışmalarında, insan kanının uygulama ve tıbbi araştırmalardaki önemine rağmen, hematoloji ve transfüzyon verilerinin farklı veritabanlarında tutulduklarını vurgulamış ve bu sistematik çerçeve eksikliğinin hekimler ve biyomedikal araştırmaları için önemli sorunlara neden olduğunun altını çizmişlerdir. Çalışma kapsamında, kanla ilgili verileri organize etmek üzere bir “Kan Ontolojisi” tasarlanmıştır. Geliştirilen ve hali hazırda geliştirme sürecinde olan ontolojinin, kan verilerine erişim, bu verilerin kullanımı ve analizini kolaylaştıracağı düşünülmektedir.

[8], dağıtık klinik verinin sağlık alanında uygun izinler dahilinde paylaşılabilmesi ve yeniden kullanıma açılabilmesi için kan testinden yola çıkarak ontolojik bir yapı önermişlerdir. Özellikle hastalığın teşhis aşamasında tekrar tekrar istenen kan testlerinin hem zaman hem de maliyet açısından dezavantajları vurgulanmış ve bu problemi çözebilmek amacıyla, kan ile ilgili sağlık alanında yapılan tüm tıbbi testleri anlamsal olarak modellemek, kan ve kan testlerine ilişkin bilgileri ve bunlar arasındaki ilişkileri tanımlamak üzere kan testi ontolojisi geliştirilmiştir. Aynı zamanda, geliştirilen bu yapının hastaların kişiselleştirilmiş kan test sonuçlarının sorgulanmasını, paylaşılmasını ve yeniden kullanılmasını sağlayacak olan bir sağlık bilgi sisteminin bilgi tabanı olarak tasarlanması amaçlanmaktadır.

[9], ontoloji yaklaşımlarının çoğunlukla iyi bilinip kurulduğunun, ancak adımlarının genellikle iyi açıklanmadığı için yalnızca bilgi mühendisleri, genel olarak bilgisayar bilimlerinde uzmanlaşmış kişilerin, ontolojilerin geliştirilmesinde gerekli olan tüm adımları uygulayabilmeleri sorununu çözmek amacıyla, “OntoForInfoScience” adında bir metodoloji geliştirmişlerdir. Bu yaklaşımın amacı, teknik jargon kullanımından ve ontoloji geliştirmede mantıksal-felsefi ilkelerin uygulanmasından kaynaklanan sorunların üstesinden gelmektir. Bu sebeple, insan kanı alanındaki ontolojiler incelenmiş ve Hemonto adında bir alan ontolojisi geliştirilmiştir. Bu kapsamda, Hemonto'da ontolojik gelişim sürecinin nasıl gerçekleştiği açıklanmıştır.

[10], kan transfüzyon sürecine hizmet etmek için FOAF (Friend-of-a-Friend) ontolojisinin bir uzantısı olan kan ontolojisini geliştirmişlerdir. Bu kapsamda tüm dünyada farklı sağlık kuruluşlarının olası kan transfüzyon kuralları ortaya konulmuş ve kan transfüzyon



kuralları vurgulanmıştır. Bu kurallar, bir ontoloji yapısına gömülerek; kan, FOAF ve ilişki ontolojilerini içerecek şekilde yapı oluşturulmuştur. Bu ontoloji yapısı sadece hasta ve donör bilgileri için depolama yapmakla kalmayıp, aynı zamanda olası bağışçıları belirlemek ve tedavide hekimlere yardımcı olmak için bilgi çıkarımı amacıyla kullanılabilir.

### 3. UYGULAMA

Uygulama kapsamında “Ontoloji Geliştirme Yaşam Döngüsü” adımları izlenmiştir. İlk olarak Fernández-López (1997) tarafından ortaya çıkarılan ve Brusa vd. (2008) tarafından geliştirilen “Methontology” nin tanımlama, kavramsallaştırma, yapısallaştırma, gerçekleştirme ve bakım adımları tek tek takip edilmiştir [11, 12]. “Methontology” yi diğer metodolojilerden ayıran en önemli konulardan biri ontoloji geliştirme aşamalarında yer alan ontolojinin yeniden kullanılmasıdır. Bu nedenle methontology, ontoloji geliştirmek için nesne yönelimli programlama kullanmaktadır [13]. Görsel 1’de ontoloji geliştirme yaşam döngüsü görülmektedir [14].



Görsel 1. Ontoloji Geliştirme Yaşam Döngüsü [14]

**Tanımlama** aşaması, ontoloji geliştirme için alanla ilgili bazı tanımlamaları içermektedir. Bu aşamada, geliştirilen ontolojinin alanı, kapsamı ve amaçları belirlenmiştir. Ayrıca ontolojinin alanla ilgili hangi bilgileri içerdiğini gösteren taksonomi yapısı da kullanılmıştır. Çalışma kapsamında bu adımda Hematoloji alanına karar verilmiş, girilen değerlere göre kişinin anemi olup olmadığı; eğer anemiyse hangi anemi türüne sahip olduğu ve bunların nedenleri gibi tanımlamalar yapılmıştır. Bu bağlamda, uzman görüşlerine başvurulmuştur. Bir kişinin anemi olup olmadığını belirleyen en önemli kriterlerin hemogramda (tam kan sayımı) yer alan **HB (hemoglobin)**, **HCT(hematokrit)** ve **MCV (mean corpuscular volume- ortalama hücre hacmi)** değerlerinin olduğu bilgisi alınmıştır. Bunlardan öncelikle hastanın hemoglobin ve hematokrit değerlerine bakılıp, sonrasında ayırıcı tanı için mcv değerine başvurulmaktadır. Hemoglobin, vücuda oksijen taşıyan ve alyuvarlarda bulunan demirden zengin proteindir. Hematokrit alyuvarların kandaki hacimsel oranını belirten bir ölçüdür. Hemoglobinin veya hematokritin düşük olması anemi belirtisidir. Hemogramda alyuvarların ortalama korpüsküler hacmine (MCV) de bakılmaktadır. MCV, alyuvarların ortalama büyüklüğüdür (Ortalama Eritrosit Hacmi). Bu ölçüm aneminin sebebi hakkında bir ipucu vermektedir. Örneğin demir eksikliği anemisinde alyuvarlar genellikle normalden küçüktür [15]. Anemilerin sınıflamasında en faydalı olan parametre “mcv” parametresidir. Anemi ve MCV düşüklüğünde hipokrom ve mikrositer anemiler akla gelmektedir. Bunlardan da en sık olarak demir eksikliği, talasemiler, kronik hastalık anemileri görülmektedir. Anemi ve MCV yüksekliğinde megaloblastik anemiler (B12 ve folik asit eksikliği sonucu meydana gelen anemi) ve miyelodisplastik sendromlar düşünülmelidir [16].



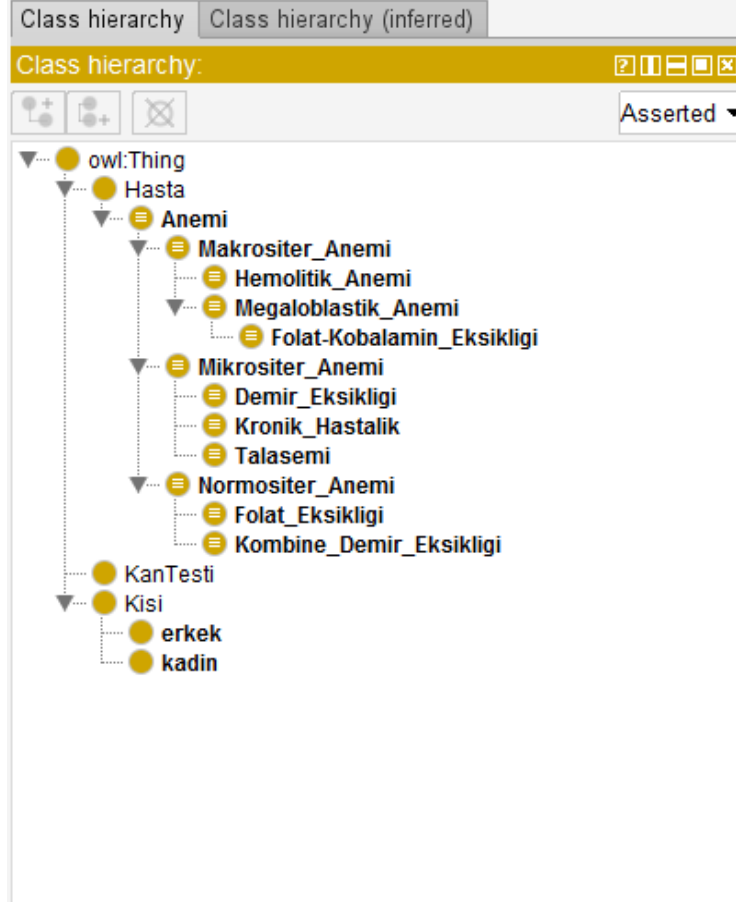
B12 ve folik asit eksikliği sonucu oluşan megaloblastik anemi, geliştirilen ontolojide “Folat-Kobalamin eksikliği” olarak ifade edilmiştir. Ontoloji kapsamında anemi türlerinden “Mikrositer Anemi”, “Normositer Anemi” ve “Makrositer Anemi” kavramlarına yer verilmiştir. Morfolojik bir sınıflandırma yapıldığında ise, hemoglobinin yapımı düştüğünde mikrositer, eritrosit yapımı düştüğünde ve yıkımı arttığında makrositer ve normositer anemi görülmektedir.

**Kavramsallaştırma** aşamasında sınıflar arasındaki ilişkiler, kurallar ve kısıtlamalar belirlenmiş ve Protege üzerinden sınıf hiyerarşisi oluşturulmuştur. Tablo 1 de kurallar ve bu kurallar neticesinde değerlerin dahil olduğu sınıflar belirtilmektedir. Bu kurallar sonrasında Protege’ya aktarılmıştır. Çizelge 1’de kurallar ve sınıflar görülmektedir.

**Çizelge 1. Kural ve Sınıflar [17].**

Kural	Sınıf
Erkek- Hb < 13 && Hct < 41 Kadın- Hb < 12 && Hct < 37	Anemi
Mcv < 70	Mikrositer Anemi (Demir Eksikliği, Kronik Hastalık, Talasemi[Akdeniz Anemisi])
80 < Mcv < 90	Normositer Anemi (Folat Eksikliği, Kombine Demir Eksikliği)
Mcv > 100	Makrositer Anemi (Hemolitik Anemi, Megaloblastik Anemi)

Görsel 2’de sınıf hiyerarşisi Protege üzerinden görülmektedir. Bu aşamada, sınıflar (classes) ve alt sınıflar (subclasses) tanımlanmış, her bir sınıf ve alt sınıflar için kurallar oluşturulmuştur. Alt sınıflar için belirlenmiş kurallar, kendi üst sınıfında belirlenmiş olan kurallarla aynı özellikleri taşımaktadır. Sınıflar için oluşturulan kurallar Görsel 3, Görsel 4 ve Görsel 5 te gözlemlenmektedir. Her bir anemi türü için Çizelge 1 de belirlenmiş kuralların Protege yazılımına aktarılmış hâli görülmektedir.



Görsel 2. Sınıf Hiyerarşisi Görünümü



Görsel 3. Makrositer Anemi Kuralı



Görsel 4. Mikrositer Anemi Kuralı

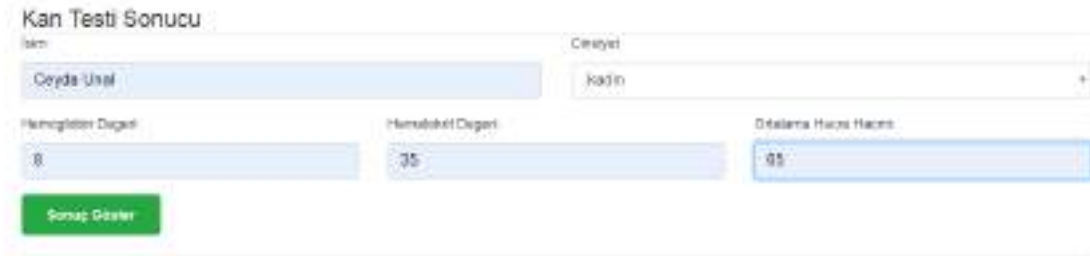


Görsel 5. Normositer Anemi Kuralı

Bu aşamada ayrıca sınıfların birbirleriyle ilişkisi ve property (data property-object property) ler belirlenmiştir. HB, HCT, MCV değerleri data property olarak belirlenirken, sınıflar ve alt sınıfların ilişkileri hastalığa **neden\_olur**, **sebebidir**, **sebep\_olur** şeklinde ele alınmıştır. Aynı zamanda sınıflar için individuallar oluşturulmuştur.



yapılmıştır. Burada gerekli kütüphaneler import edilmiş ve sonrasında oluşturulan formdaki değerlerin post edilip sonuçların ortaya çıkarıldığı yapı tasarlanmıştır. Burada form üzerinden girilen isim, cinsiyet, hemoglobin, hematokrit ve ortalama hücre hacmi değerleri alınıp bir World class tanımlanmıştır. World class owlready2 kütüphanesinin kendi içerisinde triple yapılarını sakladığı bir yapıdır. Tüm bu değerler alındıktan sonra **world.get\_ontology()** komutuyla ontolojinin yolu gösterilerek çağrılmış ve bunlar üzerinden Reasoner çalıştırılmıştır. Sonraki aşamada, rdflib in kendi içerisinde bir fonksiyon olan n3() ile uriref objesinin bağlantısının gelmesi sağlanmıştır. Özetle, SPARQL sorgusundan gelen sonuç bir obje olarak geldiğinden, n3() fonksiyonu o objenin içinden bağlantısını almayı sağlamaktadır. O kısımdan sonra bağlantıdan isim kısmı çıkarılıp sonuç kısmına verilmiştir. Görsel 8’de daha önce oluşturulan ve değerleri girilen “Ceyda” nesnesi için örnek ekran görülmektedir. Görsel 9’da ise çıkarım motoru çalıştırdıktan sonra ortaya konulan sonuç ekranına yer verilmektedir.



Görsel 8. Veri Giriş Ekranı



Sonuçlar
Anemi
Mikrositer_Anemi
Demir_Eksikligi
Kronik_Hastalik
Talasemi

Görsel 9. Mikrositer Anemi Çıkarım Sonucu

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Son yıllarda, tıp alanında ontoloji tabanlı çalışmaların arttığı görülmektedir. Özellikle bazı tıbbi terminolojilerin ontolojiler sayesinde paylaşılabilmesi ve yeniden kullanılması klinik anlamda kritik önem taşımaktadır. Çalışmada, kişisel tam kan sayımı sonuçlarını baz alan bir kan testi ontolojisi tasarlanmıştır. Ayrıca, kan testi ontolojisini içinde barındıran ve bu ontolojideki kurallardan yararlanan, kural tabanlı bir framework oluşturulmuştur. Kan testi ontolojisinin, hekimlere; ayırıcı tanı koymadan önce anemi tespiti yapmasına olanak sağlaması beklenmektedir. Buna ek olarak aynı değerlerin farklı hastalıkların habercisi olabilmesi ihtimali göz önünde bulundurulduğunda, tekrar tekrar yapılan testlerin zaman ve maliyet kayıplarının önüne geçilebilecektir. Bu anlamda, çalışma Eysenbach(2008) ın “Apomediation Theory” bir diğer ifadeyle aracısızlaştırma teorisi bağlamında da Tıp 2.0 kavramını desteklemektedir [18]. Aracısızlaştırma teorisi, belirli otoriteleri kısmen de olsa ortadan kaldırarak, hastaların bazı uygulamalarla rehberlik alabildiği bir yapıyı öne sürmektedir. Bu bağlamda hastalar, kendi değerlerini sorgulayabileceklerdir. Gelecek çalışmalarda, kan ontolojisi; sadece anemi değil farklı kan hastalıklarını da içeren geniş bir ontoloji tasarımına gidilebileceği gibi, geliştirilen ontolojinin mevcut tıbbi ontolojilere entegre edilerek daha geniş kapsamda araştırmaların zeminini oluşturması sağlanabilir. Ayrıca, hali hazırda kullanılan bazı sağlık bilgi sistemlerinin bilgi tabanını oluşturması amacıyla da farklı geliştirmeler yapılabilir.

#### 5. TEŞEKKÜR

Çalışmanın en kritik aşamasını oluşturan kural tabanının oluşturulmasında uzmanlığından yararlandığım ve geribildirimleriyle çalışmayı zenginleştiren Uzm.Dr. Burcu Sarı'ya teşekkürlerimi sunarım.

## KAYNAKÇA

- [1] Taye, M.M., Understanding Semantic Web and Ontologies: Theory and Applications, Journal of Computing, Haziran, 2, 6, 2010.
- [2] Abebe, M. ve Alemneh, E., *Ontology Development for Anemic Pregnant Women*, 5th International Conference on the Advancement of Science and Technology, 1-10, Bahir Dar, 2018.
- [3] McLean, E., Cogswell, M., Egli, I., Wojdyla, D. ve Benoist, B. Worldwide prevalence of anaemia, WHO vitamin and mineral nutrition information system, 1993–2005, Public Health Nutrition, Nisan, 12,4, 2009.
- [4] WHO. "Iron deficiency anaemia: assessment, prevention, and control." World Health Organization, 2001.
- [5] Smith, B., Ashburner, M., Rosse, C., Bard, J., Bug, W., Ceusters, W., ... ve Zhang, S. The OBO Foundry: coordinated evolution of ontologies to support biomedical data integration, Nature Biotechnology, Kasım, 25,11, 2007.
- [6] Achour, S. L., Dojat, M., Rieux, C., Bierling, P. ve Lepage, E. A UMLS-based knowledge acquisition tool for rule-based clinical decision support system development. Journal of the American Medical Informatics Association, Temmuz, 8, 4, 2001.
- [7] Almeida, M.B., Freitas, A.B., Proietti, C.; Ai, C. ve Smith, B. *The Blood Ontology: An Ontology in the Domain of Hematology*, Proceedings of the International Conference on Biomedical Ontology (ICBO), 227-229, Buffalo: NY, 2011.
- [8] Sezer, E., Can, Ö., Bursa, O. ve Ünalır, M. O. Sağlık Bilgi Sistemlerinde Ontoloji Tabanlı Bir Yaklaşım: Kan Testi Ontolojisi Örneği. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Ekim, 22,5, 2016.
- [9] Mendonça, F. M ve Almeida, M. B. Ontoforinfoscience: A Detailed Methodology for Construction of Ontologies and its application in the Blood Domain. Brazilian Journal of Information Science: Research Trends, Ekim, 10,1, 2016.
- [10] Bursa, O., Sezer, E., Can, Ö ve Ünalır, M. O. Blood. Health. FOAF: Extending FOAF with Blood Ontology. IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 102-106, Torino, 2017.
- [11] Fernández-López, M., Gómez-Pérez, A., & Juristo, N. Methontology: from ontological art towards ontological engineering. 1997. 33-40.

- [12] Brusa, G., Laura Caliusco, M., ve Chiotti, O. Towards Ontological Engineering: A Process for Building Domain Ontology from Scratch in Public Administration. *Expert Systems*, Ekim, 25,5, 2008.
- [13] Aydın, C., *Semantic Geographical Information System Based Disaster Management System*, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2015.
- [14] Aydın, C ve Tecim, V. Afet Yönetimi için Coğrafi Tabanlı Deprem Ontolojisi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, Ocak, 8,1, 2015.
- [15] [http://www.kanhastalıkları.org.tr/icerik.php?id=127&alt\\_id=216&tab=126](http://www.kanhastalıkları.org.tr/icerik.php?id=127&alt_id=216&tab=126). (Erişim Tarihi: 21.12.2023)
- [16] [http://www.thd.org.tr/thdData/userfiles/file/kan\\_sayim.pdf](http://www.thd.org.tr/thdData/userfiles/file/kan_sayim.pdf). (Erişim Tarihi: 21.12.2023).
- [17] Rodgers, G. P., Young, N. S. (Eds.). (2013). *The Bethesda Handbook of Clinical Hematology*. Lippincott Williams & Wilkins.
- [18] Eysenbach, G. Medicine 2.0: Social Networking, Collaboration, Participation, Apomediation, and Openness. *Journal of Medical Internet Research*, 2008.



## ENFLAMATUVAR PROGRAMLANMIŞ HÜCRE ÖLÜMLERİ: PANOPTOZİS

M.Sc., Melisa BEYHAN YILMAZ<sup>1</sup>, Doç. Dr., Dilek MUZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, mlsa.byhn@gmail.com-0000-0002-0769-8742

<sup>2</sup> Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, dilekmuz@nku.edu.tr- 0000-0001-9358-8103

### Özet

Programlanmış hücre ölümü, organizmanın homeostazisinde hücrenin hayatta kalması ve ölümü arasındaki dengeyi koruyan bir önemli mekanizmadır. Aynı zamanda programlanmış hücre ölüm mekanizmaları patojene karşı konak savunma sisteminin oluşturduğu kritik öneme sahip enflamatuvar cevaplarını içerir. Patojen ile uyarılan bağışıklık sistem hücreleri, patojenik molekülleri tanır ve enflamatuvar molekülleri üretir. Enflamatuvar ve immünolojik mekanizma ile bağlantılı programlanmış ölüm yolları piroptoz, nekroptoz ve apoptozdur.

Piroptoz, mikrobiyal yangının neden olduğu ve bağışıklık sistemi tarafından enflamatuvar hücrelerin aktivasyonu interlökin-1 $\beta$  ve interlökin-18'in (proenflamatuvar sitokinler) salınımı ile devam eden bir hücre ölüm yoludur. Nekroptoz, dışsal apoptotik hücre ölüm yolunda görev alan ölüm reseptörleri ile ilişkilidir. Nekroptozun aktivasyonu takiben hücrede şişme ve hücre zarının bozulması görülür. Apoptoz, homeostazın korunmasında, çok hücreli canlıların hayatta kalabilmesinin önemli bir parçasıdır. İki tür yol ile karakterizedir. Bunlar; ölüm reseptörleri yolu ve mitokondriyal yoldur. Kaspaz proteinleri ile hücre büzülerek diğer hücrelerden ayrılır ve fagositoz ile yok edilir.

Bu üç hücre ölüm yolu birbirinden bağımsız yolaklar olarak tanımlanmış olsa da, araştırmalar birden fazla düzeyde birbirleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir ve bu da PANoptozis hücre ölüm yolu ile tanımlanır. PANoptozis, sitoplazmik multimerik protein kompleksi (iki veya daha fazla polipeptit zinciri içeren protein kompleksi) ile kontrol edilir. Bu hücre ölüm yolunun otoenflamatuvar hastalıklar, nörodejeratif hastalıklar, kanser, viral ve bakteriyel enfeksiyonlar ve metabolik hastalıklarda rol oynadığı gösterilmiştir. Yaptığımız bu çalışmada, PANoptoz hücre ölüm yolunun moleküler mekanizması diğer ölüm yolları ile etkileşimi ve hastalıklarda oynadığı roller tartışıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Piroptoz, Nekroptoz, Apoptoz, PANoptoz

### Abstract

Programmed cell death is an important mechanism that maintains the balance between cell survival and death in the homeostasis of the organism. At the same time, programmed cell death mechanisms include critically important inflammatory responses created by the host defense system against the pathogen. Immune system cells stimulated by the pathogen recognize pathogenic molecules and produce inflammatory molecules. Programmed death pathways

linked to the inflammatory and immunological mechanisms are pyroptosis, necroptosis and apoptosis.

Pyroptosis is a cell death pathway caused by microbial inflammation and followed by the activation of inflammatory cells by the immune system and the release of interleukin-1 $\beta$  and interleukin-18 (proinflammatory cytokines). Necroptosis is associated with death receptors involved in the extrinsic apoptotic cell death pathway. Following activation of necroptosis, cell swelling and cell membrane disruption occur. Apoptosis is an important part of the survival of multicellular organisms in maintaining homeostasis. It is characterized by two types of paths. These; the death receptors pathway and the mitochondrial pathway. The cell contracts with caspase proteins separates it from other cells, and is destroyed by phagocytosis.

Although these three cell death pathways have been described as independent pathways, research shows that they are interrelated at multiple levels, defined by the PANoptosis cell death pathway. PANoptosis is controlled by the cytoplasmic multimeric protein complex (protein complex containing two or more polypeptide chains). This cell death pathway has been shown to play a role in autoinflammatory diseases, neurodegenerative diseases, cancer, viral and bacterial infections, and metabolic diseases. In this study, the molecular mechanism of the PANoptosis cell death pathway, its interaction with other death pathways, and the roles it plays in diseases were discussed.

**Key Words:** Pyroptosis, Necroptosis, Apoptosis, PANoptosis

## 1.Giriş

Çok hücreli canlılardaki dengeli yaşam döngüsü, hücre bölünmesi ve hücre ölümünün kontrolü ile düzenlenir. Olağandışı durumlarda hücre bazı mekanizmalar ile intihara sürüklenir. Bu süreç programlanmış hücre ölümü olarak isimlendirilir. Programlanmış hücre ölümü, farklı morfolojik özellikler ve enerjiye bağlı biyokimyasal mekanizmalarla tanımlanır. Günümüzde programlanmış hücre ölümler dört farklı mekanizmayla açıklanmıştır. Bunlar; piroptosis, apoptozis, nekroptosis ve PANoptosis olarak adlandırılır [1] [2].

## 2.Apoptozis, Piroptosis ve Nekroptosis

Apoptozis, üç farklı yol ile gerçekleşir bu yollar dışsal apoptotik yol, içsel apoptotik yol ve granzim B bağımlı apoptotik yoldur [3]. Dışsal apoptotik yolda ölüm reseptörü yolu da denilmektedir. Bu reseptörler TNF (Tümör nekroz faktörü) gen ailesinde yer alır. Bu reseptörler Fas (CD95), TNFR-1 (TNF reseptörü-1), TRAIL-R1 (TNF ile ilişkili apoptozisi indükleyen ligand-reseptör-1) ve TRAIL-R2'den (TNF ile ilişkili apoptozisi indükleyen ligand-reseptör-2) oluşur. Bu reseptörlere gelen iletiler prokaspaz-8'e aktarılır ve kaspaz-8'e dönüşerek aktifleşir. Kaspaz-8 ise, efektör kaspazlar olarak adlandırılan kaspaz-3, kaspaz-6 ya da kaspaz-7'ye aktarılarak hücre ölümü gerçekleşir [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]. İçsel yolda ise, doğrudan ya da spesifik kinazlar ile bcl-2 gen ailesinin aktifleştirilmesini içerir. Bu gen ailesinden pro-apoptotik proteinlerin (Bad, Bax, Bid, BclXs, Bak, Bim, Puma ve Noxa) aktivasyonunu içerir. Anti-apoptotik proteinler ise bu yolun inaktivasyonunu sağlar. Ayrıca mitokondri bu yolun birincil organelidir. Mitokondri yüzeyine konuşlanan pro-apoptotik proteinlerin uyarılması ile mitokondri zarının geçirgenliği artar ve mitokondri iç zarında bulunan sitokrom C sitoplazmaya salınır. Sitokrom C'nin sitoplazmaya salınması apaf-1

(apoptotik proteaz aktive eden faktör-1) ile etkileşime girer ve apoptozom yapısı oluşur bu yapı üzerine kaspaz-9'u bağlar. Kaspaz-9 da efektör kaspazlar olan kaspaz-3, kaspaz-6 ya da kaspaz-7'yi aktive ederek hücre ölümünü gerçekleştirir [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]. Üçüncü apoptotik yol ise granzim B temelli yoldur. Granzim B sitotoksik T hücresi tarafından patojenler ile karşılaşıldığında ya da tümürlü hücrenin yok edilmesi için salınır. Apoptoza uğrayacak hücre ile T lenfosit arasında etkileşim olur ve T lenfositlerden perforinler salınır. Perforinler hedef hücre yüzeyinde porların meydana gelmesini sağlar ve daha sonra granzim B enzimi salınır. Granzim B enzimi bu porlardan geçerek hedef hücre sitoplazmasına ulaşır ve sitoplazmada kalsiyum miktarının artmasına neden olur. Bu da efektör kaspazların aktivasyonuna yol açar [11] [12] [13].

Piroptozis ölüm yolunda, hücre içi patojenlerin neden olduğu enfeksiyon sonrası ortaya çıkar. Bu nedenle doğuştan gelen bağışıklık aktivasyonu ile ilişkilidir. Piroptozun aktivasyonu için kaspaz-1'in fonksiyonu gerekir. Kaspaz-1 piroptozomun oluşması ile aktive olur ve aktivasyonu sonrasında IL-1 $\beta$  (interlökin-1 $\beta$ ) salınımı gerçekleşir. Kaspaz aktivasyonu GSDMD'nin (gasdermin D) aktive olmasına neden olur. Aktive olmuş GSDMD plazma zarına yerleşir ve kaspaz-8'in aktivasyonuna neden olur. Kaspaz-8'in aktivasyonu efektör kaspazların aktivasyonunu ve sonunda da hücre ölümünü tetikler. Piroptozis kanonik yol ve kanonik olmayan yol olmak üzere iki mekanizmaya sahiptir. Kanonik piroptozis, GSDMD'nin bölünerek aktive olması ile karakterizedir. GSDMD'nin aktivasyonu hedef hücrede IL-1 $\beta$  ve IL-18'in salınımı gerçekleşir. PRR (örüntü tanıma reseptörleri) aktivasyonu gerçekleşir. Bu aktivasyon tip-1 interferon salınımına aracılık eder ve proinflamatuvar sitokinler salınır. PRR'ler, pro-kaspaz-1'i ve ölüm alanı ASC'nin etkileşimine neden olur. Bu da hücrenin ölümü ile sonuçlanır. Kanonik olmayan yolda kaspaz-4, kaspaz-5 ve kaspaz-11 LPS'lere (hücre içi lipopolisakkarit) bağlanarak etkinleştirilir. Bu kaspazlar GSDMD'yi yıkımlayarak aktifleştirir. Bu da plazma zarında porlara neden olur [14] [15] [16] [17] [18].

Nekroptozis ölüm yolunda, anahtar molekül RIPK1 (reseptör etkileşimli protein kinaz-1), RIPK3 (reseptör etkileşimli protein kinaz-3) ve MLKL'dir (karışık soy kinaz alanı benzeri protein). Bunlar ile birlikte RIPK1'in inhibisyonunu sağlayarak nekroptozu aracılık eden nec-1 de (nekrostatin-1) anahtar moleküllerdendir. Nekroptoz yolunu TNFR, PRR, TCR'ler (T hücre reseptörü) aktive edebilir. TNF, TNFR-1'e bağlanır. Bu etkileşim RIPK1'in TRADD (TNFR ile ilişkili ölüm alanı), cIAP1 (apoptoz proteini-1'in hücrel inhibitorü) proteinlerin hedef hücrede toplanmasına neden olur ve kaspaz-8 aktivasyonunu sağlar. Kaspaz-8'in aktivasyonu piroptozomun aktive olmasına neden olur. Bu da hedef hücrenin ölümüne yol açar [19] [20] [21].

### 3.PANoptozis

PANoptoz ise, doğuştan gelen bağışıklık tepkilerine ve inflamasyona bağlı ölüm yoludur. Bu ölüm yolu piroptoz, apoptoz ya da nekroptoz ile ayrı ayrı açıklanamaz. Bu ölüm yolu PANoptozomlar tarafından düzenlenir [22]. Bu derlemede PANoptozun moleküler mekanizması ile hastalıklardaki rolleri tartışıldı.

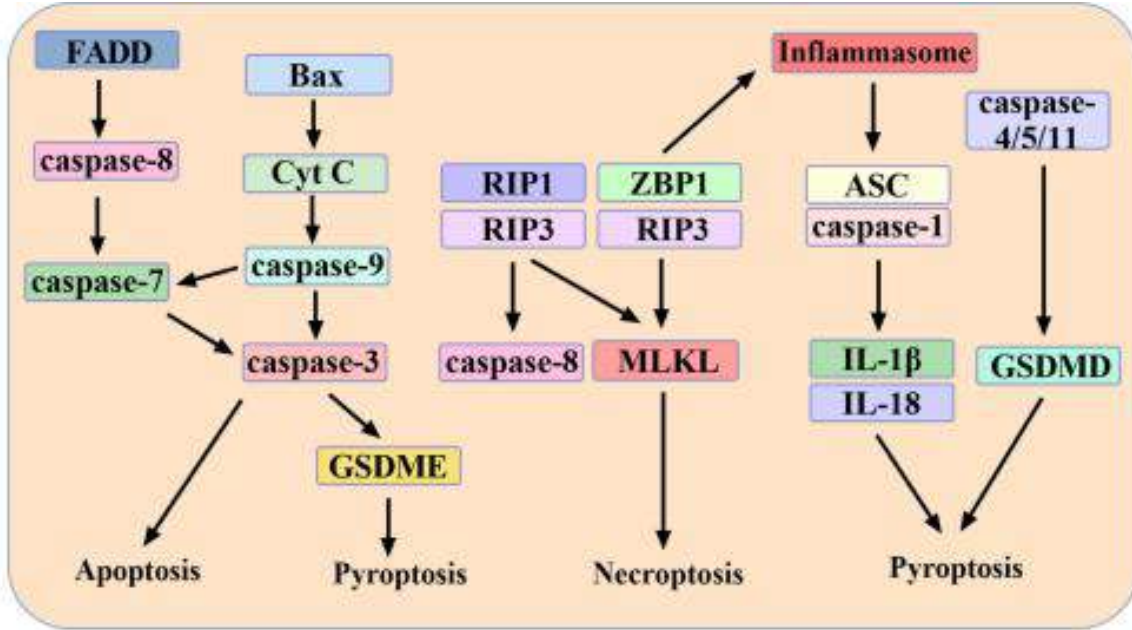
#### 3.1. Piroptoz, Apoptoz ve Nekroptoz Arasındaki Etkileşim

Programlanmış hücre ölümlerinde en iyi tanımlanan ölüm türleri apoptoz, nekroptoz ve piroptozdur. Bu üç ölüm yolunda başlatıcı kaspaz olan kaspaz-8'in rolü büyüktür [23]. Yine

kaspaz proteinlerinden kaspaz-3'ün kaspaz8 ile birlikte piroptozda rol oynadığı yapılan çalışmalarda kanıtlandı. Aynı zamanda GSDMD piroptoz, apoptoz ve nekroptoz ölüm yollarında kritik bir öneme sahiptir. GSDMD'nin eksikliği hücrelerde efektör kaspazlardan kaspaz-3 ve kaspaz-7'nin aktivasyonunu sağlar [24] [25] [26].

RIP3 (reseptörlerle etkileşime giren protin kinaz-3) proteini apoptoz ve nekroptoz için anahtar moleküldür. RIP3 ekspresyon seviyesine bağlı olarak hücreler apoptoz ya da nekroptozu gider. RIP3, NLRP3 (NACHT-, LRR- ve pirin alanı içeren 3) ile kaspaz-1 etkileşime neden olur ve IL-1 $\beta$  salınımına neden olur. IL-1 $\beta$  salınımı da apoptoz, nekroptoz ve piroptoz dengesini sağlar [27] [28] [29].

MLKL (karışık soy kinaz alanı benzeri protein, NLRP3'ün aktivasyonunu sağlar bu da hücrede nekroptozu ve piroptozu indükler (Görsel 1) [30].



Görsel 1: Piroptoz, apoptoz ve nekroptoz arasındaki etkileşim [31].

### 3.2.PANoptozun Mekanizması

PANoptoz kavramı ilk olarak 2019 yılında bilim insanı Malireddi ve arkadaşları tarafından yeni bir programlanmış hücre ölümü olarak ortaya atıldı [32]. PANoptoz (P:piroptoz, A:apoptoz, N:nekroptoz), programlanmış hücre ölüm yollarından piroptoz, apoptoz ve nekroptoz'un etkileşimiyle oluşan hücre ölüm yoluna verilen isimdir [33]. PANoptozun oluşumu için patojenleri ve stres faktörlerini tanıyan ve bu tanıma sonucu proinflamatuvar sitokinlerden interlökin-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ) ile interlökin-18'in (IL-18) aktivasyonunu sağlayan hücre içi protein kompleksi ve piroptozisi tetikleyen inflamazom, sitokrom C (redoks reaksiyonlarını katalize eden büyük enzimatik kompleksin alt birimlerinden biri), apaf-1 (apoptotik proteaz aktive edici faktör-1) ve kaspaz-9'dan (hücre ölümü başlatıcı protein) oluşan apoptozom ve MLKL'nin (karışık soy kinaz alanı benzeri protein) plazma zarına bağlanmasına ve zarı deliklerinin oluşmasına neden olan nekrozom gibi proteinler arasında alan etkileşimleri yoluyla oluşan çoklu kompleks PANoptozis denir [34] [35] [36] [37] [38]. Bu programlanmış hücre ölümü üç bölümden oluşmaktadır (Görsel 1). Bu bölümler;

1: PAMP (patojen ilişkili moleküler kalıplar) ve DAMP (hasarla ilişkili moleküler yapıları) sensörü olarak ZBP1 (Z-DNA bağlayıcı protein-1) ve NLRP3 (NACHT-, LRR- ve pirin alanı içeren 3)

2: Adaptör olarak ASC (pirin alanı) ve FADD (FAS ilişkili ölüm bölgesi) ölüm alanı.

3: Katalitik efektör olarak RIPK1 (reseptör etkileşimli serin/treonin kinaz 1), RIPK3 (reseptör etkileşimli serin/treonin kinaz 3), kaspaz-1 (inflamasyonda görev alır), kaspaz-8 (dışsal apoptotik yolağın başlamasında görev alır), kaspaz-6 (efektör kaspaz olarak görev alır) (Görsel 2) [39].

### 3.3.PANoptozun Anahtar Molekülleri

#### 3.3.1.ZBP1 (Z-DNA Bağlayıcı Protein-1)

ZBP1 (Z-DNA Bağlayıcı Protein-1) konak canlıda immün tepkiyi düzenleyerek bağışıklık sensörü görevi yapan bir proteindir [40]. Bu proteinin aktive olabilmesi için RIPK3'e bağlanabileceği RHIM alanı, Z-DNA'yı saptamak için Za alanı gereklidir. ZBP1 bağımlı PANoptoz ZBP1'in RIPK3 ile etkileşimi ile başlar ve hücre nekroproza sürüklenir. Aynı zamanda RIPK3 apoptozda RHIM alanı ile etkileşime girer ve RIPK1, programlanmış hücre ölümünü tetiklemek için dışsal yolağın ölüm reseptörü olan FADD yolu ile yine dışsal yolağın başlatıcı kaspazı olan kaspaz-8'in aktivasyonunu sağlar. Yapılan çalışmalarda ZBP1, RIPK1, RIPK3, FADD, kaspaz-8, ASC ölüm alanı ve kaspaz-1'in ortak etkileşim gösterdiği ortaya çıktı bu da aktivasyonu gerçekleşen programlanmış hücre ölümlerinin ortak bir çoklu protein kompleksini oluşturduğunu gösterir [41] [42] [43] [44] [45].

#### 3.3.2. RIP1 (Reseptörle etkileşime giren protein kinaz-1), RIP3 (Reseptörle etkileşime giren protein kinaz-3) ve TAK1 (TGF- $\beta$ ile aktifleştirilen kinaz-1)

RIP1, TNF- $\alpha$  ve IFN- gamma rol oynadığı PANoptozun aktivasyonunda rol oynar. Bu faktörlerin aktivasyonu ile FADD/kaspaz-8'in başlattığı dışsal apoptotik yolağının başlamasına ve ayrıca kaspaz-8'in PANoptozu başlatmasını sağlar. Yapılan çalışmalarda TAK1'in (TGF- $\beta$  ile aktifleştirilen kinaz-1) eksikliğinde ise, RIP3'ün (reseptörlerle etkileşime giren protein kinaz-3) rol oynadığı PANoptoz yolunu aktive ettiği gösterildi. TAK1'in hücrede etkisizleştirilmesi, RIP3'ün (reseptörlerle etkileşime giren protein kinaz-3) kaspaz-8 sinyal yoluna bağla PANoptozu tetiklemek için miyelodisplaziye (kemik iliği hücrelerinin yapısı bozulur. Bu hastalığın en önemli yönü ise akut lösemiye dönüşebilmesidir) ve kan zehirlenmesine (sepsis) neden olur. Aynı zamanda TAK1'in eksikliği durumunda RIP3'e bağımlı PANoptozun tetiklenmesinin dışında RIP1 proteini piroptozu ve apoptozu tetikleyebilir. RIP1, NLRP3'ü (NACHT-, LRR- ve pirin alanı içeren 3) ve ASC'yi (pirin alanı) aktive ederek başlatıcı olarak kaspaz-8 ve GSDMD'nin aktivasyonunu sağlar [46] [47] [48].

#### 3.3.3.TICAM-1/TRIF (Adaptör Molekülü 1'i İçeren TIR Alanı)

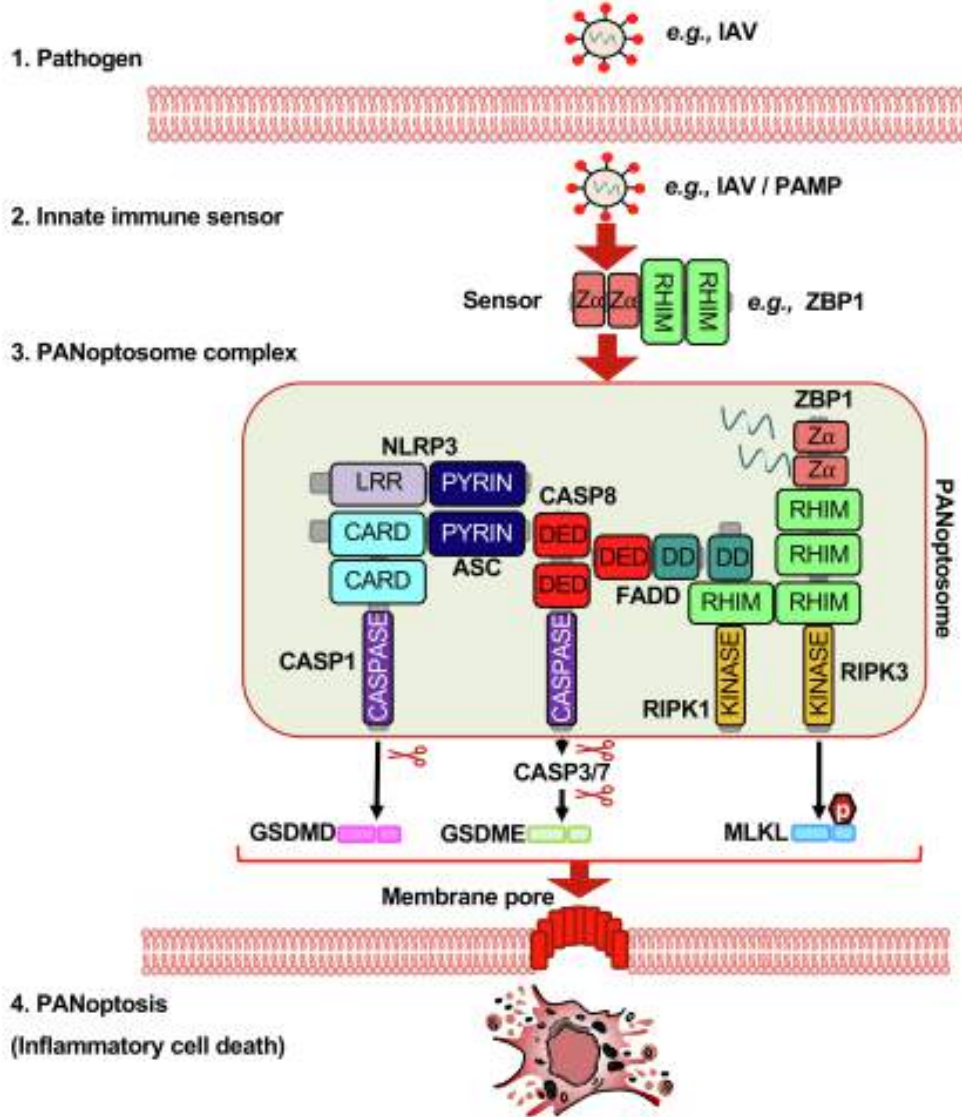
TICAM-1/TRIF RHIM alanı ile etkileşime girerek PANoptozu tetikler. Yapılan çalışmalarda, TICAM/TRIF sinyal yolunun (TRIFozom) aktivasyonu FADD, kaspaz-8 ve RIPK1'in aktive olmasını ve bu aktivasyonun da hücrede PANoptozis ölüm yolunu tetiklediği görüldü [49].

#### 3.3.4.Potansiyel Aday: RIG-1 (retinoik asitle indüklenebilir gen-1)

RIG-1, interferon üretimini indükleyen bir viral gendir. Bu genin protein üretimi piroptoz, apoptoz ve nekroptozu indükleyebilir. RIG-1, CARD (kaspaz aktivasyon alanı) alanında



kaspaz-8'in aktivasyonunu sağlar ve yapılan çalışmalarda da RIG-1 aracılı kaspaz-8'in aktivasyonunun PANoptozu neden olduğu görüldü. Ancak yapılan çalışmalar yeterli görülmediği için RIG-1 PANoptozu aktivasyonu için aday niteliğindedir (Görsel 2) [50].



Görsel 2: PANoptozun mekanizması [51].

### 3.4. Hastalıklarda PANoptozis

PANoptozis bakteriyel ve viral enfeksiyonlarda organizma savunmasında rol oynayan bir hücre ölüm yoludur. Konak hücre *influenza A* virüsü ile enfekte olduğunda ZBP1 (Z-DNA Bağlayıcı Protein-1), NLRP3'in (NACHT-, LRR- ve pirin alanı içeren 3) aktivasyonunu sağlar. Aktive olmuş NLRP3 RIP3 (reseptörlerle etkileşime giren protein kinaz-3) ile etkileşime girerek PANoptozu neden olur [51]. Bununla birlikte farelerde fare koronavirüsü (MHV) enfeksiyonu da NLRP3 (NACHT-, LRR- ve pirin alanı içeren 3) aracılı PANoptozu tetikler [52]. *Candida albicans* ve *Aspergillus fumigatus* mantarlarının neden olduğu enfeksiyonda ise, kaspaz-1 GSDMD'nin yıkılarak aktivasyonuna neden olur. Bu da efektör kaspazlar kaspaz-3, kaspaz-6 ya da kaspaz-7'yi aktive ederek hücrenin PANoptoz ile ölümüne yol açar [53].

Bununla birlikte *P. Aeruginosa* mantarının da farelerde PANoptozisi indüklediği gösterildi [54]. Enfeksiyon hastalıkları dışında PANoptozis kanserli hücrelerde de ölüme yol açar [55]. Yapılan çalışmalarda çoklu kolon kanseri hücre hatlarında TNF- $\alpha$  ve IFN-gamma'nın salınması PANoptozisi aktive ettiği görüldü [56]. Bunlarla birlikte diğer kanser türlerinde piroptoz, nekroptoz ve apoptozun birlikte uyarılması yani PANoptoz oluşması kanserleşmeyi engeller [56]. ASC-kaspaz-8 alanının kaspaz-3'ü aktive etmesi ile akut akciğer hasarlarında da PANoptoz meydana gelir [56].

#### 4.Sonuç

Yaptığımız çalışmada PANoptozun çoğu hastalıkta diğer ölüm yolları kadar kritik bir rol oynadığı ortadadır. PANoptozun mekanizmasının daha iyi anlaşılması patogenezinin daha derinlemesine anlaşılması, yalnızca bu yeni düzenleyici hücre ölümüyle ilgili gelecekteki çalışmalar için ön deneysel ipuçları sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda hastalıkların tedavisi için umut verici bir terapötik hedef de geliştirecektir. Özellikle günümüzde en büyük ölüm nedeni olan kanser için spesifik olarak PANoptozu tetiklemek kanser tedavisi için umut verici bir tedavi yöntemi olacaktır.

#### Referanslar

- [1] Danial, N. N., Hockenbery, D. M. Chapter 18- Cell Death. [Hematology \(Seventh Edition\)](#):186-196, 2018.
- [2] [Day, T. W., Sinn, A. L., Huang, S., Pollok, K. E., Sandusky, G. E.](#) et all. Enhancing Apoptosis İn Trail-Resistant Cancer Cells Using Fundamental Response Rules. [Scientific Reports](#). (1):1-12, 2011.
- [3] Sungur, C. M., Murphy, W. J. Positive and negative regulation by NK cells in cancer. *Crit Rev Oncog*. 19:57-66, 2014.
- [4] [Elmore, S.](#) Apoptosis: A Review Of Programmed Cell Death. *Toxicol Pathol*. 35(4):495-516, 2007.



- [5] Green, D. R., Llambi, F. Cell Death Signaling. Cold Spring Harb Perspect Biol. 12(3): A006080, 2015.
- [6] Jan, R., Chaudhry, G. Understanding Apoptosis And Apoptotic Pathways Targeted Cancer Therapeutics. Adv Pharma Bull. 9(2):205-218, 2019.
- [7] Johnstone, R. W., Ruefli, A. A., Lowe, S. W. Apoptosis: A Link Between Cancer Genetics And Chemotherapy. Article History. 2(108):153-164, 2002.
- [8] Saraste, A., Pulkki, K. Morphologic And Biochemical Hallmarks Of Apoptosis. Cardiovascular Research 3(45):528-537, 2000.
- [9] Zhang, L., Fang, B. Mechanisms Of Resistance To Trail-Induced Apoptosis In Cancer. Cancer Gene Therapy. (12):228-237, 2005.
- [10] Radogna, F., Cristofanon, S., Paternoster, L., D'alessio, M., et al. Melatonin Antagonizes The Intrinsic Pathway Of Apoptosis Via Mitochondrial Targeting Of Bcl-2. J. Pineal Res. 44(3):316-25, 2007.
- [11] Zitvogel, L., Terme, M., Borg, C., Trinchieri, G. Dendritic cell–NK cell cross-talk: regulation and physiopathology. Curr Top Microbiol Immunol. 298:157-74, 2006.
- [12] Zingoni, A., Fionda, C., Borralli, C., Cipitelli, M., et al. Natural Killer Cell Response to Chemotherapy-Stressed Cancer Cells: Role in Tumor Immunosurveillance. Front Immunol. 8:1194, 2017.
- [13] Hagn, M., Jahrdsörfer, B. Why do human B cells secrete granzyme B? Insights into a novel B-cell differentiation pathway. Oncoimmunology. 1;1(8):1368-1375, 2012.
- [14] Ruhl, S. et al. ESCRT-dependent membrane repair negatively regulates pyroptosis downstream of GSDMD activation. Science 362, 956-960, 2018.
- [15] Rogers, C. et al. Cleavage of DFNA5 by caspase-3 during apoptosis mediates progression to secondary necrotic/pyroptotic cell death. Nat. Commun. 8, 14128, 2017.
- [16] Fernandes-Alnemri, T. et al. The pyroptosome: a supramolecular assembly of ASC dimers mediating inflammatory cell death via caspase-1 activation. Cell Death Differ. 14, 1590-1604, 2007.
- [17] Jia, C. et al. Role of pyroptosis in cardiovascular diseases. Int. Immunopharmacol. 67, 311-318, 2019.
- [18] He, W. T. et al. Gasdermin D is an executor of pyroptosis and required for interleukin-1beta secretion. Cell Res. 25, 1285-1298, 2015.
- [19] Christofferson D. E., Yuan, J. Necroptosis as an alternative form of programmed cell death. Curr Opin Cell Biol. 22(2):263-8, 2010.
- [20] Degterev, A., Hitomi, J., Gemscheid M., Ch'en I. L., et al. Identification of RIP1 kinase as a specific cellular target of necrostatins. Nat Chem Biol. 4:313, 2008.
- [21] Linkermann, A., Green, D. R. Necroptosis. N Engl J Med. 370(5):455-65, 2014.
- [22] Cookson, B.T.; Brennan, M.A. Pro-inflammatory programmed cell death. Trends Microbiol. 9, 113-114, 2001.
- [23] Kesavardhana, S., Malireddi, R. K. S., Kanneganti, T. D. Caspases in cell death, inflammation, and pyroptosis. Annu Rev Immunol. 38:567-595, 2020.

- [24] Wang, Y., Gao, W., Shi, X., et al. Chemotherapy drugs induce pyroptosis through caspase-3 cleavage of a gasdermin. *Nature*.547(7661):99-103, 2017.
- [25] Fritsch, M., Gunther, S. D., Schwarzer, R., et al. Caspase-8 is the molecular switch for apoptosis, necroptosis and pyroptosis. *Nature*. 2019;575(7784):683-687, 2019.
- [26] Jiang, M., Qi, L., Li, L., Wu, Y., et al. Caspase-8: a key protein of cross-talk signal way in “PANoptosis” in cancer. *Int J Cancer*.149(7):1408-1420, 2021.
- [27] Zhang, D. W., Shao, J., Lin, J., et al. RIP3, an energy metabolism regulator that switches TNF-induced cell death from apoptosis to necrosis. *Science*.325(5938):332-336, 2019.
- [28] Frank, D., Vince, J. E. Pyroptosis versus necroptosis: similarities, differences, and crosstalk. *Cell Death Differ*.26(1):99–114, 2019.
- [29] Fritsch, M., Gunther, S. D., Schwarzer, R., et al. Caspase-8 is the molecular switch for apoptosis, necroptosis and pyroptosis. *Nature*.575(7784):683–687, 2019.
- [30] Sundaram, B., Karki, R., Kanneganti, T. D. NLRC4 deficiency leads to enhanced phosphorylation of MLKL and necroptosis. *Immunohorizons*.6(3):243–252, 2022.
- [31] Shi, C., Cao, P., Wang, Y., Zhang, Q., et al. PANoptosis: A Cell Death Characterized by Pyroptosis, Apoptosis, and Necroptosis. *J Inflamm Res*.12;16:1523-1532, 2023.
- [32] Jiang, M., Qi, L., Li, L., Wu, Y., et al. Caspase-8: a key protein of cross-talk signal way in “PANoptosis” in cancer. *Int J Cancer*. 2021;149(7):1408–1420, 2021.
- [33] Karki, R., Sundaram, B., Sharma, B. R., et al. ADAR1 restricts ZBP1-mediated immune response and PANoptosis to promote tumorigenesis. *Cell Rep*.37(3):109858, 2021.
- [34] Lee, S., Karki, R., Wang, Y., Nguyen, L. N., et al. AIM2 forms a complex with pyrin and ZBP1 to drive PANoptosis and host defence. *Nature*.597(7876):415–419, 2021.
- [35] Place, D. E., Lee, S., Kanneganti, T. D. PANoptosis in microbial infection. *Curr Opin Microbiol*.59:42–49, 2021.
- [36] Jiang, W., Deng, Z., Dai, X., Zhao, W. PANoptosis: a new insight into oral infectious diseases. *Front Immunol*.12:789610, 2021.
- [37] Malireddi, R. K. S., Karki, R., Sundaram, B., et al. Inflammatory cell death, PANoptosis, mediated by cytokines in diverse cancer lineages inhibits tumor growth. *Immunohorizons*.5(7):568–580, 2021.
- [38] Ren, L., Yang, Y., Li, W., et al. CDK1 serves as a therapeutic target of adrenocortical carcinoma via regulating epithelial-mesenchymal transition, G2/M phase transition, and PANoptosis. *J Transl Med*.20(1):444, 2022.
- [39] Yan, W. T., Yang, Y. D., Hu, X. M., et al. Do pyroptosis, apoptosis, and necroptosis (PANoptosis) exist in cerebral ischemia? Evidence from cell and rodent studies. *Neural Regen Res*.17(8):1761–1768, 2022.
- [40] Hao, Y., Yang, B., Yang, J., et al. ZBP1: a powerful innate immune sensor and double-edged sword in host immunity. *Int J Mol Sci*.23(18):10224, 2022.
- [41] Kesavardhana, S., Malireddi, R. K. S., Burton, A. R., et al. The Zalpha2 domain of ZBP1 is a molecular switch regulating influenza-induced PANoptosis and perinatal lethality during development. *J Biol Chem*.295(24):8325–8330, 2020.
- [42] Zheng, M., Kanneganti, T. D. The regulation of the ZBP1-NLRP3 inflammasome and its implications in pyroptosis, apoptosis, and necroptosis (PANoptosis). *Immunol Rev*.297(1):26–38, 2020.

- [43] Banoth, B., Tuladhar, S., Karki, R., et al. ZBP1 promotes fungi-induced inflammasome activation and pyroptosis, apoptosis, and necroptosis (PANoptosis). *J Biol Chem.*295(52):18276–18283, 2020.
- [44] Zheng, M., Karki, R., Vogel, P., Kanneganti, T. D. Caspase-6 is a key regulator of innate immunity, inflammasome activation, and host defense. *Cell*181(3):674–687 e613, 2020.
- [45] Zheng, M., Kanneganti, T. D. Newly identified function of Caspase-6 in ZBP1-mediated innate immune responses, NLRP3 Inflammasome Activation, PANoptosis, and host defense. *J Cell Immunol.*2(6):341–347, 2020.
- [46] Malireddi, R. K. S., Gurung, P., Kesavardhana, S., et al. Innate immune priming in the absence of TAK1 drives RIPK1 kinase activity-independent pyroptosis, apoptosis, necroptosis, and inflammatory disease. *J Exp Med.*217(3), 2020.
- [47] Dillon, C. P., Weinlich, R., Rodriguez, D. A., et al. RIPK1 blocks early postnatal lethality mediated by caspase-8 and RIPK3. *Cell.*157(5):1189–1202, 2014.
- [48] Festjens, N., Vanden Berghe, T., Cornelis, S. et al. RIP1, a kinase on the crossroads of a cell's decision to live or die. *Cell Death Differ* 14, 400-410, 2007.
- [49] Muendlein, H.I., Connolly, W.M., Magri, Z. et al. ZBP1 promotes LPS-induced cell death and IL-1 $\beta$  release via RHIM-mediated interactions with RIPK1. *Nat Commun* 12, 86, 2021.
- [50] Rehwinkel, J., Tan, C. P., Goubau, D., Schulz, O., Pichlmair, A., Bier, K., ... & e Sousa, C. R. RIG-I detects viral genomic RNA during negative-strand RNA virus infection. *Cell*, 140(3), 397-408, 2010.
- [51] Wang, Y., Kanneganti, T. D. From pyroptosis, apoptosis and necroptosis to PANoptosis: A mechanistic compendium of programmed cell death pathways. *Comput Struct Biotechnol J.*3;19:4641-4657, 2021.
- [52] Yapasert, R., Khaw-On, P., Banjerdpongchai, R. Coronavirus infection-associated cell death signaling and potential therapeutic targets. *Molecules.*26:24, 2021.
- [53] Briard, B., Malireddi, R. K. S., Kanneganti, T. D., Chowdhary, A. Role of inflammasomes/pyroptosis and PANoptosis during fungal infection. *PLoS Pathog.*17(3), 2021.
- [54] Messaoud-Nacer, Y., Culerier, E., Rose, S., et al. STING agonist diABZI induces PANoptosis and DNA mediated acute respiratory distress syndrome (ARDS). *Cell Death Dis.*13(3):269, 2022.
- [55] Cui, Y., Wang, X., Lin, F., et al. MiR-29a-3p improves acute lung injury by reducing alveolar epithelial cell PANoptosis. *Aging Dis.*13(3):899–909, 2022.
- [56] Shu, J., Yang, L., Wei, W., Zhang, L. Identification of programmed cell death-related gene signature and associated regulatory axis in cerebral ischemia/reperfusion injury. *Front Genet.*13:934154, 2022.

## **EPSTEİN-BARR VİRÜSÜNÜN ONKOJENİK MEKANİZMASI VE ANTİVİRAL STRATEJİLER**

**M.Sc., Melisa BEYHAN YILMAZ<sup>1</sup>, Doç. Dr., Dilek MUZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, mlsa.byhn@gmail.com-0000-0002-0769-8742

<sup>2</sup> Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, dilekmuz@nku.edu.tr- 0000-0001-9358-8103

### **Özet**

Epstein-Barr virüsü (EBV) veya insan Herpes virüsü-4 (HHV-4), dünya çapında yetişkin bireylerin yaklaşık olarak %90'ından fazlasını enfekte edebilen, *Gammaherpesviridae* ailesinde yer alan zarlı bir DNA virüsüdür. 1964 yılında bilim insanı Tony Epstein ve bilim insanı Yvonne Barr tarafından Afrika kökenli hasta gruplarından elde edilen Hodgkin dışı lenfomaların agresif davranış gösteren Burkitt lenfoma (BL) hastalığına neden olan herpesvirüs tipini tanımlamak için araştırıldıklarında keşfedildi. Bu keşif ile EBV tanımlanan ilk tümörojenik insan virüsü oldu. EBV, tesadüfen keşfedilen ve öpücük hastalığı olarak da bilinen mononükleaz, multipl skleroz, sistemik otoimmün hastalıkları ve malignitelere (hematolojik kanserler ve epitelyal kanserler) neden olan EBV enfeksiyonu genel olarak tükürük ile yayılmasına karşın nadiren de olsa kan ve meniden de bulaşabilir. İnsanlarda B lenfositler enfekte ederek yaşam döngüsü boyunca asemptomatik şekilde enfeksiyonu sürdürebilir. Günümüze kadar EBV, lenfoproliferatif bozukluk, Hodgkin, Hodgkin dışı lenfoma, nazofarenks karsinom, mide kanserleri ile doğrudan ilişkilendirildi. Ayrıca günümüzde her yıl yaklaşık 250 bin kanser vakasının tetikleyicisi EBV olduğu bilinmektedir. EBV enfeksiyonunun neden olduğu kanserlerin erken teşhisi ve tedavi yöntemlerinin bulunması için çalışmalar günümüzde de devam etmektedir. EBV, iki farklı enfeksiyon yolunu kullanır. Bunlar latent enfeksiyon ve litik enfeksiyondur. Yapılan çalışmalar EBV ile ilişkili kanserlerin genelinde EBV'nin latent enfeksiyonuna bağlı olduğunu gösterdi. Ancak EBV'nin kansere neden olmasının yanında kanseri önlemek için birtakım stratejiler de çalışılmaktadır. Bu çalışmada, EBV'nin latent ve litik replikasyonu, viral onkogenез mekanizması ve EBV'ye karşı geliştirilen antiviral stratejiler tartışıldı.

**Anahtar Kelimeler: Kanser, EBV, Onkogenezis, Antiviral hedefler**

### **Abstract**

Epstein-Barr virus (EBV) or human Herpes virus-4 (HHV-4) is a membrane-bound DNA virus in the family Gammaherpesviridae that can infect approximately more than 90% of adults worldwide. It was discovered in 1964 by scientist Tony Epstein and scientist Yvonne Barr when they investigated non-Hodgkin lymphomas from a group of patients of African descent to identify the type of herpesvirus that causes the aggressively behaving Burkitt lymphoma (BL) disease. With this discovery, EBV became the first tumorigenic human virus identified. EBV,

which was discovered by chance and causes mononuclease disease, multiple sclerosis, systemic autoimmune diseases and malignancies (hematological cancers and epithelial cancers), is generally spread through saliva, but rarely, it can also be transmitted through blood and semen. In humans, it can infect B lymphocytes and maintain the infection asymptotically throughout its life cycle. To date, EBV has been directly associated with lymphoproliferative disorder, Hodgkin, non-Hodgkin lymphoma, nasopharyngeal carcinoma, and stomach cancers. In addition, it is known that EBV is the trigger of approximately 250 thousand cancer cases every year. Studies continue today to find early diagnosis and treatment methods for cancers caused by EBV infection. EBV uses two different routes of infection. These are latent infection and lytic infection. Studies have shown that most EBV-related cancers are due to latent infection of EBV. However, in addition to EBV causing cancer, some strategies are being studied to prevent cancer. In this study, latent and lytic replication of EBV, mechanism of viral oncogenesis and antiviral strategies developed against EBV were discussed.

**Keywords: Cancer, EBV, Oncogenesis, Antiviral targets**

## 1. Giriş

Epstein-Barr virüsü (EBV ya da insan herpesvirüsü-4 (HHV-4)) tanımlanmış ilk tümörojenik virüsdür. Herpesvirüs familyasına mensuptur. Epstein-Barr virüsü genel olarak insanlarda tükürük yolu ile bulaşarak B lenfositleri enfekte eder. EBV, konak hücrede asemptomatik olarak kalıcılık gösterebilir. EBV, birçok maligniteler ile ilişkilidir. EBV konak hücrede latent ve litik döngü olmak üzere iki ayrı replikasyon döngüsü bulunur [1]. EBV genel olarak ağız yoluyla bulaşır ve ağız boşluğundaki epitel hücreler ile B lenfositleri enfekte eder. EBV'nin litik döngüsünde etkin viral protein üretimi görülür. EBV'nin latent replikasyon döngüsünde tümörle ilişkili üç latent evresi vardır [2]. Bu evreler gecikme-I, gecikme-II ve gecikme-III'dür. Bu evreler EBV'nin konak hücrede hayat döngüsünün sürdürülmesi için önemlidir. Çünkü EBV'nin latent evresinde enfekte konak hücre yüzeyinde daha az viral gen ürünü eksprese edilir bu da enfekte hücrenin bağışıklık sistemi hücrelerinden kaçışını sağlar [3]. EBV'nin litik replikasyon döngüsünde ise, birçok viral protein görev alır. Bu evre eBV'nin üretim evresidir. EBV'nin hem latent evresi hem de litik evresi tümörögeneze katkı sağlar. Litik döngü sırasında eksprese olan proteinler rollerine göre erken ve geç litik proteinler olarak sınıflandırılır. Acil erken transkripsiyon faktörleri BZLF1 (Zta) ve BRLF1 (Rta) diğer viral protein ekspresyonunu başlatır. Erken ve geç viral proteinler viral DNA replikasyonu, virionların oluşumu ve virionların konaktan çıkışını kapsayan olaylarda görevlidirler [4] [5]. Birçok litik replikasyon proteini immünomodülasyonu ve tümör mikro ortamını etkileyebilir. Bu bağlamda EBV'nin neden olduğu tümörler için anti-viral stratejiler kullanılmalıdır. EBV'nin hem latent hem de litik döngüsünün onkogenezdaki tüm rolleri belirlenememiştir [6]. Bu çalışmada, EBV'nin replikasyon döngüleri, EBV'nin onkogeneze mekanizması ve bu mekanizmaya karşı geliştirilen anti-viral stratejiler tartışıldı.

### 1.1. Epstein-Barr Virüsünün Yapısı

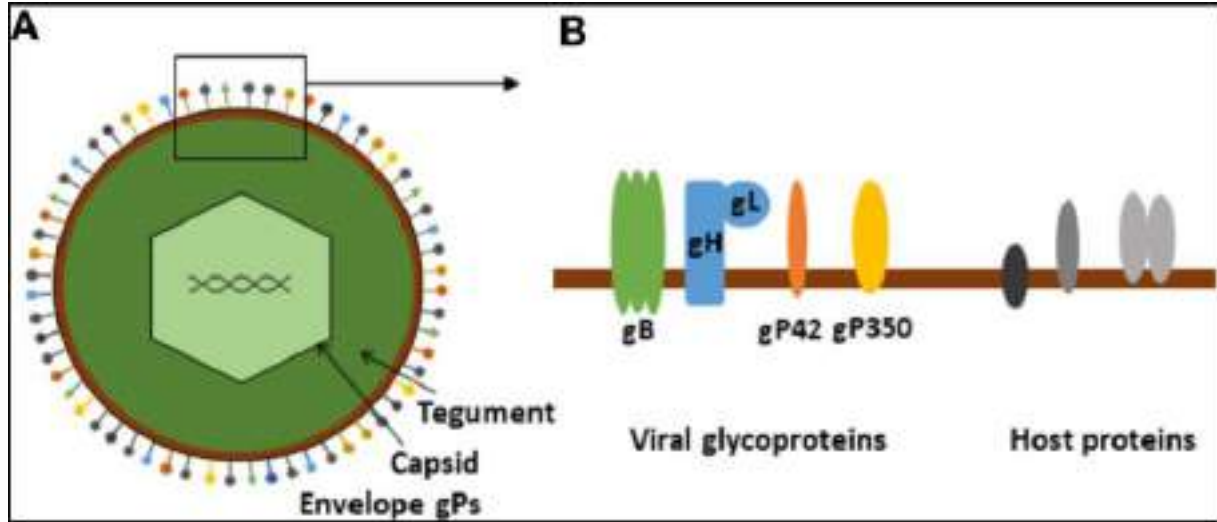
Epstein-Barr (EBV), ilk olarak 1964 yılında Afrika Burkitt lenfomasından izole edilen hücrelerde keşfedilen ve Herpesvirüs ailesinde yer alan zarflı, çift sarmallı yaklaşık 172 kb'lık ve >85 geni kodlayabilen lenfotropik bir DNA virüsüdür. EBV, 162 kapsomerli nükleokapsitten oluşan bir ikozahedral, nükleokapsit ile zarf arasında protein tegumenti içerir. Epstein-Barr, insan tümörojenik virüsler arasında tanımlanan ilk virüsdür. Epstein-Barr virüsü



genel olarak tükürükten yayılır ve B hücreleri ile epitel hücreleri enfekte etme yeteneğine sahiptir aynı zamanda EBV öpücük hastalığı olarak da bilinen enfeksiyöz mononükleoz, multipl skleroz (MS), sistemik otoimmün hastalıkları (SAD) ve çeşitli malignitelere neden olmaktadır [7] [8] [9] [10] [11].

EBV'nin genel olarak tükürük yoluyla bulaş riski olduğu bilinmekle birlikte nadir de olsa meni ya da kan yoluyla da bulaş görülebilir [12] [13]. EBV, diğer Herpesvirüs ailesi üyeleri ile benzer şekilde enfeksiyon sonrası epitel hücrelerini enfekte eder. Epstein-Barr genomu genel olarak viral DNA replikasyonunu sürdürmek için gerekli olan proteinler ile virüsün yapısal bölümleri oluşturacak nükleotidleri kodlar. Aynı zamanda immün sistemde humoral bağışıklıkta rol oynayan B lenfositleri de enfekte ettiği ve bu hücrelerde latent bir şekilde hayat döngüsüne devam ettiği latent faza sahiptir [12].

EBV'nin B hücrelerini enfekte etmesini takiben EBV nükleer antijenleri (EBNA1-EBNA2-EBNA3A-EBNA3B- EBNA3C ve EBNA1P) ile latent zar proteinleri (LMP1 (Epstein-Barr virüsü latent membran proteini 1)-LMP2A (Epstein-Barr virüsü latent membran proteini 2A) ve LMP2B (Epstein-Barr virüsü latent membran proteini 2B)) üretilir (Görsel 1) [14].



Görsel 1: Epstein-Barr virüsünün şematik sunumu. (A) Temel EBV yapısının şematik gösterimi. (B) Viral zarf glikoproteinlerini (giriş kompleksi) ve varsayılan konakçıdan türetilmiş membran proteinlerini gösteren membran bölümünün genişletilmesi [13].

## 1.2. Epstein-Barr Virüsünün Viral Proteinleri

### 1.2.1. BPLF1

BPLF1, EBV'nin litik enfeksiyonunda sentezlenen bir proteindir. BPLF1, EBV'nin litik viral DNA replikasyonunu sağlar ve viryonlar için üreme alanı sağlar. Bu proteinin N-terminal bölgesi viral enfeksiyonda konak hücrenin DNA hasarı tepkisini azaltır. Konak hücre DNA hasarını azaltmak için PCNA (çoklu hücre nükleer antieni) ile etkileşime girer. Aynı zamanda TLR (Toll benzeri reseptör) sinyallerini inhibe etmek için bu sinyalde rol oynayan proteinlerin yıkımını sağlar. Bu da litik aktivasyon sırasında EBV'nin immün sistem hücreleri tarafından tanınmasını engeller. Bu viral protein, EBV reaktivasyonuna cevap olarak ekspresyonu düşen NF- $\kappa$ B aktivasyonu sonucu proinflamatuvar sitokin ekspresyonu da düşmesine neden olur. Yapılan son çalışmalarda BPLF1'in EBV'nin B lenfositini enfekte etmesinin hemen ardından immün baskılayıcı olarak görev yapar [14] [15] [16] [17].

### 1.2.2. EBV Nükleer Antijeni-1 (EBNA-1)

EBNA-1, EBV genomunu konak hücrede korur ve viral DNA'nın kopyalanmasını düzenler. EBNA-1, konak hücrede mitoz sırasında viral genomun korunması ve sorunsuz replike olabilmesi ve konak kromatinine viral kromatinin lokalize olabilmesi için konak hücre kromatinini bağlar. Ayrıca EBNA-1 epitopları CD8<sup>+</sup> e viral proteinlerin sunumunun azalmasını sağlamak için üzerinde gilis-in-alanin (GAR) tekrarları içerir bu da immün sistemden kaçmayı sağlar. Bununla birlikte EBNA-1 CD4<sup>+</sup> hücrelerinin bir araya toplanması ve inhibisyonu için CXCL12 (CXC motifli kemokin ligandı 12) salgılanmasını indükler. Aynı zamanda EBV'nin enfekte ettiği hücrelerin NK (doğal öldürücü) hücreler tarafından tanınıp fagosite edilmemesi için NKG2D (C Tipi Lektin Benzeri NK Reseptörleri) ekspresyonunu da baskılar [18] [19] [20].

### 1.2.3. EBV Nükleer Antijeni-2 (EBNA-2)

Yapılan *in vitro* çalışmalarda 293T hücre hattı ve HeLa hücre hattında EBNA-2, EBV'nin konak hücrede transkripsiyonunu gerçekleştirebilmesi için görev aldı. EBNA-2, EBV'nin enfekte ettiği B lenfositlerde STAT3 (Sinyal dönüştürücü ve transkripsiyon 3 aktivatörü) yolunu aktive ederek interferon ekspresyonunu engeller ve immün bağışıklığı baskılar ve böylece enfekte hücrelerde büyüme engellenmemiş olur. Bununla birlikte düşük seviyede IFN- $\beta$  (interferon-beta) salgısına izin verir. Düşük seviyede IFN- $\beta$  ekspresyonu konak hücrenin interferon salgısına karşı duyarsızlaşmasını sağlar bu da interferonların anti-viral cevabını engeller. EBNA-2, aynı zamanda tip 1 IFN cevaplarının kontrolünü sağlayan konak hücre miRNA'ları düzenler. Yapılan diğer çalışmalarda da EBNA-2'nin TNF- $\alpha$ 'yı yukarı regüle ederek EBV'nin enfekte ettiği konak hücrenin çoğalmasını teşvik ettiği gösterildi [21] [22] [23] [24].

### 1.2.4. Gizli Membran Proteini-1 (LMP-1)

LMP-1 konak hücre zarından eksprese edilir ve CD40 reseptörü gibi davranır. Bu da EBV ile enfekte olmuş B lenfositlerinin bağışıklıktan kaçmasını ve çoğalmasını teşvik eder. LMP-1 TRAF6 (TNF reseptörü ile ilişkili faktör-6) ve RIP (reseptör ile etkileşime giren protein) yolu ile IRF-7'nin (interferon düzenleyici faktör-7) ekspresyonunu sağlar. Bu da JAK/STAT ve NF- $\kappa$ B yollarını aktive eder. Bu yolların ekspresyonu tip 1 interferon ile tip 2 interferonun salınımını artırır. Bu salınım EBV'nin yaşam döngüsünü tamamlamasını sağlar [25] [26].

### 1.2.5. Gizli Membran Proteini-2 (LMP-2)

LMP2 viral geni, LMP2A ve LMP2B olmak üzere iki protein kodlar. Bu proteinler plazma zarına gömülü olarak bulunur. LMP2A'nın nterminali sitozoliktir ve ITAM ( tirozin bazlı aktivasyon motifi) içerir. ITAM motifi BCR'yi (B hücresi reseptörü) taklit ederek B hücresi sinyalini korur ve bağışıklığı kontrol eder. LMP2A MHC-II yoluyla epitop sunumunu azaltır ve bağışıklığı baskılar. Bu da CD8<sup>+</sup> hücrelerinin enfekte hücreyi tanımasını engeller. LMP2A aynı zamanda tip 1 interferon ve tip 2 interferon yanıtını azaltır. LMP2B ise IFN reseptörünün bozulmasına katkıda bulunur [27] [28].

### 1.2.6. Epstein-Barr Virüsü miRNA'ları

Epstein-Barr virüsü B hücrelerini enfekte ettikten sonra latent evre öncesi enfekte ettiği hücrenin ölmemesi için 44 miRNA kodlar. Bu miRNA'lar doğal bağışıklık yollarında proteinleri düzenler. Viral proteinler immünojeniktir. Bu da bağışıklığı uyarır fakat EBV miRNA'ları immün tanımadan EBV'nin kaçışını sağlar. EBV B hücrelerini enfekte ettikten sonra kodladığı miRNA'lar ile doğuştan gelen bağışıklık tepkisini ortadan kaldırır. EBV miRNA'ları interferon



salınımını hedef olarak enfekte hücrelerde interferon salınımını azaltır. İnterferon salınımının azalması NK (doğal öldürücü) hücrelerinin enfekte hücreyi tanınması engellenir [29] [30] [31].

### 1.2.7. Epstein-Barr Virüsünün Litik Proteinleri

Epstein-Barr virüsü litik proteinleri bağışıklık fonksiyonlarını zayıflatır. Erken gen BZLF1 (litik enfeksiyon proteini), BRLF1 (Rta), BGLF4 (tegument serin/treonin protein kinaz) tip 1 interferon salınımını azaltır. Aynı zamanda EBV'nin üretken aşamasında bu proteinlerin rolü büyüktür. Bununla birlikte BGLF2 STAT1/STAT2 yolunu inhibe eder bu da IFN- $\alpha$ , IFN- $\beta$ , IFN- $\epsilon$ 'i EBV'nin kontrol altında tutmasını sağlar [32] [33].

### 1.3. Epstein-Barr Virüsünün Replikasyonu ve Onkogenез Mekanizması

Epstein-Barr virüsü konak hücrelerinde iki şekilde enfeksiyona neden olmaktadır. Bunlar; latent ve litik enfeksiyonlardır [14]. EBV pozitif malignite (kanser karakterizasyonu) vakalarında yapılan araştırmalarda EBV'nin yaşam döngüsünün latent döneminde üretilen proteinlerle ilişkilendirilmiştir. Ancak EBV'nin latent enfeksiyon döneminde konak hücrede yeni bir virüsün oluşmadığı, virüsün üretken olmadığı bir dönemdir [34]. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda, EBV'nin litik enfeksiyon döneminin EBV onkogenезine neden olduğunu destekleyen sonuçlar bulunmaktadır [34].

#### 1.3.1. Latent Enfeksiyon

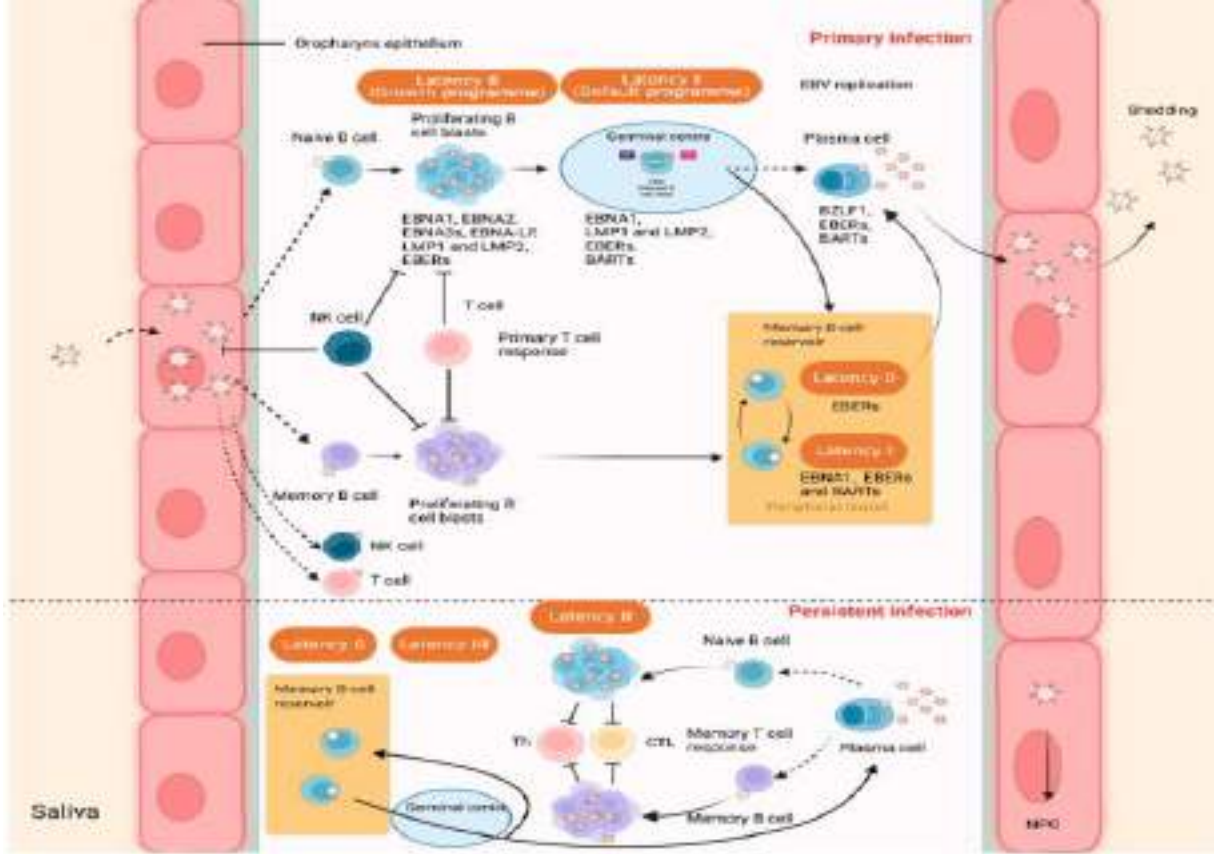
Latent enfeksiyon oluşturma döneminde EBV, viral DNA genomu nükleusta epizomlar (konak organizmanın kromozom DNA ile bütünleşebilen bir plazmid) şeklinde bulunur. Konak hücre içerisinde EBV nükleer antijenleri (EBNA1-EBNA2-EBNA3A-EBNA3B- EBNA3C ve EBNA3L), latent membran proteinleri (LMP1-LMP2A-LMP2B) ile viral RNA ve latent viral genleri ifade eder. EBV, antijenle uyarılmış B lenfositlerin yüzeyinde bulunan CD40'ın taklidi olan viral proteini latent membran proteini-1'i (LMP1), Nükleer Faktör-Kappa B (NF- $\kappa$ B) sinyal yolağını yoğun olarak kullanılmasını sağlar. Bu sinyal yolağı, B hücre reseptörlerini (BCR'ler) ile tümör nekroz faktörü reseptörlerini (TNFR'ler) kullanarak immün yanıt ve inflamasyon süreçlerinde aktif rol oynar. Aynı zamanda bu sinyal yolağının yoğun aktivasyonu hücrelerin hücre ölüm yollarından kaçmasını sağlayarak hücre çoğalmasına aracılık eder. Bu sinyal yolağını diğer bir işlevi ise, lenfoid (lenfositlerin, mononükleer fagositlerin ve diğer yardımcı rol oynayan hücrelerin bulunduğu, antijenin işlendiği ve sunulduğu sistem) gelişimi ve B lenfositlerin olgunlaşmasını sağlamaktır. Bu yolak çoğunlukla kanser hücreleri tarafından kullanılır [14] [35] [36] [37].

#### 1.3.2. Litik Enfeksiyon

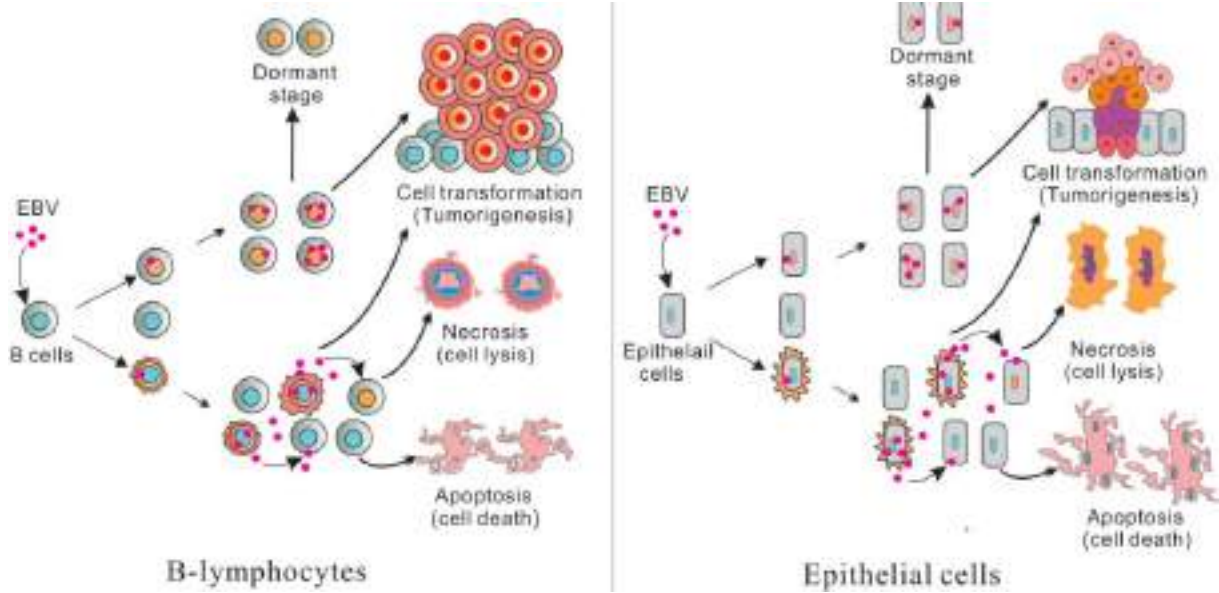
Litik enfeksiyonda ise, latent enfeksiyonda olduğu gibi lenfositleri enfekte etmekte kalmayıp aynı zamanda epitelyal hücrelerde de enfeksiyona neden olmaktadır [38]. Litik enfeksiyondan sorumlu BZLF1 (litik enfeksiyon proteini) proteininin ekspresyonunun artması litik enfeksiyonun başlamasına neden olmaktadır. Aynı zamanda bu protein IL-8 (interlökin-8) ve IL-10 (interlökin-10) ekspresyonunda artışa neden olur. IL-8 nötrofil aktivasyonu ile kemotaksisine (bir organizmanın kimyasal bir uyarana tepki olarak gerçekleştirdiği hareket) neden olurken, IL-10 sitokin sentezini inhibe eder. BZLF1'in bu etkisi hücrenin hayatta kalmasını ve büyümeye devam etmesini kolaylaştırır [39] [40] [41]. EBV'nin eksprese ettiği diğer litik enfeksiyon proteinlerinden BHRF1 ve BALF1 proteinleri anti-apoptotik protein Bcl-2 gibi davranıp apoptozu önlemektedir. Bu proteinler viral Bcl-2 proteinleri olarak da

adlandırılırlar. EBV’de bu proteinlerin inaktive olması EBV ile enfekte olmuş hücrenin apoptozu ile sonuçlanır ve bu da EBV’nin yaşam döngüsünü tamamlayamaması anlamına gelmektedir. Sonuç olarak bu iki proteinin aktivasyonu EBV’nin yaşam döngüsü için hayati önem taşımaktadır [41] [42] [43] [44] [45]. Ayrıca EBV’nin kodladığı başka bir protein olan BILF1, LMP1 proteini gibi NF- $\kappa$ B sinyal yolağını aktivasyonunu sağlayacak proteinlerin reseptörünü kodlar [42]. Bunlara ek olarak EBV’nin litik genlerinin genomda kararsızlığa neden olduğu da bilinmektedir [46]. Bu genlerden BZLF1 konakçı hücrede DNA hasarını onaracak proteinlerin hasar bölgesinde birikmesini engeller, BGLF4, konak hücrede DNA onarımı inhibe eder ve TIP60 (histon asetiltransferaz) proteinini hedef alarak kromatin şeklinde bozukluklara neden olarak virüs replikasyonunu teşvik eder, BGLF5 proteini, konak hücrede hem DNA hasarına yol açar hem de DNA hasarına yanıt olarak verilecek tepkiyi inhibe eder, BNRF1 proteini, sentrozom amplifikasyonuna neden olur bu da tümör baskılayıcı bir gen olan Rb’nin (retinoblastoma geni) bozukluklara yol açar. Aynı zamanda, replikasyonda düzensizliklere ve sitokinezde (sitoplazma bölünmesi) hatalara neden olmaktadır bu da kromozom kararsızlığı ile sonuçlanır, BPLF1, PCNA (hücre nükleer antijeni) ve pol  $\eta$ ’yi (Y ailesi polimerazı) etkiler. Bu da PCNA ve pol  $\eta$ ’nin rol aldığı DNA onarım mekanizması yolunu inhibe eder, BKRF4 geni ise, histon proteinlerine müdahale ederek çift sarmallı DNA oluşumunu engeller [46] [47] [48] [49] [50] [51].

Tüm bu fonksiyonlar dışında EBV’nin bazı litik genlerinin immün sistem elemanlarından kaçmada rol oynadığı bilinmektedir. Bu genler arasında, BPLF1 (büyük tegument proteini) geni, TLR’lerin (Toll benzeri reseptör) sinyal yolağını inhibe eder. Bu reseptörler patojenlerin yüzeyinde bulunan ligandlara bağlanarak adaptif bağışıklığın aktivasyonunu sağlar. BPLF1 geni de bu reseptörlerin sinyal yolağını inhibe ederek EBV’nin immün sistem elemanlarından kaçmasını sağlar [52]. BZLF1 (protein Zta) geni, MHC-II (büyük doku uyumluluk kompleksi-II) proteinini aşağı regülasyonunu sağlayarak MHC-II proteinlerinin yüzey reseptörlerinin sayısının azalmasına ya da aktivitesinin azalmasına neden olarak MHC-II proteinlerinin ligandlarla karşılaştığında reseptörlerine bağlanmasını engeller [52]. Aynı zamanda BZLF1 ve BNLF2 $\alpha$  geni sitotoksik T lenfositlerinin epitoplarını (antijenik determinant veya antijenik belirleyici) inhibe eder [43] [53]. BZLF1 geni ile sinerjik olarak çalışan BNLF2 $\alpha$  geni aynı zamanda lenfositlerin antijenlerine bağlanmasını engeller [53]. Bir diğer gen BILF1 ise, MHC-I’in (büyük doku uyumluluk kompleksi-I) inhibisyonunu tetikler (Görsel 2) (Görsel 3) [52].



Görsel 2: Epstein-Barr virüsü ile insan konakçı arasındaki etkileşim ve B lenfositlerdeki gizli virüs enfeksiyonu [54].



Görsel 3: Epstein-Barr virüsünün onkogenез mekanizması [55].

## 1.4. Epstein-Barr Virüsüne Karşı Antiviral Stratejiler

### 1.4.1. Antiviral İlaçlar

EBV'nin latent evresinde viral litik enfeksiyonunu etkileştirilmesi EBV'nin litik enfeksiyonunun tümör hücrelerinin ölümünü sağlaması son zamanlarda anti-viral strateji olarak çok popülerdir. Bununla birlikte EBV ile ilişkili lenfomalarda litik evre sırasında viral kinazlar yoluyla antiviral ilaçlar aktive edilir (özellikle Gansiklovir) ve bu aktivasyon EBV'nin ölümü gerçekleşir. Yapılan çalışmalarda antiviral ilaçların litik döngüyü aktive ediciler ile etkileşmesi EBV ile ilişkili karsinomlarda umut verici sonuçları ortaya koymuştur [56] [57].

#### 1.4.2. CAR-T Hücre Tedavisi

CAR (kimerik antijen reseptörü) T hücre tedavisinde, değiştirilmiş T hücreleri MHC sunumunun inhibe olduğu kanser hücrelerine yönelik tasarlanmış bir tedavi yöntemidir. Bu tedavi CD19 reseptörü ile ilişkili olduğundan sadece B hücrelerine karşı geliştirildiğinden EBV ile ilişkili tümörler için oldukça umut vericidir. Bu tedavi yönteminde, CD19 reseptörü için tasarlanmış olsa da sitokin salınımı sendromu, ensefalopati ( beyin dokusunda genelde dejeneratif değişikliklerin görüldüğü hastalık) ve B hücresi aplazisi (bir organın doğumsal yokluğudur; organın taslağı oluşmamıştır ya da oldukça küçük ve bozuk yapıdadır) gibi toksisitelerle de ilişkilendirilir. Bu tedavi yöntemi kanserlerde yönelik spesifik tedaviye izin verir ayrıca B hücresi sitotoksitesinin de elimine edilmesine izin verir. Günümüzde CD19'a özgü CAR-T hücreleri B hücreli malignitelerde en iyi çözümdür. EBV ile ilişkili kanserlerde de bu tedavi yöntemi denenmektedir. Yapılan bir çalışmada CAR hedefli latent program II ve III B hücre yüzeyinde eksprese edilen latent zar proteinidir. LMP1 hedefli CAR-T hücreleri tümör büyümesini inhibe etti [58] [59].

#### 1.4.3. Crispr/Cas9 Sistemi

EBV, enfekte ettiği hücrelerde asemptomatik olarak yaşam döngüsünü sürdürdüğü için bşğışıklık hücreleri tarafından enfekte hücrelerin tanınması zorlaşır. Bu yüzden Crispr/cas9 sistemi ile asemptomatik enfeksiyonun sonlandırılması stratejisi EBV ile ilişkili hastalıklarda iyi bir tedavi yöntemi olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda Crispr/Cas9 sistemi latent enfeksiyon proteini olan EBNA-1'i gRNA'lar (kılavuz RNA) ile hedefleyerek EBV'nin yaklaşık olarak %95'inin kaybına neden olduğu görüldü. Bu yol aynı zamanda viral gecikmeyi sağladı. Aynı zamanda Crispr/Cas9 sistemi, litik döngünün sürdürülmesini sağlayan temel faktörleri tanınması ve kanser tedavisinde terapötik hedefleri belirlemek için de sıklıkla kullanılmaya başlandı. Burkitt lenfomada yapılan bir çalışmada EBV'nin latent III ile ilişkili onkoproteinlerinin kodlanmasını engelledi. Başka bir çalışmada Crispr/Cas9 ile elde edilen MYC (proto-onkogen proteini) ekspresyonunun artırıldığı ve bununda EBV litik döngüsünü inhibe ettiği görüldü. Bir diğer çalışmada ise, Crispr/Cas9 ile elde edilen MYC'nin Burkitt lenfoma hücrelerinde EBV'nin litik döngüsünü baskıladığı görüldü [60] [61] [62].

#### 1.4.4. mRNA Aşılı

EBV ile ilişkili hastalıkların tedavisinde mRNA aşılı, yüksek etkili, düşük maliyetli ve hızlı gelişme olmasından dolayı oldukça umut verici bir alandır. Günümüzde beş EBV glikoproteini kodlayan (gp350, gH gL, gp42, gB) bir mRNA aşısı geliştirilmiştir. Bu aşılı EBV ile ilişkili enfeksiyöz mononükleoz oranını azalttığı görüldü [63].

## 2. Sonuç



EBV ile ilişkili hastalıklarda çözüm hedefe yönelik tedaviler olacaktır. EBV'nin hayatta kalmak için kullandığı sinyal yollarının inhibisyonu, antiviral ilaçlar ile litik döngünün sktivasyonu, EBV ile ilişkili lenfomaların mRNA aşısı, Crispr/Cas9 ve CAR-T hücre tedavisi gibi tedavi stratejileri ile iyileştirilmesine ihtiyaç vardır. Ancak günümüzde hala ticari bir EBV ilacı ya da aşısı yoktur. Örneğin, Hodgkin dışı lenfomaların tedavisinde yaygın olarak kullanılan R-CHOP (rituksimab, siklofosamid, doksorubisin, vinkristin ve prednizon), şu anda EBV ile ilişkili lenfomaların tedavisinde kullanılmasına rağmen EBV enfeksiyonu ile ilişkili değildir. Bununla birlikte EBV ile ilişkili antiviral stratejilerin yapılan çalışmalarla çoğunu toksik olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple EBV ile ilişkili hastalıkların tedavisinde immünoterapi tedavilerin umut verici olmasından dolayı bu alanda çalışmaların artması gerekmektedir.

### Referanslar

- [1] Crawford, D. H. Biology and disease associations of Epstein-Barr virus. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 356 461–473. 2001.
- [2] Kalla, M., Hammerschmidt, W. Human B cells on their route to latent infection—early but transient expression of lytic genes of Epstein-Barr virus. *Eur. J. Cell Biol.* 91 65–69. 10.1016/j.ejcb.2011.01.014. 2012.
- [3] Kalla, M., Schmeinck, A., Bergbauer, M., Pich, D., Hammerschmidt, W. AP-1 homolog BZLF1 of Epstein-Barr virus has two essential functions dependent on the epigenetic state of the viral genome. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 107 850–855. 2010.
- [4] Guo, Q., Qian, L., Guo, L., Shi, M., et al. Transactivators Zta and Rta of Epstein-Barr virus promote G0/G1 to S transition in Raji cells: a novel relationship between lytic virus and cell cycle. *Mol Immunol.* 47:1783–92. 2010.
- [5] Wu, F. Y., Wang, S. E., Chen, H., Wang, L., et al. GS. CCAAT/enhancer binding protein alpha binds to the Epstein-Barr virus (EBV) ZTA protein through oligomeric interactions and contributes to cooperative transcriptional activation of the ZTA promoter through direct binding to the ZII and ZIIIB motifs during induction of the EBV lytic cycle. *J Virol.* 78:4847–65. 2004.
- [6] Wade, M., Allday, M. J. Epstein-Barr virus suppresses a G(2)/M checkpoint activated by genotoxins. *Mol Cell Biol.* 20:1344–60. 2000.
- [7] Kiebowitz, D., Kieff, E. *Epstein-Barr virus*. In: The Human Herpesvirus. Roizman B, Whitley RJ, Lopez C, editors, New York, pp. 107–172. 1993.
- [8] Bouvard, V., Baan, R., Straif, K., Grosse, Y., et al. A review of human carcinogens – part B: biological agents. *Lancet Oncol.* 10(4):321–2. 10.1016/S1470-2045(09)70096-8. 2009.
- [9] Thompson, M. P., Kurzrock, R. Epstein-Barr virus and cancer. *Clin Cancer Res.* 10(3):803–21. 10.1158/1078-0432.CCR-0670-3. 2004.
- [10] Rostgaard, K., Balfour, H. H., Jr, Jarrett, R., Erikstrup, C., et al. Primary Epstein-Barr virus infection with and without infectious mononucleosis. *PLoS One.* 12:e0226436. 2019.
- [11] Chan, K. H., Tam, J. S., Peiris, J. S., Seto, W. H., Ng, M. H. Epstein-Barr virus (EBV) infection in infancy. *J Clin Virol.* 1:57. 2001.

- [12] Young, L. S., Rickinson, A. B. Epstein-Barr virus: 40 years on. *Nat Rev Cancer*. 4(10):757–68. 2004.
- [13] Houen, G., Trier, N. H. Epstein-Barr Virus and Systemic Autoimmune Diseases. *Front Immunol*. 11:587380. 2021.
- [14] Mesri, E. A. Feitelson, M. A. Munger, K. Human viral oncogenesis: A cancer hallmarks analysis. *Cell Host Microbe*. 15, 266–282. 2014.
- [15] Mrozek-Gorska, P., Buschle, A., Pich, D., Schwarzmayr, T., et al. Epstein-Barr virus reprograms human B lymphocytes immediately in the prelatent phase of infection. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 116 16046–16055. 2019.
- [16] Gupta, S., Ylä-Anttila, P., Sandalova, T., Sun, R., et al. 14-3-3 scaffold proteins mediate the inactivation of trim25 and inhibition of the type I interferon response by herpesvirus deconjugases. *PLoS Pathog*. 15:e1008146. 2019.
- [17] Kumar, R., Whitehurst, C. B., Pagano, J. S. The Rad6/18 ubiquitin complex interacts with the Epstein-Barr virus deubiquitinating enzyme. BPLF1, and contributes to virus infectivity. *J. Virol*. 88 6411–6422. 2014.
- [18] Chiu, Y. F., Sugden, B. Plasmid partitioning by human tumor viruses. *J. Virol*. 92 e02170–17. 2018.
- [19] Huo, S., Luo, Y., Deng, R., Liu, X. et al. EBNA1 constructs an immunosuppressive microenvironment for nasopharyngeal carcinoma by promoting the chemoattraction of Treg cells. *J. Immunother. Cancer* 8:e001588. 2020.
- [20] Valentine, R., Dawson, C. W., Hu, C., Shah, K. M. et al. Epstein-Barr virus-encoded EBNA1 inhibits the canonical NF-kappaB pathway in carcinoma cells by inhibiting IKK phosphorylation. *Mol. Cancer* 9:1. 2010.
- [21] Kempkes, B., Ling, P. D. EBNA2 and Its coactivator EBNA-LP. *Curr. Top. Microbiol. Immunol*. 391 35–59. 2015.
- [22] Pagès, F., Galon, J., Karaschuk, G., Dudziak, D. et al. Epstein-Barr virus nuclear antigen 2 induces interleukin-18 receptor expression in B cells. *Blood* 105 1632–1639. 2005.
- [23] Muromoto, R., Ikeda, O., Okabe, K., Togi, S. et al. Epstein-Barr virus-derived EBNA2 regulates STAT3 activation. *Biochem. Biophys. Res. Commun*. 378 439–443. 2009.
- [24] Nold-Petry, C. A., Lo, C. Y., Rudloff, I., Elgass, K. D. et al. IL-37 requires the receptors IL-18R $\alpha$  and IL-1R8 (SIGIRR) to carry out its multifaceted anti-inflammatory program upon innate signal transduction. *Nat. Immunol*. 16 354–365. 2015.
- [25] Huye, L. E., Ning, S., Kelliher, M., Pagano, J. S. Interferon regulatory factor 7 is activated by a viral oncoprotein through RIP-dependent ubiquitination. *Mol. Cell Biol*. 27 2910–2918. 2007.
- [26] Ning, S., Campos, A. D., Darnay, B. G., Bentz, G. L., Pagano, J. S. TRAF6 and the three C-terminal lysine sites on IRF7 are required for its ubiquitination-mediated activation by the tumor necrosis factor receptor family member latent membrane protein 1. *Mol. Cell Biol*. 28 6536–6546. 2008.

- [27] Rancan, C., Schirrmann, L., Hüls, C., Zeidler, R., Moosmann, A. Latent membrane protein LMP2A impairs recognition of EBV-infected cells by CD8+ T cells. *PLoS Pathog.* 11:e1004906. 2015.
- [28] Shah, K. M., Stewart, S. E., Wei, W., Woodman, C. B., O’Neil, J. D. et al. The EBV-encoded latent membrane proteins. LMP2A and LMP2B, limit the actions of interferon by targeting interferon receptors for degradation. *Oncogene* 28 3903–3914. 2009.
- [29] Bouvet, M., Voigt, S., Tagawa, T., Albanese, M. et al. Multiple viral microRNAs regulate interferon release and signaling early during infection with Epstein-Barr virus. *mBio* 12:e3440. 2021.
- [30] Haneklaus, M., Gerlic, M., Kurowska-Stolarska, M., Rainey, A. A. et al. Cutting Edge: miR-223 and EBV miR-BART15 regulate the NLRP3 inflammasome and IL-1beta production. *J. Immunol.* 189 3795–3799. 2012.
- [31] Buschle, A., Mrozek-Gorska, P., Cernilogar, F. M., Ettinger, A. et al. Epstein-Barr virus inactivates the transcriptome and disrupts the chromatin architecture of its host cell in the first phase of lytic reactivation. *Nucleic Acids Res.* 49 3217–3241. 2021.
- [32] Buschle, A., Mrozek-Gorska, P., Cernilogar, F. M., Ettinger, A. et al. Epstein-Barr virus inactivates the transcriptome and disrupts the chromatin architecture of its host cell in the first phase of lytic reactivation. *Nucleic Acids Res.* 49 3217–3241. 2021.
- [33] Hahn, A. M., Huye, L. E., Ning, S., Webster-Cyriaque, J., Pagano, J. S. Interferon regulatory factor 7 is negatively regulated by the Epstein-Barr virus immediate-early gene. BZLF-1. *J. Virol.* 79 10040–10052. 2005.
- [34] Rosemarie, Q, Sugden, B. Epstein-Barr Virus: How Its Lytic Phase Contributes to Oncogenesis. *Microorganisms*.8(11):1824. 2020.
- [35] Khongthong, P., Roseweir, A. K., Edwards, J., The NF-KB pathway and endocrine therapy resistance in breast cancer, *Endocrine-Related Cancer*, 26, 6, 10.1530/ERC-19- 0087. 2019.
- [36] Demchenko, Y. N., Brents, L. A, Li, Z., Bergsagel, L. P. Et al. Novel inhibitors are cytotoxic for myeloma cells with NFkB inducing kinase-dependent activation of NFkB, *Oncotarget.* 5(12), 4554–4566. 2014.
- [37] Dejardin, E. The alternative NF-kappaB pathway from biochemistry to biology : pitfall and promises for future drug development, *Biochem pharmacol.* 72(9), 1161-1179. 2006.
- [38] Rosemarie, Q., Sugden, B. Epstein-barr virus: How its lytic phase contributes to oncogenesis. *Microorganisms.* 8:1824. 2020.
- [39] Xue, S. A., Labrecque, L. G., Lu, Q.L., Ong, S. K. et al. Promiscuous expression of epstein-barr virus genes in burkitt’s lymphoma from the central African country Malawi. *Int. J. Cancer.* 99:635–643. 2002.
- [40] Cochet, C., Martel-Renoir, D., Grunewald, V., Bosq, J., et al. Expression of the epstein-barr virus immediate early gene, BZLF1, in nasopharyngeal carcinoma tumor cells. *Virology.* 197:358–365. doi: 10.1006/viro.1993.1597. 1993.



- [41] Borozan, I., Zapatka, M., Frappier, L., Ferretti, V. Analysis of epstein-barr virus genomes and expression profiles in gastric adenocarcinoma. *J. Virol.* 92:e1003341. 2018.
- [42] Beisser, P. S., Verzijl, D., Gruijthuijsen, Y. K., Beuken, E., et al. The epstein-barr virus BILF1 gene encodes a G protein-coupled receptor that inhibits phosphorylation of RNA-dependent protein kinase. *J. Virol.* 79:441–449. 2005.
- [43] Germini, D., Sall, F. B., Shmakova, A., Wiels, J., et al. Oncogenic properties of the EBV ZEBRA protein. *Cancers.* 12:1479. 2020.
- [44] Kelly, G. L., Long, H. M., Stylianou, J., Thomas, W. A., et al. An epstein-barr virus anti-apoptotic protein constitutively expressed in transformed cells and implicated in burkitt lymphomagenesis: The Wp/BHRF1 link. *PLoS Pathog.* 5:e1000341. 2009.
- [45] Altmann, M., Hammerschmidt, W. Epstein-barr virus provides a new paradigm: A requirement for the immediate inhibition of apoptosis. *PLoS Biol.* 3:e404. 2005.
- [46] Yang, J., Deng, W., Hau, P. M., Liu, J. Et al. Epstein-barr virus BZLF1 protein impairs accumulation of host DNA damage proteins at damage sites in response to DNA damage. *Lab Investig.* 95:937–950. 2015.
- [47] Dyson, O. F., Pagano, J. S., Whitehurst, C. B. The translesion polymerase pol eta is required for efficient epstein-barr virus infectivity and is regulated by the viral deubiquitinating enzyme BPLF1. *J. Virol.* 91:e00600-17. 2017.
- [48] Ho, T. H., Sitz, J., Shen, Q., Leblanc-Lacroix, A. et al. A screen for epstein-barr virus proteins that inhibit the DNA damage response reveals a novel histone binding protein. *J. Virol.* 92:e00262-18. 2018.
- [49] Shumilov, A., Tsai, M. H., Schlosser, Y. T., Kratz, A. S. et al. Epstein-barr virus particles induce centrosome amplification and chromosomal instability. *Nat. Commun.* -8:14257. 2017.
- [50] Li, R., Zhu, J., Xie, Z., Liao, G. et al. Conserved herpesvirus kinases target the DNA damage response pathway and TIP60 histone acetyltransferase to promote virus replication. *Cell Host Microbe.* 10:390–400. 2011.
- [51] Wu, C. C., Liu, M. T., Chang, Y. T., Fang, C. Y. et al. Epstein-barr virus DNase (BGLF5) induces genomic instability in human epithelial cells. *Nucleic Acids Res.* 38:1932–1949. 2010.
- [52] Van, Gent, M., Braem, S. G., de Jong, A., Delagic, N. et al. Epstein-barr virus large tegument protein BPLF1 contributes to innate immune evasion through interference with toll-like receptor signaling. *PLoS Pathog.* 10:e1003960. 2014.
- [53] Hislop, A. D., Rensing, M. E., van Leeuwen, D., Pudney V. A. et al. A CD8+ T cell immune evasion protein specific to epstein-barr virus and its close relatives in old world primates. *J. Exp. Med.* 204:1863–1873. 2007.
- [54] Yu, H., Robertson, E. S. Epstein-Barr Virus History and Pathogenesis. *Viruses.* 9;15(3):714. doi: 10.3390/v15030714. 2023.
- [55] Jha, H. C., Pei, Y., Robertson, E. S. Epstein-Barr Virus: Diseases Linked to Infection and Transformation. *Frontiers in Microbiology,* 7. 2016.

- [56] Zou, P., Kawada, J., Pesnicak, L., Cohen, J. I. Bortezomib induces apoptosis of Epstein-Barr virus (EBV)-transformed B cells and prolongs survival of mice inoculated with ebv-transformed B cells. *J. Virol.* 81, 10029–10036. 2007.
- [57] Shirley, C. M., Chen, J., Shamay, M., Li, H. et al. Bortezomib induction of C/EBP $\beta$  mediates Epstein-Barr virus lytic activation in burkitt lymphoma. *Blood.*117, 6297–6303. 2011.
- [58] Gross, G., Waks, T., Eshhar, Z. Expression of immunoglobulin-T-cell receptor chimeric molecules as functional receptors with antibody-type specificity. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 86, 10024–10028. 1989.
- [59] Maus, M. V., Grupp, S. A., Porter, D. L., June, C. H. Antibody-modified T cells: CARs take the front seat for hematologic malignancies. *Blood.*123, 2625–2635. 2014.
- [60] Ma, Y., Walsh, M. J., Bernhardt, K., Ashbaugh, C. W. et al. CRISPR/Cas9 Screens Reveal Epstein-Barr Virus-Transformed B Cell Host Dependency Factors. *Cell Host Microbe.* 21(5):580-591. 2017.
- [61] Yuen, K. S., Chan, C. P., Wong, N. M. et al. CRISPR/Cas9-mediated genome editing of Epstein-Barr virus in human cells. *J Gen Virol.* 96(Pt 3):626-636. 2015.
- [62] Huo, H., Hu, G. CRISPR/Cas9-mediated LMP1 knockout inhibits Epstein-Barr virus infection and nasopharyngeal carcinoma cell growth. *Infect Agents Cancer* 14, 30. 2019.
- [63] Watterson, D., Robinson, J., Chappell, K. J., Butler, M. S. et al. A generic screening platform for inhibitors of virus induced cell fusion using cellular electrical impedance. *Sci. Rep.* 6, 22791. 2016.

## OBSTETRİK ACİLLER: VASA PREVİA

**Öğr. Gör. Dr. Gizem ÇITAK<sup>1</sup>, Öğr. Gör. Serpil TOKER<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, gizem.citak@gop.edu.tr- 0000-0002-5484-2233

<sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü,

serpil.toker@gop.edu.tr-0000-0001-6809-6342

### ÖZET

Fetal kan damarlarının, fetusun prezente olan kısmı yanında ve uterus alt segmenti boyunca, umbilikal kordon veya plasenta desteği olmaksızın seyretmesi “Vasa Previa” olarak tanımlanmaktadır. Vasa previa'nın görülme oranı ikizlerde daha yüksektir. Vasa Previa'nın nadir olarak görülmesinin en önemli nedeni doğum sonu kaçırılan bir olgu olmasıdır. Gebeliğin ikinci ve üçüncü trimesterinde ortaya çıkan ağrısız vajinal kanama ile vasa previa kendini göstermektedir. En önemli risk faktörleri; çoğul gebelikler, in vitro fertilizasyon sonrası oluşan gebelikler ve gebeliğin ikinci üç ayında plasenta previa öyküsünün var olması ve bilobüle, Succentriate loblu ve alt segmente uzanan plasentadır. Vasa previa'lı kadınların yaklaşık %60'ı ikinci trimester ultrason taraması sırasında plasenta previa veya iyi tutunamamış plasentaya sahip olduğu saptanmıştır. Özellikle membran rüptürü, servikal dilatasyon veya amniotomi sırasında fetal kan damarlarının zedelenmesi sonucu vajinal kanama görülebilmektedir. Fetal kan damarlarının hasar görmesiyle fetal dokuların kanlanması azalmaktadır. Bazı olgularda ise doğum eylemi sırasında, fetal kan damarları, pelvik duvarlar ile fetus arasında sıkışmaktadır. Bu durumda fetal kan damarlarının bütünlüğü bozulmasa da fetal dokulara giden oksijen miktarı düşmektedir. Dolayısıyla, perinatal morbidite ve mortalite riski artmaktadır. Gebeliğin son altı ayında yapılan renkli Doppler ultrasonografi umbilikal kordonun velamentöz insersiyonunun bulunup bulunmadığı kontrol edilmelidir. Taze vajinal kanama (+/- membran rüptürü) ve ilerleyici taşikardi, uzamış bradikardi veya sinüzoidal patern gibi kalp hızı anormalliklerinin olduğu akut fetal riskin olduğu gebeliklerde vasa previadan şüphelenilmelidir. Vasa öyküsünden şüphelenilen kanama varlığında acil sezaryen ile doğum, neonatal resüsitasyon için olası transfüzyon dahil olmak üzere pediatrik destek sağlanmalıdır. Anne ve yenidoğan bakımından sorumlu ebeler doğum öncesi dönemde tanınması için gebeleri doktora sevk etmeli, gebelikte risk faktörlerini saptamalı, doğumda ve doğum sonu dönemde takip etmeli ve hekimi bilgilendirmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Vasa Previa, Obstetrik Aciller, Ebe

## 1.VASA PREVİA

### 1.1.Tanım

“Vasa”, bir kabı veya kabı ifade eden Latince kelimesinden (“vazo” kelimesini ifade eden) gelen “Vas” kelimesidir. “Previa” iki kelimenin bir birleşimidir: “pre” (veya “prae”) 'dan önceki anlam ve “via” anlam yolu. Tıpta “Previa”, genellikle doğumda geçişi engelleyen herhangi bir şey anlamına gelir. Kelimenin tam anlamıyla, bu nedenle, Vasa previa “Bebek öncesi, yoldaki damarlar” anlamına gelir (Derbala ve ark, 2007).

Vasa previa nadir karşılaşılan bir durumdur. Fetal kan damarlarının, fetusun prezente olan kısmı yanında ve uterus alt segmenti boyunca, umbilikal kordon veya plasenta desteği olmaksızın seyretmesi olarak tanımlanmaktadır (Sharma, et al., 2015). Vasa previa, umbilikal kord veya plasenta tarafından korunmayan fetal kan damarlarının, amniyotik membranlardan geçerek serviksi geçtiğinde ortaya çıkar.

### 1.2.Prevelans

2000 yılında Lee ve arkadaşlarının prevelans çalışmasında 1.5-4: 10.000'de 1.5-4 oranında görülürken (Lee ve ark, 2000); 2015 yılında yaklaşık olarak 2500-5000 doğumda 1 görülmektedir (Sinkey, Odibo, & Dashe, 2015). Vasa previa'nın yaklaşık %10'u ikizlerde görülür. Doğum sonrası kaçırılabilmesi için genel olarak nadir olması muhtemeldir (Derbala ve ark, 2007).

### 1.3.Patogenez

Vasa previa nadirdir fakat membranların rüptürü ile mortal derecede fetal kan kaybı oluşturur. Vasa previa, patolojik görünümüne göre iki tip olarak sınıflandırılmaktadır. Tip I vasa praevia, göbek kordunun plasentaya velemenus sokulması ile oluşur ve Tip II vasa praevia, plasentayı bir süksinirat plasental loba bağlayan velementous fetal damar ile oluşur (RANZCOG, 2016). Perinatal mortalite oranı ortalama %58–%73 arasındadır (Güngören & Karapınar, 2016). Dolaşım sistemi etkilenmediği sürece anne için tehlike oluşturmaz (Taşkın, 2016).

Hem Amerika Birleşik Devletleri'nde hem de küresel olarak artan sezaryen doğum sıklığı ile birlikte, anormal plasantasyonun ortaya çıkma durumu artmıştır. Vasa previa, membran rüptürü sonrası, rüptüre fetal damarlardan kaynaklanan vaginal kanama ile karakterizedir (Öcal, Ülkümen, Pala, & Koyuncu, 2015).

Yapılan vaka derlemelerinde, vasa previa ile komplike olan gebeliklerin perinatal mortalite oranının, ultrason taraması ile geliştirilmiş prenatal tanıya bağlı olarak, büyük ölçüde azaldığını göstermektedir (Bronsteen, Whitten, Balasubramanian, Saltzman, & Roman, 2013). Bugüne kadar yapılan en büyük retrospektiftir vasa previa vaka çalışması sonucunda; bir hasta destek web sitesinden (n = 87) ve 6 farklı tıp merkezinden elde edilen (n = 68) toplam 155 olgu gözden geçirilmiştir. Bu çalışmada, prenatal olarak tanı konan vasa previa için sağkalım oranının % 97.6 olduğunu, intrapartum veya postnatal tanı vakalarında ise bu oranın %43.6'ya düştüğü saptanmıştır. Prenatal tanısı olan olgularda yenidoğan bebeklerin %3,4'ünün transfüzyona ihtiyacı bulunmuş, prenatal tanısı olmayan bebeklerde ise bu ihtiyaç %58.8 oranında olduğu tespit edilmiştir (Oyelese, Catanzarite, & al., 2004).

### 1.4.Risk Faktörleri

Vasa previa için en önemli risk faktörleri; çoğul gebelikler, in vitro fertilizasyon sonrası oluşan gebelikler ve gebeliğin ikinci üç ayında plasenta previa öyküsünün var olması ve bilobüle, Succentriate loblu ve alt segmente uzanan plasentadır. Vasa previa'lı kadınların yaklaşık %60'ı ikinci trimester ultrason taraması sırasında plasenta previa veya iyi tutunmamış plasentaya sahip olduğu saptanmıştır. Sürekli olarak tanımlanmış bir diğer risk faktörü in vitro fertilizasyon olup, bu da 1 vasa previa için riskin yaklaşık olarak 250'de 1'e çıkmasına neden olmaktadır. Gestasyonun tek mi yoksa çoklu mı olduğu dikkate alınmalıdır (Baulies, et al., 2007). IVF (In vitro fertilizasyon) sonrası her 202 doğumdan 1'inde görüldüğü tespit edilmiştir. Genel populasyonda yaklaşık %4-5 oranında görülen vasa previa, plasenta anormalliği olan hastaların yaklaşık %33'ünü etkilemektedir (Özer, Özer, & Pektaş, 2014).

Plasentasyon anormalliği saptanan tüm olgular, IVF gebelikleri ve çoğul gebelikler vasa previa açısından değerlendirilmeli, eylem sırasında vajinal kanama gözlemlenen düşük riskli olgularda vasa previa olabileceği düşünülmeli ve ayırıcı tanı için pelvik muayene ve ultrasonografi birlikte gerçekleştirilmelidir (Özer, Özer, & Pektaş, 2014).

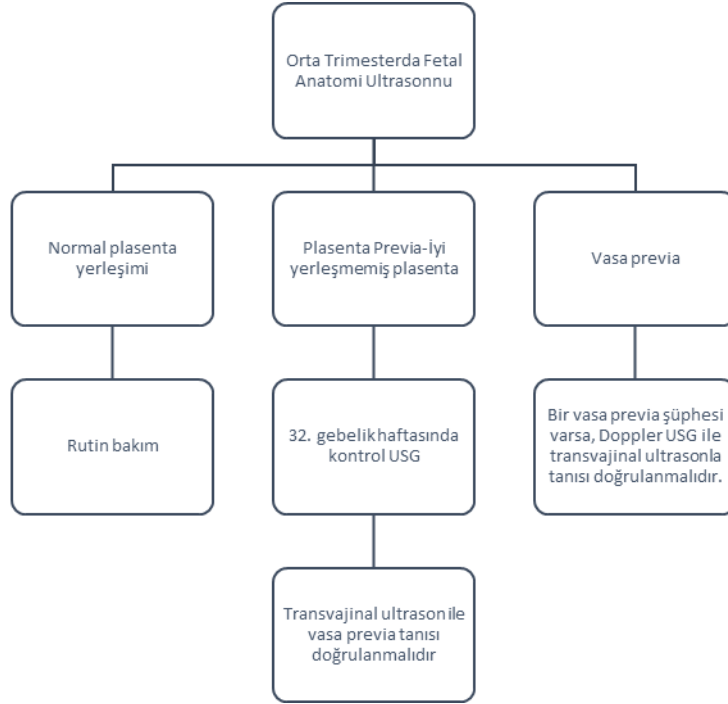
Oyelese ve ark. (2004) yapmış olduğu bir çalışmada 155 vasa previa gebeliklerinin, doğumdan önce teşhis edilmediğinde perinatal mortalite için %56 risk taşıdığını saptamışlardır. Membran rüptürü öncesinde prenatal tanı ve elektif sezeryan doğumlarında fetal sağ kalım oranının %97'e ulaştığı saptanmıştır.

### **1.5.Belirti Bulgu ve Tanı**

Gebeliğin 2. ve 3. üç aylarında ortaya çıkan ağrısız vajinal kanama ile vasa previa kendini göstermektedir. Özellikle membran rüptürü, servikal dilatasyon veya amniotomi sırasında fetal kan damarlarının zedelenmesi sonucu vajinal kanama görülebilmektedir. Fetal kan damarlarının hasar görmesiyle fetal dokuların kanlanması azalmaktadır. Bazı olgularda ise doğum eylemi sırasında, fetal kan damarları, pelvik duvarlar ile fetus arasında sıkışır. Bu durumda fetal kan damarlarının bütünlüğü bozulmasa da fetal dokulara giden oksijen miktarı düşmektedir. Ayrıca, plasenta previa olgularının hepsi, antepartum vajinal kanaması olan vakaların tümü, çoğul gebelikler, anormal şekilli plasenta saptanan olgular ve IVF gebelikleri vasa previa açısından ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir (Nishtar & Wood, 2012).

Prenatal tanı, internal servikal os boyunca veya yakınından geçen fetal damarların tanımlanmasına dayanır ve birçok olgu sunumunda transvajinal veya transabdominal değerlendirmelerle renkli Doppler ve 3- boyutlu sonografi kullanılarak tanımlanır (Rebarber, Dolin, Fox, & Klauser, 2014). Tüm vasa praevia vakalarının antenatal olarak teşhis edilemeyeceği bilinmelidir. Transvajinal olarak, fetal damarların yönü tanıyı inhibe edebilir. Yanlış pozitifler nadir değildir ve hareket artefaktları, göbek kordonu (funik) veya marjinal plasental sinüslerden kaynaklanabilirler ( RANZCOG, 2016).

## Vasa previa tanısı için algoritma



### 1.6.Yönetimi

Doğrulanmış vasa previa vakalarında optimal yönetimi hakkında bilgi vermek için klinik deneyler yoktur ve sonuçların şiddeti etik olarak doğrulanabilir değildir. Sonuç olarak, en iyi yönetim stratejileri retrospektif vaka çalışmalarına ve fikir birliği görüşlerine dayanmaktadır. Kanaması olmayan vasa previa vakalarının doğrulanması için klinik rehberler aşağıdaki yönetimi önermektedir.

- Membran rüptürü, vajinal kanama veya preterm eylem durumunda acil doğum olayını hızlandırmak için 30 haftalık gebelikten doğum saatine kadar hastaneye kabulü gerçekleştirilmelidir.
- Erken doğumun öngörüldüğü vakalarda fetal akciğer maturasyonu için kortikosteroid uygulaması yapılmalıdır.
- Pediatrik uzmanlığa ve uygun yenidoğan bakım düzeyine sahip bir hastaneye kabul edilmeli ve doğum burada gerçekleştirilmelidir.
- Doğumun başlangıcından önce sezaryen ile doğum yapılmalıdır (Gagnon, 2009).

Antenatal tanı, bilinen vasa öyküsü olan kadınlarda sonucu optimize ederken, tanısı yapılmamış olgular da ortaya çıkmaktadır. Vasa öyküsünün, yeni vajinal kanama (+/- membran rüptürü) ve ilerleyici taşikardi, uzamış bradikardi, sinüzoidal patern veya fetal ölüm gibi kalp hızı anormallikleriyle akut fetal riskin olduğu gebeliklerde şüphelenilmelidir. Vajinal kanamanın fetal kökenli olup olmadığını belirlemek için başucu testleri mevcut iken, bu testlere erişmek genellikle herhangi bir klinik kullanımda çok yavaştır. Küçük fetal kan hacmi nedeniyle, nispeten az miktarda kan kaybı, fetal şoka neden olabilir ( RANZCOG, 2016).



### Vasa Previa Yönetiminde Öneriler

Öneriler	Kalite Derecesi
Doğum öncesi vasa praevianın tanısı perinatal mortalite ve morbiditede anlamlı bir azalmaya sebep olmaktadır.	Ortak fikir birliğine dayanmaktadır
Vasa praevia, internal os'dan 2 cm uzakta bulunan bir fetal atım bulunduğu tespit edilmelidir.	Ortak fikir birliğine dayanmaktadır
Transvajinal ultrason ile tekil gebeliklerin vasa previa açısından rutin olarak taranması önerilmez.	Ortak fikir birliğine dayanmaktadır
Mümkünse, rutin olarak orta trimester taramada transabdominal ultrason ve renkli Doppler kullanarak plasental kordu bulmak için tarama önerilir.	Ortak fikir birliğine dayanmaktadır
Orta trimester taramasında vasa praevia ile ilişkili bir filamentöz kord veya diğer risk faktörlerinin varlığında, transvajinal tarama için uygun eğitimli profesyonel tarafından ayrıntılı değerlendirme yapılmalıdır.	Ortak fikir birliğine dayanmaktadır
Doğum öncesi tanısı konulan vasa praevialı kadınları, yaklaşık 30 gestasyon haftasından doğumuna kadar uygun neonatal yapıya sahip ve akciğer gelişimi için kortikosteroid uygulanabilecek bir hastanede takip edilmelidir.	Ortak fikir birliğine dayanmaktadır
Doğum 35. gebelik haftasında gerçekleştirilmelidir.	Ortak fikir birliğine dayanmaktadır
Taze vajinal kanama (+/- membran rüptürü) ve ilerleyici taşikardi, uzamış bradikardi veya sinüzoidal patern gibi kalp hızı anormalliklerinin olduğu akut fetal riskin olduğu gebeliklerde vasa praeviadan şüphelenilmelidir.	Ortak fikir birliğine dayanmaktadır
Vasa öyküsünden şüphelenilen kanama varlığında acil sezaryen ile doğum, neonatal resüsitasyon için olası transfüzyon dahil olmak üzere pediatrik destek sağlanmalıdır. Yenidoğan bakımından sorumlu olanlar, sezaryen öncesi fetal kan kaybından şüphelenmelidir.	Ortak fikir birliğine dayanmaktadır

RANZCOG. (2016). *Vasa Praevia*. Australian : Royal Australian and New Zealand College of Obstetricians and Gynaecologists.



## KAYNAKÇA

- Baulies, S., Maiz, N., Munoz, A., Torrents, M., M, E., & Serra, B. Prenatal ultrasound Diagnosis of Vasa Praevia and Analysis of Risk Factors. *Prenatal Diagnosis*, 2007; 27:595-9.
- Bronsteen, R., Whitten, A., Balasubramanian, M., Saltzman, D., & Roman, A. Vasa Previa: Clinical Presentations, Outcomes, and Implications for Management. *Obstetric and Gynecology*, 2013;122:352-7.
- Derbala, Y., Grochal,F., Jeanty, P. Vasa Previa. *Journal of Prenatal Medicine* 2007; 1 (1): 2-13.
- Gagnon, R. Guidelines for the management of vasa previa. *Journal of Obstetric and Gynecology Can*, 2009;31: 748-750.
- Güngören, A., & Karapınar, O. S. Ablasyo Plasenta, Plasenta Previa, Vasa Previa ve Uterin Rüptür. *Türkiye Klinikleri J Gynecol Obst-Special Topics* ,2016; 9(4):15-23
- Lee W, Lee VL, Kirk JS, Sloan CT, Smith RS, Comstock CH. Vasa previa: prenatal diagnosis, natural evolution, and clinical outcome. *Obstet Gynecol* 2000 Apr;95(4):572-6
- Nishtar, A., & Wood, P. Is it Time to Actively Look for Vasa previa? . *Journal of Obstetric and Gynaecology*, 2012; 32: 413-8.
- Oyelese, Y., Catanzarite, V., & al., F. P. Vasa Previa: The Impact of Prenatal Diagnosis on Outcomes. *Obstetric and Gynecology*, 2004;103:937-42.
- Oyelese, Y., Catanzarite, V., & al., F. P. Vasa Previa: The Impact of Prenatal Diagnosis on Outcomes. *Obstetric and Gynecology*, 2004;103:937-42.
- Öcal, E., Ülkümen, B. A., Pala, H. G., & Koyuncu, F. M. Antenatal Vasa Previa Tanı ve Takibi. *15. Ulusal Perinatoloji Kongresi, 15–18 Ekim 2015* (s. 29). Muğla: Supplement, 2015.
- Özer, A., Özer, S., & Pektaş, M. K. Olgu Sunumu: Doğum Eylemi Sırasında Tanı. *Cumhuriyet Tıp Dergisi*, 2014;36: 261-264.
- RANZCOG. *Vasa Praevia* . Australian : Royal Australian and New Zealand College of Obstetricians and Gynaecologists, 2016.
- Rebarber, A., Dolin, C., Fox, N. S., & Klauser, C. K. Natural History of Vasa Previa Across Gestation Using a Screening Protocol. *Journal of Ultrasound Medicine*, 2014; 33:141–147.
- Sharma, R., Patibandla, J., Blue, L., Kiko, D., Krew, M., & Hopkins, M. Recurrent Vasa Previa: The Importance of History Based Screening. *Medical Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2015;3(2): 1056.
- Sinkey, R. G., Odibo, A. O., & Dashe, J. S. Diagnosis and Management of Vasa Previa. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, 2015; 615-619.
- Taşkın, L. Vasa Previa. G. v. Harmon içinde, *Yüksek Riskli Gebelik ve Doğum* (s. 450-455). Ankara: Palme Yayıncılık, 2016.

## OBSTETRİK ACİLLER: UTERUS İNVERSİYONU

**Öğr. Gör. Dr. Gizem ÇITAK<sup>1</sup>, Öğr. Gör. Serpil TOKER<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, gizem.citak@gop.edu.tr- [0000-0002-5484-2233](tel:0000-0002-5484-2233)

<sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, serpil.toker@gop.edu.tr-0000-0001-6809-6342

### ÖZET

Uterus inversiyonu doğumun üçüncü evresine ait uterusun ters yüz olması ile ifade edilen nadir ve ciddi bir komplikasyondur. Uterin inversiyon dört dereceye ayrılır; 1.derece, fundus internal os'a ulaşmıştır, 2. Derece, fundus uterus ağzından çıkar ancak vajinanın dışında değildir, 3. derece, fundus vajinanın dışına çıkar ve 4. Derece, uterus, serviks ve vajina tamamen ters çevrilir ve dışarıdan görülebilir. Uterin inversiyon primiparite, oksitosin kullanımı, makrozomi ve plasentanın fundal yerleşimi ile ilişkilidir. Kısa göbek kordonu, uterus atonisi, primiparite, makrozomik fetüs, zayıf kollajen uterus yapısı ve önceki uterus inversiyonunda antepartum magnezyum sülfat kullanma diğer risk faktörleridir. Uterus inversiyonu geç tanı konması veya başarısız klinik tedavi durumunda, histerektomi de dahil olmak üzere invazif redüksiyon yöntemleri gerektiren bir durumdur. Akut uterin inversiyon, plasenta doğumdan sonra uterustan ayrılmadığı zaman ortaya çıkar. Akut uterin inversiyon nispeten nadir bir obstetrik acil durumdur, ancak gecikmenin yol açabileceği ölümcül bir sonucu önlemek için gerçekleştiğinde acil yönetim gerektirir. Acil obstetrik bakım hizmetlerine erişimin hala yetersiz olduğu, gelişmekte olan ülkelerin uzak kırsal alanlarında görülme sıklığı daha yüksektir. Akut uterus inversiyonunun bakımı, ağrı yönetimi, resüsitasyon ve uterusun elle yerleşmesini (replasmanını) içermektedir. Sonuç olarak uterin inversiyon derhal müdahale gerektiren acil bir obstetrik durumdur ve ebelerin konu ile ilgili farkındalıklarının olması önemlidir.

**Anahtar Kelimeler: Uterin İversiyon, Ebelik, Acil Obstetrik Bakım**

## 1. Uterus İnversonu

### 1.1.Tanımı

Uterus inversonu doğumun üçüncü evresine ait uterusun ters yüz olması ile ifade edilen nadir ve ciddi bir komplikasyondur. Akut uterin inverson, plasenta doğumdan sonra uterustan ayrılmadığı zaman ortaya çıkar (South Australian Maternal & Neonatal Clinical Network, 2016). Plasenta ayrılmadan kordon traksiyonu uygulamasından kaynaklanır (South Australian Perinatal Practice Guidelines, 2017). Şok genellikle kanama ile "orantısız" olarak tanımlanır (Mbuagbaw & Okwen, 2013). Son çalışmalar 1/2.000 olduğu sonucuna vardığına da, gerçek insidans belirsizdir çünkü bazı hafif formları kendiliğinden düzelmekte ve bu nedenle rapor edilmemektedirler (Evans, B-Lynch, Evrüke, & Dülger, 2014). Gecikmiş tanı morbidite ve mortaliteyi artırır ve tedaviyi sınırlandırabilir. Genellikle klinik olarak şüphelenilir ve tersine çevrilmiş fundus gözlendiğinde kesin tanı konabilir. Alt karın ağrısı ve vajinal kanama, sonunda şok olan tipik belirtisidir (Matos, Ozaki, Yamanari, Neto, & Funari, 2017).

Ters uterin fundus, uterus boşluğu içinde kalabilir bazı olgularda vajina içinde veya vajinanın dışında rahim ağzından da uzanabilir (Matos, Ozaki, Yamanari, Neto, & Funari, 2017). Total inverson da hem vajina hem de uterus terstir. Etkilenen annelerin % 15'inde ağrı, kan kaybı ve şok nedeniyle ölüm meydana gelebilir. Uterin inversonu seviyesine göre;

1.derece: Fundus internal os'a ulaşır.

2. derece: Fundus uterus ağzından çıkar ancak vajinanın dışında değildir

3. derece: Fundus vajinanın dışına çıkar

4. derece: Uterus, serviks ve vajina tamamen ters çevrilir ve dışarıdan görülebilir (Mbuagbaw & Okwen, 2013).

### 1.2.Sınıflama

Uterus inversonu fundusun serviksten geçip geçmemesine bağlı olarak komplet veya inkomplet olabilir. Uterus inversonu doğumdan sonraki ilk 24 saat içerisinde gelişirse akut olarak adlandırılır. İlk 24 saatten sonra ve doğum sonu ilk 4 hafta içerisinde oluşan inverson subakut adını alır. Nadir kronik inverson da doğum sonu 4 haftadan sonra oluşur (South Australian Perinatal Practice Guidelines, 2017).

### 1.3.Risk Faktörleri

Her ne kadar literatürde birçok risk faktörü tanımlanmış olsa da, ana etken plasentanın plasentanın manuel olarak çıkarılması durumundaki sert manevralardan kaynaklanmaktadır (Matos, Ozaki, Yamanari, Neto, & Funari, 2017). Uterin inverson primiparite, oksitosin kullanımı, makrozomi ve plasentanın fundal yerleşimi ile ilişkilidir. Kısa göbek kordonu, uterus atonisi, primiparite, makrozomik fetus, zayıf kollajen uterus yapısı ve önceki uterus inversonunda antepartum magnezyum sülfat kullanma diğer risk faktörleridir (South Australian Perinatal Practice Guidelines, 2017). İnverson vakalarının %47,5 kan transfüzyonu gerektirmektedir. Özellikle doğumun üçüncü evresinin aktif yönetiminin rutin olarak uygulanmadığı durumlarda, doğumu profesyonel olmayan kişiler tarafından yapılan kadınlar arasında görülme sıklığı daha yüksektir (Ojabo, Adesiyun, Ifenne, Hember-Hilekan, & Umar, 2015).

#### 1.4.Etiyoloji

Crede metodu ve kontrolsüz kordon traksiyon ile doğurtulması, akut uterus inversiyonu riskini arttırmaktadır. Güçlü bir şekilde kasılan uterus, plasentayı dışarıya atmak için piston görevi görür. Pelvik girim aksına el ayası ile plasentayı alt genital kanaldan çıkartmak amacıyla aşağıya ve arkaya doğru kuvvet uygulanır. Maalesef uterus kasılmadan yapılan Crede manevrası akut inversiyona neden olabilir (Mbuagbaw & Okwen, 2013).

Diğer etiyojik faktör ise; uterus atonideyken fundustan güçlü basınç uygulayarak plasentayı çıkartmaya çalışmak ve uterus gevşek iken fundusa yerleşmiş plasentanın göbek kordonundan traksiyonunu içerir. Ayrıca fundusta bölgesel atoni ve uterusun geri kalan kısmında kontraksiyonlar ile de oluşabilir. Diğer etiyojik faktörler makrozomi, polihidramnios, çoğul gebelik, primiparite ve oksitosin uygulanmasıdır. Oysa diğer durumlarda inversiyon öksürme, hapşırma veya kasılma gibi ani abdominal basınç artışı ile oluşur (Ojabo, Adesiyun, Ifenne, Hembar-Hilekan, & Umar, 2015)

Kronik inversiyon fark edilmemiş bir akut inversiyonun veya serviksten prolabe olan bir submüköz myomun bir sonucu olabilir. Plasentanın bir kotiledonunun retansiyonu ile oluşan plasental polip de aynı duruma neden olabilir (Mbuagbaw & Okwen, 2013).

#### 1.5.Yönetimi

Uterus inversiyonu geç tanı konması veya başarısız klinik tedavi durumunda, histerektomi de dahil olmak üzere invazif redüksiyon yöntemleri gerektiren bir durumdur (Momin, Saifi, Pethani, & Mitha, 2009). Akut uterin inversiyon nispeten nadir bir obstetrik acil durumdur, ancak gecikmenin yol açabileceği ölümcül bir sonucu önlemek için gerçekleştiğinde acil yönetim gerektirir. Acil obstetrik bakım hizmetlerine erişimin hala yetersiz olduğu, gelişmekte olan ülkelerin uzak kırsal alanlarında görülme sıklığı daha yüksektir (Ojabo, Adesiyun, Ifenne, Hembar-Hilekan, & Umar, 2015). Akut uterus inversiyonunun bakımı, ağrı yönetimi, resüsitasyon ve uterusun elle yerleşmesini (replasmanını) içermektedir (Mbuagbaw & Okwen, 2013).

El bir antiseptik ile kayganlaştırılır ve vajina içerisine yerleştirilir. Servikal halka çevresinde parmaklarla nazik manevralar yaparak ve elin ayası ile de yukarıya eş zamanlı basınç uygulayarak, uterus yavaş yavaş yerine itilir. İncelmiş alt segment yırtılıp yaralanabileceğinden kuvvet uygulanması tehlikelidir. Uterusun yeniden konumlandırma gerçekleşmeden önce göbek seviyesinin üstündeki karın boşluğuna kaldırılması gerekmektedir. Girişimler yapılmadan önce veya eş zamanlı olarak anestezi şarttır. Obstetrik anestezi tarafından uygulanan genel anestezi tercih edilir. Parmakla yerine itme, uterusu yeterli kas tonusu sağlanarak desteklenmelidir (Ojabo, Adesiyun, Ifenne, Hembar-Hilekan, & Umar, 2015). İki adet damaryolu açılmalıdır. Placenta hala yerinde ise, uterus replasmanı tamamlanana kadar yerinde bırakılmalıdır. Uterusun el ile yeniden ters çevirerek ve uterusun sert bir kasılması hissedilene kadar el uterusu tutulmaya çalışılmalıdır. Her gecikme uterusun yerine yerleştirilmesini zorlaştırdığından, oradaki ilk sağlık uzmanı yerleştirme girişimini yapmalıdır. Rejiyonel anestetikler, işlemin uygulanmasını kolaylaştırır. Uterusun aşağıya en son inen kısmı yukarıya ilk çıkmalıdır. Bu alt segmentin ilk, fundusun sonra yerleştirilmesini ifade etmektedir. Cross kanı alınmalı ve 4 ünite tam kan hazırlanmalıdır. İntravenöz sıvılara başlanmalıdır (Mbuagbaw & Okwen, 2013).

Doğum sonrası kanama takibi yapılmalıdır. Kadının kan kaybı 1000 mL'den fazla ise, klinik şok belirtileri açısından gözlenmelidir (Matos, Ozaki, Yamanari, Neto, & Funari, 2017). Şok başlangıçta bradikardi ve hipotansiyon belirtileri ile nörojenik olabilir, ancak zamanla doğum sonrası kanama meydana gelecektir (Ojabo, Adesiyun, Ifenne, Hembar-Hilekan, & Umar, 2015). Uterin replasman başarılı olduğunda, uterus birkaç dakika yerinde tutulmalı ve uterusun kasılmasını teşvik etmek ve yeniden inversiyonu önlemek için uterotonikler uygulanmalıdır. Enfeksiyonu önlemek için uygun antibiyotik tedavisi başlanmalıdır (Ojabo, Adesiyun, Ifenne, Hembar-Hilekan, & Umar, 2015).

Manuel değiştirme başarısız olursa, hidrostatik yöntem kullanılmalıdır. İşlem kadın litotomi konumundayken ameliyathanede gerçekleştirilir. Sıcak steril su veya izotonik sodyum klorür çözeltisi vajinaya hızlı bir şekilde kauçuk bir tüp veya intravenöz tüp vasıtası ile vücut ısısında 1–2 litre salin solüsyonu vajinaya verilmelidir. Bu sırada doğum hekimi el ile introitusu kapatmalıdır. Vajinal duvarlar geniştikçe, uterusun fundusu yükselir ve inversiyon genellikle hemen düzelir. Bir kez başarı sağlandıktan sonra, uterus fundusu desteklenerek sıvının yavaşça vajinadan çıkmasına izin verilir (Evans, B-Lynchİ, Evrüke, & Dülger, 2015). Hidrostatik yöntemle ilişkili olası komplikasyonlar şunlardır: Enfeksiyon, prosedürün başarısızlığı ve teorik olarak salin embolisi. İnfüzyon hacmi kadar beş litre sıvı önerilmiş olmasına rağmen, bildirilmiş hiçbir salin embolisi veya pulmoner ödem vakası olmamıştır (Ojabo, Adesiyun, Ifenne, Hembar-Hilekan, & Umar, 2015).

Tokoliz, manuel yerleştirme veya hidrostatik metot kullanılmadan önce uterusun gevşetilmesinde rol oynar. Bununla birlikte tokolitik kullanmanın olumsuz etkisi, özellikle şok varlığında istenmeyen bir durum olan doğum sonrası kanamanın şiddetlenmesidir. Manuel yerleştirme başarısız olursa, genel anestezi gerekir. Genel anestezinin avantajı, maternal ağrının yanı sıra uterus gevşemesini teşvik etmesidir (Uzoma & Ola, 2010).

## KAYNAKLAR

- Evans, D. G., B-Lynch, C., Evr ke, İ. C., & Dülger, B.  . (2014). *Obstetrik Travma*. [http://www.glowm.com/resources/glowm/pph\\_pdf/Turkish-PPH-Chap-09.pdf](http://www.glowm.com/resources/glowm/pph_pdf/Turkish-PPH-Chap-09.pdf).
- Evans, D. G., B-Lynch, C., Evr ke, C., & Dülger, B.  . (2015). *Obstetrik Travma. Doc player*, <https://docplayer.biz.tr/1798729-Bolum-9-obstetrik-travma-d-g-evans-c-b-lynch-i-c-evruke-b-ozbakir-dulger.html>.
- Matos, B., Ozaki, M., Yamanari, M., Neto, M., & Funari, M. (2017). Acute Puerperal Uterine Inversion. *Research Gate*, DOI: 10.1594/EURORAD/CASE.14233.
- Mbuagbaw, L., & Okwen, P. M. (2013). Complete Acute Uterine Inversion . *Pan African Medical Journal* , 16:33. doi:10.11604/pamj.2013.16.33.1956.
- Mbuagbaw, L., & Okwen, P. M. (2013). Complete Acute Uterine Inversion . *Pan African Medical Journal* , 16:33. doi:10.11604/pamj.2013.16.33.1956.
- Momin, A., Saifi, S., Pethani, N., & Mitha, S. (2009). Sonography of Postpartum Uterine Inversion from Acute to Chronic Stage. *J Clin Ultrasound*, 37:53-56.
- Ojabo, A., Adesiyun, A., Ifenne, D., Hembar-Hilekan, S., & Umar, H. (2015). Acute Uterine Inversion: A Case Report and Literature Review. *Archives of International Surgery*, 5 (1): 52-55.
- South Australian Maternal & Neonatal Clinical Network. (2016). *South Australian Perinatal Practice Guidelines – Uterine inversion*. [https://www.sahealth.sa.gov.au/wps/wcm/connect/09c138804eee7aaf804aa36a7ac0d6e4/Uterine+inversion\\_May2014.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-09c138804eee7aaf804aa36a7ac0d6e4-1IHH7mO](https://www.sahealth.sa.gov.au/wps/wcm/connect/09c138804eee7aaf804aa36a7ac0d6e4/Uterine+inversion_May2014.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-09c138804eee7aaf804aa36a7ac0d6e4-1IHH7mO)
- South Australian Perinatal Practice Guidelines. (2017). *Uterine Inversion*. Australian: KEMH Clinical Guidelines, Obstetrics & Midwifery.
- Uzoma, A., & Ola, B. (2010). Complete uterine inversion managed with a rusch balloon catheter . *Journal of Medical Case Reports* 2010;1:8-9, 1 (1):8-9.



## YOĞUN BAKIM SONRASI SENDROMUNUN PATOFİZYOLOJİSİ

**Doç. Dr. Pınar AYYAT<sup>1</sup>, Doç. Dr. Başak BÜYÜK<sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Nurbanu SAZAK<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> İzmir Demokrasi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anestezi ve Reanimasyon AD,  
drpinarunde@yahoo.com – ORCID ID: 0000-0002-9941-3109

<sup>2</sup> İzmir Demokrasi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji AD, drbasakbuyuk@hotmail.com -  
ORCID ID: 0000-0003-1817-2241

<sup>3</sup> İzmir Demokrasi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Enfeksiyon Hastalıkları AD,  
[drsezak@yahoo.com](mailto:drsezak@yahoo.com) - ORCID ID: 0000-0001-9472-1340

### ÖZET

Yaşlı nüfusun artması, dünya çapında gelişmiş ülkelerde önemli bir sosyal sorundur ve yoğun bakım ünitelerindeki (YBÜ) yaşlı hastaların sayısında hızlı bir artışa yol açmıştır. Tıbbi teknolojideki yenilikçi ilerlemeler, yoğun bakım ünitelerindeki hastaların hayatlarının kurtarılmasına olanak sağlamaktadır, ancak hastaların uzun vadeli prognozlarını iyileştirmeye yönelik çeşitli sorunlar hala mevcuttur. Yoğun bakım sonrası sendromu (YBSS), yoğun bakımda kalış sırasında, yoğun bakım ünitesinden taburcu olduktan veya hastaneden taburcu olduktan sonra ortaya çıkan fiziksel, bilişsel ve zihinsel bozuklukların yanı sıra yoğun bakım hastalarının uzun vadeli prognozunu ifade etmektedir. Bu durum aynı zamanda pediatrik hastalar (YBSS-P) ve yoğun bakımdan çıkan hastaların ailelerinin durumu (YBSS-F) için de geçerlidir. YBSS'nun önlenmesi, deliryumun önlenmesi, erken rehabilitasyon, aile müdahalesi ve yoğun bakım ünitesine kabul anından taburculuk anına kadar takibi içeren ABCDEFGH paketinin uygulanmasını gerektirir. İyileşme için günlük, beslenme, hemşirelik bakımı ve çevre yönetimi de YBSS'nun önlenmesinde önemlidir. Bu çalışma YBSS'nun patofizyolojisini, önlenmesini ve gelecekteki yönlerini özetlemektedir.

**Anahtar kelimeler:** Yoğun bakım sonrası sendromu, deliryum, erken rehabilitasyon

### GİRİŞ

Yoğun bakım tıbbı, yoğun bakım ünitesindeki (YBÜ) yardımcı dolaşım ve solunum ekipmanlarındaki teknik yenilikler, eğitim programlarının standardizasyonu ve geliştirilmesi nedeniyle son yüzyılda çarpıcı bir şekilde gelişti. Bu nedenle, yoğun bakım hastalarının mortalite ve sağkalım oranları dahil olmak üzere kısa vadeli sonuçları önemli ölçüde iyileşmiştir [1].

Ayrıca, yaşlı nüfustaki artış, gelişmiş ülkeler için önemli bir sosyal sorundur. Japonya'nın yanı sıra Avrupa'nın gelişmiş ülkeleri ile ABD, Çin, Kore ve diğer birçok Asya ülkesinde vatandaşların yaş ortalaması yükselmektedir. Ayrıca, 2050 yılına gelindiğinde Afrika



ve Orta Doğu ülkeleri hariç dünyanın büyük bir bölümünde 65 yaş üstü yaşlıların oranı %20'nin üzerine çıkacak ve bu onları süper yaşlı toplumlar haline getirecektir [2]. Yaşlı nüfustaki artış dünya çapında olduğu gibi ülkemizde de önemli bir sosyal sorundur. Yaşlı hasta sayısı hızla artmaktadır. Nüfusun yaşlanması ve tıp teknolojisindeki ilerleme ile birlikte her yıl yoğun bakıma ihtiyaç duyan yaşlı sayısı artmaktadır. Acil servis ve yoğun bakım ünitelerinde yaşlıların yönetimi elzemdir.

Yaş, yoğun bakım ünitesi hastalarında, özellikle sepsis hastalarında mortalite için kötü bir prognostik faktördür [3]. 65 yaş üstü yaşlılar, sepsis hastalarının yaklaşık %60'ını oluşturur ve ölümlerin yaklaşık %80'inden sorumludur [4]. Dünya çapında yaşlanmayla birlikte sepsisli hasta sayısı artmış ve yoğun bakım hastalarının uzun vadeli prognozunu büyük ölçüde etkilemiştir. Yende ve meslektaşları, yaklaşık 2.000 sepsis hastasını içeren iki çok uluslu randomize kontrollü çalışmayı analiz ederek yoğun bakım ünitesinden ayrılan hastaların üçte birinin 6 ay içinde öldüğünü bildirmiştir. Bu bulgular, kalıcı fonksiyonel bozukluk olduğunu ve günlük yaşam aktivitelerin engellendiğini göstermektedir.

Yoğun bakım ünitesinin mevcut ve gelişen durumunu göz önünde bulundurarak Yoğun Bakım Tıbbı Derneği (Society of Critical Care Medicine), yoğun bakım ünitesinden taburcu olduktan sonra subakut/kronik fiziksel ve psikolojik sorunları ele almak için yoğun bakım sonrası sendromuna (YBSS) dikkat çekmiştir [5]. Yoğun bakım sonrası sendromu, yoğun bakımda kalış sırasında veya yoğun bakımdan/hastaneden taburcu olduktan sonra ortaya çıkan ve yoğun bakım hastalarının uzun vadeli prognozunu ve hastanın ailesi üzerindeki etkilerini içeren fiziksel, bilişsel ve psikolojik bir bozukluktur. Ayrıca, Nakamura ve arkadaşları yakın zamanda, yaşlı insanlar için akut bakımın disfajide güçlükler içerdiğine ve yoğun bakım ünitesinde uzun süreli kalışla ilişkili olduğuna dair kanıtlara dayanarak akut bakım sonrası sendromu kavramını önermiştir [6].

## **PATOFİZYOLOJİ**

### **1-Yoğun Bakım Sonrası Sendromundaki Fiziksel Bozukluklar**

Yoğun bakım tıbbındaki ilerlemeler nedeniyle kritik hastalarda mortalitenin azalmasıyla, yoğun bakımda hayatta kalanlarda uzun vadeli fiziksel bozukluk büyüyen bir endişe kaynağı haline gelmiştir [7]. Yoğun bakım ünitesi kaynaklı güçsüzlük (YBÜ-G), kas zayıflığı ile ilgili bir faktördür [8,9]. Kritik bir hastalığın neden olduğu, ekstremitelerde simetrik akut kas güçsüzlüğü olarak tanımlanır. Yoğun bakım ünitesi kaynaklı güçsüzlük, kritik hastalık polinöropatisi, kritik hastalık miyopatisi, kritik hastalık nöromiyopatisi ve kas kondisyon kaybı olarak sınıflandırılır [10].

YBÜ-G tanısı, üst ve alt ekstremitelerdeki çeşitli kas gruplarının kuvvetini derecelendirmek için Tıbbi Araştırma Konseyi ölçeğine göre konur. 24 saat ara ile ikiden fazla kaydedilen tüm test edilebilir kas gruplarında 48'in altındaki birleşik skor, YBÜ-Güçsüzlüğü için tanısaldır [11]. YBÜ-Güçsüzlüğü insidansı, yoğun bakımdaki erişkin hastalarda %40'tır [12]. Kritik hastalık polinöropatisi en yaygın kategoridir ve onu nöromiyopati takip eder [13]. YBÜ- Güçsüzlüğü patofizyolojik mekanizmaları çok faktörlü olarak kabul edilir. Mikrovasküler iskemi, katabolizma ve hareketsizlik iskelet kası kaybına neden olabilirken, sinir

iskemisi, sodyum kanallarının işlev bozukluğu ve sinir mitokondri hasarı ile sonuçlanan mikrovasküler yaralanma kritik hastalıkla ilişkili nöropati, miyopati veya her ikisine birden katkıda bulunabilir.

Yoğun bakım ünitesi kaynaklı güçsüzlük, uzamış mekanik ventilasyona, artan YBÜ ve hastanede kalış sürelerine ve mortaliteye katkıda bulunur [14,15]. Kuadripleji hastalığının etkisinden sonra genellikle birkaç haftadan birkaç aya kadar düzelir. Nadiren hayatta kalanlarda motor fonksiyon bozukluğu birkaç aydan birkaç yıla kadar devam edebilir [16,17].

YBÜ-Güçsüzlük riski kadın cinsiyet, sepsis, katabolik durum, çoklu organ yetmezliği, sistemik inflamatuvar yanıt sendromu, uzun süreli mekanik ventilasyon, hareketsizlik, hiperglisemi, glukokortikoidler ve nöromüsküler bloke edici ajanlar ile ilişkilidir. YBÜ-Güçsüzlüğü gelişen hastaların sonuçlarını iyileştirmeye yönelik etkili müdahaleler konusunda bir fikir birliği oluşturulmamıştır; bununla birlikte, erken fiziksel rehabilitasyon, nöromüsküler elektrik stimülasyonu ve glukoz kontrolü gibi önleyici tedbirler uygulanmıştır [18,19].

## **2-Yoğun Bakım Sonrası Sendromundaki Kognitif Bozukluklar**

Yoğun bakım hastaları yüksek düzeyde fiziksel ve psikolojik stres yaşarlar. Bu deneyimler, YBSS'lu hastalarda kognitif bozukluklarla sonuçlanır. Bilişsel işlevde yeni veya kötüleşen bozukluklar, hastaneden taburcu olduktan sonra aylar ila yıllar arasında devam eder. Günlük işlevsellik kötüleşir ve yaşam kalitesi düşer [20]. Bilişsel bozukluklar, bozulmuş hafıza, yürütme işlevi, dil, dikkat ve görsel-mekansal yetenekleri içerir.

Hipoglisemi, hiperglisemi, serum glukozunda dalgalanmalar, deliryum ve hastane içi akut stres semptomları, kritik hastalıktan sonra kalıcı bilişsel bozulma için olası risk faktörleri olarak tanımlanmıştır [21,22]. Yoğun bakımda deliryumu olan hastaların bilişsel işlev bozukluğunun uzun vadeli sonuçları açısından daha büyük bir risk altında olduğuna dair güçlü kanıtlar vardır [23,24].

Demans, bir bilişsel işlev bozukluğu hastalığıdır ve bir dizi çalışma, demans ile YBÜ tedavisi arasındaki ilişkiyi bildirmiştir. Hastaneden taburcu olan 10.348 yoğun bakım hastasının 1.648'inde (%15,0) 3 yıllık takipte bunama teşhis edilmiştir, oysa bu oran genel popülasyonda %12,2'dir [25]. Ayrıca, yoğun bakım ünitesi popülasyonlarında önceden var olan bilişsel bozulma yaygındır. Kesitsel karşılaştırmalı bir çalışma, yoğun bakım ünitesinde yatan 65 yaşın üzerindeki kritik hastaların %37'sinde önceden bilişsel bozukluk olduğunu bildirmiştir [26]. Önceden var olan bilişsel bozukluk, YBSS geliştiğinde bilişsel işlevi etkilemektedir.

## **3-Yoğun Bakım Sonrası Sendromundaki Psikolojik Bozukluklar**

Depresyon, anksiyete ve travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) YBSS içerisinde görülen başlıca zihinsel bozukluklardır. Kritik hastalıktan kurtulanlar arasında ortaya çıkabilecek zihinsel durum bozuklukları, hayatta kalanların yaklaşık %30'unda depresyon, %70'inde anksiyete ve TSSB'yi içerir. YBSS şüphesi olan her hasta, mümkünse resmi bir zihinsel değerlendirmeye tabi tutulmalıdır. Davydow ve arkadaşları tarafından yapılan sistematik bir inceleme, yedi çalışmadan ikisinin kadın cinsiyetinin YBÜ bakımından sonra TSSB gelişiminde risk faktörü olduğunu göstermiştir [27]. Önceden var olan depresyon,

anksiyete, TSSB, düşük eğitim düzeyi ve alkol kullanımı, yoğun bakımda sendromundaki zihinsel bozukluk riskini artırır.

Önleme ve tedavi ile ilgili olarak, Fuke ve arkadaşları tarafından yoğun bakım hastalarında YBSS'nu önlemek için erken rehabilitasyonun etkinliğine ilişkin sistematik bir meta-analiz yapmışlar ve erken rehabilitasyonun, hastanın mental durumuyla ilişkili sonuçları (hastane anksiyetesi ve depresyon) önemli ölçüde iyileştirmediğini saptamışlardır. Yoğun bakım günlüğü uygulaması, hastaların yoğun bakımda kalışlarının günlük kayıdır ve sağlık personeli veya ailesi tarafından sade bir dille ve beraberinde fotoğraflarla yazılmaktadır. Yoğun bakım ünitesine yatışının dördüncü gününde yoğun bakım günlüklerine başlayan hastalarda, 12 aydan sonraki TSSB semptom skorlarının önemli ölçüde azaldığı görülmüş [28]. Yoğun bakım günlüklerinin etkisine ilişkin sistematik bir inceleme, beş randomize denemeden dördünün, YBÜ günlüklerinin kullanılmasıyla 3 ay sonra yeni başlayan TSSB oranında önemli ölçüde azalma gösterdiğini bildirmektedir [29].

YBSS'da zihinsel bozukluğun uzun vadeli sonuçları ile ilgili olarak, Patel ve arkadaşları şok ve akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS) olan 255 hastayı prospektif olarak gözlemladiler ve taburcu olduktan sonraki 1 yıl içinde YBÜ'ne kabul ile ilişkili TSSB insidansını %12 olarak bildirdiler [30].

## YOĞUN BAKIM SONRASI SENDROMU- AİLE

Yoğun bakım deneyimi, yalnızca hayatta kalan hastalar üzerinde önemli bir fiziksel ve psikolojik etkiye sahip olmakla kalmaz, aynı zamanda aileleri üzerinde de psikolojik bir etkiye sebep olmaktadır. Yoğun bakım ünitesinden kurtulanların ailelerinde yüksek olumsuz psikolojik durum riski ile ilişkili faktörler arasında kaygı, depresyon, akut stres bozukluğu, TSSB ve komplike yas yer alır. Bu tür olumsuz psikolojik tepkilerin kümesi, yoğun bakım sonrası sendromu- aile (YBSS-A) olarak adlandırılır [31].

Erişkin hasta yakınlarında prevalansı hastanın yatış süresi ile ilgili olarak % 6 ila % 66 arasında çeşitlilik göstermektedir [32]. Oranların geniş aralığı, her çalışmanın hasta popülasyonundaki, ölçüm araçlarındaki ve hastanın yatış süresinde (1 hafta ile 1 yıl arasında) değişen zaman farklılıklardan kaynaklanmaktadır. YBSS-A için risk faktörleri arasında kadın cinsiyet, daha genç akraba ve hasta yaşı, daha düşük eğitim düzeyi, kritik derecede hasta bir eşe sahip olmak, daha fazla komorbiditeye sahip olmak ve kritik bir çocuğa sahip bekar bir ebeveyn olmak sayılabilir. Diğer temel risk faktörleri, anksiyete, depresyon veya ciddi akıl hastalığı öyküsünü içerir [33].

Çeşitli önleme müdahaleleri, iletişimi geliştirmek, aile desteği sağlamak, yoğun bakımda aile varlığı ve özel konsültasyonlar kullanmak dahil olmak üzere psikolojik tepkilere odaklanmıştır [34].

## YOĞUN BAKIM SONRASI SENDROMU-PEDİATRİK

Birkaç büyük yoğun bakım çalışması, gelişmiş ülkelerdeki yoğun bakım ünitelerinde çocukların ölüm oranlarının yaklaşık % 2-4 olduğunu ortaya koydu. Bu çocukların çoğunun hayatta kaldığını göstermektedir ve bu pediatrik hayatta kalanlardan bazıları, yoğun bakımları ile ilişkili uzun süreli morbidite yaşamaktadır [35].

Ong ve arkadaşları YBÜ taburculuğunda kazanılmış işlevsel bozukluk oranının %10 ila %36 arasında ve 2 yıl sonra %10 ila %13 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Edinilmiş fonksiyonel bozulma için risk faktörlerini hastalık şiddeti, organ disfonksiyonu varlığı, yoğun bakımda kalış süresi ve genç yaş olarak çıkardılar [36]. Pinto ve arkadaşları bazı çocuk YBÜ'den kurtulanların hastaneden taburcu olduktan 3 yıl sonra bile yeni morbidite geliştirdiklerini bildirdi [37]. Spesifik hastalık ve durumlara odaklanan, pediatrik sepsisle ilgili yakın tarihli bir uluslararası nokta prevalans çalışması olan SPROUT çalışması, sepsisten kurtulanların % 17'sinin orta ila şiddetli düzeyde sakatlık yaşadığını göstermiştir [38].

2012 yılında YBSS kavramı ortaya atıldığında çocuklar ve aileleri için özel dikkat gösterilmesi gerekliliğinden de bahsedilmiştir. O zamandan beri, kritik hastalıktan kurtulan çocuklar ve aileleri ile uzun vadeli morbiditeyi tanımlamak için çok sayıda anket yapılmıştır. 2018'de pediatrik YBSS (YBSS-P) çerçevesi kavramsallaştırıldı. Temel çerçeve, birkaç benzersiz özelliğiyle yetişkin YBSS ile benzerdir.

İlk olarak, en önemli bakış açısı, çocukların kritik hastalıklarının, büyüme ve olgunlaşmalarının dinamik süreci sırasında ortaya çıkması ve hem hastalık sonuçlarının hem de ailelerinin (yani ebeveynleri ve kardeşlerinin) tepkilerinin, sonraki gelişimlerini ve yaşam kalitelerini birbirine bağlı olarak etkileyebileceğidir. İkinci olarak, YBSS-P, üç geleneksel alana (fiziksel, bilişsel ve duygusal sağlık) ek olarak çocuklar ve aileleri için bir "sosyal sağlık" alanını da içerir. Kritik hastalık hem çocukların hem de ailelerinin sosyal işlevlerini etkiler. Okuldaki arkadaşlarıyla yeniden bütünleşmede zorlanır, aileler sosyal çevrelerini kaybeder hatta bazen hasta bir çocuğa bakarken işsiz bile kalabilirler. Diğer sağlık alanlarındaki morbidite ile iç içe geçmiş bu sosyal sağlık bozuklukları, gelişimlerini ve yaşam kalitelerini olumsuz etkileyebilir. Son olarak, YBSS-P çerçevesinde, hayatta kalan çocukların ve ailelerinin çeşitli hastalık dönemleri (günler hatta yıllar sürebilen iyileşme, bozulma, yalpalama veya plato dönemleri dahil olmak üzere) geçirmektedir [39].

## SONUÇ

Yoğun bakım sonrası sendromu, YBÜ'de kalış sırasında veya YBÜ'den taburcu olduktan sonra ortaya çıkan fiziksel, bilişsel ve zihinsel bozuklukların yanı sıra YBÜ hastalarının uzun vadeli prognozunu da içerir. YBSS'nun önlenmesi için ABCDEFGH paketinin ve günlük, beslenme, hemşirelik bakımı ve iyileşme için çevre yönetimi dahil yeni terapötik stratejilerin uygulanması önemlidir. YBSS'nun 21. yüzyılda yoğun bakım tıbbı için çözülmesi gereken yeni bir görev olduğunu düşünmekteyiz.

## KAYNAKÇA

- [1] Yende S, Austin S, Rhodes A et al. Long-term quality of life among survivors of severe sepsis: analyses of two international trials. *Crit. Care Med.* 2016; 44: 1461–7.
- [2] Petsko GA. A seat at the table. *Genome Biol.* 2008; 9: 113.
- [3] Martin GS, Mannino DM, Moss M. The effect of age on the development and outcome of adult sepsis. *Crit. Care Med.* 2006; 34: 15–21.
- [4] Javadi P, Buchman TG, Stromberg PE et al. Iron dysregulation combined with aging prevents sepsis-induced apoptosis. *J. Surg. Res.* 2005; 128: 37–44.
- [5] Needham DM, Davidson J, Cohen H et al. Improving long-term outcomes after discharge from intensive care unit: report from a stakeholders' conference. *Crit. Care Med.* 2012; 40: 502–9.
- [6] Nakamura K, Azuhata T, Yokota H. The swallowing problem after acute care in the elderly patients. *J. Jpn Assoc. Acute Med. Health* 2018; 30: 103–103.
- [7] Harvey MA, Davidson JE. Postintensive care syndrome: right care, right now... and later. *Crit. Care Med.* 2016; 44: 381–5.
- [8] Kress JP, Hall JB. ICU-acquired weakness and recovery from critical illness. *N. Engl. J. Med.* 2014; 370: 1626–35.
- [9] Latronico N, Bolton CF. Critical illness polyneuropathy and myopathy: a major cause of muscle weakness and paralysis. *Lancet Neurol.* 2011; 10: 931–41.
- [10] Farhan H, Moreno-Duarte I, Latronico N, Zafonte R, Eikermann M. Acquired muscle weakness in the surgical intensive care unit: nosology, epidemiology, diagnosis, and prevention. *Anesthesiology* 2016; 124: 207–34.
- [11] Stevens RD, Marshall SA, Cornblath DR et al. A framework for diagnosing and classifying intensive care unit-acquired weakness. *Crit. Care Med.* 2009; 37: S299–308.
- [12] Appleton RT, Kinsella J, Quasim T. The incidence of intensive care unit-acquired weakness syndromes: a systematic review. *J. Intensive Care Soc.* 2015; 16: 126–36.
- [13] Koch S, Spuler S, Deja M et al. Critical illness myopathy is frequent: accompanying neuropathy protracts ICU discharge. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 2011; 82: 287–93.
- [14] De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Sharshar T, Outin H, Brochard L. Does ICU-acquired paresis lengthen weaning from mechanical ventilation? *Intensive Care Med.* 2004; 30: 1117–21.
- [15] Dinglas VD, Aronson Friedman L, Colantuoni E et al. Muscle weakness and 5-year survival in acute respiratory distress syndrome survivors. *Crit. Care Med.* 2017; 45: 446–53.
- [16] Guarneri B, Bertolini G, Latronico N. Long-term outcome in patients with critical illness myopathy or neuropathy: the Italian multicentre CRIMYNE study. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 2008; 79: 838–41.



- [17] Koch S, Wollersheim T, Bierbrauer J et al. Long-term recovery in critical illness myopathy is complete, contrary to polyneuropathy. *Muscle Nerve* 2014; 50: 431–6.
- [18] Fuke R, Hifumi T, Kondo Y et al. Early rehabilitation to prevent postintensive care syndrome in patients with critical illness: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2018; 8: e019998.
- [19] Hermans G, De Jonghe B, Bruyninckx F, Van den Berghe G. Interventions for preventing critical illness polyneuropathy and critical illness myopathy. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2014; 1: CD006832.
- [20] Wolters AE, Slooter AJ, van der Kooij AW, van Dijk D. Cognitive impairment after intensive care unit admission: a systematic review. *Intensive Care Med.* 2013; 39: 376–86.
- [21] Pandharipande PP, Girard TD, Jackson JC et al. Long-term cognitive impairment after critical illness. *N. Engl. J. Med.* 2013; 369: 1306–16.
- [22] Davydow DS, Zatzick D, Hough CL, Katon WJ. In-hospital acute stress symptoms are associated with impairment in cognition 1 year after intensive care unit admission. *Ann. Am. Thorac. Soc.* 2013; 10: 450–7.
- [23] Jackson JC, Gordon SM, Ely EW, Burger C, Hopkins RO. Research issues in the evaluation of cognitive impairment in intensive care unit survivors. *Intensive Care Med.* 2004; 30: 2009–16.
- [24] Katz IR, Curyto KJ, TenHave T, Mossey J, Sands L, Kallan MJ. Validating the diagnosis of delirium and evaluating its association with deterioration over a one-year period. *Am. J. Geriatr. Psychiatry* 2001; 9: 148–59.
- [25] Guerra C, Hua M, Wunsch H. Risk of a diagnosis of dementia for elderly medicare beneficiaries after intensive care. *Anesthesiology* 2015; 123: 1105–12.
- [26] Pisani MA, Redlich C, McNicoll L, Ely EW, Inouye SK. Underrecognition of preexisting cognitive impairment by physicians in older ICU patients. *Chest* 2003; 124: 2267–74.
- [27] Davydow DS, Gifford JM, Desai SV, Needham DM, Bienvenu OJ. Posttraumatic stress disorder in general intensive care unit survivors: a systematic review. *Gen. Hosp. Psychiatry* 2008; 30: 421–34.
- [28] Garrouste-Orgeas M, Coquet I, Perier A et al. Impact of an intensive care unit diary on psychological distress in patients and relatives\*. *Crit. Care Med.* 2012; 40: 2033–40.
- [29] Mehlhorn J, Freytag A, Schmidt K et al. Rehabilitation interventions for postintensive care syndrome: a systematic review. *Crit. Care Med.* 2014; 42: 1263–71.
- [30] Patel MB, Jackson JC, Morandi A et al. Incidence and risk factors for intensive care unit-related post-traumatic stress disorder in veterans and civilians. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2016; 193: 1373–81.

- [31] Elliott D, Davidson JE, Harvey MA et al. Exploring the scope of post-intensive care syndrome therapy and care: engagement of non-critical care providers and survivors in a second stakeholders meeting. *Crit. Care Med.* 2014; 42: 2518–26.
- [32] Haines KJ, Denehy L, Skinner EH, Warrillow S, Berney S. Psychosocial outcomes in informal caregivers of the critically ill: a systematic review\*. *Crit. Care Med.* 2015; 43: 1112–20.
- [33] Davidson JE, Jones C, Bienvenu OJ. Family response to critical illness: postintensive care syndrome-family. *Crit. Care Med.* 2012; 40: 618–24
- [34] Lautrette A, Darmon M, Megarbane B et al. A communication strategy and brochure for relatives of patients dying in the ICU. *N. Engl. J. Med.* 2007; 356: 469–78.
- [35] Fiser DH, Tilford JM, Roberson PK. Relationship of illness severity and length of stay to functional outcomes in the pediatric intensive care unit: a multi-institutional study. *Crit. Care Med.* 2000; 28: 1173–9.
- [36] Ong C, Lee JH, Leow MK, Puthuchery ZA. Functional outcomes and physical impairments in pediatric critical care survivors: a scoping review. *Pediatr. Crit. Care Med.* 2016; 17: e247–59.
- [37] Pinto NP, Rhinesmith EW, Kim TY, Ladner PH, Pollack MM. Long-term function after pediatric critical illness: results from the survivor outcomes study. *Pediatr. Crit. Care Med.* 2017; 18: e122–30.
- [38] Weiss SL, Fitzgerald JC, Pappachan J et al. Global epidemiology of pediatric severe sepsis: the sepsis prevalence, outcomes, and therapies study. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2015; 191: 1147–57.
- [39] Manning JC, Pinto NP, Rennick JE, Colville G, Curley MAQ. Conceptualizing post intensive care syndrome in children-the PICS-p framework. *Pediatr. Crit. Care Med.* 2018; 19: 298–300.



## İNFLAMATUAR AKCİĞER HASARINDA MAKROFAJLARIN ROLÜ

**Doç. Dr. Başak BÜYÜK<sup>1</sup>, Doç. Dr. Pınar AYYAT<sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Nurbanu SAZAK**

<sup>1</sup> İzmir Demokrasi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji AD,  
drbasakbuyuk@hotmail.com - ORCID ID: 0000-0003-1817-2241

<sup>2</sup> İzmir Demokrasi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anestezi ve Reanimasyon AD,  
drpınarunde@yahoo.com – ORCID ID: 0000-0002-9941-3109

<sup>3</sup> İzmir Demokrasi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Enfeksiyon Hastalıkları AD,  
drsezak@yahoo.com - ORCID ID: 0000-0001-9472-1340

### ÖZET

Makrofajlar mononükleer fagositik sistemin üyeleri olup esas olarak kan monositlerinden köken almaktadırlar. Kandan akciğer dokusuna geçen monositlerin bir kısmı alveol içinde ve alveoler septumda yerleşerek alveoler makrofajlar adını alırken bazıları da akciğer parankimine geçerek interstisyel makrofaj popülasyonunu oluşturur. Alveoler makrofajlar yüksek fagositoz aktivitesine sahip olup inhalasyonla alınan partiküller veya mikroorganizmaların fagositozu yanı sıra alveoler boşluğa çıkan eritrositlerin de fagositozunu gerçekleştirir. Alveoler makrofajlar akciğerde meydana gelen inflamasyon, immün modülasyon, antijen sunumu ve otofaji süreçlerinde aktif rol oynamaktadır. Yabancı antijenlere karşı inflamatuvar yanıtın başlatılmasında önemli rol oynar. Pulmoner inflamasyon sürecinin başında hızlıca aktive olan alveoler makrofajlar proinflamatuvar sitokinler ve kemokinler salgılayarak sürece katkı sunarken, anti-inflamatuvar sitokinler salgılayarak da pulmoner inflamasyonun kontrol edilmesini sağlar.

Bu çalışmanın amacı, pulmoner inflamasyon sürecinde makrofajların rolünün ele alınmasıdır.

**Anahtar Kelimeler :** Makrofaj, akciğer hasarı, inflamasyon, sitokin

### 1.GİRİŞ

Makrofajlar enfeksiyöz akciğer hastalıkları başta olmak üzere birçok akciğer hastalığında rol alan temel immün hücrelerdir. Pulmoner makrofajlar heterojendir ve orijin, doku yerleşimi ve çevresel faktörlerdeki farklılıklar gibi durumlardan etkilenerek dikkate değer bir esneklik sergilerler [1] Makrofajlar; inflamatuvar monositler, hematopoietik kök hücreler ve kemik iliği hücreleri dahil olmak üzere farklı kaynaklardan türetilebilir ve konak savunması, doku onarımı ve bağışıklık düzenlemesi gibi çeşitli işlevlerde rol oynar [2-5]. Pulmoner makrofajlar genel olarak iki ana tipe ayrılabilir: M1 ve M2 makrofajlar. M1 makrofajlar proinflamatuvar yanıtlarda ve patojenlerden arındırmada rol alırken; M2 makrofajlar doku onarımı, anjiyogenez ve bağışıklık düzenlemesiyle ilişkilidir [6]. Bu makrofaj alt tipleri arasındaki denge ve esneklik, akciğer homeostazisinin korunmasında ve akciğer enfeksiyonlarına ve enfeksiyon dışı

patolojilere yanıt verilmesinde önemli bir rol oynar [7]. Pulmoner makrofajların etki mekanizmaları çeşitlidir ve duruma bağlıdır. Örneğin, alternatif olarak aktive edilen makrofajların, pulmoner hipertansiyon ve fibrozis gelişimine katkıda bulunan faktörleri salgıladıkları [8,9]; T hücresi polarizasyonunun modülasyonu ve pulmoner kriptokokozda tip 2 bağışıklık tepkilerinin teşvik edilmesi de dahil olmak üzere bağışıklık tepkilerinin düzenlenmesinde rol oynadığı gösterilmiştir [10, 11].

Pulmoner makrofajlar inflamasyonun, fibrozisin çözülmesinde ve akciğerin yeniden şekillenmesinin düzenlenmesinde rol oynar. Çalışmalar, makrofajların pulmoner fibrozis gelişimindeki kritik rolünü ve bağışıklık tepkilerinin amplifikasyonuna katkılarını göstermiştir [12, 13]. Ayrıca makrofajların, kollajen kaynaklı M2 makrofaj aktivasyonu yoluyla pulmoner fibrozisi sürdürdüğü bu bağlamda da fibrotik akciğer hastalıklarının patogenezinde önemli oldukları rapor edilmiştir [14]. Bu yazıda farklı kökenleri, fonksiyonları ve etki mekanizmaları olan pulmoner makrofajların inflamatuvar akciğer hastalıklarındaki rolüne ve hasar gelişimi ile ilişkisine değinilecektir.

## 2. AKCIĞERİN GENEL HASTALIK GRUPLARINDA MAKROFAJLARIN ROLÜ

### 2.1. Enfeksiyöz Hastalıklarda Pulmoner Makrofajlar

Makrofajlar akciğerlerde bakteri ve virüslere karşı savunmanın yanı sıra *C. neoformans*, *A. fumigatus* ve *Pneumocystis* gibi akciğer mantar patojenlerine karşı savunmada rol oynarlar [15]. Makrofajların, doğuştan gelen bağışıklık aşamasında enfekte akciğerlerde çok miktarda olduğu bilinmektedir, ancak edinsel bağışıklık aşamasında miktarları azalır, bu da enfeksiyonlara karşı bağışıklık tepkisindeki dinamik rollerini gösterir [16]. Ayrıca makrofajların, aşı virüsü gibi virüslerin akciğerlerde replikasyonunu sınırladığı ve viral enfeksiyonlar sırasında konakçının inflamatuvar tepkisini modüle ettiği gösterilmiştir [17].

Makrofajların akciğer enfeksiyonlarındaki rolü karmaşık ve çok yönlüdür. Spesifik patojene ve enfeksiyonun evresine bağlı olarak hem koruyucu hem de zararlı etkiler gösterebilirler. Örneğin pulmoner kriptokokozda klasik makrofaj aktivasyonu, *C. neoformans* enfeksiyonuna karşı koruma ile ilişkilendirilmiştir, bu da pulmoner mantar yükünün azalmasına ve fungisidal aktivitenin artmasına yol açmaktadır [18]. Bunun tersine, alveoler makrofajların, *Francisella tularensis* akciğer enfeksiyonu sırasında koruyucu humoral bağışıklık üzerinde zararlı bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir; bu, makrofajların farklı enfeksiyonlardaki potansiyel ikili rolünü gösterir [19]. Ayrıca makrofajların M1 ve M2 gibi farklı alt tiplere polarizasyonunun akciğer enfeksiyonlarına yanıtta rol oynadığı gösterilmiştir. M1 makrofajları şiddetli sıtma ve akciğer ödemi ile ilişkilendirilirken, M2 makrofajlarının, M1 makrofajlarının aracılık ettiği hiper-inflamatuvar yanıtı modüle etmek için COVID-19'da potansiyel bir terapötik hedef olduğu öne sürülmüştür [20]. Ek olarak sitokin TGF- $\beta$ 1'in alveoler makrofajlarda mitokondriyal fonksiyon bozukluğunu indüklediği gösterilmiştir; bu da sitokinlerin akciğer enfeksiyonları sırasında makrofaj fonksiyonu üzerindeki çeşitli etkilerini vurgulamaktadır [21].

Pulmoner makrofajlar enfeksiyöz akciğer hastalıklarındaki önemli fonksiyonlarının etki mekanizmaları aynı zamanda akciğer hasarına da katkıda bulunabilir. Çalışmalar, akciğer makrofajlarının farklı popülasyonlarının akciğer hasarında karşıt roller oynayabileceğini ileri

sürmüş olup, bu durum akciğer enfeksiyonları bağlamında işlevlerinin karmaşıklığına işaret etmektedir [1].

Enfeksiyöz-pulmoner ilişkiler bağlamında, Haemophilus influenzae enfeksiyonu ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı gibi spesifik enfeksiyonlar gözden geçirilmiş olup, bulaşıcı ajanların akciğer hasarı ve hastalığın ilerlemesi üzerindeki potansiyel etkisi vurgulanmıştır [22]. Ventilatörün neden olduğu akciğer hasarı, makrofajların ve nötrofillerin aktivasyonu ile ilişkilendirilerek akut akciğer hasarı ve akut solunum sıkıntısı sendromunun (ARDS) gelişmesine katkıda bulunmuştur [23]. Mantar enfeksiyonları bağlamında, kriptokok enfeksiyonlarının kalıcılığı, makrofajlar içinde canlı kriptokokların varlığı ile ilişkilendirilmiştir; bu, makrofajların mantar enfeksiyonlarının kronikleşmesinde ve ilişkili akciğer hasarında potansiyel bir rol oynadığını düşündürmektedir [24]. Ayrıca pulmoner makrofaj aktivasyonunun düzensizliği ve interlökin-1 $\beta$ 'yi içeren otokrin mekanizmasının, alveoler makrofaj piroptozunda ve akciğer enflamasyonunda rol oynadığı ve akut akciğer hasarı ve ARDS gelişimine katkıda bulunduğu gösterilmiştir [25].

## 2.2. Obstrüktif-Restriktif Akciğer Hastalıklarında Pulmoner Makrofajlar

Obstrüktif akciğer hastalıkları bağlamında pulmoner makrofajların kökeni ve aktivasyonu kapsamlı bir şekilde incelenmekle birlikte fibrozis etkisi nedeni ile daha çok restriktif akciğer hastalıklarının, obstrüktif hastalıklarda ise kalıcı hasarın olduğu son dönem hastalığa dair dökümanlar bulunmaktadır. Monosit türevli alveoler makrofajların akciğerde yaşam süresi boyunca varlığını sürdürdüğünü ve akciğer fibrozunu tetiklediğini göstermiştir [26]. Bu bulgu, akciğer fibrozisinin patogeneğinde makrofajların öneminin altını çizmektedir. Ek olarak, makrofajların fibrozis ile sonuçlanan akciğer hastalıklarının gelişimine katkısı ve TGF- $\beta$  üreten pulmoner makrofajların ilerleyici pulmoner fibrozisindeki temel rolü de rapor edilmiştir [27]. Makrofajların hastalığın ilerlemesindeki rolünün yanı sıra, makrofaj aktivasyonu ve polarizasyonunun akciğer onarımı ve fibrozis üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. İnsan amniyon epitel hücrelerinin, makrofaj alımını ve polarizasyonunu modüle ederek akciğer onarımına aracılık ettiğinin işaret edildiği çalışmada akciğer hasarı ve onarımı bağlamında makrofaj fonksiyonlarını hedeflemenin potansiyel terapötik etkilerini vurgulamıştır [28].

Fibrozis ile ilgili genel çalışmalar, makrofajların, özellikle M2 fenotipinin, akciğer fibroblastlarının aktivasyonu ve çoğalmasında rol oynadığını ve bu durumun pulmoner fibrozisin ilerlemesine yol açtığını göstermiştir [14,27,29]. Ayrıca, S100a4 ve MERTK gibi belirli proteinlerin makrofajlar tarafından salgılanması, fibroblastların ve kollajen salgılanmasının aktivasyonu ile ilişkilendirilerek fibrozis gelişimine daha da katkıda bulunduğu rapor edilmiştir [30-32]. Alveoler makrofajlar ile alveoler epitel hücreleri arasındaki etkileşimin, makrofajların fenotipini değiştirmede ve potansiyel olarak pulmoner fibrozisin patogeneğini etkilemede rol oynadığı gösterilmiştir [32]. Ek olarak, restriktif akciğer hastalıklarının yaygın bir komplikasyonu olan pulmoner hipertansiyon bağlamında pulmoner makrofajların rolü de araştırılmıştır. M2 makrofaj polarizasyonunun pulmoner hipertansiyonun patogeneğinde rol oynadığı gösterilmiştir, bu da makrofaj aktivasyonu ile akciğerlerdeki vasküler yeniden yapılanma arasında potansiyel bir bağlantı olduğunu düşündürmektedir.

Restriktif hastalıkların prototipi olan pulmoner fibrozis ve benzeri hastalıklar, hücre dışı aşırı matris birikimine bağlı olarak akciğer yapısının ilerleyici ve geri dönüşü olmayan tahribat ile karakterize edilir [33]. Çalışmalar, pulmoner makrofajların, trofik, profibrotik ve anjiyojenik fonksiyonları destekleme yetenekleri yoluyla, restriktif akciğer hastalıklarının yaygın bir komplikasyonu olan pulmoner hipertansiyonun gelişiminde rol oynadığını göstermiştir [8,34]. Hepsidin/ferroportin düzenleyici sistemin makrofajlar tarafından bozulması, pulmoner aşırı demir yükü ve restriktif akciğer hastalığıyla ilişkilendirilmiştir [35]. Ayrıca alveolar makrofajlar tarafından interlökin-13 üretiminin, inflamatuvar yanıtta rol oynadığı ve pulmoner fibrozis gibi inflamatuvar temelli akciğer hastalıklarında upregülasyonu düzenlendiği bilinmektedir [36].

### **2.3. Vasküler Kökenli Akciğer Hastalıklarında Pulmoner Makrofajlar**

Makrofajlar, akut akciğer hasarının (ALI) hem indüksiyonunda hem de çözülmesinde rol oynar [37]. Klasik olarak aktive edilmiş makrofajlar (M1), ALI gelişimini desteklemede rol oynar, alternatif olarak aktive edilmiş makrofajlar (M2) ise akciğer hasarının sınırlandırılmasında veya çözülmesinde rol oynayabilir [1]. Ayrıca çalışmalar, makrofajların akciğer hasarının patogeneze katkıda bulunduğunu ve bunların vasküler ilişkili akciğer hastalıklarında önemli rol oynadığını göstermiştir [37].

Pulmoner makrofajlar, bronkopulmoner displazide durmuş alveolarizasyonun ana düzenleyicileri olarak tanımlanmış olup; akciğer organogenezi ve vasküler yeniden yapılanmadaki rolleri vurgulanmıştır [38]. Bununla tutarlı olarak çalışmalar, makrofaj fenotiplerinin akciğer dokusu hasarı ve karsinom lezyonları ile ilişkili olduğunu göstermiştir ve bu da makrofajların vasküler ilişkili akciğer hastalıkları üzerindeki etkisinin altını çizmektedir [39].

### **2.4. Neoplastik Akciğer Hastalıklarında Pulmoner Makrofajlar**

Pulmoner makrofajlar, özellikle pulmoner fibrozis bağlamında akciğer karsinomlarının patogenezinde çok önemli bir rol oynar [27]. Akciğer kanserlerinin küçük bir yüzdesini oluşturan sarkomatoid karsinom, özellikle pulmoner makrofajların fibroz ve tümör ilerlemesini teşvik etmedeki önemli rolüyle ilişkilendirilmiştir [40]. Akciğer karsinomları bağlamında, çalışmalar M2 makrofajlarının miyofibroblast farklılaşmasını desteklediğini ve pulmoner fibrojeniz ile ilişkili olduğunu, akciğer karsinomları ve fibrozisin gelişiminde farklı hücre tipleri arasındaki karmaşık etkileşimi vurguladığını göstermiştir [41].

## **3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME**

Pulmoner makrofajlar hem akciğer hasarında hem de çeşitli akciğer hastalıklarından korunmada önemli bir rol oynar. M1 ve M2 gibi makrofajların aktivasyon durumu, akciğer hasarı, onarımı ve fibrozis bağlamında yukarıda kısaca özetlenmiş olsa da literatürde kapsamlı bir şekilde incelenmiştir [42]. Örneğin pulmoner makrofajların koruyucu rolü, LPS'nin neden

olduğu akut akciğer hasarına karşı anti-inflamatuar ve koruyucu aktiviteye sahip bileşikler ile ilişkisi nedeni ile vurgulanırken [43]; akciğer enfeksiyonu sırasında koruyucu humoral bağışıklık üzerindeki zararlı etkisinin gösterilmesi, makrofajların akciğer hastalıklarındaki karmaşık ve çok yönlü rolünü göstermektedir [19].

Sağlıklı ve hastalıklı akciğerlerdeki makrofajlarda görülen heterojenlik ve esneklik, pulmoner makrofajların, özellikle de akciğer fibrozisi sırasındaki sınıflandırmalarının ve işlevlerinin yeterince çalışılmasını zorlaştırmıştır [44]. Bu karmaşıklık, pulmoner makrofajların fibrozisi hem destekleyebilmesi hem de bastırabilmesi ve fibrozis sırasında makrofaj fonksiyonlarını düzenleyen moleküler mekanizmaların yeterince anlaşılmamış olması gerçeğiyle daha da öne çıkmaktadır (45).

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Akciğerlerdeki bağışıklık sisteminin önemli bir bileşeni olan pulmoner makrofajlar, solunum sağlığının korunmasında çok yönlü roller oynar. Yaralanma veya enfeksiyona yanıt olarak bu immün yanıt başlatmak, inflamatuvar aracıları serbest bırakmak, diğer bağışıklık hücrelerini toplamak ve doku onarımını teşvik etmek gibi koruyucu etkilere yol açan pulmoner makrofajların düzensiz veya uzun süreli aktivasyonu, akciğer hasarının ilerlemesine katkıda bulunabilir. Makrofajlar tarafından düzenlenen aşırı inflamasyon, doku hasarına, fibroze ve akciğer fonksiyonunda bozulmaya neden olabilir. Pulmoner makrofajların proinflamatuvar ve antiinflamatuvar fonksiyonlarının karmaşık dengesini anlamak, akciğer hasarını hafifletmeyi ve onarımı teşvik etmeyi amaçlayan hedefe yönelik tedaviler geliştirmek için çok önemlidir. Belirli sinyal yollarını hedeflemek veya polarizasyon durumlarını (M1 ve M2 polarizasyonu gibi) düzenlemek gibi makrofaj davranışını modüle etmeye odaklanan araştırmalar, inflamatuvar yanıt ve doku hasarı ile karakterize edilen akciğer hastalıkları için gelecekte hedefe yönelik tedavi araçları olabilir.

Sonuç olarak, pulmoner makrofajlar akciğer bağışıklığında temel nöbetçiler olarak görev yaparak solunum sağlığının korunmasında rol almakla birlikte; akciğer hasarı bağlamında fonksiyonu hem faydalı hem de zararlı sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle birçok akciğer hastalığının patogenezinde yer alan pulmoner makrofajlardan akciğer hastalıklarının tedavisinde terapötik hedef potansiyellerinden yararlanmak için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

#### KAYNAKÇA

[1] Misharin, A. V., Morales-Nebreda, L., Mutlu, G. M., Budinger, G. R., & Perlman, H. (2013). Flow cytometric analysis of macrophages and dendritic cell subsets in the mouse lung.



- American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology, 49(4), 503-510. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2013-0086MA>
- [2] Qian, B. Z., Li, J., Zhang, H., Kitamura, T., Zhang, J., Campion, L. R., Kaiser, E. A., Snyder, L. A., & Pollard, J. W. (2011). CCL2 recruits inflammatory monocytes to facilitate breast-tumour metastasis. *Nature*, 475(7355), 222-225. <https://doi.org/10.1038/nature10138>
- [3] Florentin, J., & Dutta, P. (2017). Origin and production of inflammatory perivascular macrophages in pulmonary hypertension. *Cytokine*, 100, 11-15. <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2017.08.015>
- [4] Gibbins, S. L., Thomas, S. M., Atif, S. M., McCubbrey, A. L., Desch, A. N., Danhorn, T., Leach, S. M., Bratton, D. L., Henson, P. M., Janssen, W. J., & Jakubzick, C. V. (2017). Three unique interstitial macrophages in the murine lung at steady state. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*, 57(1), 66-76. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2016-0361OC>
- [5] Mi, L. L., Zhu, Y., & Lu, H. Y. (2021). A crosstalk between type 2 innate lymphoid cells and alternative macrophages in lung development and lung diseases (Review). *Molecular Medicine Reports*, 23(6), 403. <https://doi.org/10.3892/mmr.2021.12042>
- [6] Dang, W., Tao, Y., Xu, X., Zhao, H., Zou, L., & Li, Y. (2022). The role of lung macrophages in acute respiratory distress syndrome. *Inflammation Research*, 71(12), 1417-1432. <https://doi.org/10.1007/s00011-022-01645-4>
- [7] Larson-Casey, J. L., Deshane, J. S., Ryan, A. J., Thannickal, V. J., & Carter, A. B. (2016). Macrophage Akt1 kinase-mediated mitophagy modulates apoptosis resistance and pulmonary fibrosis. *Immunity*, 44(3), 582-596. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2016.01.001>
- [8] Vergadi, E., Chang, M. S., Lee, C., Liang, O. D., Liu, X., Fernandez-Gonzalez, A., Mitsialis, S. A., & Kourembanas, S. (2011). Early macrophage recruitment and alternative activation are critical for the later development of hypoxia-induced pulmonary hypertension. *Circulation*, 123(18), 1986-1995. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.978627>
- [9] Li, Y., Bao, J., Bian, Y., Erben, U., Wang, P., Song, K., Liu, S., Li, Z., Gao, Z., & Qin, Z. (2018). S100A4+ Macrophages are necessary for pulmonary fibrosis by activating lung fibroblasts. *Frontiers in Immunology*, 9, 1776. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01776>
- [10] Zhang, Y., Wang, F., Tompkins, K. C., McNamara, A., Jain, A. V., Moore, B. B., Toews, G. B., Huffnagle, G. B., & Olszewski, M. A. (2009). Robust Th1 and Th17 immunity supports pulmonary clearance but cannot prevent systemic dissemination of highly virulent *Cryptococcus neoformans* H99. *American Journal of Pathology*, 175(6), 2489-2500. <https://doi.org/10.2353/ajpath.2009.090530>
- [11] Hansakon, A., Png, C. W., Zhang, Y., & Angkasekwinai, P. (2021). Macrophage-Derived Osteopontin Influences the Amplification of "Cryptococcus neoformans"-Promoting Type 2 Immune Response. *The Journal of Immunology*, 207(8), 2107-2117. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.2100202>
- [12] Beamer, C. A., & Holian, A. (2005). Scavenger receptor class A type I/II (CD204) null mice fail to develop fibrosis following silica exposure. *American Journal of Physiology. Lung Cellular and Molecular Physiology*, 289(2), L186-L195. <https://doi.org/10.1152/ajplung.00474.2004>
- [13] Nie, Y., Sun, L., Wu, Y., Yang, Y., Wang, J., He, H., Hu, Y., Chang, Y., Liang, Q., Zhu, J., Ye, R. D., Christman, J. W., & Qian, F. (2017). AKT2 Regulates Pulmonary Inflammation

- and Fibrosis via Modulating Macrophage Activation. *The Journal of Immunology*, 198(11), 4470-4480. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.1601503>
- [14] Stahl, M., Schupp, J., Jäger, B., Schmid, M., Zissel, G., Müller-Quernheim, J., & Prasse, A. (2013). Lung collagens perpetuate pulmonary fibrosis via CD204 and M2 macrophage activation. *PLOS ONE*, 8(11), e81382. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081382>
- [15] Leopold Wager, C. M., & Wormley, F. L. Jr. (2014). Classical versus alternative macrophage activation: the Ying and the Yang in host defense against pulmonary fungal infections. *Mucosal Immunology*, 7(5), 1023-1035. <https://doi.org/10.1038/mi.2014.65>
- [16] Guo, L., Li, N., Yang, Z., Li, H., Zheng, H., Yang, J., ... Liu, L. (2021). Role of CXCL5 in Regulating Chemotaxis of Innate and Adaptive Leukocytes in Infected Lungs Upon Pulmonary Influenza Infection. *Frontiers in Immunology*, 12, 785457. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.785457>
- [17] Rivera, R., Hutchens, M., Luker, K. E., Sonstein, J., Curtis, J. L., & Luker, G. D. (2007). Murine alveolar macrophages limit replication of vaccinia virus. *Virology*, 363(1), 48-58. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2007.01.033>
- [18] Hardison, S. E., Ravi, S., Wozniak, K. L., Young, M. L., Olszewski, M. A., & Wormley, F. L. Jr. (2010). Pulmonary infection with an interferon-gamma-producing *Cryptococcus neoformans* strain results in classical macrophage activation and protection. *The American Journal of Pathology*, 176(2), 774-785. <https://doi.org/10.2353/ajpath.2010.090634>
- [19] Steiner, D. J., Furuya, Y., & Metzger, D. W. (2018). Detrimental Influence of Alveolar Macrophages on Protective Humoral Immunity during *Francisella tularensis* SchuS4 Pulmonary Infection. *Infection and Immunity*, 86(4), e00787-17. <https://doi.org/10.1128/IAI.00787-17>
- [20] Duan, F., Guo, L., Yang, L., Han, Y., Thakur, A., Nilsson-Payant, B. E., ... Chen, H. J. (2020). Modeling COVID-19 with Human Pluripotent Stem Cell-Derived Cells Reveals Synergistic Effects of Anti-inflammatory Macrophages with ACE2 Inhibition Against SARS-CoV-2. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-62758/v1>
- [21] Grunwell, J. R., Yeligar, S. M., Stephenson, S., Ping, X. D., Gauthier, T. W., Fitzpatrick, A. M., & Brown, L. A. S. (2018). TGF- $\beta$ 1 suppresses the type I IFN response and induces mitochondrial dysfunction in alveolar macrophages. *The Journal of Immunology*, 200(6), 2115-2128. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.1701325>
- [22] Fitzpatrick, M. E., Sethi, S., Daley, C. L., Ray, P., Beck, J. M., & Gingo, M. R. (2014). Infections in "noninfectious" lung diseases. *Annals of the American Thoracic Society*, 11(Suppl 4), S221-S226. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201401-041PL>
- [23] Matthay, M. A., Bhattacharya, S., Gaver, D., Ware, L. B., Lim, L. H., Syrkina, O., Eyal, F., & Hubmayr, R. (2002). Ventilator-induced lung injury: in vivo and in vitro mechanisms. *American Journal of Physiology. Lung Cellular and Molecular Physiology*, 283(4), L678-L682. <https://doi.org/10.1152/ajplung.00154.2002>
- [24] Santangelo, R., Zoellner, H., Sorrell, T., Wilson, C., Donald, C., Djordjevic, J., Shounan, Y., & Wright, L. (2004). Role of extracellular phospholipases and mononuclear phagocytes in dissemination of cryptococcosis in a murine model. *Infection and Immunity*, 72(4), 2229-2239. <https://doi.org/10.1128/IAI.72.4.2229-2239.2004>



- [25] He, X., Qian, Y., Li, Z., Fan, E. K., Li, Y., Wu, L., Billiar, T. R., Wilson, M. A., Shi, X., & Fan, J. (2016). TLR4-Upregulated IL-1 $\beta$  and IL-1RI Promote Alveolar Macrophage Pyroptosis and Lung Inflammation through an Autocrine Mechanism. *Scientific Reports*, 6, 31663. <https://doi.org/10.1038/srep31663>
- [26] Misharin, A. V., Morales-Nebreda, L., Reyfman, P. A., Cuda, C. M., Walter, J. M., McQuattie-Pimentel, A. C., ... Perlman, H. (2017). Monocyte-derived alveolar macrophages drive lung fibrosis and persist in the lung over the life span. *The Journal of Experimental Medicine*, 214(8), 2387-2404. <https://doi.org/10.1084/jem.20162152>
- [27] Byrne, A. J., Maher, T. M., & Lloyd, C. M. (2016). Pulmonary Macrophages: A New Therapeutic Pathway in Fibrosing Lung Disease? *Trends in Molecular Medicine*, 22(4), 303-316. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2016.02.004>
- [28] Tan, J. L., Chan, S. T., Wallace, E. M., & Lim, R. (2014). Human amnion epithelial cells mediate lung repair by directly modulating macrophage recruitment and polarization. *Cell Transplantation*, 23(3), 319-328. <https://doi.org/10.3727/096368912X661409>
- [29] Hashimoto-Kataoka, T., Hosen, N., Sonobe, T., Arita, Y., Yasui, T., Masaki, T., ... Nakaoka, Y. (2015). Interleukin-6/interleukin-21 signaling axis is critical in the pathogenesis of pulmonary arterial hypertension. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(20), E2677-E2686. <https://doi.org/10.1073/pnas.1424774112>
- [30] Zhang, W., Ohno, S., Steer, B., Klee, S., Staab-Weijnitz, C. A., Wagner, D., ... Adler, H. (2018). S100a4 Is Secreted by Alternatively Activated Alveolar Macrophages and Promotes Activation of Lung Fibroblasts in Pulmonary Fibrosis. *Frontiers in Immunology*, 9, 1216. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01216>
- [31] She, Y., Xu, X., Yu, Q., Yang, X., He, J., & Tang, X. X. (2023). Elevated expression of macrophage MERTK exhibits profibrotic effects and results in defective regulation of efferocytosis function in pulmonary fibrosis. *Respiratory Research*, 24(1), 118. <https://doi.org/10.1186/s12931-023-02424-3>
- [32] Hou, J., Ji, J., Chen, X., Cao, H., Tan, Y., Cui, Y., ... Han, X. (2021). Alveolar epithelial cell-derived Sonic hedgehog promotes pulmonary fibrosis through OPN-dependent alternative macrophage activation. *FEBS Journal*, 288(11), 3530-3546. <https://doi.org/10.1111/febs.15669>
- [33] Boorsma, C. E., Draijer, C., & Melgert, B. N. (2013). Macrophage heterogeneity in respiratory diseases. *Mediators of Inflammation*, 2013, 769214. <https://doi.org/10.1155/2013/769214>
- [34] Pugliese, S. C., Kumar, S., Janssen, W. J., Graham, B. B., Frid, M. G., Riddle, S. R., ... Stenmark, K. R. (2017). A time- and compartment-specific activation of lung macrophages in hypoxic pulmonary hypertension. *The Journal of Immunology*, 198(12), 4802-4812. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.1601692>
- [35] Neves, J., Leitz, D., Kraut, S., Brandenberger, C., Agrawal, R., Weissmann, N., ... Muckenthaler, M. U. (2017). Disruption of the hepcidin/ferroportin regulatory system causes pulmonary iron overload and restrictive lung disease. *EBioMedicine*, 20, 230-239. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2017.04.036>
- [36] Hancock, A., Armstrong, L., Gama, R., & Millar, A. (1998). Production of interleukin 13 by alveolar macrophages from normal and fibrotic lung. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*, 18(1), 60-65. <https://doi.org/10.1165/ajrcmb.18.1.2627>

- [37] Johnston, L. K., Rims, C. R., Gill, S. E., McGuire, J. K., & Manicone, A. M. (2012). Pulmonary macrophage subpopulations in the induction and resolution of acute lung injury. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*, 47(4), 417-426. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2012-0090OC>
- [38] Kalymbetova, T. V., Selvakumar, B., Rodríguez-Castillo, J. A., Gunjak, M., Malainou, C., Heindl, M. R., ... Morty, R. E. (2018). Resident alveolar macrophages are master regulators of arrested alveolarization in experimental bronchopulmonary dysplasia. *The Journal of Pathology*, 245(2), 153-159. <https://doi.org/10.1002/path.5076>
- [39] Du, Z., Zhang, S., Lin, Y., Zhou, L., Wang, Y., Yan, G., ... Du, G. (2019). Momordicoside G regulates macrophage phenotypes to stimulate efficient repair of lung injury and prevent urethane-induced lung carcinoma lesions. *Frontiers in Pharmacology*, 10, 321. <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.00321>
- [40] Arshad, H. S., Dudekula, R. A., Niazi, M., Malik, S., & Khaja, M. (2017). A rare case of sarcomatoid carcinoma of the lung with spine metastasis, including a literature review. *The American Journal of Case Reports*, 18, 760-765. <https://doi.org/10.12659/ajcr.904584>
- [41] Hou, J., Shi, J., Chen, L., Lv, Z., Chen, X., Cao, H., ... Han, X. (2018). M2 macrophages promote myofibroblast differentiation of LR-MSCs and are associated with pulmonary fibrogenesis. *Cellular Communication and Signaling*, 16(1), 89. <https://doi.org/10.1186/s12964-018-0300-8>
- [42] Cheng, P., Li, S., & Chen, H. (2021). Macrophages in lung injury, repair, and fibrosis. *Cells*, 10(2), 436. <https://doi.org/10.3390/cells10020436>
- [43] Spasov, A., Kosolapov, V., Babkov, D., Klochkov, V., Sokolova, E., Miroshnikov, M., ... Rusinov, V. (2022). Discovery of nitro-azolo[1,5-a]pyrimidines with anti-inflammatory and protective activity against LPS-induced acute lung injury. *Pharmaceuticals*, 15(5), 537. <https://doi.org/10.3390/ph15050537>
- [44] Gu, Y., Lawrence, T., Mohamed, R., Liang, Y., & Yahaya, B. H. (2022). The emerging roles of interstitial macrophages in pulmonary fibrosis: A perspective from scRNA-seq analyses. *Frontiers in Immunology*, 13, 923235. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.923235>
- [45] Goda, C., Balli, D., Black, M., Milewski, D., Le, T., Ustiyana, V., ... Kalin, T. V. (2020). Loss of FOXM1 in macrophages promotes pulmonary fibrosis by activating p38 MAPK signaling pathway. *PLOS Genetics*, 16(4), e1008692. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1008692>

## DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE YENİDOĞAN SAĞLIĞINI OLUMSUZ ETKİLEYEN SAĞLIK SORUNLARI

Öğr. Gör. Serpil TOKER<sup>1</sup>, Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü,  
[serpiltoker278@gmail.com](mailto:serpiltoker278@gmail.com)-0000-0001-6809-6342

<sup>2</sup>Profesör Doktor, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü,  
[ozgralp60@gmail.com](mailto:ozgralp60@gmail.com)- 0000-0002-2264-2886

### ÖZET

İntrauterin ve yenidoğan dönemi insan hayatının başlangıcı olup, bebeğin anne sağlığından en çok etkilendiği dönemdir. İnsan hayatındaki her dönem, bir önceki dönemin sonucu ve bir sonraki dönemin ise hazırlayıcısı konumundadır. Bu nedenle intrauterin dönem, doğum ve yenidoğan döneminin sağlıklı geçirilmesi kişilerin gelecek yaşam dönemlerinin sağlıklı olması için önemlidir.

Yenidoğan ve bebeklik sürecinde ortaya çıkan yaşam riskleri ve nedenleri farklı farklıdır. Bebeklik dönemi alt dönemlere ayrılmakta olup her alt dönemin özellikleri ve sorunları birbirinden farklılık göstermektedir. Bu nedenle yenidoğan ile sonrası dönemlerdeki hastalıklar ve ölümler ayrı ayrı değerlendirilmektedir.

Sağlık çalışanları hizmet verdikleri gruplarda, özellikle ebe ve hemşireler yenidoğan sağlığını dünyada ve ülkemizde etkileyen etmenleri, hastalıkları tanımalı, bakımlarını buna göre planlamalıdır. Bu derleme ebe ve hemşireler için yenidoğan sağlığında olumsuz etkilere yol açan sorunları irdelemiş ve bu konuda mevcut verileri derlemiştir.

**Anahtar kelimeler:** Dünya’da yenidoğan sağlığı, Türkiye’de yenidoğan sağlığı, Yenidoğan

## HEALTH PROBLEMS THAT AFFECT NEGATIVE NEWBORN HEALTH IN

## THE WORLD AND IN OUR COUNTRY

Lecturer Serpil TOKER<sup>1</sup>, Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa University Faculty of Health Sciences Department of Midwifery,  
serpiltoker278@gmail.com, 0000-0001-6809-6342

<sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa University Faculty of Health Sciences Department of Midwifery,  
[ozgralp60@gmail.com](mailto:ozgralp60@gmail.com)- 0000-0002-2264-2886

### ABSTRACT

The intrauterine and neonatal period is the beginning of human life and is the period when the baby is most affected by maternal health. Each period in human life is the result of the previous period and tis in the position of preparation of the next period. For this reason, it is important to spend the intrauterine period, birth and newborn period in a healthy way for the future life periods of people to be healthy.

The risks and causes of life that occur in the newborn and infancy process are different. The infancy period is divided into sub-periods, and the characteristics and problems of each sub-period differ from each other. For this reason, diseases and deaths in the neonatal and postnatal periods are evaluated separately.

In the groups they serve healthcare professionals , especially midwives and nurses, should recognize the factors and diseases that affect newborn health in the world and in our country, and plan their care accordingly. This review scrutinized the problems that cause negative effects on newborn health for midwives and nurses and compiled the available data on this subject.

**Key Words:** Newborn health in the world, Newborn health in Turkey, Newborn

## GİRİŞ

Ülkelerin gelişmişlik düzeyini gösteren birçok demografik gösterge arasında, perinatal ve çocukluk ölüm hızları yer almaktadır. Bu göstergelerden özellikle bebek ölüm hızları ülkelerin refah seviyelerini göstermektedir. Bebek ölümlerinin büyük bir kısmı yenidoğan döneminde gerçekleştiği için yenidoğan dönemi diğer dönemlerden daha ayrıcalıklı ve daha nitelikli bakım gerektirir (Ekti Genç ve Cesur, 2021). Yenidoğan ölümlerinin önlenmesi için yenidoğan sağlığını etkileyen faktörlerin ve yenidoğan ölüm nedenlerinin belirlenmesi ve bu nedenlere yönelik girişimlerin planlanması gerekmektedir.

## YENİDOĞAN SAĞLIĞINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

### Sosyoekonomik Faktörler

Düşük sosyoekonomik düzeye sahip bireylerde sigara içimi, kötü beslenme ve daha az fiziksel aktivite gibi sağlığı olumsuz etkileyen davranış biçimleri daha sıklıkla görülmektedir. Dolayısıyla kötü sağlık sonuçları düşük sosyoekonomik düzeyde yoğunlaşmaktadır. Yenidoğanın sağlığı; gelir düzeyinin yetersiz olması, eğitim düzeyinin düşük olması, beslenme yetersizliği, doğru olmayan dini ve kültürel uygulamalar gibi (zararlı geleneksel uygulamaların yapılması, erken yaşta gebelikler, akraba evlilikleri vb.) sosyoekonomik düzey ile ilgili faktörlerden olumsuz etkilenmektedir (Ekti Genç ve Cesur, 2021; HSGM, 2023).

Gebelik süresince beslenme, anne sağlığı kadar bebeğin sağlığını etkilemektedir. Yetersiz beslenme, bebekte düşük doğum ağırlığı ve büyüme geriliğine sebep olabilmektedir. Ayrıca bu kadınların prematüre bebek doğurma insidansı daha yüksektir (Uzdil ve Özenoğlu, 2015). Gebelikte A vitamini, demir ve kalsiyum eksikliği yine fetüste intrauterin gelişme geriliğine neden olarak doğum sonrası yenidoğan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca demir eksikliği preterm eylem, düşük ve hatta ölü doğumlara sebep olmaktadır. Folik asit yetersizliği ise fetüste nöral tüp defektlerine neden olmaktadır (Uzdil ve Özenoğlu, 2015).

D vitamini eksikliği olan annelerden doğan bebekler de 25 (OH) D serum seviyesi hızla düşer ve bu da yenidoğanda hipokalsemiye ve konjenital ricketse (doğumsal olarak kıkırdak matriksin kalsifiye olamaması) neden olur (Güler ve ark., 2019).

E vitamini gebeliğin üçüncü trimesterinde depolanmaktadır. Gebenin yetersiz beslenmesi sonucu yenidoğanda E vitamini eksikliği görülebilir. Prematür yenidoğanlarda E vitamini eksikliği kronik akciğer hastalığı ve retinopatiye yatkınlıklarını artırır (Güler ve ark., 2019). Yenidoğanlarda E vitamini eksikliğinde hemolitik anemi, retikülositoz, hiperbilirubinemi,

düşük hemoglobin seviyesi ve epilepsi nöropatisi ortaya çıkabilir Ayrıca subaraknoidal ve intraserebral hemorajiye neden olabilmektedir (Rumbold ve ark., 2015).

Gebelikte iyotun yetersiz alınması, fetüsün beyin gelişimini olumsuz etkilemektedir (Uzdil ve Özenoğlu, 2015). İyot eksikliğine bağlı ortaya çıkan mental retardasyon, düşük doğum ağırlığı, işitme bozukluğu, bozulmuş motor beceriler ve bebek ölüm oranlarında artışa neden olmaktadır (Güler ve ark., 2019)

Gebelikte sigara kullanımı, yenidoğanların doğum ağırlığında azalmaya, düşük doğum ağırlıklı olarak dünyaya gelmelerine ve erken doğuma neden olabilmektedir. Bunların yanı sıra ani bebek ölüm sendromuna, nörogelişim ve davranış bozukluklarına, tip 2 diabete, obezite ve hipertansiyona neden olmaktadır (Banderali ve ark., 2015). Sigaraya maruz kalan fetüslerin beyin gelişimlerinin olumsuz yönde etkilendiği, baş çevrelerinin sigara maruziyeti olmayan yenidoğanlara göre 0.5 cm daha küçük olduğu belirtilmiştir (Ekblad ve ark., 2015). 17 çalışma ile yapılan meta analiz çalışmasında sigara içen annelerin bebeklerinin sigara içmeyen annelerin bebeklerine göre ortalama 9 yaşında obezite riski bulunduğu ifade edilmiştir (Ino, 2010). Sigaraya içen annelerin bebeklerinde çocukluk döneminde kan basıncında yükselmeler gözlenmiştir. Yine bu annelerin bebeklerinde astım ve wheezing riskinde artış, havayollarının aşırı duyarlılığı, bozulmuş akciğer fonksiyonu ve bronşit görülmektedir (Burke ve ark., 2012).

Anne ve yenidoğan mortalite ve morbiditesini azaltmada doğum öncesi bakım çok büyük rol oynamaktadır. Düşük sosyoekonomik durum ve gebenin eğitim seviyesi yetersiz doğum öncesi bakım alma nedenleri arasındadır (Toker ve Çıtak, 2021).

### **Sağlık Hizmetleri ile İlgili Faktörler**

Bir toplumda izlenen genel nüfus ve sağlık politikası, mevcut sağlık sisteminin şekli, hizmetlerin var olma, ulaşılabilir olma durumu, yaygınlığı ve niteliği, sağlık hizmetlerinin örgütlenme biçimi, sağlık kuruluşlarının nitelik, niceliği, sağlık finansmanı kaynakları ve miktarı, sağlık personelinin niteliği ve niceliği gibi faktörler yenidoğan sağlık düzeyini etkilemektedir (Ekti Genç ve Cesur, 2021).

### **Anne Sağlığı ile İlgili Faktörler**

Yenidoğan sağlığı doğum öncesi dönemden başlayarak, doğum ve doğum sonrası dönemlerden etkilenmektedir. Bu dönemlerde verilen hizmetler bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Adölesan veya ileri yaş gebelikler, sık doğum aralığı, multiparite, yetersiz prenatal, perinatal ve postnatal bakım, uygun olmayan şartlarda doğumların gerçekleşmesi, doğumu yaptıran kişinin niteliği ve kontraseptif kullanım durumu yenidoğan sağlığını etkiler



(Ekti Genç ve Cesur, 2021).

Pinheiro ve arkadaşlarının 2019 yılında yaptıkları bir meta-analiz çalışmasında ileri anne yaşının (35 yaş ve üstü) yenidoğan sağlığı üzerine erken doğum, düşük doğum ağırlığı, daha yüksek yenidoğan yoğun bakım ünitesine kabul oranları ve daha kötü APGAR skorları gibi etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir (Pinheiro ve ark., 2019).

### **Yenidoğan Sağlığı Hizmetleri ile İlgili Faktörler**

Yenidoğan sağlığına yönelik sağlık örgütlenmesi, yenidoğan sağlığı alanında çalışan sağlık personelinin ve özellikle anne yenidoğan sağlığında kilit rolde olan ebelerin niteliği ve niceliği, sağlıklı yenidoğan bakımı, riskli yenidoğan bakımı, yenidoğan beslenmesi, bağışıklama hizmetleri, anne sütüyle besleme gibi özel hizmet alanlarındaki programlar yenidoğan sağlık düzeyini etkileyen önemli faktörlerdir (Ekti Genç ve Cesur, 2021).

Emzirmenin anne ve yenidoğan sağlığı üzerine hem fiziksel hem de psikolojik birçok yararı vardır. Anne bebek bağlanması açısından emzirme oldukça önemlidir. Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu (United Nations International Children's Emergency Found-UNICEF)'e göre bebek ölümlerini azaltmak için yenidoğanların uygun şekilde ve yeterince emzirilmesi önemlidir (Güner ve Koruk, 2019; Şahin ve Özyurt, 2017; Tunçkılıç ve ark., 2019). Emzirme bebeğin ruhsal, fiziksel ve mental gelişimine katkı sağlar. Dikkat azlığı ilgisizlik gibi durumlarda olumlu etkileri vardır. Ayrıca çene ve diş gelişimine yardımcı olur (Tunçkılıç ve ark., 2019).

Anne sütünün içeriği yenidoğanları alt solunum yolu enfeksiyonları, otitis media, nekrotizan enterokolit, bakteriyel menenjit, idrar yolu enfeksiyonları, alerjik hastalıklar, diabet, ishal ve obeziteye karşı korumaktadır. Yine anne sütünün içeriğinde bulunan Ig A ve antikorlar normal bağırsak florasının ve immün sistemin gelişmesini sağlar, çocukluk dönemi aşılarının etkinliğini artırır (Bostancı ve İnal, 2015; Tunçkılıç ve ark., 2019).

Maternal aşılarda da immünizasyon sağlamaktadır. Uluslararası boyutta anne ve yenidoğan açısından önemli bir mortalite ve morbidite nedeni olan tetanoz, gerekli tedbirler alınmadığında ciddi bir sağlık problemi olabilmektedir. Ülkemizde “neonatal tetanoz eliminasyon programı” kapsamında 15-49 yaş grubundaki kadınlara gebe olup olmasına bakılmaksızın 5 doz tetanoz aşısının tamamlanması hedeflenmiştir. yine anne ve yenidoğan sağlığını korumak için kronik hastalığı olan, üst solunum yolu hastalıklarını ağır geçiren ve



gebe kalması olası kadınlara, kış aylarında inaktive grip (influenza) aşısı önerilmektedir (Kahyaoğlu ve ark., 2012). Bunlara ek olarak COVID-19 aşısı maternal maksimum koruma sağlarken, yaşamın ilk aylarında da yenidoğan için koruma sağlayabilmektedir (Jorgensen ve ark., 2022).

## DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE YENİDOĞAN SAĞLIĞI

### Dünyada Yenidoğan Sağlığı

Ülkelerin gelişmişlik düzeyinin ve o ülkedeki toplumun yaşam kalitesinin anlaşılmasında bebek ve çocuk ölüm düzeyi önemli göstergelerden biridir. Bebek ve çocuk ölümleri açısından risk altındaki grupların tespit edilebilmesi için sosyoekonomik ve demografik özelliklere göre bilgilerin ortaya konulması gerekmektedir. Bu grupların tespit edilmesi, sağlık programlarının oluşturulmasına ve çocukluk dönemi mortalitesinin azaltılmasında planlanacak girişimlere ışık tutmaktadır. Çocukluk dönemi ölüm hızları nüfus projeksiyonlarında da kullanılmaktadır (Gümüş ve ark., 2018). Dünya genelinde 2016 yılında 5 yaş altında yaklaşık 5.6 milyon çocuğun öldüğü tahmin edilmekte ve Dünyada ki tüm ölümlerin yaklaşık %20'si 5 yaşın altındaki küçük çocuklarda gözlenmektedir. 2013 yılında 5 yaş altı ölümlerde bulaşıcı hastalıklar önemli ölçüde azalırken pnömoni, ishal ve sıtma çocukların yaklaşık üçte birinin ölümüne neden olmuştur. Yenidoğan ölümleri tüm beş yaş altı ölümlerin % 44'ünü oluşturmaktadır. Özellikle gelişmemiş ülkelerde meydana gelen çocuk ölümlerinde beş yaş altı ölümler daha hızlı bir azalma göstermekteyken yaşamın ilk dört haftası içinde ölüm hızındaki azalma yavaş olmaktadır (UNFPA, 2013). Birleşmiş Milletler, 1990–2015 yılları arasında Binyılın Kalkınma Hedefleri kapsamında 5 yaş altı çocuk ölümlerinin 3'te 2 oranında düşürülmesini ve 2030 yılı için sürdürülebilir kalkınma gündemi toplantısında 2030 yılına kadar yenidoğan ve 5 yaş altı çocukların önlenebilir ölümlerini sona erdirmeyi hedeflemiştir. Yenidoğan ölümlerinin 1000 canlı doğum başına 12 ye; 5 yaş altı çocuk ölümlerinin ise 1000 canlı doğum başına 25'e düşürülmesi amaçlanmıştır (Eryurt ve Koç, 2009).

İnsani kalkınmışlık düzeyinin ve yaşanan sosyal eşitsizliklerin en önemli göstergelerinden biri çocuk ölümleridir. Yoksulluk çocuklarda mortalite ve morbidite oranlarını artırmaktadır. Yoksul aileler çocuklarının beslenme gereksinimlerini yeterince karşılayamadıkları için bu çocukların büyüme ve gelişmelerinde bozulmalar görülmektedir. Yoksulluğun bebek ölüm hızını da dört kat artırabileceği ifade edilmektedir (Eryurt ve Koç, 2009).

Bulaşıcı hastalıklar göç eden toplumlarda önemli bir sağlık problemi haline gelmektedir. Göç eden çocuklar aşılama hizmetlerinden yeterince faydalanamadıkları için gittikleri ülkelerde

salgın hastalıkların oluşmasına neden olabilmektedirler. Ülkemizde de göç eden çocuklarla birlikte bazı salgınlar ve hastalıklar ortaya çıkmıştır (Gümüş Şekerci ve Bilgili, 2015). Salgınlar sadece göç eden çocukları değil aynı zamanda mevcut hareket ile göç alan toplumlardaki çocukları da birtakım maddi ve manevi risklere maruz bırakmakta ve bu çocukları da yeniden aşı ile önlenebilir hastalıkların kapsamına sokmaktadır (Gözübüyük ve ark., 2015). UNICEF'in verilerine göre Suriye'de 2013 yılında baş gösteren çocuk felci salgınının ardından 1 milyonun üzerinde Suriyeli ve Türkiyeli çocuğa çocuk felci ve kızamık aşısı yapıldığı belirtilmektedir (UNFPA, 2015).

Göç eden toplumlarda, yenidoğan ve kronik hastalıkları bulunan çocukların bakım gereksinimleri karşılanamamaktadır. Bağışıklama hizmetlerin de meydana gelen aksaklıklar nedeniyle salgınlar, ilerleyen süreçlerde suça yönelme eğilimleri ve psikolojik sıkıntıları artmakta ve bu çocuklar istismar hedefi olmaktadır (Stellinga- Boelen ve ark., 2007).

Suriyeli 51 aile (248 birey) ile İstanbul'da yapılan bir çalışmada, grubun %50'sini 0- 9 yaş aralığında olduğu saptanmıştır. Bu aile üyelerinin %99,6'sının pasaportu ve kimlik kartı olmadığı bu nedenle sağlık güvencelerinin olmadığı, okul dönemindeki çocukların hiçbirinin okula gitmediği, hatta 4 tane çocuğun bir işte çalıştırıldığı, 0-15 yaş arası çocukların sadece %8,5'inin aşılarının yapılmış olduğu belirlenmiştir (Baş ve ark., 2017).

Beslenme sorunları en çok riskli gruplar olan bebekler, çocuklar, yaşlılar, gebeler ve kadınlarda görülmektedir. 2012 yılında kamp alanında yaşayan mülteciler arasında akut malnütrisyon en fazla beş yaş altı çocuklarda görülmüştür. Bu durum ise bebek ve çocuk ölüm oranını artırmaktadır. Mültecilerin bebeklik ve çocukluk dönemi aşılarının aksamasından dolayı suçiçeği, difteri, boğmaca, kabakulak, neonatal tetanoz gibi hastalıklarla karşılaşma olasılıkları daha yüksektir (Baş ve ark., 2017).

Anne ve yenidoğanda mortalite ve morbidite nedenleri yetersiz bakıma bağlı en çok perinatal dönemde görülür. Bu nedenlerin boyutunu ve verilen sağlık bakım hizmetlerinin niteliğini yansıtan en önemli göstergelerden biri bebek ölümleridir (Ekti Genç, 2021). Bin yıllık kalkınma hedefleri kapsamında 1990'dan 2013 yılına kadar bebek ölüm hızında %40'lık bir düşüş gözlenmiştir. Bu sonuçlar her ne kadar başarının göstergesi olsa da, postneonatal ölüm oranları ile neonatal ölüm oranları karşılaştırıldığında neonatal ölüm hızlarında daha az bir düşüş vardır. Postneonatal ölüm oranı %56 azalırken, neonatal ölüm oranında %40'lık bir azalma söz konusudur (Lehtonen ve ark., 2017).

Dünya genelinde her yıl neonatal dönemde 2.8 milyon yenidoğan hayatını kaybetmektedir,

bu ölümlerin %73'ü doğumdan sonraki ilk bir haftada gerçekleşmektedir. Bu çerçevede bakacak olursak Brezilya, Uganda ve Gana gibi ülkelerde birinci basamaktaki bakım hizmetleri, aşılarda ve beslenme programlarının daha kapsamlı hale getirilmesiyle doğum sonu yenidoğan ölümleri önemli ölçüde azaltılmıştır. 2013 yılında doğum sonrası ilk 24 saatte bir milyondaki ölüm oranları %36 olduğu, bu bebek ölümlerinin %37'si erken neonatal dönemde, %27'si ise 7-27 günler arasında olduğu rapor edilmiştir. Bu nedenle yaşamın ilk haftası neonatal dönemin en kritik dönemi olarak düşünülebilir (Lehtonen ve ark., 2017).

Dünya Sağlık Örgütüne göre 2018 yılında 4 milyon bebek ölümü meydana gelmiştir. Hayatın ilk yılındaki ölümler 5 yaş altı ölümlerin %75'ini oluşturmaktadır. Bir çocuğun 1 yaşına gelmeden ölme oranı Afrika'da bin doğumda 52 iken, Avrupa ülkelerinde bin doğumda yedidir. Dünya genelinde bebek ölüm hızı 1990 yılında bin canlı doğumda 65 iken, 2018 yılında bin canlı doğumda 29'a düşmüştür (WHO,2021).

Yenidoğan ölüm nedenleri bölgeler arasında farklılık göstermektedir. 2013 yılında dünya çapında neonatal ölüm nedenleri arasında ilk sırada prematüriteye bağlı komplikasyonlar vardır. İkinci sırada ise doğum asfiksisi ve travma gibi doğum komplikasyonları, üçüncü sırada ise neonatal sepsis, pnömoni, tetanoz ve diyare gibi enfeksiyonlar yer almaktadır. Gelişmiş ülkelerde neonatal ölüm oranlarında konjenital anomaliler önemli rol oynarken bu oranlara enfeksiyonlar daha az neden olmaktadır (Ekti Genç ve Cesur, 2021; Lehtonen ve ark., 2017).

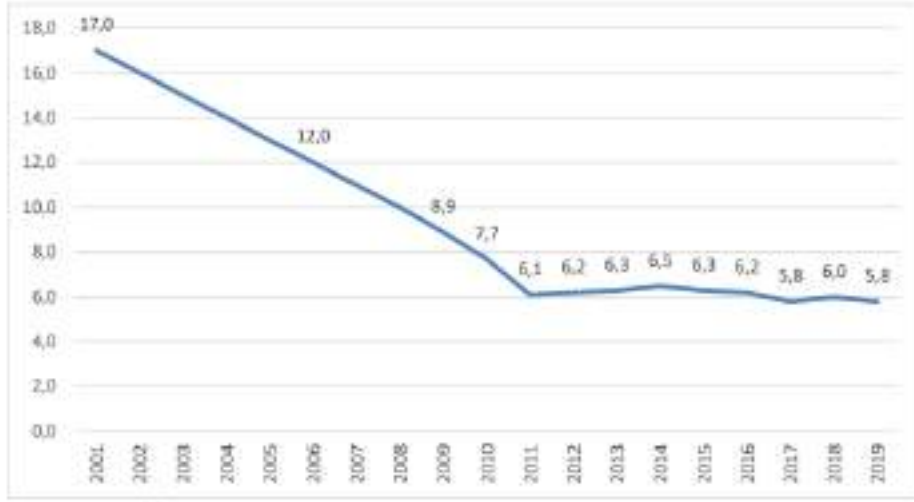
Uluslararası çabalar, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra ölümleri özellikle çocuk ölümlerinin azaltılması yönünde olmuştur (HSGM, 2023). Tüm bunlara rağmen her gün 14 bini çocuk, 25 bini yenidoğan olmak üzere 1-4 yaş arası çocuklar ölmektedir. Bu şu demek oluyor ki, bu yıl doğan bebeklerin 1/12'si ilk gün, 1/8'i ikinci günü hayatını kaybedecektir (TNSA, 2018). Bu ölümlerin nedenleri arasında sık doğum aralığı da yer almaktadır (HSGM, 2023).

Ancak Birleşmiş Milletler Çocuk Ölümleri Tahminleri Kuruluşları Arası Grubu (UN IGME) 20 Kasım 2021 tarihinde yayınladığı rapora göre (New York/Cenevre), 50'den fazla ülkenin 2030'a kadar beş yaş altı ölümler için belirlediği hedefe ulaşamayacağını ve 60'tan fazla ülkenin de acil tedbirler almazsa yenidoğan ölümüne ilişkin belirlediği hedefini gerçekleştiremeyeceğini belirtmiştir. Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine göre, 2030 yılına kadar tüm dünyada yenidoğan ölüm hızının 1000 canlı doğumda 12 veya daha az, beş yaş altı ölüm oranının ise 1000 canlı doğumda 25 veya daha az olması bekleniyor. Raporda, yalnızca 2020 yılı içerisinde 5 ile 24 yaş arası 2,2 milyon çocuk ve genç de dahil toplamda 5 milyondan fazla çocuğun beş yaşına ulaşmadan önce öldüğü belirtiliyor. Bu ölümlerinin sebebinin COVID-19 salgını olduğunu ve bu sayıların dünyanın her yerinde farklılık gösterdiği raporda

ifade edilmiştir (Akova ve ark., 2022)

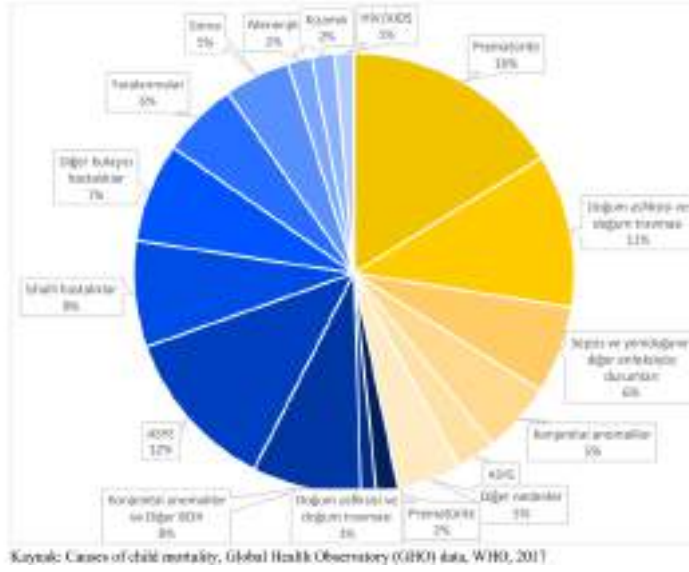
### Türkiye’de Yenidoğan Sağlığı

Perinatal ve çocukluk dönemi ölüm hızları, ülkelerin gelişmişlik düzeyini, sosyal kalkınma durumunu göstermektedir (Gümüş ve ark., 2018). Dünya, 1990'dan bugüne kadar çocuk sağlığında önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Global olarak, yenidoğan ölümlerinin sayısı 1990'da 5 milyon iken 2020'de 2,4 milyona düşmüştür (WHO, 2021). Yaklaşık 1/3'ü doğduğu gün ve 3/4'ü yaşamın ilk haftasında olmak üzere her gün yaklaşık 6700 yenidoğan hayatını kaybetmektedir. Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de bin canlı doğum başına düşen bebek ölüm sayısını ifade eden bebek ölüm hızı, 2009 yılında 13,9, 2020 yılında binde 8,7 iken 2021 yılında binde 9,2 olmuş ve (HSGM, 2023) bebek ölüm hızları gittikçe azalmıştır. Ayrıca neonatal ölüm hızı binde 6, postneonatal ölüm hızı ise 3.3 olarak açıklanmıştır (TÜİK, 2020).

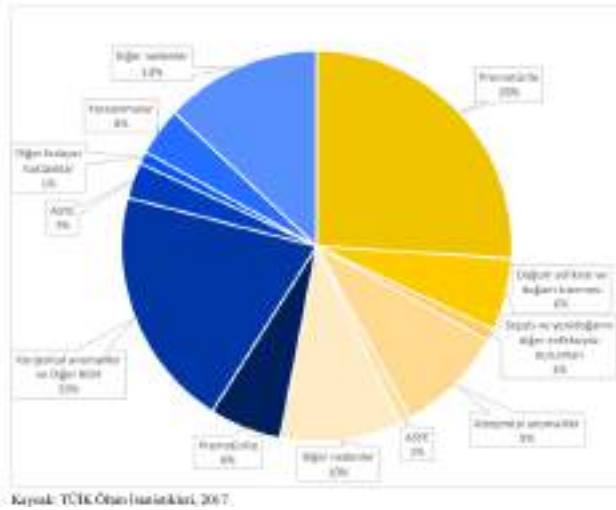


Kaynak: TNSA, BÖİS Sağlık Bakanlığı

**Grafik.1: Neonatal Ölüm Hızları (binde)** (TNSA, 2018)



**Grafik.2: Dünya’da 5 Yaş Altı Çocuk Ölüm Nedenleri (WHO, 2017)**



**Grafik.3: Türkiye’de 5 Yaş Altı Çocuk Ölüm Nedenleri, 2017 (TÜİK Ölüm İstatistikleri, 2017).**

2022 yılı verilerine göre ise bebek ölüm hızı 9.1, neonatal ölüm hızı ise binde 5,7’dir.





doğumsal anomaliler ve % 10'u sepsis nedeni ile gerçekleşmektedir (Ekti Genç ve Cesur, 2021).

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de yenidoğan ölümleri 20 yaş altı ve 40 yaş üstü doğum yapan kadınlarda, doğum sayısı arttıkça, doğum araları kısaldıkça, düşük doğum ağırlıklı/çok düşük doğum ağırlıklı bebeklerde, kırsal kesimde ülkenin Doğu Anadolu bölgesinde, hiç eğitimi olmayan veya ilkokulu bitirmemiş kadınların bebekleri arasında en yüksek düzeydedir. Yenidoğan ölümlerini azaltabilmek için yüksek teknolojiye dayanan, pahalı, uzmanlara dayalı, hastane bakımı gerekmemektedir (Ekti Genç ve Cesur, 2021).

Ülkemizde neonatal ölüm hızı son beş yılda 1000 canlı doğumda 13'den 7'ye gerilemiştir. Bu hızlı gerilemenin nedenleri DÖB hizmetlerinin iyileştirilmesi, yenidoğan ünitelerinin gelişmesi ve neonatolog sayılarının artması ve sağlık personellerine yönelik sertifika programlarının yaygınlaştırılması olduğu ifade edilmektedir (Yılmaz ve Bayraktar, 2020).

Türkiye'de bebek ölümlerinin azaltılmasına yönelik yapılan girişimlerden bir tanesi 2009 yılında yayınlanan 31 sayılı "Bebek Ölümünü İzleme Sistemi" konulu genelgedir. Bu genelge ile perinatal ve 5 yaş altı çocuk ölüm hızlarının nedenlerinin ortaya konulması ve aynı nedenlerle başka bir bebeğin daha ölümünün engellenmesi amaçlanmıştır. İl Bebek Ölümünü Önleme Kurulları oluşturularak bebek ölümleri incelenmeye başlanmıştır (Yılmaz ve Bayraktar, 2020).

Türkiye'de Sağlık Bakanlığı antenatal, perinatal, neonatal ve bebek sağlığı hizmetlerine erişim ve ölüm oranlarının azaltılmasına yönelik yürütülen farklı programlar vardır. "Neonatal Resüsitasyon Programı (NRP), Bilinçli Anne, Sağlıklı Bebekler Projesi, Perinatal ve Neonatal Ölümünün Önlenmesi Programı, Anne Sütünün Teşviki ve Bebek Dostu Sağlık Kuruluşları Programı, Neonatal Tarama Programı, Yenidoğan İşitme Taraması Projesi, Emzirmenin Korunması, Özendirilmesi, Desteklenmesi, Demir Yetersizliği Anemisinin Önlenmesi Ve Kontrolü "Demir Gibi Türkiye" Projesi, Yenidoğan Yoğun Bakım Programı, Gelişimsel Kalça Displazisi Erken Tanı ve Tedavi Programı, Bebeklerde D Vitamini Yetersizliğinin Önlenmesi ve Kemik Sağlığının Korunması Projesi, Perinatal ve Neonatal Ölümünün Önlenmesi, Bebek ve Çocuk İzlemleri Programı, Bebek Ölümünü İzleme Programı, Genişletilmiş Bağışıklama Programı, Kızamık Eliminasyon Programı, Maternal ve Neonatal Tetanozun Eradikasyonu Programı, Erken Çocukluk Döneminde Gelişimin Desteklenmesi Projesi, İshalli Hastalıkların Kontrolü Programı, İyot Yetersizliği Hastalıkları ve Tuzun İyotlanması Programı, Çocukluk Hastalıklarına Bütüncül Yaklaşım Programı, Hemoglobinoziti Kontrol Programı, 0-6 Yaş Çocuğun Psikososyal Gelişimini Destekleme Programı, Benim Ailem- Aile Çocuk Eğitim



Programı, Sevgi Zinciri Projesi” halihazırda yürütülen programlardır. İhtiyaç halinde farklı programlar eklenmekte ve yürütülen programlarda da güncellemeler yapılmaktadır.

Yürütülen bu program ve projeler birinci basamak sağlık hizmetlerinde çalışan ebeler tarafından büyük bir titizlikle takip edilerek dikkatli bir şekilde sisteme girilmektedir. Bu veriler Sağlık Bakanlığı’na gönderilerek bebeklerin veya çocukların takibi sağlanmaktadır. Bu veriler sistem üzerinden üst kurumlarca (İl Sağlık Müdürlüğü) yetkili kişiler tarafından gözlemlenerek, kontrolü yapan ebelerden bilgi alınmaktadır. Ailelere bu programlar ile gerekli bilgiler verilmesine rağmen aile halen bu konuda direnç gösteriyorsa Çocuk ihmal ve istismarını önlemek için Sosyal Hizmetler Bakanlığı ile işbirliği kurulmaktadır.

### **YENİDOĞAN SAĞLIĞINDA EBENİN ROLÜ**

Uluslararası Ebeler Konfederasyonu’na (ICM) göre ebe; “gebelik, doğum ve doğum sonu dönemde kadının bakımını sağlayan, gerekli tavsiyelerde bulunan, kendi sorumluluğunda doğumu gerçekleştiren, yenidoğanın bakımını sağlayan ve kadın ile işbirliği içinde çalışan, güvenilir ve sorumluluk sahibi bir profesyoneldir” (ICM, 2011). Türkiye’de yenidoğanın doğum odasında değerlendirilmesi ve gerek duyulduğunda uygun müdahalelerde bulunması ebelerin görev ve sorumlulukları arasındadır (Batman, 2020).

Yenidoğan ünitelerinde çalışan ebelerin hizmet içi eğitimlerle bilgilerinin güncellenmesi önemlidir. Aynı zamanda yeterli sayıda istihdamlarının sağlanması ve rol ve işlevlerini etkili kullanmaları bebek ölümlerini azaltmada önem teşkil etmektedir (Çağlar ve ark., 2019).

Anne sütünün yenidoğan sağlığını koruma ve geliştirmede önemli rol oynamaktadır. Ebelerin emzirme ile ilgili verdiği eğitimlerin emzirmenin sürdürülmesin, emzirme sırasında ortaya çıkan problemlerle başetmede ve başarılı emzirmede oldukça önemlidir (Işık ve Arca, 2019). Ebeler danışman rollerini kullanarak kadınlara emzirme ve anne sütünün önemi konularında danışmanlık yapmalıdırlar.

Ebelerin prenatal izlemlerde etkin ve nitelikli hizmet vermeleri yine bebek ölümlerini azaltmada önemli rol oynamaktadır. Prenatal hizmetlerin temel amaçlarından bir tanesi erken tanı ve tedaviyi sağlamaktır (Altıparmak ve Aksoy Derya, 2021). Dünya’ da bebek ölümlerinin en önemli nedenlerinden biri prematüredir. Doğum öncesi bakım hizmetlerinde primer olarak hizmet veren ebeler erken doğum tehdidinde ve preterm eylemin önlenmesinde çok önemli rol oynamaktadır. Preterm eylem yönetiminde asıl amaç preterm eylemi öngörebilmek ve engelleyebilmektir. Gebelerle sürekli birlikte olan ebeler, preterm eylem açısından riskli olan

gebeleri tespit edebilmeli, fetal iyilik halini değerlendirebilmelidirler (Kamalak, 2011; Karaçam ve Şen , 2012).

Gebelik, doğum ve doğum sonrası süreçlerde anne ve yenidoğan yanında bulunan, onları kendi yaşadıkları ortamlarda değerlendiren ve destekleyen ebelerin aktif rol alacağı programlar ile anne, yenidoğan, bebek ölüm riski, hastalanma ve sakatlanma oranları azaltılabilecek böylelikle anne, yenidoğan ve ailenin yaşam kaliteleri de artırılabilir. Yenidoğan ölümlerinin ve sakatlıklarının önlenmesi ile ailenin ve toplumun sosyoekonomik gücü artacak, uzun süreli maddi ve manevi kayıpları azalacaktır (Ekti Genç ve Cesur, 2021)

### **Endemik veya Pandemik Salgınlar ve Etkileri**

Endemi ve ya pandemiler anne ve yenidoğan sağlığını olumsuz etkilemektedirler. UNICEF gebelik, doğum ve doğum sonrası dönem de ortaya çıkan komplikasyonların önlenmesi, her annenin ve yenidoğanın ulaşabileceği sağlık bakım hizmetleri, sağlık kurumlarına, ilaçlara ve eğitilmiş ve donanımlı sağlık personeline yatırım yapılmasını önermektedir (Ulu, 2020).

Pandemiyle mücadele kapsamında yürürlüğe konulan sokağa çıkma ve seyahat kısıtlamalarına bağlı doğum öncesi, doğum ve doğum sonrası, aile planlaması hizmetleri, CYBE kontrolü gibi birçok cinsel sağlık ve üreme sağlığı konularında tedavi ve bakım hizmetlerine ulaşmada ciddi problemler yaşanmıştır. DSÖ'nün 105 ülkenin ele alındığı durum bildirim raporunda pandemi sürecinde ülkelerin doğum öncesi bakım hizmetleri %53 oranında, doğum hizmetleri ise %32 oranında kısmen kesintiye uğramıştır. (43). DÖB hizmetlerinin aksaması yenidoğan sağlığını da olumsuz etkileyecektir.

Gebe kadınlar, gebeliğin getirdiği fizyolojik değişiklikler nedeniyle solunum yolu hastalıklarına karşı oldukça duyarlıdır. Dünya genelinde özellikle riskli gebelerin COVID-19 enfeksiyonunu diğer bireylere göre daha ağır geçirdikleri çalışmalarla kanıtlanmıştır. Bununla birlikte erken doğum, fetal distres, İntra uterin gelişme geriliği, düşük doğum ağırlığı, abortus ve preeklamsi gibi komplikasyonların görülme sıklığında da bir artış gözlenmiştir. Ölü doğum hızında da COVID-19 enfeksiyonunun görülme sıklığı ile doğru orantılı bir artış gözlenmiştir. Gelişmekte olan ülkeler anne ve bebek ölümleri konusunda daha büyük risk altındadır (Takemoto ve ark.,2020; Varol, 2022)

Riley ve arkadaşlarının 2020 yılında yaptıkları bir çalışmada gebelik yenidoğan hizmetlerinde oluşabilecek %10'luk bir düşüşün doğum yapan 1.7 milyon kadının ve 2.6 milyon yenidoğanın ciddi komplikasyonlar yaşamasına neden olacağını belirtmektedirler

(Riley ve ark., 2020). Chmielewska ve arkadaşlarının 2021 yılında yaptığı sistematik derleme ve meta analiz çalışmasına göre, 17 ülkenin çalışmaları incelenmiş anne ve bebek ölüm oranlarında 3 kat bir artış tespit edilmiştir (Chmielewska ve ark., 2021). Takemoto ve arkadaşlarının 2020 yılında Brazilya’da yaptığı sistematik bir araştırmada ise 20 anne ölümü rapor edilmiştir. Bu annelerin ortalama yaşları 31,5’dir. Bu vakaların 12’si (%60) gebe, 3’ü (%15) postpartum, 1’i (%5) sezaryan sırasında hayatını kaybetmiştir. 12 gebe vakanın 3’ü gebeliğin ilk yarısında 13 ve 22.haftalar arasında hayatını kaybetmiştir (Takemoto ve ark., 2020). Ülkemizde Sağlık Bakanlığının dijital medyada açıkladığı verilere göre 2020 yılında %52, 2021 yılında ise bir önceki yıla göre %52 oranında bir artış görülmüştür (Chmielewska ve ark., 2021).

#### KAYNAKLAR

1. Ekti Genç R, Cesur B. Normal Gebelik ve Bakım. İçinde: Doğan Yüksekol Ö, Evcili F, Demirel G, editör. Doğum Öncesi Bakım Hizmetler. Ankara; Nobel Tıp Kitabevleri; 2021.
2. [https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/cocuk\\_ergen\\_db/dokumanlar/yayinlar/Kitaplar/Saglik\\_Bakanliginin\\_Kurulusunun\\_100.\\_Yilinda\\_Turkiyede\\_Bebek\\_Olumleri\\_Durum\\_Raporu.pdf](https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/cocuk_ergen_db/dokumanlar/yayinlar/Kitaplar/Saglik_Bakanliginin_Kurulusunun_100._Yilinda_Turkiyede_Bebek_Olumleri_Durum_Raporu.pdf)
3. Uzdil Z, Özenoğlu A. Gebelikte çeşitli besin öğeleri tüketiminin bebek sağlığı üzerine etkileri. Balıkesir Sağlık Bil Dergisi. 2015; 4 (2); 117-121.
4. [Güler B, Bilgiç D, Okumuş H, Yağcan H. Gebelikte Beslenme Desteğine İlişkin Güncel Rehberlerin İncelenmesi. DEUHFED. 2019; 12 \(2\); 143-151.](#)
5. Rumbold A, Ot E, Hori H, Miyazaki C, Crowther C A. Vitamin e supplementation in pregnancy. Cochrane Database Systematic Review. 2015; 9. doi: 10.1002/14651858.CD004069.pub3
6. Banderali G, Martelli A, Landi M, Moretti F, Betti F, Radaelli G, ... & Verduci E. Short and long term health effects of parental tobacco smoking during pregnancy and lactation: a descriptive review. Journal Of Translational Medicine. 2015; 13(1); 1-7.
7. Ekblad M, Korkeila J, Lehtonen L. Smoking during pregnancy affects foetal brain development. Acta Paediatr. 2015;104;12–8
8. Ino T. Maternal smoking during pregnancy and offspring obesity: metaanalysis. Pediatr Int. 2010;52;94–9
9. Burke H, Leonardi-Bee J, Hashim A, Pine-Abata H, Chen Y, Cook DG, et al. Prenatal and passive smoke exposure and incidence of asthma and wheeze:

- systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*. 2012;129;735–44
10. Toker, S., Çıtak, G. (2021). Türkiye’de üreme çağındaki kadınların türkiye nüfus ve sağlık araştırmalarına göre sağlık göstergelerinin incelenmesi. *TOGU Sağlık Bilimleri Dergisi (J TOGU Heal Sci)*, 1(2),72-84.
  11. Pinheiro R L, Areia A L, Mota Pinto A, Donato H. Advanced Maternal Age: Adverse Outcomes of Pregnancy, A Meta-Analysis (Internet). 2019 (27.10.2022 tarihinde erişildi). Erişim Adresi: <http://hdl.handle.net/10316/86307>. ISSN: 1646-0758.
  12. Güner Ö, Koruk F. Şanlıurfa’da 0-6 Aylık Bebeklerin Sadece Anne Sütü Alma Durumları Ve Etkileyen Faktörler. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 2019; 16(1);111-116.
  13. Şahin B, Özyurt B. Manisa’da Yarı-Kentsel Bir Bölgede 0-24 Ay Çocuklarda Anne Sütü Alma Durumu ve Beslenme Alışkanlıkları. *Turk J Public Health*. 2017; 15(3);164-175.
  14. Tunçkılıç M, Aydın Ateş N, Küğcümen G. Anne Sütü Ve Emzirmenin Yenidoğan Üzerine Etkisi Ve Ebelik Yaklaşımı. *Cumhuriyet Üniv. Sağ. Bil. Enst. Dergisi*. 2019; (4)3;1-8
  15. Bostancı G, İnal S. Bebek Dostu Özel Bir Hastanede Doğum Yapan Annelerin Emzirmeye İlişkin Bilgi Düzeylerinin ve Bebeklerini Emzirme Durumlarının Değerlendirilmesi. *HSP*. 2015; 2(3); 260-270.
  16. Kahyaoğlu İ, Kahyaoğlu S, Moraloğlu Ö, Çiçek N. Gebelikte immünizasyon. *The Journal of Gynecology - Obstetrics and Neonatology*. 2012; 8 (33);1380- 1384.
  17. Jorgensen S C, Burry L, Tabbara N. Role of maternal COVID-19 vaccination in providing immunological protection to the newborn. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*. 2022; 42(1);58-70.
  18. [Gümüş B, Topal İ, Özer Ö, Balandız H. Türkiye’de 15 yaş altı çocuk ölümlerinin değerlendirilmesi. F.Ü.Sağ.Bil.Tıp.Dergisi. 2018; 32 \(1\); 13 – 19](#)
  19. [UNFPA \(United Nations Population Fund\) \(2015\). Migration, Erişim Adresi: http://www.unfpa.org/migration, Erişim Tarihi: 22.10.2021](#)
  20. Eryurt M A, Koç İ. Yoksulluk ve çocuk ölümlülüğü: Hanehalkı refah düzeyinin çocuk ölümlülüğü üzerindeki etkisi. *Cocuk Sagligi ve Hastaliklari Dergisi*, 2009; 52(3)
  21. Gümüş Şekerci Y, Bilgili N. Göçün sağlık Üzerindeki Etkileri. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2015; 18(1).
  22. Gözübüyük A, Duras E, Dağ H, Arıca V. Olağan üstü durumlarda çocuk sağlığı. *Journal of Clinical and Experimental Investigations*. 2015; 6(3); 324-330.
  23. Stellinga-Boelen, A A, Storm H, Wieggersma P A. et al. Iron deficiency among children of asylum seekers in the Netherlands. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2007; 45;591-595
  24. Baş M, Molu B, Tuna H İ, Baş İ. Göç Eden Ailelerin Sosyo-Kültürel ve Ekonomik Değişiminin Kadın Ve Çocuk Yaşamına Etkisi. *Itobiad: Journal of the Human & Social Science Researches*. 2017; 6(3).
  25. Lehtonen L, Gimeno A, Parra-Llorca A, Vento M. Early neonatal death: A challenge worldwide. *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine*. 2017; 22;153-160.
  26. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/levels-and-trends-in-child-mortality-report-2021#:~:text=Preterm%20birth%2C%20intrapartum-related%20complications,causes%20of%20most%20neonata>

27. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Ölüm ve Ölüm Nedeni İstatistikleri. 2020. p. Sayı: 33710. Available from: <https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33710>
28. 2018 Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması, Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü. (2018), Ankara, ISBN 978-975-491-493-1
29. Akova İ, Güneş Bal Ş, Arslaner S, Uygun T, Hasta S. Türkiye’de Sivas’taki bebek ölümleri ve nedenlerinin incelenmesi. ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi. 2022; 7(3); 436-43.
30. Akın A. Türkiye’de değişen nüfus ve sağlık politikaları doğrultusunda, isteyerek düşükler ve üreme sağlığı hizmet sunumunda geleceğe bakış. Türkiye Halk Sağlığı Dergisi. 2012; 10( Özel Sayı 1); 43-60.
31. Fathalla M F. Reproductive health in the world: two decades of progress and the challenge ahead. Global Reproductive Health. 2015. <https://www.researchgate.net/publication/273888258>
32. <https://www.unicef.org/turkiye/bas%C4%B1n-b%C3%BCltenleri/%C3%A7ocuk-%C3%B6l%C3%BCm-oranlar%C4%B1na-ili%C5%9Fkin-en-son-yay%C4%B1nlan-tahminler-d%C3%BCnyan%C4%B1n-s%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BC> (Erişim tarihi:27.10.2022)
33. Yılmaz M, Bayraktar F. Düzce ilinin 2014-2017 yılları arasındaki perinatal ölüm ve bebek ölümü verilerinin değerlendirilmesi. ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi. 2020; 5(1); 35-42.
34. International Confederation of Midwives (ICM). International definition of the midwife, 2011 (Erişim Tarihi: 29.10.2022). <http://internationalmidwives.org/assets/uploads/documents/Definition%20of%20the%20Midwife%20-%202011.pdf>
35. Batman D. Yenidoğanın doğum odasında aspirasyon ilkelerinde güncel yaklaşımlar; ebelerin rol ve sorumlulukları. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi. 2020; 4(3); 258-267.
36. Çağlar S, Dur S, Sönmez Düzkaya D, Koç Özkan T, Torun N, Çiğdem Z, ... Kerimoğlu Yıldız G. Türkiye’deki yenidoğan hemşirelerinin profilleri ve bireyselleştirilmiş gelişimsel bakıma yönelik uygulamaları. Jaren. 2019; 5(2);132-40.
37. Işık H, Arça G. Anne sütü ve emzirmeye ilişkin ebe ve hemşirenin rolü. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi. 2019; 1(3); 221-228.
38. Altıparmak S, Aksoy Derya Y. Normal Gebelik ve Bakım. İçinde: Doğan Yükseköl Ö, Evcili F, Demirel G, editör. Doğum Öncesi Bakım Hizmetler. Ankara; Nobel Tıp Kitabevleri; 2021.
39. Kamalak Z, Simavlı S, Duvar C İ, Turhan N Ö. Preterm Eylem Yönetimi. Yeni Tıp Dergisi. 2011; 28; 13-16.
40. Karaçam Z, Şen E. Yüksek Riskli Gebelerin Evde Bakımı, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Dergisi. 2012; 80-91.
41. Ulu E. (2020). Covid-19 Pandemisinin yenidoğan sağlığı üzerine etkileri. *Medical Research Reports*, 3(Özel Sayı), 118-139.
42. Varol Z S. Pandeminin ikinci yılı değerlendirme raporu. Türk Tabipler Birliği Yayınları. Ankara, 2022. 56-63.
43. Takemoto M L, Menezes M D O, Andreucci C B, Knobel R, Sousa L, Katz L, ... & Brazilian Group for Studies of COVID-19 and Pregnancy. Clinical characteristics and risk factors for mortality in obstetric patients with severe COVID-19 in Brazil:

- a surveillance database analysis. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*. 2020; 127(13); 1618-1626.
44. Riley T, Sully E, Ahmed Z, Biddlecom A. Estimates of the potential impact of the COVID-19 pandemic on sexual and reproductive health in low-and middle-income countries. *International perspectives on sexual and reproductive health*. 2020; 46; 73-76.
45. Chmielewska B, Barratt I, Townsend R, Kalafat E, Meulen J, Gürol Urgancı İ, O'Brien P, Morris E, Draycott T, Thangaratinam S, Le Doare K, Ladhani S, Dadelszen P, Magee L, Khalil A. Effects of the COVID-19 pandemic on maternal and perinatal outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2021; 9; 759–772.



## YENİDOĞANIN DOĞUM ODASINDA İLK DEĞERLENDİRMESİNDE KANITA DAYALI UYGULAMALAR

Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN<sup>1</sup> Öğr. Gör. Serpil TOKER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesör Doktor, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü,

[ozgralp60@gmail.com](mailto:ozgralp60@gmail.com)- 0000-0002-2264-2886

<sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü,

[serpiltoker278@gmail.com](mailto:serpiltoker278@gmail.com)-0000-0001-6809-6342

### ÖZET

Yenidoğan bebeklerin doğum odasında bakımı denilince, ilk değerlendirilmesinde sadece yenidoğanın sağlığının sağlanması ve sürdürülmesi değil, doğumda annenin ilk deneyimlerini yaşarken sağlık bakım profesyonelleri, ebeler ile sürekliliği olan bir ilişki içinde hem kendi hem de bebeğin bakımının yapılması ve devam etmesi de akla gelmektedir. Ebe, anne ve bebeğin bu deneyimin kalitesi, kendisi ve çocuğunun sağlık hizmeti sunucuları arasında sürekli bir partnerlik sağlamanın anahtarıdır. İlgili metinde sırası ile ebeğin bakım uygulamalarını yaparken yenidoğan bebeklerde kanıt temelli hangi uygulamalarını hangi gerekçelerle nasıl yapması gerektiği ele alınmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yenidoğan, Kanıt Temelli Uygulamalar, Doğum Odasında Bakım

### EVIDENCE-BASED PRACTICES IN THE FIRST ASSESSMENT OF THE NEWBORN IN THE DELIVERY ROOM

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa University Faculty of Health Sciences Department of Midwifery,

[ozgralp60@gmail.com](mailto:ozgralp60@gmail.com)- 0000-0002-2264-2886

<sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa University Faculty of Health Sciences Department of Midwifery,

[serpiltoker278@gmail.com](mailto:serpiltoker278@gmail.com), 0000-0001-6809-6342

### ABSTRACT

When it comes to the care of newborn babies in the delivery room, what comes to mind is not only ensuring and maintaining the health of the newborn during its initial evaluation, but also providing and continuing the care of both her and the baby in a continuous relationship with health care professionals and midwives while the mother is experiencing her first experiences at birth. The quality of this experience for the midwife, mother, and baby is key to ensuring an ongoing partnership between her and her child's health care providers. In the relevant text, it is discussed which evidence-based practices the midwife should carry out for



newborn babies and on what grounds and how, while performing care practices.

**Key Words:** Newborn, Evidence-Based Practices, Care in the Delivery Room

## GİRİŞ

Bebek ölüm hızları ülkelerin gelişmişlik göstergelerinden biridir. Dünya Sağlık Örgütüne göre 2018 yılında 4 milyon bebek ölümü meydana gelmiştir. Dünya genelinde bebek ölüm hızı 1990 yılında bin canlı doğumda doğumda 65 iken, 2018 yılında bin canlı doğumda 29'a düşmüştür Türkiye İstatistik Kurumu'na göre bebek ölüm hızı 2009 yılında 13.9 iken, 2019 yılında 9.2'ye düşmüştür. Ayrıca neonatal ölüm hızı binde 6, postneonatal ölüm hızı ise 3.3 olarak açıklanmıştır (Akova ve ark., 2022). Neonatal ölümlerin % 3'i prematürel, %17'si doğumsal anomaliler ve % 10'u sepsis nedeni ile gerçekleşmektedir (Ekti Genç ve Cesur, 2020). Bu ölümler doğum sonrası ilk saatlerde ten tene temas, emzirme ve iyi beslenme gibi kanıtlanmış uygulamalarla büyük oranda azaltılabilmektedir (Bekdemir Ak ve Dolgun, 2021).

Yenidoğan bebeklerin ilk değerlendirilmesinde doğum odasında bakımı denilince, sadece yenidoğanın sağlığının sağlanması ve sürdürülmesi değil, doğumda annenin ilk deneyimlerini yaşarken sağlık bakım profesyonelleri, ebeler ile sürekliliği olan bir ilişki içinde hem kendi hem de bebeğin bakımının yapılması ve devam etmesi de akla gelmektedir. Ebe, anne ve bebeğin bu deneyimin kalitesi, kendisi ve çocuğunun sağlık hizmeti sunucuları arasında sürekli bir partnerlik sağlamanın anahtarıdır (Ball, Bindler, Cowen, & Shaw, 2017).

Yenidoğanın sağlığının korunması, geliştirilmesi ve bakımı, hastanede ya da doğum merkezinde başlar. Sağlıklı bir anne ile miadında bir yenidoğanın doğumdan sonra hastanede kalış süresi kısadır; vajinal doğumda yaklaşık 48 saat, komplikasyonsuz sezaryen doğumda ise 72-96 saat hastanede kalmaktadırlar. Anne ve bebeğin taburcu edilmesi her ikisinde de uygun sağlık verilerinin doğrulanması ve kapsamlı bir fizik muayene ile normal sonuçların gözlenmesinden sonra gerçekleştirilmektedir. Herhangi bir sorunun tespit edilmesi ve ailenin yenidoğana evde bakabilmesini sağlayabilmek, hazırlamak için zaman olmalıdır. İdeal ve istendik olan anne ve yenidoğan birlikte taburcu edilmesidir (Loondot, Ladewig, HaU, et al., 2010; Benitz, 2015).

Doğum sonu her yenidoğan bebeğin hemen değerlendirilmesi ve ayrıntılı muayenesinin hastaneden taburcu olmadan önce yapılması, aynı zamanda yenidoğanın ortama adaptasyonunun değerlendirilmesi gerekmektedir (Alparıslan ve Çıtak,2023). Doğum odasında

ebe verdiği bakım ile bebekteki hava yolu açıklığının sağlama, Apgar skorunu değerlendirme, vücut ısısını koruma, yenidoğanın kimliğinin belirleme, enfeksiyonu ve kanamayı önleme, beslenmeyi sağlama gibi birçok bakımı sağlamış olmalıdır. Aşağıda sırası ile ebenin bakım uygulamalarını yaparken kanıt temelli hangi uygulamaları, hangi gerekçelerle yapması gerektiği ele alınmıştır.

Kanıt temelli hazırlanmış birçok rehberde yenidoğan bakımının yönetimine yönelik yenidoğanın canlandırılması, kord klempleme zamanı, ten tene temasın sağlanması, vücut ısısının koruması, enfeksiyonun önlenmesi, K vitamini uygulanması, Hepatit B aşısı uygulanması, göbek kordonu bakımı, kimlik tespiti, cilt bütünlüğünün sağlanması gibi konular yer almaktadır. Dünyadaki güncel rehberler, örnekleri ile bu rehberlerin önerileri eşliğinde bakım konuları ele alınmıştır (AHA,2021; Bekdemir Ak ve Dolgun, 2021; ILCOR, 2015; Oygür ve ark., 2018; WHO, 2017,2018; Zenciroğlu, 2015).

### **Yenidoğan Canlandırma Uygulamaları**

Annenin prenatal öyküsünde risk faktörü yoksa, *Umbilikal kordon yönetim planı nedir? kordon klemplenmesi zamanı ve uygulaması için, doğumu gerçekleştiren ekibin planı nedir?* Bu belirlenir. Aşağıda anlatılmıştır (AHA,2021; Neonatal resusitasyon,2020).

Risk faktörü olmayan annelerin bebeklerinde *“bebek term, kas tonusu iyi ve solunumu var veya ağlıyor”* şeklinde bir yanıt ile izlenmişse, bebek, canlandırma girişimi gerektirmeyen sağlıklı bebek olarak kabul edilir. Bu bebekler *“Olağan bakım”* adı altında adlandırdığımız bakım ile annesinin göğsüne yatırılarak ten teması sağlanır. Arkasından hemen *“başlangıç basamakları”* dediğimiz başlangıç bakımları yapılır. Eğer bebek postkonsepsiyonel dönemde 22 haftadan küçük ise son adet tarihine göre hesaplama yapıldığında 20 haftadan daha küçük olarak değerlendirilir. Gestasyonel yaş 20 hafta altı ise bu bebekler *“yaşayabilir”* olarak kabul edilmezler ve *bu bebeklere canlandırma yapılmaz*. Yirmi beş haftalık (25 hft) ise canlandırma zorunlu kabul edilmiştir. Fakat 22-24. haftalar arasında canlandırma kararı hala belirsizdir (AHA,2021; Neonetoloji,2016; Neonatal resüsitasyon,2020).

**Başlangıç basamakları** bebekte ısıyı korumayı (Sıcaklığın korunması (ısıtma)(tenetemas/radyant ısıtıcı, kurulamayı, baş ve boyuna havayolu açık kalacak şekilde pozisyon verilmesini, gerekiyorsa hava yolundaki salgıların temizlenmesini (puar ile aspirasyon), ve nazikçe uyarı vermeyi içermektedir. Bu basamaklara doğum ile göbek kordonunun klemplenmesi sırasında başlanabilir. Bu uygulamalar yaklaşık olarak doğumdan sonraki 30

saniye içinde tamamlanması beklenir. Ten-tene temas ve erken emzirmeyi sağlamak için önemlidir (AHA,2021; Foster ve ark., 2017; ILCOR, 2021; Neonetoloji,2016; Neonatal resusutasyon,2020).

Aspirasyon işlemi doğru yapılmazsa ağız ve/veya burun mukozasında yaralanma, enfeksiyon riskinde artma, bradikardi, apne, hipoksi, hiperkapni, kafa içi basıncında artma ve beyin hasarı ile kanam gelişimi olduğu belirlenmiştir (AHA,2021; Foster ve ark., 2017). Yenidoğan aktif, solunumu var ise sadece ağız ve burnu steril bir bezle silinmelidir (WHO, 2017). Aspirasyon işlemi sırasında aspiratör kullanılacaksa basınç 80-100 mm/Hg'a ayarlanmalıdır. Derin aspirasyon vagal tonusu uyararak bradikardi ile apneye neden olur (AHA,2021; Foster ve ark., 2017; Neonatal resusutasyon,2020).

Eğer bebek doğum sonrası *solunum çabalarını etkin biçimde başlatamaz veya sürdüremez* ise solunum yetersizliği meydana gelir. Bu durum genellikle yetersiz gaz değişimine neden olan solunumdaki bir soruna bağlı gelişmektedir. Her iki durumda da asıl sorun gaz değişiminin olmamasıdır. Ayrıca bebekteki solunum yetersizliği doğum öncesi veya sonrası oluşabildiği için yenidoğan canlandırmasının odak ve en önemli noktası bebeğin akciğerlerinin etkin ventilasyonunun yapılmasından oluşur (AHA;2017; Neonatoloji,2016).

Yenidoğanlarda canlandırmanın ABCD'si yetişkinlerden farklı biçimde uygulanmaktadır;

- **Airway-** Solunum yolu açılır (Pozisyon verilir, aspirasyon yapılır),
- **Breathing-**Solunumu başlatılır (Solunumun uyarılması),
- **Circulation-**Dolaşımı sağlanır (Kalp atımı ve SPO<sub>2</sub> değerlendirilir),
- **Drugs-İlaçlar** (Adrenalin, volüm genişleticiler) kullanılır (AHA;2017; Neonatoloji,2016; Neonatal resüsitasyon,2020).

Başlangıç başmaklarına rağmen solumayan, kalp atım hızı 100 atım/dakikanın altında olan yenidoğan bebeklerde PBV başlatılır. Bebek mekonyumlu doğmuşsa, soluk yolu tıkalı ise trakeal aspirasyon yapılmalıdır (WHO, 2017).

Yenidoğanda doğumdan hemen sonra periferik siyanoz görülebilir. Isıtılınca dolaşımın artması ile siyanoz düzelecektir. Siyanozu var diye hemen, gereksiz yere oksijen başlanmamalı, nabız oksimetre ile izlenmelidir. Getasyonun 32. Haftası ve/veya öncesinde doğan bebeklerin ventile edilirken, oksijen tedavisine %30 konsantrasyon ile başlatılmalı (WHO, 2017), 35 haftanın altında olanlarda ise % 21-30 konsantrasyon kullanılmalıdır (TND, 2016; ILCOR, 2021).

### **Kordon Klemleme Zamanı**

Bebeğin doğum sonrası sağlık ve iyilik halinin sürdürülebilmesi, yenidoğanın yeterli kan hacmi ile doğmuş olmasına bağlıdır ve bebeğin doğumundan sonra umbilikal kordonun geç klemplenmesinin bebek üzerine olumlu etkileri olduğu kanıtlarda belirtilmektedir. Geç kordon klempleme (GKK) sayesinde doğum sırasında plasentada var olan kan akımı yenidoğana doğru gerçekleşir. GKK uygulaması uluslararası pek çok kılavuzda term ve sağlıklı preterm bebeklere önerilmektedir (ACOG, 2017; ILCOR,2021; WHO,2014). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) doğum sonu 1 dakikadan önce kord klemplenmesini önermemektedir. The Royal College of Obstetricians and Gynaecologists (RCOG)'de term ve preterm bebekler için umbilikal kordonun doğumdan en az 2 dakika sonra klemplenmesini önermektedir. American College of Nurse–Midwives, term ve preterm bebekler için doğumdan 2- 5 dakika sonra GKK'yi önermektedir. American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) tüm bebeklerde doğum sonu en az 30-60 saniye sonra kordon klemplemeyi önermektedir (ACOG,2017; Karataş Baran ve Şahin, 2019).

Kordon klempleme en az 60 saniye sonra, ideal olarak akciğerler havalandırıldıktan sonra önerilir. Gecikmiş kordon klemplenmenin mümkün olmadığı durumlarda, 28 haftadan büyük bebeklerde kordon sağımı düşünülmelidir (ILCOR,2021). (DSÖ) ise pozitif basınçlı ventilasyona ihtiyaç duymayan miadında ve prematüre doğan bebeklerde, umbilikal kordonun doğum sonrası 1. dakikadan sonra klemplenmesini önermektedir (WHO,2014).

Ünal'ın 2020'de yaptığı uzmanlık yan dal bitirme tezinde çalışmaya sezaryen ile doğum yapan 98 term gebelik dahil edilmiş ve sezaryen sonrası bebeklerin kordon klempleme zamanına göre incelenmiş; kan parametreleri açısından gruplar arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Mevcut çalışmanın sonucunda, GKK'nin 60 sn kadar ertelenmesinin, olumsuz maternal sonuçlara ve özellikle polisitemiye neden olmadığı belirtilmiştir (Ünal,2020).

Rabe ve ark., 2019 yılında güncelledikleri derlemeye, 4884 bebek ve anneleri hakkında veri sağlayan 40 çalışma dahil edilmiştir. Geç kordon klempleme ile (kordon klemplendikten sonra bebeğin hemen bakımı ile) erken kordon klempleme kıyaslandığında, taburcu olmadan önce daha az bebeğin öldüğü bulunmuştur. (20 çalışma, 2680 bebek). Ayrıca, daha az bebekte beyin kanaması gelişmiş (15 çalışma, 2333 bebek), sadece çok ciddi beyin kanaması olan bebeklerin sayısında muhtemel bir fark bulunamamıştır (10 çalışma, 2058 bebek ) (Rabe ve ark., 2019).

Ebe kordon klempleme için kara verirken gerekli süreyi kurum protokolü ve kanıt temelli uygulamalar kapsamında ayarlamalı ve sonra göbeği (ülkemizde en az 60 sn beklenmesi önerili-

NRP önerisi) steril, tek kullanımlık göbek klempile ile klemplemeli, göbek kordonunu deriden 4-5 cm uzaklıkta bağlayarak kesmelidir (AHA,2021).

### **Vücut Sıcaklığının Korunması**

Yenidoğanın vücut ısısını koruyabilmek için doğum sonrasında bebeğin hemen kurulması, ten-tene temasın sağlanarak anne ısısından yaralanması veya radyan ısıtıcı ile sağlanması olası olabilmektedir. Özellikle düşük doğum ağırlıklı yenidoğanlarda ısı kaybı daha fazla olduğundan doğumdan hemen sonra zaman kaybedilmeden bebeğin vücut ısısının korunması sağlanmalıdır. DSÖ'nün bildirdiğine göre doğum ünitelerinde oda ısısının en az 23-25<sup>0</sup>C'lik bir ısı olarak sağlanması gerekmektedir. Doğumdan sonra rutin olarak trans epidermal olarak fazla ısı kaybedebilecekleri için bebeklerin yıkanması önerilmez (Alparslan ve Çıtak,2023; WHO, 2017). Doğum öncesi salonun ısı ayarlanmalı, ısıtılmış, kuru, pamuklu havlular hazırlanmalı, radyant ısıtıcı doğumdan önce açılmalı, eğer prematüre doğum bekleniyorsa ek olarak polietilen plastik torba, şapka ve transport küvözü hazır bulundurulmalıdır (WHO, 2017). DSÖ ve ILCOR prematüre yenidoğanların vücut sıcaklığının 36,5-37,5<sup>0</sup>C'de tutulmasını, hipertermiden (>37,5<sup>0</sup>C) ve hipotermiden korunmasını önerilmektedir. Eğer hipotermi gelişirse intraventriküler kanama, sepsis, hipoglisemi, solunum güçlüğü ve mortalitede artışa olabildiği belirtilmiştir (Zenciroğlu ve Kurt, 2017).

### **Yenidoğanlarda Ten-Tene Temas**

Yenidoğanlarda ten-tene temas uygulamasının bebeklerin daha az ağlamalarına, vücut ısılarının korunmasına, emzirmenin başarılı olmasına, anne bebek ilişkisinin artmasına, doğum sonu plasentanın kolay ayrılmasına neden olduğu, annede kanamayı azalttığı, annede stres seviyesini düşürdüğü gibi yararlarının olduğu kanıtlamıştır Bebek sağlıklı doğarsa doğumdan sonra hemen ten-tene temas uygulanmalıdır (Brimdyr ve ark., 2018; Moore ve ark., 2016; Safari ve ark., 2018; WHO, 2017).

Literatürde bazı kanıtlar ten-tene temas kullanımının emzirmeyi teşvik ettiğini, nazokomiyal enfeksiyon insidansının azalttığını göstermiştir (Agudelo ve ark., 2020; Moore ve ark., 2016; Farouk Abolwafa ve ark., 2022; Huang ve ark., 2019; Sampieri ve ark.,2022).

### **APGAR Skoru Kullanımı**

Apgar skoru, bebeğin sadece doğum sonu genel iyilik durumunu belirleyen bir yöntemdir ve bebeğin canlandırılmasına karar vermede Apgar skoru asla kullanılmaz. Bu skorlama bebeğin canlandırılması sonrası birinci dakikasından itibaren düzenli olarak yapılması gereken bir

uygulamadır. Solunum, kalp atım hızı, renk, kas tonüsü, refleksler ve iritabiliteyi içeren 5 *Apgar skor parametresi vardır*. Bu skora göre yedi (7) ve üzeri puan alan yenidoğanlar sağlıklı olarak kabul edilir. Apgar skoruna doğumun 1., 5. ve 10. dakikalarında tekrar bakılmalıdır (Neonatal resüsitasyon, 2020). Getachew ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada düşük Apgar skorlarının artmış perinatal morbidite ve mortalite ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Yani yenidoğan ve bebek ölümü ile düşük Apgar skoru (<3) arasında güçlü bir ilişki vardır (Getachew ve ark., 2020).

## **Enfeksiyonu önleme**

### **a- Göbek kordonu bakımı**

Uluslararası raporlarda her yıl tüm dünyada 2,6 milyon bebeğin ilk ayını tamamlayamadan öldüğünü, yenidoğan ölümlerinin ise %15'inden göbek bağı enfeksiyonlarından kaynak alan bakteriyel enfeksiyonların sorumlu olduğu bildirilmiştir. Göbek kordonun da enfeksiyonu önlemek için kullanılan antiseptikler göbek kordonunun düşme süresini uzatmakta bu da başka bakterilerin üremesine neden olmaktadır. Bu nedenle kordon bakımında artık başka herhangi bir antiseptik kullanılmamaktadır. Göbek kordonu kuru ve temiz tutulmalıdır (WHO,2020; Özdemir ve ark., 2017).

Göbek bağı düşme süresini uzatan diğer faktörler; sezaryan ile doğum, DDA, bebeğin enfeksiyon nedeniyle antibiyotik kullanması, erkek cinsiyet, anne sütü alınmamasıdır (Soğukpınar ve ark., 2013; Çoban ve ark., 2020). Yenidoğan umbilikal kord özelliklerinin göbek düşme süresine etkisinin incelendiği bir çalışmada göbek düşme süresi ile umbilikal kord özellikleri arasında ilişki olmadığı , sezaryen doğanlarda göbek düşme süresinin daha uzun, RH uyumsuzluğu sorunu yaşayan yenidoğanlarda ise daha kısa olduğu belirlenmiştir (Çoban ve ark.,2020).

Kanıt dayalı araştırma ve rehberler göbek kordonu bakımında gelişmiş ülkelerde doğal kuruma yöntemi, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ise klorheksidin kullanımının etkili olduğunu ifade etmektedir. Göbek bakımı uygulamalarının bilimsel kanıtlara dayalı uygulama önerileri kullanılarak yapılması, etkin bir göbek bakımı gerçekleştirebilmek için ebe ve hemşireler, göbek bakımında maliyeti azaltan, enfeksiyonu önleyen, göbek düşme zamanını kısaltan kanıt dayalı uygulamaları değerlendirebilmeli ve bakımında kullanmalıdırlar (Şener Taplak ve Bayat, 2015).



Ebe ve hemşireler ebeveynlere kordonun bakımında şu öğretileri uygulatmalıdır: Tüm bebek bakımlarından önce ve sonra eller yıkanmalıdır, göbek kordonu açık bırakılmalıdır, mümkünse kurumayı sağlamak için bebek bezi kordonun altında katlanmalıdır. Çapraz enfeksiyon riskini azaltacağından göbek kordonuna dokunulmamalı, hava dolaşımını sağlamak için temiz ve bol kıyafetler kullanılmalıdır. Mümkünse göbek kordonu düşene kadar banyo yaptırılmamalı, eğer bebeği banyo yaptırılıyorsa kordonu suya batırılmamalı, sığ bir banyo yaptırılmalı. Umbilikal kord yalnızca idrar veya dışkı ile kirlenmişse temizlenmeli ve temizliği sadece su kullanılarak, kuru tutarak yapılmalıdır. Asla saç kurutma makinası kullanılmamalıdır (Alparslan ve Çıtak, 2023; Kundak, 2013; WHO,2017).

### **b- Göz bakımı**

Göz bakımı yenidoğanları Chlamydia Trachomatis, Neisseria Gonorrhoeae gibi doğumda vajinal kanal aracılığıyla bulaşan ve neonatal oftalmiye neden olan enfeksiyon etkenlerinden korumak amacıyla önerilmektedir. Göz bakımı doğum sonrası ilk 1 saat içerisinde yapılmalıdır (Alparslan ve Çıtak, 2023; Nathawad ve ark., 2011).

Profilakside %1 gümüş nitrat, %0.5 eritromisin, %1 tetrasiklin hidroklorid veya %2,5 povidon-iyot kullanılmaktadır. Kimyasal konjunktivit oluşturması nedeniyle, gümüş nitratın, yine povidon iyot ve gentamisininin topikal yan etkileri nedeniyle proflekside kullanımı önerilememektedir. Sadece yasal zorunluluğun bulunduğu bazı ülkelerde %0.5 eritromisin kullanımı devam etmektedir. Ayrıca ülkemizde bu form ilaç bulunmamaktadır (Alparslan ve Çıtak, 2023; NICE,2015). Gonokokal ve Clamidyal için tetrasiklin, povidon-iyot (tek uygulama) ve kloramfenikolü karşılaştıran bir çalışmada potansiyel olarak oftalmi neonatoruma karşı etkili, evrensel olarak uygulanabilir bir profilaksi sağlayabileceği vurgulanmıştır (Kapoor ve ark,2020).

### **Yenidoğan Kimliğinin Belirlenmesi**

Ebe anne ve yenidoğanın doğum odasından ayrılmadan hemen öncesinde kimliğinin belirlenip belirlenmediğini mutlaka kontrol etmelidir. Doğumdan önce hazırlanan iki bilek bandından biri bebeğin bileğine (erkeklerde mavi, kızlarda pembe) doğumdan sonra ayrılmayacak şekilde takılmalıdır. Bu bilekliklere anne adı-soyadı, doğum zamanı, yenidoğanın cinsiyeti, tıbbi kayıt numarası ve bebeğin doğum tarihi yazılmalıdır. Hem bebeğin ayak parmaklarının hem de annenin sağ başparmağının parmak izi alınmalı ve bebeğin dosyasında saklanmalıdır (Arslan Özkan ve Bilgin, 2019; Oygür ve ark., 2018).

### **K Vitamini Uygulama**



Yenidoğanlarda K vitamini üreten mikroflora ve kolonizasyonda gecikme, hepatik ve hemostatik fonksiyonlarının olgunlaşmaması gibi nedenlerden dolayı K vitamini üretilmemektedir. Bu da yenidoğanlarda kanamalar hatta ölüme yol açabilmektedir (Ardell ve ark., 2018; Bekdemir Ak ve Dolgun, 2021). Profilaktik olarak doğum ağırlığı 1500 gram altında olan yenidoğanlara 0,5 mg K vit. IM bir kez yapılır). Term, 1500 gram üzeri yenidoğanlara profilaktik olarak doğumdan sonra 24 saat içinde K vitamini 1 mg IM bir kez yapılır (WHO, 2017; SBHSGM,2021). Türkiye’de genellikle Konakion ampul, Libavit K ampul, VI-Pleks K ampul formları bulunmaktadır (Alparslan ve Çıtak, 2023).

### **Hepatit B Aşısı ve Hepatit B İmmünglobulini Uygulaması**

Hepatit B virüsü eğer anne HbsAg pozitif ise doğum sonrasında bebek için kronik enfeksiyon gelişme ihtimalini %80-90 artırmaktadır ve bulaş genellikle doğum kanalı yolu ile olmaktadır. DSÖ’nün önerisi ile hepatit-B ile enfekte anneden doğan bebeklere standart hepatit-B immünglobulini ve aşısı doğumdan hemen sonraki 12 saat içinde ve takip eden 2. ve 6. aylarda iki doz aşı uygulaması ile bebeğe yapılmalıdır. Annede HBsAg (-) ise ve doğan bebek 2000 gramın üzerinde ise doğumdan sonra veya ilk 24 saat içinde Hepatit B aşısının uygulanmasını, bebeğin doğum ağırlığı 2000 gramın altında ise bebek bir aylık olunca aşının uygulanmasını önerilmektedir (AAP, 2017). Hepatit-B, hepatit-C ve HIV pozitif annelerden doğan bebeklerde bulaşı önlemek için doğumdan hemen sonra sabun ve su ile yıkanması ve profilaksi önerilir (Oygür ve ark., 2018).

### **Anne Sütü ve Emzirme**

Yenidoğanlarda mortalite ya da morbiditesiyi azaltmak, yenidoğan sağlığının korunmasını, gelişmesini sağlamak için iyi bir beslenme gereklidir. Bu nedenle sadece emzirilen bebeklerde, anne sütünün bebek ölümlerini azaltmak için en etkili müdahale olduğu ve düşük gelirli ülkelerde 5 yaş altı çocuk ölümlerinin %13’ünü önlediği tahmin edilmektedir (Rollins ve ark.,2016).

Emzirmenin çocuklar ishal, zatürre, obezite, diabet, ülseratif kolit, kanser gibi rahatsızlıkları azalttığı ve bu bebeklerin IQ düzeylerinin anne sütü almayan bebeklere göre daha yüksek olduğu bilinmektedir. DSÖ’nün ve Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu (UNICEF)’in 6 aylık olana kadar sadece anne sütü ve 2 yaşına kadar emzirmeye devam edilmesini önermesine rağmen, dünyada ve ülkemizde genel emzirme oranlarının düşük olduğu gözlenmektedir (Ball, Bindler, & Cowen, 2017; Çaylan ve Yalçın, 2020;). TNSA 2018

verilerine göre Yenidoğanların %71,3'ü doğum sonrası ilk bir saat içinde emzirilmekte, ancak yenidoğanların %41,7'sine yaşamın ilk üç gününde anne sütü dışında sıvılar veya yiyecekler verilmektedir (Çaylan ve Yalçın, 2020).

### **Sonuç olarak;**

Ebe ve hemşirelerin doğum sonrasında yenidoğanın ilk bakımını yaparken kanıta dayalı uygulamaları kullanmaları, verdiği bakımda, hava yolu açıklığını sağlaması, apgar skorunun değerlendirmesi, vücut ısısının korunması, enfeksiyon ve kanamayı önlenmesi yenidoğanın kimliğinin belirlenmesi, göz, göbek bakımı, beslenmenin sağlanması, aşılama gibi birçok mevcut uygulamalarını kanıt temellerine dayandırır. Yukarıdaki makalede sırası ile kanıt temelli bakım uygulamaları, hangi nedenlere dayalı yapması gerektiği dünyadaki güncel rehberler ve öneriler eşliğinde ele alınmıştır, ebe ve hemşirelere yol gösterici olacaktır.

### **KAYNAKLAR**

1. Amerikan Academy of Pediatrics (AAP), (2017). AAP Recommends That Infants Receive First Hepatitis B Dose Within 24 Hours of Birth. Erişim adresi: <https://www.aap.org/en-us/about-the-aap/aap-press-room/Pages/AAP-Recommend-That-Infants-Receive-First-Hepatitis-B-Dose-Within-24-Hours-of-Birth.aspx>. Erişim Tarihi: 11.12.2022
2. ACOG. (2018). ACOG Committee Opinion No. 736: Optimizing postpartum care. *Obstet Gynecol*, 131(5), e140-e150. doi:10.1097/aog.0000000000002633
3. Agudelo, S., Díaz, D., Maldonado, M. J., Acuña, E., Mainero, D., Pérez, O., ... & Molina, C. (2020). Effect of skin-to-skin contact at birth on early neonatal hospitalization. *Early Human Development*, 144, 105020.
4. Ak, Ö.B., & Dolgun, G. (2021) Doğum Sonu Dönemde Yenidoğanda Yapılan Kanıta Dayalı Uygulamalar ve Ebelik. *Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(1), 18-27.
5. Akova, İ., Güneş Bal, Ş., Arslaner, S., Uygun, T, Hasta, S. (2022). Türkiye’de Sivas’taki bebek ölümleri ve nedenlerinin incelenmesi. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi*,7(3), 436-43.
6. Alparlan, Ö., Çıtak, G. (2023). 14.3.Yenidoğanlarda Kanıt Temelli Bakım Uygulamaları, İçinde: A’dan Z’ye Temel Ebelik, Aktaş, S., Aksoy Derya, Y, Toker, E.(edtler),1. Cilt,1. Basım, İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık Hiz. Tic. Ltd. Şti:İstanbul.ss:1127-1141.
7. American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG). (2017). Practice Bulletin No. 183: Postpartum Hemorrhage. *Obstet Gynecol.*, 130(4), e168-e186. doi:10.1097/aog.0000000000002351
8. American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG). (2017a). American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG), Committee opinion, Number 684 [Internet]. Washington: American College of Obstetricians and Gynecologists; Available from: <https://www.acog.org/-/media/Committee-Opinions/Committee-on-Obstetric-Practice/co687.pdf>. (Date of access:13.05.2023].
9. American Heart Association (AHA). (2021). Part 5: Neonatal Resuscitation American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. In *Pediatrics*;147. <https://doi.org/10.1542/peds.2020-038505E>
10. Ardell S., Offringa M., Ovelman C., Soll R. (2018). Prophylactic vitamin K for the prevention of vitamin K deficiency bleeding in tndpreterm neonates. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Feb 5;2(2):CD008342. doi: 10.1002/14651858.CD008342.pub2.
11. Arslan Özkan H., Bilgin Z. (2019). Kanıta Dayalı Gebelik ve Doğum Yönetimi. Ankara Nobel Tıp Kitabevi. Ankara.

12. Ball, J.W., Bindler, R.C., Cowen, K.J. & Shaw, M. R. (2017). Principles of Pediatrics nursing: Caring for children, 7th ed., New Jersey:USA, 154-165 (Chapter 7 Health Promotion and Maintenance for the Newborn and Infant).
13. Baran, G. K., & Şahin, S. Geciktirilmiş Umbilikal Kordon Klemplemenin Yenidoğan Sağlığına Etkisi. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 95-101.
14. Bekdemir Ak, Ö., & Dolgun, G. (2021). Doğum sonu dönemde yenidoğanda yapılan kanıta dayalı uygulamalar ve ebelik. *Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(1), 18-27.
15. Bekmezci, E., & Meram, H. E. (2022). Doğum Sonu Dönemde Sık Görülen Sorunlara Yönelik Güncel Yaklaşımlar. *Kto Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(1), 81-92.
16. Benitz, W.E. (2015). Hospital Stay for Healthy Term Newborn Infants. *AAP, Pediatrics* 135(5):948-953. DOI: 10.1542/peds.2015-0699
17. Benson, G. (2019). Primary post-partum haemorrhage - Causation and management. *J Perioper Pract.*, 29(4), 75-80. doi:10.1177/1750458918782902
18. Brimdyr, K., Cadwell, K., Stevens, J., Takahashi, Y. (2018). An Implementation Algorithm to Improve Skin-To-Skin Practice In The First Hour After Birth. *Matern Child Nutr.*;14:e12571 <https://doi.org/10.1111/mcn.12571>.
19. Çaylan, N., & Yalçın, S. S. (2020). Türkiye’de ve Dünya’da emzirmenin durumu: emzirmenin desteklenmesi için öneriler. *Çocuk beslenmesi*, 1, 4-11.
20. Çıtak Bilgin, N., Çoşkun Potur, D. (2010). Doğum sonu dönem kanıt temelli yaklaşımlar ve hemşirelik. *Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi*, 3(3), 80-87.
21. Çoban, A., Taşpınar, A., Karabudak, S. S., & Karatepe, H. (2020). Yenidoğan Umbilikal Kord Özelliklerinin Göbek Düşme Süresine Etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 4(2), 80-89.
22. Doğum Sonu Bakım Yönetimi Rehberi. Yayın No: 925. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Kadın ve Üreme Sağlığı Daire Başkanlığı; 2014.
23. Ekti Genç, R., Cesur, B., Yenidoğan Sağlığına Giriş, İçinde:Ebeler İçin Yenidoğan Sağlığı ve Hastalıkları, Rabia Ekti Genç, Havva Özkan (Ed.), Anadolu Nobel Tıp Kitabevi, Elazığ, 2016.
24. Farouk Abolwafa, N., Boshra Shehata, H., & Mohammed Ali, H. (2022). Effect of Skin-to-Skin Contact between Mothers and Newborns at Birth on Temperature, Oxygen Saturation, and Initiation of Breast Feeding. *Egyptian Journal of Health Care*, 13(2), 1831-1842.
25. Foster, JP., Dawson, JA., Davis, PG., Dahlen, HG. (2017). Routine Oro/Nasopharyngeal Suction Versus No Suction at Birth. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Issue 4. Art. No.: CD010332. DOI: 10.1002/14651858.CD010332.pub2.
26. Getachew, B., Etefa, T., Asefa, A., Terefe, B., & Dereje, D. (2020). Determinants of low fifth minute Apgar score among newborn delivered in Jimma University medical center, Southwest Ethiopia. *International Journal of Pediatrics*, 2020.
27. Ghulmiyyah, L. M., El-Husheimi, A., Usta, I. M., Colon-Aponte, C., Ghazeeri, G., Hobeika, E., ... & Nassar, A. H. (2021). Effect of Sustained Uterine Compression versus Uterine Massage on Blood Loss after Vaginal Delivery: A Randomized Controlled Trial. *American Journal of Perinatology*.
28. Guidelines on optimal feeding of low birth-weight infants in low- and middle-income countries. WHO. 2011. Erişim tarihi: 21/04/2020. Erişim adresi: [https://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/documents/9789241548366.pdf?ua=1](https://www.who.int/maternal_child_adolescent/documents/9789241548366.pdf?ua=1)
29. Huang, X., Chen, L., & Zhang, L. (2019). Effects of paternal skin-to-skin contact in newborns and fathers after cesarean delivery. *The Journal of Perinatal & Neonatal Nursing*, 33(1), 68-73.
30. ILCOR (2015). Guidelines website. Erişim adresi: <https://www.ilcor.org/consensus-2015/costr-2015-documents/>. Erişim tarihi: 11/12/2022.
31. ILCOR (2021). Guidelines neonatal resuscitation website. Erişim adresi: <https://www.ilcor.org/consensus-2021/costr-2021-documents/>. Erişim tarihi: 05.12.2022.
32. Jaafar, SH., Ho, JJ., Lee, KS. (2016). Rooming-In For New Mother and Infant Versus Separate Care For Increasing The Duration Of Breastfeeding. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Issue 8. Art. No.: CD006641. DOI: 10.1002/14651858.CD006641.pub3
33. Kapoor, V.S., Evans, J. R., & Vedula, S.S. (2020). Interventions for preventing ophthalmia neonatorum. *Cochrane database of systematic reviews*, (9).
34. Karataş Baran, G., & Şahin, S. (2019). Geciktirilmiş Umbilikal Kordon Klemplemenin Yenidoğan Sağlığına Etkisi. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 95-101.

35. Kundak, A.A. (2013). 15-Yenidoğan bebeğin rutin-bakımı In:Okumuş,N., Zenciroğlu, A.Bir Bakışta Neonatoloji, Akademisyen Yayınevi,Ankara, ss:64-67.
36. Liabsuetrakul, T., Choobun, T., Peeyananjarassri, K., & Islam, Q. M. (2020). Antibiotic prophylaxis for operative vaginal delivery. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3).
37. Loondot J, M.L., Ladewig, P.A.W., Ball,J., Bindler,R.C. , & Cowen, K.J. (2010). Maternal and Child Nursing Care, (3rd ed.). Upper Suddel River, NJ: Pearson Prentice Hall.
38. Lui, K., Jones, L.J., Foster, JP., Davis, PG., Ching, S., Oei, J., Osborn, D.A. (2018). Lower versus higher oxygen concentrations titrated to target oxygen saturations during resuscitation of preterm infants at birth. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Issue 5. Art.
39. Moore, ER., Bergman, N., Anderson, G.C., Medley, N. (2016). Early skin-to-skin contact for mothers and their healthy newborn infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Issue 11. Art. No.: CD003519. DOI: 10.1002/14651858.CD003519.pub4.
40. Nathawad R, Mendez H, Ahmad A. (2011). Severe ocular reactions after neonatal ocular prophylaxis with gentamicin ophthalmic ointment. *Pediatr Infect Dis J*;30:175-176 .
41. National Institute for Health and Care Excellence (NICE) (01 February 2015). (a)Postnatal care. Erişim tarihi: 05.12.2022 Available <http://guidance.nice.org.uk/CG37>.
42. Neonatal Resuscitation: (2020). AHA Guidelines for CPR and ECC. *Circulation.*;142(suppl2): S524–S550. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000901>
43. Neonatology.org.tr [Internet]. Doğum salonu yönetimi rehberi [Son güncelleme tarihi: 2016; Erişim tarihi: 12.02.2023].Erişimadresi: [http://www.neonatology.org.tr/wcontent/uploads/2016/12/dogum\\_odasi\\_yonetimi.pdf](http://www.neonatology.org.tr/wcontent/uploads/2016/12/dogum_odasi_yonetimi.pdf),
44. Oueidat, H., Charafeddine, L., Nimer, H., Hussein, H., & Nabulsi, M. (2020). Knowledge and attitudes of Lebanese women towards Baby Friendly Hospital Initiative practices. *Plos one*, 15(9), e0238730.
45. Oygür, N., Önal, E. E., & Zenciroğlu, A. (2018). National guidelines for delivery room management. *Turkish Archives of Pediatrics/Türk Pediatri Arşivi*, 53(Suppl 1), S3.
46. Özdemir, H., Bilgen, H., Topuzoglu, A., Coskun, S., Soyletir, G., Bakir, M., et al. (2017). Impact of different antiseptics on umbilical cord colonization and cord separation time. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 11(02), 152-157.
47. Rabe, H., Gyte, G. M., Díaz-Rossello, J. L., & Duley, L. (2019). Effect of timing of umbilical cord clamping and other strategies to influence placental transfusion at preterm birth on maternal and infant outcomes. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9).
48. Rollins, N. C., Bhandari, N., Hajeebhoy, N., Horton, S., Lutter, C. K., Martines, J. C., ... & Group, T. L. B. S. (2016). Why invest, and what it will take to improve breastfeeding practices?. *The lancet*, 387(10017), 491-504.
49. Safari, K., Saeed, A.A., Hasan, S.S., Banaem, LM. (2018). The Effect of Mother and Newborn Early Skin-To-Skin Contact on İnitiation of Breastfeeding, Newborn Temperature and Duration of Third Stage of Labor. *Int Breastfeed J* 13, 32.<https://doi.org/10.1186/s13006-018-0174-9>.
50. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü (SBHSGM) (2021). 2021/11 sayılı Yenidoğanlarda K Vitamini Uygulaması Genelgesi, [https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/Mevzuat/Genelgeler/2021-11\\_sayili\\_Yenidoganlarda\\_K\\_Vitamini\\_Uygulaması\\_Genelgesi.pdf](https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/Mevzuat/Genelgeler/2021-11_sayili_Yenidoganlarda_K_Vitamini_Uygulaması_Genelgesi.pdf)
51. Sampieri, C. L., Fragoso, K. G., Córdoba-Suárez, D., Zenteno-Cuevas, R., & Montero, H. (2022). Influence of skin-to-skin contact on breastfeeding: results of the Mexican National Survey of Demographic Dynamics, 2018. *International Breastfeeding Journal*, 17(1), 49.
52. Soğukpınar, N., Karaca, S. B., & Kuru Oktay. A. (2013). Yenidoğanların göbek düşme süresi ve etkileyen etmenler. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 16(1), 17.
53. Şener Taplak, A. Bayat, M. (2015). Yenidoğanlarda Göbek Bakımında Kanıtı Dayalı Uygulamalar: Derleme, *F.N. Hem. Derg.*, 2015; 23(3): 252-261.
54. Toprak, F. Ü., Turan, Z., & Erenel, A. Ş. (2017). Doğum sonu erken dönem hemşirelik uygulamalarında güncel yaklaşımlar. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(2), 96-103.
55. Ünal, C. (2020). Umbilikal Kord Klemleme Zamanının Perinatal Sonuçlara Etkileri. *Yandal Uzmanlık Tezi*, Ankara.
56. Watkins,E.J.,&Stem,K. (2020). Postpartum hemorrhage. *JAAPA* 33(4),29-33. doi:10.1097/01.Jaa.0000657164.11635.93

57. Wetta, L. A., Szychowski, J. M., Seals, S., Mancuso, M. S., Biggio, J. R., & Tita, A. T. (2013). Risk factors for uterine atony/postpartum hemorrhage requiring treatment after vaginal delivery. *Am J Obstet Gynecol*, 209(1), e51-56. doi:10.1016/j.ajog.2013.03.011
58. World Health Organization (WHO) (2014). Guideline: Delayed umbilical cord clamping for improved maternal and infant health and nutrition outcomes. Geneva: World Health Organization; 2014 [Updated: 2014; Cited: 13.02.2022]. Available from:[http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/148793/9789241508209\\_eng.pdf.%2015%20%20ubat%202018;jsessionid=3FE6250A2D7FBC7927383258AA4CC775?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/148793/9789241508209_eng.pdf.%2015%20%20ubat%202018;jsessionid=3FE6250A2D7FBC7927383258AA4CC775?sequence=1). Who.int [Internet].
59. World Health Organization (WHO). (2017) . WHO recommendations on newborn health: guidelines approved by the WHO Guidelines Review Committee. World Health Organization. Erişim adresi: <http://www.who.int/iris/handle/10665/259269>. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
60. World Health Organization (WHO). (2020). World Health Organization (2013). WHO recommendations on “Postnatal care of the mother and newborn”. [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/97603/1/9789241506649\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/97603/1/9789241506649_eng.pdf) (Erişim tarihi: 12.12. 2023).
61. Zenciroğlu, A., Özbaş, S., (2015). BÖLÜM: 3 Yenidoğanın Göz, Göbek ve Ağız Bakımı, içinde: Temel Yenidoğan Bakımı, T.C. Sağlık Bakanlığı: Ankara.
62. Zenciroğlu, A., Kurt, A. (2017). Preterm Bebeğe Doğum Odası Yönetimi. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 9 (4) , 116. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ktpd/issue/47783/596675>

## DOĞUMUN II EVRESİNİN YÖNETİMİNDE KULLANILAN MÜDAHALELER VE EBELİK YAKLAŞIMLARI

**Zümrüt YILAR ERKEK<sup>1</sup>, Yasemin YÜCEL<sup>2</sup>, Emine KILIÇ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü,

[zyilar@hotmail.com](mailto:zyilar@hotmail.com)- 0000-0002-0495-9003

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü –

[yaseminyuc@gmail.com](mailto:yaseminyuc@gmail.com)- 0000-0002-7836-4086

<sup>3</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü –

[emine24kilig@gmail.com](mailto:emine24kilig@gmail.com)-0000-0002-5999-1166

### ÖZET

Müdahalesiz doğumlar eylemin spontan olarak başladığı ve herhangi bir müdahale yapılmadan eylemin sonlandığı doğumlar olarak tanımlanırken, müdahaleli doğumlar maternal ve fetal endikasyonların varlığı tespit edildiğinde güvenli bir şekilde doğumun gerçekleşmesi ve eylemin hızlandırılması için kullanılan yöntemler olarak tanımlanmaktadır. Doğum eyleminin ikinci evresini nullipar ve multipar olmak etkilemektedir. Nulliparlarda bu evre iki saat, multiparlarda ise yaklaşık bir saat sürmektedir. Bu evrelerde belirtilen saatler uzadığı zaman kişiye uzamış ikinci evre tanısı verilmekte ve doğum için uygun olan müdahalelerin yapılması önerilmektedir. “İndüksiyon, amniyotomi, epizyotomi vb uygulamalar” müdahaleli doğum olarak sayılmaktadır. Bu derlemede amaç müdahaleli doğumların ve ebelik yaklaşımlarının belirlenerek maternal ve fetal morbidite oranlarının düşürülmesine katkı sağlamak için güncel bilgileri paylaşmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğumun II. Evresi, Müdahaleli Doğum, Ebelik Yaklaşımları



## **INTERVENTIONS AND MIDWIFE APPROACHES USED IN THE MANAGEMENT OF THE II STAGE OF BIRTH**

### **ABSTRACT**

While non-intervention births are defined as the births in which the labor starts spontaneously and the labor ends without any intervention, the interventions are defined as the methods used for safe delivery and acceleration of labor when the presence of maternal and fetal indications is detected. Being nulliparous and multiparous affects the second stage of labor. This stage lasts for two hours in nulliparous and about one hour in multiparas. When the hours specified in these stages get longer, the person is diagnosed with the prolonged second stage and appropriate interventions for delivery are recommended. “Induction, amniotomy, episiotomy, use of vacuum” counts as interventional delivery. The aim of this review is to share current information in order to contribute to the reduction of maternal and fetal morbidity rates by determining interventional deliveries and midwifery approaches.

**Key words:** Midwifery Approaches, Interventional Labor, Second Stage of Labor



## 1.GİRİŞ

Doğum eylemi, uterotonik ajanların ve bunlara duyarlı myometrial reseptörlerin sayısındaki artışla başlayan fizyolojik bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Doğum eylemi 4 aşamadan oluşmaktadır. Birinci evre, ağırlı uterus kontraksiyonları ile başlamakta ve serviks dilatasyonu tamamlanıncaya kadar devam etmektedir. İkinci evre, serviksin tam dilatasyonundan itibaren başlayıp bebeğin doğumu gerçekleştiğinde sonlanmaktadır. Üçüncü evre, bebeğin doğumuyla başlayıp plasenta ve membranların atılması ile tamamlanan bölümü içermektedir. Dördüncü evre ise plasenta ve eklerinin doğumundan sonraki ilk 4 saatlik süreci kapsamaktadır (WHO, 2018; Sing ve ark., 2018).

Müdahalesiz doğumlar eylemin spontan olarak başladığı ve herhangi bir müdahale yapılmadan eylemin sonlandığı doğumlar olarak tanımlanırken, müdahaleli doğumlar maternal ve fetal endikasyonların varlığı tespit edildiğinde güvenli bir şekilde doğumun gerçekleşmesi ve eylemin hızlandırılması için kullanılan yöntemler olarak tanımlanmaktadır. Doğum eyleminin ikinci evresini nullipar ve multipar olmak etkilemektedir. Nulliparlarda bu evre iki saat, multiparlarda ise yaklaşık bir saat sürmektedir. Bu evrelerde belirtilen saatler uzadığı zaman kişiye uzamış ikinci evre tanısı verilmekte ve doğum için uygun olan müdahalelerin yapılması önerilmektedir (WHO, 2018; Turan ve Yılmaz, 2019). Müdahaleli doğumlar başlığında yapılan girişimler ise sırasıyla, “indüksiyon, amniyotomi, epizyotomi, vakum, forseps kullanımı olarak belirtilmektedir (Erenel ve Çiçek, 2018; Uçar ve Güney, 2022). Bu derlemede amaç müdahaleli doğumların ve ebelik yaklaşımlarının belirlenerek maternal ve fetal morbidite oranlarının düşürülmesine katkı sağlamak için güncel bilgileri paylaşmaktır.

### 1.2.Doğum Eyleminde İndüksiyon Kullanımı

Doğum eyleminde indüksiyon spontan olarak eylem başlamadan önce vajinal doğum için uterin kontraksiyonların iyatrojenik olarak uyarılmasıdır. İndüksiyonlar da kendi içerisinde 2'ye ayrılmaktadır. Bunlar medikal doğum indüksiyonu ve elektif doğum indüksiyonu şeklindedir. Medikal doğum indüksiyonlarında amaç maternal, fetal veya neonatal morbiditeyi en aza indirmektir. Elektif doğum indüksiyonlarında ise uygulamanın amacı maternal veya fetal herhangi bir komplikasyon olmadan doğum süresini kısaltmaktır. Elektif doğum indüksiyonları aynı zamanda bireylerin psikolojik nedenlerinden dolayı da yapılmaktadır (Bay ve Bulut, 2020).

Doğum eyleminde indüksiyon gebelerin neredeyse %20-30'una uygulanmaktadır İndüksiyon kullanımı gebelerin yaklaşık %50'sinde ileri bir müdahale olmaksızın doğumun

gerçekleşmesine yardımcı olurken, %15’inde enstrümental doğum ve %22’sinde acil sezaryene sebep olmaktadır (Uçar ve Güney, 2022). Doğum indüksiyonun başarılı olabilmesi için etkileyen faktörler bulunmaktadır. Bu faktörler yaş, vücut kitle indeksi, parite, doğum ağırlığı, kişinin boyu, serviksin olgunlaşma durumu olarak sıralanmaktadır (Türkler, 2019). İndüksiyon uygulamasının risk durumları içerisinde ise fetal taşikardi, sezaryen, koryoamniyonit, kord prolapsusu, gebelik haftasının yanlış hesaplanmasından kaynaklı olarak preterm eylem ve uterus rüptürü gösterilmektedir (Kayın Arıcı, 2022).

Serviksin olgunlaşma durumunu değerlendirmekte kullanılan skora sistemi “Bishop Skoruması’dır.” Bu skora sistemi 1954 yılında Bishop tarafından geliştirilmiş ve halen günümüzde de indüksiyon uygulaması için serviksin olgunluk durumunu değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır (Caughey ve ark., 2009). Skora sisteminde dilatasyon, efesman (%), seviye (angajman seviyesi), serviksin kıvamı ve serviksin pozisyonu olmak üzere 5 parametrede değerlendirilmektedir. Değerlendirme sistemi içerisindeki en önemli kriter dilatasyondur. Doğum indüksiyonu uygulamak için Bishop puanlamasından 4 puan elde etmek gerekmektedir. “Bishop Skoruması Tablosu” aşağıda gösterilmektedir (Görsel 1) (Günay ve Hocoğlu, 2019).

**Görsel 1. Bishop Skoruması Tablosu**

<b>BISHOP SKORLAMA SİSTEMİ</b>				
<b>Puan</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Servikal dilatasyon (cm)	0	1-2	3-4	5-6
Servikal silinme (%)	0-30	40-50	60-70	80
Baş seviyesi	-3	-2	-1/0	+1/+2
Serviks kıvamı	Sert	Orta	Yumuşak	
Serviks pozisyonu	Arka	Orta	Ön	

(Günay ve Hocoğlu, 2019)

Doğum eyleminde indüksiyon uygulaması için endikasyon oluşturan durumlar intrauterin gelişme geriliği (IUGG), postterm gebelik, abortuslar, fetal distres şüphesi, dekolman plasenta, preeklampsi ve erken membran rüptürüdür. İndüksiyon uygulamasının yapılmaması gereken durumlar(kontrendikasyonlar) ise plasental anomaliler (plasenta previa veya vasa previa), fetüsün prezentasyonundan kaynaklı olarak meydana gelebilecek malprezentasyonlar, hidrosefali ve makrozomi, umbilikal kord prolapsusu, sefalopelvik uygunsuzluk, aktif genital herpes, invazif servikal kanser şeklinde sıralanmaktadır (Little, 2017; Kayın Arıcı, 2022). Doğum eyleminde kullanılan indüksiyon yöntemleri kendi içerisinde farmakolojik ve non-

farmakolojik olarak ikiye ayrılmaktadır. Farmakolojik yöntemler oksitosin ve prostaglandin kullanımını iken, non-farmakolojik yöntemler ise mekanik dilatasyonlar ve geleneksel uygulamalar olarak kategorize olmaktadır (Yorulmaz, 2022).

### **1.2.1.Farmakolojik Yöntemler**

Farmakolojik yöntemlerde amaç servikal olgunlaşmayı sağlamak, kontraksiyonlara yanıt olarak serviksin açılmasına yardımcı olmak ve doğumu başlatmaktır (Uçar ve Güney, 2022). En sık uygulanan farmakolojik uygulamalar ve özellikleri ise aşağıda gösterilmektedir:

#### **1.2.1.1.Prostaglandin E1(Misoprostol)**

Misoprostol oral, bukkal, sublingual, vajinal ve rektal olarak uygulanabilen ve ticari ismi Cytotec olan, 1988’den peptik ülserden korunma ve tedavi amaçlı kullanılan bir çeşit PGE<sub>1</sub> analogudur. 1990’lı yıllarda oral kullanıldığında uterin kontraksiyonları tetiklediği görülmüş ve misoprostol abortus tahliyesi, doğum indüksiyonu, postpartum kanamanın tedavisi ve cerrahi işlem öncesi servikal olgunlaşmanın sağlanması için jinekoloji ve obstetri alanlarında kullanılmaya başlamıştır (Karaca, 2020). PGE<sub>1</sub> ile ilgili yapılan araştırmalar sonucunda vajinal uygulamanın oral uygulamaya göre daha yavaş emildiği, plazma seviyesinin daha düşük olmasına rağmen servikal dilatasyonu ve uterus kontraksiyonları oluşturmada daha etkin olduğu sonucuna varılmıştır Misoprostolün önerilen uygulama dozu ise 4-6 saatte bir kez 25 mikrogram vajinal veya 50 mg oral olarak verilmesidir (Uçar ve Güney, 2022).

#### **1.2.1.2.Prostaglandin E2 (Dinoproston) -Propes**

En yaygın olarak kullanılan prostaglandin çeşit olmakla beraber kullanım amacı uterus kontraksiyonlarını stimüle ederek servikal dilatasyonu gerçekleştirmektedir. Uygulama yolu genellikle vajinaldır (Karaca, 2020). PGE<sub>2</sub> servikal olgunlaşmadaki yapısal ve biyokimyasal değişikliklerde önemli bir rol oynar. Servikal olgunlaşma, uterin serviksindeki servikal düz kas liflerinin sert bir yapıdan fetüsün doğum kanalından geçmesini sağlayacak yumuşak, genişlemiş bir yapıya dönüşmesi için gereken belirgin gevşemesidir. Bu işlem kollajenin yıkılmasından sorumlu olan enzim kollajenazın aktivasyonunu kapsar. Servikal olgunlaşma için lokal prostaglandin E2 jeli ve ovülü (dinoproston) yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir ovül posterior vajinal forniksın üst kısmına uygulanır. Eğer 24 saat içerisinde servikal olgunlaşma yetersizse ovül geri alınmalıdır. Ovülün çıkarılmasını takiben oksitosin kullanımı için en az 30 dakikalık dozlama aralığı tavsiye edilmektedir.

#### **1.2.1.3.Oksitosin**

Oksitosin kelimesi Yunanca ’da “Çabuk Doğum” anlamına gelmektedir. İlk kez 1953 yılında Du Vigneud ve arkadaşları tarafından sentez edilmiştir (Gelegen, 2013). Hormon ve

nörotransmitter olarak görev yapan oksitosin, hipofizin arka lobundan salgılanmakta ve myometriu aktive ederek uterusu kontraksiyon oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Gebelik sürecinde oksitosine olan uterus cevabı genellikle 20-30. gestasyon itibaren artmaya başlamaktadır. Bu yanıt 34.gebelik haftasından terme kadar değişmez. Term gebelerde oksitosine karşı hızla artan bir duyarlılık gelişmektedir. Servikal açıklık, parite, gestasyonel yaş ve koitusa bağlı olarak oksitosinin yanıtını değiştirmektedir (Gelegen, 2013; Uçar ve Güney, 2022). Oksitosin uygulamasının yapılması için endike ve kontrendike olan durumlar mevcuttur. Endikasyon oluşturan durumlar, fetüsün önde gelen kısmının angaje olması, serviksin olgunlaşmış olması (Bishop skoru>5), feto-pelvik uyumu olması, fetüsün pozisyonu ve fetal kalp atım hızı normal olmasıdır. Kontrendikasyon durumları ise oksitosin uygulaması için uygun ve doğru endikasyonların olmaması, geçirilmiş sezaryen veya kadının uterin skar dokusunun olması, hipertonic uterus kontraksiyonları, plesanta previa, maternal yorgunluk şeklinde sıralanmaktadır (Uçar ve Güney,2022).

Oksitosin; genellikle uygulama esnasında 1000 ml izotonik içine 10 U(ünite) koyularak 10mU/mL yoğunlukta hazırlanmaktadır (Çetinkaya ve Söylemez, 2013). Oksitosin infüzyonuna başlama dozunun 1.0 mU/dk olacak şekilde yapılması tavsiye edilmektedir. Oksitosinin 8 ila 12 mU/dk'da kontraksiyonların düzenli olmasını sağlamaktadır. Uygulamanın maksimum güvenli dozu 20 mU/dk'dır (Posner ve ark., 2014). Düşük veya yüksek doz olmak üzere oksitosin uygulaması yapılabilir. Yüksek doz kullanıldığında doğum eyleminin süresi kısaltmakta ve bu doğrultu koryoamniyonit riskiyle karşılaşılma olasılığı azalmaktadır. Fakat uterin hiperstimülasyon ve fetal kalp atım hızı değişikliklerine meydana gelebilmektedir. Oksitosinin dozu kontraksiyonlar her 10 dakikada 3-4 kez 40-60 sn süresince devam edinceye değin 30 dakikada bir artırılması önerilmektedir (Çetinkaya ve Söylemez, 2013; FJ, 2017). Oksitosin uygulama esnasında veya sonrasında kadında yan etkiler meydana gelebilmektedir. En önemli tehlike işareti 30 dakika içinde 10 dakikadan kısa aralıklarla, 5'ten fazla kontraksiyonun görülmesidir. Fetüsün doğum kanalından hızla geçmesi sonucu serviks ve perinede laserasyonların oluşması veya çok fazla sıvı yüklenmesine bağlı olarak su intoksikasyonu görülmesi, fetal distres diğer tehlike işaretleri içerisinde yer almaktadır (Uçar ve Güney,2022).

İndüksiyon Uygulamasında Dünya Sağlık Örgütü'nün Önerileri (WHO, 2011)

1. "İndüksiyon yalnızca endikasyon varlığında uygulanmalı ve beklenen faydalar potansiyel zararlarından fazla olduğunda yapılmalıdır."

2. “İndüksiyon prosedürü, uterus hiperstimülasyonu, rüptür ve fetal distres riski taşıdığından dikkatli uygulanmalıdır.”
3. “Başarısız doğum indüksiyonu mutlaka sezaryen doğum anlamına gelmez.”
4. “Doğum indüksiyonu mümkünse eğer sezaryen doğumun da gerçekleştirilebileceği kurumlarda uygulanmalıdır.”
5. “İndüksiyon esnasında mutlaka anne ve fetüsün sağlık durumunun değerlendirilebileceği imkanlar bulunmalıdır.”
6. “Herhangi bir çeşit indüksiyon alan kadınlar asla yalnız bırakılmamalıdır.”

### **İndüksiyon Uygulamasında Ebelik Bakımı**

İndüksiyonun ve birçok uygulamanın temel adımı kadının mahremiyetinin korunmasıyla başlamaktadır. Ebelerin bu nedenle mahremiyete önem vererek bakıma başlamaları gerekmektedir (Karaçam ve Özge, 2011; Vural ve Şentürk Erenel, 2017).

- İndüksiyon için endikasyon durumu mevcut değilse doğumun spontan gerçekleşmesi için beklenmelidir (Ryan, 2016).
- İndüksiyon uygulamasında en önemli basamak Bishop Skorlamasının yapılmasıdır. Bu nedenler ebeler order edilen indüksiyona başlamadan önce puanlamayı yapmalı ve uygulamaya bu doğrultuda başlamalıdır (Ryan, 2016).
- Ebeler, doğum indüksiyonu sunulan kadınlara; doğum indüksiyonunun nedenlerini açıklayan bilgi sunmalı, bebekleri ve kendileri için yararları ve risklerini açıklamalıdır (National Institute for Health and Care Excellence, 2014).
- Ebe indüksiyon uygulama esnasında gelişebilecek herhangi bir komplikasyondan kadını korumak amacıyla; her 30 dakikada bir fetal kalp atımını değerlendirmeli, uterin kasılmaların sıklık, süre ve şiddetini takip etmeli ve olumsuz bir durum gelişmişse oksitosin infüzyonunun durdurarak, gebeye sol lateral pozisyon verip, oksijen ve mai desteği sağlamalı ve hekime haber vermelidir (Yurtsal, 2015).

### **1.2.2.Nonfarmakolojik ve Geleneksel Yöntemler**

Bu grupta mekanik yöntemler bujiler, hidroskopik dilatatörler ve balon kateteri; geleneksel yöntemler ise membran strining ve meme ucu uyarımını içermektedir.

#### **1.2.2.1.Mekanik Yöntemler**

Ekstraamniyotik salin infüzyonu, balon kateterler, amniyotomi ve higroskopik dilatörler doğum indüksiyonunda kullanılan mekanik yöntemlerdir. Mekanik yöntemlerin amacı, servikste gerilme ve baskı yaratarak servikal olgunlaşmanın sağlanmak ve doğum eylemini başlatmaktır.

**Ekstraamniyotik salin infüzyonu**, internal servikal os ve plasenta membranları arasındaki boşluğa foley kateterin yerleştirilmesi ile uygulanır. Steril salin solüsyonu 20-40 ml/saat olarak devamlı infüze edilir. Ekstraamniyotik salin infüzyonu yapılsın veya yapılmıyın, kateterin yerleştirilmesi servikal maturasyona ve ilerleyen dönemde de etkin kontraksiyonların açığa çıkmasına yol açar. Bu yöntem, hasta uyumu, uygulama zorluğu ve uzun süren uygulama sürecinde gelişebilecek enfeksiyon endişesinden dolayı çok kullanılmamaktadır.

**Balon katater ile salin uygulaması** bir folay sondanın servikal kanala yerleştirilmesi ile uygulanır. Balon 30 ml şişirilir ve içeriye pompa ile saatte 30 ml salin infüze edilir. Sonrının dışarıdaki ucu gergin bir şekilde bacağına yapıştırılır

**Higroskopik dilatatörler** serviksin dilatasyonu için güvenilir ve etkili yöntemlerden biridir. Doğal su yosunundan elde edilen doğal dilatatör (laminaria) ve sentetik dilatatör (Dilapan) olmak üzere iki çeşit servikal dilatör vardır. Doğal veya sentetik dilatörler servikal oza yerleştirilir ve belirli süre periyodunda bekletildiğinde osmotik özellikleri sayesinde endoservikal sıvıyı absorbe ederek serviks içinde yavaş bir şekilde genişlediği bu şekilde servikal olgunlaştırmaya yardım ettiği düşünülmektedir. Dilatasyonun olduğu süre zarfında endojen prostaglandin salınımı artar bu şekilde servikal olgunlaşma süreci hızlanır.

### **1.2.2.2. Membran Strining Yöntemi**

Serviksten amniyotik zarların kısmi olarak ayrılması serviksin olgunlaşmasını uyarır. Koryoamniyotik membranın, uterusun alt segment duvarından parmak yoluyla ayırma işlemidir. Lokal prostaglandin salınımı sağlanmak amacıyla uterusun alt segmentte internal osta önde gelen kısım etrafındaki membranlar parmakla sıvazlanır. Bu yöntemi uygulamak için fetus servikse ulaşmış ve serviks parmağın girebileceği kadar minimal bir servikal açıklığın bulunması gerekmektedir. Bu yöntemin uygulanması oldukça basittir ve hastaneye yatış gerektirmemektedir.

### **1.2.2.3.Meme Ucu Uyarımı**

Meme ucu uyarımı arka hipofiz bezinde oksitosinin spontan salınımına neden olur. meme ucu uyarımı vücutta meme areolasındaki dokunma reseptörlerinin uyarılması ve afferent sinirlerin ucundan kalkan impulsların hipotalamusta oksitosin salınması ile ilgili nöronları uyarması şeklinde gerçekleşir. Elbisenin içinden 10 dakika meme ucuna yumuşak hareketlerle yuvarlar şekilde dokunulur. Sonra aynı uygulama 10 dakika diğer meme ucuna uygulanır

### **1.3.Doğum Eyleminde Amniyotomi**

Amniyotominin amacı servikte gerilme ve baskı yaratarak servikal olgunlaşmayı sağlamak ve doğum eylemini başlatmaktır (Uçar ve Güney,2022). Amniyotomi doğum eyleminde gelişmiş



ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de sıklıkla kullanılmaktadır. Karaçam ve arkadaşlarının (2012) yapmış oldukları bir araştırmada Türkiye’de amniyotomi uygulanma oranının %78.3 olduğu saptanmıştır. Pınar ve Karaçam (2018)’in araştırmasında ise amniyotomi oranının %60 olduğu belirlenmiştir. Küresel olarak yapılan çalışmalar incelendiğinde Batterbe ve arkadaşlarının (2016), araştırmalarının sonucunda amniyotomi uygulanma oranının %73,7 olduğunu belirlerken Varvoutis ve arkadaşlarının (2020), araştırmalarının sonucunda ise uygulama oranının %63.2 olduğu saptanmıştır. Amniyotomi yöntemiyle amniyotik membranların dışarıdan müdahale ile perfor edilmesi sağlanmaktadır (Taşkın, 2020). Bu uygulama esnasında amaç doğumu başlatmak veya eylemi hızlandırmaktır. Membranlar dışarıdan bir müdahale ile açıldığında endojen prostaglandinlerin artışı başlar ve doğum eylemi bu sayede indüklenir. İşlemin uygulanabilmesi için serviksin belirli bir oranda dilate olması önem taşımaktadır. Bu yöntem sayesinde serviksi uygun olan gebelerin doğum indüksiyonu başlatılmış olur.

Amniyotomi işlemine başlarken ilk olarak yapılması gereken gebenin kimliğinin doğrulanmasıdır. Sonrasında ise gebeye işlem hakkında bilgi verilerek onamının alınması gerekmektedir. İşleme başlamadan önce ebeğin fetal kalp hızını değerlendirmesi ve ebe gözlem formuna kaydetmesi gerekmektedir. Tüm bu aşamalardan sonra ebelerin izlemesi gereken aşamalar sırasıyla şu şekildedir: Eller yıkanarak malzemeler hazırlanmalı, gebenin mahremiyetinin korunmasına özen gösterilmeli, kişiye uygun pozisyon verilmeli, vajinal muayene yapılarak servikal efesman, dilatasyon, amniyotik membranların durumu, angajman ve fetal başın seviyesi değerlendirilmelidir. Fetal baş yüksekte ise kord prolapsusu riskini arttırmamak için işleme devam edilmemelidir. Bu değerlendirmelerin tamamı yapıldıktan sonra amniyotomi işleminde kullanılacak olan “amnioper” steril bir şekilde açılmalı, aktif olmayan el kullanılarak amnioper vajinal duvar ile vajinal muayene yapılan parmaklar arasına alınmalı ve ucu aşağıda olacak şekilde kaydırılmalıdır. Ebe amnioperi parmakların arasına alarak kancasını amniyon kesesine takarak açmalıdır. Önemli olan bu işlemden sonra elin hemen vajinadan çekilmemesi ve fetüs başının servikse yerleşmesinin sağlanmasıdır (Uçar ve Güney, 2022). Son olarak işlem bitiminde fetal kalp hızı, amniyotik mainin rengi, içeriği ve miktarı değerlendirilerek ebe gözlem formuna kaydetmelidir (Taşkın, 2020).

#### **1.4. Doğum Eyleminde Epizyotomi**

Epizyotomi Yunanca kökene sahip olan “episton (pubik bölge)” ve “tomy (insizyon, kesi)” anlamına gelen kelimelerden meydana gelmektedir. Epizyotomi, “fetal hipoksinin önlenmesi, anal sfinkterin korunması, laserasyonların engellenmesi, perinenin tonusunun korunması, fetüs başının kolay, hızlı ve tehlikesiz doğumunu sağlamak amacı ile doğumun ikinci evresinin



sonunda, perineye ve vajenin arka duvarına (perinide bulunan bulbo- kavernos kasa) planlı bir şekilde uygulanan cerrahi insizyon” olarak tanımlanmaktadır(Taşpınar ve Öztürk, 2018; Taşkın, 2020). Epizyotominin doğum eyleminde rutin olarak kullanımı önerilmemektedir. Clesse ve arkadaşlarının (2018) yapmış oldukları araştırmada dünya çapındaki epizyotomi oranının, gelişmiş ve Batılı ülkelerde %4,90-%19,88 oranında, gelişmekte olan ülkelerde ise %85-%91 oranında olduğunu belirlemişlerdir. Ülkemizde ise bu oran ilk doğumlarda %95, ikinci doğumlarda ise %48’tir (Uçar ve Güney, 2022).

Epizyotomi uygulaması müdahaleli doğumlarda ve uzamış/ilerlemeyen doğum eyleminde endikedir. Ancak doğum eylemi normal ilerliyorsa, fetal baş ve vücut doğurtulmuşsa, fetal ağırlık normal sınırlar içerisindeyse epizyotomi uygulaması kontrendikedir (Uçar ve Güney, 2022). Ayrıca kadının öyküsünde bağırsak hastalığı ve şiddetli perineal malfarmasyon durumunda da epizyotomi uygulamasından kaçınılması gerekmektedir. Epizyotomi uygulamasında “Median, Mediolateral ve Lateral” olmak üzere üç çeşit bulunmaktadır. Fakat rutinde uygulanan median ve mediolateral epizyotomidir (Taşkın, 2020). Median epizyotomide, kesinin yönü rektuma doğrudur. Bu tür epizyotomi posterior fourchette orta hattından anüse doğru vertikal bir kesi ile gerçekleştirilmektedir. Median kesinin uygulanmasının kolay olması, kanamanın ve ağrının daha az olması, iyileşmenin hızlı olması avantajları olarak gösterilebilmektedir. Fakat anal sfinktere kadar uzayabilme riski mevcuttur (Kurak ve ark., 2019). Lateral epizyotomi, ülkemizde ve birçok ülkede nadiren kullanılmaktadır. Kesi vajenin arka ucuna doğru 90 derecelik bir açı ile uygulanmaktadır (Karaahmet ve Yazıcı, 2016; Uçar ve Güney, 2022). Mediolateral epizyotomide ise kesi posterior fourchette orta hattının 3 mm kadar içerisinde başlamakta ve lateral olarak orta hattan iskiyal tüberosite doğru 45 derecelik bir açıyla yapılmaktadır. Median epizyotomiye göre onarımı daha zor, kanama ve ağrı daha fazladır. Operatif veya enstrümental doğumlarda bu tür epizyotominin kullanımı önerilmektedir (Karaahmet ve Yazıcı, 2016; Kurak ve ark., 2019).

Ebelerin epizyotomi açmak için uygun zaman ve şartların sağlanmasını beklemeleri gerekmektedir. Çünkü bu uygulama geç yapılırsa yırtıklara ve pelvik tabanda problemlere sebep olurken, erken yapıldığında ise kan kaybı miktarını arttırmaktadır (Uçar ve Güney, 2022). Yararlar ve zararlar değerlendirilip gebenin onamı alındıktan sonra epizyotomi uygulamasına başlanmalıdır. Uygulamanın ilk aşaması gerekli anestezi ilacının verilmesidir. Kesinin açılacağı bölge lokal olarak etkisiz hale getirilmelidir. Epizyotomi perine kabardığında, kontraksiyon varken, fetal baş 3-4 cmlik açıklıktan görüldüğünde yapılmalıdır. İlaç vajen mukozasının altına, perineumun altına ve perineal kasların içine uygulanmalıdır (Uçar ve Güney, 2022).

### 1.4.1.Epizyotomide Ebelik Bakımı

Epizyotomi sonrası bakımın temelini bölgeyi temiz ve kuru tutmak oluşturmaktadır. Bu nedenle kadına bölgenin temiz kalması ve kuru tutulmasının, her miksiyon ve defekasyondan sonra perinenin hafif etkili bir antiseptik ile yıkanmasının önemi anlatılmalıdır.

Kadına pamuklu iç çamaşırı kullanımı ve çamaşırını sık sık değiştirmesi, ayakta duş alması hakkında bilgilendirmede bulunmak insizyon yerinin enfeksiyon riskini azaltmak noktasında önem taşımaktadır.

Kadın tarafından perineal bölgede ödem, ağrı, şişlik, akıntı, dikişlerde açılma olup olmadığını değerlendirmek amacıyla takip yapılması gerekmektedir. Bu nedenle ebeler kadınlara enfeksiyon işaretleri olan bu belirtiler hakkında bilgilendirme yapmalıdır.

Epizyotomi kesisinin iyileşme süresi 7-10 gün arasındadır. İyileşmeyi hızlandırmak amaçlı kadının protein değeri yüksek besinler tüketmesi, sık sık su içmesi, kuru sıcak uygulama veya ağrı durumunda soğuk uygulama yapabileceği hakkında bilgilendirilmesi durumu ebelik bakımları içerisinde yer almaktadır.

## 2.UZAMIŞ İKİNCİ EVRENİN MATERNAL KOMPLİKASYONLARINA ÇALIŞMALARLA GENEL YAKLAŞIM

Laughon ve arkadaşları (2014) tarafından retrospektif olarak yürütülen ve 2002-2008 yılları arasında 59.605 multipar ve 43.810 nullipar kadının kayıtlarını inceledikleri araştırmada, doğum eyleminin ikinci evresinin uzaması ve müdahale edilmemesi durumunda, kadında koryoamniyonit ve perineal laserasyonların meydana geldiği saptanmıştır.

Infante-Torres ve arkadaşları (2018) tarafından yürütülen ve vajinal doğum yapan gebelerde doğumun ikinci evresinin süresi ile postpartum anemi arasındaki ilişki olup olmadığının saptanması amacıyla yaptıkları araştırmada; eylemin ikinci evresinde sürenin 4 saati aşması durumunda nullipar kadınların postpartum anemi riskinin artmadığı fakat multipar kadınlarda eylemin ikinci evresinin 3 saat veya daha az sürmesi durumunda 3 saatte doğum yapanların, 3 saatten daha az sürede doğumu gerçekleştirenlere göre postpartum anemi açısından riske sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Stephansson ve arkadaşlarının (2016) yürütmüş oldukları araştırmada araştırmaya 72.593 kadın dahil edilmiş ve araştırmanın amacı doğum sonu dönemde, doğum eyleminin uzamış ikinci evresi ile maternal komplikasyonlar (süturların açılması, enfeksiyon..) arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Doğum eyleminin ikinci evresinin süresi karşılaştırılan primipar kadınlarda bir saat içinde doğum yapanların iki saat içinde doğum yapanlara göre, iki saat içinde doğum yapanların da üç saat içinde doğum yapanlara göre daha az komplikasyon yaşadığını

saptamışlardır. Sonuç olarak ikinci evrenin uzaması ve müdahale edilmemesi durumunda doğum sonrası dönemde komplikasyon riskinin arttığı belirlenmiştir.

### **3.DOĞUMUN İKİNCİ EVRESİNİN UZAMASI DURUMUNDA VERİLECEK OLAN GENEL EBELİK BAKIMI**

Doğum eyleminin ikinci evresinde herhangi bir olumsuzluğu erken dönemde önlemek, belirlemek ve müdahale etmek için yapılması gereken ebelik bakımı özetle şu şekildedir:

- Ebe Doğum eyleminin ikinci evresinde bakım verirken evrenin belirti ve semptomlarını tanımalı ve bakımı sürekli olarak vermeli, kişiye destek olmalıdır (ACOG, 2019).
- Ebeler ve diğer sağlık personelleri normal doğum eylemine müdahale etmekten kaçınmalıdır (WHO, 2018).
- Ebeler uzamış ikinci evre belirtilerini, risk faktörlerini tanımalı ve müdahalelerini bilmelidirler (Kopas, 2014).
- Ebeler doğum eylemi esnasında rutin olarak amniyotomi ve epizyotomi uygulamaktan kaçınmalıdırlar (ACOG, 2019).

### **4.SONUÇ**

Sonuç olarak, doğum eylemine birey merkezli yaklaşmak; doğuma yapılan müdahaleleri azaltmak ve doğumu kendi doğal işleyişine bırakmak en sağlıklı olan durumdur. Fakat herhangi bir endikasyon durumu mevcutsa gerekli aşamaların ona göre uygulanması önem taşımaktadır. Ebelerin müdahale tablosu yaratan durumları bilmeleri ve bu doğrultuda işlem basamaklarını takip etmeleri hem anne hem de yenidoğan sağlığı için olumlu sonuçlar meydana getirecektir. Bu nedenle doğum tıbbi bir endikasyon yoksa ebelerin oksitosin, amniyotomi, epizyotomi ve vakum uygulamalarından kaçınmaları gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

1. American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG). (2019). Approaches to limit intervention during labor and birth. ACOG Committee opinion No. 766. *Obstetrics & Gynecology*, 133(2), e164-e173. doi: 10.1097/AOG.0000000000003074.
2. Battarbee, A. N., Palatnik, A., Peress, D. A., & Grobman, W. A. Association of early amniotomy after Foley balloon catheter ripening and duration of nulliparous labor induction. *Obstetrics & Gynecology*. 2016;128(3): 592-597.
3. Bay, F., Bulut, Ö. Ü. Doğum İndüksiyonu: Maternal, Fetal-Neonatal Etkileri, Ebenin Rolü. *KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*.2020;1(1): 4-14.
4. Caughey, A. B., Sundaram, V., Kaimal, A. J., Cheng, Y. W., Gienger, A., Little, S. E., & Bravata, D. M. Maternal and neonatal outcomes of elective induction of labor. *Evidence Report/Technology Assessment*. 2009;176(1).
5. Erenel, A. Ş., Çiçek, S. Doğum Eylemine Yapılan Müdahalelerin Anne ve Çocuk Sağlığına Etkileri. *SDU Journal of Health Science Institute/SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2018;9(2).
6. Gün, İ., Doğan, B., Özdamar, Ö. Long-and short-term complications of episiotomy. *Turkish Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2016;13(3): 144.
7. Günay, T., Hocoğlu, M. Term gebelerde doğum indüksiyonu için kullanılan vajinal Prostaglandin E2'nin başarısını etkileyen faktörler. *Namık Kemal Tıp Dergisi*. 2019; 7(3): 245-252.
8. Karahmet, A. Y., Yazıcı, S. Epizyotomide Güncel Durumlar. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*. 2016;4(1): 57-63.
9. Karaca, D. *Postterm Gebelikte Doğum İndüksiyonunda Oral Misoprostol(Pge1-Cytotec) ve Vajinal Dinoproston(Pge2- Propess) Kullanımının Karşılaştırılması*. Uzmanlık Tezi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gaziosmanpaşa Taksim Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul. 2020.
10. Karaçam, Z., Ekmen, H., Çalışır, H. The use of perineal massage in the second stage of labor and follow-up of postpartum perineal outcomes. *Health Care for Women International*. 2012; 33(8): 697-718.

11. Kayın Arıcı, G. *Doğum Müdahalelerinin Karşılanmış Doğum Beklentisi ve Memnuniyetine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, [Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü, Aydın, 2022](#). 2022
12. Kellie, F. J. Continuous versus pulsatile oxytocin administration for the augmentation of labour. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017;(8).
13. Kopas, M.L. A review of evidence-based practices for management of the second stage of labor. *Journal of Midwifery & Women's Health*. 2014;59(3):264-76. doi: 10.1111/jmwh.12199
14. Kurak, M., Ateş, N. A., Küğcümen, G. İlk Doğumu Olan Lohusaların Epizyotomi Bakımı. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2019; 4(2): 45-49.
15. Little, S. E. Elective induction of labor: what is the impact?. *Obstetrics and Gynecology Clinics*. 2017; 44(4): 601-614.
16. NICE guideline Induction of labour. National Collaborating Centre for Women's and Children's Health. National Institute for Health and Clinical Excellence. 2014.
17. Pinar, S., Karaçam, Z. Applying fundal pressure in the second stage of labour and its impact on mother and infant health. *Health care for women international*. 2018; 39(1): 110-125.
18. Posner, G. D., Dy, J., Black, A. Y., Jones, G. D. (Eds.). *Oxorn-Foote Eylem & Doğum* (6. Baskı). Ankara: Akademisyen Tıp Kitapevi. 2014.
19. Ryan, R., McCarthy, F. Induction of labour. *Obstetrics, Gynaecology & Reproductive Medicine*. 2016;26(10):304-310.
20. Singh, S., Kohli, U. A. Vardhan, S. Management of prolonged second stage of labor. *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology*. 2018; 7(7): 2527-31. doi: doi:10.18203/2320-1770.ijrcog20182855
21. Söylemez, F. Doğum indüksiyonunda başarıyı etkileyen faktörler ve doğum indüksiyonu yöntemleri. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 66(1), 25-32.
22. Taşkın, L. (2020). *Doğum ve Kadın Sağlığı Hemşireliği: Amniyotomi*. (16.baskı), Ankara: Akademisyen Kitap Evi, 2018.
23. Taşpınar, A., Öztürk, G. *Epizyotomi Açma ve Onarma*. Z. Karaçam, A. Çopan, A. Taşpınar, (Ed.), *Temel Ebelik Uygulamaları Rehber ve Değerlendirme* (1. bs., ss. 296-300). Ankara: Nobel Tıp Kitapevi. 2018.

24. Turan, A., Yılmaz, T. Doğumun İkinci Evresinin Süresi, Uzaması ve Yönetimi. Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi. 2019;1(2): 102-119.
25. Türkler, C. Günaşımı Olan, Nullipar Gebelerde Prostaglandin E 2'nin Doğum İndüksiyonu Üzerine Etkisi. Bozok Tıp Dergisi. 2019; 9(1): 71-75.
26. Uçar, T., Güney, E. (Eds.). *Doğum ve Ebelik Uygulamaları*. Akademisyen Kitabevi. 2022.
27. Varvoutis, M. S., Sayres, L. C., Dotters-Katz, S. K. Is early amniotomy associated with higher likelihood of vaginal birth after cesarean?. American Journal of Perinatology Reports. 2020;10(01): e37-e41.
28. Vural, G., Şentürk Erenel, A. Doğumun medikalizasyonu neden artmıştır, azalta bilir miyiz ? Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi. 2017; 4(2): 76–83.
29. World Health Organization (WHO), (2018). WHO recommendation on definition and duration of the second stage of labour. Erişim Adresi: <https://extranet.who.int/rhl/topics/preconception-pregnancy-childbirth-and-postpartum-care/careduring-childbirth/care-during-labour-2nd-stage/who-recommendation-definition-and-durationsecond-stage-labour> Erişim Tarihi:15.03.2023
30. [Yorulmaz, B. Ç. Doğum İndüksiyon Uygulamasının Doğum Sonrası Özgül Anksiyete Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü, Aydın, 2022.](#)

## KEFİR KULLANIMININ GEBELİK ÜZERİNE ETKİSİ

**Doç.Dr. Zümrüt YILAR ERKEK1, Araş. Gör. Ayşenur KAHRAMAN2**

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü,  
zyilar@hotmail.com- 0000-0002-0495-9003

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü  
kahramanayse122@gmail.com- 0000-0001-8194-9776

### ÖZET

Kadınların sağlıklı beslenme durumu, başta ailelerin ve toplumun refahının ve gelişiminin bir göstergesini sağlamaktadır; çünkü özellikle gebelerin sağlık ve beslenmesinden kaynaklanan sorunlar, çocukları aracılığıyla gelecek nesillere aktarılmaktadır. Son yıllarda “Sağlıklı beslenme” dendiğinde ilk olarak akla gelen beslenme bileşenleri fermente süt ürünleri olmaktadır. Fermente süt ürünleri kültüre edilmiş süt ürünleridir ve farklı türde faydalı bakteri içermektedirler. Bu ürünlerden en çok tercih edileni ise kefiridir. Kefir, yoğurta bulunmayan birkaç farklı bakteriyi içermesi nedeniyle beslenme açısından daha özel bir besindir. Bu bakteriler *Lactobacillus caucasus*, *Leuconostoc*, *Acetobacter* türleri ve *Streptococcus* türleridir. Ayrıca kefirin laktozu düşürme özelliği yoğurttan daha fazladır. Çünkü yoğurta 2 probiyotik varken kefirde 40’ın üstünde probiyotik vardır. Gebeliğin son trimesterinde anne adaylarının en sık olarak sorun yaşadıkları konular sindirim sistemi sorunları, bağırsak problemleri, doğum korkusuna bağlı anksiyete, anemi gibi konulardır. Gebelikte özellikle kabızlık sebebiyle anne adayları çok ciddi sorunlar yaşayabilmektedir. Hal böyle olunca da bağırsak florasını düzenleyen, sindirimi dengeleyen probiyotik içeren besinlere gebelikte ihtiyaç duyulması da normaldir. Bu amaç doğrultusunda çok fazla farmakolojik yöntem denenmiş ve son zamanlarda tüm dünyada kadınlar ve sağlık çalışanları probiyotik uygulamalarına sıkça başvurur duruma gelmişlerdir. Gebelikte probiyotik içeren kefir tüketimi, sindirim, sinir, bağışıklık gibi sistemlerin daha verimli çalışmasına yardımcı olduğu bilinmektedir. Derleme kefirin gebelik üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yazmıştır. Bu noktada, gebeliğin özellikle son trimesterinde kadınların günlük aktivitelerini etkileyen semptomları azaltmak veya ortadan kaldırmak için doğal beslenme içerisinde yer alan kefirin etkilerini bilimsel düzeyde ortaya koymak, yeni ve etkili ebelik/hemşirelik uygulama yöntemlerinin gelişmesine katkıda bulunmak hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kefir, Gebelik, Etki



## EFFECTS OF KEFIR USE ON PREGNANCY

The healthy nutritional status of women provides an indicator of the well-being and development of families and society; Because problems arising from the health and nutrition of pregnant women are passed on to future generations through their children. In recent years, when "Healthy nutrition" is mentioned, the first nutritional components that come to mind are fermented dairy products. Fermented dairy products are cultured dairy products and contain different types of beneficial bacteria. The most preferred of these products is kefir. Kefir is a more special food in terms of nutrition because it contains several different bacteria that are not found in yoghurt. These bacteria are *Lactobacillus caucasus*, *Leuconostoc*, *Acetobacter* species and *Streptococcus* species. In addition, kefir's lactose-lowering ability is greater than yoghurt. Because while there are 2 probiotics in yoghurt, there are over 40 probiotics in kefir. The most common problems experienced by expectant mothers in the last trimester of pregnancy are digestive system problems, intestinal problems, anxiety due to fear of birth, and anemia. Expectant mothers may experience serious problems during pregnancy, especially due to constipation. Therefore, it is normal to need foods containing probiotics that regulate the intestinal flora and balance digestion during pregnancy. Many pharmacological methods have been tried for this purpose, and recently, women and healthcare professionals all over the world have frequently resorted to probiotic applications. It is known that consumption of kefir containing probiotics during pregnancy helps systems such as digestion, nerves and immunity work more efficiently. The review was written to determine the effects of kefir on pregnancy. At this point, it is aimed to reveal the effects of kefir in natural nutrition at a scientific level in order to reduce or eliminate the symptoms that affect the daily activities of women, especially in the last trimester of pregnancy, and to contribute to the development of new and effective midwifery/nursing practice methods.

**Key Words:** Kefir, Pregnancy, Effect

## 1.GİRİŞ

Son yıllarda, “belirli yararlı fizyolojik etkileri yoluyla tüketici sağlığına katkıda bulunan gıdalar” olarak tanımlanan “fonksiyonel gıdalara” doğru büyük bir eğilim olmuştur. Fonksiyonel gıda ürünleri görünüm açısından geleneksel gıdalara benzemektedir ancak besleyici fonksiyonların ötesinde fizyolojik sağlık yararları sunabilen biyoaktif bileşenlerden oluşmaktadır. Beslenme ve Diyetetik Akademisi'ne göre fonksiyonel gıdalar, "çeşitli diyetin parçası olarak etkili seviyelerde düzenli olarak tüketildiğinde sağlık üzerinde potansiyel olarak yararlı bir etkiye sahip olan bütün gıdalar ile güçlendirilmiş, zenginleştirilmiş veya geliştirilmiş gıdalar" olarak tanımlanmaktadır (Mettu, 2021; Frakolaki ve ark., 2021). Günümüzde “probiyotik ürünler” olarak adlandırılan probiyotik bakteri içeren gıdalar da bu kategoriye girmekte ve geleneksel ürünlere göre sağlığa olan faydalarından dolayı tüketicilerin ilgisini çekmektedir (Martins ve ark. 2012). Probiyotik ürünler arasında en çok ilgi çekenlerden birisi, kendine has probiyotik özellikli mikroorganizmaları içeren ve kompleks yapısı olan kefirdir.

Kefir, hafif asidik tadı, doğal karbonasyonu ve aroması olan fermente bir süt ürünüdür. Kefir kelimesi, laktik asit ve etanol üreten mikrofloranın karışımından oluşan, “iyi hissetmek” anlamına gelen Türkçeden türetilmiştir. Bu ürün farklı bölgelerde kefir, kefyır, kiaphur, kefer, kepi, knapon ve kippi olarak tanınmaktadır. Kefir ile diğer geleneksel fermente süt arasındaki en büyük fark, kefir tanelerinin kapalı matriks sisteminde bulunan değişik mikrofloranın varlığından kaynaklanmaktadır ve bu mikroflora ayrıca izole edilebilir, çoğaltılabilir ve sonraki fermantasyon işlemi için kullanılabilir özelliktedir. Kefir taneleri, 10-30 mm uzunluğunda, düzensiz şekilli, beyaz ila sarımsı renkte, loblu, sıkı dokulu ve sümüksü görünümlü, küçük karnabahar çiçeği veya pişmiş pirinç görünümünü yansıtmaktadır (Görsel 1) (Ahmed ve ark., 2013). Kefirin insan sağlığı üzerine” anti-karsinojenik, immün sistemi düzenleyici, kan-kolesterol düzenleyici, antialerjik, kan glikoz düzenleyici, antimikrobiyal, laktoz intoleransı azaltıcı, antihipertansif vb. birçok , sindirim düzenleyici faydalı etkileri bulunmaktadır (Ahmed ve ark., 2013; Guzel-Seydim ve ark., 2011)

### Görsel 1.Kefir



(Kaynak: Ahmed ve ark.,2013)

### 1.1.Kefirin İçeriği

İnek veya keçi sütüne kefir taneleri, maya kolonileri ve laktik asit bakterileri eklenerek yapılan fermente bir içecektir. Bu mikroorganizmalar sütü yaklaşık 24 saatte fermente ederek kefir haline getirir. Kefir taneleri, içeceğin üretiminde kullanılan starter kültürüdür. Tahıllarda bulunan laktik asit bakterileri, laktozu, kefirin ekşi tadını veren laktik asite dönüştürür.

Kefir, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* gibi doğal probiyotikler ile birçok laktik asit bakterisi ve maya içerir (Guzel-Seydim ve ark., 2011).

Az yağlı kefir protein, kalsiyum, fosfor, B12 vitamini, riboflavin, magnezyum ve D vitamini açısından zengindir. Kefir ayrıca sağlık yararlarına katkıda bulunan organik asitler ve peptitler gibi biyoaktif bileşikler de içerir.

Kefir, Batı diyetinde iyi bilinen bir probiyotik gıda olan yoğurttan çok daha güçlü bir probiyotik kaynağıdır. Kefir taneleri 61'e kadar bakteri ve maya türü içerir, bu da onları zengin ve çeşitli bir probiyotik kaynağı yapar. Diğer fermente süt ürünleri daha az türden yapılırlar ve maya içermez.

#### Çizelge 1: Kefir'in Bileşimi ve Besin Değeri

<b>BİLEŞENLER</b>		<b>BİLEŞENLER</b>	
<b>Enerji (kcal)</b>	65 kcal	<b>İz Elementler</b>	
Yağ (%)	3.5	Demir (mg)	0.05
Protein (%)	3.3	Bakır	12
Laktoz (%)	4.0	Molibden	5.5
Su (%)	87.5	Çinko	0.36
<b>Esansiyel Aminoasitler</b>		Mangan	5
Triptofan	0.05	<b>Vitaminler</b>	
Fenilalanin+trozün	0.35	A (mg)	0.06
Losin	0.34	Carotin (mg)	0.02
İzolosin	0.21	B1 (mg)	0.04
Treonin	0.17	B2 (mg)	0.17
Metionin+sistin	0.12	B6 (mg)	0.05
Lisin	0.27	B12 (mg)	0.5
Valin	0.22	Niasin	0.09
<b>Mineral Maddeler</b>		C (mg)	1
Kalsiyum (g)	0.12	D	0.08
Fosfor (g)	0.1	E (mg)	0.11
Magnezyum (mg)	12	Süt Asidi (%)	0.8
Potasyum (g)	0.15	Fosfatitler (mg)	40
Sodyum (g)	0.05	Kolesterolin (mg)	13
Klor (g)	0.1	Alkol (mg)	0.2

(Renner and Renz – Schaven, 1986).

## 1.2.Kefir Kullanımının Sistemler Üzerine Etkileri

Kefirin besinsel özellikleri, karbonhidratlar, proteinler, mineraller, vitaminler ve bazı nutrasötik bileşenler gibi hayati besinlerin varlığından kaynaklanmaktadır. Antimikrobiyal aktivite, daha iyi bağırsak sağlığı, antikarsinogenik aktivite, serum glikozu ve kolesterol üzerinde kontrol, laktoz intoleransı üzerinde kontrol ve daha iyi bir bağışıklık sistemi düzenli tüketimi ile sağlanabilir. Üstelik kefir, bir yandan iyi bir diyet içeceği ve sporcuların özellikle ilgisini çeker; diğer yandan kefirin tamamı, hastalıklara karşı iyi bir tolerans ve hızlı kilo alımı nedeniyle küçük bebeklerin ve okul öncesi çocukların beslenmesi için oldukça faydalıdır. Sindirimi kolay besleyici bir gıda olduğundan çocuklar, infantlar, gebeler, iyileşme dönemindeki hastalar, yaşlılar ve birçok sağlık sorunu yaşayan bireyler için bir besindir (Slattery ve ark., 2019; Jambhulkar, 2020). Kefirin sistemler üzerindeki tedavi edici özellikleri aşağıda kısaca anlatılmıştır.

### 1.2.1.Sindirim sistemi üzerine etkisi

Kefirin, gastrointestinal sistemde sindirimi kolaylaştırıcı bir etkiye sahip olduğu ve bariyer olarak gıda antijenleri gibi zararlı varlıkların girişini engellediği bilinmektedir. Fermente süt

ürünleri, istenmeyen mikroorganizmaları engelleyerek ince bağırsakta faydalı laktik asit mikroflorasının yeniden oluşturulmasına yardımcı olur. Bu antibakteriyel özellikler büyük ölçüde kültür aktivitesine, sıcaklığa, saklama süresine ve başlangıçtaki kontaminasyon seviyesine bağlıdır. Yeni mikrobiyal flora, protein sindirime yardımcı olur ve glisemik indeksi azaltır. Düzenli kefir tüketimi sadece gastrointestinal bozuklukların tedavisinde faydalı olmakla kalmaz, aynı zamanda ameliyat sonrası vakaların hızlı iyileşmesi için de son derece etkilidir. Bebeklerde kefir alımına ilişkin veriler, bağırsak enfeksiyonu geçiren bebeklerde, tüketiminden sonra 7-11 gün içinde Shigella ve Salmonella'nın hızlı inhibisyonunun gözlemlendiğini göstermiştir. Kefirdeki polisakkaritler aynı zamanda bağırsak enfeksiyonları bağlamında mikroorganizmaların virülansını modüle etme kapasitesine de sahiptir. Kefir ve yoğurt gibi fermente süt ürünlerindeki laktik asit bakterileri laktozu önceden sindirdiği ve laktoz oranı düşük olduğu için özellikle laktoz intoleransı olan kişilerde kefirin kullanılması önerilmektedir. Diğer taraftan kefirin probiyotikleri bağırsaktaki dost bakterilerin dengesinin yeniden sağlanmasına yardımcı olabildiği ve bu da birçok ishal türünün tedavisinde oldukça etkili olduğunu göstermektedir (Madreno ve ark., 2009; Gözüyeşil ve ark., 2019; Lau, 2023; Ahmed ve ark., 2013).

### **1.2.2.Deri Sağlığı üzerine etkisi**

Literatürde kefirin, cilt kanserinin önlenmesi ve tedavisi için iyi bir potansiyele sahip olduğu ve dünyada kanser için en iyi tedavi edici doğal içerik ve en iyi antikanser ajanı olduğu belirtilmiştir. Doğal antioksidan olan özelliğinden dolayı cildin genç ve parlak kalmasını sağladığı ve günlük kefir tüketiminin uzun süre genç kalmanın sırrı olabileceği ifade edilmiştir (Jambhulkar, 2020; Sharifi ve ark., 2017).

### **1.2.3.Sinir sistemi üzerine etkisi**

Kefir içindeki bulunan mikroorganizmalar, bol miktarda vitamin (K vitamini, tiamin, niasin, pantotenik asit, biyotin, folik asit ve siyanokobalamin) sentezi yapmaktadırlar. Kefir mikroorganizmalarının ürettiği biyotin, diğer B kompleks vitaminlerinin emilimini de arttırmaktadır (İnanç ve ark., 2005). Bu vitaminlerin kefir ile birlikte etkin düzeyde vücutta kullanılması birçok organ sağlığı ile birlikte sinir sistemi ve deri rahatsızlıklarının giderilmesine olumlu etki yaptığı görülmektedir (Karagözlü, 2003; Özden, 2008). Kefirin özellikle esansiyel aminoasitlerden olan triptofan ile magnezyum ve kalsiyum içeriğinden zengin olması depresyon ve anksiyeteyi azaltıcı ve sinir sistemi üzerinde rahatlatıcı etkiye sahip olmasına neden olmaktadır (İnanç ve ark., 2005; Özden, 2008).

### **1.2.4.İmmün sistem üzerine etkisi**

Beslenme ile bağışıklık sistemi arasında doğrudan bir bağlantı vardır. Kefirde bulunan laktik asit bakterilerinin, bağışıklık sistemini kuvvetlendirmek amacıyla verilen ilaçların etkinliğini artırdığı diğer taraftan farklı amaçlarla kullanılan fakat immün sistemi baskılayıcı etkisi olan ilaçların ise bu etkisini azalttığı bilinmektedir (Rodrigues ve ark. 2005, Vinderola ve ark. 2006). Enfeksiyonlara karşı bağışıklık sistemini uyarma özelliğinin kefir ve kefir yağında bulunan sfingomyelinler tarafından olduğu bildirilmektedir. Kefir, probiyotik Lactobacillus kefir ve karbonhidrat kefiri nedeniyle güçlü antibakteriyel özelliklere sahiptir. Araştırmalar Lactobacillus kefirin Salmonella, Helicobacter pylori ve E. coli dahil olmak üzere çeşitli zararlı bakterilerin büyümesini engelleyebildiğini göstermiştir. Kefir süt ürünleri ve fermente süt ürünlerinin, bağışıklığı artırmak ve böylece bağırsakta homeostazı korumak için güçlü mukozal tepki oluşturma kapasitesine sahip olduğunu bunu ise hem kalın hem de ince bağırsakta IgA üretimi artırmak suretiyle gerçekleştirdiği belirtilmektedir. Ayrıca kefirde bulunan flor ve B3 vitaminlerinin büyümeye ve anemiye etkisi olduğu bilinmektedir. Bu vitaminler demirin emilimini artırır, kandaki alyuvar hücrelerinin üretimine katkı sağlar, kandaki alyuvarları ve akyuvarları besler ve aneminin önlenmesinde etkin rol oynar (Karagözlü 2003; Ahmed ve ark., 2013).

### **1.2.5.Kanserler üzerine etkisi**

Kefir ekstraktlarının özellikle meme dokusundaki kanser hücrelerinde apoptozu bozduğu, hücre döngüsünü kesintiye uğrattığı ve meme kanseri hücrelerinde tümör gelişimini azalttığı için meme kanserini önlemek veya tedavi etmek için yeterli olabileceği belirlenmiştir (Sharifi ve ark., 2017). Kefir ekstraktının insandaki meme kanseri hücrelerinin sayısını %56 oranında azalttığını, yoğurt ekstraktının ise sadece %14 oranında azalttığı saptanmıştır (Jambhulkar, 2020;)

### **1.2.6.Diğer Etkileri**

Kefirin ve onun polisakkarit ekstraktının antiinflamatuvar aktiviteye sahip olduğu, granülom dokusunun oluşumunu engelleyerek antiinflamatuvar özellikler gösterdiği bilinmektedir (Ahmed ve ark., 2013). Çalışmalar kefirin hipertansiyon tedavisinde yardımcı madde olma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Kefirin bu etkiyi; serum sodyum (Na) konsantrasyonunun yükselmesini teşvik eden, kan basıncında bir artışa ve kan basıncının düşmesini etkileyen, damar genişletici etkiye sahip bir hormon olan Bradikinin'in parçalanmasına neden olan bir hormon olan aldosteron üretimini engellemesiyle gösterdiği belirtilmiştir (Brasil ve ark., 2018). Kefirde bulunan mikropların, ince bağırsakta kolesterol emilimini engelleyerek serum kolesterolünün düşmesinden sorumlu olduğu öne sürülmüştür



(Hugan ve ark., 2013). Çalışma sonuçlarında kefir kullanımının barsaklar üzerinde etkisi sonucu insülin direncini azalttığı, açlık kan şekeri (FBS), glikohemoglobin (HbA1c) ve fosforda azalma ve kalsiyumda artış ile kan glikoz seviyesini düzenlediği, kan kolesterol seviyesinde olumlu etki yarattığı, sistolik ve diyastolik kan basıncı üzerinde etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Ahmed ve ark., 2013)

Süt ürünlerinden yapılan kefir, kalsiyum metabolizmasında merkezi bir rol oynayan mükemmel bir kalsiyum ve K2 vitamini kaynağıdır. K2 takviyesinin kırık riskini %81 oranında azalttığı gösterilmiştir. Son zamanlarda yapılan hayvan çalışmaları, kefirin kemik hücrelerinde artan kalsiyum emilimi ile ilişkilendirildiğini, bunun da kemik yoğunluğunun arttığını ve kırık riskinin azaldığını göstermektedir. Ayrıca bazı test tüpü ve hayvan çalışmaları, kefirin kanser hücresi büyümesini engelleyebileceğini göstermektedir. Kefir ekstraktının insandaki meme kanseri hücrelerinin sayısını %56 oranında azalttığını, yoğurt ekstraktının ise sadece %14 oranında azalttığı; alerji ve astıma bağlı inflamatuvar yanıtları baskıladığı, ancak kesin sonuçlara varılmadan önce insan çalışmalarına ihtiyaç olduğu belirtilmektedir (Lau, 2023; Ahmed ve ark., 2013).

### **1.3.Gebelikte Kefir Kullanımının Etkileri**

Annenin hamilelik döneminde iyi beslenmesi ve sağlıklı yaşam tarzı hem kendisinin hem de bebeğinin sağlığı açısından önemlidir. Gebelikte doğru beslenmenin amacı fizyolojik ihtiyaçların karşılanması, besin takviyelerinin dengede tutulması ve fetüsün normal gelişimi için gerekli olan enerji ve besin öğelerinin sağlanmasıdır (Gözüyeşil ve ark., 2019).

Literatürde birçok hastalıktan korunma ve tedavilerine destek olma konusunda probiyotikler gebelikte önerilmektedir. Bu bağlamda gebelikte probiyotik içeren kefirin gebelikteki etkileri aşağıda verilmiştir.

- Doğal bağırsak florasını korur ve güçlendirir.
- İmmün sisteminin fonksiyonlarını güçlendirir.
- Gebelikte enfeksiyonlara neden sebep olan zararlı mikroorganizma ve bakterilerin üremesini, çoğalmasını engeller.
- Vücut direncini artırıcı ve antioksidan özellikleri sayesinde rahat bir gebelik geçirilmesini sağlar.
- Gebelikte insülin direnci üzerine etki ederek kan glikoz düzeyini ayarlar.
- Enfeksiyon riskini azaltır.
- Kullanılan antibiyotiklerden kaynaklanabilecek olumsuz etkilerin azaltılmasına katkı sağlar.



- Preeklampsiye bağlı gelişebilecek komplikasyonları önleyebilir.
- Anne karnındaki fetüsün alerjik rahatsızlıklara karşı daha dirençli olmasına yardım eder.
- Sindirim sisteminin fonksiyonlarını düzenler ve korur.
- Sinir sisteminin fonksiyonlarını düzenler ve korur.
- Stresi azaltır, sakinleştirir, kolesterolü düşürür.
- Rutin gebelik semptomlarından olan kabızlık ve ishal gibi bağırsak sorunlarını en aza indirir.
- İrritabl bağırsak sendromu komplikasyonlarını azaltır.
- İnflamatuvar bağırsak hastalığı komplikasyonlarını azaltır.
- Gebelikte egzamanın olumsuz etkilerini azaltabilir.
- Gebelikte bakteriyel vajinoz, pediatrik atopik dermatit gibi birçok hastalığın semptomlarının hafiflemesinde yardımcı olur.
- Gestasyonel diyabet oluşma riskini azaltır
- Fetüsün vücudunda iyi bakterilerin sayısının kötü bakterilere oranla daha fazla olması sayesinde bebeğin sağlığı ve gelişimi de desteklenir (Demir, 2012; Nordqvist ve ark. 2018; Gözüyeşil ve ark., 2019; Lau, 2023; Karatepe ve Yalçın 2014; Jambhulkar, 2020).

Gebelikte kullanımıyla ilgili yapılan literatür taramasında probiyotikler özellikle ürogenital enfeksiyonlardan korunmada ve tedavisinde etkili tedavi yöntemleridir. Gebelikte probiyotik kullanımı bakteriyel vaginosis ve aerobik vaginiti önleyerek erken doğum eyleminin önlenmesinde kullanılmaktadır. Gebelik sırasında probiyotik kullanımı her 3 trimestırda da güvenlidir sonucuna ulaşılmıştır (Demir, 2012). Nordqvist ve arkadaşlarının probiyotik süt alımının, erken veya geç gebelik döneminde, preeklampsi ve preterm doğum ile ilişkisini incelediği gözlemsel bir çalışmada gebeliğin son dönemlerinde günde 1 su bardağı probiyotik süt alımının preeklampsi riskinin ve preterm doğum riskinin azalması ile ilişkili olduğu gözlenmiştir. Çalışmanın sonucunda gelecekte yapılacak randomize kontrollü çalışmalarla probiyotiklerin önerilmesi olumsuz sonuçları azaltmak için umut verici olacaktır değerlendirmesine yer verilmiştir (Nordqvist ve ark. 2018). 2010 yılında bir İngiliz beslenme dergisinde yayınlanan bir çalışma ise maternal probiyotik destekli danışmanlığın gebelik sonuçları, doğum öncesi ve doğum sonrası büyüme etkisini incelemiştir. Yapılan 24 aylık izlemde toplamda 256 kadın, hamileliğin ilk üç ayında bir kontrol ve diyet müdahalesi grubuna randomize edilmiştir. Yaşam tarzı, diyet ve probiyotiklerin hastalıkların devam eden yükünü hafifletebileceği iddiasına ağırlık vermektedir. Probiyotiklerle kombine perinatal diyet

danışmanlığının, obezite salgınını ele almak için güvenli ve uygun maliyetli bir araç sağlayabileceğini belirtmektedir (Luoto, 2010).

McKerracher ve arkadaşları (2023) çalışmasında; kanıt sentezlerinin, probiyotik müdahalelerinin bazı gebelik komplikasyonlarının (örneğin, gebelik diyabeti) tedavisinde etkili olmasına rağmen, komplikasyonsuz gebeliklere sağlık açısından fayda sağlamadığını gösterdiğini; kendi yaptıkları anket sonuçlarında gebe kadınların %47'si probiyotiklerin hamilelik sağlığına faydalı olduğunu düşündüğünü ve %51'i bunları tükettiğini bildirmiştir. Literatürde gebelikte probiyotik gıdaların kullanımına ilişkin yayınlanan araştırmada, probiyotik kullanımının sezaryen doğum, doğum haftası veya doğum ağırlığı oranları üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, çeşitli probiyotik formlarının bebeklerde atopik dermatoz, erken gebelik ve bakteriyel vajinoz oluşma riskini azalttığı bulunmuştur. Bu nedenle bu tür yağ asitlerinin fetüse ve sitokinlere iletimi probiyotikler tarafından artırılmıştır, bu da kefirin annenin bağışıklık sistemi üzerindeki süt ve kandaki yararlı etkisi olduğunu düşündürmüştür (Uzdil ve Özenoğlu, 2015).

#### **1.4.Kefir Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar**

Gebelik sırasında kefir tüketimi, lactobacillus gibi probiyotiklerin zenginliği sayesinde sağlık açısından çok sayıda fayda sağlar. Bu güçlü probiyotik, bağırsak sağlığına büyük ölçüde katkıda bulunur, sindirime yardımcı olur ve bağışıklığı güçlendirir. Bu etkiler hassas bir dönem olan gebeliğin rahat geçirilmesinde değerli olan avantajlardır. Bunun yanında kefir kullanımına bağlı yaşanabilecek birtakım riskleri olabilmektedir.

Bazı gebelerin kefirde bulunan bazı bileşenlere karşı alerjisi veya intoleransı olabilir . Bu, laktoz intoleransını, süt proteini alerjilerini ve fermente içecekte bulunan belirli bakteri türlerine karşı duyarlılığı içerebilir. Bundan dolayı özellikle bu tür alerjik durumu olan gebelerin bu noktada son derece dikkatli olması önemlidir.

Kefir genel olarak güvenli olsa da tüketilen kefirin pastörize süttten yapıldığından ve sıkı hijyen standartlarına uygun olarak üretildiğinden ve kefirdeki alkol ioranının farkında olmak önemlidir. Çünkü fermantasyon işlemi sırasında kefir doğal olarak az miktarda alkol içerebilir. Özellikle fermantasyon sürecindeki değişiklikler nedeniyle ev yapımı veya çiğ kefirin daha yüksek düzeyde alkol içerirken; ticari olarak üretilen ve pastörize edilen kefirin alkol içeriği genellikle %0,5'in altındadır.

Yukarıdaki tüm riskli durumlardan dolayı gebelerin yüksek probiyotik içeriği ve besin değeri nedeniyle % 100 doğal ve pastörize edilmiş, kaliteli süt kefirini tercih etmeleri önerilmektedir ( Lau, 2023. )

## 2.SONUÇ ve ÖNERİLER

Dünyada bir çok ülkede sağlık açısından bazı faydaları olan besleyici gıda ürünlerini tüketmeye yönelik artan bir eğilim bulunmaktadır. Bu eğilim özellikle kolay elde edilebilen, yüksek nutrasötik ve tedavi edici potansiyeli nedeniyle kefir gibi probiyotiklerin kullanımını da artırmıştır. Kefirin faydalı sağlık özellikleri; protein, vitaminler, antioksidanlar, mineraller ve bazı biyojenik bileşiklere atfedilmektedir. Kefirin sağlık açısından faydaları; gastrointestinal proliferasyon, antibakteriyel spektrum, antikarsinojenik etki, hipokolesterolemik etki, antidiyabetik özellikler, antimutajenik aktivite, lipit ve kan basıncı düzeyine etkisi, anti-inflamatuar etki, bakteriyel kolonizasyon ve bağışıklık sistemi güçlendirici etki olarak sayılabilir. Tüm bu özelliklerinden dolayı kefirin normal yetişkinlerin yanı sıra hastalar, gebeler ve bebekler tarafından da tüketilmeye son derece uygun olduğu belirtilmektedir. Bunun yanında kefirin sistemler ve gebelik etkisi üzerindeki faydaları daha çok hayvansal ve laboratuvar koşullarında yapılan çalışmalara dayandırıldığından hamile kadınlar gibi özellikli grupların kefir kullanımında dikkatli olması önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

1. Ahmed, Z., Wang, Y., Ahmad, A., Khan, S. T., Nisa, M., Ahmad, H., & Afreen, A. Kefir and health: a contemporary perspective. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2013; 53(5): 422-434.
2. Brasil, G.A., Silva-Cutini, M.d.A., Moraes, F.d.S.A., Pereira, T.d.M.C., Vasquez, E.C., Lenz, D., Bissoli, N.S., Endringer, D.C., de Lima, E.M., Biancardi, V.C., et al. The benefits of soluble non-bacterial fraction of kefir on blood pressure and cardiac hypertrophy in hypertensive rats are mediated by an increase in baroreflex sensitivity and decrease in angiotensin-converting enzyme activity. *Nutrition*. **2018**; 51,52: 66–72.

3. Demir, S. C. Jinekoloji ve Obstetrikte Probiyotikler. *Turkiye Klinikleri Journal of Pediatric Sciences*. 2012;8(3): 93-96.
4. Frakolaki, G., Giannou, V., Kekos, D., Tzia, C. A review of the microencapsulation techniques for the incorporation of probiotic bacteria in functional foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2021; 61: 1515– 1536, DOI: 10.1080/10408398.2020.1761773
5. Gözüyesil, E., Düzgün, AA, Sucu M. Kadınların probiyotik gıda tüketimi; Yoğurt ve kefir örneği. *Klinik ve Deneysel Sağlık Bilimleri*. 2019; 9 (2), 130-137.
6. Guzel-Seydim, Z. B., Kok-Tas, T., Greene, A. K., Seydim, A. C. Functional properties of kefir. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2011; 51(3):261-268.
7. Huang, Y., Wu, F., Wang, X., Sui, Y., Yang, L., & Wang, J. Characterization of *Lactobacillus plantarum* Lp27 isolated from Tibetan kefir grains: A potential probiotic bacterium with cholesterol-lowering effects. *Journal of Dairy Science*. 2013;96(5), 2816-2825.
8. İnanç, N., Şahin, H., Çiçek, B. Probiyotik ve prebiyotiklerin insan sağlığı üzerine etkileri. *Erciyes Tıp dergisi*. 2005; 27(3):122-127.
9. Jambhulkar, A.B. Preparation and Health Benefits of Kefir: A Review. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*. 2020;7(12): 775-86.
10. Karagözlü, C. Fermente Bir Süt İçeceği: Kefir. EÜ Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Yayınları İzmir. 2003
11. Karatepe P., Yalçın, H. Kefirli Sağlık. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2014;4(2), 23-30.
12. Lau J. Erişim tarihi: 12.12.2023. <https://chesbrewco.com/can-you-drink-kefir-when-pregnant/>
13. Luoto, R., Laitinen, K., Nermes, M., Isolauri, E. Impact of maternal probiotic-supplemented dietary counselling on pregnancy outcome and prenatal and postnatal growth: a double-blind, placebo-controlled study. *British Journal of Nutrition*. 2010;103(12): 1792-1799
14. Martins, EMF, AM Ramos, E. S. Lago Vanzela, PC Stringheta, CL de Oliveira Pinto ve JM Martins. Products of plant origin: A new alternative to the consumption of probiotic bacteria. *Food Research International*. 2013;51 ( 2 ):764–70. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.047>
15. McKerracher, L., Moffat, T., Barker, ME, Murray-Davis, B., Kennedy, KM, Bellissimo, CJ, Sloboda, DM. Hamilelikte probiyotikler: Inequalities in knowledge exchange,

- attitudes, and probiotic use in a socio-demographically diverse, cross-sectional study sample of pregnant Canadians. *Pharma Nutrition*. 2023;24:1003-44.
16. Medrano, M., Pérez, PF., Abraham, AG. Kefiran protects Caco-2 cells from cytopathic effects caused by *Bacillus cereus* infection.. *Antonie van Leeuwenhoek*. 2009; 96: 505 – 513.
  17. Mettu, S., Hathi, Z., Athukoralalage, S., Priya, A., Lam, TN, Ong, KL, Lin, CSK. Perspective on the construction of cellulose-hydrogel-based gut-like bioreactors for the growth and distribution of multi-strain probiotic bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2021; 69 (17), 4946-4959.
  18. Nordqvist, M., Jacobsson, B., Brantsæter, A. L., Myhre, R., Nilsson, S., & Sengpiel, V. Timing of probiotic milk consumption during pregnancy and effects on the incidence of preeclampsia and preterm delivery: a prospective observational cohort study in Norway. *BMJ* . 2018; 8(1), e018021.
  19. Özden, A. Biyo yoğurt- Pro biyotik Yoğurt (Kefir). AÜ Tıp Fak, Gastroenteroloji Bilim Dalı. *Güncel Gastroenteroloji*. 2008;12(3):169-181.
  20. Renner E. and Renz- Schaven. *Nährwerttabellen für milch und milchprodukte*. ISBN 3.926041-00-5. Verlag B. Renner. Köhner K. G. Gieben, Germany.1986.
  21. Rodrigues, KL., Gaudino Capito, LR., Tavares Carvalho, JC., Evangelista, J., Schneedorf, JM. 2 Antimicrobial and healing activity of kefir and kefiran extract. *Int J Antimicrob Agents*.2008; 25:404-408.
  22. Sharifi, M., Moridnia A., Mortazavi D., Salehi M., Bagheri M. and Sheikhi A. Kefir: a powerful probiotics with anticancer properties. *Medical Oncology*. 2017;34(11):183.
  23. Slattery, C., Cotter P. D. and W O’Toole P. Analysis of health benefits conferred by lactobacillus species from kefir. *Nutrients*. 2019;11(6): 1252.
  24. Uzdil, Z. and Özenoğlu, A. Gebelikte çeşitli besin öğeleri tüketiminin bebek sağlığı üzerine etkileri. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2015;4(2):117–121.
  25. Vinderola, G., Perdigon, G., Duarte, J., Farnworth, E., Matar, C. Effects of the oral administration of the products derived from milk fermentation by kefir microflora on immune stimulation. *Journal of Dairy Research*.2008; 73(4):472-479.

## İNTRAPARTUM EBELİK BAKIMININ GELİŞMESİNDE KANITA DAYALI UYGULAMALAR

Dr. Öğr. Üyesi Feyza AKTAŞ REYHAN<sup>1</sup>, Öğr. Gör. Dr. Elif DAĞLI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü,  
[fyz.aktas@gmail.com](mailto:fyz.aktas@gmail.com) - ORCID: 0000-0002-7927-2361

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi Abdi Sütçü Sağlık, Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,  
[elifarik90@gmail.com](mailto:elifarik90@gmail.com) - ORCID: 0000-0002-4608-8904

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmada intrapartum ebelik bakımının gelişiminde kanıt dayalı uygulamaların önemini incelemek amaçlanmıştır.

**Yöntem:** “Evidence-based practices”, “Intrapartum care”, “Second stage labour”, “Midwifery care” anahtar kelimeleri kullanılarak Google Scholar, Pubmed ve Cochrane Library veri tabanları taranmıştır.

**Bulgular:** Kadınların en özel anı doğumun fizyolojik bir eylem olduğu bilinen bir gerçektir. Son yıllarda olumsuz doğum algısının önüne geçmek ve sezaryen oranlarını düşürmek amacıyla intrapartum ebelik bakımı yönetiminde önemli değişiklikler yaşanarak, doğumun olabildiğince müdahalesiz en doğal şekilde yönetilmesi yaklaşımı tartışılmaya başlanmıştır. Bu yaklaşıma dayanarak, günümüzde doğumda rutinleşen uygulamalar kanıt dayandırılarak tekrardan gözden geçirilmektedir. Anne ve bebek mortalite ve morbiditesinin yüksek olduğu bu dönemde, sağlığın korunması için intrapartum dönemde kanıt temelli uygulamaların benimsenmesi büyük önem taşımaktadır. Çoğu sağlık kurumundaki intrapartum uygulamalar bir standartla sunulmamakla birlikte bazı intrapartum girişimlerin etkisinin olmadığı ya da zararlı olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle intrapartum ebelik uygulamalarının kanıt dayandırılması önem taşımaktadır. Kanıt dayalı uygulamalar nitelikli sağlık bakım hizmetinin sunumunda uygun kaynak, kişilerin tercihleri, klinik uzman görüşleri ve araştırmalardan elde edilen kanıtlardan yararlanarak en iyi hizmeti kapsamaktadır. İntrapartum ebelik bakımı kapsamındaki uygulamalar olan fundal basınç, ıknma, perineal masaj ve sıcak uygulamalar, dik pozisyona teşvik, epizyotomi, perineye dokunmama ve operatif doğumun kanıt dayalı sunulması önemlidir. Kanıt dayalı uygulamaların intrapartum bakımda yer alması kaliteli ve nitelikli bakım sunulmasına, doğumların normalleşmesine, kadınların doğum memnuniyetlerinin artmasına ve ebelik mesleğinin profesyonelleşmesine yardımcı olacaktır.

**Sonuç:** İntrapartum ebelik bakımının kanıt dayalı sunumu gereksiz müdahalelerden kaçınmayı, hatasız uygulamaları, bakımın standartlaşmasını, maliyet dengesini, kadınların doğum memnuniyetlerinin artmasını sağlayacaktır. Bu doğrultuda, ebeler başta olmak üzere

sağlık profesyonellerinin bu konudaki bilgi ve farkındalıklarının artmasını sağlayacak hizmet içi eğitimlerin düzenlenmesi, güncel gelişmeleri takip etmeleri ve araştırmaların arttırılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** “Kanıt dayalı uygulamalar”, “İntrapartum bakım”, “Ebelik bakımı”

## EVIDENCE-BASED PRACTICES IN THE DEVELOPMENT OF INTRAPARTUM MIDWIFERY CARE

### SUMMARY

**Objective:** This study aimed to examine the importance of evidence-based practices in the development of intrapartum midwifery care.

**Method:** Google Scholar, Pubmed and Cochrane Library databases were searched using the keywords "Evidence-based practices", "Intrapartum care", "Second stage labour", "Midwifery care".

**Results:** It is a known fact that birth is the most special moment of women and is a physiological act. In recent years, there have been significant changes in the management of intrapartum midwifery care in order to prevent the negative perception of birth and to reduce cesarean section rates, and the approach of managing birth in the most natural way without intervention as much as possible has started to be discussed. Based on this approach, practices that have become routine in childbirth today are being reviewed based on evidence. In this period of high maternal and infant mortality and morbidity, it is of great importance in terms of evidence-based practices to realize delivery by protecting health. In most health institutions, intrapartum practices are not provided with a standard, and some intrapartum interventions are reported to be ineffective or harmful. Therefore, it is important that intrapartum midwifery practices are based on evidence. Evidence-based practices include the best service by utilizing appropriate resources, people's preferences, clinical expert opinions and evidence from research in the provision of quality health care. Within the scope of intrapartum midwifery care, it is important to present pushing, fundal pressure, perineal massage and warm applications, encouragement to upright position, episiotomy, not touching the perineum, operative delivery based on evidence. The inclusion of evidence-based practices in intrapartum care will help to provide quality and qualified care, normalize births, increase women's satisfaction with childbirth and professionalize the midwifery profession.

**Conclusion:** Evidence-based delivery of intrapartum midwifery care will ensure that unnecessary interventions are abandoned, malpractices are reduced, care is standardized, cost-effectiveness is ensured, and women's birth satisfaction increases. In this direction, it is



recommended that health professionals, especially midwives, should participate in in-service training programs including evidence-based practices, follow current developments and conduct more research.

**Keywords:** "Evidence-based practices", "Intrapartum care", "Midwifery care"

Kadınlar için doğum, anneliğe adım ve adaptasyonundaki en önemli hayat tecrübesidir. Doğum, endişeler, korkularda dahil sevinç, heyecan ve mutluluk duyularak geçirilen özel ve karmaşık bir süreç olduğu kadar; fizyolojik, psikolojik ve duygusal değişimlerin yaşanarak farklılık gösteren toplumsal değerlere bağlı değişen anlamların yüklendiği bir eylemdir. Kadınların pozitif bir doğum deneyimlemeleri; doğum sonu döneme kolay uyumuna, anne-bebek bağının etkili ve kolay bir şekilde kurulmasına ve emzirmenin sorunsuz başlaması ve sürdürülmesine vb. olumlu davranışların gelişmesine temel oluşturmaktadır (Uysal, 2017; Adams ve Bianchi, 2008; Taheri ve ark, 2018). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ, 2018d) tarafından yayınlanan intrapartum bakım rehberi pozitif doğum deneyimi için; tüm kadınlar için gizlilik, özeli, mahremiyeti koruyan, zarar veren ve kötü tedaviden uzak, özgür seçim hakkı sunan, bilgilendirilme, doğum süresince sürekli desteği kapsayan doğum bakımını tanımlayarak, kadın ile sağlık profesyonelleri arasında saygılı bakım ve etkili bir iletişim kurulmasını, doğumda kasılmalar ile başa çıkma, travay ve doğum pozisyonları konusunda kanıta dayalı uygulama önerilerini içermektedir. Üstelik doğum süresince kadınların kendi tercih ettikleri bir yakını tarafından desteklenmesi önerilmiştir (DSÖ, 2018d). Son zamanlarda sağlık bakım hizmetinin kalitesine, kadınların doğumu nasıl anlamlandırdığına algılarına ve doğumdan duyulan memnuniyet düzeylerine verilen önem artış göstermektedir. Bu durum sağlık bakımı sunumunun kadınlara kendilerini güvende hissettikleri bir doğum ortamı, sürekli doğum desteği, kadınların memnuniyetlerini baz alan uygulamalar ve iletişim sağlamaya yöneltmiştir (Ertopçu, 2018).

Doğum kadınların yaşamındaki en özel ve unutulmaz anlarından olup, Dünya Sağlık Örgütü de (DSÖ); bütün kadınların insancıl, saygılı, bireysel, doğru, nitelikli, uygun doğum bakımı, tercih ettiği kişilerin doğum desteği vermesi ve tercihleri doğrultusunda doğum yapma hakkı olduğunu bildirmektedir. Kadınların tüm doğum evreleri boyunca yanında tercih ettiği bir yakınının olması ve sürekli ebe desteği almaları kendilerini daha rahat, güvende hissetmelerine, doğum memnuniyetlerinin artmasına ve pozitif, keyifli bir doğum deneyimi yaşamalarını sağlamaktadır (Weeks ve ark., 2017). Travay ve doğum sürecinde kadınların yeterli destek almaması doğumun olumsuz deneyimlenmesi ve sezaryen oranlarında artışla ilişkili bulunmaktadır (Deng vd., 2014; Gökçek & Yazıcı, 2022).

Doğum memnuniyeti, kadınların fizyolojik, duygusal, sosyal ve psikolojik olarak doğumun bütüncül olarak pozitif yönde deneyimlenmesi olarak tanımlanabilmektedir. Olumlu doğum deneyiminin kadınların özgüvenlerini artırma, doğuma daha az müdahale etme, doğum sonu uyumu kolaylaştırmakta, daha güçlü anne-bebek bağlanması, sonraki doğumlarına olumlu yaklaşım gibi katkılarına vurgu yapılmaktadır (Jafari, Mohebbi & Mazloomzadeh, 2017; Preis, H., Lobel, & Benyamini, 2019). Negatif nitelenen doğum deneyiminin ise; emzirme davranışında ve anne bebek bağlanmasında sorunlar, postpartum depresyon gibi psikolojik sorunlar, bebeğe bakım sağlamada güçlük, cinsel isteksizlik ve sonraki doğuma yönelik korku

ile ilişkilendirilmektedir (Henriksen vd., 2017; Nakić Radoš vd., 2022). Çok boyutlu bir kavram olan doğum memnuniyetini; kadınların sosyo-demografik ve obstetrik özellikleri, kişisel beklentileri, doğum sürecindeki bakım ve destek özellikleri gibi birçok faktör etkilemektedir (Jafari vd., 2017; Çıtak Bilgin vd., 2018). Doğum şeklinin de kadınların doğuma memnuniyetlerini üzerinde etkili olduğu, vajinal doğum gerçekleştiren kadınların doğum memnuniyetleri sezaryen olanlardan daha fazla olduğu belirtilmektedir (Menhart & Prosen, 2017; Çıtak Bilgin vd., 2018; Kurt Can & Ejder Apay, 2020). Olumlu bir doğum deneyimine sahip olmak giderek daha fazla değer verilen bir sonuç olması sebebiyle, kadının özellikleri, doğum şekli vb. her ne olursa olsun doğum eyleminde sağlık profesyonellerinin primer yaklaşımı tüm kadınların doğumlarını keyifli, konforlu ve memnun deneyimlemelerini sağlamak üzerine olmalıdır.

Doğum memnuniyeti doğum öncesi dönemden doğum sonrası süreçlerde beklentilerinin karşılanma durumları ile yakından ilişkili olup, birçok faktörde etkilenebilmektedir. Örneğin kadının sosyodemografik özellikleri, beklentileri, sosyal destek, doğumda uygulanan girişimler gibi. Doğumda gereksiz yapılan müdahalelerin -beslenme, hareket kısıtlanması ve pozisyon değiştirilmemesi, indüksiyon, rutin epizyotomi, sürekli fetal monitörizasyon(EFM), amniyotomi işlemi, vakum gibi tıbbi müdahalelerin kadınların doğumdan duydukları memnuniyet düzeyini olumsuz etkilediği görülmektedir (Başgöl & Oskay, 2014; Webb et al., 2021; Johansson & Finnbogadóttir, 2019). Maternal bakım sürecindeki rutinleşmiş, gereksiz yapılan işlemler ve bunlara bağlı olarak oluşan komplikasyonlar, kadınların temel morbitide-mortalite nedenleri arasında olup, olumsuz deneyimler olumsuz doğum algılarına, artan sezaryen oranlarına pek çok problemin ortaya çıkışına neden olmaktadır (Iravani et al., 2016; Aktaş Reyhan & Dağlı, 2023). Kadınların maruz kaldığı gerekli olmayan standartlaşmış girişimlerden uzak durularak kanıtlara dayandırılan uygulamaların benimsemesi ile anne ve çocuk sağlığının, aile ve dolayısıyla toplum sağlığının korunması ve geliştirilmesine öncülük yapacaktır.

Kanıta dayalı uygulama (KDU) en iyi araştırma kanıtlarının mevcut en kaliteli bilimsel araştırma, klinik uzman görüşleri ve hasta tercihleri ile bütünleştirilmesidir. Uygulamada hastaların bireysel bakımları üzerine kararlar alırken eldeki en iyi kanıtların mantıklı bir şekilde kullanılmasıdır. KDU, klinik araştırmanın kalitesini değerlendirmek için iyi tanımlanmış kriterleri kullanarak bir kanıt hiyerarşisi oluşturur (Shadap, 2022). Sağlık bakım hizmeti sistemindeki artan maliyetler, bakım ve tedavide yapılan hatalar ve harcanan zaman gün geçtikçe artmaktadır. Bu artış ve standart olmayan bakım ve tedavi sonucu KDU önem kazanmıştır. Sağlık bakım hizmetinin niteliğini, verimini arttırmak, artış gösteren sağlık harcama maliyetlerini düşürmek için gittikçe zorunlu yer edinmeye başlamıştır (Melnik et al, 2018). KDU, pek çok disiplinin olduğu gibi ebelerin de yakından ilgilendiği bir konudur. Ebelik mesleği geleneksel uygulamaları da barındırdığı için KDU en çok ihtiyacı olan mesleki disiplinlerden biridir (Yaşar, Aydın, Gençtürk, 2019; Serçekuş, İsbir, 2012). Kanıta dayalı ebelik, ebelik ortamlarındaki uygulamaların klinik uygulamalarını destekleyen açık ve kabul edilebilir kanıtlara dayalı olmasını sağlayan bakımdır. KDU'nun ebelik mesleğinde kullanılması, kaliteli ve nitelikli bakım sunulmasına ve ebelik mesleğinin profesyonelleşmesine yardımcı olacaktır (Sharplin et al, 2019). Son yıllarda özellikle sezaryen oranlarının dikkat

çekici düzeye çıkmasıyla, doğum eylemi yönetiminde değişiklikler ortaya çıkararak, eylemin olabildiğince az müdahale ile en doğal ve en sağlıklı şekilde yönetimi yaklaşımı benimsenmeye başlanmıştır. Bu yaklaşım kanıta dayalı uygulamalara dayanan intrapartum bakımın önemine dikkat çekmektedir (Uzel & Yanikkerem, 2018). Sağlık kurumlarında intrapartum süreçte standardize olmayan uygulama ve girişimlerin yapıldığı, üstelik bu girişimlerin bazılarının rahatsız edici, zararlı ya da etkili olmadığı bildirilmektedir. Dolayısıyla intrapartum dönemde kanıta dayalı uygulamaların benimsenmesi ve sunulması önem taşımaktadır

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), kaliteli intrapartum bakıma ilişkin birleştirilmiş kanıta dayalı öneriler rehberi yayınlamıştır. Bu öneriler, doğum sırasında ve doğumdan hemen sonraki dönemlerde uygulanması gereken spesifik kanıta dayalı uygulamaları listeleyen bir kullanım kılavuzudur. Önerilen kanıta dayalı uygulamalar arasında, yeni doğanlar için ten tene temas, doğum ve/veya doğumda dinamik pozisyonlar ve göbek kordonunun geç klempenmesi yer almaktadır. Kılavuz, kadınlara ve yenidoğanlara kaliteli ebelik bakımı sağlamak amacıyla bu uygulamaların tüm Sağlık Hizmeti Sunucuları tarafından uygulanmasını önermiştir (Khatun et al., 2022; WHO, 2020). Son yapılan Kanıt temelli çalışma sonuçlarına göre, riskli olmayan durumlarda doğum sürecinde oral sıvı ve besin alımının kısıtlanmasına gerek olmadığı (Singata, Tranmer ve Gyte 2013), rutin lavman ve perine tıraşı yapılmaması, kadınların doğumda sürekli destek almaları önerilmektedir (Basevi ve Lavender, 2014). Doğumların kadının tercih ettiği dik pozisyonlarda gerçekleşmesi ve bu sayede doğum süresinin daha kısa olduğu, doğum müdahalelerinin azaldığı gösterilmektedir (Lawrence vd., 2013). Kadınların sürekli elektronik fetal monitörizasyon (EFM) uygulamasına maruz kalmamaları gerektiği bunun yerine aralıklı EFM önerilmektedir (Alfirevic, Devane ve Gyte, 2013). Doğumda sıkça yapılan fundal basıncın kadınlarda daha fazla intakt perine ve anal sfinkter yırtıklarına neden olduğu bulunmuştur (Verheijen vd., 2009). Rutin uygulanan epizyotomi yerine kısıtlı epizyotomi uygulanması (Carroli ve Mignini, 2009), kadınlara doğumda perineal masajının ve perineye sıcak uygulamaların perine yırtıkları oluşma olasılığını azalttığı bildirilmiştir (Aasheim et al., 2011).

Sonuç olarak, doğum eyleminde kadınlara sunulan ebelik bakımının geleneksel uygulamaların yerine kanıt dayalı uygulamaların benimsenmesi konusunda ebelerin bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Kanıta dayalı bakım sunumunda kadınların intrapartum bakımda kanıta dayalı uygulamaların önemi hakkında bilgilendirilmeleri ve kadınların tercihleri dikkate alınarak uygulamalar gerçekleştirilmelidir. Ebelerin kanıta dayalı uygulamalar doğrultusunda gebelere olabildiğince az müdahalede bulunması bakımın kalitesini, ve kadınların doğum memnuniyetlerini arttırmakla birlikte, doğumların keyifli ve konforlu deneyimlenmesi, olumlu doğum hikayelerinin artması ve doğumların normalleşmesi üzerinde etkili olacaktır.

## KAYNAKLAR

Aasheim, V., Nilsen, A.B., Lukasse, M., & Reinar, L.M. (2011, Dec 7). Perineal techniques during the second stage of labour for reducing perineal trauma. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 12, Art. No: CD006672.

Adams, E.D, Bianchi, A.L. A Practical Approach to Labor Support. *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing* 2008, 37, 106–115.

Aktaş Reyhan, F. & DAĞLI, E. (2023). Determination of Satisfaction Levels and Related Factors Regarding Women's Positive Birth Experience: A Sectional Study. *Middle Black Sea Journal of Health Science*, 9(3), 467-479.

Alfirevic, Z., Devane, D., & Gyte, G.M. (2013, May 31). Continuous cardiotocography (CTG) as a form of electronic fetal monitoring (EFM) for fetal assessment during labour. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 5, Art. No: CD006066.

Basevi, V., & Lavender, T. (2014, Nov 14). Routine perineal shaving on admission in labour. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 11, Art. No: CD001236

Başgöl Ş, Oskay Ü. Ana çocuk sağlığı hizmetlerinin geliştirilmesinde anne dostu hastane modeli. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi* 2014;17(2):125-129.

Carroli, G., & Mignini, L.. (2009, Jan 21). Episiotomy for vaginal birth. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 1, Art No:CD000081.

Conesa Ferrer MB, Canteras Jordana M, Ballesteros Meseguer C, Carrillo Garcia C, Martinez Roche ME. Comparative study analysing women's childbirth satisfaction and obstetric outcomes across two different models of maternity care. *BMJ Open* 2016; 26,6(8):e0

Çıtak Bilgin N, Ak B, Coşkuner Potur D, Ayhan F. Doğum yapan kadınların doğumdan memnuniyeti ve etkileyen faktörler. *HSP* 2018;5(3):342-352.

Deng W, Klemetti R, Long Q, Wu Z, Duan C, Zhang WH, Ronsmans C, Zhang Y, Hemminki E. (2014). Cesarean section in Shanghai: women's or healthcare provider's preferences? *BMC Pregnancy Childbirth*. 14(1): 285. doi: 10.1186/1471-2393-14-285.

Ertopçu K. Pozitif Doğum Eylemi için DSÖ 2018 Önerileri Dokuz Eylül Üniversitesi. 1.Uluslararası, 3.Ulusal Doğuma Hazırlık Eğitimi ve Eğiticiliği Kongresi, s 12-15, Ekim 2018, İzmir

Gökçek, A. İ., & Yazıcı, S. (2022). Doğum Desteği ve Ebelik Bakımı. *Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(1), 93-99.

Henriksen L, Grimsrud E, Schei B, Lukasse M. Factors related to negative birth experience-Mixed methods study. *Midwifery*. 2017;51:33-9. doi:10.1016/j.medium.2017.0 5.004.

Iravani, M, Janghorbani M, Zarean E, Bahrami M. (2016). Barriers to Implementing Evidence-Based Intrapartum Care: A Descriptive Exploratory Qualitative Study. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 18(2).

Jafari E, Mohebbi P, Mazloomzadeh S. Factors related to women's birth satisfaction in physiological and routine birth groups. *Iran J Nurs Midwifery Res.* 2017;22(3):219- 24. doi:10.4103/1735-9066.208161

Johansson, C., & Finnbogadóttir, H. (2019). First-time mothers' satisfaction with their birth experience—a cross-sectional study. *Midwifery*, 79, 102540.

Khatun, M., Akter, P., Yunus, S., Alam, K., Pedersen, C., Byrskog, U., & Erlandsson, K. (2022). Challenges to implement evidence-based midwifery care in Bangladesh. An interview study with medical doctors mentoring health care providers. *Sexual & Reproductive Healthcare*, 31, 100692.

Kurt Can, E & Ejder Apay, S. (2020). Doğum Şekli: Doğum Sonu Konfor Ve Doğumdan Memnuniyet Düzeylerini Etkiler Mi?. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 8(3), 547-565.

Lawrence, A., Lewis, L., Hofmeyr, G.J., & Styles, C. (2013, Aug 20). Maternal positions and mobility during first stage labour. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 10, Art No: CD003934.

Melnyk, B.M. Gallagher-Ford, L., Zellefrow, C., Tucker, S., Thomas, B., Sinnott, L.T., Tan, A. (2018). The first US study on nurses' evidence-based practice competencies indicates major deficits that threaten healthcare quality, safety, and patient outcomes. *Worldviews Evid Based Nurs* 15, 16-25.

Menhart L, Prosen M. Women's satisfaction with the birth experience: a descriptive research. *Obzornik Zdravstvene Nege.* 2017;51(4):298-311. doi:10.14528/snr.2017.51.4. 189

Nakić-Radoš S, Martinić L, Matijaš M, Brekalo M, Martin CR. The relationship between birth satisfaction, post-traumatic stress disorder and postpartum depression symptoms in Croatian women. *Dec. Stress and Health.* 2022;38(3):500-8.

Preis H, Lobel M, Benjamin Y. Between expectation and experience: testing a Decency satisfaction model. *Psychology of Women Quarterly.* 2019;43(1):105-17.

Serçekuş, P., İsbir, G.G. (2012). Aktif doğum yaklaşımının kanıta dayalı uygulamalar ile incelenmesi. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni* 11(1), 91-102.

Shadap, A. (2022). Evidence based practice in midwifery care. *Int J Obstetrics Gynaecological Nurs*, 4, 1-4.

Sharplin, G., Adelson, P., Kennedy, K., Williams, N., Hewlett, R., Wood, J., ... & Eckert, M. (2019). Establishing and sustaining a culture of evidence-based practice: an evaluation of barriers and facilitators to implementing the best practice spotlight organization program in the australian healthcare context. *Healthcare* 2019, 7(4), 142; doi:10.3390/healthcare7040142

Singata, M., Tranmer, J., & Gyte, G.M.L. (2013, Aug 22). Restricting oral fluid and food intake during labour. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 8, Art No: CD003930.



Taheri M, Takian A, Taghizadeh Z, Jafari N, Sarafraz N. Creating A Positive Perception of Childbirth Experience: Systematic Review and Metaanalysis of Prenatal and İntrapartum Interventions. *Reproductive Health* 2018, 15(73), 1-13

Uysal B. Kadınların Doğum Deneyimi ve Doğum Sonrası Memnuniyetlerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir 2017, 21-29

Uzel, H. G., & Yanikkerem, E. (2018). İntrapartum Dönemde Kanıta Dayalı Uygulamalar: Doğum Yapan Kadınların Tercihleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 11(1), 26-34.

Verheijen, E.C., Raven, J.H., & Hofmeyr, G.J. (2009, Oct 7). Fundal pressure during the second stage of labour. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 2 4, Art No: CD006067.

Webb, R., Ayers, S., Bogaerts, A., Jeličić, L., Pawlicka, P., Van Haeken, S., ... & Kolesnikova, N. (2021). When birth is not as expected: a systematic review of the impact of a mismatch between expectations and experiences. *BMC pregnancy and childbirth*, 21(1), 1-14.

Weeks F, Pantoja L, Ortiz J, Foster J, Cavada G, Binfa L. (2017). Labor and Birth Care Satisfaction Associated With Medical Interventions and Accompaniment During Labor Among Chilean Women. *J Midwifery Womens Health*. 62(2): 196203.

WHO: WHO labour care guide: user's manual. In WHO; 2020 <https://www.who.int/publications/i/item/9789240017566>

World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü) (DSÖd). WHO Recommendations Intrapartum Care for a Positive Childbirth Experience. ISBN 978-92-4-155021-5/25.06.2018,

Yaşar, E., Aydın, S. R., Gençtürk, N. (2019). Türkiye'de ebelerin yapmış oldukları kanıta dayalı uygulamalar: sistematik derleme. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(2), 43-51.

## EGZERSİZİN GEBELİK ÜZERİNE ETKİSİ ÜZERİNE BİR DERLEME ÇALIŞMASI

Dr. Öğr. Üyesi Feyza AKTAŞ REYHAN<sup>1</sup>, Öğr. Gör. Dr. Elif DAĞLI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü,  
[fyz.aktas@gmail.com](mailto:fyz.aktas@gmail.com) - ORCID: 0000-0002-7927-2361

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi Abdi Sütçü Sağlık, Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,  
[elifarik90@gmail.com](mailto:elifarik90@gmail.com) - ORCID: 0000-0002-4608-8904

### ÖZET

**Amaç:** Bu araştırmada gebelikte egzersiz ile ilgili literatürün taranarak incelenmesi amaçlanmıştır.

**Yöntem:** “Exercise”, “Pregnancy”, “Physical activity” anahtar kelimeleri kullanılarak Google Scholar, Pubmed ve Cochrane Library veri tabanları taranmıştır.

**Bulgular:** Sağlıklı bir yaşam tarzının temel unsuru olan fiziksel egzersiz, çeşitli hastalıkların önlenmesine ve tedavisine katkıda bulunmasına rağmen, çoğu yetişkinin egzersiz ve aktivite oranlarının düşük olduğu belirtilmektedir. Bununla birlikte gebelik döneminde de egzersiz yapmanın birçok üstünlüğü bulunmaktadır. Gebelik süresince düzenli egzersiz yapmak, hipertansif bozukluklar, gebelik diyabeti, kilo kontrolü, kolay ve müdahalesiz doğum, doğum sonu kolay kilo kaybı, doğum sonrası depresyon gibi birçok fayda ile ilişkilidir. Literatürde, gebeliği düzenli egzersizle tamamlayan kadınların bebeklerinin normal doğum ağırlığında olma ihtimalinin yüksek ve çocuğun ileriki yaşamında obezite, diyabet gibi kronik hastalık gelişimi olasılığının düşük olduğunu görülmektedir. İleri gelen sağlık otoritelerine göre gebelerin günlük yaklaşık 30 dakika orta yoğunlukta egzersiz yapmaları tavsiye edilmektedir. Ancak kadınların bu konuda bilgilerinin olmaması, egzersizle ilgili potansiyel risklere ilişkin endişeler bu dönemde egzersiz yapmaktan vazgeçilmesine veya egzersiz yapmayı reddetmesine neden olmaktadır. Tıbbi komplikasyon yok ise doğum öncesi egzersizden uzak kalmayı destekleyen hiçbir kanıt yoktur.

**Sonuç:** Kadınların önde gelen danışmanları olan ebeler başta olmak üzere sağlık profesyonellerinin, gebelikte egzersizin önündeki engeller olan bilgi eksikliği, endişeler, yetersiz destek ve kaynak eksikliği gibi faktörleri elimine etmeleri oldukça önemlidir. Bu konuda sağlık sağlayıcıların yetersiz fiziksel aktivite düzeylerini ele almak için çabalarının artırılması, güncel kılavuzların takip edilmesi, konu ile ilgili çalışmaların artırılması önerilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Egzersiz, Gebelik, Fiziksel aktivite



## A REVIEW STUDY ON THE EFFECT OF EXERCISE ON PREGNANCY

### SUMMARY

**Objective:** The aim of this study was to review the literature on exercise in pregnancy.

**Method:** Google Scholar, Pubmed and Cochrane Library databases were searched using the keywords "Exercise", "Pregnancy", "Physical activity" in English.

**Results:** Although physical exercise, which is an essential element of a healthy lifestyle, contributes to the prevention and treatment of various diseases, it is reported that most adults have low rates of exercise and activity. However, there are many advantages of exercising during pregnancy. Regular exercise during pregnancy is associated with many benefits such as hypertensive disorders, gestational diabetes, weight control, easy and intervention-free delivery, easy postpartum weight loss, and postpartum depression. In the literature, it is seen that the babies of women who complete pregnancy with regular exercise are more likely to have a normal birth weight and less likely to develop chronic diseases such as obesity and diabetes in the child's later life. According to leading health authorities, it is recommended that pregnant women should do about 30 minutes of moderate-intensity exercise daily. However, women's lack of knowledge and concerns about the potential risks associated with exercise may cause them to give up or refuse to exercise during this period. There is no evidence to support abstinence from prenatal exercise in the absence of medical complications.

**Conclusion:** It is very important for health professionals, especially midwives, who are the leading counselors of women, to eliminate factors such as lack of information, concerns, inadequate support and lack of resources, which are barriers to exercise in pregnancy. In this regard, it is recommended that health providers increase their efforts to address inadequate physical activity levels, follow current guidelines, and increase the number of studies on the subject.

**Key words:** Exercise; Pregnancy; Physical activity

Sağlıklı bir yaşam tarzının temel unsuru olan fiziksel egzersiz, çeşitli hastalıkların önlenmesine ve tedavisine katkıda bulunmaktadır. Düzenli egzersiz yapmak, sağlığı iyileştirme ve geliştirme en önemli eylemlerden biri olmasına rağmen, çoğu yetişkinin egzersiz ve aktivite için önerilenleri yapmadığı gösterilmiştir. Ayrıca gebelerin de düzenli fiziksel aktiviteden yararlanabileceği bildirilmiştir (ACOG, 2020). Fizyolojik, psikolojik ve hormonal değişikliklerin yaşandığı uzun bir süreç olan gebelik, bir hastalık durumu olmayıp, kadın hayatının normal bir parçasıdır. Bu süre boyunca kadının bedenini iyi yönetmesi hem gebeliğe bağlı görülebilecek problemlerin hem de doğum eyleminde olası sorunların engellenmesi ve de doğumun kolaylaşması açısından önemlidir. Gebelik, sağlıklı bir yaşam tarzını sürdürme veya başlatma motivasyonunun artması için harika bir zamandır (Ribeiro et al., 2022). Gebelikte yapılan düzenli fiziksel egzersiz; gebelik diyabeti, hipertansif bozukluklar, kilo kontrolü, kolay ve müdahalesiz doğum, doğum sonu kolay kilo kaybı, doğum sonrası depresyon gibi birçok fayda ile ilişkilidir (Ribeiro et al., 2022; Davenport et al., 2019; Davenport et al., 2018;). Ancak kadınların gebelik döneminde egzersize ilişkin bilgilerinin olmaması ya da yanlış olması,

egzersizle ilgili potansiyel risklere ilişkin endişeler bu dönemde egzersiz yapmaktan vazgeçilmesine veya egzersiz yapmayı reddetmesine neden olmaktadır (Coll et al., 2017).

Sağlık otoriteleri ve çok sayıda bilimsel araştırmalardan elde edilen veriler, gebelikte egzersizin güvenilir ve sayısız faydası olduğu yönündedir (ACOG, 2020; Michalek et al., 2020). Gebelikte egzersiz üzerine Amerikan Kadın-Doğum ve Jinekologlar Koleji'nin (ACOG) 2020 yılında güncellediği kılavuzunda; riskli olmayan gebeliklerde orta şiddette hafta boyunca yapılacak fiziksel aktivitenin en az 150 dakika olması, aktivitenin tıbbi durumlara göre ayarlanarak hafta boyunca yayılması, gebelik öncesi dönemde yoğunluğu yüksek egzersiz alışkanlığı olan kadınlara sağlıklı kalmalarını sağlanacak şekilde gebelikte fiziksel aktivite yoğunluğu gözden geçirilerek devam etmesi şeklinde öneriler bulunmaktadır (ACOG, 2020). Bu derleme çalışması ile gebelikte egzersiz ile ilgili literatürün taranarak incelenmesi amaçlanmıştır.

### **Gebelikte Meydana Gelen Değişiklikler ve Egzersiz**

Gebelikte kas-iskelet sisteminde meydana gelen değişiklikler incelendiğinde; gebelik hormonlarından östrojen ve relaksinin ligamentlerin gevşemesine neden olarak eklemlerde hipermobiliteye yol açtığını bilmekteyiz. Eklemlerdeki gevşeme ile ellerde ve ayak bileklerinde ki oluşan ödem ve sonucunda karpal tunel sendromu ya da parestezi gelişmesi olasıdır (Sarıyıldız & Benlidayı, 2022). Uterusun büyümesi ve kilo artmasına bağlı olarak vücudun denge ağırlık merkezi değişmektedir. Bu durum ise, postür değişikliği, lomber ve servikal lordozu arttırmaktadır. Ayrıca denge problemleri yaşanarak travmalar görülebilir. Eklemlere fazla yük vermeden gebelikte egzersizler şikayetlerin azalmasına katkıda bulunacaktır (Köken & Yılmaz, 2007). Fetüs ve uteroplasental birimin ihtiyaçlarını sağlayabilmek üzere gebelikte plazma volümü, kalp atım hızı, kardiyak debinin artmaktadır. Egzersiz esnasında kan akımının daha çok kaslara yönelmesi hipoksik fetüse neden olabilmektedir. Sürecinde egzersiz yapan gebelerin kan volüm düzeyleri, egzersiz yapmayan gebelere kıyasla %20-25, aynı şekilde kardiyak debileri ise %40 daha fazla olduğu görülmektedir (Köken & Yılmaz, 2007).

Gebelik süreci solunum sistemi açısından değişiklikleri incelendiğinde, büyüyen uterusun diyaframı yükseltmesi, göğüs transvers çapın artması ve subkostal açının genişlemesi ve fonksiyonel rezidüel kapasitenin ve ekspiratuar rezerv volumun azalmasına sebep olmaktadır. Gebelikte oksijen gereksinimi artışı solunum sayısını artırır (Özcan & Oskay, 2014). Ağır egzersizlerin neticesinde oksijen ihtiyacı yaşanarak solunum sistemini baskılanır ve solunum sayısının azalması ile birlikte oksijen tüketimi azalmaktadır. Bunun sonucu olarak fetal hipoksemi riski artış gösterebilir (Köken & Yılmaz, 2007). Gebelikte sıvı, enerji ihtiyacı ve ısı oluşumu artmaktadır. Bunların neticesinde kalori ihtiyacı yüksektir. Egzersizler kalori ihtiyacını daha da artırır ve bu ihtiyacın karşılanamamasıyla birlikte bazal metabolizmanın hızlanmasıyla ısı üretimi egzersizle daha fazla yükselmesi fetal büyümeyi olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle kalorinin dengelenmesi ve annenin vücut sıcaklığının egzersiz sırasında kontrol edilmesi önerilir (Köken & Yılmaz, 2007).

### **Gebelik Sürecinde Egzersizin Yararları**

Gebelikte yapılan egzersiz kadınlara hem fizyolojik hem de psikolojik açıdan birçok fayda sağlamaktadır. Gebelikte kas iskelet sisteminde lordozda artışa bağlı bel ağrısının düzenli yapılan egzersizler ile azaldığı gösterilmiştir. Lordozun önüne geçebilmek için erken gebelik dönemlerinde abdominal kasların kuvvetlendirilmesi önemlidir (Glinkowski et al., 2016). Gebelikte yapılan egzersizin bir diğer yararı ise kilo kontrolünün sağlanmasıdır. Fazla kilo ve sedanter yaşamın önüne geçmek gestasyonel diyabet, hipertansiyon, fetal makrozomi gibi sorunlar ve bunların neticesindeki olumsuz sonuçların önlenmesine katkı sağlayacaktır. Diyet ile birlikte yapılan egzersizin gebelikte kilo alma düzeyi üzerine etkisini inceleyen çalışmalarda, egzersizli gebeliğe entegre eden gebelerin kilo miktarının daha az olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte egzersizin gebelikteki sindirim problemlerinin azalmasına yardımcı olduğu, fiziksel kondisyonun artmasını, halsizlik ve yorgunluğa iyi geldiği belirtilmektedir (köken & Yılmaz, 2007; Levendoğlu, 2016). Gebelikte egzersiz doğum eylemine de katkı sağlayarak doğumda kas aktivasyonu düzenlenmesi ve sonucunda doğum komplikasyonlarının görülme ve doğuma müdahale gereksinimlerini azaltmaktadır (Muktabhant et al., 2015). Postpartum süreçte doğum öncesi kiloya dönmeye yardımcı olarak, psikolojik açıdan da kadını rahatlatığı, özgüvenin artması ve stres anksiyeteyi azalttığı gösterilmektedir (Szedga et al., 2018).

### **Gebelikte Egzersizde Dikkat Edilmesi Gerekenler**

Gebelikte egzersiz programı planlanırken anne ve bebeğin sağlığı göz önüne alınarak kişiye özel program hazırlanmalıdır. Egzersizin uygulanması açısından herhangi bir obstetrik veya diğer tıbbi sorunların varlığı, gebelik öncesi kadının fiziksel aktivite düzeyi araştırılmalıdır. Egzersiz uygulama sırasında baş dönmesi, ağrı, solunum problemleri, vajinal kanama, kontraksiyon vb. yaşıyorsa egzersize son verilmelidir (Köken & Yılmaz, 2007; Örnek vd., 2023).

Gebelikteki egzersizin şiddet ve süresi kişiye özel düzenlenmesi önemli olup, gebelik öncesi sedanter yaşamı olan kadınların kısa sürelerle kolay egzersizler ile başlayıp yoğunluk yavaş yavaş artırılmalıdır. Avrupa Kardiyoloji Derneği de herhangi bir riskli durumu olmayan kadınlara gebelik öncesinden, doğum sonrası süreçlerde hafta boyunca asgari 150 dakika süren orta şiddetteki aerobik egzersizi önermektedir. Yüksek yoğunluktaki egzersiz programlarının artan oksijen ihtiyacının solunum sistemini baskılayacağına, oksijen tüketimini azaltacağına ve fetal hipoksemi riskinin artmasına neden olacağı için gebelikte sakıncalı olduğu belirtilmektedir (Pelliccia et al.,2021; Örnek et al., 2023).

### **SONUÇ**

Gebelik bir hastalık durumu olmayıp, kadınların en özel dönemlerindedir. Gebelik sürecinde kadınlarda gelişen fiziksel ve anatomik değişimlerin görülmesine bağlı oluşabilecek şikayetlere karşı egzersiz yapmanın kadınlar için faydalı olduğu görülmektedir. Bu dönemi her kadının konforlu deneyimlemesi önemli olup, kadınların gebelikteki yaşam kalitesini arttıracak egzersizden kısıtlamasını gerektirecek herhangi bir neden görülmemektedir. Kadınların

gebelikte egzersize ilişkin bilgi eksikliğinin giderilmesi ve egzersiz yapmaya teşvik edilmeleri gereklidir. Egzersiz yapan gebelerin programları kişiye özel planlanmalı ve egzersiz yapan gebelerin düzenli takipleri alınarak egzersizin anne ve fetüse etkileri kontrol edilmelidir.

## KAYNAKLAR

ACOG Committee Opinion, Number 804. Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period. *Obstetrics and gynecology*, 2020; 135(4), e178–e188.

Artal, R. (2021). Exercise and pregnancy. In *Clinical Maternal-Fetal Medicine 2021*; pp. 41-1.

Coll CV, Domingues MR, Gonçalves H, Bertoldi AD. Perceived barriers to leisure-time physical activity during pregnancy: a literature review of quantitative and qualitative evidence. *J Sci Med Sport* 2017;20:17–25.

Davenport MH, McCurdy AP, Mottola MF, Skow RJ, Meah VL, Poitras VJ, et al. Impact of prenatal exercise on both prenatal and postnatal anxiety and depressive symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2018;52:1376–85.

Davenport MH, Kathol AJ, Mottola MF, Skow RJ, Meah VL, Poitras VJ, et al. Prenatal exercise is not associated with fetal mortality: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2019;53:108–15.

Glinkowski WM, Tomasik P, Walesiak K, et al. Posture and low back pain during pregnancy - 3D study. *Ginekol Pol.* 2016;87:575-80.

Köken G, Yılmaz M. [Pregnancy and exercise]. *Türkiye Klinikleri Gynecol Obst.* 2007;17:385-92.

Levendoğlu F. Gebelik ve rehabilitasyon. Beyazova M, Gökçe Kutsal Y, editörler. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. 3. Baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri; 2016. p.1425-38.

Michalek, I. M., Comte, C., ve Desseauve, D. Impact of maternal physical activity during an uncomplicated pregnancy on fetal and neonatal well-being parameters: a systematic review of the literature. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. 2020.

Muktabhant B, Lawrie TA, Lumbiganon P, et al. Diet or exercise, or both, for preventing excessive weight gain in pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;2015:CD007145

Örnek, C., Sarıyıldız, A., Benlidayı, İ. C. Sık Sorulan Sorularla Gebelikte Egzersiz. J PMR Sci. 2023;26(3):342-7

Özcan, H., & Oskay, Ü. (2014). Gebelikte Fazla Görülen Solunum Sistem Hastalıkları Ve Bakımı. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 30(3), 80-91.

Pelliccia A, Sharma S, Gati S, et al; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 2021;42:17-96.

Ribeiro, M. M., Andrade, A., & Nunes, I. (2022). Physical exercise in pregnancy: Benefits, risks and prescription. *Journal of perinatal medicine*, 50(1), 4-17. Sarıyıldız, A., & Benlidayı, İ. C. Gebelik Dönemindeki Potansiyel Kas-İskelet Sistemi Sorunları. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 2022; 31(4), 279-283.

Szegda K, Bertone-Johnson ER, Pekow P, et al. Physical activity and depressive symptoms during pregnancy among Latina women: a prospective cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2018;18:252

## MEMBRANOPROLİFERATİF GLOMERÜLONEFRİTTE (MPGN) YENİ PERSPEKTİF VE TEDAVİ UFUKLARI

**Uzm. Dr. ZÜLKAR ÖZDEN<sup>1</sup>, Doç. Dr. TOLGA MERCANTEPE<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Histoloji ve Embriyoloji, zulkar.ozden@saglik.gov.tr - 0000-0002-5111-1777

<sup>2</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji, tolga.mercantepe@erdogan.edu.tr- 0000-0002-8506-1755

### ÖZET

Membranoproliferatif glomerülonefrit (MPGN) geleneksel olarak elektron mikroskopik bulgulara dayanarak MPGN tip I, II ve III olarak sınıflandırılmıştır. MPGN tip I, dolaşımdaki immün komplekslerin birikimini yansıttığı düşünülen mezangium ve subendotel aralıktaki immün birikimlerle karakterize edilmektedir. MPGN tip II, glomerüllerin, tübüllerin ve bowman kapsülünün bazal membranları boyunca sürekli, yoğun şerit benzeri birikim ile karakterize edilmektedir. MPGN tip III, subepitelyal birikintilerin yanı sıra subendotelyal birikimlerin belirtilmesi dışında MPGN tip I ile benzerdir.

Glomerüler disfonksiyona neden olabilen çeşitli mekanizmalar mevcuttur. Hem doğuştan hem de adaptif bağışıklık sisteminin elemanları glomerüler hastalıkta hücrel hasara katkıda bulunur. Özellikle kompleman sisteminin her üç aktivasyon yolağı glomerüler hastalıklarda hasar gelişiminde rol oynayabilir. Günümüzde mevcut bilgileri ışığında alternatif yolak kompleman C3 komponentinin spontan hidroliziyle, klasik yolak IgG veya IgM aracılığıyla, mannoz bağlayıcı lektin yolağı dimerik IgA ile aktive olabilir. Bu olay glomerülü hücrel ve yapısal hasara açık hale getirdiği bildirilmiştir. Ancak hala MPGN tiplerinin ayırt edilmesinde altında yatan hasar mekanizması tam olarak aydınlatılamamakla beraber yakın gelecekte de bu konunun aydınlatılması pek mümkün gözükmemektedir. Bu özel sayı ile milyonlarca hastanın gerek tanısında gerekse yeni tedavi yaklaşımlarına ışık tutacağı düşüncesindeyiz.

**Anahtar Kelimeler :** Membranoproliferatif glomerülonefrit, MPGN tip I, MPGN tip II, MPGN tip III, glomerüler disfonksiyon

## NEW PERSPECTIVE AND TREATMENT HORIZONS ON MEMBRANOPROLIFERATIVE GLOMERULONEPHRITIS (MPGN)

### ABSTRACT



Membranoproliferative glomerulonephritis (MPGN) has traditionally been classified as MPGN types I, II, and III based on electron microscopic findings. MPGN type I is characterized by immune deposits in the mesangium and subendothelial space, which is thought to reflect accumulation of circulating immune complexes. MPGN type II is characterized by continuous, dense ribbon-like accumulation along the basement membranes of the glomeruli, tubules, and Bowman's capsule. MPGN type III is similar to MPGN type I except that subendothelial deposits are noted alongside subepithelial deposits.

There are various mechanisms that can cause glomerular dysfunction. Elements of both the innate and adaptive immune systems contribute to cellular damage in glomerular disease. In particular, all three activation pathways of the complement system may play a role in the development of damage in glomerular diseases. In the light of current knowledge, the alternative pathway can be activated by spontaneous hydrolysis of the complement C3 component, the classical pathway can be activated by IgG or IgM, and the mannose-binding lectin pathway can be activated by dimeric IgA. It has been reported that this event exposes the glomerulus to cellular and structural damage. However, although the underlying damage mechanism is still not fully elucidated in the differentiation of MPGN types, it does not seem possible to elucidate this issue in the near future. We believe that this special issue will shed light on the diagnosis of millions of patients and new treatment approaches.

**Key Words :** Membranoproliferative glomerulonephritis, MPGN type I, MPGN type II, MPGN type III, glomerular dysfunction

## 1. GİRİŞ

Hipoalbumin, ödem, hiperlipidemi, hiperkoagulabite, oligüri, azotemi, hipertansiyon, asemptomatik proteinüri ve hematuri gibi çok çeşitli semptomları ile eşlik eden glomerülonefritler birçok alt tipi olan ve nadir görülen böbrek hastalıklarıdır. Glomerulonefrit (GN) tanısı alan insanların %20'si başta genç bireyler olmak üzere kronik böbrek hastalığına ilerlediği bildirilmiştir [1]. Ülkemizde 2017'de yayınlanan Sağlık Bakanlığı ve Türk Nefroloji Derneği (TND)'nin ortak verilerine göre diyabetes mellitus (DM) ve hipertansiyondan sonra diyaliz ve transplantasyon gerektiren son dönem böbrek yetmezliğinin (SDBY) üçüncü en sık nedenidir. Genç erişkinlerde ise SDBY'nin en sık sebebidir. Yine bu rapora göre glomerülonefritler hemodiyaliz (HD) hastalarının %6'sında, böbrek nakli hastalarının ise %11.7'sinde SDBY nedeni olarak gözükmemekte [2]. GN'ler etiyolojik olarak primer ve sekonder GN'ler olarak ikiye ayrılır. Primer GN'ler bilinen bir etken (enfeksiyon, sistemik lupus eritematozus (SLE), metabolik hastalık, ilaçlar, vaskülit, malignensi) veya sistemik hastalık olmaksızın yalnız veya ağırlıklı olarak glomerüllerin tutulduğu hastalıklar şeklinde tanımlanmaktadır. Etkenin veya sistemik hastalığın bir organ tutulumu olarak glomerüller hasarın olduğu hastalıklar, sekonder glomerüller hastalıklar şeklinde tanımlanmaktadır [3].

## 2. MEMBRANOPROLİFERATİF GLOMERULONEFRİT (MPGN)

### 2.1. Etiyoloji



Çocuk ve genç erişkinlerde daha sık görülen membranoproliferatif glomerulonefrit (MPGN) primer ve sekonder (enfeksiyonlar, kollajen doku hastalıkları, otoimmün hastalıkları, maligniteler ve ilaçlar) nedenlere bağlı olabilir. Nefrotik ya da nefritik sendrom ile görülebileceği gibi hastalar asemptomatik şekilde de başvurabilirler. Biyopsi yapılan GN vakalarının %7-10'unu kapsamaktadır [4, 5].

## 2.2. Sınıflandırma

Membranoproliferatif glomerulonefritin (MPGN) ışık mikroskopundaki tipik özellikleri mesangial hiperselülerite, endokapiller proliferasyon ve kılcak duvarın yeniden şekillenmesidir (çift kontur oluşumu). Bunların hepsi glomerüler yumakta lobüle bir görünüme neden olur. Bu değişiklikler immüoglobulin depozitlerinin, kompleman faktörlerinin veya her ikisinin glomerüler mezangium ve glomerüler kılcak duvarlar boyunca birikmesinden kaynaklanır. MPGN geleneksel olarak elektron mikroskopik bulgulara dayanarak MPGN tip I, II ve III olarak sınıflandırılmıştır. MPGN tip I, dolaşımdaki immün komplekslerin birikimini yansıttığı düşünülen mezangium ve subendotel aralığındaki immün birikimlerle karakterize edilmektedir. MPGN tip II, glomerüllerin, tübüllerin ve Bowman kapsülünün bazal membranları boyunca sürekli, yoğun şerit benzeri birikim ile karakterize edilmektedir. MPGN tip III, subepitelyal birikintilerin yanı sıra subendotelyal birikimlerin belirtilmesi dışında MPGN tip I ile benzerdir [6, 7].

Kompleman aracılı MPGN immün kompleks aracılı MPGN (IC-MPGN)'den daha az görülür ve alternatif kompleman yolunun disregülasyonundan kaynaklanır. EM'deki ultrastrüktürel özelliklerine dayanarak dens depo hastalığı (DDD) veya C3 glomerulonefriti (C3GN) olarak daha ileri bir sınıflandırma da yapılabilir. Her ikisi C3G olarak adlandırılır. Dens depo hastalığı hem çocukları hem de genç erişkinleri etkiler. DDD ve C3GN de kadın ve erkeklerde eşit oranda görülür. Her iki hastalıkta da hipertansiyon, hematüri ve nefrotik düzeyde proteinüri olmak üzere benzer klinik bulgular görülür. İmmüofloresan mikroskopide glomerüler kapiller duvar ve mezangiumda C3 birikimi görülür. EM'de subendotelyal ve mezangial elektron dens depozitler görülür [8].

## 2.3. Hasar mekanizması

Glomerüler disfonksiyonuna neden olabilen çeşitli mekanizmalar mevcuttur. Hem doğuştan hem de adaptif bağışıklık sisteminin elemanları glomerüler hastalıkta hücre hasarına katkıda bulunur. Özellikle kompleman sisteminin her üç aktivasyon yolağı glomerüler hastalıklarda hasar gelişiminde rol oynayabilir. Alternatif yolağı kompleman C3 komponentinin spontan hidroliziyle, klasik yolağı IgG veya IgM aracılığıyla, mannozbağlayan lektin yolağı dimerik IgA ile aktive olabilir. Bu olay glomerülü hücre hasarına açık hale getirir. Kompleman aktivasyonunun ikinci bir sonucu da oluşan terminal membran atak komplekslerinin (MAC) hücre membranına perforasyona yol açarak lizise sebep olmasıdır. Yapıları, zamanlamaları ve etki mekanizmaları farklı olsada doğal ve adaptif immün sistem uyum içinde çalışır. Doğal immünitide olduğu gibi adaptif immün hücreler de genellikle sağlıklı glomerüllerde bulunmazlar. Glomerüllerde immün hücrelerin ve mediatörlerinin bulunması enfeksiyonun ve gelişmekte olan patolojik olayın güçlü bir belirteçidir. Çapraz sunum diye adlandırılan özel bir yolağı dendritik hücreler, egzojen antijenleri MHC Class I molekülleri yoluyla CD8 T

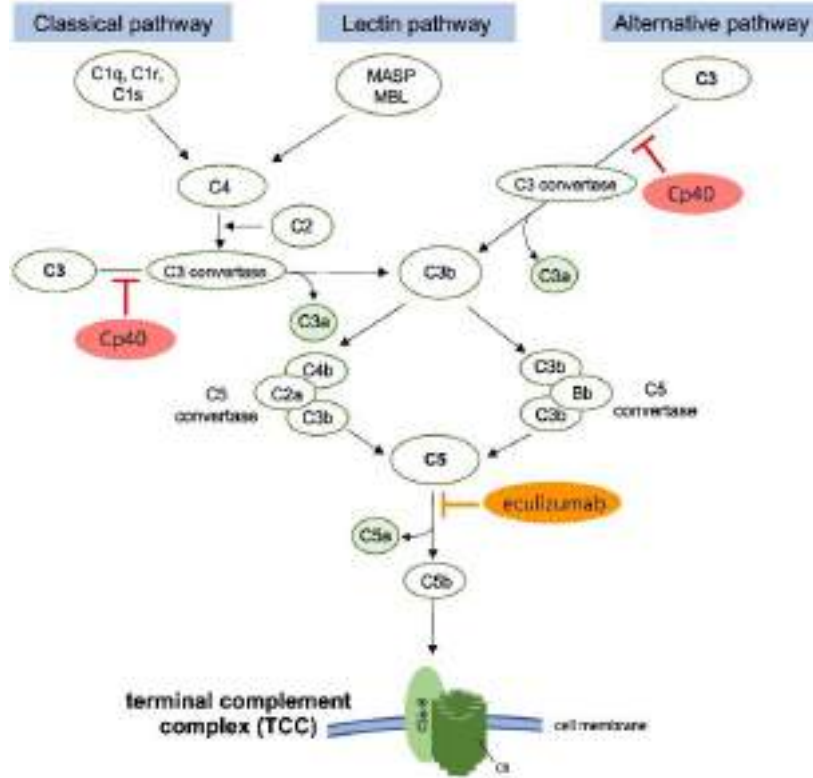
hücrelerine sunarlar. Aktivasyon sonrası, CD8 T hücreleri sitotoksik T hücrelerine dönüşürler ki bunlar da glomerüler hasarda rol oynarlar [9].

#### 2.4. Kompleman sistemi

Kompleman sistemi, patojenlerin opsonizasyonu ve kemoatraksiyonundan apoptotik ve nekrotik hücrelerin uzaklaştırılmasına kadar değişen, doğuştan gelen ve adaptif bağışıklıkta önemli rol oynayan bir protein ağından oluşmaktadır.

Kompleman sistemi üç farklı yoldan aktive olmaktadır; alternatif, klasik ve lektin yolları (Görsel 1). Yolaklarda çoğunlukla inaktif zimojenler olarak var olan ve daha sonra sırayla bölünen ve aktive edilen proteinler bulunmaktadır. Tüm yollar, C3'ü küçük anafilatoksin C3a ve opsonin C3b'ye ayıran C3 konvertaz (C4b2a veya C3bBb) oluşumuna yol açar. C3b, faktör B (FB) ve faktör D (FD) ile yeni alternatif yol dönüştürücüleri oluşturarak kompleman aktivasyonunun güçlenmesine yol açabilir. C3b yoğunluğu yeterli düzeye geldiğinde, C3 konvertazlar C5 konvertazlara dönüşerek C5'i anafilatoksin C5a ve daha büyük parça C5b'ye ayırır. C5b, daha sonra C6, C7, C8 ve C9'un bağlanmasıyla bir araya gelen membran atak kompleksinin (MAC) oluşumuna katılır. C3a ve C5a kemotaksisi ve enflamatuar yanıtları indüklemekten sorumlu iken MAC hücre membranlarında porlar oluşturarak hücre lizisine yol açar. Kısacası tüm yollar C3'te birleşir ve C3a, C3b, C5a aktivasyon ürünlerinin ve membran saldırı kompleksinin (C5b-9) oluşumuyla sonuçlanır [10, 11].

Kendi hücrelerimiz kompleman düzenleyicileri tarafından korunuyor olsa da kompleman sistemi düzensiz veya aşırı aktive edildiğinde doku hasarına neden olabilmektedir. İskemi-reperfüzyon, sepsis, travma, ateroskleroz, kronik nörolojik ve romatizmal hastalıklarda komplemanın aşırı aktivasyonu zarar verici enflamasyonu artırabilmektedir. Yine kompleman ilişkili hastalıklardan paroksizmal nokturnal hemoglobinüri, atipik hemolitik üremik sendrom, myastenia gravis ve nöromiyelitis optika da kompleman ilişkili hastalıklardandır [12].



Görsel 2. Kompleman sisteminin şematik gösterimi [13]

## 2.5 MPGN ve Kompleman Sistemi

Kompleman alternatif yolağının edinilmiş ve/veya genetik kusurlardan kaynaklanan düzensizliği, C3G'de patojenetik rol oynamaktadır. Bununla birlikte, IC-MPGN'de de komplemanın alternatif yolunda edinilmiş ve genetik anormallikler bulunmuştur [14, 15]. Aynı zamanda IC-MPGN'nin C3G'ye dönüşebildiği ve tam tersi durumun olabileceği de gösterilmiştir [16].

C3G vakalarının %40-90'ında kanda C3 konvertazı (C3bBb) bağlayan Ig'ler bulunmaktadır. Bu otoantikolar C3 nefritik faktörler (C3NeFs) olarak adlandırılır ve konvertaz kompleksini stabilize ederek C3 parçalama aktivitesini uzatır. Konvertaz düzenleyicilerinin erişimini engeller. Aktivitenin uzamasıyla birlikte C3 birikimleri başlamakta ve MAC aktive olmaktadır. Dolayısıyla hücre hasarı meydana gelmektedir. Ayrıca, C3G hastalarının yaklaşık %20'sinde alternatif yolağın bileşenlerini ve/veya düzenleyicilerini kodlayan genlerde sapmalar tespit edilmiştir [15, 17, 18].

C3NeF gibi C3 konvertaza bağlanan properdin enzimin yarı ömrünü uzatmaktadır. Fakat C3NeF'ten farklı olarak properdinin bağlanması C3 convertaz düzenleyicilerinin C3 convertaza erişimini engellemez. Son zamanlarda C3NeF'lere benzer şekilde, C4NeF'ler tespit edilmiş olup C3/C5 konvertazları [C4bC2a(C3b)] bağlayan ve stabilize eden otoantikolar oldukları ve bu enzim komplekslerinin yarı ömrünün dakikalardan saatlere kadar uzamasına neden oldukları bulunmuştur [19].

## 2.4 Tedavi

C3G hastalarında proteinüri, hematüri, hipertansiyon ve böbrek fonksiyonlarında azalma gibi çeşitli semptomlar ortaya çıkmaktadır. C3G hastalığının kesin tedavisi olmamakla birlikte antihipertansif ajanlar, prednizon ve mikofenolat mofetil gibi immünosupresif ilaçlar kullanılmaktadır. Bu tedavilere rağmen, birçok hastada on yıl içinde böbrek yetmezliği gelişmektedir [20]

Son yıllarda kompleman sistemini hedef alan çalışmalara ağırlık verilmiştir. Bu çalışmalardan c5 inhibisyonu yapan eculizumab C3G hastalarında denenmiştir. Öncesinde paroksizmal nokturnal hemoglobinüri (PNH) hastalarında denenilen eculizumab [21] C3G'li hastaların hepsinde olmasa da umut verici sonuçlar ortaya çıkarmıştır [22-24]. Eculizumab C5'i bağlayarak C5 konvertaz tarafından işlenmesini engeller. Eculizumab C5 konvertaz düzensizliği olan C3G hastalarının alt kümesinde etkili olmaktadır. C3/C5 konvertaz veya sadece C3 konvertaz düzeyinde düzensizlik olan hastalarda etkisiz kalmaktadır [25, 26]. Hem PNH hem de C3G hastalarında tek yolak üzerinden etkisini gösteren eculizumab'ın yerine son zamanlarda C3 yolağını hedefleyen compstatin ilaçları ön plana çıkmıştır. C3 üzerine yapılacak bir inhibisyon ile opsonizasyon, amplifikasyon, C5a ve MAC dahil efektör üretimi üzerinde doğrudan ve büyük ölçüde başlangıçtan bağımsız bir etki ortaya çıkmaktadır [27]. Bu sebepten dolayı compstatin türevi ilaçlar son dönemin popüler ilaçları haline gelmişlerdir (Görsel 1).

### 3. COMPSTATİN

Compstatin 1996 yılında Profesör John Lambris tarafından tanımlanan her üç kompleman yolunda C3'ün konvertaz aracılı aktivasyonunu inhibe eden peptittir [28]. Ayrıca kompleman yanıtının alternatif yol aracılı amplifikasyonunu da inhibe eder ve C3a, C5a, C5b-9/MAC oluşumunu önler.

Compstatin ailesinin gelişimi 25 yıllık sürece dayanmaktadır (görsel 2) ve ilk klinik çalışma alternatif yol düzensizliği ile ilişkili olan yaşa bağlı maküler dejenerasyon üzerinedir [29]. İkinci nesil compstatin üyesi olan APL-2 (Pegcetacoplan) 2021 yılında PNH tedavisi için onay almıştır [30]. Compstatin ailesinde yayın olarak bilinen üçüncü nesil cp40 (AMY-101) invitro olarak kompleman C3/C5 konvertazlara karşı otoantikörlerin varlığında kompleman düzensizliğini ve kompleman aracılı lizisi önlemiştir [31]. Yine COVID ile ilişkili ARDS, PNH, yaşa bağlı maküler dejenerasyon, iskemik inme, kemik kaybı, periodontal inflamasyon, kanser immünoterapisi gibi düzensiz C3 aktivasyonu ile ilişkili çeşitli klinik endikasyonlar için geliştirilmekte ve ayrıca C3G tedavisi için FDA onayı almıştır [32, 33].





5. Sethi, S. and F.C. Fervenza, *Membranoproliferative glomerulonephritis--a new look at an old entity*. N Engl J Med, 2012. **366**(12): p. 1119-31.
6. Masani, N., K.D. Jhaveri, and S. Fishbane, *Update on membranoproliferative GN*. Clin J Am Soc Nephrol, 2014. **9**(3): p. 600-8.
7. Bomback, A.S. and G.B. Appel, *Pathogenesis of the C3 glomerulopathies and reclassification of MPGN*. Nat Rev Nephrol, 2012. **8**(11): p. 634-42.
8. Cook, H.T. and M.C. Pickering, *Histopathology of MPGN and C3 glomerulopathies*. Nat Rev Nephrol, 2015. **11**(1): p. 14-22.
9. Dickinson, B.L., *Unraveling the immunopathogenesis of glomerular disease*. Clinical Immunology, 2016. **169**: p. 89-97.
10. Sarma, J.V. and P.A. Ward, *The complement system*. Cell and Tissue Research, 2011. **343**(1): p. 227-235.
11. Lamers, C., et al., *Compstatins: the dawn of clinical C3-targeted complement inhibition*. Trends in Pharmacological Sciences, 2022. **43**(8): p. 629-640.
12. Peter, G., J.T. Andrea, and E.M. Tom, *Therapeutic Targeting of the Complement System: From Rare Diseases to Pandemics*. Pharmacological Reviews, 2021. **73**(2): p. 792.
13. Kuhn, A., et al., *Terminal Complement Activation Is Induced by Factors Released from Endplate Tissue of Disc Degeneration Patients and Stimulates Expression of Catabolic Enzymes in Annulus Fibrosus Cells*. Cells, 2023. **12**(6): p. 887.
14. Donadelli, R., et al., *Unraveling the Molecular Mechanisms Underlying Complement Dysregulation by Nephritic Factors in C3G and IC-MPGN*. Frontiers in Immunology, 2018. **9**.
15. Servais, A., et al., *Acquired and genetic complement abnormalities play a critical role in dense deposit disease and other C3 glomerulopathies*. Kidney international, 2012. **82**(4): p. 454-464.
16. Smith, R.J.H., et al., *C3 glomerulopathy — understanding a rare complement-driven renal disease*. Nature Reviews Nephrology, 2019. **15**(3): p. 129-143.
17. Iatropoulos, P., et al., *Complement gene variants determine the risk of immunoglobulin-associated MPGN and C3 glomerulopathy and predict long-term renal outcome*. Mol Immunol, 2016. **71**: p. 131-142.
18. Daha, M.R. and L.A. Van Es, *Stabilization of homologous and heterologous cell-bound amplification convertases, C3bBb, by C3 nephritic factor*. Immunology, 1981. **43**(1): p. 33-38.
19. Michels, M.A.H.M., et al., *Different Aspects of Classical Pathway Overactivation in Patients With C3 Glomerulopathy and Immune Complex-Mediated Membranoproliferative Glomerulonephritis*. Frontiers in Immunology, 2021. **12**.
20. Goodship, T.H., et al., *Atypical hemolytic uremic syndrome and C3 glomerulopathy: conclusions from a "Kidney Disease: Improving Global Outcomes" (KDIGO) Controversies Conference*. Kidney Int, 2017. **91**(3): p. 539-551.
21. Risitano, A.M., et al., *Complement fraction 3 binding on erythrocytes as additional mechanism of disease in paroxysmal nocturnal hemoglobinuria patients treated by eculizumab*. Blood, The Journal of the American Society of Hematology, 2009. **113**(17): p. 4094-4100.
22. Le Quintrec, M., et al., *Patterns of Clinical Response to Eculizumab in Patients With C3 Glomerulopathy*. American Journal of Kidney Diseases, 2018. **72**(1): p. 84-92.

23. Vivarelli, M. and F. Emma. *Treatment of C3 glomerulopathy with complement blockers. in Seminars in thrombosis and hemostasis*. 2014. Thieme Medical Publishers.
24. Zhao, F., et al., *C3-Glomerulopathy Autoantibodies Mediate Distinct Effects on Complement C3- and C5-Convertases*. *Frontiers in Immunology*, 2019. **10**.
25. Bomback, A.S., et al., *Eculizumab for dense deposit disease and C3 glomerulonephritis*. *Clinical journal of the American Society of Nephrology: CJASN*, 2012. **7**(5): p. 748.
26. Gurkan, S., et al., *Eculizumab and recurrent C3 glomerulonephritis*. *Pediatric Nephrology*, 2013. **28**: p. 1975-1981.
27. Ricklin, D., et al., *Complement component C3–The “Swiss Army Knife” of innate immunity and host defense*. *Immunological reviews*, 2016. **274**(1): p. 33-58.
28. Sahu, A., B.K. Kay, and J.D. Lambris, *Inhibition of human complement by a C3-binding peptide isolated from a phage-displayed random peptide library*. *Journal of immunology (Baltimore, Md.: 1950)*, 1996. **157**(2): p. 884-891.
29. Wagner, E.K., et al., *Mapping rare, deleterious mutations in Factor H: Association with early onset, drusen burden and lower antigenic levels in familial AMD*. *Scientific reports*, 2016. **6**(1): p. 31531.
30. Hoy, S.M., *Pegcetacoplan: First Approval*. *Drugs*, 2021. **81**(12): p. 1423-1430.
31. Zhang, Y., et al., *Compstatin analog Cp40 inhibits complement dysregulation in vitro in C3 glomerulopathy*. *Immunobiology*, 2015. **220**(8): p. 993-998.
32. Mastellos, D.C., et al., *Compstatin: a C3-targeted complement inhibitor reaching its prime for bedside intervention*. *European journal of clinical investigation*, 2015. **45**(4): p. 423-440.
33. Cerniauskas, E., et al., *Complement modulation reverses pathology in Y402H-retinal pigment epithelium cell model of age-related macular degeneration by restoring lysosomal function*. *Stem cells translational medicine*, 2020. **9**(12): p. 1585-1603.



## GEBELİKTE FETAL HAREKET FARKINDALIĞI

**Dr. Öğr. Üyesi Özlem Akın<sup>1</sup>, Prof. Dr. Nülüfer Erbil<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Doğum ve Kadın Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Rize, TÜRKİYE, [ozlem.akin@erdogan.edu.tr](mailto:ozlem.akin@erdogan.edu.tr), [akinozleem@gmail.com](mailto:akinozleem@gmail.com) ORCID: 0000-0001-7210-8756*

<sup>2</sup>*Ordu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Doğum ve Kadın Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Ordu, TÜRKİYE, [nerbil@odu.edu.tr](mailto:nerbil@odu.edu.tr), ORCID: 0000-0003-3586-6237,*

### ÖZET

Bu literatür incelemesinde, fetal hareket sayımı konusunda gebe kadınların farkındalığının artırılmasının önemi ve kadınların fetal hareketlerini kendi kendine izlemesine ilişkin danışmanlık konusunun incelenmesi amaçlanmıştır. Litaratür “PubMed”, “Scopus”, “Web of Science”, Google Akademik veri tabanları kullanılarak taranmıştır. Fetal hareket sayımı farkındalığı, kadınların gebeliğin sonlarında fetal hareketlerin yoğunluğu, karakteri ve sıklığının sistematik olarak gözlemlenmesini kolaylaştırmak için geliştirilmiş bir yöntemdir. Fetal hareket farkındalığının öneminin hafife alınmaması, ölü doğumları ve diğer olumsuz doğum sonuçlarını önlemenin bir yolu olarak, gebe kadınların fetal hareket sayımı farkındalıklarında önemli bir araç olabilmektedir. Fetal hareket farkındalığı uygulama deneyimleri sonucunda, doğmamış bebek hakkında bilgi sağlama, farkındalık oluşturma, bebekle ilişki kurma, endişeyi azaltma ve rahatlama sağlanabilmektedir. Litaratürde fetal hareket sayımının maternal-fetal bağlanmayı olumlu etkilediği belirtilmiştir. Gebelerin fetal hareketlerin azaldığını bildirmesi ile doğum şekli arasındaki ilişki değerlendirilmiş, azalmış fetal hareketler ile artan doğum indüksiyonu ve sezaryen insidansı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Azalmış fetal hareket algısı ayrıca fetal büyüme kısıtlaması gebeliklerde ölü doğumla bitmeyen plasental anormallikler ile ilişkili olmaktadır. Fetal hareket sayımı basittir, ekonomiktir, herhangi bir alet kullanmadan kadın tarafından yapılabilir. Bir bebeğin normal hareket düzeninde bir azalma, bebeğin herhangi bir nedenle mücadele ettiğinin bir işareti olabilmekte ve bebeğin erken doğması daha iyi olabilmektedir. Sağlık profesyonelleri, gebe kadınları fetal hareket sayımının önemi konusunda bilgilendirmeli, gebeleri bebeğinin normal fetal hareket modelini tanımaya teşvik etmeli ve bu model değiştiğinde kadınları alarma geçirmelidir.

**Anahtar kelimeler:** Fetal hareket, fetal hareket farkındalığı, gebelik

## **MINDFETALNESS DURING PREGNANCY**

### **ABSTRACT**

This literature review aims to examine the importance of increasing the awareness of pregnant women about fetal movement counting and the issue of counseling women regarding self-monitoring of fetal movements. The literature was scanned using “PubMed”, “Scopus”, “Web of Science” and Google Scholar databases. Fetal movement count awareness is a method developed to facilitate systematic observation of the intensity, character, and frequency of fetal movements in women in late pregnancy. The importance of mindfetalness should not be underestimated; fetal movement counting can be an important tool in pregnant women's awareness as a way to prevent stillbirths and other adverse birth outcomes. As a result of mindfetalness practice experiences, it is possible to provide information about the unborn baby, raise awareness, establish a relationship with the baby, reduce anxiety, and provide relief. It has been stated in the literature that fetal movement counting positively affects maternal-fetal bonding. The relationship between pregnant women reporting decreased fetal movements and the type of birth was evaluated, and a positive correlation was found between decreased fetal movements and increased labor induction and cesarean incidence. Decreased perception of fetal movement is also associated with placental abnormalities in pregnancies with fetal growth restriction, which do not end in stillbirth. Fetal movement counting is simple, economical, and can be performed by the woman without using any equipment. A decrease in a baby's normal movement patterns can be a sign that the baby is struggling for some reason and it may be better if the baby is born early. Health professionals should inform pregnant women about the importance of fetal movement counting, encourage pregnant women to recognize their baby's normal fetal movement pattern, and alert women when this pattern changes.

**Keywords:** Fetal movements, mindfetalness, pregnancy

## 1. GEBELİKTE FETAL HAREKET FARKINDALIĞI

Fetal hareket, annenin algıladığı herhangi bir tekme, çarpıntı veya yuvarlanma hareketi olarak tanımlanır (Tveit ve ark., 2006). Fetal hareket sayımı farkındalığı, kadınların gebeliğin sonlarına doğru fetal hareketlerin yoğunluğu, karakteri ve sıklığının sistematik olarak gözlemlenmesini kolaylaştırmak için geliştirilmiş bir yöntemdir (Akselsson ve ark., 2017) ve annenin doğmamış bebeği ile sahip olduğu bir temas duygusu olarak da kabul edilebilir (Radestad ve ark., 2012). Gebelik sırasında fetal hareket sayımı ile fetüsün iyilik hali tahmin edilebilmektedir (Bekiou ve Gourounti, 2020). Gebe kadınlara genellikle sağlık profesyonelleri tarafından fetüsün hareketlerini izlemeleri veya bunlardan haberdar olmaları öğretilir ve farkındalık sağlanır (Bryant ve ark., 2020). Bu literatür incelemesinde, fetal hareket sayımı konusunda gebe kadınların farkındalığının artırılmasının önemi ve kadınların fetal hareketlerini kendi kendine izlemesine ilişkin danışmanlık konusu tartışılmıştır.

Çoğu durumda, fetal hareketler annenin algısıyla tahmin edilir ve birçok fiziksel ve sosyal faktör, annenin fetal hareketleri algılayışını etkileyebilir. Çalışmalar, fetal hareketlerin azalma hissini artmış maternal beden kitle indeksi, anterior plasenta yerleşimi, annenin hareketliliği, annenin egzersiz modeli, fetal anterior pozisyon ve daha yüksek doğum ağırlıklı bebek ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Tveit ve ark., 2010; Mohr ve ark., 2016; Koshida ve ark., 2019).

Kadınlar fetal hareketler hakkında mümkün olduğunca fazla bilgi alma konusunda olumlu düşünülmektedirler (McArdle ve ark., 2015). Radestad ve arkadaşları (2021) gebe kadınları fetal hareketler hakkında bilgilendirirken doğum kliniklerinde kullanmak için fetal hareket sayımının yararlı bir araç olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca kadınların doğmamış bebeklerine bağlanmalarını teşvik ettiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Güney ve Uçar (2019) fetal hareket sayımının maternal-fetal bağlanmayı olumlu etkilediğini saptamıştır. Flenady ve arkadaşları (2019) ise fetal hareket sayımı farkındalığının, ölü doğumları ve diğer olumsuz doğum sonuçlarını önlemede bir araç olarak kullanılabilirliğini belirtmiştir. Akselsson ve arkadaşları (2017) yaptıkları çalışmada kadınların fetal hareket farkındalığı uygulama deneyimleri sonucunda, doğmamış bebek hakkında bilgi sağlamayı, farkındalık oluşturmayı, bebekle ilişki kurmayı, endişeyi azaltmayı ve rahatlamayı sağladığını belirtmiştir.

Azalmış fetal hareketler, intrauterin büyüme kısıtlaması, erken doğum ve perinatal ölüm gibi olumsuz fetal sonuçlar ile ilişkili olabilmektedir (Heazell ve Froen, 2008). Annenin azalmış fetal hareket algısı muhtemelen son trimesterdeki en sık endişelerinden biridir ve ölü doğumu önlemek için potansiyel bir strateji olarak tanımlanmıştır (Tveit ve ark., 2010). Warland ve arkadaşları (2015) kadınların %30.5'inin ölü doğumdan önce anlamlı derecede daha az fetal hareket yaşadıklarını saptamıştır. Dutton ve arkadaşlarının (2012) 28. gebelik haftasından sonra azalmış fetal hareket algısı ile başvuran 303 gebe kadını kapsayan çalışmasında, gebeliklerin %22.1'inin perinatal sonuçlarının kötü olduğunu bulmuşlardır. En sık görülen komplikasyonun gebelik yaşına göre küçük ve erken doğmuş bebekler (%19.1) olduğu saptanmıştır.

Gebelerin fetal hareketlerin azaldığını bildirmesi ile doğum şekli arasındaki ilişki değerlendirilmiş, azalmış fetal hareketler ile artan doğum indüksiyonu ve sezaryen insidansı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur (Sterpu ve ark., 2020; McCarthy ve ark., 2016). Sterpu ve arkadaşları (2020) doğum eylemi başlamadan önce azalmış fetal hareket ile hastaneye başvuran kadınların %64.8'inin spontan eylem, %23.5'inin indüksiyon ve %11.8'inin elektif sezaryen olduğunu saptamıştır. McCarthy ve arkadaşları (2016) ise azalmış fetal hareket grubundaki kadınlarda doğum eyleminin kendiliğinden başlama olasılığının düşük olduğunu belirtmiştir.

### **1.1.Fetal Hareket Sayımı**

Gebelerin fetal hareketlere ilişkin algısı, fetal refahın subjektif bir göstergesidir (Luque Gonzalez ve Mora Palma, 2023). Annenin zihinsel olarak rahatlaması gereken dönem, bebeğinin uyanık olduğu ve annenin kendini stresli hissetmediği dönemle eş zamanlı olmalıdır. Fetal hareket en iyi anne yan yattığı zaman izlenebilir. Bu izlem, üçüncü trimesterde her gün yapılırsa, anne sadece bebeği için bireysel hareket modelini iyi bir şekilde kavramaktadır. Literatür, sırt üstü uyku pozisyonu ile düşük doğum ağırlığı ve hatta ölü doğum arasında bir ilişki olduğunu belirtmektedir (Anderson ve ark., 2019; Heazell ve ark., 2018). Anderson ve arkadaşları (2019) gebe kadınların uykuya dalma pozisyonu ile bebeğin doğum ağırlığı arasındaki ilişkiyi araştırmış ve azalmış uterus kan akışı fetal büyüme kısıtlamasıyla da ilişkili bulmuştur. Gebeliğin sonlarında sırtüstü pozisyonda uyumanın düşük doğum ağırlığı ve doğum ağırlığı yüzdelik oranıyla ilişkili olduğunu belirtmiştir. Sırt üstü yatma pozisyonunda, ortalama doğum ağırlığında 144 gramlık önemli bir azalma olmuştur.

Annenin hissettiği ilk fetal hareketler genellikle gebeliğin 16. ila 22. haftaları arasında ortaya çıkmaktadır. Multipar bir kadın, hareketleri 16 hafta kadar hissedebilirken, primipar bir

kadın 20 ila 22. haftaya kadar hiçbir şey hissetmeyebilir. Yaklaşık 20 haftalık gebelikte, eğitimli sağlık profesyoneli tarafından fetal hareketi karın yoluyla dışarıdan hissedebilmektedir (Flenady ve ark., 2019). Klinisyenler genellikle bu gözetime gebeliğin 28. haftasında başlamayı ve gebeliğin geri kalanında devam etmeyi önermektedir. "10'a kadar say" yöntemi, kadının her gün aynı saatte fetal hareketleri sayması için talimatlarını içermektedir. Kadın 2 ila 3 saatlik bir süre içinde 10 hareketten daha az hareket yaşarsa, sağlık profesyoneli ile iletişime geçmesi talimatı verilmektedir (Flenady ve ark., 2019).

Bradford ve arkadaşları (2019) fetal hareketler ile gün saatleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Gün içerisinde fetal hareket olasılığı artarken ve gece boyunca hareket olasılığında bir azalma olduğu görülmektedir. Sterpu ve arkadaşları (2020) fetal hareketleri azalmış gebeliklerde ölü doğum riskinin normal gebeliklere göre beş kat daha fazla olduğunu belirtmiştir. Ayrıca doğum sırasında %3.3'ünün 5. dakikada Apgar skorunun  $\leq 7$  olduğu, %5.9'unun göbek kordonu kanında pH'ın düşük seviyede olma sıklığının daha yüksek olduğu ve %2.9'unun yenidoğan yoğun bakım ünitesine kabul edilme sıklığının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Akselsson ve arkadaşlarının (2020) çalışmasında fetal hareket farkındalığı Apgar skoru  $< 7$  ile doğan bebek sayısını azaltmamıştır. Ancak sezaryen oranının azalması ve gebelik yaşına göre küçük doğan çocukların sayısının azalması gibi sağlık yararlarıyla ilişkilendirilmiştir.

Son trimesterdeki gebelerin fetal hareket farkındalığı konusunda görüşlerinin genel olarak olumlu olduğu ve günlük kullanıma uyumlarının yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu teknik, onların doğmamış bebeklerinin daha farkında olmalarına ve onunla bir ilişki kurmalarına yardımcı olmuştur (Akselsson ve ark., 2017). Koshida ve arkadaşları (2019) kadınları fetal hareketlerin normal aralığı ve süresi hakkında eğitmenin, gebeliğin sonlarında perinatal sonucu iyileştireceğini, 10 fetal hareketin tipik olarak 30 dakika içinde gerçekleşmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca gebe kadınlara eğitim verilmesi ve ölü doğumları önlemek için obstetrik bakımın iyileştirilmesi gerekliliğini vurgulamışlardır. Fetal hareket sayımı basittir, ekonomiktir, herhangi bir alet kullanmadan kadın tarafından yapılabilmektedir. Ancak gebelerde gereksiz strese de neden olabilir ve fetal uzlaşmayı dışlamak için doğum öncesi başvuruların artmasına ve tıbbi müdahalelere de yol açabilmektedir (Mangesi ve ark., 2015). Warland ve arkadaşları (2020) ise her gebeliğin kendine özgü olduğunu, her kadının kendi bebeğinin özelliklerine aşina olması gerektiğini bu nedenle alarm sınırının dikkate alınmaması gerektiğini öne sürmektedir.

## 1.2.Fetal Hareket Farkındalığında Sağlık Profesyonellerinin Rolü

Fetal hareket farkındalığı, doğum kliniklerinde gebe kadınları fetal hareketler hakkında bilgilendirirken kullanılabilir yararlı bir araçtır (Radestad ve ark., 2021). Fetal hareket sayım farkındalığı sağlık profesyonellerine klinik uygulamada fetal hareketler hakkında bilgi ve iletişim için daha iyi yöntemler sağlayabilmektedir. Ebe ve hemşireler, bebekleri normalden daha az sıklıkta veya daha zayıf hareket eden kadınları kendi sezgilerine güvenmeye ve doğum öncesi bakımla acil temas kurmaya teşvik edebilir ve destekleyebilirler (Radestad, 2012). Öte yandan, fetal hareket sayımı gebe kadınlarda gereksiz kaygıya neden olabilir veya gereksiz müdahalelere neden olabilir (Mangesi ve ark., 2015). Bu bağlamda fetal hareket farkındalığı fetüs uyanıkken (hareket halindeyken) günde 15 dakika boyunca yan yatmayı ve hareketlerin karakterini, gücünü ve sıklığını izlemeyi içermektedir. Böylece kadının doğmamış bebeğe ilişkin farkındalığını güçlendirerek sağlıklı bir bebeğin doğma olasılığını artırabilmektedir (Radestad, 2012).

Fetal hareketlerin kalitesindeki bir değişiklik, ortaya çıkabilecek herhangi bir aritmetik sorundan daha fazla dikkate alınmalıdır. Gebe kadınlar tarafından algılanan fetal hareket şekli ve kalitesinin, normal fetal büyüme ve nörolojik gelişime uygun olarak gebelik boyunca değiştiğini göstermektedir. Term döneminde fetal hareketler sarsıntılı olmaktan ziyade yumuşaktır ve aktivite dönemleri arasında daha uzun boşluklar vardır. Sağlık profesyonellerinin gebe kadınları, günün ilerleyen saatlerinde ve otururken veya yatarken artan fetal aktivite modelinin normal olduğu konusunda bilgilendirmesi gerekmektedir (Bradford ve Maude, 2018).

Radestad ve arkadaşlarının ebelerin gebe kadınları fetal hareketler hakkında bilgilendirme algılarını ve günlük işlerinde fetal hareket farkındalığı ile çalışma deneyimlerini araştırdığı çalışmasında (2021) ebelerin, kadınları fetal hareketler hakkında bilgilendirirken fetal hareket farkındalığı ile ilgili broşürün destekleyici olduğunu düşündükleri ve deneme bittiğinde broşürü dağıtmaya devam etmek istedikleri saptanmıştır. Ebeler ayrıca çalışmanın fetal hareketlerle ilgili kendi bilgilerinin arttığını bildirmiştir. Ayrıca kadınların fetal hareket farkındalığı hakkındaki bilgileri olumlu karşılayarak ve yazılı materyali takdir ettikleri belirtilmiştir.

Fetal hareketlerde azalma meydana gelmesi durumunda ne yapılması gerektiği konusunda doğru, kanıta dayalı bilgilerin verilmesi, doğmamış bebek için bir ölüm kalım

meselesi olabileceğinden, tutarlı bilgiler sağlamak için mevcut kılavuzların kullanılması önem taşımaktadır (Warland ve Glover, 2017).

## 2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sağlık profesyonelleri gebelik sırasında kadınların olası sorunlarını belirlemek için fetusu tarama ve izleme sorumluluğuna sahiptir. Bir bebeğin normal hareket düzeninde bir azalma, bebeğin herhangi bir nedenle mücadele ettiğinin bir işareti olabilmekte ve bebeğin erken doğması daha iyi olabilmektedir. Azalan fetal hareket, daha fazla değerlendirmeye ihtiyaç olduğunu gösterebilmekte ve hayat kurtarma potansiyeline sahip olabilmektedir. Sağlık profesyonelleri, gebe kadınları fetal hareket sayımının önemi konusunda bilgilendirmeli, gebeleri bebeğinin normal fetal hareket modelini tanımaya teşvik etmeli ve bu model değiştiğinde kadınları alarma geçirmelidir. Ayrıca fetal hareketlerin sayılmasının sadece hareketlerin miktarı ile değil, aynı zamanda hareketlerin yoğunluğu ile ilgili olduğunu da vurgulamalıdır (Bekiou ve Gourounti, 2020). Bu nedenle, gebelik sırasında ve özellikle son trimesterde fetal hareketin izlenmesi ile gebelikte daha iyi sağlık bakımını teşvik etmek için kanıta dayalı bilgilere ihtiyaç vardır.



## KAYNAKÇA

- Akselsson, A., Georgsson, S., Lindgren, H., Pettersson, K., & Radestad, I. (2017). Women's attitudes, experiences and compliance concerning the use of Mindfetalness-a method for systematic observation of fetal movements in late pregnancy. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 17(1), 1-7.
- Akselsson, A., Lindgren, H., Georgsson, S., Pettersson, K., Steineck, G., Skokic, V., & Rådestad, I. (2020). Mindfetalness to increase women's awareness of fetal movements and pregnancy outcomes: a cluster-randomised controlled trial including 39 865 women. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 127(7), 829-837.
- Anderson, N. H., Gordon, A., Li, M., Cronin, R. S., Thompson, J. M. D., Raynes-Greenow, C. H., Heazell, A. E. P., Stacey, T., Culling, V. M., Wilson, J., Askie, L. M., Mitchell, E. A., & McCowan, L. M. E. (2019). Association of Supine Going-to-Sleep Position in Late Pregnancy With Reduced Birth Weight: A Secondary Analysis of an Individual Participant Data Meta-analysis. *JAMA Network Open*, 2(10), e1912614. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.12614>
- Bekiou, A., & Gourounti, K. (2020). Reduced Fetal Movements and Perinatal Mortality. *Materia Socio-medica*, 32(3), 227-234.
- Bradford, B. F., Cronin, R. S., McKinlay, C. J. D., Thompson, J. M. D., Mitchell, E. A., Stone, P. R., & McCowan, L. M. E. (2019). A diurnal fetal movement pattern: Findings from a cross-sectional study of maternally perceived fetal movements in the third trimester of pregnancy. *PloS One*, 14(6), e0217583. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217583>
- Bradford, B., & Maude, R. (2018). Maternal perception of fetal movements in the third trimester: A qualitative description. *Women and Birth: Journal of the Australian College of Midwives*, 31(5), e287–e293. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2017.12.007>
- Bryant, J., Jamil, R.T. & Thistle, J. (2020) Fetal Movement. StatPearls, Treasure Island.
- Dutton, P. J., Warrander, L. K., Roberts, S. A., Bernatavicius, G., Byrd, L. M., Gaze, D., Kroll, J., Jones, R. L., Sibley, C. P., Frøen, J. F., & Heazell, A. E. (2012). Predictors of poor perinatal outcome following maternal perception of reduced fetal movements--a prospective cohort study. *PloS One*, 7(7), e39784. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039784>

Flenady, V., Ellwood, D., Bradford, B., Coory, M., Middleton, P., Gardener, G., Radestad, I., Homer, C., Davies-Tuck, M., Forster, D., Gordon, A., Groom, K., Crowther, C., Walker, S., Foord, C., Warland, J., Murphy, M., Said, J., Boyle, F., O'Donoghue, K., ... McCowan, L. (2019). Beyond the headlines: Fetal movement awareness is an important stillbirth prevention strategy. *Women and Birth: Journal of the Australian College of Midwives*, 32(1), 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2018.12.001>

Güney, E., & Uçar, T. (2019). Effect of the fetal movement count on maternal-fetal attachment. *Japan Journal of Nursing Science*, 16(1), 71–79. <https://doi.org/10.1111/jjns.12214>

Heazell, A. E., Li, M., Budd, J., Thompson, J. M. D., Stacey, T., Cronin, R. S., ... & McCowan, L. M. E. (2018). Association between maternal sleep practices and late stillbirth—findings from a stillbirth case-control study. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 125(2), 254-262.

Heazell, A. E., & Frøen, J. F. (2008). Methods of fetal movement counting and the detection of fetal compromise. *Journal of Obstetrics and Gynaecology: The journal of the Institute of Obstetrics and Gynaecology*, 28(2), 147–154. <https://doi.org/10.1080/01443610801912618>

Koshida, S., Ono, T., Tsuji, S., Murakami, T., Arima, H., & Takahashi, K. (2019). Fetal movement frequency and the effect of associated perinatal factors: Multicenter study. *Women and Birth: Journal of the Australian College of Midwives*, 32(2), 127–130. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2018.06.010>

Luque González, P. & Mora Palma, J.C. (2023). Mindfetalness: A qualitative method for self-assessment of fetal movements. *Clinica e Investigacion en Ginecologia y Obstetrici*, 50(2), doi10.1016/j.gine.2023.100850

Mangesi, L., Hofmeyr, G. J., Smith, V., & Smyth, R. M. (2015). Fetal movement counting for assessment of fetal wellbeing. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015(10), CD004909. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004909.pub3>

McCarthy, C. M., Meaney, S., & O'Donoghue, K. (2016). Perinatal outcomes of reduced fetal movements: a cohort study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 16(1), 169. <https://doi.org/10.1186/s12884-016-0964-2>

McArdle, A., Flenady, V., Toohill, J., Gamble, J., & Creedy, D. (2015). How pregnant women learn about foetal movements: Sources and preferences for information. *Women and Birth*, 28(1), 54-59.

Mohr Sasson, A., Tsur, A., Kalter, A., Weissmann Brenner, A., Gindes, L., & Weisz, B. (2016). Reduced fetal movement: factors affecting maternal perception. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 29(8), 1318-1321.

Sterpu, I., Pilo, C., Koistinen, I. S., Lindqvist, P. G., Gemzell-Danielsson, K., & Itzel, E. W. (2020). Risk factors for poor neonatal outcome in pregnancies with decreased fetal movements. *Acta obstetricia et Gynecologica Scandinavica*, 99(8), 1014-1021.

Tveit, J. V., Saastad, E., Børdahl, P. E., Stray-Pedersen, B., & Frøen, J. F. (2006). The epidemiology of decreased fetal movements. *In Proceedings of the Norwegian Perinatal Society Conference*.

Tveit, J., Saastad, E., Stray-Pedersen, B., Børdahl, P., & Frøen, J. (2010). Maternal characteristics and pregnancy outcomes in women presenting with decreased fetal movements in late pregnancy. *Midwifery Digest*, 20(2), 195-196.

Radestad, I. (2012). *Strengthening mindfetalness*. *Sexual & Reproductive Healthcare*, 3(2), 59–60. doi:10.1016/j.srhc.2012.01.002.

Radestad, I., Doveson, S., Lindgren, H., Georgsson, S., & Akselsson, A. (2021). Midwives' experiences of using the Mindfetalness method when talking with pregnant women about fetal movements. *Women and Birth : Journal of the Australian College of Midwives*, 34(5), e498–e504. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2020.10.007>

Warland, J., & Glover, P. (2017). Fetal movements: What are we telling women?. *Women and Birth*, 30(1), 23-28.

Warland, J., Heazell, A., Bradford, B., Cronin, R., & McCowan, L. (2020). The problem with counting fetal movements. *Women and Birth: Journal of the Australian College of Midwives*, 33(3), e309. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2019.06.007>

Warland, J., O'Brien, L. M., Heazell, A. E., Mitchell, E. A., & STARS Consortium (2015). An international internet survey of the experiences of 1,714 mothers with a late stillbirth: The STARS cohort study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 15, 172. <https://doi.org/10.1186/s12884-015-0602-4>

## MENOPOZAL SEMPTOMLARDA BİLİNÇLİ FARKINDALIK MÜDAHALELERİNİN İNCELENMESİ

**Dr. Öğr. Üyesi Özlem Akın<sup>1</sup>, Prof. Dr. Nülüfer Erbil<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Doğum ve Kadın Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Rize, TÜRKİYE, [ozlem.akin@erdogan.edu.tr](mailto:ozlem.akin@erdogan.edu.tr), [akinozleem@gmail.com](mailto:akinozleem@gmail.com) ORCID: 0000-0001-7210-8756*

<sup>2</sup>*Ordu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Doğum ve Kadın Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Ordu, TÜRKİYE, [nerbil@odu.edu.tr](mailto:nerbil@odu.edu.tr), ORCID: 0000-0003-3586-6237*

### ÖZET

Menopoz, over fonksiyonlarının kaybı nedeniyle 12 aylık amenoreden sonra menstruel periyodun kalıcı olarak kesilmesiyle karakterize olan kadınların orta yaşlarında meydana gelen normal bir fizyolojik değişiktir. Kadınlar bu süre zarfında yaşam kalitelerini düşüren vazomotor, fiziksel ve fizyolojik bazı sorunlar yaşamaktadır. Menopozun bireysel ve grup tedavisi alanındaki farklı müdahaleler arasında destekleyici terapiler ve bilişsel ve kişilerarası psikoterapi yer almaktadır. Bilinçli farkındalık temelli müdahaleler, stresi azaltmaya yönelik kendi kendine öğrenilen bir yaklaşım olarak farkındalık meditasyonunda sistematik eğitim sağlayarak kendini kabullenmeyi ve başa çıkmayı artırmak için alternatif bir yaklaşım sunmaktadır. Daha yüksek düzeyde ruhsal farkındalık genellikle daha iyi kişisel bakım davranışları, fiziksel sağlık sonuçları, psikolojik sonuçlar ve ilişkilerle ilişkilendirilmektedir. Bu derlemede menopozal semptomlarda bilinçli farkındalık müdahalelerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Litaratür “PubMed”, “Scopus”, “Web of Science”, Google Akademik veri tabanları kullanılarak tarandı. Çalışmalar, bilinçli farkındalık temelli müdahalelerin menopoz dönemindeki kadınlarda sıcak basması nedeniyle rahatsız olma hissinde azalma, uyku ve yaşam kalitesinde iyileşme, kaygı ve algılanan strese azalma ve olduğunu göstermiştir. Vazomotor ve psikolojik semptomların şiddetinin iyileşmesi kadınların yaşam kalitesinin artmasını sağlayarak depresyon ve anksiyetenin psikolojik semptomlarını önemli ölçüde azaltmıştır. Müdahaleler menopoza özgü yaşam kalitesini psikososyal, fiziksel ve cinsel boyutlar açısından iyileştirdiğini saptamıştır. Litaratür, menopoz dönemindeki kadınlarda bilinçli farkındalık müdahalelerinin menopozal semptomlar üzerinde etkili bir tedavi olduğunu göstermektedir. Bilinçli farkındalık temelli müdahalelerin yaşam kalitesini artırmadaki etkinliği dikkate alındığında, bu müdahalenin menopoz semptomları yönetiminde destekleyici bir yöntem olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Bu konuda eğitimin daha uzun süreli sonuçlarını inceleyecek randomize kontrollü çalışmalar yapılması önemlidir. Sağlık profesyonellerinin bilinçli farkındalık programı ile ilgili bilgiler vermeleri, multidisipliner bir yaklaşımla eğitim programları oluşturmaları ve kadınların eğitim programlarına katılımlarını teşvik etmeleri önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Menopoz, semptomlar, bilinçli farkındalık, kadın sağlığı

## INVESTIGATION OF MINDFULNESS INTERVENTIONS IN MENOPAUSAL SYMPTOMS

### ABSTRACT

Menopause is a normal physiological change that occurs in middle-aged women middle age, characterized by the permanent cessation of the menstrual period after 12 months of amenorrhea due to loss of ovarian function. During this period, women experience some vasomotor, physical, and physiological problems that reduce their quality of life. Different interventions in the field of individual and group treatment of menopause include supportive therapies and cognitive and interpersonal psychotherapy. Mindfulness-based interventions offer an alternative approach to increasing self-acceptance and coping by providing systematic training in mindfulness meditation as a self-taught approach to reducing stress. Higher levels of spiritual mindfulness are often associated with better self-care behaviors, physical health outcomes, psychological outcomes, and relationships. This review aims to examine mindfulness interventions in menopausal symptoms. The literature was searched using “PubMed”, “Scopus”, “Web of Science” and Google Scholar databases. Studies have shown that mindfulness-based interventions reduce discomfort due to hot flashes, improve sleep and quality of life, and reduce anxiety and perceived stress in menopausal women. The improvement in the severity of vasomotor and psychological symptoms significantly reduced the psychological symptoms of depression and anxiety, improving women's quality of life. Interventions have been found to improve menopause-specific quality of life in terms of psychosocial, physical, and sexual dimensions. The literature shows that mindfulness interventions are an effective treatment for menopausal symptoms in menopausal women. Considering the effectiveness of mindfulness-based interventions in improving quality of life, it shows that this intervention can be used as a supportive method in the management of menopausal symptoms. It is important to conduct randomized controlled studies that will examine longer-term results of training on this subject. It may be recommended that health professionals provide information about conscious awareness programs, create training programs with a multidisciplinary approach, and encourage women's participation in training programs.

**Key words:** Menopause, symptoms, mindfulness, women’s health

## 1. MENOPOZ

Menopoz, over fonksiyonlarının kaybı nedeniyle 12 aylık amenorenden sonra menstruel periyodun kalıcı olarak kesilmesiyle karakterize olan (Gebretatyos ve ark., 2020; Mehaseb ve ark., 2018) kadınların orta yaşlarında meydana gelen normal bir fizyolojik değişiktir. Menopozun doğal yaşı küresel olarak 46 ila 52 yaş arasında değişmekte, Afrika, Latin Amerika, Orta Doğu ve Asya'daki kadınların menopoz yaşları daha düşükken, Avrupa, Avustralya ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki kadınların son menstruasyon ortalama yaşları daha yüksektir (Monteleone ve ark., 2018). Bu süre zarfında kadınlar, yaşam kalitelerini düşüren vazomotor, fiziksel ve fizyolojik bazı sorunlar yaşarlar (Gözüyeşil ve ark., 2018). En yaygın görülen semptomlar; ateş basması, gece terlemeleri gibi vazomotor semptomlar, kas ve iskelet sistemi problemleri, mesane irritabilitesi, memelerde ve üreme organlarında atrofi, disparoni ve azalmış libido gibi cinsel işlev etkileri, uyku bozuklukları, ruh hali değişiklikleri, kardiyovasküler sistem hastalıklarıdır (Mehaseb ve ark., 2018; Converso ve ark., 2019). Menopozun semptomları ve yan etkileri cinsel hormonların azalmasına, kişilik faktörlerine ve kadınların menopoza karşı tutumuna, sosyal ve çevresel faktörlere bağlıdır. Doğal menopoz kadınlarda herhangi bir önemli bilişsel değişikliğe neden olmasa da (Bielawska-Batorowicz ve ark., 2013) psikolojik açıdan bakıldığında yaşamın anlamı, öz-yeterlik inançları ve vücut imajı postmenopozal kadınların yaşam kalitesinde önemli roller oynamaktadır (Jafary ve ark., 2011). Olumsuz psikolojik duygular, menopozdaki kadınların fiziksel ve zihinsel sağlığını doğrudan etkileyen bağışıklık ve endokrin mekanizmalar aracılığıyla vücut organ ve sistemlerinin fonksiyonlarını yansıtacaktır (Ayers ve ark., 2010). Dolayısıyla önemli bir biyolojik, zihinsel ve sosyal deneyim olan menopoz, kadınların psikolojik refahında dikkate değer değişikliklere neden olabilmektedir (Hashemipoor ve ark., 2019).

Menopozda sağlığı en iyi duruma getirmek, ilerleyen yaşlarda fiziksel ve duygusal sağlığın geliştirilmesine yardımcı olabilmektedir. Yaşam tarzı değişiklikleri menopoz semptomları olan kadınlara fayda sağlayabilir. Menopozdaki kadınların bazı menopoz semptomlarıyla başa çıkmasına ve hafifletmesine yardımcı olabilecek derin nefes alma, masaj veya ilerleyici kas gevşemesi gibi birçok rahatlatma teknikleri vardır. Menopozun bireysel ve grup tedavisi alanındaki farklı müdahaleler arasında destekleyici terapiler, bilişsel ve kişilerarası psikoterapi yer almaktadır (Jalambadani ve Borji, 2019).



### 1.1. Menopoz ve Bilinçli Farkındalık Temelli Müdahale Bulguları

Bilinçli farkındalık temelli terapiler, stresi azaltmaya yönelik kendi kendine öğrenilen bir yaklaşım olarak farkındalık meditasyonunda sistematik eğitim sağlayarak kendini kabullenmeyi ve başa çıkmayı artırmak için alternatif bir yaklaşım sunmaktadır (Astin, 1997). Bilinçli farkındalık, şimdiki ana, yargılamadan bilinçli olarak dikkat etmek olarak tanımlanır (Kabat-Zinn ve Hanh, 2009). Temel mekanizması, yargılayıcı olmayan bir tavırla dikkati şimdiki ana odaklamak ve kişinin anda kendini başıboş dolaşmaktan kurtarması, yeniden algılama deneyimini ve dolayısıyla öz-duygu düzenlemesini tetikleyerek olumsuz duyguların daha etkili bir şekilde azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Kabat-Zinn, 2003). Bilinçli farkındalık temelli müdahalelerin, psikolojik müdahalelerden biri olarak kaygı, depresyon ve stres gibi olumsuz duyguları etkili bir şekilde hafiflettiği gösterilmiştir. Bu müdahalelerin zihinsel ve kronik hastalıklar üzerinde de umut verici, tedavi edici etkileri olduğu varsayılmaktadır (Zhou ve ark., 2020; Chen ve ark., 2020; Pathrose ve ark., 2021). Dahası, bilinçli farkındalık temelli müdahaleler bedendeki içsel duyguları düzenleme konusunda daha fazla farkındalığı teşvik edebilir, strese karşı dayanıklılığı teşvik edebilir ve stres yönetimi ve stresle başa çıkma becerilerini geliştirebilir; bu da sonuçta menopozdaki kadınlarda kaygı, depresyon ve stresin hafifletilmesine yardımcı olabilmektedir (Creswell, 2017). Bilinçli farkındalık temelli stres azaltma programları perimenopoz ve postmenopoz dönemdeki kadınların günlük yaşam deneyimlerinin düşünceler, duygular ve hisler gibi çeşitli bileşenlerini doğru bir şekilde tanıma ve ayırt etme konusunda eğitirken aynı zamanda bu düşünce, duygu ve hislere karşı tepkisiz bir farkındalık ve kabul geliştirmeyi sağlamaktadır (Carmody, 2009; Teasdale, 1999). Daha yüksek düzeyde ruhsal farkındalık genellikle daha iyi kişisel bakım davranışları, fiziksel sağlık sonuçları ve psikolojik sonuçlarla ilişkilendirilmiştir (Guendelman ve ark., 2017).

Bilinçli farkındalık temelli müdahalenin uygulandığı pilot bir çalışmada orta veya şiddetli ateş basması yaşayan 15 kadının, ateş basması şiddetinde azalma ve psikososyal alanda olumlu ve önemli değişiklikler olduğu görülmüştür (Carmody ve ark., 2006). Carmody ve arkadaşlarının başka bir çalışmasında da (2011) bilinçli farkındalık temelli stres azaltma programı perimenopozal kadınlarda yaşam kalitesini önemli ölçüde iyileştirmiştir. Sonuçlar, sıcak basması nedeniyle rahatsız olma hissinde azalma, uyku kalitesinde iyileşme, kaygı ve algılanan streste azalma, yaşam kalitesinde iyileşme olduğunu göstermiştir. Aliabadi ve arkadaşlarının (2021) çalışmasında bilinçli farkındalık temelli eğitiminin menopoza özgü



yaşam kalitesini psikososyal, fiziksel ve cinsel boyutlar açısından iyileştirdiğini ve bu etkinin müdahaleden sonra üç aya kadar sürdüğünü ortaya koymuştur. Ayrıca spesifik müdahalelerin yapılmaması durumunda menopozdaki kadının yaşam kalitesinin zamanla daha da kötüleştiği gösterilmiştir. John ve arkadaşları (2022) bilinçli farkındalık temelli yaklaşımların menopozun vazomotor ve psikolojik semptomlarının şiddetini iyileştirerek yaşam kalitesini artırabildiğini belirtmiştir. Gordon ve arkadaşları (2021) menopoz geçişinde bilinçli farkındalık temelli stres azaltma müdahalesinin depresif belirtilerin önlenmesinde etkili bir müdahale olduğunu saptamıştır. Sood ve arkadaşlarının çalışmasında (2019) orta yaşta kadınlar arasında daha yüksek bilinçli farkındalık ve daha düşük stres, daha düşük menopozal semptom skorlarıyla bağımsız olarak ilişkili bulunmuştur. *Wong ve arkadaşlarının* çalışmasında (2018) bilinçli farkındalık temelli stres azaltma müdahalesinin perimenopozal ve postmenopozal kadınlarda genel menopoz semptomlarını, depresyon ve anksiyetenin psikolojik semptomlarını önemli ölçüde azaltmıştır. Habibi ve Hanasabzadeh çalışmasında (2014) bilinçli farkındalık temelli sanat terapisinin menopoz sonrası kadınlarda yaşam kalitesini iyileştirdiği görülmüştür. Enjazab ve arkadaşlarının çalışmasında (2019) bilinçli farkındalık temelli bilişsel terapinin perimenopozal kadınlarda yaşam kalitesini artırmadaki etkinliği dikkate alındığında, bu yöntemin perimenopozal dönemin yönetiminde destekleyici bir yöntem olarak kullanılması önerilmektedir. Garcia ve arkadaşları (2014) uykusuzluk sorunu olan postmenopozal dönemdeki kadınların bilinçli farkındalık düzeylerinin uyku bozukluğu olmayan postmenopozal dönemdeki kadınlardan daha düşük olduğunu saptamıştır. Bu nedenle meditasyon gibi farkındalık temelli müdahalelerin menopoz sonrası uykusuzluğa faydalı olabileceğini belirtmiştir. Pyri ve arkadaşları (2021) sekiz haftalık bilinçli farkındalık eğitiminin yaşam kalitesini önemli ölçüde artırabildiğini ve ayrıca erken menopoza giren kadınlarda sıcak basmalarının sıklığını ve yoğunluğunu azaltabildiğini göstermiştir. Bilinçli farkındalık grubunda vazomotor, psikolojik, fiziksel ve cinsel alan puanları da kontrol grubuyla karşılaştırıldığında önemli ölçüde iyileşmiştir. Şener ve Taşhan'da (2021) bilinçli farkındalık temelli stres azaltma programının postmenopozal dönemdeki kadınların şikayetlerini azaltmada ve yaşam kalitelerini artırmada etkili olduğunu, postmenopozal dönemdeki kadınlarda da herhangi bir yan etki olmaksızın uygulanabileceğini belirtmiştir. Literatürdeki çalışmalar bilinçli farkındalık temelli müdahalelerin hormonal olmayan tedavilerin kullanılması açısından önemli olduğunu, menopoz semptomlarını azaltmaya ve yaşam kalitesini artırmaya yardımcı olabileceğini düşündürmektedir. Bu konuda eğitimin daha uzun süreli sonuçlarını inceleyecek randomize kontrollü çalışmalar yapılması önemlidir.

## 2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilinçli farkındalık temelli terapilerin, menopoz semptomları olan kadınlara odaklanan çeşitli klinik ve klinik dışı ortamlarda fiziksel ve psikolojik sonuçları iyileştirmede etkili olduğu literatürde sınırlı sayıdadır. Çalışmalar menopoz dönemindeki kadınlarda bilinçli farkındalık programlarının menopozal semptomlar üzerinde etkili bir tedavi olduğunu göstermektedir.

Menopoz dönemindeki kadınların semptomlarına yönelik öneriler, ihtiyaçlar hakkında etkili eğitimler düzenlenmesi önerilmektedir. Kadınlardaki semptomların menopoz öncesi dönemden menopoz sonrası dönemlere kadar ve zaman içinde boylamsal olarak incelenmesi ve menopozal semptomlara yönelik bilinçli farkındalık müdahaleleri yararlı çıkarımlar sağlayabilir. Bu doğrultuda sağlık profesyonellerinin bilinçli farkındalık programı ile eğitimlere katılmaları, multidisipliner bir yaklaşımla eğitim programları oluşturmaları, kadınları bu konuda bilinçlendirmeleri ve eğitim programlarına katılma konusunda kadınları teşvik etmeleri önerilebilir.

## KAYNAKÇA

Aliabadi, M. Y., Javadnoori, M., Malehi, A. S., & Aslani, K. (2021). A study of mindfulness-based stress-reduction training effects on menopause-specific quality of life in postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, *44*, 101398.

Astin J. A. (1997). Stress reduction through mindfulness meditation. Effects on psychological symptomatology, sense of control, and spiritual experiences. *Psychotherapy and Psychosomatics*, *66*(2), 97–106. <https://doi.org/10.1159/000289116>,

Ayers, B., Forshaw, M., & Hunter, M. S. (2010). The impact of attitudes towards the menopause on women's symptom experience: A systematic review. *Maturitas*, *65*(1), 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2009.10.016>

Bielawska-Batorowicz, E., author; Martin CJH, et al., editors. The psychology of the menopause: the experiences during the transition and individual conceptualization of menopause. Nutrition and diet in menopause. 2013. New York: Springer Science + Business Media; p. 333–345.

Carmody, J., Crawford, S., & Churchill, L. (2006). A pilot study of mindfulness-based stress reduction for hot flashes. *Menopause (New York, N.Y.)*, *13*(5), 760–769. <https://doi.org/10.1097/01.gme.0000227402.98933.d0>

Carmody, J. F., Crawford, S., Salmoirago-Blotcher, E., Leung, K., Churchill, L., & Olendzki, N. (2011). Mindfulness training for coping with hot flashes: results of a randomized trial. *Menopause (New York, N.Y.)*, *18*(6), 611–620. <https://doi.org/10.1097/gme.0b013e318204a05c>

Carmody, J. (2009). Evolving conceptions of mindfulness in clinical settings. *Journal of Cognitive Psychotherapy*, *23*(3), 270-280.

Chen, T. L., Chang, S. C., Hsieh, H. F., Huang, C. Y., Chuang, J. H., & Wang, H. H. (2020). Effects of mindfulness-based stress reduction on sleep quality and mental health for insomnia patients: A meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Research*, *135*, 110144. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2020.110144>

Converso, D., Viotti, S., Sottimano, I., Loera, B., Molinengo, G., & Guidetti, G. (2019). The relationship between menopausal symptoms and burnout. A cross-sectional study among nurses. *BMC Women's Health*, *19*(1), 148. <https://doi.org/10.1186/s12905-019-0847-6>

Creswell J. D. (2017). Mindfulness Interventions. *Annual Review of Psychology*, 68, 491–516. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-042716-051139>

Enjezab, B., Zarehosseinabadi, M., Farzinrad, B., & Dehghani, A. (2019). The effect of mindfulness-based cognitive therapy on quality of life in perimenopausal women. *Iranian Journal of Psychiatry and Behavioral Sciences*, 13(1): e86525.

Garcia, M. C., Pompéia, S., Hachul, H., Kozasa, E. H., de Souza, A. A. L., Tufik, S., & Mello, L. E. A. (2014). Is mindfulness associated with insomnia after menopause?. *Menopause*, 21(3), 301-305.

Gordon, J. L., Halleran, M., Beshai, S., Eisenlohr-Moul, T. A., Frederick, J., & Campbell, T. S. (2021). Endocrine and psychosocial moderators of mindfulness-based stress reduction for the prevention of perimenopausal depressive symptoms: A randomized controlled trial. *Psychoneuroendocrinology*, 130, 105277. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2021.105277>

Gozyuesil, E., Gokyildiz Surucu, S., & Alan, S. (2018). Sexual function and quality-of-life-related problems during the menopausal period. *Journal of Health Psychology*, 23(14), 1769–1780. <https://doi.org/10.1177/1359105317742194>

Guendelman, S., Medeiros, S., & Rampes, H. (2017). Mindfulness and Emotion Regulation: Insights from Neurobiological, Psychological, and Clinical Studies. *Frontiers in psychology*, 8, 220. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00220>

Habibi, M., & Hanasabzadeh, M. (2014). The effectiveness of mindfulness based art therapy on depression, anxiety, stress and quality of life among postmenopausal women. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*, 9(1), 22-31.

Hashemipoor, F., Jafari, F., & Zabihi, R. (2019). Maladaptive schemas and psychological well-being in premenopausal and postmenopausal women. *Przegląd menopauzalny = Menopause review*, 18(1), 33–38. <https://doi.org/10.5114/pm.2019.84155>

Kabat-Zinn, J. *Mindfulness-based interventions in context: past, present, and future*, 2003.

Kabat-Zinn, J., & Hanh, T. N. *Full catastrophe living: Using the wisdom of your body and mind to face stress, pain, and illness*. Delta, 2009.

Jafary F, Farahbakhsh K, Shafiabadi A, Delavar A , authors. Quality of life and menopause: developing a theoretical model based on meaning in life, self-efficacy beliefs, and body image. *Aging Ment Health*. 2011. 15:p. 630–637

Jalambadani, Z., & Borji, A. (2019). Effectiveness of Mindfulness-Based Art Therapy on Healthy Quality of Life in Women with Breast Cancer. *Asia-Pacific Journal Of Oncology Nursing*, 6(2), 193–197. [https://doi.org/10.4103/apjon.apjon\\_36\\_18](https://doi.org/10.4103/apjon.apjon_36_18)

John, J. B., Chellaiyan, D. V. G., Gupta, S., & Nithyanandham, R. (2022). How Effective the Mindfulness-Based Cognitive Behavioral Therapy on Quality of Life in Women With Menopause. *Journal of Mid-life Health*, 13(2), 169–174. [https://doi.org/10.4103/jmh.jmh\\_178\\_21](https://doi.org/10.4103/jmh.jmh_178_21)

- Gebretatyos, H., Ghirmai, L., Amanuel, S., Gebreyohannes, G., Tsighe, Z., & Tesfamariam, E. H. (2020). Effect of health education on knowledge and attitude of menopause among middle-age teachers. *BMC Women's Health*, 20(1), 232. <https://doi.org/10.1186/s12905-020-01095-2>
- Mehaseb, SH., Omran, AAH., Gafer, HA., El habashy, AIA. (2018). Assessing the effect of menopausal symptoms on women's quality of life. *Egyptian Journal of Health Care*, 9(2), 75-86.
- Monteleone, P., Mascagni, G., Giannini, A., Genazzani, A. R., & Simoncini, T. (2018). Symptoms of menopause—global prevalence, physiology and implications. *Nature Reviews Endocrinology*, 14(4), 199-215.
- Pathrose, S. P., Everett, B., Patterson, P., Ussher, J., Salamonson, Y., McDonald, F., Biegel, G., & Ramjan, L. (2021). Mindfulness-Based Interventions for Young People With Cancer: An Integrative Literature Review. *Cancer Nursing*, 44(5), 349–360. <https://doi.org/10.1097/NCC.0000000000000821>
- Pyri, F., Abedi, P., Maraghi, E., & Jashreh, M. G. (2020). The effectiveness of mindfulness on quality of life of women with premature menopause: A quasi-experimental study, PREPRINT (Version 1) available at Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.2.22532/v1>
- Sood, R., Kuhle, C. L., Kapoor, E., Thielen, J. M., Frohmader, K. S., Mara, K. C., & Faubion, S. S. (2019). Association of mindfulness and stress with menopausal symptoms in midlife women. *Climacteric : the journal of the International Menopause Society*, 22(4), 377–382. <https://doi.org/10.1080/13697137.2018.1551344>
- Şener, N., & Taşhan, S. T. (2021). The effects of mindfulness stress reduction program on postmenopausal women's menopausal complaints and their life quality. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 45, 101478. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2021.101478>
- Teasdale, J. D. (1999). Metacognition, mindfulness and the modification of mood disorders. *Clinical Psychology & Psychotherapy: An International Journal of Theory & Practice*, 6(2), 146-155.
- Wong, C., Yip, B. H., Gao, T., Lam, K. Y. Y., Woo, D. M. S., Yip, A. L. K., Chin, C. Y., Tang, W. P. Y., Choy, M. M. T., Tsang, K. W. K., Ho, S. C., Ma, H. S. W., & Wong, S. Y. S. (2018). Mindfulness-Based Stress Reduction (MBSR) or Psychoeducation for the Reduction of Menopausal Symptoms: A Randomized, Controlled Clinical Trial. *Scientific reports*, 8(1), 6609. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24945-4>
- Zhou, X., Guo, J., Lu, G., Chen, C., Xie, Z., Liu, J., & Zhang, C. (2020). Effects of mindfulness-based stress reduction on anxiety symptoms in young people: A systematic review and meta-analysis. *Psychiatry Research*, 289, 113002. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113002>

## GEBELİK SÜRECİNDE GÖZARDI EDİLMİŞ EBEVEYN BABA

**Dr.Öğr.Üyesi, Hilal ÖZBEK<sup>1</sup>, Dr.Öğr.Üyesi, Vasviye EROĞLU<sup>2</sup>,  
Dr.Öğr.Üyesi Demet ÇAKIR<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [h.ozzbek@gmail.com](mailto:h.ozzbek@gmail.com),  
0000-0001-6368-2633

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [vasviye.eroglu@gop.edu.tr](mailto:vasviye.eroglu@gop.edu.tr),  
0000-0003-0945-698X

<sup>3</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [demet.cakir@gop.edu.tr](mailto:demet.cakir@gop.edu.tr)-  
0000-0003-4794-516X

### ÖZET

Ebeveynliğe geçiş hem erkekler hem de kadınlar için kritik bir uyum dönemidir. Ebeveyn rollerinin uyumu için prenatal dönemdeki bağlanma dönüm noktası olarak kabul edilebilir. Ebeveynliğin gelişmesi sürecinde prenatal bağlanma, yetkin düzeyde bakım vermenin ilk aşaması olarak ebeveynlik gelişimini olumlu etkilemektedir. Prenatal bağlanma, ebeveynlerin doğmamış çocuklarıyla kurdukları duygusal bağ olarak tanımlanmaktadır. Prenatal dönemde ebeveynler fetüsle duygusal olarak bağ kurarken aynı zamanda etkileşime de girerler. Ebeveyn bebek bağlanması fetüs ve fetüsün gelecekteki yaşamı için çocuğun güven duygusu, bağlanma ve sosyalleşme yeteneği açısından önemlidir. Ebeveynlik sürecinde anne ve baba uyumu birbirinden ayrı olarak düşünülmelidir. Annenin fetüse bağlanması babalara göre daha fazla olurken, babaların doğum öncesi dönemde düşük düzeyde olan bağlanması doğumdan sonraki altı ve 12. aylarda daha güçlü olabilmektedir. Babalar gebelik sırasında aslında bu özelliklerle yeni ebeveynlik rollerine, sorumluluklarına ve ilişkilerine yeni uyum süreciyle birlikte bir düzenleme getirmeleri gerekir. Bebeğine daha fazla bağlı olan babalar doğum öncesi dönemde eşlerinin bakım ve sağlık davranışlarını destekler. Bu konularla ilgili daha duyarlı olurlar ve doğum sonrası dönemde de çocukları ile daha iyi bir ilişki içerisinde olurlar. Bu nedenle babalarında çocuklarının bakımlarında daha fazla sorumluluk almaları için prenatal dönemde bağlanmanın desteklenmesi gerekmektedir. Prenatal dönemde baba bebek bağlanması ne kadar iyi olursa babanın çocuğuna duyduğu sevgi, şefkat ve babalık duygusu da o kadar iyi olacaktır. Ebeler gebelerin en önemli danışmanlarından biridir. Gebelik oluştuğu andan itibaren annelerin ilk ziyareti ile babaların değerlendirilmesi sağlanmalıdır. Bu süreçte babalara; annelerin bakımına katılmaları, kontrol muayenelerine birlikte gitmeleri, ultrasonografi ve fetal monitörizasyon gibi bağlanmayı artıran uygulamalarda babanın yer almasının sağlanması konusunda destek olunmalıdır. Babaların bebekleri ile ilgili duygu düşüncelerini paylaşmalarına izin verilmelidir. Bu derleme fetal sağlık üzerine önemli etkisi olan babalarda prenatal bağlanmanın etkileri üzerine dikkat çekmeyi amaçlamıştır.

**Anahtar kelimeler:** prenatal bağlanma, baba, ebeveyn, fetüs

### THE PARENT WHO WAS IGNORED DURING THE PREGNANCY

### ABSTRACT



The transition to parenthood is a critical adjustment period for both men and women. Attachment in the prenatal period can be considered a turning point for the harmony of parental roles. In the process of parenting development, prenatal attachment positively affects parenting development as the first stage of competent caregiving. Prenatal attachment is defined as the emotional bond that parents establish with their unborn children. During the prenatal period, parents bond emotionally with the fetus while also interacting. Parent-infant attachment is important for the fetus and the future life of the fetus in terms of the child's sense of trust, attachment and socialization ability. In the parenting process, mother and father harmony should be considered separately from each other. While mothers' attachment to the fetus is greater than fathers', fathers' attachment, which is low in the prenatal period, may be stronger in the six and 12th months after birth. During pregnancy, fathers actually need to make adjustments to their new parenting roles, responsibilities and relationships, along with the new adaptation process. Fathers who are more attached to their babies support their wives' care and health behaviors during the prenatal period. They become more sensitive about these issues and have a better relationship with their children in the postnatal period. Therefore, attachment needs to be supported in the prenatal period so that fathers can take more responsibility in the care of their children. The better the father-baby bonding during the prenatal period, the better the father's love, compassion and paternal feeling for his child will be. Midwives are one of the most important advisors of pregnant women. From the moment of pregnancy, fathers should be evaluated during the first visit of the mother. In this process, fathers; Mothers should be supported to participate in their care, go to check-ups together, and ensure that the father is involved in practices that increase attachment, such as ultrasonography and fetal monitoring. Fathers should be allowed to share their feelings and thoughts about their babies. This review aimed to draw attention to the effects of prenatal attachment on fathers, which has a significant impact on fetal health.

**Key words:** prenatal attachment, father, parent, fetus

## 1. GİRİŞ

Ebeveynliğe geçiş hem erkekler hem de kadınlar için kritik bir uyum dönemidir<sup>[1]</sup>. Ebeveynliğe geçiş süreci her iki ebeveyn içinde psikolojik olarak yoğun baskı oluşturur<sup>[2]</sup>. Bu baskı nedeniyle ebeveynlik süreci dikkatli değerlendirilmelidir. Ebeveynlik rolünün kazanılması aile huzuruna katkı sağlarken yenidoğan yaşamını da etkilemektedir<sup>[3]</sup>. Bu dönemde fetüs ve sonrasında yenidoğan ile duygusal bağ kurulması çocuğun sağlığını ve psikolojik gelişimini önemli ölçüde etkileyebilmektedir<sup>[4]</sup>. Ebeveyn rollerinin uyumu için prenatal dönemdeki bağlanma dönüm noktası olarak kabul edilebilir<sup>[5]</sup>. Ayrıca ebeveyn bebek bağlanması fetüs ve fetüsün gelecekteki yaşamı için çocuğun güven duygusu, bağlanma ve sosyalleşme yeteneğini etkileyebildiği için önemlidir<sup>[1,5]</sup>. Aynı zamanda bağlanma yenidoğanın duygusal ve sosyal gelişimiyle birlikte kişilerarası ilişkileri, bilişsel gelişimi ve yetiştirilme tarzı da doğrudan etkilemektedir<sup>[3]</sup>. Böylece yaşamın ilk yılını güvenli ilişkiler içerisinde geçiren çocuk daha iyi bir sosyal etkileşim kuracaktır, bilişsel düzeyde daha iyi sonuçlarla yaşamına devam edecektir, davranışsal ve eğitim boyutunda da daha az sorun yaşayacaktır<sup>[5]</sup>

Prenatal dönemde ebeveynler fetüsle duygusal olarak bağ kurarken etkileşime girerler<sup>[6]</sup>. Ebeveynliğin gelişme sürecinde prenatal bağlanma yetkin düzeyde bakım vermenin



ilk aşaması olarak ebeveynlik gelişimini olumlu etkilemektedir<sup>[7]</sup>. Ancak ebeveynlik sürecinde anne ve baba uyumu birbirinden ayrı olarak düşünülmelidir. Anne gebelik sürecinde hormonların etkisiyle ebeveynliğe ve annelik rollerine kolaylıkla uyum sağlar<sup>[8]</sup>. Yine doğum sonrası süreçte de annenin bebeği emzirme süreciyle başlayan ve aynı odayı paylaşma, bebeğin bakımlarını yapma gibi uygulamalarla anne bebek arasındaki bağ güçlendirirken annelik rollerine uyumu da hızlandırmaktadır<sup>[9]</sup>. Ancak babalarda ebeveynlik gebelik süreçleri ilerledikçe baba rollerinin fakına varmaları ile oluşmaya başlar<sup>[8]</sup>. Özellikle geleneksel erkeklik rolleri nedeniyle babalar çocukların bakımında yeterli düzeyde sorumluluk almazlar. Doğum öncesi ve doğum sonrası süreçte çocuk bakımına katılmaları eksik kalmaktadır<sup>[10]</sup>. Literatürde baba bebek bağlanmasının güçlü olması anne ve bebek sağlığının iyileşmesinde önemli rol oynadığı, eşlerinin bakımlarında ve sağlık davranışlarında duyarlı olmalarını desteklerken doğum sonrası süreçte de çocuklarıyla iyi bir ilişki geliştirebildikleri bildirilmiştir<sup>[5,11]</sup>. Ayrıca babaların kendi toplumlarındaki ilişkileri dikkate alınarak değerlendirilmesi gerektiği ve yerleşmiş kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu bildirilmektedir<sup>[5]</sup>. Bu kapsamda maternal düzeyde önemi konuşulan anne-fetal bağlanmasının yanında baba-fetal bağlanmasının da bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir. Özede fetüsün sağlığı ve geleceği için önemli olan ebeveyn fetal bağlanma genelde ebeveynlerin sağlığı içinde önemlidir. Bu nedenle babaların da çocuklarının bakımlarında daha fazla sorumluluk almaları için prenatal dönemde bağlanmanın desteklenmesi gerekmektedir. Bu derleme fetal sağlık üzerine önemli etkisi olan babalarda prenatal bağlanma üzerine dikkat çekmeyi amaçlamıştır.

## 2. PRENATAL BAĞLANMA

Prenatal bağlanma, ebeveynlerin doğmamış çocuklarıyla kurdukları duygusal bağ olarak tanımlanmaktadır<sup>[12]</sup>. Ebeveynler bebeğin hayalini kurmaya başladıkları anda prenatal bağlanma başlar, ultrasonda gördüklerinde ve kalp atışlarını duyduklarında kuvvetlenir. Ayrıca anneler fetüsün hareketlerini hissettikleri ve gördükleri için babalara göre daha hızlı bağ kurarlar<sup>[13]</sup>. Doğum sonraki dönemde de ebeveyn ve yenidoğan bağlanmasının kısa sürede ve etkili bir şekilde kurulabilmesi doğum öncesi dönemdeki bağlanmanın etkili bir şekilde kurulmasına bağlıdır<sup>[14]</sup>. Bu dönemde ebeveyn ve bebek arasında kurulan bağ ile bebek ve çocuk güven duygusunu geliştirir, kendini korunmuş hisseder. Ebeveyn bebek arasındaki bağlanmanın güçlü olması doğumdan yetişkinliğe kadar devam eden davranışların oluşumunda da olumlu etki sağlamaktadır<sup>[12,15]</sup>. Çıldır ve ark (2020) yaptığı çalışmada prenatal bağlanmanın desteklenmesi yenidoğan döneminde ve erken çocukluk döneminde davranışsal, duygusal yeterliliğinde ve gelişim sürecinde faydalı olabileceğini ifade etmişlerdir<sup>[16]</sup>. Yapılan diğer bir çalışmada prenatal dönemde oluşan anne ve fetüs arasındaki bağın doğum sonrası dönemle de alakalı olduğunu bulmuşlardır<sup>[17]</sup>. Ayrıca çocukluk çağı travmalarında da doğum öncesi bağlanmanın etkili olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur<sup>[16,18]</sup>. Özellikle Berthelot ve ark. (2020)'ın yaptığı doğum öncesi bağlanma, ebeveyn güveni ve ebeveyn ruh sağlığı: çocukluk çağı travmasının rolünü inceledikleri çalışmalarında çocuklukta istismar veya ihmal geçmişi olan 91 yetişkini de dahil ettikleri 322 katılımcı ile çalışmayı tamamlamışlardır. Çalışma sonuçlarında çocuklukta istismar veya ihmalin psikolojik sağlığın bozulmasına yol açtığını ve çocuklukta kötü muamele olmasa da kötü psikolojik sağlığın düşük ebeveyn güveni ve doğum öncesi bağlılıkla ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Anne ve fetüsün gelecek yaşantısını etkileyen

bağlanmanın özellikle annenin vücudundaki ve psikolojisinden değişimlere sağlıklı bir biçimde uyum sağlaması gerekmektedir. Bu durum annenin doğmamış bebeğine olumlu duygularını aktarabilmesi için önemli bir yere sahiptir<sup>[19]</sup>. Sadece annelerin değil aynı zamanda babalarında duygusal bağ geliştirmesi önemlidir. Anne ve baba arasında bağlanma ile ilgili farklılar vardır. Annenin fetüse bağlanması babalara göre daha fazla olurken, babaların doğum öncesi dönemde düşük düzeyde olan bağlanması doğumdan sonraki altı ve 12. aylarda daha güçlü olabilmektedir<sup>[20]</sup>. Bu nedenle prenatal bağlanma düzeylerinin babalarda daha dikkatli değerlendirilmesi gerekmektedir. Prenatal bağlanma hem aile hem de bebek sağlığı için ebeveynlerin birlikte değerlendirilmesi önerilebilir.

### 3. BABALARDA PRENATAL BAĞLANMA

Babalıkta annelik gibi prenatal süreçte başlamaktadır<sup>[21]</sup>. Baba-fetal bağlanma, baba kimliğinin temeli olarak kabul edilen, bir teori veya inancın ötesinde, babaya duyulan bir tür sevgi ve şefkat duygusu olarak tanımlanmaktadır<sup>[22]</sup>. Prenatal dönemdeki maternal-fetal bağlanma kadar baba-fetal bağlanma da çocuğun ileriki yaşantısında sosyal ve psikolojik olarak sağlıklı olması için önemlidir<sup>[1]</sup>. Ayrıca ebeveynlerin bağlanma süreci çocuğun doğal gelişiminin ana ögesini oluşturan, sürekli devam eden samimi ve sıcak bir ilişkidir<sup>[5]</sup>. Lamp ve ark.'larına göre baba-bebek bağlanmasında babanın bebeğiyle etkileşimi; babanın doğrudan bebeğiyle ilgilenmesi, ulaşılabilirlik; babanın zihinsel ve/veya fiziksel olarak bebeğine hazır olması ve son olarak sorumluluk; bebeğinin bakım ve konforunun sorumluluğunu üstlenmesi olarak üç önemli özellikten bahsetmiştir<sup>[23,24]</sup>. Babalar gebelik sırasında aslında bu özelliklerle yeni ebeveynlik rollerine, sorumluluklarına ve ilişkilerine yeni uyum süreciyle birlikte bir düzenleme getirmeleri gerekir<sup>[25]</sup>. Babaların bu yeni düzenlemelere uyum sürecinde prenatal dönemde psikolojilerinin kötü olduğu, stres yaşadıkları ve bu dönemde iyileştirilmeleri gerektiği çalışmalarla desteklenmektedir<sup>[2,26,27]</sup>. Rollè ve ark. (2020)'ın Doğum öncesi bağlanma ve perinatal depresyonu inceledikleri sistematik derlemede doğum öncesi bağlanma ile perinatal depresyon arasındaki ilişkiye ilişkin 41 çalışmayı analiz etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre doğum öncesi depresif semptomların doğum öncesi bağlanmayı olumsuz yönde etkilediği, düşük doğum öncesi bağlanma düzeyleri, daha yüksek doğum sonrası depresif belirtilerle ilişkili olduğunu, özellikle erkeklerde bunların dikkatle yorumlanması gerektiğini belirtmişlerdir.

Prenatal dönemde babanın doğmamış çocuğa yönelik tutumları babanın uyruğu, kültürel farklılıkları baba-fetal ilişkisini etkilemektedir<sup>[5]</sup>. Bu dönemde bazı babalar Couvade Sendromu olarak bilinen bulantı, bacak krampları, ruh hali değişikliği ve iştah değişikliği gibi somatik gebelik semptomları yaşayabilir<sup>[21]</sup>. Bu durum babalığa hazırlık ve ebeveynliğe geçiş sürecinde oluşan hormonal değişikliklerinde neden olduğu bir somatik semptom bozukluğu olarak bilinen bir durumdur<sup>[28]</sup>. Bu durum prenatal bağlanmayı da etkilemektedir<sup>[29]</sup>. Bu süreçte baba fetüse bağlanmasıyla birlikte babalık rollerini kabul etmesinin önemli bir parçasını oluşturur. Prenatal bağlanması yüksek düzeyde olan babalar doğum öncesi dönemde eşlerinin bakım ve sağlık davranışlarını destekler. Bu konularla ilgili daha duyarlı olurlar ve doğum sonrası dönemde de çocukları ile daha iyi bir ilişki içerisinde olurlar<sup>[5,6]</sup>. Tokgöz Kekeç ve Dikmen Alan (2023)'in doğum sonrası dönemde anne ve babaların algıladığı sosyal destek ve ikili uyumun anne ve babaya bağlanma ile ilişkisini inceledikleri çalışma sonuçlarında anne ve babalara yönelik sosyal desteğin ve ikili uyumun artmasıyla bebeğe bağlanmanın arttığını

belirlemişlerdir<sup>[30]</sup>. Prenatal dönemde baba bebek bağlanması ne kadar iyi olursa babanın çocuğuna duyduğu sevgi, şefkat ve babalık duygusu da o kadar iyi olacaktır<sup>[5]</sup> Yapılan çalışmalar babanın doğum öncesi psikolojisinin adolesan çağıdaki çocuklarda anksiyete sorunları, depresyon bozuklukları ve antisosyal davranışlarla ilgili olabileceğini belirlemiştir<sup>[25,31]</sup>. Baba-fetüs bağlanmasının desteklenmesi bu nedenle önemlidir. Mir ve ark. (2020)'ın bağlanma davranışlarının baba-fetal bağlanmanın çeşitli boyutlarına etkisini araştırdıkları ve 68 primipar gebenin eşiyle yaptıkları yarı randomize kontrollü saha klinik araştırmalarında eğitim ve danışmalığın hem baba-bebek bağlanmasını güçlendirmede hem de eşinin gebelikteki bakım rollerinin artırılmasında önemli olduğunu bildirmektedir<sup>[22]</sup>. Bu nedenle gebelik sürecinde anne ile babanın da desteklenmesi gereklidir. Baba fetal bağlanma ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Prenatal dönemde anne fetal bağlanma kadar önemli olan baba fetal bağlanmanın araştırmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

#### 4. SONUÇ

Baba- bebek bağlanması hem çiftlerin ilişkileri için hem de fetüsün geleceği için önemli bir konudur. Gebelik oluşmasıyla birlikte babanın değerlendirilmesi oluşabilecek fetal bağlanma sorunlarının önlenmesi için önemlidir. Ebeler gebelerin en önemli danışmanlarından biridir. Gebelik olduğu andan itibaren annelerin ilk ziyareti ile babaların değerlendirilmesi sağlanmalıdır. Bu süreçte babaların; annelerin bakımına katılmaları, kontrol muayenelerine birlikte gitmeleri, ultrasonografi ve fetal monitörizasyon gibi bağlanmayı artıran uygulamalarda babanın yer almasının sağlanması konusunda destek olunmalıdır. Babaların bebekleri ile ilgili duygu düşüncelerini paylaşmalarına izin verilmelidir. Bebeğine dokunma konuşma gibi fetal bağlanmayı artıran uygulamalar konusunda bilgilendirilmelidir. Ayrıca babalara yönelik eğitimler düzenlenmelidir. Babaların sorunlarının dinlenmesi ve bunlara yönelik çözüm önerilerinin getirilmesi de önemlidir. Bu konuyla ilgili araştırmalar artırılması ve gebe ile çalışan sağlık personelinin farkındalığının artırılması önemlidir.

#### 4. KAYNAKÇA

1. Trombetta, T., Giordano, M., Santoniccolo, F., Vismara, L., Della Vedova, A. M., & Rollè, L. (2021). Pre-natal Attachment and Parent-To-Infant Attachment: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology, 12*, 620942. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2021.620942/BIBTEX>
2. Toivo, J., Tulivuo, N., Kanzaki, M., Koivisto, A.-M., Kylvä, J., & Paavilainen, E. (2023). First-Time Parents' Bonding with Their Baby: A Longitudinal Study on Finnish Parents during the First Eight Months of Parenthood. *Children (Basel, Switzerland), 10*(11), 1806. <https://doi.org/10.3390/CHILDREN10111806>
3. Han, S.-Y., & Lee, E. G. (2016). The Relationship between Parental Attribution and Self-Perception in Parenting Roles to Parenting Success or Failure Situations among Mothers of Toddlers. *Korean J of Childcare & Education, 12*(3), 21–39. <https://doi.org/10.14698/jkce.2016.12.03.021>
4. Trombetta, T., Giordano, M., Santoniccolo, F., Vismara, L., Della Vedova, A. M., & Rollè, L. (2021). Pre-natal Attachment and Parent-To-Infant Attachment: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology, 12*, 620942. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2021.620942/BIBTEX>

5. Kohan, S., Salehi, K., & Taleghani, F. (2018). Factors and Interventions Associated with Parental Attachment during Pregnancy in Iran: A Systematic Review. *Int J Pediatr*, 6(49). <https://doi.org/10.22038/ijp.2017.26168.2232>
6. Sarabjit Kaur, M., & Sagar, N. (2017). Comparative study to assess the maternal and paternal fetal attachment among the expectant mothers and fathers. *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology*, 6(7), 3134–3138. <https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&issn=23201770&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA534838643&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext>
7. Kırac, A., Altuntaş, D., Hançar, D., & Akman, G. (2021). Baba Bebek Bağlanmasının Desteklenmesinde Hemşirenin Rolü. *Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(1), 33–40. <https://doi.org/10.47115/jshs.972418>
8. Küğcümen, G., Dönmez Güney, G. Z., Özcanan, Ç., & Erdoğan, N. (2021). Babaların Paternal Adaptasyon Düzeyi ve İlişkili Faktörlerin Belirlenmesi. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, 3(2), 61–66. <https://doi.org/10.48071/sbuhemsirelik.896841>
9. Engin, N., & Kuzlu Ayyıldız, T. (2021). Anne-Bebek Bağlanmasının Annelik Algısı ve Bazı Değişkenlere Göre İncelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 5(3), 583–596. <https://doi.org/10.46237/amusbfd.947004>
10. Uyanık, A., Sadıç, E., & Kaplan, N. (2023). Baba Oluyorum: Değişen Rollerime Uyum Sağlıyorum. *Balkan Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(02), 79–86.
11. Astaraki, L., Jamshidimanesh, M., Behboodi Moghadam, Z., & Haghani, H. (2014). Paternal-Fetal Attachment Behaviors and Associated Factors. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 24(117), 173–183. <http://jmums.mazums.ac.ir/article-1-4457-en.html>
12. Condon, J. T. (1993). The assessment of antenatal emotional attachment: Development of a questionnaire instrument. *British Journal of Medical Psychology*, 66(2), 167–183. <https://doi.org/10.1111/J.2044-8341.1993.TB01739.X>
13. Hicks, L. M., Dayton, C. J., Brown, S., Muzik, M., & Raveau, H. (2018). Mindfulness Moderates Depression and Quality of Prenatal Attachment in Expectant Parents. *Mindfulness*, 9(5), 1604–1614. <https://doi.org/10.1007/S12671-018-0907-2/FIGURES/2>
14. Coşkun, A. M., Okcu, G., & Arslan, S. (2019). The impact of distress experienced during pregnancy on prenatal attachment. *Perinatal Journal*, 27(2), 49–55. <https://doi.org/10.2399/prn.19.0272001>
15. Badem, A., & Mucuk, S. (2022). The effect of self-evaluation of foetal movement and position tracking on prenatal attachment and distress. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 1–10. <https://doi.org/10.1080/02646838.2022.2117290>
16. Arguz Cildir, D., Ozbek, A., Topuzoglu, A., Orcin, E., & Janbakhishov, C. E. (2020). Association of prenatal attachment and early childhood emotional, behavioral, and developmental characteristics: A longitudinal study. *Infant Mental Health Journal*, 41(4), 517–529. <https://doi.org/10.1002/IMHJ.21822>
17. Çınar, N., Yalınzoğlu Çaka, S., Topal, S., & Uslu Yuvacı, H. (2022). Relationship between prenatal and maternal attachment: a longitudinal study from Turkey. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 42(2), 220–227. <https://doi.org/10.1080/01443615.2021.1904223>

18. Berthelot, N., Lemieux, R., Garon-Bissonnette, J., & Muzik, M. (2020). Prenatal Attachment, Parental Confidence, and Mental Health in Expecting Parents: The Role of Childhood Trauma. *Journal of Midwifery & Women's Health*, 65(1), 85–95. <https://doi.org/10.1111/JMWH.13034>
19. Cinar, N., Yalnizoglu Caka, S., Topal, S., Uslu Yuvaci, H., & Erkorkmaz, U. (2017). The Relation of Health-Related Practices of Pregnant Women, Fatigue and Prenatal Attachment. *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan*, 27(11), 693–699. <https://go.gale.com/ps/i.do?p=HRCA&sw=w&issn=1022386X&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA516196616&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext>
20. Della Vedova, A. M., & Burro, R. (2017). Surveying prenatal attachment in fathers: the Italian adaptation of the Paternal Antenatal Attachment Scale (PAAS-IT). *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 35(5), 493–508. <https://doi.org/10.1080/02646838.2017.1371284>
21. Bakermans-Kranenburg, M. J., Lotz, A., Alyousefi-van Dijk, K., & van IJzendoorn, M. (2019). Birth of a Father: Fathering in the First 1,000 Days. *Child Development Perspectives*, 13(4), 247–253. <https://doi.org/10.1111/CDEP.12347>
22. Mir, S., Noori, R., Azimpour, Z., & Torshizi, M. (2020). Investigating the effect of attachment behaviors on various dimensions of paternal-fetal attachment. *Pediatric Anesthesia and Critical Care Journal*, 8(2), 109–114. <https://doi.org/10.14587/paccj.2020.17>
23. Lamb, M. E., Pleck, J. H., Charnov, E. L., & Levine, J. A. (1985). Paternal Behavior in Humans on JSTOR. *American Zoologist*, 25(3), 883–894. <https://www.jstor.org/stable/3883043?seq=1>
24. Aslan, E., Professor, A., Erturk, S., Demir, H., & Aksoy, O. (2017). Fathers' Attachment Status to their Infants. *International Journal of Caring Science*, 10(3), 1410. [www.internationaljournalofcaringsciences.org](http://www.internationaljournalofcaringsciences.org)
25. Rollè, L., Giordano, M., Santoniccolo, F., & Trombetta, T. (2020). Prenatal Attachment and Perinatal Depression: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020, Vol. 17, Page 2644, 17(8), 2644. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17082644>
26. Shorey, S., & Chan, V. (2020). Paternal mental health during the perinatal period: A qualitative systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, 76(6), 1307–1319. <https://doi.org/10.1111/JAN.14325>
27. Serhan, N., Ege, E., Ayrancı, Ü., & Köşgeroğlu, N. (2012). Prevalence of postpartum depression in mothers and fathers and its correlates. *Journal of Clinical Nursing*, 22, 279–284. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2012.04281.x>
28. Chase, T., Fusick, A., & Pauli, J. M. (2021). Couvade syndrome: more than a toothache. *Journal of Psychosomatic Obstetrics & Gynecology*, 42(2), 168–172. <https://doi.org/10.1080/0167482X.2019.1693539>
29. Elkan Kiyat, Z., & Kahyaoğlu Süt, H. (2022). Couvade Syndrome and Nursing Approach . *KASHED*, 8(2), 97–103.
30. Tokgöz Kekeç, H., & Dikmen Alan, H. (2023). The relationship of social support perceived by mothers and fathers and dyadic adjustment with maternal and paternal attachment in the postpartum period. *Developmental Psychobiology*, 65(1), e22358. <https://doi.org/10.1002/DEV.22358>
31. Capron, L. E., Glover, V., Pearson, R. M., Evans, J., O'Connor, T. G., Stein, A., Murphy, S. E., & Ramchandani, P. G. (2015). Associations of maternal and paternal antenatal mood with



offspring anxiety disorder at age 18 years. *Journal of Affective Disorders*, 187, 20–26.  
<https://doi.org/10.1016/J.JAD.2015.08.012>

## DOĞUM ÖNCESİ EĞİTİM VE SINIFLARI

**Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÖZBEK<sup>1</sup>,  
Dr. Öğr. Üyesi Demet ÇAKIR<sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Vasviye EROĞLU<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [h.ozzbek@gmail.com](mailto:h.ozzbek@gmail.com),  
0000-0001-6368-2633

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [demet.cakir@gop.edu.tr](mailto:demet.cakir@gop.edu.tr)-  
0000-0003-4794-516X

<sup>3</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [vasviye.eroglu@gop.edu.tr](mailto:vasviye.eroglu@gop.edu.tr),  
0000-0003-0945-698X

### ÖZET

Ebeveyn olmak çiftlerin için büyük mutluluk kaynağı ve mucizevi bir olaydır. Aynı zamanda bilinmeyenlerle dolu olması nedeniyle korkutucu ve endişe verici bir süreçtir. Sürecin sağlıklı geçirilmesi için bilinçli ebeveynler gebelik süreci, doğum, doğum sonrası süreçleri ve yenidoğanın bakımı ile ilgili doğru ve güncel bilgi arayışı içinde olurlar. Yaşadıkları bu fizyolojik durumlarla ilgili bilgiye ulaşmak konusunda doğum öncesi eğitim sınıflarına ilgi duymaya başlamışlardır. Doğum öncesi eğitim sınıfları ebeveynlere gebelik, doğum, doğum sonrası dönem, yenidoğanın sağlıklı gelişimi, yenidoğan bakımı konularında bilgi vermek, anne ve baba adaylarını doğuma bilinçli bir şekilde hazırlamak ve ebeveynler için oluşacak yeni rutinlerini başlatmalarını desteklemek amacıyla verilen bir hizmettir. Doğum öncesi eğitimin temel amacı ise ebeveynleri ve/veya anneyi yenidoğan bakımına hazırlamak, gebelik, doğum ve doğum sonrası süreçte meydana gelecek başlıca olaylar hakkında bilgi vermek ve oluşabilecek acil durumlar konusunda bilgilendirmektir. Doğum öncesi süreçte verilen eğitim hizmetleri ebeler ve hemşirelerin bağımsız olarak görevlerini yerine getirdikleri gebelik ve doğum sürecine olumlu katkı sağladıkları önemli bir alandır. Doğuma hazırlık sınıflarında eğitimlerin planlanması, yürütülmesi ve etkinliklerinin değerlendirmesi kapsamında önemli sorumlulukları bulunmaktadır. Ebe ve hemşirelerin doğum öncesi eğitim sınıflarında destekleyici yaklaşımları müdahaleli doğum ve sezaryen doğum oranlarını azaltmada etkili olabilmektedir. Ayrıca doğum esnasında kullanılan oksitosin, anestezi ve analjezi gereksinimlerini azaltırken özellikle emzirme ile ilgili başarı oranını artırabilmektedir. Doğum öncesi eğitimle birlikte daha az komplikasyonlu, daha az müdahaleli kendi doğumunu yöneten gebeler, mutlu bir doğum süreci geçirirler. Doğum ekibiyle uyum içinde oldukları için de doğum sonrası süreçte de sağlıklı bir şekilde bebeklerinin bakımlarını yapabilirler. Bu derleme gebe, bebek ve aile sağlığı için önemli olan doğum öncesi eğitime dikkat çekmeyi amaçlamıştır.

**Anahtar kelimeler:** doğum öncesi eğitim sınıfları, ebe, gebe, aile, ebeveyn

### PRE-NATAL EDUCATION AND CLASSES

### ABSTRACT

Becoming parents is a source of great happiness and a miraculous event for couples. It is also a scary and worrying process because it is full of unknowns. In order to have a healthy process,



conscious parents seek accurate and up-to-date information about pregnancy, birth, postpartum processes and newborn care. They have become interested in prenatal education classes to access information about these physiological conditions they experience. Prenatal education classes are a service provided to inform parents about pregnancy, birth, postpartum period, healthy development of the newborn, and newborn care, to consciously prepare expectant mothers and fathers for birth, and to support parents in starting their new routines. The main purpose of prenatal education is to prepare parents and/or mothers for newborn care, to provide information about the main events that will occur during pregnancy, birth and the postnatal period, and to inform them about emergencies that may occur. Educational services provided during the prenatal period are an important area in which midwives and nurses perform their duties independently and contribute positively to the pregnancy and birth process. They have important responsibilities within the scope of planning, conducting and evaluating the activities of training in birth preparation classes. Interventional birth, along with supportive approaches in prenatal education classes of midwives and nurses, can be effective in reducing cesarean delivery rates. In addition, oxytocin used during birth may reduce anesthesia and analgesia requirements, while the success rate especially regarding breastfeeding may increase. Pregnant women who manage their own birth with fewer complications and fewer interventions, with prenatal education, have a happy birth process. Pregnant women who manage their own birth with fewer complications and fewer interventions, with prenatal education, have a happy birth process. Since they are in harmony with the birth team, they can take care of their babies in a healthy way during the postnatal period. This review aims to draw attention to prenatal education, which is important for pregnant, baby and family health.

**Keywords:** prenatal education classes, midwife, pregnant, family, parent

## 1. GİRİŞ

Ebeveyn olmak çiftlerin için büyük mutluluk kaynağı ve mucizevi bir olaydır<sup>[1,2]</sup>. Aynı zamanda bilinmeyenlerle dolu olması nedeniyle korkutucu ve endişe verici bir süreçtir<sup>[1]</sup>. Gebelik fizyolojik bir olay olmasına rağmen kadında görülen psikolojik, fizyolojik, sosyal değişikliklerin stresiyle birlikte doğum stresinin de eklendiği bir süreçtir <sup>[2-4]</sup>. Bu süreçte ebeveynler yeni rollerine uyum sağlarken tüm hayatlarını değiştirmeleri ve yeni doğacak bebeğe göre düzenlemeleri gerekmektedir<sup>[4]</sup>. Bu değişim ebeveynleri psikolojik olarak etkilemekte hem anne adayında hem de baba adayında stres, kaygı ve endişelere neden olmaktadır<sup>[5]</sup>. Özellikle annenin bu dönemdeki stresinin nedenleri arasında bilgi eksikliği, doğum öncesinde bilinmeyen konularla karşı karşıya kalması, doğum süreci ve olumsuz doğum hikayeleri sayılabilir. Korku ve kaygının artmasıyla stres hormonlarının salgılanması artar. Artan hormonlar nedeniyle preterm eylem, doğum eyleminin uzaması, düşük doğum ağırlıklı yenidoğan ve fetal hipoksi gelişebilmektedir<sup>[4]</sup> Bu nedenle annelerin gebeliğe hazırlıklı olmaları gebelik ve doğum sürecinin daha az komplikasyonlu, eğlenceli geçirilmesine yardımcı olur. Yine doğum sürecinde doğumun kolay bir şekilde gerçekleşmesini, tıbbi müdahalelerin azalmasını ve bununla birlikte sonraki süreçlerde yaşam kalitelerinin yükselmesini sağlamaktadır<sup>[5]</sup>.

Sürecin sağlıklı geçirilmesi için bilinçli ebeveynler gebelik süreci, doğum, doğum sonrası süreçler ve yenidoğanın bakımı ile ilgili doğru ve güncel bilgi arayışı içindedirler. Doğru bilgi için de sağlık personeli arayışı içine girerler. Bu arayışta yaşadıkları bu fizyolojik durumlarla ilgili bilgiye ulaşmada doğum öncesi eğitim sınıflarına yönelmelerini sağlar [6]. Doğum öncesi eğitim sınıfları ebeveynlere gebelik, doğum, doğum sonrası dönem, yenidoğanın sağlıklı gelişimi, yenidoğan bakımı konularında bilgi vermek, anne ve baba adaylarını doğuma bilinçli bir şekilde hazırlamak ve ebeveynlerin oluşacak yeni rutinlerini başlatmaları için desteklemek amacıyla verilen bir hizmettir<sup>[6,7]</sup>. Bu hizmet gelişmiş ülkelerde rutinde devam ederken gelişmekte olan ülkelerde ise yeni yeni rutine girmeye başlamıştır<sup>[7]</sup>.

Literatürde doğum öncesi eğitim sınıflarının faydalarını destekleyen birçok çalışma mevcuttur. Hji pour ve ark.'ları (2017) doğum öncesi eğitimlerin kadınların yaşam kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yarı deneysel olarak 100 kadınla yaptıkları çalışmada doğum öncesi eğitim alan kadınların psikolojik durumlarının daha iyi olduğunu, annelerin sağlığı ve yaşam kalitelerini artırmak için gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Doğum öncesi eğitim alan kadınların yaşam kaliteleri ve sağlık durumlarıyla ilgili olarak mutlu süreç geçirirler, memnuniyet düzeyleri artmaktadır<sup>[8]</sup>. Türkiye'de doğum eğitiminin gebeliğe uyum süreci, doğumla ilgili kaygı, vajinal doğum oranı ve anneliğe uyumu üzerindeki etkisini inceledikleri yarı deneysel vaka-kontrol çalışmalarında doğum eğitim sınıflarının gebelerin bilgilerini artırarak gebelik, doğum ve doğum sonrası sürece olumlu katkı sağladıklarını belirlemişlerdir<sup>[9]</sup>. Yapılan diğer çalışmalarda da doğum korkusunu azalttığı, vajinal doğum oranlarını artırdığı, olumlu doğum deneyimlerini artırdığı, doğum sürecini kendisi yönetebildiği için sağlıklı ve mutlu bir doğum yaşadığı belirlenmiştir<sup>[2,10,11]</sup>.

Doğum öncesi eğitimle birlikte daha az komplikasyonlu, daha az müdahaleli kendi doğumunu yöneten gebeler, mutlu bir doğum süreci geçirirler. Doğum ekibiyle uyum içinde oldukları içinde doğum sonrası süreçte de sağlıklı bir şekilde bebeklerinin bakımlarını yapabilirler. Bu derleme gebe, bebek ve aile sağlığı için önemli olan doğum öncesi eğitime dikkat çekmeyi amaçlamıştır.

## 2. DOĞUM ÖNCESİ EĞİTİM SINIFLARI

Dünya genelinde sezaryen oranları artma eğiliminde devam etmektedir. Gebeler tıbbi endikasyon olmadan normal doğumla ilgili korkuları nedeniyle sezaryen doğuma yönelmektedirler<sup>[9]</sup>. Bunun nedenleri arasında doğum ağrısı, bilinmezlik ve olumsuz doğum hikâyeleri sayılabilir. Bu süreçte doğum yöntemine karar vermeye çalışan kadınlar sosyal medyadan, arkadaşlarından ve sağlık personelinden etkilenmektedir<sup>[12,13]</sup>. Özellikle ilk kez anne olacaklar için bilinmezlik doğum tercihlerini etkilemektedir. Bu süreçlerin olumsuz bilgilendirme ile ilerlemesi sonucunda da “anne istemiyle” sezaryen gerçekleştirilebilmektedir<sup>[12,14]</sup>. Bu nedenle dünyanın birçok yerinde gebelere rutin olarak doğum öncesi dönemde doğum öncesi, doğum, yenidoğan bakımı vb. konularda yüz yüze eğitimler verilmektedir<sup>[4,15]</sup>. Bu eğitimler için doğum öncesi eğitim sınıfları veya gebe sınıfları olarak adlandırılan eğitim sınıfları mevcuttur. Sağlık Bakanlığı da bazı illerdeki kamu hastanelerinde “Gebe Okulları” ve “Gebe Sınıfları” adı altında çalışmalara başlamıştır ve eğitimler başarılı bir şekilde gerçekleştirilmeye devam etmektedir<sup>[11]</sup>. Doğum eğitim sınıfları anne ve baba adaylarını

gebelik, doğum ve doğum sonrası sürece bilinçli bir şekilde hazırlanmak, ebeveyn rolleriyle birlikte yeni rutinlerine alışmalarını, bebeğin sağlıklı gelişimi ve doğum sonrasında bakımı ile ilgili bilgi sağlamaktadır<sup>[6]</sup>. Doğum öncesi eğitimin temel amacı ise ebeveynleri ve/veya anneyi yenidoğan bakımına hazırlamak, gebelik, doğum ve doğum sonrası süreçte meydana gelecek başlıca olaylar hakkında bilgi vermek ve oluşabilecek acil durumlar konusunda bilgilendirmektir<sup>[16]</sup>.

Doğum öncesi eğitimlerde aileyi bir bütün olarak ele alarak yeni koşullara uyum, yeni durumla baş etme yeteneği kazandırarak aileye canlılık ve mutluluk sağlar. Aile sağlığına yönelik durumlarda aile üyelerinin aktif katılımını sağlayarak sorunlarla birlikte baş etme yeteneği kazandırır. Doğum ve doğum ağrısıyla baş etme yolları ile ilgili temel bilgiler edinmelerine yardımcı olur. Ayrıca gebeliği kabullenme, yenidoğan sağlığı ve bakımı ile ilgili bilgilerle ailelerin bu konudaki endişelerinin azalmasını sağlar<sup>[5]</sup>. Bu süreçte gebeler doğum yapacakları ortamı görerek, birlikte ekip olarak doğum sürecini yöneteceği ebelerle tanışma fırsatı bulurlar. Böylece maternal bağlanmanın artmasını, doğum korkusu azalmasını, doğum algılarının olumlu yönde değişmesi, postpartum dönemde yaşam kalitesinin artmasını ve daha mutlu bir lohusalık süreci geçirmelerini sağlamaktadır<sup>[10]</sup>.

Doğum öncesi eğitim sınıflarının faydaları literatürde birçok çalışmayla desteklenmektedir. Balasoiu ve ark.'larının (2021) Romanya'da doğum öncesi eğitimin kadınların gebelik ve doğum sonrası yaşam algısına etkilerini inceledikleri çalışmalarında doğum öncesi eğitim sınıflarına katılan kadınların yaşam algılarının daha yüksek düzeyde olduğu, eğitimin faydalarını kabul ettiklerini belirlemişlerdir. Ayrıca emzirme, yenidoğan bakımı gibi konuların faydalı olduğunu da ifade etmişlerdir<sup>[16]</sup>. Diğer bir çalışmada Japonya'da doğum öncesi eğitim programının doğum sonrası depresyon ve anne güvenine etkilerini araştırdıkları boylamsal yarı deneysel çalışmada doğum öncesi eğitim programının doğum sonrası depresyonu azalttığı ve anne güvenini artırdığı ifade edilmiştir. Bu çalışmayla doğum öncesi eğitimin doğum sonrası depresyonun önlenmesinde ve ebeveynlik güveninin artırılmasında olumlu bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir<sup>[17]</sup>. Doğum öncesi eğitimin gebelikte şikayetlere ve yaşam kalitesine etkisini belirlemeye yönelik yapılan çalışmada da doğum öncesi eğitimin verilmesinin gebelerin şikayetlerini azalttığını ve yaşam kalitesini arttırdığını bulmuşlardır<sup>[3]</sup>. Ayrıca yapılan birçok çalışmada doğum öncesi eğitim sınıflarının doğum korkusunu azalttığı, vajinal doğum oranlarını artırdığı, olumlu doğum deneyimlerini artırdığını belirlenmiştir<sup>[2,10,11,18]</sup>.

Pınar ve ark.'larının (2018) yaptıkları çalışmada da doğum öncesi eğitim sınıfına katılan katılımcılarının doğumla ilgili daha az kaygıya sahip oldukları, bilgi düzeylerinin daha yüksek olduğu, hamilelik ve doğum sonrası sürece daha hızlı uyum sağladıkları; ayrıca doğum ağrısı ve eylem konusunda olumlu geri bildirim verebildikleri, emzirmeye daha erken başlayabildikleri belirlenmişlerdir. Doğum eğitim sınıfları gebelerin bilgi düzeyini arttırdığını, gebelik, doğum ve doğum sonrası sürece olumlu katkı sağladığını ifade etmişlerdir<sup>[19]</sup>.

Doğum öncesi sınıflar çalışmalarda da görüldüğü gibi gebelerin bilgi düzeylerini artırarak gebelik sürecinin olumlu geçirilmesinde önemlidir.

### 3. DOĞUM ÖNCESİ EĞİTİM SINIFLARI VE EBELER

Gebeliğin oluşumuyla birlikte kadınlar gebelikte vücutlarında gerçekleşen değişimler, yapılacak tetkikler, gebelik sürecindeki rutin testler, muayene ve kontroller hakkında bilgilere sağlık personeli aracılığı ile ulaşmaya ihtiyacı duyarlar. Dolayısıyla prenatal ya da antenatal süreçteki bakım hizmetlerinin ebe, hemşire ve hekimler tarafından verilmesi önemlidir<sup>[7]</sup>. Doğum öncesi süreçte verilen eğitim hizmetleri ebe ve hemşirelerin bağımsız olarak görevlerini yerine getirdikleri gebelik ve doğum sürecine olumlu katkı sağladıkları önemli bir alandır<sup>[10]</sup>. Doğuma hazırlık sınıflarında eğitimlerin planlanması, yürütülmesi ve etkinliklerinin değerlendirilmesi kapsamında da önemli sorumlulukları bulunmaktadır<sup>[11]</sup>. Ayrıca gebelere bilinçli doğum öncesi bakım sağlamada önemli rol oynamaktadır<sup>[19]</sup>. Özellikle doğum öncesi dönemde gebelerin gereksinimlerini, korkularını, ihtiyaç duydukları konuları belirlemelerini ve güven duygusu geliştirmelerini kolaylaştıran önemli bir alandır<sup>[10]</sup>. Ayrıca ebe ve hemşireler doğuma hazırlık eğitimlerinin içerisinde bulunan doğum sonrası süreçte bebek-anne için önemli konulardan biri olan anne sütü ve emzirme eğitimiyle ilk emzirmenin erken dönemde başlatılması ve etkinliği için kilit rol oynamaktadır<sup>[20]</sup>. Ebe ve hemşireler doğum öncesi eğitim sınıflarındaki destekleyici yaklaşımları müdahaleli doğum ve sezaryen doğum oranlarını azaltmada etkili olabilmektedir. Ayrıca doğum esnasında kullanılan oksitosin, anestezi ve analjezi gereksinimlerini azaltırken özellikle emzirme ile ilgili başarı oranını artırabilmektedir<sup>[11]</sup>. Bu süreçte ebe ve hemşireler güncel, kadınlara yönelik bilgilendirmeyi kolaylaştırmaktadır<sup>[13]</sup>. Bu nedenle doğum öncesi eğitim sınıflarının sayıları artırılmalı ve bu alanlarda gebe, anne ve bebek sağlığında kilit rolleri olan ebelerin çalışmalarının desteklenmesi sağlanmalıdır.

#### 4. SONUÇ

Doğum öncesi eğitim sınıfları ebeveynlerin doğru bilgiye ulaşabildikleri önemli hizmet alanları arasında yer almaktadır. Gebelik, doğum öncesi, doğum, doğum sonrası, yenidoğan sağlığı ve bakımı konularında ailelerin endişelerini gidermektedir. Sezaryen doğumu azaltmaya yönelik annelerin normal doğumla ilgili bilgi vermektedir. Böylece normal doğumu desteklemektedir. Bu süreçte ebeler ve hemşireler kilit rollere sahiptir. Sürecin sağlıklı bir şekilde geliştirilmesi için verilen eğitimlerle annelere bilinmezlikten doğan kafa karışıklıklarında yön vermektedir. Ailelere sürekli hizmet verildiği için sorularına yönelik cevaplara rahatlıkla ulaşabilmektedir. Bu nedenle ülkemizde bazı devlet hastanelerinde bulunan doğum öncesi eğitim sınıflarının sayıları artırılmalı ve bu alanlarda ebe ve hemşirelerin eğitimlerle desteklenmesi sağlanmalıdır. Gebelerin de doğum öncesi eğitim sınıfları konusunda bilgilendirilmeleri ve bu hizmeti kullanmaları desteklenmelidir. Doğum öncesi eğitim sınıflarının hizmetleri ile ilgili olarak medya kullanılarak daha geniş kitleye hizmet tanıtılmalıdır. Böylece sezaryen doğumlar azalarak doğum sonrası süreçte sağlıklı ve mutlu lohusaların sayısı artacaktır.

#### KAYNAKÇA

1. Tok, A., & Sakallıoğlu, H. (2021). Gebe Okulları Doğum Korkusunu Azaltmada Etkili Bir Uygulama mıdır? *Kafkas J Med Sci*, 11(1), 52–56. <https://doi.org/10.5505/kjms.2021.79989>
2. Nur TUNA, G., Karataş, A., Bilge, Ç., & Çelik, D. (2021). Gebe Eğitim Sınıfının Doğum ve Doğum Sonrası Sürece Etkisi: Olgu Sunumu. *BAUN Sağ Bil Derg*, 10(1), 85–90.

3. Yıkar, S. K., & Nazik, E. (2019). Effects of prenatal education on complaints during pregnancy and on quality of life. *Patient Education and Counseling*, 102(1), 119–125.  
<https://doi.org/10.1016/J.PEC.2018.08.023>
4. Firouzbakht, M., Nikpour, M., & Khafri, S. (2014). The Effect of Prenatal Education on the Process of Childbirth. *Scimetr.*, 2(4), 17361. <https://doi.org/10.5812/scimetr.17361>
5. Hajipour, L., Mohtasham Amiri, Z., Montazeri, A., Torkan, B., & Tabaghdehi, M. H. (2017). The Effects of Prenatal Classes on the Quality of Life in Pregnant Women. *Journal of Holistic Nursing and Midwifery*, 27(1).
6. Nazik, E., Karacay Yıkar, S., & Var, E. (2017). Effect of childbirth education classes on prenatal attachment. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 4(2), 73.  
[www.prosoc.eu](http://www.prosoc.eu)
7. Altıparmak, S., & Coşkun, A. M. (2016). Doğum öncesi verilen eğitimin gebenin bilgi düzeyi ile memnuniyet durumuna etkisi. *Journal of Human Sciences*, 13(2), 2610–2624. <https://www.j-humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/3744>
8. Çankaya, S., & Şimşek, B. (2020). Effects of Antenatal Education on Fear of Birth, Depression, Anxiety, Childbirth Self-Efficacy, and Mode of Delivery in Primiparous Pregnant Women: A Prospective Randomized Controlled Study. *Clinical Nursing Research*, 30(6), 818–829.  
<https://doi.org/10.1177/1054773820916984>
9. Pinar, G., Avsar, F., & Aslantekin, F. (2016). Evaluation of the Impact of Childbirth Education Classes in Turkey on Adaptation to Pregnancy Process, Concerns About Birth, Rate of Vaginal Birth, and Adaptation to Maternity: A Case-Control Study.  
<https://doi.org/10.1177/1054773816682331>, 27(3), 315–342.  
<https://doi.org/10.1177/1054773816682331>
10. Akın, B., Yeşil, Y., Yücel, Ü., & Boyacı, B. (2016). Doğum Öncesi Eğitim Sınıflarında Verilen Eğitimlerin Gebelerin Doğum Korku Düzeyi Üzerine Etkisi . *Life Sciences*, 13(2), 11–20.  
<https://doi.org/10.17367/JACSD.2016823639>
11. Buran, G., Olgaç, Z., & Karaçam, Z. (2020). Doğuma Hazırlık Sınıflarının Kadınların Doğum Şekli, Korkusu ve Deneyimine Etkisi: Sistemantik Derleme. *Life Sciences*, 15(4), 41–54.  
<https://doi.org/10.12739/NWSA.2020.15.4.4B0035>
12. Karkın, P. Ö., Sezer, G., Şen, S., & Duran, M. (2021). Gebe Bilgilendirme Sınıfının Doğum Şekline Etkisi. *Kocaeli Med J*, 10(2), 156–159. <https://doi.org/10.5505/KTD.2021.10692>
13. Soriano-Vidal, F. J., Vila-Candel, R., Soriano-Martín, P. J., Tejedor-Tornero, A., & Castro-Sánchez, E. (2018). The effect of prenatal education classes on the birth expectations of Spanish women. *Midwifery*, 60, 41–47. <https://doi.org/10.1016/J.MIDW.2018.02.002>
14. Çelikel, Ö. Ö. (2022). Gebe Okuluna Başvuran Gebelerin Sosyodemografik Özellikleri, Doğum Şekilleri ve Emzirme Sürelerinin İncelenmesi. *KSU Medical Journal*, 17(1), 53–58.  
<https://doi.org/10.17517/ksutfd.826849>
15. Chae, J. M., & Kim, H. K. (2021). Internet-based prenatal interventions for maternal health among pregnant women: A systematic review and meta-analysis. *Children and Youth Services Review*, 127, 106079. <https://doi.org/10.1016/J.CHILDYOUTH.2021.106079>



16. Balasoiu, A. M., Olaru, O. G., Sima, R. M., & Ples, L. (2021). How Did Prenatal Education Impact Women's Perception of Pregnancy and Postnatal Life in a Romanian Population. *Medicina 2021, Vol. 57, Page 581, 57(6)*, 581. <https://doi.org/10.3390/MEDICINA57060581>
17. Shimpuku, Y., Iida, M., Hirose, N., Tada, K., Tsuji, T., Kubota, A., Senba, Y., Nagamori, K., & Horiuchi, S. (2022). Prenatal education program decreases postpartum depression and increases maternal confidence: A longitudinal quasi-experimental study in urban Japan. *Women and Birth, 35(5)*, e456–e463. <https://doi.org/10.1016/J.WOMBI.2021.11.004>
18. Bahrami, N., Simbar, M., & Bahrami, S. (2013). The Effect of Prenatal Education on Mother's Quality of Life during First Year Postpartum among Iranian Women: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Fertility & Sterility, 7(3)*, 169. [/pmc/articles/PMC3914493/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3914493/)
19. Pinar, G., Avsar, F., & Aslantekin, F. (2018). Evaluation of the Impact of Childbirth Education Classes in Turkey on Adaptation to Pregnancy Process, Concerns About Birth, Rate of Vaginal Birth, and Adaptation to Maternity: A Case-Control Study. *Clinical Nursing Research, 27(3)*, 315–342. <https://doi.org/10.1177/1054773816682331>
20. Yılmaz Esencan, T., Karabulut, Ö., Yıldırım, A. D., Abbasoğlu, D. E., Külek, H., Şimşek, Ç., Ünal, A. K., Küçükoglu, S., Ceylan, Ş., Yavrutürk, S., & Kılıçcı, Ç. (2018). Doğuma Hazırlık Eğitimi Alan Gebelerin Doğum Şekli, İlk Emzirme Zamanı ve Ten Tene Temas Tercihleri. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi, 26(1)*, 31–43. <https://doi.org/10.26650/FNJN.387192>





## SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA MENSTRUAL HİJYEN ÜRÜNLERİNE BİR ALTERNATİF: MENSTRUAL KAP

Dr. Öğr. Üyesi, Vasviye EROĞLU<sup>1</sup>,

Öğr. Gör., Arslan SAY<sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Demet ÇAKIR<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, [vasviye.eroglu@gop.edu.tr](mailto:vasviye.eroglu@gop.edu.tr) - 0000-0003-0945-698X

<sup>2</sup>Amasya Üniversitesi, [arslan.say@amasya.edu.tr](mailto:arslan.say@amasya.edu.tr) - 0000-0001-5454-3105

<sup>3</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, [demet.cakir@gop.edu.tr](mailto:demet.cakir@gop.edu.tr) - 0000-0003-4794-516X

### ÖZET

Dünya nüfusunun yaklaşık %26'sı menstruasyon gören bireylerden meydana gelmektedir. Menstruasyon doğal ve sağlıklı bir bedensel süreçtir ve her gün yaklaşık 800 milyon kişi regl olmaktadır (Harrison & Tyson, 2023). Menstrual hijyen yönetimi temel bir cinsel sağlık ve üreme sağlığı hakkıdır. Ancak tampon ve ped gibi tek kullanımlık menstrual hijyen ürünleri, dünya genelinde tek kullanımlık plastik atıkların önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Menstrual hijyen ürünlerinin %90'a kadarı plastik içermektedir. Ortalama 40 yıl boyunca aylık olarak menstruasyon gören bir kişi, yıllık 5-15 bin arasında ped ve/veya tampon kullanmaktadır. Bu, kabaca 10.000 kg çöp ve 212 kg karbon ayak izi anlamına gelmektedir. Aslında tıbbi atık olarak ayrıştırılması gereken bu atıklar, ayrıştırmanın maliyetinin yüksek olması nedeniyle çöplüklere, denizlere, nehirlere veya plajlara atılmaktadır. Tek bir hijyenik ürünün çöp sahasına girdikten sonra doğada ayrışması 500 ila 800 yıl sürmektedir. Bu korkutucu tablo tekrar kullanılabilen menstrual kapların önemini ortaya koymaktadır.

Menstrual kap, menstruasyon sırasında kanı hipoalerjenik tıbbi silikonla yapılmış bir kap içine toplayan, vajen içine yerleştirilen esnek ve yeniden kullanılabilen menstrual hijyen ürünüdür. Yapılan çalışmalarda tek kullanımlık menstrual hijyen ürünlerine göre daha az enfeksiyon riski barındırması, on yıla kadar kullanımı, uygun maliyeti ve çevreye olumlu katkısı ile önemli bir hijyen ürünüdür. İlk patentinin 1867'de alınmasına rağmen tek kullanımlık ürünlere kıyasla reklamının yapılmaması ve yaygın olmaması tüketim piyasasında tek kullanımlık ürünlerin pazar payının yüksek olmasıyla açıklanabilir.

Bu derlemenin amacı son yıllarda sosyal medya aracılığı ile yayınlan menstrual hijyen ürünlerinin faydaları ve kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik farkındalık oluşturmaktır.

**Anahtar Kelime:** Menstrual Kap, Menstrual Hijyen, Sürdürülebilirlik

## SUMMARY

Approximately 26% of the world's population consists of individuals who menstruate. Menstruation is a natural and healthy bodily process, and approximately 800 million people menstruate every day (Harrison & Tyson, 2023). Menstrual hygiene management is a fundamental sexual and reproductive health right. However, disposable menstrual hygiene products such as tampons and pads constitute a significant portion of single-use plastic waste worldwide.

Up to 90% of menstrual hygiene products contain plastic. A person who has been menstruating monthly for an average of 40 years uses between 5-15 thousand pads and/or tampons annually. This translates to roughly 10,000 kg of garbage and 212 kg of carbon footprint. In fact, these wastes, which should be separated as medical waste, are thrown into landfills, seas, rivers or beaches due to the high cost of separation. It takes 500 to 800 years for a single hygienic product to decompose in nature after entering a landfill. This frightening picture reveals the importance of reusable menstrual cups.

Menstrual cup is a flexible and reusable menstrual hygiene product placed inside the vagina, which collects the blood during menstruation into a container made of hypoallergenic medical silicone. According to studies, it is an important hygiene product with less risk of infection than disposable menstrual hygiene products, its use for up to ten years, its affordable cost and its positive contribution to the environment. Although the first patent was received in 1867, the fact that it is not advertised and not widespread compared to disposable products can be explained by the high market share of disposable products in the consumer market.

The aim of this review is to raise awareness about the benefits and popularization of the use of menstrual hygiene products published through social media in recent years.

**Keywords:** Menstrual Cup, Menstrual Hygiene, Sustainability

Dünya nüfusunun yaklaşık %26'sı menstruasyon gören bireylerden meydana gelmektedir. Menstruasyon doğal ve sağlıklı bir bedensel süreçtir ve her gün yaklaşık 800 milyon kişi regl olmaktadır (Harrison & Tyson, 2023). Bu yüzden menstrual hijyen yönetimi temel bir cinsel sağlık ve üreme sağlığı hakkıdır. DSÖ ve UNICEF menstrual hijyeni yönetimini; menstruasyon döneminde "kanı emmek veya toplamak için temiz menstruasyon ürününe sahip olma, menstruasyon boyunca gerektiği sıklıkta gizlilik içinde malzemesini değiştirebilme, hijyen sağlamak için sabun ve su kullanarak temizlenme" hakkına sahip olma şeklinde tanımlamaktadır (WHO, UNICEF, 2023).

Menstual hijyen ürünlerinin çevresel etkisini ölçmek karmaşık bir süreçtir ve bu konuları araştıran bilimsel literatürde ciddi bir eksiklik mevcuttur. Tek kullanımlık pedler ve tamponlar çoğunlukla pamuk, suni ipek, sentetik elyaflardan ve polyester gibi plastiklerden üretilmektedir. Ped, tampon veya ambalajlarının üretim süreçlerinde fosil yakıt tüketilmekte ve

çevrede tonlarca plastik atık oluşmasına sebep olmaktadır (Harrison & Tyson, 2023). Ülkemizde menstruasyon hijyen ürünü olarak ped kullanan kadınların sayısı yaklaşık 20 milyondur. Kadınların %90'ına yakınının ortalama menstrüasyon süresinin 5 gün ve günlük ped değişme ortalamasının 3 olduğu göz önüne alındığında, her kadının bir menstrüel döngüde ortalama 15, bir yılda ortalama 195 adet ped kullandığı görülmektedir (Argan, Demiray, & Mersin, 2023). Bu doğrultuda pedlerin %90'a kadar plastik içerebildiği göz önüne alındığında ülkemizde her yıl yaklaşık 4 milyar adet ped doğaya atılmaktadır. Tek kullanımlık pedlerin çöp sahalarında parçalanmasının 500 ila 800 yıl sürdüğü tahmin edilmektedir ve plastik gibi malzemeler hiçbir zaman gerçek anlamda yok olmamaktadır (Notten, Gower, & Lewis, 2022). Her adet gören kişinin yaşamları boyunca 5.000 ile 15.000 arasında ped ve tampon kullanıp atacağı göz önüne alındığında, bu ciddi bir endişe kaynağıdır. Sürdürülebilir çevre sağlığı boyutunda değerlendirildiğinde kadınların menstrüel dönemde ped kullanımı ciddi bir atık ve mali yük getirmektedir (Argan, Demiray, & Mersin, 2023).

Farklı hijyenik ürünlerin çevresel etkilerinin karşılaştırıldığı mevcut araştırmalardan, tek kullanımlık menstrüel hijyen ürünlerinin, üretiminden kaynaklanan mineral/fosil yakıt tüketimi, karbon ayak izi ve ürettiği atık miktarı fazlalığı nedeniyle en yüksek çevresel etkiye neden olduğu bildirilmiştir. Tek kullanımlık ürünlerin kendilerine ek olarak, bu ürünlerin ambalajları da önemli bir atık kaynağıdır, zira her bir ped ayrı ayrı plastiklere sarılmaktadır (Harrison & Tyson, 2023). Tek kullanımlık menstrüel hijyen ürünlerinin çeşitli bileşimleri ve kullanım sonrasında organik maddelerin varlığı, bunların geri dönüşümünü de teknik ve ekonomik açıdan yüksek maliyetli hale getirmektedir. Buna ek olarak, tek kullanımlık hijyen ürünleri bazen dikkatsizce ve yanlış şekilde tuvalete atılmakta, kanalizasyonları tıkamakta, su baskınlarına neden olmakta, tatlı su ve deniz ortamlarını kirletmektedir (Cooper, 2021). Dünya çapında en sık kullanılan menstrüel ürünleri tek kullanımlık plastik ürünlerden oluşmaktadır. Pek çok kadın menstruasyon hijyen ürünleri konusunda seçim yapma lüksüne sahip değildir. Ayrıca kültürel özellikler menstruasyon hijyen ürün kullanımını etkilemektedir. Örneğin bazı kültürlerde menstrüel hijyen ürünü olarak tampon kullanımının uygunsuz olduğu düşünülmektedir (Cooper, 2021). Ayrıca müslüman toplumlarda vajen içine yerleştirilerek kullanılan ürünlerin bekareti bozduğu inancından dolayı cinsel deneyim yaşamamış kızlar için uygun değildir.

Son yıllarda dünya çapında hem gelişmiş, hem de gelişmekte olan ve düşük gelirli ülkelerde, menstruasyon hijyen ürünlerine erişim üzerine farkındalık çalışmaları göze çarpmaktadır. Örneğin İskoçya, Yeni Zelanda, Avustralya, Kanada, ABD, Fransa, Kenya, Uganda ve Zambiya gibi ülkelerde okullarda veya kamu kuruluşlarında ücretsiz tek kullanımlık menstrüel hijyen ürünü temin etmektedir (Harrison & Tyson, 2023; The Scottish Parliament, 2023). Bireylerin menstrüel hijyen ürünlerine erişimleri konusunda farkındalıklar artmakla birlikte toplumların farklı menstruasyon ürünü seçeneklerine sahip olmasını sağlayan çok az girişim vardır. Tüketicinin tek kullanımlık ürünleri düzenli olarak yeniden satın alması, yeniden kullanılabilen ürünlere göre daha yüksek bir kazanç potansiyeline sahiptirler. Tüketim dünyasında şirketlerin daha fazla ve sürekli kazanç sağlama isteği tek kullanımlık malzemelerin neden yeniden kullanılabilenlerden daha popüler hale geldiğini açıklamaya yardımcı olmaktadır. Ayrıca ped ve tamponların üretiminden tüketimine kadar geçen süreçte oluşan

karbon ayak izi ve tıbbi bir atık olarak bertaraf edilmesi gerekirken evsel atık olarak atılması sürdürülebilirlik kapsamında önemli halk sağlığı sorunlarıdır. Petlerin kullanımına alternatif ve çevreci bir ürün olarak son yıllarda menstrual kaplar giderek önem kazanmaktadır (Peberdy, Jones, & Green, 2019).

Menstrual kap, menstruasyon sırasında kanı hipoalerjenik tıbbi sliksandan yapılmış bir kap içine toplayan, vajen içine yerleştirilen esnek ve yeniden kullanılabilen menstrual hijyen ürünüdür (Dündar & Özsoy, 2020; Arenas-ve ark., 2020). Emici olmayan silikon kauçuktan yapıldığından enfeksiyon, alerji ve pişiğe neden olmaz (Peter & Abhitha, 2021). İlk patenti 1867'de Amerika Birleşik Devletleri'nde alınmış ve yıllar sonra 1937'de Leona Chalmers ilk ticari prototipinin patentini almıştır. Piyasadaki uzun geçmişine rağmen pek çok kadının hâlâ varlığından habersizdir. Şirketlerin kazançları ve tüketim devamlılığının sağlanması için tek kullanımlık menstrual hijyen ürünlerine (ped, tampon) sıklıkla yer verilirken 10 yıla kadar tekrar kullanılabilen menstrual kaplar bu reklamlarda yer almamaktadır (Peberdy, Jones, & Green, 2019). Farklı boyutlarda üretilen ve ortalama 6 cm uzunluğunda olan kaplar 10 ile 38 cm<sup>3</sup> depolama kapasitesine sahiptir. Dört ila on iki saatte bir boşaltılması yeterli olan ve yeniden kullanım için suyla yıkanması önerilen menstrual kap kullanımını oldukça kolaydır (Arenas-Gallo ve ark., 2020). Menstruasyon sonrası bir sonraki menstrual döngüye kadar su ve sabunla yıkanıp küçük bir kaptan en az 5 dakika kaynatılarak temizlenmesi yeterli olmaktadır (Wunsch, Green, & Phillips-Howard, 2022). Yapılan çalışmalar menstrual kapların, enfeksiyon riski ve sızıntı yönünden ped ve tamponlara göre anlamlı bir farklılık olmadığını, menstrual kapların daha pratik olma, koku yapmama, kıyafetlerden görülme ve maliyet yönünden diğer tek kullanımlık ürünlere göre kullanışlı olduğunu göstermektedir (Peter & Abhitha, 2021; Dündar & Özsoy, 2020).

Sonuç olarak menstrual dönemde farklı hijyen ürünleri mevcut olsa da en yaygın kullanılan menstrual hijyen ürünleri pedler ve tamponlardır. Kullanım kolaylığı nedeniyle kadınlar sıklıkla bu ürünleri tercih etmektedir. Ancak hijyenik ped ve tamponlar ve bunların ambalajları çevre kirliliğinin önemli bir etkenidir. Bu sorunun çözümüne iyi bir alternatif menstrual kap kullanmaktır. Menstrual kaplar, tekrar kullanılabilen, uzun ömürlü ve çevre dostu ürünlerdir. Bu derleme makalesinin hijyenik ped ve tamponlara daha iyi bir alternatif olan çevre dostu menstrual kaplar hakkında farkındalık oluşturacağı düşünülmektedir.

## Kaynakça

1. Arenas-Gallo, C., Ramírez-Roch, G., González-Hakspiel, L., Merlano-Alcendra, C., & Palomino-Suárez, D. (2020). Acceptability and safety of the menstrual cup: Asystematic review of the literature. *Revista Colombiana de Obstetricia and Ginecologia*, 71(2):163-176.
2. Argan, M. T., Demiray, S., & Mersin, S. (2023). Türkiye'de kadınların menstrüel kaplara yönelik görüşleri. *Sağlık ve Toplum*, 33 (1) 84-93.
3. Cooper, K.-L. (2021, 12 10). *The people fighting pollution with plastic-free periods*. BBC News: <https://www.bbc.com/news/world-43879789> adresinden alındı

4. Dündar, T., & Özsoy, S. (2020). Menstrual Hijyen Yönetiminde Menstrual Kap Kullanımı Menstrual Cup Use In Menstrual Hygiene Management. *Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi*, 6(2);14-28.
5. Harrison, M. E., & Tyson, N. (2023). Menstruation: Environmental impact and need for global health equity Menstruation is a natural and healthy bodily process that occurs for approximately 26% of the global population, with about 800 million people menstruating each day.1,2 Despite this being. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 160:378–38.
6. Notten, P., Gower, A., & Lewis, Y. (2022). *Single-use menstrual products*. <https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2021/07/UNEP-LCI-Single-use-vs-reusable-Menstrual-Products-Meta-study.pdf>: United Nations Environment Programme.
7. Peberdy, E., Jones, A., & Green, D. S. (2019). A Study into public awareness of the environmental impact of menstrual products and product choice. *Sustainability* , 11(2):473.
8. Peter, A., & Abhitha, K. (2021). Menstrual cup: A replacement to sanitary pads for a plastic free periods. *Materials Today: Proceedings*, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.527>.
9. The Scottish Parliament. (2023, 15 09). *Period Products (Free Provision) (Scotland) Bill*. Scottish Parliament: <https://www.parliament.scot/bills-and-laws/bills/period-products-free-provision-scotland-bill> adresinden alındı
10. WHO, UNICEF. (2023, 09 10). *Report of the Second Consultation on Post-2015 Monitoring of Drinking-Water, Sanitation and Hygiene: WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation (JMP)*. Royal Gov. IRC: <https://www.ircwash.org/resources/report-second-consultation-post-2015-monitoring-drinking-water-sanitation-and-hygiene> adresinden alındı
11. Wunsch, N., Green, S., & Phillips-Howard, P. A. (2022). IJERPH 2022 menstrual cup cleaning study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19: 1450. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031450>.

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE EBE LİDERLİĞİNDE BAKIM MODELİ

Dr. Öğr. Üyesi, Vasviye EROĞLU<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Demet ÇAKIR<sup>2</sup>,

Öğr. Gör., Arslan SAY<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, [vasviye.eroglu@gop.edu.tr](mailto:vasviye.eroglu@gop.edu.tr) - 0000-0003-0945-698X

<sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, [demet.cakir@gop.edu.tr](mailto:demet.cakir@gop.edu.tr) - 0000-0003-4794-516X

<sup>3</sup>Amasya Üniversitesi, [arslan.say@amasya.edu.tr](mailto:arslan.say@amasya.edu.tr) - 0000-0001-5454-3105

### ÖZET

İklim değişikliği 21. yüzyılda dünyanın karşı karşıya olduğu küresel sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir. Önümüzdeki on yılda, küresel ısınmayla ilişkili enfeksiyonların, COVID-19 gibi ulusal düzeyde sağlık hizmetlerini etkileyecek çok sayıda küresel zorluğa sebep olacağı düşünülmektedir. Her geçen gün çevre kirliliği artmakta, toprak ve mahsul verimi düşmekte, gıda fiyatları yükselmekte, alım gücü azalmakta bu da birçok sağlık problemine yol açmaktadır. Gebeler, gelişmekte olan fetüs ve yenidoğanlar, iklim değişikliğinin doğrudan ve dolaylı etkilerinin en savunmasız üyeleridir. Dünya çapında her yıl neredeyse üç milyon neonatal ölüm ve ölü doğumda iklim krizinin etkisinin olduğu bildirilmektedir. Sağlık hizmetlerinin gelecekteki dayanıklılığı, gelecek zorluklarla başa çıkması için yeterli kaynaklara ve yeterli donanımına sahip sağlık profesyonellerine bağlıdır. Sağlık profesyonelleri olarak ebelerin toplumsal değişimi etkilemede önemli bir rolü vardır. Ebeler atıkları azaltarak ve mümkün olduğunca yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını destekleyerek karbon ayak izlerini azaltabilirler. Bu kapsamda doğal doğumların desteklenmesi ve hastane hareketliliğinin azalmasını sağlayan Ebe Liderliğinde Bakım Modeli (ELBM) dikkat çekmektedir.

ELBM, doğası gereği çevresel olarak sürdürülebilir olup, az sayıda tıbbi müdahale ile normal doğumu teşvik eder. ELBM, kısa ve uzun vadede daha az kaynak kullanır. Ebeler emzirmeyi destekleyerek suni beslenmenin üretilmesinden tüketimine kadar oluşan karbon ayak izinin azalmasına destek olur. Ayrıca birinci basamak sağlık hizmetlerinin temel sağlayıcıları olarak aileler ile en sık iletişim halinde olan ebeler ailelere küresel ısınma ile mücadelede eğitim vererek davranış değişikliği oluşturabilir.

Bu kapsamda ülkelerin iklim değişikliği ve karbon ayak izinin azaltılması kapsamında katkı verebilmeleri için ELBM benimseyerek ebeler, çevre sağlığı, kullanılabilir enerji ve bilinçli tüketim alanlarında güçlendirilmelidir.



**Anahtar kelimeler:** Ebelik, Ebe Liderliğinde Bakım Modeli, İklim Krizi, Sürdürülebilirlik

## **CLIMATE CHANGE, SUSTAINABILITY AND THE MIDWIFE LED CARE MODEL**

### **ABSTRACT**

Climate change is considered one of the global problems facing the world in the 21st century. In the next decade, infections associated with global warming are expected to cause numerous global challenges, such as COVID-19, that will affect healthcare at the national level. Environmental pollution increases day by day, soil and crop productivity decreases, food prices increase, purchasing power decreases, which leads to many health problems. Pregnant women, developing fetuses and newborns are the most vulnerable to the direct and indirect effects of climate change. It is reported that the climate crisis has an impact on almost three million neonatal deaths and stillbirths every year worldwide. The future resilience of healthcare depends on adequate resources and adequately equipped healthcare professionals to meet future challenges. As health professionals, midwives have an important role in influencing social change. Midwives can reduce their carbon footprint by reducing waste and supporting the use of renewable energy sources whenever possible. In this context, the Midwife Led Care Model (MLCM), which supports natural births and reduces hospital mobility, draws attention.

The MLCM model is environmentally sustainable in nature, promoting normal birth with minimal medical intervention. The MLCM model uses fewer resources in the short and long term. By supporting breastfeeding, midwives help reduce the carbon footprint of artificial nutrition from its production to its consumption. In addition, midwives, who are in most frequent contact with families as the main providers of primary health care services, can create behavioral change by providing education to families in the fight against global warming.

In this context, midwives should be strengthened in the fields of environmental health, usable energy and conscious consumption by adopting the MLCM model so that countries can contribute to the reduction of climate change and carbon footprint.

**Key words:** Midwifery, Midwife Led Care Model, Climate Crisis, Sustainability



Ana odağın sağlığı korumaktan, hayatta kalmaya kaydığı günümüzde doğal afetler, savaş, şiddet veya zorla toplu yerinden edilme olayları karşısında sağlığa ulaşmak giderek zorlaşmaktadır. Sağlıklı gıda ve güvenli içme suyu eksikliği, kötü sağlık koşulları, daha sık görülen aşırı hava olayları, sıcak hava dalgaları, değişen yağış düzenleri ve iklim değişiklikleri sorunun boyutunu gün geçtikçe ağırlaştırmaktadır (Rylander ve diğerleri, 2013; Watts ve diğerleri, 2021). Önümüzdeki on yılda, küresel ısınmayla ilişkili enfeksiyonların, koronavirüs (COVID-19) gibi ulusal düzeyde sağlık ve sağlık hizmetlerini etkileyecek çok sayıda küresel zorluğun ortaya çıkmasına sebep olacağı düşünülmektedir (Catton, 2020).

İklim değişikliği 21. yüzyılda dünyanın karşı karşıya olduğu en büyük sağlık tehditlerinden ve küresel sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir (Nsengiyumva ve ark., 2020). Sağlığın temel bileşenlerini (temiz hava, güvenli içme suyu, sağlıklı besin ve güvenli barınak) tehdit etmektedir. Fosil yakıtların çıkarılması ve yakılmasından kaynaklanan sera gazı emisyonları, hem iklim değişikliğine hem de hava kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır (WHO, 2023). Her geçen gün toprak ve mahsul verimi düşmekte, gıda fiyatları yükselmekte bu da yetersiz beslenme yükünün artmasına yol açmaktadır. Hava kirliliği nedeniyle daha yüksek solunum yolu hastalıkları gözlenmekte ve bulaşıcı hastalık oranı artmaktadır. Ayrıca aşırı hava olaylarının daha sık yaşanması (sel, yangın, tsunami, kasırga vb.) sonucunda artan travmatik yaralanmalar ve bunu takip eden zorluklar küresel ısınmanın sağlık sistemlerine etkisini gözler önüne sermektedir (Catton, 2020). Gebeler, gelişmekte olan fetüs ve yenidoğanlar, iklim değişikliğinin doğrudan ve dolaylı etkilerinin en savunmasız üyeleridir. Isı stresi ve dehidrasyona karşı daha duyarlı ve birçok ülkede göz ardı edilmiş durumdadırlar (Rylander ve diğerleri, 2013). Aşırı sıcaklık ve nem artışı düşük doğum ağırlığı, preeklampsi ve eklampsi ile ilişkilendirilmektedir (Ren ve ark., 2022). Nitrojen dioksit ve benzen maruz kalan gebelerde erken doğum ve düşük doğum ağırlığı riski daha da yüksektir. Yer seviyesindeki ozon ve partikül maddeye maruz kalma, solunum ve kardiyovasküler hastalıklara karşı artan hassasiyetle ilişkilendirilmektedir (ACNM, 2017).

Dünya çapında her yıl neredeyse üç milyon neonatal ölüm ve ölü doğumda iklim krizinin etkisinin olduğu bildirilmektedir (Nsengiyumva ve ark., 2020). Dünya Sağlık Örgütü, gelişmekte olan ülkelerde 2030 ile 2050 yılları arasında iklim değişikliği kaynaklı yetersiz beslenme, sıtma, ishal ve sıcaklık stresinin yılda yaklaşık 250.000 ek ölüme neden olabileceğini bildirmektedir (WHO, 2023). Sağlık hizmetlerinin gelecekteki dayanıklılığı, gelecek

zorluklarla yüzleşmesi için yeterli kaynaklara ve yeterli donanıma sahip sağlık profesyonellerinin bulunmasına bağlı olacaktır (Catton, 2020).

İklim değişikliği tüm insanları etkilemektedir ve insan davranışları iklim değişikliğinde etkili olmaktadır. Büyük ölçüde insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak, benzeri görülmemiş düzeydeki atmosferik sera gazları, küresel sıcaklığın artmasına ve iklim düzenlerinin değişmesine etki etmektedir. İklim değişikliğinin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri, ebelik mesleğinin harekete geçmesini ve ebelerin iklim eylem faaliyetlerine dahil olmalarını gerektirmektedir (Nsengiyumva ve ark., 2020). Sağlık profesyonelleri olarak ebelerin toplumsal değişimi etkilemede önemli bir rolü vardır. Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin gerçekleştirilmesine katkıda bulunmak amacıyla ebelere yatırım yapılması yönünde bildirimler sunmaktadır. Ulusal ve uluslararası düzeyde iklim krizi gibi acil ele alınması gereken sorunların çözüm noktasında multidisipliner kapsamda ebelerin de yer almasının ölçülebilir bir fark yaratabileceği bildirilmektedir (O'Connell ve diğerleri, 2023). Temel hedef ulusal ve uluslararası düzeyde karbon ayak izinin azaltılmasıdır.

Karbon ayak izi, bir hizmet, ürün veya faaliyetin üretiminden tüketimine kadar geçen süre boyunca üretilen toplam sera gazı emisyonu miktarı olarak tanımlanmaktadır. Hammaddelerin çıkarılması, üretimi, nakliyesi ve bertarafı sırasında oluşan emisyonlar ile ürün veya hizmetin kullanımı sırasında oluşan emisyonlar karbon ayak izi dikkate alınarak hesaplanmaktadır (Kılıç & Balcıoğlu, 2023). Ebeler atıkları azaltarak ve mümkün olduğunda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını destekleyerek karbon ayak izlerini azaltabilirler.

Ebelerin ve sağlık kuruluşlarının sürdürülebilirlik konusundaki eylemlerini desteklemek bireyler, kuruluşlar ve toplumlar için faydalı olacak bir eylemdir. Uluslararası Ebeler Konfederasyonu (ICM) ebelere, ebelerin statülerine ve özerkliklerine yatırım yapmanın, iklim değişikliğinin etkilerine yönelik çözümlere yatırım yapmak olduğunu bildirmektedir. Dünya çapındaki ebelik derneklerine, üyelerini çevre sorunlarının yönetimine katılmaya teşvik etmelerini tavsiye etmektedir. Ayrıca ICM, ebelik mesleği üyelerini, iklim değişikliğinin sağlık üzerindeki olumsuz sonuçlarını ve olası önleyici tedbirler hakkındaki bilgileri topluma yaymaya çağırılmaktadır (ICM, 2021). Bu çağrıyla bağlantılı olarak sürdürülebilirliğin en önemli ilkelerinden biri, uzun vadeli sürdürülebilir kalkınma için enerjinin yeniden yatırımını sağlamak amacıyla yerel alana ekonomik ve sosyal yatırım yapmaktır. Bu ilke, kadınların gebelik ve doğum sürecinde bakımlarının ebeler tarafından sağlandığı ebe liderliğinde bakım modeli (ELBM) kavramını yansıtmaktadır.

ELBM gebelik, doğum ve doğum sonrası bakım ihtiyaçlarının düzenlenmesinde ve sunulmasında bir ebe veya ebe grubunun sorumlu olduğu bir bakım modelidir (Yurtsal ve Eroğlu 2021, Cummins ve ark., 2020). Giderek artan sayıda kanıt, ELBM'nin, azalan tıbbi müdahaleler ve artan uzun süreli emzirme oranlarıyla pozitif olarak ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Paxton ve ark., 2023, Yurtsal ve Eroğlu 2021). Çünkü ELBM, doğası gereği çevresel olarak sürdürülebilir olup, az sayıda tıbbi müdahale ile normal doğumu teşvik eder. ELBM, kısa ve uzun vadede daha az kaynak kullanır. Ebeler, kadınların ve yenidoğanların ihtiyaç duyduğu temel bakımın %90'ından fazlasını sağlayabilir ve onların ihtiyaçlarına göre diğer sağlık profesyonelleri ile işbirliği içinde çalışır. Bunun iki yönlü faydası vardır. Bir yandan, özel tıbbi bakım, gerçekten ihtiyacı olan kadınlara veya bebeklere ayrılarak sağlık sistemi kaynaklarının bilinçli bir şekilde kullanılması sağlanır. Öte yandan, ELBM ile normal doğum oranlarının artırılması, üretilen tıbbi atık miktarını, gereksiz müdahale ve teknoloji kullanımının maliyetini azaltarak, gereksiz müdahalelerden kaynaklanan karbon ayak izini azaltır. Bunlara ek olarak ebeler genellikle kadınların ve ailelerinin çalıştığı ve yaşadığı yerlerde sağlık hizmetleri sağlayan toplum temelli birinci basamak sağlık çalışanlarıdır. Bu durum da sağlık tesislerine gidip gelmeyle ilişkili karbon ayak izini azaltmaktadır (ICM, 2021). Ayrıca ebeler danışmanlık verdikleri ailelerde ebeveynlere karbon ayak izlerini azaltmak için yaşam tarzı değişikliklerinin nasıl olması gerektiği ve ne yapmaları gerektiği konusunda eğitim verebilir. Ebeler kendi çalışma ortamları içindeki iklim eylemlerini de destekleyebilirler (NZCM, 2021).

Dünya çapında sağlık atıklarının 5,9 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Küresel olarak ebelerin çevresel atık yönetimi doğum ortamına göre değişmektedir (Paxton ve ark., 2023). Evde doğumların yaygınlaştırılması, doğal doğum ortamlarının geliştirilmesi ve desteklenmesi karbon ayak izini azaltacak bir diğer uygulamadır. Yapılan bir çalışmada evde doğumdan kaynaklanan atıklar, hastane ortamında meydana gelen doğumlarla kıyaslandığında minimum düzeyde atık olduğu bildirilmektedir (Paxton ve ark., 2023). Doğum ortamlarının yanı sıra doğum şekli ve uygulanan müdahaleler de üretilen karbon ayak izini etkilemektedir. Sezeryan doğum ortamında tüketilen tıbbi ve medikal malzemeler ve gerekli ameliyathane şartlarının sağlanmasında oluşturulan karbon ayak izi normal doğumla kıyaslandığında çok daha fazladır. Ayrıca müdahaleli normal doğumla, doğal doğum kıyaslandığında da müdahaleli doğumda kullanılan medikal malzemelerin karbon ayak izi daha fazladır. Oysa ebelerin kadınları doğumda farmakolojik olmayan yöntemlerle (nefes, masaj, farkındalık temelli

çalışmalar vb.) desteklemesi ve doğuma hazırlaması doğum sürecindeki karbon ayak izini azaltacak önemli bir ebelik müdahalesidir (Green, 2022).

Ebelerin yetki alanlarından bir diğeri de emzirme danışmanlığıdır. Emzirme danışmanlıklarının artırılması da sağlığı ve refahı destekleyen çevre dostu bir girişimdir (NZCM, 2021). Walters ve ark. (2019), emzirmenin özellikle yaşamın ilk altı haftasının ötesine uzatılmasının küresel ekonomik faydaları olduğunu vurgulamıştır. Örneğin emzirme, yenidoğanı enfeksiyon etkenlerine karşı korur. Bebeklerin altı aydan sonra emzirilmesinin, daha sonraki yaşamda obezite, Tip 1 ve Tip 2 diyabet (Mantzorou, ve ark., 2022), gıda alerjisi ve astım (Heights, 2022) risklerini azaltma gibi uzun vadeli faydaları vardır. Emzirme yapay beslenme oranlarını azaltır. Anneler için ise emzirme, meme ve yumurtalık kanseri gelişme oranlarının önemli ölçüde azalmasını sağlamaktadır (Stordal 2023, Eoh ve ark., 2021). Emzirme bu hastalıklardan kaynaklı sağlık giderleri yükünün azalmasına katkı sağlamaktadır. Dünyadaki bebeklerin yarısından azının tavsiye edildiği gibi emzirildiği günümüzde emzirme müdahalesi olarak ELBM'nin yaygınlaştırılması şarttır. Ayrıca çalışmalar doğum sonrası dönemde de devam eden ELBM modelinin kadınların emzirme hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olduğunu, genel emzirme oranlarını artırdığını, mama, biberon ve emzik ihtiyacını azalttığını göstermektedir (Mortensen ve ark., 2019, Shipton ve ark., 2022). Bebek maması endüstrisi, mamanın üretilip işlenmesinden, hazırlanarak bebeğe verilmesine kadar geçen süreçte, yakıt da dahil olmak üzere çok büyük bir karbon ayak izine sahiptir. Emzirme oranlarının artırılması bu endüstrinin azalmasında, anne ve bebek sağlığının iyileşmesinde önemli bir halk sağlığı önleimidir (ICM, 2023).

Sonuç olarak; iklim değişikliği ve karbon ayak izinin azaltılması kapsamında bireysel ve kolektif düzeyde katkı verebilmeleri için ebeler ELBM benimseyerek çevre sağlığı, kullanılabilir enerji ve bilinçli tüketim alanlarında güçlendirilmelidir. Ebeler, artan sıcaklıklar, değişen hava koşulları, hastalıkların yayılması, gıda güvensizliği, tedarik zinciri talepleri ve toplulukların yerinden edilmesi nedeniyle artması muhtemel halk sağlığı acil durum planlanmalarına dahil edilmelidir.

### **Kaynakça**

1. ACNM. (2017). *Climate Change and Maternal, Fetal, and Infant Health*. 05.12.2023: American College of Nurse & Midwife.
2. Catton, H. (2020). Nursing and Health Policy Perspectives Global challenges in health and health care for nurses and midwives everywhere. *International Nursing Review*, 67(1):1-6.

3. Cummins, A., Coddington, R., Fox, D., & Symon, A. (2020). Exploring the qualities of midwifery-led continuity of care in Australia (MiLCCA) using the quality maternal and newborn care framework. *Women & Birth*, 33(2):125-134. doi: 10.1016/j.wombi.2019.03.013.
4. Eoh, K. J., Park, E. Y., Chang, Y. J., Ha, H. I., Hong, J., Huang, D., . . . Lim, M. C. (2021). The preventive effect of breastfeeding against ovarian cancer in BRCA1 and BRCA2 mutation carriers: A systematic review and meta-analysis. *Gynecologic Oncology*, 163(1):142-147.
5. Green, L. (2022). Climate change and childbirth: Does it matter? *The Practising Midwife*, 25:31.
6. Heights, A. (2022). *New study: Longer duration of exclusive breastfeeding has protective effect on childhood asthma*. American College of Allergy, Asthma and Immunology.
7. ICM. (2021). *COP 26—Midwives and the impact of climate change*. International Confederation of Midwives.
8. ICM. (2023). *Midwives' associations call for decisive measures to reduce carbon emissions*. 12 12, 2023 tarihinde The International Confederation of Midwives: <https://www.internationalmidwives.org/> adresinden alındı
9. Kılıç, A., & Balcıoğlu, Y. S. (2023). Yeşil algoritma: Karbon ayak izini ölçmek. *Social Science Development Journal* , 8(39): 290-298.
10. Mantzorou, M., Papandreou, D., Vasios, G. K., Pavlidou, E., & Antasouras, G. (2022). Exclusive Breastfeeding for at Least Four Months Is Associated with a Lower Prevalence of Overweight and Obesity in Mothers and Their Children after 2–5 Years from Delivery. *Nutrients*, 14(17): 3599. <https://doi.org/10.3390/nu14173599>.
11. Mortensen, B., Diep, L. M., Lukasse, M., Lieng, M., Dwekat, I., Elias, D., & Fosse, E. (2019). Women's satisfaction with midwife-led continuity of care: an observational study in Palestine . *BMJ Open*, doi:10.1136/bmjopen-2019-030324.
12. Nsengiyumva, R., Mukarubayiza, M. R., Murekatete, C., & Meharry, P. (2020). Climate change associated with neonatal health risks: Rwandan nurses and midwives' awareness and perceptions. *Rwanda Journal of Medicine and Health Sciences* , 3(2):261-272.
13. NZCM. (2021). *Climate change, midwifery and environmental sustainability*. New Zealand: New Zealand College of Midwifery.
14. O'Connell, M., Catling, C., Mintz-Woo, K., & Homer, C. (2023). Strengthening midwifery in response to global climate change to protect maternal and newborn health. *Women and Birth*, <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2023.10.004>.
15. Paxton, T. K., Donnellan-Fernandez, R., & Hastie, C. (2023). An exploratory study of women and midwives' perceptions of environmental waste management – homebirth as climate action. *Midwifery*, <https://doi.org/10.1016/j.midw.2023.103844>.

16. Ren, M., Wang, Q., Zhao, W., Ren, Z., & Zhang, H. (2022). Effects of extreme temperature on the risk of preterm birth in China: A population-based multi-center cohort. *The Lancet*, 24. [https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanwpc/PIIS2666-6065\(22\)00111-0.pdf](https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanwpc/PIIS2666-6065(22)00111-0.pdf).
17. Rylander, C., Odland, J. O., & Sandanger, T. M. (2013). Climate change and the potential effects on maternal and pregnancy outcomes: an assessment of the most vulnerable – the mother, fetus, and newborn child. *Global Health Action*, <https://doi.org/10.3402/gha.v6i0.19538>.
18. Shipton, E. V., Callaway, L., & Jersey, S. J. (2022). Midwife-led continuity of antenatal care and breastfeeding duration beyond postpartum hospital discharge: A systematic review. *Journal of Human Lactation*, 39 (3). <https://doi.org/10.1177/08903344221126644>.
19. Stordal, B. (2023). Breastfeeding reduces the risk of breast cancer: A call for action in high-income countries with low rates of breastfeeding. *Cancer Medicine*, 12(4):4616-4625. doi: 10.1002/cam4.5288.
20. Watts, N., Amann, M., & Arnell, N. (2021). The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *The Lancet* , 397:129-70.
21. WHO. (2023). *Climate Change*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>: World Health Organisation.
22. Yurtsal, Z. B., & Eroğlu, V. (2021). Ebe liderliğinde sürekli bakım. F. D. Saymer içinde, *Ebelikte Güncel Çalışmalar* (s. 1-16). Ankara: Akademisyen Kitabevi.



## COVID-19 ENFEKSİYONUNUN BAŞLANGICINDAN BU YANA TEDAVİDE KULLANILAN FİTOKİMYASALLAR

Öğr. Gör, Arslan SAY <sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Vasviye EROĞLU <sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Hilal ÖZBEK <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Amasya Üniversitesi, [arslan.say@amasya.edu.tr](mailto:arslan.say@amasya.edu.tr) - 0000-0001-5454-3105

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, [vasviye.eroglu@gop.edu.tr](mailto:vasviye.eroglu@gop.edu.tr) - 0000-0003-0945-698X

<sup>3</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, [hilal.ozbek@gop.edu.tr](mailto:hilal.ozbek@gop.edu.tr) - 0000-0001-6368-2633

### ÖZET

Günümüzde ciddi bir salgın ortaya çıkartan COVID-19 virüsünün tedavisine yönelik özel bir antiviral tedavi henüz bulunmamaktadır. Bu nedenle Coronavirüslerin ortaya çıkarttığı enfeksiyonlar önemli bir sağlık sorunu oluşturmaya devam etmektedir. Bu anlamda, insanlık tarihinin başlangıcından beri hastalıkların tedavisinde kullanılan bitkilere olan ilginin de arttığı gözlemlenmektedir. Bitkilerde sekonder metabolizmanın ürünü olan sekonder metabolitler (fitokimyasallar), biyoyumlu olmaları ve sentetik ilaçlara nazaran daha az toksik olmaları bakımından avantajlıdır. Fitoterapötik ajan görevi gören bazı fitokimyasallar, özellikle SARS koronavirüslerine karşı umut verici sonuçlar göstermiştir. Antiviral, antiinflamatuvar ve antioksidan aktiviteleri kanıtlanmış bazı bitkiler, immünoestimulan özellikleri sayesinde COVID-19 yönetiminde kullanılmaya aday olabileceklerdir. Doğal yolla elde edilen ilaçların zararsız olabileceği şeklindeki düşüncenin yanlış olduğu bilinerek, doğru bitkileri, doğru dozda, zamanda ve şekilde kullanılarak COVID-19 enfeksiyonu için destekleyici ve tamamlayıcı bir tedavi ortaya konabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Covid-19, Bitkisel Tedavi, Fitokimyasallar, Antiviral

### PHYTOCHEMICALS USED IN TREATMENT SINCE THE ONSET OF COVID-19 INFECTION

#### ABSTRACT

Currently, there is no specific antiviral therapy for the treatment of the COVID-19 virus, which has caused a serious outbreak. For this reason, infections caused by Coronaviruses continue to pose an important health problem. In this sense, it is observed that the interest in plants, which have been used in the treatment of diseases since the beginning of human history, has also increased. Secondary metabolites (phytochemicals), which are the products of secondary metabolism in plants, are advantageous in that they are biocompatible and less toxic than synthetic drugs. Some phytochemicals acting as phytotherapeutic agents have shown promising results, especially against SARS coronaviruses. Some plants with proven antiviral, anti-inflammatory and antioxidant activities may be candidates for use in COVID-19 management thanks to their immunostimulant properties. Knowing that the idea that naturally derived drugs can be harmless is wrong, a supportive and complementary treatment for COVID-19 infection can be put forward by using the right herbs in the right dose, time, and manner.



**Keywords:** Covid-19, Herbal Therapy, Phytochemicals, Antiviral

## 1. GİRİŞ

SARS-CoV-2 virüsünün neden olduğu COVID-19 salgını Aralık 2019 tarihinden bu yana küresel sağlık ve ekonomiler üzerinde yıkıcı bir etkisi oldu. Covid-19 salgını esnasında pnömoni, böbrek enfeksiyonu, öksürük, kalp hastalıkları gibi ilişkili hastalıklar, merkezi sinir sistemi hastalığı akut ve kronik solunum yetmezlikleri, enterit gibi semptomlar ile etkisini gösteren virüs günümüze kadar pek çok insanın ölümüne neden oldu (1,2).

Enfeksiyonun tedavisinde salgının ilk gününden bu yana pek çok ilaç denense de kesin bir tedavi metodu konusunda başarı elde edilemedi. Virüs için aşılama kullanılarak mücadele edilmeye çalışıldı. Spesifik bir antiviral tedavinin mevcut olmaması nedeniyle etkili tedavi arayışı çok önemli hale geldi (3). Son yıllarda bitkilerden elde edilen sekonder metabolitler olan fitokimyasalların potansiyel tedavi edici özellikleri nedeniyle kullanımına artan bir ilgi vardır. Bu bileşikler antiviral, antiinflamatuvar ve antioksidan aktiviteler göstererek onları COVID-19 'un tedavisi için umut verici adaylar haline getiriyor. Bu makalede literatür ışığında bugüne kadar COVID-19 tedavisinde kullanılan fitokimyasal preparatları inceleyecek ve karşılaştırması amaçlanmaktadır.

## 2. CORONA VİRÜS NEDİR?

Coronavirüs Coronavirinae alt familyasına ait bir virüstür ve 4 cinsi bulunmaktadır.; (Alfa-CoV), B-CoV (Beta-CoV), D-CoV (Delta-CoV) ve G-CoV (Gamma-CoV) (4). Tac şeklinde sivri uçlu proteinlerden oluşan dış yapısı vardır. Çoğunlukla solunum yolu hastalıklarından sorumlu olarak kedi, insan, kemirgen ve domuz gibi birçok konakçıda görülür (4). İnsanda farklı suşlar olarak İnsan CoV (HCoV) içeren genotipik karakterler taşıyan HCoV-OC43, HCoV-229E, Orta Doğu Solunum Sendromu CoV (MERS-CoV) ve Şiddetli Akut Solunum Sendromu CoV (SARS-CoV) gibi tipleri vardır (5). COVID-19 virüsünün genomu dört yapısal proteini ve daha fazla yapısal olmayan proteini kodlayabilir yapıda esas olarak iki ORF (ORF1a ve ORF1b) üzerinde 16 protein molekülünden oluşarak yer almaktadır (6). Barındırdıkları zarflar ORF un 3.cü ucundan sentezlenir. M, E ve S proteinli zarfları esas olarak viral birleşme patogenezinin ve hedefin (konakçının) istilasından sorumludur (7). Spike glikoprotein (S proteini) özellikle insanda insan hücresi yüzeyindeki ACE2 reseptörüne bağlanabilecek aktif bir yapıdadır. Spike proteininin insan hücresindeki ACE' reseptörlerine bağlanması ile yapısal değişiklikler ortaya çıkarak virüs ve insan hücresi zarfları birleşmektedir. Böylece virüsün patogenezi oluşmuş olmaktadır (8).

## 3. CORONA VİRÜS VE FİTOTERAPİ

### 3.1. Covid-19'da Bitkisel Tedavinin Önemi

Bitkisel tedavi yüzyıllardır çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Fitokimyasalların kullanılmasının avantajı biyoyoumlulukları ve sentetik ilaçlarla karşılaştırıldığında daha düşük toksisiteridir. Bağışıklık sistemini modüle etme, viral

replikasyonu engelleme ve iltihabı azaltma potansiyeline sahiptirler. Etkili tedavilere acil ihtiyaç göz önüne alındığında, fitokimyasalların COVID-19 tedavisinde kullanımının araştırılması büyük önem taşıyor.

### 3.2. Fitokimyasalların Antiviral Özellikleri

Fitokimyasalların, koronavirüsler de dahil olmak üzere çok çeşitli virüslere karşı güçlü antiviral aktivite sergilediği bulunmuştur. Viral replikasyonu engelleyebilir, viral bağlanmayı ve konakçı hücrelere girişi engelleyebilir ve konakçının bağışıklık tepkisini modüle edebilirler (9). Çeşitli bitkilerden elde edilen fitokimyasallar, SARS-CoV-2'ye karşı klinik öncesi çalışmalarda virüsünü inhibe etmede umut verici sonuçlar göstermiştir. Bu bileşikler antiviral aktivite, viral replikasyonun inhibisyonu, immün yanıtın modülasyonu ve proinflamatuvar sitokinlerin azaltılmasını göstermiştir. Ek olarak, vücudu virüsün neden olduğu oksidatif strese karşı koruyabilen antioksidan özelliklere sahip oldukları da gösterilmiştir (10). Dünya üzerinde COVID-19 ile mücadele ederken pahalı ve yetersiz altyapı, eğitimli personel eksikliği ve hasta sayısının çok fazla olması kaynaklı anti-viral bir tedavi geliştirilememiştir. Öte yandan etno-tıbbi ürün olarak tanımlayabileceğimiz pek çok herbal ürün uzun yıllardan bu yana immün sisteminin desteklenmesi ve tedavi edilmesi için kullanılmaktadır. Bu ürünlerin özellikle antioksidan, anti-inflamatuvar ve immünomodülatör etkileri kanıtlanmıştır (11,12).

### 3.3. Anti-inflamatuvar ve İmmünomodülatör Etkiler

Enflamasyon, COVID-19'un patogeneğinde kritik bir rol oynamaktadır. Hastalığın ciddi vakaları genellikle sitokin fırtınası olarak da bilinen aşırı inflamatuvar yanıtla ilişkilidir ve doku hasarına ve organ yetmezliğine yol açabilmektedir (13). Fitokimyasalların, pro-inflamatuvar sitokinlerin üretimini inhibe ederek ve bağışıklık hücresi aktivitesini modüle ederek anti-inflamatuvar özelliklere sahip olduğu bulunmuştur (14). Bazı bitkisel ürünler bağışıklık tepkisini düzenlemeye, iltihabı azaltmaya ve doku hasarını önlemeye yardımcı olabilmektedirler (15,16). Çeşitli klinik çalışmalar, fitokimyasalların COVID-19 tedavisinde etkinliğini değerlendirmiştir. Örneğin Pakistan'da yapılan bir araştırma, kurkumin, kersetin ve D3 vitamini kombinasyonunun COVID-19 için yardımcı tedavi olarak kullanımını araştırdı. Sonuçlar akut semptomlarda azalma ve hiper inflamatuvar yanıtın modülasyonunu gösterdi (17). Benzer şekilde, İran ve Suudi Arabistan'daki klinik araştırmalar, çörek otu yağının, COVID-19 hastalarında semptomların süresini azaltmada ve klinik sonuçları iyileştirmede olumlu etkilerini gösterdi. Bu çalışmalar, fitokimyasalların COVID-19 yönetimi için tamamlayıcı tedaviler olarak potansiyelini vurgulamaktadır (18,19).

### 3.4. Antioksidan Aktivite

Oksidatif stres, oksidasyon ve antioksidanlar arasındaki dengesizliği ifade eder, vücutta reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretilmesinden kaynaklanır ve doku ve hücrelerde oksidatif hasara neden olur. Oksidatif stres, COVID-19'un ilerlemesinde bir diğer önemli faktördür. SARS-CoV-2 virüsü reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimini tetikleyerek doku hasarına ve iltihaplanmaya yol açar. Antioksidan özelliklere sahip fitokimyasallar ROS'u temizleyebilir, oksidatif stresi azaltabilir ve hücresel hasara karşı koruma sağlayabilir. Nrf2 agonisti olarak sülforafan, resveratrol ve yeşil çay ekstraktı gibi bileşikler güçlü antioksidan aktivite

göstermiştir ve COVID-19'daki oksidatif stresin etkilerini hafifletmeye yardımcı olabilir (20, 21).

### 3.5. COVID-19 Yönetiminde Potansiyel Fitokimyasallar

Çok sayıda fitokimyasal olarak kullanılan şifalı bitki ve bunların tedavi edici açıdan umut verici kimyasal bileşikleri, COVID-19 tedavisinde kullanım potansiyeli olduğu görülmüştür. Karmaşık yapıları ve muazzam sağlık yararları nedeniyle, topluca 'fitokimyasallar' olarak adlandırılan yüksek değerli bitki kaynaklı metabolitler, yeni ilaç keşfi ve geliştirilmesi için çok önemli bir kaynak olarak ortaya çıkmaktadırlar. Köklü tıp bilimi dünyası, kısa süre içerisinde COVID-19'a karşı aşılarda başarıyla uygulamaya koymuş olsa da uzun vadeli semptom yönetimi ve bağışıklığın güçlendirilmesi için alternatif tedavilere olan ilginin arttığı da gözlemlenmektedir. Bu noktada tıbbi bitkileri, bunların biyoaktif metabolitlerini, ekstraktlarını ve formülasyonlarını içeren geleneksel tıbbi temel alan müdahaleler, COVID-19 tedavisinde alternatif çözümler olarak büyük ilgi görmektedir. Bu anlamda kullanılan fitokimyasallar arasında etkinliği kanıtlanmış ve bugüne kadar tedavide kullanılmış ürünlerden bazılarını aşağıda görebilirsiniz.

**Çinko:** Çinko, bir kofaktör, sinyal molekülü ve yapısal bir element olarak metabolik işlevi nedeniyle çeşitli biyolojik süreçlerde yer alan temel bir metaldir. Enflamatuvar aktiviteyi düzenler, antiviral ve antioksidan işlevlere sahiptir (22). Sıçan modelinde yapılan çalışmalar, Zn eksikliğinin oksidatif stresi, pro-inflamatuvar TNF- $\alpha$  ve vasküler hücre adezyon molekülü (VCAM)-1 ekspresyonunu artırdığını ve Zn takviyesi ile kısmen tersine çevrilen akciğer dokusu yeniden şekillenmesine neden olduğunu göstermektedir (23).

**Vitamin D:** Yağda çözünen bir vitamin olan Vitamin D, hem immünomodülatör, hem antioksidan hem de antiviral yanıtlarda hayati bir rol oynamaktadır (24). İnsan hava yolu epiteli, D vitamini reseptörünü yapısal olarak tanımlar ve böylece Vitamin D'nin solunum yolu enfeksiyonlarına karşı koruyucu etkilerini mümkün kılar. Ayrıca Vitamin D, NF- $\kappa$ B inhibitör proteini I-kappa-B-alfa'nın (IKB- $\alpha$ ) yukarı regülasyonu yoluyla NF- $\kappa$ B p65 aktivasyonunu bloke eder (25).

**Vitamin C:** C vitamini, bağışıklık sağlığı üzerindeki temel rolü nedeniyle potansiyel olarak enfeksiyona karşı koruma sağlayabilir. Bu vitamin, çeşitli bağışıklık hücrelerinin işlevini destekler ve enfeksiyona karşı koruma yeteneklerini artırır. Vitamin C takviyesinin, soğuk algınlığı da dahil olmak üzere üst solunum yolu enfeksiyonlarının (çoğunun viral enfeksiyonlara bağlı olduğu varsayılmaktadır) süresini ve şiddetini azalttığı gösterilmiştir (26).

**Kurkumin (Zerdeçal):** Curcumin antibakteriyel, antiviral, antifungal, antioksidan ve anti-inflamatuvar aktiviteler de dahil olmak üzere geniş bir biyolojik etki spektrumuna sahiptir. NF- $\kappa$ B ve MAPK sinyal yollarını inhibe ederek lipopolisakkarit (LPS) ile uyarılmış BV2 mikrogial hücrelerinde ve TNF- $\alpha$  ile muamele edilmiş HaCaT hücrelerinde pro-inflamatuvar sitokinlerin (IL-6 ve TNF- $\alpha$ ) ve IL-1 $\beta$  ve IL-6 üretimini inhibe eder. Kurkumin ayrıca siklooksijenaz-2 (COX-2) ve STAT sinyal yollarını da inhibe eder. Curcumin, influenza

virüsü, adenovirüs, hepatit, insan papilloma virüsü (HPV), insan immün yetmezlik virüsü (HIV), herpes simplex virüs-2 (HSV-2) ve Zika virüsleri dahil olmak üzere geniş bir virüs yelpazesi üzerinde antiviral etki gösterir (27,28).

**Sinnamaldehit (Tarçın):** Sinnamaldehit, tarçındaki uçucu yağlarda bol miktarda bulunan doğal olarak mevcut bir organik bileşiktir. Ağırlıklı olarak tarçına lezzetini ve kokusunu veren trans-izomer formunda bulunur. Sinnamaldehit, anti-enflamatuar özelliklere sahip olduğu bilinen iyi bilinen bir diyet fito-besleyicisidir (29).

**Allicin (Sarımsak Tozu):** Sarımsak, Allium (soğan) ailesi altında sınıflandırılan iyi bilinen bir bitki/otTUR ve çeşitli nutrasötik özellikleri için çağlardan beri kullanılmaktadır. Alisin olarak tanımlanan taze sarımsak ekstraktındaki baskın tiyosülfinat, anti-enflamatuar, antioksidan ve antiviral özellikleri nedeniyle bir dizi sağlık yararı göstermiştir. Alisin, TNF- $\alpha$ 'nın indüklediği IL-1 $\beta$ , IL-8, IP-10 ve IFN- $\gamma$  ekspresyon seviyelerini inhibe ederek ve ayrıca bağırsak epitel hücrelerinde NF- $\kappa$ B inhibitör protein I $\kappa$ B'nin degradasyonunu baskılayarak inflamasyonu bastırır. Aktive makrofajlarda indüklenebilir NO nitrik oksit sentaz ekspresyonunu inhibe eder (30).

**Piperin:** Karabiber uzun zamandır birçok mutfakta kullanılmakta ve tıbbi bitkiler arasında çok değerli bir yer tutmaktadır. Karabiberin etanolik ekstresinden elde edilen piperin, sinnamamidler grubunda yer alan önemli bir alkaloiddir (31). Piperin güçlü bir anti-enflamatuar fonksiyona sahiptir ve bu nedenle COVID-19 sırasında indüklenen hiper enflamasyonun baskılanması için yeniden kullanılabilir. IL-6 ve matriks metaloproteinazların (MMP-13) ekspresyon seviyelerini inhibe ederek PGE'leri aşağı regüle eder (31).

**Quercetin:** Quercetin, anti-enflamatuar ve antiviral biyoaktif ile iyi bilinen bir antioksidandır. LPS ile indüklenen makrofajlarda TNF- $\alpha$  üretimini, akciğer A549 hücrelerinde IL-8 üretimini ve glial hücrelerde TNF- $\alpha$  ve IL-1 $\alpha$  mRNA seviyelerini inhibe eder. Ayrıca sıçan karaciğer epitel hücrelerinde siklooksijenaz (COX) ve lipooksijenaz (LOX) enzimlerinin üretimini sınırlar. Çalışmalar ayrıca kuersetinin hem RNA hem de DNA virüsleri üzerinde antiviral etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Virüs girişini ve viral hücre füzyonunu engeller ve farelerde rinovirüs tarafından indüklenen pro-inflamatuar sitokinlerin ekspresyonunu ve akciğer inflamasyonunu azaltır (32).

**Laktoferrin:** Laktoferrin, çiğ sütte doğal olarak bulunan, demir elementini bağlama ve bakterilerin çoğalmasını durdurucu özelliği olan inhibitör maddedir. Laktoferrin (Lf), SARS-CoV-2 ile yakından ilişkili olan SARS-CoV dahil olmak üzere çok çeşitli virüslere karşı çalışılmış, doğal olarak oluşan ve toksik olmayan bir glikoproteindir. Lf, hücre yüzeyi moleküllerine veya viral partiküllere ya da her ikisine birden bağlanarak viral girişi engeller. HIV örneğinde olduğu gibi virüs replikasyonunu baskıladığı da bilinmektedir. Bu nedenle, virüs girişinin ve replikasyonunun önlenmesinde çok önemli bir rol oynamaktadır (33).

### 3.6. Fitokimyasallar için Gelecek Beklentileri ve Zorluklar

Fitokimyasalların COVID-19'a karşı bitkisel tedavi olarak kullanılması umut verici olsa da, bunların etkinliğini ve güvenliğini daha büyük ölçekte belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Klinik öncesi ve daha küçük klinik çalışmalardan elde edilen

bulguların doğrulanması için daha fazla sayıda hastayla yapılan klinik araştırmalar gereklidir. Ek olarak, bazı fitokimyasalların düşük biyoyararlılığı sorununun uygun farmasötik formülasyonların geliştirilmesi yoluyla ele alınması gerekmektedir. Fitoterapinin COVID-19 için geleneksel tedavi protokollerine entegrasyonu, daha geniş bir tedavi seçeneği yelpazesi sunabilir ve bu viral enfeksiyonun yönetilmesinde daha etkili ve yenilikçi yaklaşımlara katkıda bulunabilir.

#### 4. SONUÇ

Fitokimyasallar, antiviral, antiinflamatuvar ve antioksidan özellikleri nedeniyle COVID-19'un tedavisinde büyük umut vaat ediyor. Bu bileşiklerin bağışıklık tepkisini modüle etme, viral replikasyonu engelleme ve inflamasyonu azaltma potansiyeli vardır. Fitoterapide birçok örnek, doğanın en iyi çözümleri sunduğunu göstermektedir. Geniş bir çeşitli bitki türleri biyolojik olarak aktif maddeler içerir ve bu maddeler sinerjik kombinasyonlar oluşturarak çeşitli hastalıklarla mücadelede etkilidir. Yıllar içerisinde bu bitkiler halk tıbbı veya antik tıp tarafından keşfedilmiş olmakla birlikte tek tek bileşiklerin tanımlanması ve etki mekanizmalarının belirlenmesi çok zor olmaktadır. Bu durum ürünlerin standardizasyonunu engellemekte, özellikle de bitki özleri, çok çeşitli ve farklı bileşikler içermesi kaynaklı konsantrasyon ve güvenlik endişeleri yaratmaktadır. Buna rağmen bu bitkisel kökenli ilaçlarda birçok bilinmeyen olsa da bilimsel araştırmalar bitkilerin özütleri koronavirüsün yaşam döngüsünü inhibe etmekte olduğunu ispatlamaktadır.

Bu literatür incelemesi, bitki kaynaklı polifenollerle zenginleştirilmiş fonksiyonel gıdaların ve hatta farmasötik preparatların geliştirilmesinde bitki ekstraktlarının ve fitokimyasalların büyük potansiyeline işaret etmektedir. Ancak fitokimyasalların COVID-19 tedavisindeki güvenliğini ve etkinliğini belirlemek için klinik araştırmalar da dahil olmak üzere daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğal bileşiklerin terapötik potansiyelinden yararlanarak devam eden salgınla mücadele etmek için etkili adjuvan tedaviler geliştirebiliriz. Fitoterapinin COVID-19 için geleneksel tedavi protokollerine entegrasyonu, bu viral enfeksiyonu yönetmek için ek seçenekler sağlayabilir ve daha iyi hasta sonuçlarına katkıda bulunabilir.

#### KAYNAKÇA

1. Lai, Shengjie, et al. "Assessing spread risk of Wuhan novel coronavirus within and beyond China, January-April 2020: a travel network-based modelling study." MedRxiv (2020).
2. Carlman, Camila A., and Bharat Mishra. "Novel coronavirus: a recent out break." World Journal of Current Medical and Pharmaceutical Research (2020): 194-200.
3. Pal, Sanjoy, et al. "Brief survey on phytochemicals to prevent COVID-19." Journal of the Indian Chemical Society 99.1 (2022): 100244.
4. Marty, Aileen Maria, and Malcolm K. Jones. "The novel coronavirus (SARS-CoV-2) is a one health issue." One Health 9 (2020).



5. Gupta, Akanksha, et al. "COVID-19: emergence of infectious diseases, nanotechnology aspects, challenges, and future perspectives." *ChemistrySelect* 5.25 (2020): 7521-7533.
6. Artika, I. Made, Aghnianditya Kresno Dewantari, and Ageng Wiyatno. "Molecular biology of coronaviruses: current knowledge." *Heliyon* 6.8 (2020).
7. Huang, Yu-Feng, et al. "Review on the potential action mechanisms of Chinese medicines in treating Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)." *Pharmacological research* 158 (2020): 104939.
8. Basu, Anamika, Anasua Sarkar, and Ujjwal Maulik. "Molecular docking study of potential phytochemicals and their effects on the complex of SARS-CoV2 spike protein and human ACE2." *Scientific reports* 10.1 (2020): 17699.
9. Lim, Xin Yi, Bee Ping Teh, and Terence Yew Chin Tan. "Medicinal plants in COVID-19: potential and limitations." *Frontiers in pharmacology* 12 (2021): 611408.
10. Peñaloza, Evelyn Maribel Condori, Sônia Soares Costa, and Oscar Herrera-Calderon. "Medicinal plants in peru as a source of immunomodulatory drugs potentially useful against COVID-19." *Revista Brasileira de Farmacognosia* 33.2 (2023): 237-258.
11. Niraj, Srivastava, and Saxena Varsha. "A review on scope of immuno-modulatory drugs in Ayurveda for prevention and treatment of Covid-19." *Plant Science Today* 7.3 (2020): 417-423.
12. da Cunha, Luana NO, et al. "Natural products with tandem anti-inflammatory, immunomodulatory and anti-SARS-CoV/2 effects: A drug discovery perspective against SARS-CoV-2." *Current Medicinal Chemistry* 29.14 (2022): 2530-2564.
13. Rosyanti, Lilin, and Indriono Hadi. "Respon imunitas dan badai sitokin severe acute respiratory syndrome corona virus 2: Literatur review." (2020).
14. Uttra, Ambreen Malik, et al. "Ribes orientale: A novel therapeutic approach targeting rheumatoid arthritis with reference to pro-inflammatory cytokines, inflammatory enzymes and anti-inflammatory cytokines." *Journal of ethnopharmacology* 237 (2019): 92-107.
15. Matczak, Magdalena, et al. "Sorbus domestica L. leaf extracts as functional products: Phytochemical profiling, cellular safety, pro-inflammatory enzymes inhibition and protective effects against oxidative stress in vitro." *Journal of Functional Foods* 40 (2018): 207-218.
16. Wadsworth, Teri L., and Dennis R. Koop. "Effects of the wine polyphenolics quercetin and resveratrol on pro-inflammatory cytokine expression in RAW 264.7 macrophages." *Biochemical pharmacology* 57.8 (1999): 941-949.
17. Khan, Amjad, et al. "Oral Co-supplementation of curcumin, quercetin, and vitamin D3 as an adjuvant therapy for mild to moderate symptoms of COVID-19—Results from a pilot open-label, randomized controlled trial." *Frontiers in pharmacology* 13 (2022): 898062.

18. Maideen, Naina Mohamed Pakkir. "Prophetic medicine-Nigella Sativa (Black cumin seeds)–potential herb for COVID-19?." *Journal of pharmacopuncture* 23.2 (2020): 62.
19. Kulyar, M. F. E. A., Li, R., Mehmood, K., Waqas, M., Li, K., & Li, J. (2021). Potential influence of Nagella sativa (Black cumin) in reinforcing immune system: A hope to decelerate the COVID-19 pandemic. *Phytomedicine*, 85, 153277.
20. Nasi, Aikaterini, et al. "Reactive oxygen species as an initiator of toxic innate immune responses in retort to SARS-CoV-2 in an ageing population, consider N-acetylcysteine as early therapeutic intervention." *Toxicology reports* 7 (2020): 768-771.
21. Zhai, Zhenzhen, et al. "Clinical research progress of small molecule compounds targeting Nrf2 for treating inflammation-related diseases." *Antioxidants* 11.8 (2022): 1564.
22. Read, Scott A., et al. "The role of zinc in antiviral immunity." *Advances in nutrition* 10.4 (2019): 696-710.
23. Bao, Shenyong, and Daren L. Knoell. "Zinc modulates cytokine-induced lung epithelial cell barrier permeability." *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology* 291.6 (2006): L1132-L1141.
24. Prietl, Barbara, et al. "Vitamin D and immune function." *Nutrients* 5.7 (2013): 2502-2521.
25. Wimalawansa, Sunil J. "Vitamin D deficiency: effects on oxidative stress, epigenetics, gene regulation, and aging." *Biology* 8.2 (2019): 30.
26. Van Driel, Mieke L., et al. "Oral vitamin C supplements to prevent and treat acute upper respiratory tract infections." *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2019.3 (2019).
27. Cho, Jae-We, Kyu-Suk Lee, and Chang-Wook Kim. "Curcumin attenuates the expression of IL-1 $\beta$ , IL-6, and TNF- $\alpha$  as well as cyclin E in TNF- $\alpha$ -treated HaCaT cells; NF- $\kappa$ B and MAPKs as potential upstream targets." *International journal of molecular medicine* 19.3 (2007): 469-474.
28. Chen, Tzu-Yen, et al. "Inhibition of enveloped viruses infectivity by curcumin." *PloS one* 8.5 (2013): e62482.
29. Rao, Pasupuleti Visweswara, and Siew Hua Gan. "Cinnamon: a multifaceted medicinal plant." *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2014 (2014).
30. Lang, Alon, et al. "Allicin inhibits spontaneous and TNF- $\alpha$  induced secretion of proinflammatory cytokines and chemokines from intestinal epithelial cells." *Clinical nutrition* 23.5 (2004): 1199-1208.
31. Bang, Jun Soo, et al. "Anti-inflammatory and antiarthritic effects of piperine in human interleukin 1 $\beta$ -stimulated fibroblast-like synoviocytes and in rat arthritis models." *Arthritis research & therapy* 11.2 (2009): 1-9.



32. Wu, Wenjiao, et al. "Quercetin as an antiviral agent inhibits influenza A virus (IAV) entry." *Viruses* 8.1 (2015): 6.
33. Rosa, Luigi, et al. "Lactoferrin: a natural glycoprotein involved in iron and inflammatory homeostasis." *International journal of molecular sciences* 18.9 (2017): 1985.
- 34.

## SARS-COV 2'YE KARŞI BAĞIŞIKLIĞI GÜÇLENDİRMEK İÇİN KULLANILAN DOĞAL ÜRÜNLERDEKİ GELİŞMELER

Öğr. Gör, Arslan SAY<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Hilal ÖZBEK<sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Vasviye  
EROĞLU<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Amasya Üniversitesi, [arslan.say@amasya.edu.tr](mailto:arslan.say@amasya.edu.tr) - 0000-0001-5454-3105

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, [hilal.ozbek@gop.edu.tr](mailto:hilal.ozbek@gop.edu.tr) - 0000-0001-6368-2633

<sup>3</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, [vasviye.eroglu@gop.edu.tr](mailto:vasviye.eroglu@gop.edu.tr) - 0000-0003-0945-698X

### ÖZET

SARS-CoV 2'nin ortaya koyduğu Covid-19 hastalığı Dünya üzerinde milyonlarca insanı enfekte ederek küresel boyutta hasara yol açmakta ve binlerce insanın ölümüne neden olmaktadır. Virüs özellikle bağışıklık sistemi zayıf olan kişilere, özellikle yenidoğan ve yaşlılarda morbidite ve mortaliteye neden olmaktadır. Koronavirüsler mutajenik ve mutasyona karşı duyarlı virüsler olduklarından oluşturdukları hastalığa karşı özel bir ilaç bulunmamaktadır. Bu nedenle bu tür salgınlarda bağışıklığı arttırmak, özellikle virüsler ile mücadelede en iyi seçeneklerden birisi olabilir. COVID-19 nedeniyle artan ölüm vakalarının bir sonucu olarak insanların bağışıklığını arttırmak için olası bitkisel ilaçların araştırılmasına ihtiyaç vardır. Bununla birlikte, bitkisel ilaçların kullanımının gerekçesi, her bitkinin birçok sağlık durumunu tedavi etme olasılığına sahip olmasıdır. Bu nedenle bitkiler, COVID-19 için gerçek bir tedavinin olası kaynaklarından biri olabilir. Bu derlemede olası bağışıklık güçlendirici etkileri olan farklı bitkisel bitkiler incelenecek ve bunların Covid-19 tedavisinde stabil ve kabul edilebilir formlarda nasıl kullanıldığı özetlenecektir.

**Anahtar kelimeler:** Coronavirüs, Doğal İlaçlar, Bağışıklık güçlendiriciler, Covid-19

## ADVANCES IN NATURAL PRODUCTS USED TO STRENGTHEN IMMUNITY AGAINST SARS-CoV 2

### ABSTRACT

Covid-19 disease caused by SARS-CoV 2 infects millions of people around the world, causing global damage and thousands of deaths. The virus causes morbidity and mortality, especially in people with weak immune systems, especially in newborns and the elderly. Since coronaviruses are mutagenic and mutation-sensitive viruses, there is no specific drug against the disease they cause. Therefore, increasing immunity in such outbreaks may be one of the best options, especially in the fight against viruses. As a result of the increasing number of deaths due to COVID-19, there is a need to investigate possible herbal remedies to boost people's immunity. However, the rationale for the use of herbal medicines is that each plant has the possibility to treat many health conditions. Therefore, plants could be one of the possible sources of a real cure for COVID-19. This review will examine different herbal plants with possible immune-boosting effects and summarize how they are used in stable and acceptable forms in the treatment of Covid-19.

**Key words:** Coronavirus, Natural Medicines, Immune boosters, Covid-19

## GİRİŞ

Şiddetli akut solunum sendromu koronavirüs 2'nin (SARS-CoV-2) neden olduğu, günümüzde halen devam eden koronavirüs hastalığı 2019 (COVID-19) salgını dünya çapında yıkıcı bir etkiye sahip oldu. Altı milyondan fazla ölüm ve 500 milyondan fazla vakanın bildirildiği göz önüne alındığında, hastalığın bulaşmasını azaltmak ve tedavi etmek için etkili önlemler bulmak çok önemlidir. (1). Alfa, Beta, Gama, Delta ve Omicron varyantına ilave olarak günümüzdeki varyantları ile ortaya çıkması durumu daha da karmaşık hale getirdi (2-4).

Aşılar virüsün yayılmasını kontrol etmede önemli bir rol oynasa da hâlâ etkili tedavilere ihtiyaç bulunmaktadır. Günümüzde yapılan araştırmalar ışığında tıbbi bitkilerden, hayvan ürünlerinden ve deniz organizmalarından elde edilen doğal ürünler, SARS-CoV-2 enfeksiyonuna karşı koyma potansiyelleri nedeniyle dikkat çekmiştir (5-7). Bu inceleme yazısında, SARS-CoV-2 karşıtı ilaç olma potansiyellerine odaklanarak, literatürde yer alan COVID-19 tedavisinde biyoaktif doğal ürünlerle ilgili en son araştırmaları tartışacağız.

## 2. COVID-19 TEDAVİSİNDE UMUT VERİCİ BİYOAKTİF DOĞAL ÜRÜNLER

Biyoaktif doğal ürünler, COVID-19 tedavisindeki potansiyelleri açısından kapsamlı bir şekilde tüm dünyada araştırma laboratuvarlarında araştırmacılar tarafından incelenmektedir. Çeşitli kaynaklardan izole edilen bu bileşikler, ana proteaz (Mpro), RNA'ya bağımlı RNA polimeraz (RdRp), papain benzeri proteaz (PLpro) ve spike glikoprotein (S) gibi SARS-CoV-2 hedeflerine karşı umut verici aktivite göstermiştir (8,9).

### 2.1. Tiloforin

Tylophorine, tıbbi bitki *Cynanchum komarovii* AL'dan elde edilen önemli ve incelenmesi gereken bir alkaloiddir (10). Vero hücrelerinde 0,030 µM'lik yarı maksimum etkili konsantrasyon (EC50) ile SARS-CoV-2'ye karşı önemli inhibitör aktivite göstermiştir (11). Hossain ve ark. (2022), tiloforinin, abelson murin lösemi viral onkogen homolog bir proteinine karşı bağlanma afinitesi gösterdiğini bulmuşlardır (12). Ayrıca tiloforin'in, COVID-19'lu sıçan modeli üzerinde yapılan araştırmada mükemmel in vivo antiviral etkinlik sergileyerek akciğerlerdeki viral yükleri azalttığı bulunmuştur (11). Tiloforinin çözünürlüğünü ve etkinliğini arttırmak için araştırmacılar, NK007(S) yüklü, kendiliğinden birleşen poli (etilen glikol)-poli (laktit-ko-glikolid) nanopartikülleri (NP-NK007) ve akciğer hedefli lipozomlar (LP-NK007) hazırlamışlardır (11). Bu nanopartiküller, gelişmiş SARS-CoV-2 önleyici aktivite göstererek Tiloforin'i daha ileri çalışmalar için potansiyel antivirüs olarak aday haline getirmiştir.

### 2.2. Venenum Bufonis

*Bufo bufo* gargarizans kurbağasından elde edilen bir salgı olan Venenum Bufonis, geleneksel Çin tıbbında uzun süredir kullanılmaktadır. Aktif bileşenlerinden biri olan telocinobufagin, MERS-CoV, SARS-CoV ve SARS-CoV-2'ye karşı güçlü geniş spektrumlu antiviral aktivite göstermiştir (13). Bufalin, bufotalin, kinobufagin, sinobufotalin ve resibufogenin gibi Venenum Bufonis'ten türetilen diğer bufadienolidler de bu koronavirüslere karşı antiviral aktivite sergilemiştir (14).

Bufalin ve kinobufagin fare modellerinde güçlü toksisite gösterirken, telocinobufagin daha düşük toksisite, daha iyi metabolik stabilite, mükemmel oral biyoyararlanım ve uygun anti-SARS-CoV-2 aktivitesi göstermiştir (13). Bu bulgular, telosinobufajinin daha ileri araştırmalar için umut verici bir geniş spektrumlu inhibitör olabileceğini düşündürmektedir.

### 2.3. Gallinamid A

Deniz siyanobakterilerinden izole edilen doğrusal bir depsipeptit olan Gallinamid A, insan katepsin L benzeri sistein proteazlarının seçici bir kovalent inhibitörü olarak umut vaat etmektedir (15). *Trypanosoma cruzi* ve SARS-CoV-2'ye karşı *in vitro* önemli biyoaktivite göstermiştir (16). Son çalışmalar, gallinamid A'nın SARS-CoV-2 katepsin L aracılı endozomal girişi inhibe edebildiğini, bu da onu birden fazla viral giriş yolunu hedef alan kombinasyon tedavileri için potansiyel bir aday haline getirdiğini göstermiştir (17).

### 2.4. Kordisepin

*Cordyceps militaris*'ten türetilen bir adenozin analogu olan Cordycepin, çeşitli virüslere karşı geniş spektrumlu antiviral özellikler göstermiştir (18,19). Son çalışmalar onun SARS-CoV-2 karşıtı bir ajan olarak potansiyelini göstermiştir. Rabie ve ark. (2022), kordisepinin Vero E6 hücrelerinde SARS-CoV-2 replikasyonunu 2,01  $\mu\text{M}$  EC50 değeriyle inhibe edebildiğini gösterdi. RNA'ya bağımlı RNA polimeraz (RdRp) için bir substrat görevi gören aktif formu kordisepin trifosfat aracılığıyla viral RNA dizilerinin sentezini sonlandırarak etki eder (20). Antiviral aktivitesine ek olarak kordisepinin travmatik beyin hasarında nöroprotektif etkiler, iskemi/reperfüzyon hasarında kardiyak koruma ve serebral iskemik hasarın iyileştirilmesinde etkileri olduğu gösterilmiştir (21). Bu özellikler kordisepin'i COVID-19 tedavisinde daha ileri araştırmalar için ilginç bir aday haline getiriyor.

### 2.5. Homofascaplysin A

Deniz süngeri *Fascaplysinopsis reticulata*'dan izole edilen bir  $\beta$ -karbolin alkaloidi olan Homofascaplysin A, çeşitli virüslere karşı umut verici antiviral aktivite göstermiştir (22). Chhetri ve ark. (2022), homofascaplysin A'nın Calu-3 hücrelerinde SARS-CoV-2 replikasyonunu 1,1  $\mu\text{M}$  EC50 değeriyle inhibe edebildiğini ortaya çıkardı (23). Ayrıca SARS-CoV-2 RNA ile enfekte olmuş hücrelerde viral yükte önemli bir azalma olduğu da gösterilmiştir. Bu bulgular, homofascaplysin A'nın, güçlü anti-SARS-CoV-2 aktivitesine sahip yeni analogların geliştirilmesinde öncü bir bileşik olabileceğini düşündürmektedir (23).

### 2.6. Wallichinler C ve D

Tıbbi eğreltiotu *Dryopteris wallichiana*'dan izole edilen floroglüsinol-terpenoidler Wallichin C ve wallichin D, Vero-E6 hücrelerinde güçlü anti-SARS-CoV-2 aktiviteleri sergilemiştir (24). Bu bileşikler SARS-CoV-2'nin 3CLpro proteinine karşı inhibitör aktiviteler göstermiştir; wallichin C daha umut verici bir inhibitördür. Wallichin C ve D arasındaki C-14 pozisyonundaki kiralitedeki yapısal farklılıkların, bunların antiviral aktivitelerini etkilediği gösterilmiştir (25). Bu bileşiklerin SARS-CoV-2 karşıtı ajanlar olarak potansiyelini keşfetmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

### 2.7. Meyan kökü-saponin A3 ve glisiretinik asit

Tıbbi bitki *Glycyrrhiza uralensis*'ten izole edilen iki triterpenoid olan meyan kökü-saponin A3 ve glisiretinik asit, SARS-CoV-2 enfeksiyonuna karşı önleyici etkiler göstermiştir

(26). Meyan kökü-saponin A3, SARS-CoV-2 nsp7 proteinine karşı güçlü aktivite gösterirken, glisiretinik asit, S protein reseptör bağlama alanı (RBD) üzerinde inhibitör etkiler sergilemiştir (26). Meyan kökü-saponin A3 ve glisiretinik asit kombinasyonunun SARS-CoV-2'deki RBD aktivitelerini artırma potansiyeli olduğu gösterilmiştir. Bu bulgular, *Glycyrrhiza uralensis* içeren ve COVID-19 tedavisinde klinik etkinliği kanıtlanmış Qingfei Paidu kaynatma gibi geleneksel bitkisel ilaçların çok bileşenli, çok yollu ve çok hedefli özelliğini vurgulamaktadır (27).

## 2.8. Gelecek Vaat Eden Diğer Doğal Ürünler

Yukarıda belirtilen doğal ürünlere ek olarak, diğer birkaç ürünün de in vitro olarak oldukça etkili anti-SARS-CoV-2 aktiviteleri olduğu gösterilmiştir. Deniz kaynaklı bir ökaryotik translasyon uzatma faktörü 1A (eEF1A) inhibitörü olan Plitidepsin, SARS-CoV-2 replikasyonuna karşı önemli inhibitör etkiler göstermiştir (28,29). Tanshinone IIA, timohidrokinon ve ditimokinon gibi diğer doğal bileşikler de SARS-CoV-2'ye karşı potansiyel inhibitör etkiler göstermiştir (30-32).

## 3. SONUÇ

Sonuç olarak yukarıda incelediklerimizin de dahil olduğu pek çok doğal ürün, biyoaktif özelliklerinden dolayı COVID-19 tedavisi için potansiyel adaylar olarak ortaya çıkmıştır. Tylophorine, venenum Bufonis, gallinamide A, cordycepin, homofascaplysin A, wallichin C ve D ve meyan kökü-saponin A3/glisiretinik asit gibi bileşikler SARS-CoV-2'ye karşı umut verici antiviral aktivite göstermiştir. Bu doğal ürünler, araştırmacılara SARS-CoV-2 karşıtı ilaçların daha fazla araştırılması ve geliştirilmesi için potansiyel yollar sunmaktadır.

Bu doğal ürünlerin etki mekanizmalarını tam olarak anlamak ve terapötik potansiyelini optimize etmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulsa da bunlar COVID-19 ile mücadelede umut verici bir yaklaşımı temsil etmektedir. Doğal ürünler diğer tedavilerle kombine edilerek etkinlikleri artırılabilir ve ilaç direnci azaltılabilir.

Genel olarak doğal ürünler, SARS-CoV-2 karşıtı ilaçların geliştirilmesi için değerli bir kaynak sağlamaktadır ve devam eden COVID-19 salgınına karşı mücadelede umut sunmaktadır. Günümüzde bu doğal preparatların tedavide ve hastalarda etkinliğini ve güvenilirliğini değerlendirmek için daha fazla araştırma ve klinik denemeye ihtiyaç vardır.

## KAYNAKÇA

1. WHO: <https://data.who.int/dashboards/covid19/cases?n=c> (Erişim Tarihi: 12.12.2023)
2. Nasreen, Sharifa, et al. "Effectiveness of COVID-19 vaccines against symptomatic SARS-CoV-2 infection and severe outcomes with variants of concern in Ontario." *Nature microbiology* 7.3 (2022): 379-385.
3. Murphy, Mairead, et al. "Implementation of remote consulting in UK primary care following the COVID-19 pandemic: a mixed-methods longitudinal study." *British Journal of General Practice* 71.704 (2021): e166-e177.
4. Del Rio, Carlos, Lauren F. Collins, and Preeti Malani. "Long-term health consequences of COVID-19." *Jama* 324.17 (2020): 1723-1724.

5. Jin, Jing, et al. "Internal feature selection method of CSP based on L1-norm and Dempster–Shafer theory." *IEEE transactions on neural networks and learning systems* 32.11 (2020): 4814-4825.
6. Mengist, Hylemariam Mihiretie, Xiaojiao Fan, and Tengchuan Jin. "Designing of improved drugs for COVID-19: Crystal structure of SARS-CoV-2 main protease Mpro." *Signal transduction and targeted therapy* 5.1 (2020): 67.
7. Toelzer, Christine, et al. "The free fatty acid-binding pocket is a conserved hallmark in pathogenic  $\beta$ -coronavirus spike proteins from SARS-CoV to Omicron." *Science Advances* 8.47 (2022): eadc9179.
8. Wei, Wycliffe E., et al. "Presymptomatic transmission of SARS-CoV-2—Singapore, january 23–march 16, 2020." *Morbidity and Mortality Weekly Report* 69.14 (2020): 411.
9. Alqathama, Aljawharah A., et al. "The vital role of animal, marine, and microbial natural products against COVID-19." *Pharmaceutical Biology* 60.1 (2022): 509-524.
10. Utlu, Melike, and Dilek ERCİL. "COVID-19 Pandemisinde Bitkiler ve Sekonder Bileşiklerinin Yeri: Geleneksel Derleme." *Literatür Eczacılık Bilimleri Dergisi* 11.1 (2022): 15-23.
11. Wang, Shuai, et al. "AXL is a candidate receptor for SARS-CoV-2 that promotes infection of pulmonary and bronchial epithelial cells." *Cell research* 31.2 (2021): 126-140.
12. Hossain, Rajib, et al. "In silico screening of natural products as potential inhibitors of SARS-CoV-2 using molecular docking simulation." *Chinese journal of integrative medicine* 28.3 (2022): 249-256.
13. Jin, Young-Hee, et al. "Broad spectrum antiviral properties of cardiogenic steroids used as potential therapeutics for emerging coronavirus infections." *Pharmaceutics* 13.11 (2021): 1839.
14. Wang, Zhonglei, et al. "Bioactive natural products in COVID-19 therapy." *Frontiers in Pharmacology* 13 (2022): 926507.
15. Miller, Bailey, et al. "The marine cyanobacterial metabolite gallinamide A is a potent and selective inhibitor of human cathepsin L." *Journal of natural products* 77.1 (2014): 92-99.
16. Ashhurst, Anneliese S., et al. "Potent anti-SARS-CoV-2 activity by the natural product gallinamide A and analogues via inhibition of cathepsin L." *Journal of medicinal chemistry* 65.4 (2021): 2956-2970.
17. Tang, Arthur H., and Richard J. Payne. "Second generation synthesis of the anti-infective natural product gallinamide A." *Tetrahedron* 139 (2023): 133445.
18. Panya, Aussara, et al. "Cordycepin inhibits virus replication in dengue virus-infected vero cells." *Molecules* 26.11 (2021): 3118.
19. Verma, Akalesh Kumar. "Cordycepin: A bioactive metabolite of *Cordyceps militaris* and polyadenylation inhibitor with therapeutic potential against COVID-19." *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics* 40.8 (2022): 3745-3752.



20. Rabie, Amgad M. "Potent inhibitory activities of the adenosine analogue cordycepin on SARS-CoV-2 replication." *Acs Omega* 7.3 (2022): 2960-2969.
21. Wei, Pengju, et al. "Cordycepin confers long-term neuroprotection via inhibiting neutrophil infiltration and neuroinflammation after traumatic brain injury." *Journal of neuroinflammation* 18.1 (2021): 1-17.
22. Chhetri, Bhuwan Khatri, et al. "Marine natural products as leads against SARS-CoV-2 infection." *Journal of Natural Products* 85.3 (2022): 657-665.
23. Chhetri, Bhuwan Khatri, et al. "Marine natural products as leads against SARS-CoV-2 infection." *Journal of Natural Products* 85.3 (2022): 657-665.
24. Hou, Bo, et al. "Target-based virtual screening and LC/MS-guided isolation procedure for identifying phloroglucinol-terpenoid inhibitors of SARS-CoV-2." *Journal of Natural Products* 85.2 (2022): 327-336.
25. Singh, Pushpendra, et al. "Medicinal plants, phytoconstituents and traditional formulation as potential therapies for SARS-CoV-2: a review update." *Vegetos* (2023): 1-18.
26. Yi, Yang, et al. "Natural triterpenoids from licorice potently inhibit SARS-CoV-2 infection." *Journal of advanced research* 36 (2022): 201-210.
27. Cao, Jun-Feng, et al. "Exploring the mechanism of action of licorice in the treatment of COVID-19 through bioinformatics analysis and molecular dynamics simulation." *Frontiers in pharmacology* 13 (2022): 1003310.
28. Sachse, Martin, et al. "Unraveling the antiviral activity of plitidepsin against SARS-CoV-2 by subcellular and morphological analysis." *Antiviral Research* 200 (2022): 105270.
29. Guisado-Vasco, P., et al. "Plitidepsin as a successful rescue treatment for prolonged viral SARS-CoV-2 replication in a patient with previous anti-CD20 monoclonal antibody-mediated B cell depletion and chronic lymphocytic leukemia." *Journal of Hematology & Oncology* 15.1 (2022): 1-4.
30. Elebeedy, Dalia, et al. "In vitro and computational insights revealing the potential inhibitory effect of Tanshinone IIA against influenza A virus." *Computers in biology and medicine* 141 (2022): 105149.
31. Türkmen, Beyza, Şennur Ganimet, and Yasemin Ertaş Öztürk. "Çörek Otu (*Nigella sativa* L.), İmmün Sistem ve COVID-19." *Beslenme ve Diyet Dergisi* 51.1 (2023): 96-102.
32. Taysi, Seyithan, et al. "Thymoquinone: a review on its pharmacological importance, and its association with oxidative stress, COVID-19, and radiotherapy." *Mini Reviews in Medicinal Chemistry* 22.14 (2022): 1847-1875.

## PREKONSEPSİYONEL DÖNEMDE FOLİK ASİT KULLANIMI VE EBELİK BAKIMI

Arş. Gör. Emine KILIÇ DOĞAN<sup>1</sup>, Arş. Gör. Yasemin YÜCEL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [emine24kilic@gmail.com](mailto:emine24kilic@gmail.com) – 0000-0002-5999-1166

<sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [yaseminyuc60@gmail.com](mailto:yaseminyuc60@gmail.com)-0000-0002-7836-8046

Prekonsepsiyonel dönem genel bir zaman dilimi ile sınırlandırılmamasına rağmen çiftlere yöneltilen “1 sene içerisinde gebelik planlıyor musunuz” sorusuna “evet” cevabı verildiği andan itibaren bakıma başlanması gereken süreç olarak ifade edilmektedir. Prekonsepsiyonel bakımdaki temel hedefi çiftlerdeki risklerin saptanması, belirlenen risklerin azaltılabilmesi amacıyla uygun girişimlerin planlanması ve gebelik oluşmadan önce maternal sağlığın geliştirilmesi oluşturmaktadır. Gebelik öncesi dönemde sunulan sağlık hizmetleri gebelik dönemini, fetal sağlığı, doğum eylemini, postpartum dönemde lohusa ve yenidoğan sağlığını etkileyebilmektedir. Bu bağlamda olası risklerin azaltılması amacıyla prekonsepsiyonel dönemdeki yapılan girişimlerden bir tanesi kadını FA kullanımına teşvik etmektir. FA 1930 yılında Lucy Wills tarafından Cambridge Üniversitesi’nde bulunmuş, 1941 yılında ilk defa ıspanak bitkisinden izole edilmiş, 1943 yılında Amerika’da FA sentezi yapılmaya başlanmıştır. Laboratuvar ortamındaki sentez neticesinde FA’nın büyümeyi etkilediği belirlenmiştir. İlerleyen yıllarda ise FA’nın büyüme, gelişme ve beden sağlığı için temel olduğu, hücre bölünmesi esnasında önemli görevler üstlendiği belirlenmiştir. FA eksikliğinde fetüste meydana gelebilecek en önemli sağlık sorunu Nöral Tüp Defekti (NTD)’dir. Dünya çapında FA eksikliğinin prevalansı bilinmemesine rağmen eksikliğinde meydana gelen NTD’li bebek sayısının her yıl yaklaşık 300.000 olduğu bildirilmektedir. NTD’nin önlenmesi için en kolay ve maliyet etkin yöntemin FA kullanımı olması sebebiyle ulusal ve uluslararası pek çok kuruluş prekonsepsiyonel dönemde FA kullanmaları için üreme çağındaki kadınlara önerilerde bulunmuştur. Bu kuruluşlar içerisinde ulusal çapta yer alan Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı’nın önerisi ise gebelik planlayan üreme çağındaki tüm kadınların gebelik oluşmadan en az 1 ay önce günlük 400-800 µg dozunda FA takviyesi kullanmasıdır. Bu nedenler doğrultusunda derlemenin amacı prekonsepsiyonel dönemde FA takviyesi kullanımının önemini vurgulamak ve ebelik bakımıyla ilgili güncel bilgileri paylaşmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Ebelik, Folik Asit, Prekonsepsiyonel Dönem

## 1. GİRİŞ

İlk defa 1980’li yıllarda ortaya çıkan prekonsepsiyonel dönem ve bakım kavramı 2005 yılında Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (Centers for Disease Control and Prevention, CDC) tarafından gerçekleştirilen toplantıdan sonra sık sık gündeme gelmeye başlamıştır. Prekonsepsiyonel dönem ve bakım, gebelik esnasında meydana gelebilecek ve sorun teşkil edecek çoğu faktörün belirlenmesine, gebeliğin sonuçlarında değişmelere ve sonraki nesillerin sağlık düzeylerini olumlu yönde etkilemeye yardımcı olan bir kavramdır (Temel ve ark, 2015). Bu dönemde verilen bakım yalnızca ebeveyn olmayı planlayan çiftlere değil, üreme çağındaki tüm insanlara yönelik olmalıdır (Coşkun, 2011).

Folik asit (FA), büyüme ve gelişmeye yardımcı ve aynı zamanda beden sağlığı için elzem olan B grubu vitaminleri içerisinde yer almaktadır. FA, protein sentezi esnasında önemli görevleri bulunan ve dolayısıyla hücre büyümesinden de sorumlu deoksiribonükleik asidin (DNA) sentezinde gerekli olan vitamindir (Mohammed ve ark., 2019). Gebelik sürecinde hücrelerin bölünme hızları artmaktadır. Bu nedenle FA maternal ve fetal sağlığın gelişimi için önem taşımaktadır. Gebelik sürecinde embriyonun ve fetüsün ihtiyacının karşılanabilmesi, gelişimin hızlı bir şekilde gerçekleşmesi, uterusun gebeliğin ilerleyen dönemlerinde genişlemesi, plasantanın büyümesi ve maternal eritrosit hacminin artması sebebiyle prekonsepsiyonel dönemde FA takviyesi almaya başlanması gerekmektedir.

FA eksikliğinin dünya çapındaki prevalansı bilinmemektedir (Mgamb, 2018). Fakat FA eksikliğinde maternal ve fetal sağlıkta meydana gelebilecek olumsuzluklar bilinmektedir. FA eksikliğinin maternal etkileri içerisinde anemi, abortus, dekolman plasanta, preterm eylem ve ölü doğum yer alırken, fetal etkileri içerisinde kardiyolojik defektler, konjenital malformasyonların görülme riskinde artış, üriner sistem anomalileri yer almaktadır (Dean ve ark., 2014; Wald ve ark., 2018; Berry, 2019; Prasad ve ark., 2021). Tüm bu sağlık sorunlarına ilaveten FA eksikliğinde fetüste meydana gelebilecek en önemli sağlık sorunu Nöral Tüp Defekti (NTD)’dir. NTD’nin önlenmesinde en temel basamak prekonsepsiyonel dönemde FA takviyesi alınmaya başlamak ve gebeliğin 1. Trimesteri boyunca da kullanmaya devam etmektir. Bu nedenler doğrultusunda derlemenin amacı prekonsepsiyonel dönemde FA takviyesi kullanımının önemini vurgulamak ve ebelik bakımıyla ilgili güncel bilgileri paylaşmaktır.

## 2. PREKONSEPSİYONEL BAKIM VE DÖNEM KAVRAMI

Prekonsepsiyonel bakım, gebelik oluşmadan önce sadece kadınlara değil çiftlere biyomedikal, davranışsal, sosyal sağlık müdahalelerin sağlanmasını ve gebeliğin sonuçlarını, gelecek nesillerin sağlık düzeyinin etkiyebilecek riskli durumların tespitinin gerçekleştirilmesini ve bu risk faktörlerinin belirlenerek önlenmesini veya yönetimini kapsamaktadır (Temel ve ark, 2015). Bunlara ilaveten prekonsepsiyonel bakım kapsadığı konularla bağdaştırıldığında koruyucu ve önleyici faaliyetler açısından da önem taşımaktadır (Beckmann ve ark, 2014). Ebeveyn olmaya hazırlanan çiftler için prekonsepsiyonel bakım, gebelikte meydana gelen tüm değişimlere uyum sağlamak amacıyla zemin oluşturmaktadır (Gökdemir ve Eryılmaz, 2017; Başlı ve Aksu, 2018). Literatür incelendiğinde prekonsepsiyonel

dönem için belirli bir zaman dilimi sınırlamasının olmadığı fakat danışmanlık esnasında çiftlere yönlendirilen “1 sene içerisinde gebelik planlıyor musunuz?” sorusuna “evet” cevabı alınıyorsa prekonsepsiyonel bakım konularıyla ilgili eğitim verilmesi gerektiği belirtilmektedir (Gökdemir ve Eryılmaz, 2017).

Prekonsepsiyonel bakım esnasında verilmesi gereken danışmanlık hizmetlerinin konu içeriği şu şekildedir: “Çiftlerin geçmişteki ve şimdiki sağlık öykülerinin detaylı bir şekilde alınması ve kapsamlı bir fizik muayene yapılması, aile planlaması yöntemleriyle ilgili danışmanlık hizmeti sunulması, genetik danışmanlık yapılması, çiftlerin psikolojik açıdan durumlarının değerlendirilmesi, tütün veya alkol kullanımının değerlendirilmesi, cinsel yolla bulaşan enfeksiyonların değerlendirilmesi, düzenli beslenme ve kilo kontrolü ile ilgili bireylere eğitim verilmesi, NTD oranlarının düşürülmesi, maternal ve fetal sağlığının iyileştirilmesi, yükseltilmesi amacıyla FA takviyesi kullanımı ile ilgili bilgi sunulmasıdır” (Zhou ve ark., 2016; Başlı ve Aksu., 2018).

### 3. FOLİK ASİT

#### 3.1 Folik Asidin Genel Özellikleri ve Fizyoloji Önemi

FA'nın ilk kez 1930 yılında Lucy Wills tarafından keşfedildiği, 1941 yılında ise ıspanak bitkisinden izole edildiği bildirilmektedir (Ebara, 2017). İlerleyen yıllarda Amerika'da laboratuvar ortamında FA'nın sentezi yapılmaya başlanmış ve bu sentez esnasında FA'nın laboratuvar hayvanlarında ve mikroorganizmalarda büyümeyi tetiklediği belirlenmiştir (Baysal, 2021). FA, Sarı kristal formdaki pterin grubu içerisinde yer alan moleküllerin yaygın olarak kullanılan ismidir (Baysal, 2021). FA zaman içerisinde başka isimlerle adlandırılmaya başlanmış olup bu isimler ise Vitamin M, Vitamin B<sub>c</sub> ve şeklindedir (Shulpekova ve ark., 2021). Günümüzde ise FA'nın yaygın olarak kullanılan adı Vitamin B<sub>9</sub> şeklindedir (Mikkelsen ve Apostolopoulos, 2019). FA ile ilgili olarak sıklıkla karıştırılan kullanım adları içerisinde FA yerine “folat” isminin yer almasıdır. Folat ile FA aynı anlamı taşımamakta ve folat, FA'nın besinler içerisinde bulunan doğal formu olarak tanımlanmaktadır (Sijilmassi, 2019; Şimşek, 2021). Folat canlılar için hayati önem taşımakta ve DNA sentezi esnasında ve nükleotitlerin mekanizmasında önemli görevleri olduğundan insan vücudunda gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlarda katalizör görevi görmektedir (Menezo ve ark., 2022). FA doğada nadir olarak bulunan okside olmuş formdur ve güçlendirilmiş besinler içerisinde bol miktarda bulunmaktadır (Dayı ve Pekcan, 2019).

FA'nın molekül formülü C<sub>19</sub>H<sub>19</sub>N<sub>7</sub>O<sub>6</sub>'dır. “Pteroylmonoglutamikasit” FA'nın kimyasal olarak isimlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bir FA molekülünün ağırlığı 441.4 g / mol 'dür. FA, ısıya karşı dayanıksızdır ve suda çözünmektedir. Isı derecesi yükseldikçe ve buna ilaveten ısıtma süresi arttıkça besinlerdeki FA kaybı artmaktadır. Ek olarak gıdalarda FA kaybının artmasına yol açan faktörler içerisinde pişirme suyunun miktarındaki artış da gösterilmektedir. FA'nın yapısı ultraviyole ışığa dayanıksızdır ve bozulmaktadır fakat FA, alkol, aseton ve eter gibi maddelere karşı dayanıklıdır ve bu maddelerde yapısı bozulmamaktadır (Ducker ve Rabinowitz, 2017).

FA'nın en temel görevleri içerisinde pürin ve pirimidin sentezini gerçekleştirmek bulunmaktadır. FA, tek karbon transfer reaksiyonlarında substrat görevini üstlenmektedir. FA, homosistein, metionin, glisin, serin ve aminoasit metabolizmasında gerçekleşen reaksiyonlarda görevlidir (Kashif, 2020). Gebelik esnasında embriyo gelişirken DNA yapım ve yıkımının gerçekleştiği dokular için FA elzem maddedir (Bilgin ve Demirci, 2019). Buna ilaveten folatın da gebelikte önemli rolleri bulunmaktadır. Gebelik esnasında embriyonik/fetal dokuların farklılaşması sırasında folat ihtiyacı yükselmektedir (Harlan De Crescenzo ve ark., 2021).

### **3.2 Folik asit Eksikliğinin Nedenleri ve Tanılama**

FA eksikliğinin nedenleri ise 3 temel başlıkta toplanmaktadır. Bu nedenler, yetersiz FA alımı, azalmış FA emilimi ve FA gereksiniminde artış meydana getiren durumlar (gebelik dönemi, lohusalık vb.) olarak sıralanmaktadır (Green ve Mitra, 2017).

Yetersiz FA alımının sebepleri arasında alkol tüketimi ve FA'dan zengin olmayan kaynakların tüketimiyle beslenme yer almaktadır. Azalmış emilim incebağırsakta meydana gelen hasarlar doğrultusunda oluşmaktadır. Gebelikte ise insan vücudunun daha çok FA alımına ihtiyacı vardır (Sobczyńska-Malefora ve Harrington, 2018).

FA eksikliği düşünüldüğünde veya FA gereksinimin artışına sebep bir durum meydana geldiğinde ilk olarak bireylerin beslenme öyküleri, GIS sistemi ile ilişkili hastalık durumları ve ilaç kullanımlarının ele alınması gerekmektedir (Sobczyńska-Malefora ve Harrington, 2018). Sağlıklı bir insanda normal serum folat değeri 5 ile 20 ng/ml aralığındadır. FA yetersizliği görülen kişilerde serum folat değeri 3 ng/ml'nin altına düşmektedir. Tanıda ilk olarak ele alınan parametre laboratuvar testleri sayesinde serum folat değeridir (Pravst ve ark., 2021).

### **3.3 Folik asit Eksikliğinin Maternal ve Fetal Sağlığa Etkileri**

FA hem anne hem de fetüs sağlığı için önem taşımaktadır. Gebelik esnasında embriyo ve fetüsün ihtiyacının karşılanması, gelişimin hızlı olması, uterusun ve plasantanın büyüyerek genişlemesi sebebiyle gebelik döneminde FA takviyesinin alınması gerekmektedir. Bu doğrultuda herhangi bir FA eksikliği sonucunda hem fetal hem maternal sağlık olumsuz etkilenmektedir. FA eksikliğinin maternal olarak etkileri arasında abortus riskinde artış, dekolman plasenta, ölü doğum ve maternal mortalite oranlarında artışlar görülmektedir (Berry, 2019; Şimşek ve ark., 2021). Fetal etkileri içerisinde fetüste kardiyak defektler, üriner sistem anomalileri, düşük doğum ağırlığı bulunmaktadır (Dean ve ark, 2014; Prasad ve ark, 2021).

Literatür incelendiğinde son yıllarda yapılan araştırmalar sonucunda prekonsepsiyonel dönemde FA takviyesi alınmaması durumunda bebekte otizm, hiperaktivite bozuklukları ve bilişsel bozulmalar da meydana gelebileceği görülmüştür (Stephenson ve ark., 2018). Tüm bunlara ilaveten FA eksikliğinde fetüste görülebilecek en önemli sağlık sorunu ise Nöral Tüp Defektidir (Yu ve ark, 2021).

#### **3.3.1 Nöral Tüp Defekti (NTD)**

NTD'lerin 1000 doğumda yaklaşık %0.5-2 arasında meydana geldiği tahmin edilmektedir (Copp ve Harding, 2018). Her yıl dünya genelinde 300.000 NTD'li çocuğun



dünyaya geldiği bildirilmektedir (de Andrade Silva Cavalcanti, 2018). NTD yaygınlığını coğrafi farklılık ve etnik köken etkilemektedir. Defektlerin oluşumunu çevresel ve genetik faktörler etkilemektedir. Fakat NTD oluşumunda %70 oranında genetik faktörlerin rol oynadığı düşünülmektedir (Lee ve Gleeson, 2020). Kanıtlar ise NTD'lerin folat takviyesi ile büyük ölçüde önlenbilir olduğunu göstermektedir (Iskandar ve Finnell, 2022).

Gebelik planlayan herhangi bir kadın, NTD'li bir bebeğe sahip olma riski altındadır. NTD'ler, ultrason görüntüleme veya anne serumu alfa-fetaprotein düzeyi taraması ile tanılabilmektedir (Bibbins-Domingo ve ark., 2017).

NTD'ler, embriyogenezis esnasında normal nöral tüp kapanmasının başarısızlığı sonucunda kafatası veya omurgada meydana gelen en yaygın konjenital malformasyonlardır (Greene ve Copp, 2014). NTD'nin ağır formları genellikle doğumdan sonraki birkaç saat içerisinde yenidoğanın ölümüyle sonuçlanmaktadır. Hafif formları ise yenidoğanın vücut sistemlerinde sorun yaşamasına yol açmaktadır. Bu sorunlar genellikle nörolojik, ortopedik, ürolojik ve nefrolojik sorunlardır (Bashir ve ark., 2020).

Embriyolojik sürecin 3. haftasının başlarında, ektoderm hücreleri ikiye ayrılmaktadır. Bu ayrılma sonucunda nöral ektoderm ve cilt ektodermi oluşmaktadır. Nöral tüp ve nöral oluk, nöral ektodermden meydana gelmektedir. Nöral tüpün kranial bölümünde beyin ve beyincik, kaudal kısmında ise omurilik oluşmaktadır. Nöral oluğun katlantılardan ayrılan nöral çıkıntılar, spinal ve kranial sinirlerin meydana gelmesinde rol almaktadır (Pang ve ark., 2019).

Fertilizasyondan sonraki 21-26. günlerde nöral tüpün kranial bölgesindeki açıklık kapanmaktadır. Kaudal bölgesindeki açıklık ise 23-28. günler arasında kapanır (Czeizel ve ark., 2013). Bu günler arasında ilk önce kranial uç, sonrasında ise kaudal uç kapanmaktadır. Sonuç olarak nöral tüp embriyolojik dönemin 4. haftasında tamamen kapanmaktadır. Eğer 4. haftada kapanma tamamlanmaz ise NTD meydana gelmektedir.

#### **4.Prekonsepsiyonel Dönemde Folik Asit Kullanımına İlişkin Uluslararası ve Ulusal Öneriler**

Prekonsepsiyonel dönem çiftlerin çocuk sahibi olmaya hazırlandıkları prekonsepsiyonel dönemi kapsamaktadır. Bireylere sorulan “Bir yıl içinde gebelik planlıyor musunuz?” sorusuna göre bakım ve danışmanlığa başlanmaktadır. Çiftler soruya evet yanıtı verdikleri takdirde prekonsepsiyonel dönemde oldukları kabul edilir ve gerekli hizmetlerin danışmanlığı ülkemizde uygulanmaktadır (Sade ve Demirel, 2020).

Prekonsepsiyonel dönemde doğum sonrasında karşılaşılabilecek problemlerin önüne geçebilmek, fetüste oluşabilecek defektleri önlemek hem maternal hem de fetal sağlık düzeyini yükseltmek için uygulanan hizmetlerden birisi de folik asit takviyesine başlanmasıdır (Dayı ve Pekcan, 2019)

Folik asit B9 vitamini olarak da adlandırılan, suda çözünebilen ve insan vücudunda sentezi gerçekleştirilemeyen hayati öneme sahip vitaminler içerisinde yer almaktadır. Folik asidin en önemli görevi ise hücre bölünme döngüsünde rol almaktır (Plumtre ve ark., 2015). Gebelik döneminde hücreler daha hızlı bir şekilde bölünmeye ve büyümeye başlamaktadır. Aynı



zamanda gebelikte embriyonun ve fetüsün ihtiyacının karşılanması, fetal gelişimin hızlı olması, uterus ile plasentanın zaman içerisinde genişlemesi ve maternal eritrosit hacmindeki artış nedeniyle prekonsepsiyonel dönemde ve gebelik esnasında folik asit takviyesinin alınması önem arz etmektedir (Dean ve ark, 2014; Prasad ve ark, 2021).

Gebelikte folik asit ihtiyacı arttığından ve folik asit NTD'yi önleyebildiğinden dolayı prekonsepsiyonel dönemden itibaren kullanılmaya başlanması önerilmektedir. Bu nedenle çeşitli ülkeler, topluluklar ve örgütler prekonsepsiyonel dönemden itibaren gebeliğin belli bir sürecinde de folik asit alınmasını önermiş ve alınacak folik asit dozuyla ilgili kılavuzlar oluşturmuşlardır.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), maternal anemi, preterm doğum, DDA bebek ve NTD riskini azaltmak için gebeliğin düşünüldüğü ilk andan, 12. gestasyon haftasına kadar 400 µg folik asit alınmasını önermektedir (WHO, 2019).

Polonya Jinekologlar ve Doğum Uzmanları Topluluğu (Polish Society of Gynecologists and Obstetricians-PSGO), üreme çağı içerisindeki tüm kadınlara prekonsepsiyonel dönemde günlük 400 µg folik asit takviyesi almalarını önermektedir. Gebelikte NTD ile ilgili mevcut bir risk olmaması halinde takviyenin 12. gebelik haftasına kadar 400-800 µg arasında olacak dozda sürdürülmesini, 12. gebelik haftasından laktasyon dönemine kadar ise 600-800 µg folik asit takviyesini almaya devam etmesini önermektedir (Zimmer ve ark., 2020). PSGO risk faktörlerini ailesinde veya kendisinde intrauterin gelişme geriliği (IUGR), preeklampsi, diyabet, sindirim sistemi hastalıkları, karaciğer yetmezliği, sigara içme durumu, antiepileptik ilaç kullanımı olma durumu ve daha önce NTD'li bebek öyküsü olarak belirlemiş olup prekonsepsiyonel dönemdeki 12. haftadan itibaren laktasyon sürecinde de devam edecek şekilde günlük folik asit alım dozunu 800 µg olarak belirlemiştir (Zimmer ve ark., 2020).

Hastalık Kontrol Önleme Merkezi (CDC), NTD gibi konjenital hastalıkların yaklaşık %75'inin önlenmesi için koruyucu hizmetlerden olan folik asit takviyesi kullanımına gebelik oluşumundan 3 ay önce başlanmasını ve gebelikten sonraki 10-12 haftalık süreçte de 400 µg dozda kullanılmaya devam edilmesini önermektedir (CDC, 2018).

American College of Obstetricians and Gynecologist (ACOG) kadınların gebelikten 1 ay önce 400 µg dozda folik asit takviyesi kullanmaya başlanmalarını ve gebeliğin 1.trimesteri boyunca takviye alınımına devam edilmesini önermektedir (ACOG, 2020).

Royal College of Obstetrics and Gynecologists (RCOG) derneği üreme çağındaki tüm kadınlara prekonsepsiyonel dönemden başlayarak 12. gestasyon haftasına kadar günlük 400 µg folik asit takviyesi alımını önermektedir. Yüksek risk grubundaki kadınları, daha önce NTD'li bebek doğurma öyküsü olma, partnerinin ailesinde NTD öyküsü olma, epilepsi tedavisine yönelik ilaç kullanma, talasemi/ diyabet ya da çölyak hastası olma ve beden kitle indeksinin 30'un üzerinde olması olarak sınıflandırmıştır. Yüksek risk grubundaki kişilere önerilen günlük folik asit takviyesi dozunu ise 5000 µg (5 mg) düzeyinde önermektedir (RCOG, 2022).

Society of Obstetricians and Gynecologists of Canada (SOGC) derneği ise üreme çağındaki kadınlara folik asit takviyesi önerisinde bulunurken risk durumlarını gruplara

ayırarak günlük alınması gereken takviye dozunu ayarlamaktadır. Düşük risk grubundaki kişiler, kendisinde veya partnerinin ailesinde NTD öyküsü olmayanlardan oluşmaktadır. Bu grubun folik asit takviyesine gebelikten önceki 2-3 aylık sürede başlaması, gebelik süresi boyunca ve postpartum 4-6 hafta veya emzirme döneminde takviye alınmasına devam edilmesini, günlük folik asit dozunun ise 400 µg olmasını önermektedir (Moussa ve ark, 2016). Derneğin yüksek riskli grup olarak belirlediği kişiler, daha önce NTD’li bebek doğurma öyküsü olanlar ve partnerinin soy geçmişinde NTD’li bebek öyküsü olanlardır. Yüksek risk grubundaki kadınlara folik asit takviyesine başlama zamanı gebelikten önceki en az 3 aylık süre olarak kabul edilmektedir. Gebelik oluştuktan sonraki ilk 12 gestasyon haftasında 4000 µg olacak şekilde alınması tavsiye edilirken; gebelik boyunca ve emzirme dönemi de dahil olacak şekilde alınması önerilen günlük takviye dozu 400-1000 µg şeklinde değişmektedir (Moussa ve ark, 2016).

National Institute of Health and Clinical Excellence (NICE)’de prekonsepsiyonel dönemde ve gebelikte folik asit takviyesi alımının günlük dozuna dair önerilerde bulunmuştur. Yüksek riskli gruba günlük alınması gereken folik asit dozunun 5000 µg olarak önermektedir (Moussa ve ark, 2016).

Türkiye’de Sağlık Bakanlığı tarafından 2018 yılında oluşturulan “Doğum Öncesi Bakım Yönetimi Rehberi’nde” gebelik planlayan üreme çağındaki tüm kadınların gebe kalmadan en az 1 ay önce folik asit takviyesine günlük 400-800 µg olacak dozda başlamasını ve gebeliğin 12. haftasına kadar da devam edilmesini önermektedir. NTD açısından yüksek riskli gruplar ise, antiepileptik ilaç kullananlar, NTD’li gebelik öyküsü olanlar, obezite ve diyabet hastalığı olanlar şeklinde belirlenmiş olup NTD’nin önlenmesi için bu grubun gebelikten 3 ay önce 4000 µg (4 mg) dozda folik asit kullanmasını ve 12.gestasyon haftasına kadar da alınmaya devam edilmesini önermektedir.

Önerilerin tamamı hem maternal hem de fetal sağlığın yükseltilmesi için atılması gereken adımlara katkı sağlamak içindir. Tüm bu önerilere rağmen üreme çağındaki kadınların, folik asit kullanım yaygınlığı gebeliğin ilk trimesteri içerisinde yüksektir fakat kadınlar prekonsepsiyonel dönemde folik asit kullanımına yeterince önem vermemektedir. (Dean ve ark, 2014). Bu nedenlerden dolayı ebeler prekonsepsiyonel dönemden itibaren büyük sorumluluklar düşmektedir. Prekonsepsiyonel dönemde folik asit almanın önemi kişilere anlatılmalı, vurgulanmalıdır. Risk teşkil eden durumlar mevcut ise folik asit dozu güncel rehberlerden faydalanılarak önerilmelidir.

## **5. Prekonsepsiyonel Dönemde Folik Asit Kullanımında Ebelerin Rolü**

Sağlıklı bir gebelik için ilk basamağı prekonsepsiyonel dönem oluşturmaktadır. Gebelik oluşmadan ve planlandığı andan itibaren çiftlerin sağlık durumlarının iyileştirilmesi ve yükseltilmesi önem taşımaktadır. Bu noktada ise prekonsepsiyonel danışmanlık hizmetlerinin sunulması ve çiftlerin bu hizmetlerden faydalanması gerekmektedir. Ebeler prekonsepsiyonel hizmet sunan ve toplumdaki bireylerin doğru ve güncel bilgilere ulaşmak amacıyla başvurdukları meslek mensupları içerisinde yer almaktadır. Prekonsepsiyonel dönemde çiftlere sunulan sağlık hizmetlerindeki primer amaç, maternal ve fetal sağlığı iyileştirmek, yükseltmek ve korumaktır. Bu dönemde danışmanlık verilmesi gereken önemli konular içerisinde FA

takviyesi de yer almaktadır. Gebelik planlanmadığında ve beklenmedik bir anda gebe kalındığında FA takviyesi alınmamaktadır (Amanak, 2018). 2017 yılında Pektaş ve arkadaşları tarafından yapılmış olan araştırmada FA hakkında bilgilendirilen birey sayısı bilgilendirilmeyenlerden yüksek bulunmuş ve bilgilendirmenin genellikle hekimler tarafından yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır (Pektaş ve ark., 2017). Ebeler 1. 2. Ve 3. basamak sağlık hizmetlerinin sürdürüldüğü yerlerde görev yapan, kadınla ve çiftlerle pek çok yerde iç içe olan kişilerdir. Bu nedenle gebelik planlayan veya gebe olan kadınlara ulaşabilmeleri kolay olan meslek grupları içerisinde yer almaktadır. Ebelerin pek çok rol ve sorumlulukları bulunmakta ve ebeler eğitici, danışmanlık verici rolleri de üstlenebilmektedir. Bu sebepler doğrultusunda ebelerin bilgilerini güncellemeleri, FA kullanımını ve FA ile ilgili kadınların bilgi düzeylerinde artış sağlamak amacıyla üreme çağındaki tüm kadınlara eğitimler düzenlemeleri, gebelik düşünen kişilere prekonsepsiyonel dönemde FA kullanımının önemini vurgulamaları gerekmektedir. Özellikle önerilen folik asidin uygun kullanımı, uygun zamanı, takviyenin ne kadar süre alınması gerektiğiyle ilgili danışmanlık ve izlem hizmeti bireylere verilmelidir (Pektaş, 2017).

## KAYNAKÇA

ACOG (2020). Good Health Before Pregnancy: Prepregnancy Care. The American College of Obstetricians and Gynecologists. Erişim Adresi: <https://www.acog.org/womens-health/faqs/good-health-before-pregnancy-prepregnancy-care> Erişim Tarihi: (Erişim Tarihi: 20.12.2023).

Amanak, K. (2018). Prekonsepsiyonel Danışmanlık: Hemşire ve Ebelerin Sorumlulukları. Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi, 4(1), 100-108.

Bashir, M. K., Ishtiaq, A., & Javeed, A. (2020). Correlation of Neurological Deficits in Patients with Myelomeningocele on the Basis of Anatomical Location and size of Base of Defect. National Journal of Health Sciences, 5(1), 19-23.

Başlı, M., Aksu H. (2018). Prekonsepsiyonel Danışmanlık ve Bakım. Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 34(3), 128-140.

Baysal, A. (2021). Folik Asit (Folat, Pterylglutamik Asit). Beslenme. Editör: Baysal, A. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, s.220-226.

Beckmann, M. M., Widmer, T., & Bolton, E. (2014). Does Preconception Care Work. Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology, 54(6), 510-514.

Berry, R. J. (2019). Lack of historical evidence to support folic acid exacerbation of the neuropathy caused by vitamin B12 deficiency. The American journal of clinical nutrition, 110(3), 554-561.

Berry, R. J. (2019). Lack of historical evidence to support folic acid exacerbation of the neuropathy caused by vitamin B12 deficiency. The American journal of clinical nutrition, 110(3), 554-561.

- Bibbins-Domingo, K., Grossman, D. C., Curry, S. J., Davidson, K. W., Epling, J. W., García, F. A., ... & US Preventive Services Task Force. (2017). Folic acid supplementation for the prevention of neural tube defects: US preventive services task force recommendation statement. *Jama*, 317(2), 183-189.
- Bilgin, Z., & Demirci, N. (2019). Gebelikte Demir ve Folat Eksikliği Anemisinde Kanıta Dayalı Güncel Yaklaşımlar. *Zeynep Kâmil Tıp Bülteni*, 50(3), 167-174.
- Cavalcanti, R. D. A. S. (2018). Concentrações Séricas De Vitamina B12, Folato Intra-Eritrocitário E Hemoglobina Em Mulheres Em Idade Fértil E Sua Associação Com Variáveis Sócio-Econômicas, Demográficas, Antropométricas E Do Estilo De Vida.
- Centers for Disease Control and Prevention (2018). Folic Acid. Erişim Adresi: <https://www.cdc.gov/ncbddd/folicacid/about.html> (Erişim Tarihi: 20/12/2023).
- Copp, A. J., & Harding, B. N. (2018). Neural tube defects. *Developmental Neuropathology*, 13-28.
- Coşkun, A. (2011). Prekonsepsiyonel Bakım ve Danışmanlık: Kadın Yaşamındaki Yeri ve Önemi. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 8(3), 8-15.
- Czeizel, A. E., Dudás, I., Vereczkey, A., & Bánhidy, F. (2013). Folate deficiency and folic acid supplementation: the prevention of neural-tube defects and congenital heart Defects. *Nutrients*, 5(11), 4760-4775.
- Dayı, T., & Pekcan, G. (2019). Gebelerde Folik Asit Desteği ve Güncel Yaklaşımlar. *Food And Health*, 5(2), 128-138.
- Dean, S. V., Lassi, Z. S., Imam, A. M., & Bhutta, Z. A. (2014). Preconception Care: Nutritional Risks And Interventions. *Reproductive Health*, 11(3), 1-15.
- Ducker GS, Rabinowitz JD. (2017). One-Carbon Metabolism in Health and Disease. *Cell Metabolism*, 25(1), 27-42.
- Ebara, S. (2017). Nutritional Role of Folate. *Congenital Anomalies*, 57(5), 138-141.
- Gökdemir, F., Eryılmaz, G. (2017). Prekonsepsiyonel Sağlık Hizmetleri. *Türkiye Klinikleri J Obstet Womens Health Dis Nurs-Special Topics*, 3(3), 204-12.
- Green, R., & Mitra, A. D. (2017). Megaloblastic anemias: nutritional and other causes. *Medical Clinics*, 101(2), 297-317.
- Harlan De Crescenzo, A., Panoutsopoulos, A. A., Tat, L., Schaaf, Z., Racherla, S., Henderson, L., & Zarbaliş, K. S. (2021). Deficient Or Excess Folic Acid Supply During Pregnancy Alter Cortical Neurodevelopment in Mouse Offspring. *Cerebral Cortex*, 31(1), 635-649.
- Kashif M. Khan, Treasure (2020). Folic Acid (Folate) Deficiency. Island (FL): Statpearls Publishing.

- Lee, S., & Gleeson, J. G. (2020). Closing in on mechanisms of open neural tube defects. *Trends in neurosciences*, 43(7), 519-532.
- Menezo, Y., Elder, K., Clement, A., & Clement, P. (2022). Folic acid, folinic acid, 5 methyl tetrahydrofolate supplementation for mutations that affect epigenesis through the folate and one-carbon cycles. *Biomolecules*, 12(2), 197.
- Mgamb, E. A. (2018). Folate Deficiency Among Pregnant Women Attending Antenatal Clinic at Pumwani Maternity hospital, Nairobi County, Kenya (Doctoral Dissertation, Jkuat-Cohes).
- Mikkelsen, K., & Apostolopoulos, V. (2019). Vitamin B1, B2, B3, B5, and B6 and the Immune System. *Nutrition and immunity*, 115-125.
- Mohammed, B. S., Kawawa, A. R., & Wemakor, A. (2019). Prevalence and determinants of uptake of folic acid in peri-conceptional period in a rural lower-middle-income country, Ghana. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 126(3), 254-262.
- Moussa, H. N., Hosseini Nasab, S., Haidar, Z. A., Blackwell, S. C., & Sibai, B. M. (2016). Folic acid supplementation: what is new? Fetal, obstetric, long-term benefits and risks. *Future science OA*, 2(2).
- Pang D, Hou YJ, Wong ST (2019). Textbook of Pediatric Neurosurgery. Textbook of Pediatric Neurosurgery
- Pektaş, İ., Zoroğlu, G., & Mayda, A. S. (2017). Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Obstetri Polikliniğine Başvuran Gebelerin Folik Asit Bilgi, Farkındalık ve Kullanma Durumu. *Düzce Medical Journal*, 19(3), 65-69.
- Prasad, P., Mori, M., & Toriello, H. V. (2021). Focused Revision: Policy Statement on Folic Acid and Neural Tube Defects. *Genetics in Medicine*, 23(12), 2464-2466.
- Pravst, I., Lavriša, Ž., Hribar, M., Hristov, H., Kvarantan, N., Seljak, B. K., & Kušar, A. (2021). Dietary Intake of Folate and Assessment of The Folate Deficiency Prevalence in Slovenia Using Serum Biomarkers. *Nutrients*, 13(11), 3860.
- RCOG (Royal College of Obstetrics and Gynecologists) (2022). Healthy Eating and Vitamin Supplements in Pregnancy. Erişim Adresi: <https://www.rcog.org.uk/media/lcfn54fw/healthy-eating-vitamin-supplements-pregnancy-large-print-patient-information.pdf> (Erişim Tarihi: 20.12.2023).
- Sade, G., Demirel, G. (2020). Folik Asit Kullanımı ve Prekonsepsiyonel Bakım, Danışmanlık. Prekonsepsiyonel Bakım ve Danışmanlık, Editörler: Demirel, G., Sayiner, FD. Akademisyen Kitabevi, Ankara, s.67-77.
- Shulpekova, Y., Nechaev, V., Kardasheva, S., Sedova, A., Kurbatova, A., Bueverova, E., & Ivashkin, V. (2021). The Concept of Folic Acid in Health and Disease. *Molecules*, 26(12), 3731.
- Sijilmassi, O. (2019). Folic Acid Deficiency and Vision: A Review. *Graefe's Archive for Clinical And Experimental Ophthalmology*, 257(8), 1573-1580.

Sobczyńska-Malefora, A., & Harrington, D. J. (2018). Laboratory assessment of folate (vitamin B9) status. *Journal of clinical pathology*.

Şimşek, H. (2021) Gebelerin Folik Asit ve B12 Kullanımı İle İlgili Farkındalık Düzeyi ve Eksikliklerin Belirlenmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği Anabilim Dalı. Yayınlanmamış Uzmanlık Tezi.

Şimşek, H., Karaağaç, Y., Tunçer, E., & Yardımcı, H (2021). Gebelikte Folik Asit, B12 Vitamini, D Vitamini ve İyot Destekleri Kullanmak Gerekli Midir? Olası Riskler. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 16(3), 439-447.

Temel, S., van Voorst, S. F., de Jong-Potjer, L. C., Waelput, A. J., Cornel, M. C., de Weerd, S. R., & Steegers, E. A. (2015). The Dutch national summit on preconception care: a summary of definitions, evidence and recommendations. *Journal of community genetics*, 6, 107-115.

Wald, N. J., Morris, J. K., & Blakemore, C. (2018). Public Health Failure in The Prevention of Neural Tube Defects: Time To Abandon The Tolerable Upper İntake Level of Folate. *Public Health Reviews*, 39(1), 1-11.

WHO (World Health Organization) (2019). Periconceptional Folic Acid Supplementation To Prevent Neural Tube Defects. Erişim Adresi: [Http://Www.who.int/Elena/Titles/Folate\\_Periconceptional/En/](http://www.who.int/Elena/Titles/Folate_Periconceptional/En/). (Erişim Tarihi: 20.12.2023).

Zhou, Q., Zhang, S., Wang, Q., Shen, H., Tian, W., Chen, J., & Li, X. (2016). China's Community-Based Strategy of Universal Preconception Care in Rural Areas at A Population Level Using A Novel Risk Classification System for Stratifying Couples Preconception Health Status. *Bmc Health Services Research*, 16(1), 1-7.

Zimmer, M., Sieroszewski, P., Oszukowski, P., Huras, H., Fuchs, T., & Pawlosek, A. (2020). Polish Society of Gynecologists and Obstetricians Recommendations on Supplementation During Pregnancy. *Ginekologia Polska*, 91(10), 644-653.



## POSTPARTUM DÖNEME ANNENİN PSİKOLOJİK UYUMU, GÖRÜLEBİLECEK SORUNLAR VE EBELİK YAKLAŞIMI

Arş. Gör. Emine KILIÇ DOĞAN<sup>1</sup>, Arş. Gör. Yasemin YÜCEL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [emine24kilig@gmail.com](mailto:emine24kilig@gmail.com) –  
0000-0002-5999-1166

<sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [yaseminyuc60@gmail.com](mailto:yaseminyuc60@gmail.com)-  
0000-0002-7836-8046

Doğum sonrası dönem (postpartum dönem), bebeğin ve eklerinin doğması ile başlamakta ve 6-8 hafta boyunca devam etmektedir. Postpartum dönem aynı zamanda 4. Trimester olarak da adlandırılmaktadır. Bu dönem erken postpartum ve geç postpartum dönem olarak ikiye ayrılmaktadır. Erken postpartum dönem doğum sonrası 7-10 gün, geç dönem ise sonrasındaki 6-8 haftalık süreç olarak tanımlanmaktadır. Postpartum dönem kadının adaptasyon ve geçiş dönemi olarak nitelendirilmektedir. Bu dönemde annenin mental sağlığının dikkatle gözlenmesi, değerlendirilmesi, iyi bir sosyal desteğin verilmesi gerekmektedir. Annelik kavramı pekçok bileşenden meydana gelmekte ve bu bileşenler, gelişimsel, davranışsal ve sosyal rollerin birleşmesi ile oluşmaktadır. Tüm bu rollerin birleşmesi sonucunda bebeğin bakımına katılma, anne ile bebek arasındaki bağların oluşması ve kuvvetlenmesi ilerleyen aşamalarda görülmektedir. Annelik, kadının bebeğine karşı duygusal olarak olumlu hisleri sonucunda şekillenmekte ve ebeveynlik rolünün kazanması şeklinde ifade edilmektedir. Annelik rolü kazanımı doğumdan sonra değil prenatal dönemde başlamaktadır ve annelerin bireysel farklılıklarına bağlı olarak doğumdan sonra yaklaşık dört ayda oluşur ve bir yıla kadar süregelen bir süreçtir. Yeni bir bebeğin dünyaya gelmesi annelerde tarifsiz bir his yaşanmasına yol açsa da aynı zamanda bilinmezlik nedeniyle anneler tarafından strese de sebep olmaktadır. Aynı zamanda meşakkatli bir süreç olsa da bu zahmete değer, bir o kadar anlamlı olan, yaşam boyu süren, başarmış olmanın mutluluğunu da beraberinde getirmektedir. Gebelik sürecinden itibaren stresli bir dönem geçiren anne, postpartum dönemde kendisine atfedilen rolleri yerine getiremeyeceğini düşündüğünde anksiyete veya depresyonla yaşabilmektedir. Postpartum dönemde kadınlar pek çok rollerle karşı karşıya kalmakla beraber aynı zamanda fizyolojik ve psikolojik olarak da değişimler geçirmektedir. Bu dönemde aynı anda birden çok stresöre maruz kalan annede psikiyatrik sorunların görülme riskinde artış meydana gelmektedir. Postpartum dönemde görülen psikiyatrik sorunlar annelik hüznü, postpartum anksiyete, postpartum depresyon ve postpartum psikozdur. Bu bağlamlar doğrultusunda bu derlemenin amacı postpartum döneme annenin psikolojik uyumu, görülebilecek sorunlar ve ebelik yaklaşımlarının güncel bilgiler doğrultusunda paylaşılmasıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Ebelik, Postpartum Dönem, Psikolojik Sorun, Psikolojik Uyum

## POSTPARTUM DÖNEME ANNENİN PSİKOLOJİK UYUMU VE EBELİK YAKLAŞIMI

### Giriş

Doğum sonrası dönem (postpartum dönem), bebeğin ve eklerinin doğması ile başlamakta ve 6-8 hafta boyunca devam etmektedir (Doğan ve Kızıltan, 2019). Postpartum dönem aynı zamanda 4. Trimester olarak da adlandırılmaktadır (Berens, 2020). Bu dönem erken ve geç dönem olarak ikiye ayrılmaktadır. Erken postpartum dönem doğumdan sonraki 7-10 gün, geç postartum dönem ise sonrasındaki 6-8 haftalık süreç olarak tanımlanmaktadır (Çevik ve Sultan, 2020). WHO (World Health Organization) postpartum dönemi doğumdan sonraki 6 haftalık (42 günlük) süreç olarak kabul etmektedir (WHO, 2022). ACOG (American College of Obstetricians and Gynecologists) ise postpartum dönemi, doğumdan sonraki 12 haftalık süreç olarak ifade etmektedir (ACOG,2018).

Postpartum dönem kadının adaptasyon ve geçiş dönemi olarak nitelendirilmektedir (Karadeniz ve Yıldız, 2021). Bu dönemde annenin mental sağlığının dikkatle gözlenmesi, değerlendirilmesi, iyi bir sosyal desteğin verilmesi gerekmektedir.

Annelik kavramı gelişimsel, davranışsal ve sosyal rollerin birleşimi sonucunda oluşan ve gebelik sürecinde kadın bedenine ait bir tecrübe ve sonrasında bebeğin ihtiyaçlarını karşılama doğrultusunda süreklilik gösteren bir rol olarak tanımlanmaktadır (Kurt, 2021). Aynı zamanda annelik kavramı kişinin duygusal yönden olgunlaşması sonucu anneliği benimsemesi ve ebeveynlik rolünü üstlenmesi olarak da ifade edilmektedir (Kurt, 2021). Annelik rolü yalnızca doğumdan sonra kazanılan bir rol değil gebelik esnasında oluşan ve bireysel farklılıklara göre değişen, doğumdan sonraki 4 ay ile 1 yıl içerisinde de süreklilik kazanılan bir durumdur (Koç, 2016; Özkan, 2010).

Yeni bir bebeğin dünyaya gelmesi kadın için tarifsiz bir duyguyu çağırırsa da kadının yeni rollerinin ve sorumluluklarının olması sebebiyle stres yaratabilmektedir. Ayrıca annelik meşakkatli bir rol olsa da çekilen zahmete değen bu süreç kadın hayatında anlamlı bir yere sahip olmasının yanı sıra başarmış olmanın getirdiği bir mutluluğunu da kapsamaktadır (Kurt, 2021).

Anne üstlenmiş olduğu yeni rolündeki başarıyı, bebek bakımı esnasında kazanmış olduğu yetkinlik, bebek ile arasında oluşan, anneliğin getirmiş olduğu sorumlulukları kabul etme ve üstlendiği diğer görevler arasındaki dengeyi kurduğunda elde etmektedir. Bu sayede anne ve bebek arasında bir bağ oluşmakta ve annenin kendisine tatmin ve güven duyguları da gelişmektedir. Bu rolün kazanılması ve kabullenilmesinin yenidoğan üzerindeki etkileri ise bebeğin büyüme ve gelişiminin olumlu yönde olması, sağlığının yükselmesi yönünde olmaktadır (Kurt, 2021).

Kadınların prekonsepsiyonel dönemden başlayarak, gebelik sürecinde, doğum esnasında ve postpartum dönemde ebeveynlik rolü kazanması ve bu rolü geliştirmeleri amacıyla hazırlanmaları önem taşımaktadır. Dolayısıyla ailenin diğer bireylerinin anneye ve bebeğe yardım konusunda bilinçlendirilmesi annenin bu sürece uyum sağlamasının kolaylaştırılması gerekmektedir (Uçar ve Güney, 2021).

Gebelik sürecinden itibaren zor bir süreç geçiren annenin postpartum dönemde edineceği yeni rolleri yerine getiremeyeceğini düşünmesi anne için anksiyete ve depresyon gibi tabloları meydana getirebilmektedir (Taşçı Duran ve Gerçek, 2019). Postpartum dönemde birçok stres faktörüyle karşı karşıya kalan lohusalarda psikiyatrik problemlerin görülme riski artmaktadır. Bu dönemde lohusalarda görülebilecek psikiyatrik sorunlar annelik hüznü, postpartum anksiyete, postpartum depresyon ve postpartum psikozdur (Yıldırım ve ark., 2011; Duran, 2020).

### **Annelik Hüznü**

Doğumdan sonraki 2. Ve 4. Günlerde belirtileri ortaya çıkan ve normal olarak kabul gören bir durumdur. Annelik hüznünün ortalama olarak 2 hafta sürmesi beklenmektedir. (Demirgöz Bal ve Dereli Yılmaz, 2017; Kızılkaya Beji, 2017). Annelik hüznü postpartum dönemdeki kadınların neredeyse %75-80'inde görülmektedir (Özdamar ve ark.,2014; Taşkın, 2016). Annelik hüznü yaşayan kadınlarda postpartum dönemde yorgunluk, endişe ve anksiyete, uykusuzluk, ağlama nöbetleri gibi belirtiler görülmektedir (Demirgöz Bal ve Dereli Yılmaz, 2017). Annelik hüznüne sebep olarak hormonal dalgalanmalar gösterilmekte ve bu durumdan sorumlu olan hormonlar östrojen, progesteron ve prolaktin olarak sıralanmaktadır. Bu durumu yaşayan lohusalardaki belirtiler ise en genel özellikleriyle şu şekilde sıralanmaktadır: uyku düzeninde bozukluk, nedensiz ağlama, genellikle görülen sinirlilik hali, ani şekilde meydana gelen ruhsal durumdaki değişiklikler, konsantrasyon güçlüğü, hayal kırıklıkları, disforik bozukluk, hüznü, çaresiz kalma hissi, baş ağrısı, yapılan işe konsantre olamama, unutkanlık, iştahta azalma, yalnız kalma isteği, yalnız kalma hissi, konfüzyon, bebeğine karşı ilgi ve duygu eksikliği, dış etmenlere karşı aşırı duyarlı olma, anksiyete veya depresif duygudurum hali, üzgün olma, kayıp ve keder duygusu yaşama şeklindedir( Yavuz ve Bilge, 2021). Annelik hüznünün belirtileri 2 hafta içerisinde kaybolmazsa bu durumda lohusanın postpartum depresyon tablosu bakımından değerlendirilmesi gerekmektedir (Kızılkaya Beji, 2017; Taşkın, 2016).

### **Postpartum Depresyon**

Postpartum dönem maternal mental sağlığın dikkatle gözlenmesi, değerlendirilmesi, iyi bir sosyal desteğin verilmesi gereken bir süreci kapsamaktadır. Postpartum depresyon ilk 6 hafta ile 1 yıl arasında ortaya çıkan duygu durum bozukluğu postpartum depresyon olarak tanımlanmaktadır (Taştekin, 2019). Postpartum depresyon oranları ülkelere göre farklılık göstermektedir. Postpartum depresyon prevalans oranları, yüksek gelirli ülkelerde %6,9-12,9'dan bazı düşük veya orta gelirli ülkelerde %20'nin üzerine çıkarak, ülkeler arasında farklılık göstermektedir (Stewart ve ark., 2019).

Doğum sonrası depresyonun patofizyolojisi karışıktır ve daha henüz tam olarak belirlenmemiştir. Ayrıca, hormonal faktörler, genetik ve bağışıklık fonksiyonu dahil olmak üzere biyolojik faktörlerin bir rol oynayabileceğine dair kanıtlar mevcuttur. Bunların yanında progesteron ve östrodiol seviyelerinde doğumdan sonra azalma olmasının postpartum depresyona sebep olabileceği düşünülmektedir (Bekmezci ve Meram, 2021).

Postpartum depresyonun değerlendirilmesi için kullanılan farklı ölçekler ve uluslararası alandaki toplulukların soru formları bulunmaktadır. Ülkemizde Sağlık Bakanlığına göre postpartum depresyonun değerlendirilmesinde uygun görülen ve kullanılan ölçek Edinburgh Postpartum Depresyon Ölçeğidir. Bu ölçek doğum sonrası dönemde depresyon yönünden riski belirlemek, düzeyini ve şiddet değişimini ölçmek ve kadının kendini değerlendirmesi amacıyla kullanılmaktadır. Toplam 10 soru içermekte ve depresyonu ölçmektedir(Aydın ve ark., 2004).

Sağlık Bakanlığının 2018 yılında yayınlamış olduğu rehberine göre yukarıda bahsedilen Edinburgh Depresyon Ölçeği ile değerlendirmenin yapılması önerilmektedir. Bu doğrultuda yapılacak ebelik uygulamaları ise şu şekilde sıralanabilir, postpartum depresyon tanısında birinci basamak sağlık hizmetlerinde görev yapan ebelere büyük sorumluluklar düşmektedir çünkü depresyon hastanede kalış süresi içerisinde değerlendirilmeyebilmektedir. Bu nedenle aile sağlığı merkezlerinde sürdürülecek ve 6 kez yapılacak olan izlemler esnasında bu ölçeği bireylere yaparak değerlendirmenin sağlanması ebelik uygulamaları içerisinde yer almaktadır.

ACOG'un 2022 yılında yayınlamış olduğu ve "Doğum Sonrası Bakım Kontrol Listem" adlı formu kadınlar başvuracakları sağlık kuruluşlarındaki sağlık çalışanlarıyla konuşmak istedikleri konuları belirlemek amacıyla kullanabilmektedirler. Bu listenin lohusaların nasıl hissettiğini sorgulayan fiziksel, ruhsal, cinsel ve emzirme açısından alt bölümleri bulunmaktadır. Lohusalar her 7 günde bir kez bu listeyi doldurarak kendilerinde oluşan farklılıkları belirleyebilmektedirler (ACOG, 2022).

Postpartum dönemde depresyona yönelik kanıt önerileri, düzeyleri ve öneri dereceleri ise şu şekildedir:

Kanıt Önerileri	Kanıt Düzeyi ve Derecesi
Her postpartum görüşmede kadınlara duygusal iyilik hali, sahip oldukları aile ve sosyal destek, günlük yaşantıda karşılaştıkları sorunlar ve başa çıkma yöntemleri sorulmalıdır.	D-GPP
Sağlık çalışanları doğumdan sonraki haftalarda ve aylarda annenin yaşayabileceği ruhsal sorunların belirtilerini bilmelidir.	D-GPP
Ebeler/hemşireler, depresif belirtilere ve annenin tercihlerine dayanan bireyselleştirilmiş doğum sonrası bakım sağlamalıdır.	Ia
Postpartum dönemde depresif belirtileri doğrulamak için Edinburgh Depresyon Ölçeği kullanılması önerilmektedir.	III
Edinburgh Depresyon Ölçeği doğum sonrası 12 aya kadar depresif belirtileri doğrulamak için her zaman uygulanabilmektedir.	III

Ebeler/hemşireler postpartum dönemde depresif belirtiler yaşayan annelerin zihinsel sağlık ihtiyaçlarına yönelik haftalık olarak destekleyici iletişimde bulunmalılardır.	Ib
Ebeler/hemşireler postpartum dönemde depresif belirtileri azaltmak amacıyla anneleri kendi bakım faaliyetleri için teşvik etmelidirler.	Ib

(Arslan Özkan ve Bilgin, 2019)

### **Postpartum Psikoz**

Postpartum psikozun belirtileri doğum sonu 2 hafta içinde görülmesine rağmen genellikle lohusaların %80'inde ilk 4 hafta içerisinde bu sorun görülmektedir (Şişli, 2017; Yılmaz, 2019). Postpartum psikoz prevalansının %0,1-%0,2 olduğu tahmin edilmekte ve ender görülmesine rağmen postpartum dönemde görülebilecek en ağır psikolojik sorundur (Işık, 2016; Şişli, 2017; Yılmaz, 2019). Postpartum psikozun kaynağının ne olduğu net bir şekilde bilinmemektedir. Fakat postpartum dönemde hormonlarda meydana gelen değişikliklerden kaynaklanabileceği düşünülmeye rağmen bu problemle karşı karşıya kalan lohusalara uygulanan hormon tedavisinde olumlu bir gelişme olmadığı belirlenmiştir (Erdem ve Bez, 2014). Postpartum psikoz riski primipar olan kadınlarda daha yüksektir ve buna ilaveten daha önce bu problemi yaşayan kadınlarda tekrarlama durumunun daha yüksek olduğu saptanmıştır (Şişli, 2017). Postpartum psikoz yaşayan kadınlarda düşünce sisteminde bozulma, uyku problemleri, yeteri kadar dinlenmiş hissedeme, yorgunluk hali, duygu durumunda dalgalanmalar, kafa karışıklığı, ajitasyon, bebeğe ilişkin olarak obsesif endişeler duyma, yenidoğana ya da kadının kendisine zarar vermesini söyleyen varsanılar, halüsinasyon ve sanrılar gibi belirtiler meydana gelmektedir (Işık, 2017; Perry ve ark, 2021; Rommel ve ark, 2021; Spinelli, 2021; Yılmaz, 2019). Postpartum psikoz tanısı almış olan lohusaların %50'sinde sanrılar, %25'inde ise halüsinasyonlar görülmektedir (Şişli, 2017; Yılmaz, 2019). Postpartum psikozun lohusanın intiharı veya bebeğine zarar vermesini önlenmesi için, en erken dönemde belirlenip tedavisine başlanması önemlidir. Bu psikolojik sorunun tedavi edilmesi amacıyla uykusuzluk ve ajitasyonun giderilmesi için benzodiazepinler, antipsikotikler ve psikotik ve manik belirtilerin azaltılması için duygudurum düzenleyiciler ve depresif belirtilerin giderilmesinde için antidepressanlar kullanılmaktadır (Rommel ve ark., 2021). Uygulanan tüm bu tedavilere olumlu yanıt alınmazsa elektrokonvülsif terapi diğer bir tedavi seçeneği olarak uygulanabilmektedir (Korkmaz, 2020). Tedavi uygulanan kadınlarda %95 oranında olumlu cevap alma durumu görülmekte ve sorun 2-3 ayda ortadan kalkmaktadır (Korkmaz, 2020; Norhayati ve ark., 2015).

### **Postpartum Anksiyete**

Hamilelik, kadınlarda biyolojik, psikolojik ve sosyal pek çok değişiklik yaratmaktadır. Bu değişiklik, kişisel gelişim ve esenlik gibi olumlu veya olumsuz etkilere veya bazen duygusal çalkantılara yol açabilir (Bussel, 2009; Shrestha ve diğerleri, 2014). Hamilelik sırasında birden fazla stres etkenine maruz kalan kadınlarda anksiyete ve depresyon görülebilmektedir (Taşçı Duran ve Gerçek, 2019). Doğum sonrasında anneler genellikle doğum yorgunluğundan dolayı



anksiyeteli olurlar ve hemen yeni sorumluluklar alma ihtiyacı duyarlar., gerçek ya da hayali bir tehdide maruz kalmanın psikolojik sonuçları anksiyete olarak tanımlanmaktadır. Anneliğe geçiş, çoğu zaman çocuklara bakma sorumluluklarına hazırlık eksikliği nedeniyle anksiyeteye neden olur (Bussel, 2009). Doğum sonrası anksiyetenin belirtileri şunlardır: Aşırı endişe, anksiyete, kafa karışıklığı, kararsızlık, korkma, uyku güçlüğü, huzursuzluk, sinirlilik, korku, fobiler, panik atak, hızlı kalp atışı, müdahaleci düşünceler, bebeğe karşı aşırı duyarlılık veya duyarsızlık, olumsuz günlük aktiviteleri ve kişisel ilişkileri etkiler ve duygular açık bir tetikleyici olsun ya da olmasın ortaya çıkar (Toler ve diğerleri, 2018). Anksiyete, özellikle doğum sonrası dönemde kadınları olumsuz etkiler. Anksiyetenin ayrıca depresyonu kötüleştirdiği ve intihar riskini artırdığı da rapor edilmiştir (Duran, 2020). Profesyonel kuruluşlar doğum sonrası depresyon için tarama yapılmasını şiddetle teşvik etmektedir; ancak doğum öncesi ve doğum sonrası anksiyete, klinisyenler ve araştırmacılar tarafından çok az ilgi görmüştür. Anksiyete belirtilerinin taranmaması, doğum sonrası ruh sağlığı bozukluklarının yaygınlığını ve ruh sağlığı hizmetlerine olan ihtiyacı hafife almakta, dolayısıyla anneleri ve çocuklarını diğer istenmeyen risklerle karşı karşıya bırakmaktadır. Doğum sonrası anksiyetenin ve eşlik eden depresyonun mevcut yaygınlığını ve bunlarla ilişkili risk faktörlerini anlamak için daha büyük, toplum temelli çalışmalara ihtiyaç vardır (Farr ve ark., 2014). Doğum sonrası dönem özellikle anksiyetenin başlaması ve var olan anksiyete bozukluklarının alevlenmesi açısından yüksek riskli bir dönemdir (Dennis ve ark. 2013). Bu dönem özellikle önemlidir çünkü annedeki anksiyete bozuklukları annenin çocuğuna bağlanması ve çocuğun gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Arteche ve ark., 2011; Keim ve ark., 2011). Doğum sonrası dönemde psikiyatri dışı diğer perinatal sağlık hizmetlerine odaklanıldığından, anksiyete açısından yüksek risk altındaki kadınların belirlenmesi daha zordur. Ancak etkili bir şekilde değerlendirme sonucunda klinik olarak anlamlı anksiyete yaşayan kadınların tedaviye ihtiyacı olacaktır; Geçici ve kendini sınırlayan anksiyete belirtileri olan kadınları birbirinden ayırmak da önemlidir (Dennis ve ark. 2013). Her ne kadar doğum sonrası depresyon üzerine yapılan kapsamlı araştırmalar son yıllarda anksiyeteye ilişkin bazı bulgular ortaya koymuş olsa da, hamilelik ve doğum sonrası dönemdeki anksiyete nispeten göz ardı edilmektedir (Radoš ve ark., 2018). Literatür incelendiğinde doğumdan sonra kadınlarda anksiyete bozukluklarının yaygınlığının genellikle anksiyete bozukluklarının yaygınlığına (%5-%12) benzer olduğu görülmektedir. Fakat obstetrik ve neonatal problemleri olan annelerin katılımının düşük olması gibi metodolojik sorunlar nedeniyle bu sayı %20-25 civarında, hatta daha yüksek olabilir (Lonstein, 2012; Radoš ve ark., 2018). Başka bir kaynakta ise doğum sonrası anksiyete oranının %13 ile %40 arasında değiştiği bildirilmektedir (Field, 2018). Yıldız ve ark. (2017) depresyon, anksiyete ve travma sonrası stres bozukluğunun yaygınlığını değerlendirmek için bir çalışma yürütmüştür. Türkiye'nin farklı bölgelerinde perinatal dönemdeki kadınlarda (PTSD) yaptığı bir çalışmada; Gebelerde anksiyete sıklığı %29,6, doğumdan sonraki 4-6 hafta arasındaki dönemde anksiyete sıklığı %24,6 ve doğumdan sonraki 4-6. haftalarda anksiyete sıklığı %24,6 olarak belirlenmiştir. Anksiyete sıklığının ayda %16,2'ye düştüğü bulunmuştur.

Doğum sonrası anksiyetenin demografik risk faktörleri arasında genç anne olmak, bekar anne olmak, yüksek eğitim düzeyine sahip olmak, düşük gelir, kalabalık ailede yaşamak ve çalışmak zorunda olmak yer almaktadır (Britton, 2005; Field, 2018; Radoš ve ark. 2005)., 2018;



Shrestha ve diğerleri, 2014). Obstetrik risk faktörleri arasında ilk doğum, sezaryen doğum, doğum sırasında ölüm korkusu (anne ve çocuk), doğum sırasında kontrol eksikliği hissi, obstetrik komplikasyonlar, önceden planlanmamış/istenmeyen gebelik, istenmeyen/istenmeyen gebelik, düşük güvenilirlik sayılabilir. Sosyal destekle ilgili risk faktörleri arasında aile desteğinin olmaması, evlilik/aile çatışması, kayınvalide beklentileriyle çatışma, kayınvalideyle zayıf ilişkiler, eş desteğinin eksikliği ve sosyal sağlık sorunları yer almaktadır. Psikiyatrik risk faktörleri arasında geçmiş psikiyatrik sorunlar, psikiyatrik ilaç kullanımı, annelik üzüntüsü, hamilelikte çok fazla strese maruz kalma, stresle baş edememe, doğum öncesi depresyon, doğum öncesi anksiyete ve doğum öncesi depresyon/anksiyete komorbiditesi yer almaktadır (Field, 2018; Radoš. ) ve diğerleri, 2018; Shrestha ve diğerleri, 2014). Diğer risk faktörleri ise hamilelik öncesinde veya hamilelik sırasında sigara içilmesi (Tong ve ark., 2016), daha önce diyabet tanısı konmuş olması, yetersiz doğum öncesi eğitim veya bakım, düşük doğum ağırlığı, çocuğun erkek cinsiyeti, emzirmede zorluk, emzirmenin olmayışı, beden imajından memnuniyetsizlik, annenin özgüveninin düşük olması, yenidoğan bakımı konusunda bilgi eksikliği, yenidoğanın hastaneye yatırılması, yenidoğan bakımında daha önce yaşanan olumsuz deneyimler ve sağlık hizmetlerine erişimde zorluk (Shrestha ve ark., 2014; Radoš ve ark., 2018) . Doğum sonrası anksiyete annenin kendine olan güvenini azaltır ve anne-çocuk bağı zayıflatır. Araştırmalar doğum sonrası anksiyetenin anne çocuk arasındaki bağı bozulmasıyla ilişkili olduğunu, dolayısıyla bebeğin duygusal, sosyal ve davranışsal gelişimini olumsuz etkilediğini göstermektedir (Birtı Bingöl ve Demirgöz Bal, 2021). Doğum sonrası anksiyetenin neden olduğu olumsuz gelişimsel etkiler belgelenmiştir. Bunlar; emzirme, anne-bebek bağlanması ve etkileşimleri, bebek mizacı ve uyku, bebek gelişimi ve ruh sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerin yanı sıra ergenlerde davranış sorunlarını da içerir (Field, 2018). Doğum sonrası anksiyetesi olan kadınların hastanede kaldıkları süre boyunca emzirmeye başlama ve mama kullanma olasılıkları daha düşüktü. Ayrıca emzirmede daha fazla zorluk çekerler ve emzirmeyi daha erken bırakırlar (Field, 2018). Özellikle ilk doğanlar arasında düşük emzirme oranları da rapor edilmiştir (Prenoveau ve diğerleri, 2017). Doğum sonrası anksiyete düzeyi yüksek olan anneler ile bebekleri arasındaki bağlanma oranları daha düşüktü. Yaşamın ilk yılında bebeğin mizacının da doğum sonrası anksiyeteden olumsuz etkilendiği görülmektedir. Ayrıca doğum sonrası annelerin anksiyetesi çocukların sosyal, duygusal, dil, bilişsel, kaba ve ince motor gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Sezaryen ile doğum yapan, uyku sorunu yaşayan, sağlık sorunları olan çocukları olan annelerde doğum sonrası anksiyetenin daha sık görüldüğü iddia edilmektedir (Field, 2018).

Field'ın sistematik incelemesine göre doğum sonrası anksiyeteye yönelik müdahaleler üzerine çok az araştırma yapılmıştır. Bunlar arasında babalarda doğum sonrası anksiyeteyi azaltmak için doğum öncesi dönemde eğitim ve destek çalışması, annelerde doğum sonrası anksiyeteyi azaltmak için doğum sırasında müzik terapisi çalışması, annelerin doğum sonrası anksiyeteyi azaltmak için bebeklerine masaj yaptığı bir çalışma ve bilişsel davranışçı bir araştırma yer almaktadır (Field, 2018). Literatürün çoğu anne anksiyetesi ve depresyonuna odaklansa da, özellikle annenin depresif ve anksiyeteli olduğu durumlarda baba depresyonu ve anksiyetesi da ortaya çıkmaktadır (Figueiredo ve Conde, 2011; Tohotoa ve ark., 2012). Avustralyalı babalara doğum öncesi eğitim programı verilerek yürütülen ve doğum sonrası

altıncı haftada tekrarlanan çalışmanın amacı emzirmeye başlama ve süresini artırmaktı. Sonuç olarak müdahale grubundaki babaların doğum sonrası anksiyetesi kontrol grubundaki babalara göre daha azdı (Tohotoa ve diğerleri, 2012). Başka bir çalışmada ise yeni babalara verilen 6 haftalık telefon ve mesaj desteğinin doğum sonrası anksiyete, depresyon ve özgüven üzerindeki etkileri incelendi. Bu nedenle telefonla gönderilen kısa mesaj desteğinin babalarda anksiyete ve depresyonu azalttığı, özgüveni artırdığı söylenmektedir (Onus, 2019).

Rastgele, kontrollü bir çalışmada, kontrol grubunun doğum sırasında müzik dinlemesine izin verilmedi, ancak deney grubunun annelerin kendi seçeceği müzikleri dinlemesine izin verildi. Deney grubundaki annelerin kontrol grubuna göre doğum sonrası ağrıların yanı sıra anksiyetelerinin de daha az olduğu saptanmıştır (Simavli ve ark. 2014). Başka bir çalışmada ise bebeklerine masaj yapan annelerin anksiyete düzeyleri incelendi. Sonuç olarak çocuğuna masaj yapan annelerin anksiyetelerinin, masaj yapmayan annelere göre daha düşük olduğu bulunmuştur (Feijo, 2006). Ayrıca emzirmenin ve ten tene temasın doğum sonrası anksiyeteyi azalttığı iddia edilmektedir (Lonstein, 2012). Bir çalışma doğum indüksiyonunun doğum sonrası anksiyete üzerindeki etkilerini inceledi. Sonuç olarak doğum sırasında oksitosin uyarısı alan annelerin, almayan annelere göre anksiyete düzeylerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Göçen, 2021). Doğum sonrası dönemde çok erken taramanın anksiyeteye neden olabileceği, doğum anksiyetesi ve bitkinliğe bağlı birçok yanlış pozitif sonuca yol açabileceği; doğum sonrası dönemde çok geç taramanın vakanın atlanmasına yol açabileceği sorunu çözüldü. Doğum sonrası anksiyete, doğum sonrası depresyon tarafından maskelenebilir. Doğum sonrası anksiyete, özellikle doğum sonrası anksiyeteden daha fazla ebeveynlik stresi yaşadığı düşünülen ilk kez anne olan kadınlar arasında fark edilmeyebilir (Field, 2018). Özellikle doğum sonrası anksiyetenin belirtilerini ve nedenlerini hedef alan uygun tedavileri sağlamak için anksiyeteyi depresyondan ayırmak önemlidir (Miller ve diğerleri, 2006). Doğum sonrası anksiyete, sağlıklı, zamanında doğan bebeklerin annelerinde bile yaygın görünmektedir ve perinatal stres ve tıbbi komplikasyonları olan kadınlarda daha yüksek görünmektedir (Britton, 2005). Ek olarak, doğum sonrası anksiyetesi olan kadınların, doğum sonrası depresyonu olan kadınlara göre profesyonel yardım arama olasılıkları önemli ölçüde daha azdır (Field, 2018).

### **Ebelik Yaklaşımları**

Doğum sonrası dönem anne ve çocuk sağlığının korunmasında ve geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu dönemde annenin vücudundaki değişikliklere ve yeni role uyum sağlaması, kendisine ve bebeğine bakması gerekir. Ebeler bu dönemde annelere destek olmalı ve emzirmeye erken başlayarak anne-bebek bağının kurulmasına yardımcı olmalıdır (Arslan Gürcüoğlu ve Vural, 2018).

Lohusalık dönemi anneler ve bebekler için tehlikeli bir dönem olabilir, çünkü komplikasyonlar daha sık görülür ve anneler ve yenidoğanlar için hızlı değişiklikler meydana gelebilir. Doğum sonrası bakımın amacı. Amaç annelerin, çocukların ve ailelerin bu dönemdeki ihtiyaçlarını tespit ederek sorunları çözmek ve ortaya çıkan değişimlere uyum sağlamalarını sağlamaktır. Doğum sonrası bakım profesyonel, kişiye özel, kaliteli ve koruyucu olup, verilen bakım olası komplikasyonları önler. Eğitim ve danışmanlık sonrasında annelerin kaygıları

azalır ve hem bebeklerinin bakıcısı olma rollerini yerine getirirler hem de kendi ihtiyaçlarını karşılarlar (Göçen, 2021; Kızrak, 2019).

Doğum sonrası dönemde annelerin sağlık profesyonellerinden bakım konusunda farklı beklentileri olabilir. Ayrıca anneler lohusalık döneminde karşılaştıkları sorunları sağlık çalışanları ile paylaşmamakta ve bu sorunları lohusalığın bir parçası olarak görmektedirler. Bu nedenlerden dolayı lohusalık döneminde ebelik bakımı bireyselleştirilmeli ancak rutin olmamalıdır. Ebelik bakımı, annenin yaşı, eğitim durumu, gebelik planlama durumu, doğum sayısı, sosyo-ekonomik durumu, aile ilişkileri, sosyal desteği, duygusal durumu, anne ve bebeğin ilgileri dikkate alınarak bireyselleştirilmeli ve planlanmalıdır. Tüm başvurular kayıt altına alınmalıdır (Kızrak, 2019). Lohusalık döneminde anne ve yenidoğan sağlığının korunması, geliştirilmesi ve ölüm oranlarının azaltılması için anne ve çocukların düzenli olarak fizyolojik ve psikolojik açıdan dikkatle takip edilmesi gerekmektedir (Kızrak, 2019).

Ebeler, karşılaştıkları her durumda kadınları eğiten, tavsiyelerde bulunan, bakım veren ve koruyan profesyonellerdir. Ebeler doğum sonrası dönemde anne ve bebekte ortaya çıkan sorunları takip eden ve tespit eden kişiler arasındadır. Bu nedenle doğum sonrası dönemde ebelerin önemli bir rolü vardır. Lohusalık döneminde ebeler, erken tanı ve müdahaleyi mümkün kılmak için anneleri depresif belirtiler açısından izlemeli ve psikolojik olarak değerlendirmelidir. Ebeler risk altında olduğunu tespit ettikleri anne ve bebekleri yakından takip etmeli, annelerdeki değişikliklere karşı ne yapılması gerektiği ve temasta buldukları kişi ve kurumlar konusunda eğitim ve tavsiyelerde bulunmalıdır (Göçen, 2021). Lohusalık döneminde kadının anne olmaya hazır olma düzeyini değerlendirmek, ona aile ilişkileri, kadınlık ve annelik rolü hakkındaki düşüncelerini ifade etme fırsatı vermek gerekir. Anne ve çocuk arasında olumlu bir bağ sağlamak için doğumdan hemen sonra emzirme ve anneyle ten tene temas teşvik edilmelidir. Ebelerin anne ve çocuğun gereksinimlerini karşılayan bakım sağlamaları, ailelerin yeni durumlara fiziksel ve psikososyal olarak uyum sağlamalarına destek olmaları, olumlu sağlık tutum ve davranışlarının geliştirilmesinde yol gösterici olmaları gerekmektedir (Kurt, 2021).

Annenin doğum sonrası işlevselliğini iyileştirecek bakım planlanmalı, uygulanmalı ve sonuçlar değerlendirilmelidir. Bu nedenle doğum sonrası dönemde ebeler anne ve çocuk için önemli bir rol oynamaktadır (Karataş, 2021).

## **Sonuç**

Postpartum dönem anne ve yenidoğan için kritik bir süreç olmakla beraber süreç annenin uyumu çok önemli bir yere sahiptir. Anne bebek bağlanmasının temellerinin atılması ve annenin bu dönemde sosyal olarak desteklenmesi oluşabilecek problemlerin önüne geçilmesi noktasında kilit noktadır. Ebelerin postpartum dönemde annelere eğitimler planlaması, takiplerini yapması ve anamnez olması durumun belirlenmesini sağlamakta veya annenin psikolojik durumunun onarılması ve iyi oluşun artırılması için yapılması gereken uygulamalar içerisinde yer almaktadır. Ayrıca ebelerin postpartum dönemde değerlendirme yapmak amacıyla kullanılan ölçekleri annelere uygulaması yaşanabilecek olumsuzlukların belirlenmesi amacıyla da önemlidir.

## **Kaynakça**

American College of Obstetricians and Gynecologists-ACOG(2022). My Postpartum Care Checklist. Erişim Adresi: <https://www.acog.org/-/media/project/acog/acogorg/womens-health/files/health-tools/my-postpartum-care-checklist.pdf?la=en&hash=C2EBF52208B5F87A767BA3E61AC2ADC7> (Erişim Tarihi: 23.12.2023)

Arteche, A., Jorrmann, J., Harvey, A., Craske, M., Gotlib, I.H., Lehtonen, A., Counsell, N., Stein, A. (2011). The Effects Of Postnatal Maternal Depression And Anxiety On The Processing Of Infant Faces. *Journal of Affective Disorders* 133:197–203.

Aydin, N., Inandi, T., Yigit, A., & Hodoglugil, N. N. S. (2004). Validation of the Turkish version of the Edinburgh Postnatal Depression Scale among women within their first postpartum year. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 39(6), 483.

Bayrı Bingöl, F., Demirgöz Bal, M. (2021). Doğum Sonrası Maternal Anksiyete ve Bağlanmayı Etkileyen Faktörler. *Sted*, 30(1): 60-68.

Beyazgül, S.(2021). Sadece Anne Sütü Verme Süresinin Anne-Bebek Bağlanma Ve Postpartum Depresyon Düzeyine Etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Hemşirelik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale.

Bussel, J.C.H., Spitz, B., Demyttenaere, K. (2009). Anxiety İn Pregnant And Postpartum Women. An Exploratory Study Ofthe Role Of Maternal Orientations. *Journal of Affective Disorders*, 114: 232–242.

Clout, D., Brown, R. (2015). Sociodemographic, Pregnancy, Obstetric, And Postnatal Predictors Of Postpartum Stress, Anxiety And Depression İn New Mothers. *Journal of Affective Disorders*,188:60-67.

Demirgöz Bal, M., Dereli Yılmaz, S. (2017). Ebelere Yönelik Kapsamlı Doğum. Akademisyen Kitabevi, Ankara.

Dennis, C.L., Coghlan, M., Vigod, S. (2013). Can We İdentify Mothers At-Risk For Postpartum Anxiety İn The İmmediate Postpartum Period Using The State-Trait Anxiety Inventory? *Journal of Affective Disorders*, 150(3): 1217–1220.

Duran, S. (2020). Postpartum Specific Anxiety Scale (Psas): Reliability And Validity Of The Turkish Version. *Perspect Psychiatr Care*, 56:95-101.

Duran, S., Kaynak, S. (2021). Investigation of the Relationship Between Postpartum-Specific Anxiety and Maternal Attachment and Affecting Factors in a Turkish Sample. *Euras J Fam Med*, 10(4):219-26. doi:10.33880/ejfm.2021100408

Erdem, Ö., Bez, Y.(2014).Postpartum Psikoz. *Konuralp Tıp Dergisi*, 6(1):74-77.

Farr, S.L., Dietz, P.M., O’Hara, M.W., Burley, K., Ko, J.Y.(2014). Postpartum Anxiety And Comorbid Depression İn A Population-Based Sample Of Women. [J Womens Health \(Larchmt\)](#).Feb, 23(2):120-8.

Güdücü, N. (2021). Duygusal Özgürlük Teknikleri (Eft)’nin Postpartum Depresyon Üzerine Etkisi. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Ebelik Anabilim Dalı, Doktora Tezi. İstanbul.

Keim, S.A., Daniels, J.L., Dole, N., Herring, A.H., Siega-Riz, A.M., Scheidt, P. (2011). A Prospective Study Of Maternal Anxiety, Perceived Stress, And Depressive Symptoms İn Relation To Infant Cognitive Development. *Early Human Development*, 87:373–380.

Kızılkaya Beji, N. (2017). Hemşire ve Ebelere Yönelik Kadın Sağlığı ve Hastalıkları. Nobel Tıp Kitabevleri. Ankara.

Kızrak, S.B. (2019). Doğum Sonu Dönemde Verilen Ebelik Bakımının Maternal Bağlanma Ve Posttravmatik Gelişime Etkisi. İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ebelik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Malatya.

Koç, Ö. (2016). Doğumda Anne Memnuniyeti İle Annelik Rolü Arasındaki İlişki. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ebelik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Erzurum.

Korkmaz, H. (2020). 0-1 Yaş Bebeği Olan Annelerde Postpartum Depresyonun Baba-Bebek Bağlanmasına Etkisi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ebelik Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Tokat.

Kurt, N. (2021). Annelerin Annelik Rolü Ve Mutluluk Düzeyleri Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ebelik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Erzurum.

Lonstein, J.S. (2012). Regulation Of Anxiety During The Postpartum Period. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 28: 115–141.

Norhayati, M. N., Hazlina, N. N., Asrenee, A. R., Emilin, W.W. (2015). Magnitude And Risk Factors For Postpartum Symptoms: A Literature Review. *Journal Of Affective Disorders*, 175: 34-52.

Onus, E.C. (2019). İlk Kez Baba Olanlara Verilen Telefonla Kısa Mesaj Desteğinin Doğum Sonu Kaygı, Depresyon Ve Özgüvene Etkisi. İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ebelik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.Malatya.

Özdamar, Ö., Yılmaz, O., Beyca, H.H., Mumcu, M.(2014). Gebelik ve Postpartum Dönemde Sık Görülen Ruhsal Bozukluklar. *Zeynep Kamil Tıp Bülteni*, 45:71-7.

Özdemir, R. (2020). 1-12 Aylık Bebeği Olan Annelerde Postpartum Depresyon Sıklığı ve Etkileyen Faktörler. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Haseki Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, Tıpta Uzmanlık Tezi. İstanbul.



Özkan, H. (2010). Annelik Kimlik Gelişimi Eğitiminin Primiparların Annelik Rolü Kazanımına ve Bebeğim Algısına Etkisi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi. Erzurum.

Perry, A., Gordon-Smith, K., Jones, L., Jones, I. (2021). Phenomenology, Epidemiology and Aetiology of Postpartum Psychosis: A Review. *Brain Sciences*, 11(1), 47.

Prenoveau, J.M., Craske, M.G., West V., Giannakakis, A., Zioga, M., Lehtonen, A., Davies, B., Netsi, E., Cardy, J., Cooper, P., Murray, L., Stein, A. (2017). Maternal Postnatal Depression And Anxiety And Their Association With Childemotional Negativity And Behavior Problems At Twoyears. *Developmental Psychology*, 53(1):50–62.

Radoš, NS., Tadinac, M., Herman, R. (2018). Anxiety During Pregnancy And Postpartum: Course, Predictors And Comorbidity With Postpartum Depression. *Acta Clin Croat*, 57:39-51.

Rommel, A.S., Molenaar, N.M., Gilden, J., Kushner, S., Westerbeek, N., Kamperman, A., Bergink, V. (2021). Long-Term Outcome Of Postpartum Psychosis: A Prospective Clinical Cohort Study In 106 Women. *International Journal of Bipolar Disorders*, 9:31.

Spinelli, M. (2021). Postpartum Psychosis: A Diagnosis For The DSMV. *Archives of Women's Mental Health* ,24:817–822.

Stewart, D. E., & Vigod, S. N. (2019). Postpartum depression: pathophysiology, treatment, and emerging therapeutics. *Annual review of medicine*, 70, 183-196.

Şişli, B. (2017). Postpartum Depresyon Prevalansının Değerlendirilmesi. Okan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Taşçı Duran, E., Gerçek, E. (2019). Yüksek Riskli Gebelikler ve Yönetimi. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.

Taşkın, L. (2016). Doğum ve Kadın Sağlığı Hemşireliği. Özyurt Matbaacılık, Ankara.

Toler, S., Stapleton, S., Kertsburg, K., Callahan, T.J., Hastings-Tolsma, M. (2018). Screening For Postpartum Anxiety: A Quality Improvement Project To Promote The Screening Of Women Suffering In Silence. *Midwifery*, 62:161– 170.

Tong, V.T., Farr, S.L., Bombard, J., D'Angelo, D., Ko, J.Y., England, L.J. (2016). Smoking Before and During Pregnancy Among Women Reporting Depression or Anxiety. *Obstetrics & Gynecology*, 128(3):562-570.

World Health Organisation(2017). WHO Recommendations on Prevention and Treatment of Postpartum Haemorrhage and The Woman Trial. Erişim Adresi: 1. [https://www.who.int/reproductivehealth/topics/maternal\\_perinatal/pph-woman-trial/en/](https://www.who.int/reproductivehealth/topics/maternal_perinatal/pph-woman-trial/en/). (Erişim Tarihi: 23.12.2023)

Yavuz, C., (2019). Annelerin Doğum Sonu Dönemde Aldıkları Ebelik/ Hemşirelik Bakımından Memnuniyet Düzeylerinin Değerlendirilmesi. Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Kars.

Yavuz, M. Y., & Bilge, Ç. Annelik Hüznünden Postpartum Depresyon ve Psikoza. *Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(1), 1-10.



Yıldırım, A., Hacıhasanoğlu, R., Karakurt, P. (2011). Postpartum Depresyon ile Sosyal Destek Arasındaki İlişki ve Etkileyen Faktörler. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 8(1):31-46.

Yildiz, P.D., Ayers, S., Phillips, L. (2017). Depression, Anxiety, PTSD And Comorbidity İn Perinatal Women İn Turkey: A Longitudinal Population-Based Study. *Midwifery*, 55:29-37.

## GEBELİK VE MEME KANSERİ

**Ayşenur KAHRAMAN<sup>1\*</sup>, Melek ŞEN AYTEKİN<sup>2\*</sup>, Özgür ALPARSLAN<sup>3\*</sup>**

**\*Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü**

**1 Orcid:** 0000-0001-8194-9776

**2 Orcid:** 0000-0003-2490-8390

**3 Orcid:** 0000-0002-2264-2886

### Özet

Meme kanseri, kadınlarda en sık teşhis edilen kanserdir ve yaşla birlikte insidansı artmaktadır. Doğum yapmamış olanlara kıyasla doğum yapan kadının daha yüksek meme kanseri insidansına sahip olduğu artan risk döneminin 15 yıla kadar uzadığı tahmin edilmektedir. Gebelikle ilişkili meme kanseri, gebelik sırasında veya doğumdan 1-2 yıl sonra ortaya çıkan bir meme kanseri olarak tanımlanmaktadır. Gebelikle ilişkili meme kanseri, yeterince araştırılmamış ancak önemli bir klinik sorun olmaya devam etmektedir. Risk faktörleri ve oluşumunda ve prognozunda yer alan mekanizmalar dahil olmak üzere gebelikle ilişkili meme kanserinin çeşitli yönleri tam olarak anlaşılmamıştır. Gebelikte meme kanserinin en sık belirtisi; memede ağrısız kitledir, ayrıca kanlı meme başı akıntısı, gebelikte üstünde durulması gereken bir semptomdur. Memesinde herhangi bir kitle ile başvuran gebede kitleyle ilgili yapılacak tanısal işlemler doğum sonrasına bırakılmamalıdır. Gebelikte ya da laktasyon döneminde memede kitle tespit edilince ilk aşamada görüntüleme yöntemi olarak ultrasonografi önerilmektedir. Antenatal dönemde ebeler gebe takiplerinde gebenin fizik muayenesini yaparken meme muayenesini de ihmal etmemelidir. Ebeler aynı zamanda erken dönemde erken tanı için kendi kendine meme muayenesini öğretmeli ve uygulanma durumunda takip etmelidirler. Bu çalışmada ebelere gebelikte meme kanseri ile ilgili olarak güncel veriler doğrultusunda farkındalık sağlamak ve yol göstermek hedeflenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Gebelik, Ebelik, Meme Kanseri, Kendi Kendine Meme Muayenesi

## PREGNANCY AND BREAST CANCER

### Abstract

Breast cancer is the most diagnosed cancer in women, and its incidence increases with age. The period of increased risk, during which parous women have a higher incidence of breast cancer compared to nulliparous women, is estimated to last up to 15 years. Pregnancy-associated breast cancer is defined as a breast cancer that occurs during pregnancy or 1-2 years after birth. Pregnancy-associated breast cancer remains an understudied but important clinical problem.

Various aspects of pregnancy-associated breast cancer, including risk factors and mechanisms involved in its occurrence and prognosis, are not fully understood. The most common symptom of breast cancer during pregnancy is It is a painless mass in the breast, and bloody nipple discharge is a symptom that should be paid attention to during pregnancy. In a pregnant woman presenting with any mass in her breast, diagnostic procedures regarding the mass should not be postponed until after birth. When a breast mass is detected during pregnancy or lactation, ultrasonography is recommended as the first imaging method. During the antenatal period, midwives should not neglect breast examination while performing physical examination of the pregnant woman. Midwives should also teach breast self-examination for early diagnosis and monitor its implementation. This research aims to raise awareness and guide midwives in line with current data regarding breast cancer during pregnancy.

**Key words:** Pregnancy, Midwifery, Breast Cancer, Breast Self-Examination

## GİRİŞ

Meme kanseri, kadınlarda en sık teşhis edilen kanserdir ve yaşla birlikte insidansı artmaktadır (Lee, Mayer, and Partridge 2017). Meme kanserli olguların %25'i premenopozal dönemdedir (Şimşek Tanın et al. 2015). Doğum yapmış kadınlarda doğum yapmamış kadınlar karşılaştırıldığında, annede meme kanseri riskindeki geçici artış doğumdan sonraki 5 yılda zirveye ulaştığı (olasılık oranı = 1,49, %95 güven aralığı 1,01–2,20) ve doğumdan sonraki 15 yıla kadar uzadığı belirlenmiştir (Liu et al.2002).

Literatürde gebelikle ilişkili kanserler tipik olarak gebelik sırasında veya doğumu takip eden yıl içinde ortaya çıkan kanserler olarak tanımlanmaktadır. Bunlar nadir değildir; 1 / 10.000 ile 1/3000 gebelikte ortaya çıkar (Genin et al. 2016). Özellikle batı ülkelerinde olmak üzere tüm dünyada kadınlar çocuk sahibi olmayı geciktirdikçe, gebelik sırasında veya gebelikten sonraki birkaç yıl içinde meme kanseri tanısı artmaya devam edecektir. Gebelik sırasında meme kanserinin 3000 meme kanseri hastasından 1'ini etkilediği tahmin edilmektedir (Lee et al. 2017).

## GEBELİKTE MEME KANSERİ

Gebelikle ilişkili meme kanseri, gebelik sırasında veya doğumdan 1-2 yıl sonra ortaya çıkan bir meme kanseri olarak tanımlanmaktadır (Johansson et al. 2018; Ruiz et al. 2017). Nadir bir tür olup, tüm meme kanserlerinin % 0,2-3,8'ini oluşturur, ancak <45 yaş kadınlarda görülme sıklığı % 2,6 ile %7 arasında değişmekte ve >35 yaş kadınlarda %15,6'ya yükselmektedir (Wang et al. 2019). En sık görüldüğü yaş aralığı 32-38 yaşdır (TC.Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2020).

Gebelikle ilişkili meme kanseri, yeterince araştırılmamış ancak önemli bir klinik sorun olmaya devam etmektedir. Risk faktörleri ve oluşumunda ve prognozunda yer alan mekanizmalar dahil olmak üzere gebelikle ilişkili meme kanserinin çeşitli yönleri tam olarak anlaşılmamıştır (Ruiz et al. 2017). Gebelikle en sık ilişkilendirilen kanser, 45 yaşın altındaki kadınlarda tüm meme kanserlerinin yaklaşık %7'sini oluşturmaktadır (Genin et al. 2016). Ancak gebelikte serviks kanserinden sonra en sık görülen ikinci kanserdir (Şimşek Tanın et al. 2015).

Gebelik sırasında (veya doğum sonrası 1 yıla kadar) teşhis edilen meme kanserleri, aynı yaştaki hamile olmayan kadınlarda teşhis edilen meme kanserleri ile karşılaştırıldığında olumsuz klinikopatolojik özelliklere sahiptir. Bu durumun nedeni yüksek tümör derecesi ve düşük düzeyde östrojen ve progesteron reseptörü ekspresyonudur (Iqbal et al. 2017).

Iqbal ve arkadaşları (2017) gebelik sırasında veya doğum sonrası dönemde meme kanseri tanısı almış kadınların genel prognozunu, meme kanseri olan ancak gebelik geçirmeyen kadınlarla

kıyasladıkları bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmaya dahil edilen kadınlar 4 gruba ayrılmıştır. Bu grupları; gebelik yaşamayan, meme kanserinden önce gebelik yaşayan, gebelikle ilişkili meme kanseri ve meme kanserini takiben gebe kalan kadınlar oluşturmuştur. Çalışma sonucunda; 7553 kadın arasında 5 yıllık sağkalım oranı gebelik yaşamayan kadınlarda % 87,5, meme kanserinden önce gebeliği olan kadınlar için % 85,3 ve gebelikle ilişkili meme kanseri olan kadınlar için % 82.1 olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda gebeliğin meme kanserli kadınlarda sağkalımı olumsuz etkilemediği bulunmuştur.

### **GEBELİKTE MEME KANSERİNİN TEŞHİSİ**

Gebelik ve laktasyon döneminde birçok benign patoloji oluşabileceği gibi meme kanseri de görülebilir. Bu nedenle gebelikte görülen her kitlenin araştırılması gerekir (Şimşek Tanın et al. 2015). Gebelik sırasında meydana gelen laktasyon değişiklikleri, meme kanseri teşhisinin karmaşıklığını artırabilir ve tümör boyutunun tahmin edilmesini daha zor hale getirebilir (Akgün et al. 2014; Shah et al. 2019). Dolayısıyla teşhisin gecikmesine yol açabilir. Konu ile ilgili olarak gebelikteki meme kanseri tanısında 1-13 ay arasında bir gecikme olduğu düşünülmektedir (Sağlık Bakanlığı 2020)

Gebelikte meme kanserinin en sık belirtisi; memede ağrısız kitledir, ayrıca kanlı meme başı akıntısı, gebelikte üstünde durulması gereken bir semptomdur. Memesinde herhangi bir kitle ile başvuran gebede kitleyle ilgili yapılacak tanısal işlemler doğum sonrasına bırakılmamalıdır (Kurt et al. 2016). Gebelik ve laktasyonda olan fizyolojik değişiklikler nedeniyle fizik muayene bu hastalarda klinisyen için problem oluşturabilir. Bu dönemde kitle saptanırsa ultrasonografi ve ince iğne aspirasyon biyopsisi yapılarak kitle araştırılmalıdır (Akgün et al. 2014). Şüpheli bir meme kitlesinin tetkiki, gebelerde, doğum sonrası dönemdeki kadınlarda ve gebe olmayan kadınlar için benzer şekilde ilerlemelidir. Mamografi ve ultrason gebelik sırasında hem hassas hem de spesifiktir (Shah et al. 2019). Gebelikte ya da laktasyon döneminde memede kitle tespit edilince ilk aşamada görüntüleme yöntemi olarak ultrasonografi önerilmektedir. Meme ultrasonu özellikle yararlıdır çünkü kistik ve solid lezyonları ayırt edebilir ve gebelik sırasında güvenlidir (Akgün et al. 2014; Albayrak Kaya et al. 2011; Shah et al. 2019). Ultrasonografi memedeki basit kistleri, galaktoselleri ve lenf nodlarını gösterebilir. Eğer ultrasonografi solid kitle gösteriyorsa biyopsi yapılmalıdır. Biyopsi sonucu malign gelirse gerekli önlemler alınarak hastaya mamografi çekilebilir (Akgün et al. 2014; Albayrak Kaya et al. 2011). Uygun abdominal koruma ile mamografi, gelişmekte olan fetus için riskleri en aza indirmektedir (Shah et al. 2019). Gadolinium kontrastı teratojenik kabul edilse de gadolinium kontrastı içermeyen manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gebelik sırasında memeyi değerlendirmeye yardımcı

olabilir. Hiçbir rapor, MRG'nin fetüs üzerinde zararlı etkilerini göstermemiştir ve uzun vadeli ileriye dönük güvenlik verileri mevcut değildir, ancak MRG özellikle fetal organogenezin meydana geldiği ilk trimesterde tercih edilmemelidir (Shah et al. 2019).

### **GEBELİKTE MEME KANSERİ YÖNETİMİ VE TEDAVİSİ**

Bir gebelikle ilişkili meme kanseri teşhisi konulduktan sonra hasta, onkologlar, obstetri uzmanları ve neonatologlar dahil olmak üzere multidisipliner bir klinik ekip tarafından takip edilmelidir (Akgün et al. 2014; Shah et al. 2019). Meme kanseri olan gebe kadınlarda amaç, hastalığın lokal kontrolünün sağlanması ve metastazın önlenmesidir (Akgün et al. 2014). Gebelerde tedavi hedefleri, gebe olmayan kadınlardan için olanlardan farklı olmamalıdır. Bununla birlikte sağlık profesyonelleri ve gebe, mevcut tedavinin gelişmekte olan fetüs üzerindeki potansiyel etkisi üzerinde de durmalıdır. Gebelikle ilişkili meme kanserli hastalar için, hastalık evresi ve tümör reseptör durumu gibi standart onkolojik faktörlere ek olarak, gebeliğin bulunduğu trimesterinde tedavi seçenekleri üzerine etkisi olduğu unutulmamalıdır (Shah et al. 2019). Gebeliğin ilk üç ayında kemoterapi tavsiye edilmez aynı zamanda gebelik sırasında hiçbir zaman radyoterapi ve hormonal tedaviler önerilmemektedir (Iqbal et al. 2017). ShahIn (2019) bahsettiği üzere, ikinci ve üçüncü trimesterde kemoterapi uygulaması erken doğum olasılığını artırır, ancak 1980'lere kadar uzanan çalışmalar, maruz kalan fetüsler için olumlu uzun vadeli sonuçlar göstermiştir (Shah et al. 2019).

İlk trimesterde gebelik kaybı riski daha yüksek olsa da cerrahi ameliyat gebeliğin herhangi bir üç aylık döneminde yapılabilir. Modern anestezi ajanlarına maruziyet, organogenezin meydana geldiği ilk üç aylık dönem de dahil olmak üzere herhangi bir gebelik zaman noktasında teratojenik etkilerle ilişkilendirilmemiştir. Önceden canlı gebelik yaşlarında (23–24 haftadan önce), fetal kalp atımı meme kanseri cerrahisinden önce ve sonra belgelenmelidir. Fetüsün yaşayabilir olduğu kabul edildiğinde, fetal izleme, ameliyattan önce ve sonra elektronik fetal kalp atış hızı ve uterus kontraksiyon izlemesini içermelidir (Shah et al. 2019).

Kemoterapi ilk trimesterden sonra başladığında %95 gebeliğin normal canlı doğumla sonuçlandığı ve morbiditenin düşük olduğu bulunmuştur. Kemoterapötiklerin üçüncü trimesterde göreceli olarak daha güvenli olduğu belirtilmektedir (Akgün et al. 2014).

İlk üç aylık dönemde radyasyona maruz kalma, gebelik kaybı ve konjenital malformasyonlarla da ilişkilidir. Mevcut öneriler, radyasyon tedavisinin doğum sonrası döneme kadar ertelenmesi yönündedir (Shah et al. 2019).

### **MEME KANSERİ SONRASI GEBELİK**



Meme kanserli olguların %25'i premenopozal dönemdedir. Son yıllarda sosyoekonomik koşullardaki değişiklikler, doğurganlıkta azalma, çocuk sahibi olma yaşının 30-40'lı yıllara taşınması ve bu yıllarda meme kanseri görülme insidansındaki artış gebelik ve meme kanserini, meme kanseri tedavisi esnasında kontrasepsiyonu ve tedavi sonrası gebeliklerin değerlendirilmesini önemli kılmaktadır (Kurt et al. 2016).

Meme kanseri olan hastalarda kemoterapiye bağlı menopoza durumunun görülmesi ve çoğu kez bu durumun geri dönüşlü olması, istenmeyen gebeliklere neden olabilmektedir. İstenmeyen gebelikler hastalığın seyrine ve uygulanan tedaviler, fetüs üstünde olumsuzluklara yol açabilmektedir. Meme kanserli bir olgunun tedavi sonrası gebelik isteğinin değerlendirmesinde, en önemli faktörler hastalığın evresi ve tedavi sonrası geçen hastaliksız süredir (Kurt et al. 2016).

Meme kanserinden sonra gebelik, teşhisten sonraki ilk birkaç yıl içinde meydana gelen gebeliklerde bile, tümörün östrojen reseptör (ER) durumuna bakılmaksızın nüks riskini artırmadığı söylenmektedir. Bu nedenle, kanıta dayalı fikir birliği kılavuzları, genel olarak meme kanserinden kurtulanların gebe kalmaktan caydırılmaması gerektiğini önermektedir. Kemoterapinin erken menopoza neden olma potansiyeli vardır. Ancak çoğu genç kadının kemoterapiden sonra menstürel siklusu korunur veya yeniden kazanılır (Poorvu et al. 2021). Meme kanseri tedavisi sonrası rekürrensler en sık ilk 2 yılda görüldüğü için kadınlara gebe kalmak için en az 3 yıl eğer lenf nodu metastazı mevcut ise 5 yıl beklemesi önerilmektedir (Karageyim Karşıdağ et al. 2015).

Meme kanseri tedavisi gördükten sonra gebelik planlamak için ne kadar beklenmesi gerektiği açık değildir. Çoğu kadına, tedaviden sonra en az 2 yıl süreyle hamileliği ertelemeleri tavsiye edilir. Bu tavsiyenin ana nedeni, gebelik hormonlarının, özellikle östrojenin, uyku halindeki mikro metastazları uyardığı ve dolayısıyla sağkalım oranını olumsuz etkilediği düşüncesi hakimdir (Iqbal et al. 2017).

Poorvu ve arkadaşları (2021) çalışmalarında meme kanseri sonrası gebe kalmaya çalışan kadınların çoğu başarılı bir şekilde hamile kaldığını belirtirken, bazı kadınlar yardımcı üreme teknolojilerini kullanmışlar buna rağmen, çoğu doğal yollarla hamile kaldığını bildirmiştir. Bu nedenle, teşhis sırasında gelecekte çocuk sahibi olmak isteyen kadınlara bu konuda destek olunmalıdır. Ayrıca gebelik düşünmeyen premenopozal kadınlara da, güvenilir doğum kontrol yönteminin rutin kullanımını konusunda danışmanlık verilmelidir (Poorvu et al. 2021).

## **GEBELİKTE MEME KANSERİ VE EBELERİN SORUMLULUKLARI**

Ülkemizde yürütülen ebelik hizmetleri göz önüne alındığında primer odağı kadın olan bu mesleğin sağlık hizmetlerinin sunulduğu her sağlık kurumunda doğrudan kadın sağlığına büyük dokunuşlar yaptığını görmek mümkündür. En temelinde sağlığın korunması ve geliştirilmesinde hastalıkların erken tanı ve tedavisinde ilk basamakta aktif rol ve sorumluluklarının olması ebelik mesleğinin birinci basamaktaki rollerinin önemini göstermektedir. Ebelerin birinci basamakta özellikle bağışıklama çalışmalarını yürütmesi, erken tanı ve tedavi için risk gruplarının belirlenmesi, tarama programlarının yürütülmesi, sağlığın korunması ve geliştirilmesi, yükseltilmesi bu açıdan danışmanlık ve eğitimlerin yürütülmesi gibi temel sağlık hizmetleri sunmaktadırlar. Bununla birlikte özellikle kadınlarda önde gelen kanser türlerinden serviks kanseri ve meme kanserinde erken tanı için kadınların sağlık takiplerini yapmakla yükümlüdürler. Meme kanserinde erken dönemde erken tanı için kendi kendine meme muayenesini öğretmek ve uygulanma durumunuda takip etmektedirler. Sağlık sistemi içerisinde meme kanserinde erken tanı için ebeler bilgilerini sürekli güncellemeli ve teorik ve kanıta dayalı bilgilerini en üst düzeyde tutmalıdırlar.

Ebelerin meme sağlığının korunması ve geliştirilmesi açısından kadın hayatının hemen her döneminde koruyucu sağlık hizmetlerini yürütmeleri gerekmektedir. Meme kanserinin tanılanmasında özellikle kadınlar tarafından fark edilen ilk bulgu olan memedeki kitle ve değişimlerin kadınlara ebeler tarafından iyi öğretilmesi, meme kanserinde risk faktörlerinin, erken tanı ve tarama testlerinin, kendi kendine meme muayenesinin, klinik meme muayenesini öğretmesi gerekir. Ebelerin yaş gruplarına göre kadınları klinik meme muayenesine, mamografiye yönlendirmeleri gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Lee, Guek Eng, Erica L. Mayer, and Ann Partridge. 2017. “Prognosis of Pregnancy-Associated Breast Cancer.” *Breast Cancer Research and Treatment* 163(3):417–21. doi: 10.1007/s10549-017-4224-6
2. Şimşek Tanın, Ö., Çağlayan, E. K., Sarı N., Seçkin, L., Kara M., Çağlayan, K., & Üstün, Y.E. (2015). Gebelikte Tanısı Konulan Memenin İnvaziv Duktal Karsinomu: Olgu Sunumu. *Jinekoloji-Obstetrik ve Neonatoloji Tıp Dergisi*, 12(5), 200-202.
3. Ruiz, R., Herrero, C., Strasser-Weippl, K., Touya, D., Louis, J. S., Bukowski, A., & Goss, P. E. (2017). Epidemiology and pathophysiology of pregnancy-associated breast cancer: a review. *The Breast*, 35, 136-141.
4. Genin, A. S., De Rycke, Y., Stevens, D., Donnadiou, A., Langer, A., Rouzier, R., & Lerebours, F. (2016). Association with pregnancy increases the risk of local recurrence but does not impact overall survival in breast cancer: a case–control study of 87 cases. *The Breast*, 30, 222-227.
5. Johansson, A. L., Andersson, T. M. L., Hsieh, C. C., Jirström, K., Cnattingius, S., Fredriksson, I., ... & Lambe, M. (2018). Tumor characteristics and prognosis in women

- with pregnancy-associated breast cancer. *International journal of cancer*, 142(7), 1343-1354.
6. Wang, B., Yang, Y., Jiang, Z., Zhao, J., Mao, Y., Liu, J., & Zhang, J. (2019). Clinicopathological characteristics, diagnosis, and prognosis of pregnancy-associated breast cancer. *Thoracic Cancer*, 10(5), 1060-1068.
  7. T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü (2020). Meme Kanseri Korunma, Tarama, Tanı, Tedavi ve İzlem Klinik Rehberi. <https://dosyamerkez.saglik.gov.tr/Eklenti/38131,memekanskr20200720pdf.pdf?0>  
ERİŞİM tarihi: 12.12.202
  8. Genin, A. S., Y. De Rycke, D. Stevens, A. Donnadieu, A. Langer, R. Rouzier, and F. Lerebours. 2016. “Association with Pregnancy Increases the Risk of Local Recurrence but Does Not Impact Overall Survival in Breast Cancer: A Case–Control Study of 87 Cases.” *Breast* 30:222–27. doi: 10.1016/j.breast.2015.09.006.
  9. Iqbal, Javid, Eitan Amir, Paula A. Rochon, Vasily Giannakeas, Ping Sun, and Steven A. Narod. 2017. “Association of the Timing of Pregnancy with Survival in Women with Breast Cancer.” *JAMA Oncology* 3(5):659–65. doi:10.1001/jamaoncol.2017.0248
  10. Akgün, F. S., Sezgin, G., Kaya, F. Ö., Deveci, U., Yener, A. N., Çelik, A., ... & Türken, O. (2014). Gebelik ve meme kanseri: olgu sunumu. *Maltepe Tıp Dergisi*, 6(2), 1-3.
  11. Shah, N. M., Scott, D. M., Kandagatla, P., Moravek, M. B., Cobain, E. F., Burness, M. L., & Jeruss, J. S. (2019). Young women with breast cancer: fertility preservation options and management of pregnancy-associated breast cancer. *Annals of surgical oncology*, 26, 1214-1224.
  12. Kurt, S., Yaz, M.P., Bulutgenç, H.C., Kopuz, A., & Kelekçi, S. (2016). Meme Kanseri Nedeniyle Kemoterapi Alan Hastada Spontan Gebelik Ve Meme Kanseri Sonrası Fertilizasyon : İki Olgu Sunumu. *Bidder Tıp Bilimleri Dergisi* 3(3):28–32.
  13. Albayrak Kaya, S., Abali, R., Onat, T., Bozkurt, H. S., & Şenel, I. (2011). Neurological deficit due to breast cancer metastasis during pregnancy: a case report. *Turkish Journal of Oncology*, 26(3).
  14. Poorvu, P. D., Gelber, S. I., Zheng, Y., Ruddy, K. J., Tamimi, R. M., Peppercorn, J., ... & Partridge, A. H. (2021). Pregnancy after breast cancer: results from a prospective cohort of young women with breast cancer. *Cancer*, 127(7), 1021-1028.
  15. Karageyim Karşıdağ, A. Y., Giray, B., Subaş, S., Büyükbayrak, E.E., Purut, Y.E. (2015). “Evaluation Of Pregnant Women With Diagnosis Of Maternal Cancer.” *Sakarya Medical Journal* 5(3):135–39. doi: 10.5505/sakaryamj.2015.59389
- Liu, Q., Wu, J., Lambe, M., Hsieh, S. F., Ekblom, A., & Hsieh, C. C. (2002). Transient increase in breast cancer risk after giving birth: postpartum period with the highest risk (Sweden). *Cancer causes & control*, 13, 299-305.

## OMUZ DİSTOSİSİNİ YÖNETEBİLMEK; İNTRAPARTUM SÜRECİN YÖNETİMİ VE EBELİK BAKIMI

**Ayşenur KAHRAMAN<sup>1\*</sup>, Melek ŞEN AYTEKİN<sup>2\*</sup>, Özgür ALPARSLAN<sup>3\*</sup>**

**\*Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü**

**1 Orcid:** 0000-0001-8194-9776

**2 Orcid:** 0000-0003-2490-8390

**3 Orcid:** 0000-0002-2264-2886

### ÖZET

Omuz distosisi, hem kadınlar hem de doğum eylemini yöneten sağlık profesyonelleri için en travmatik doğum olaylarından biri olarak bilinir. Nadir fakat korkulan bir İntrapartum obstetrik acildir. Önceden öngörülemeyen İntrapartum bir komplikasyon olsa da antenatal dönemde bazı predispozan faktörler kontrol altına alındığında İntrapartum sürecin yönetimi daha etkin olabilmektedir. Maternal ve fetal sağlığa etkileri mortalite ve morbiditeyi artırması açısından son derece önemlidir. Özellikle fetal morbidite göz önüne alındığında basit ve erken dönemde etkili bir çözüm olan antenatal takiplerin bütüncül yaklaşımla yapılmasına vurgu yapılmaktadır. İntrapartum süreçte ise omuz distosisinin olabilecek en erken dönemde tanınması, intrapartum müdahalede ise uygun manevraların etkin ve zamanında uygulanması odak nokta olmalıdır. Bu bağlamda literatürde güncel bilgilerden yola çıkılarak omuz distosisinin yönetiminde ebelere düşen görev sorumluluklar bu çalışmada ele alınmıştır. Bu araştırma ile ebelere omuz distosisi vakalarında yol gösterici olmak ve antenatal dönemden itibaren risk grubunda yer alan gebelerin takiplerinde önemli noktalara dikkat çekmek hedeflenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Doğum, Ebelik, Omuz Distosisi, İntrapartum yönetim

### **Managing Shoulder Dystocia; Management of the Intrapartum Process and Midwifery Care**

#### **Summary**

Shoulder dystocia is known as one of the most traumatic birth events for both women and the healthcare professionals managing labor. It is a rare but feared intrapartum obstetric emergency. Although it is an unpredictable intrapartum complication, the management of the intrapartum process can be more effective when some predisposing factors are taken under control during the antenatal period. Its effects on maternal and fetal health are extremely important in terms of increasing mortality and morbidity. Emphasis is placed on antenatal follow-ups with a holistic approach, which is a simple and effective solution in the early period, especially considering fetal morbidity. In the intrapartum process, the focus should be on diagnosing shoulder dystocia

as early as possible, and on the effective and timely application of appropriate maneuvers in intrapartum intervention. In this context, based on current information in the literature, the duties, and responsibilities of midwives in the management of shoulder dystocia are discussed in this research. This research aims to guide midwives in cases of shoulder dystocia and to draw attention to important points in the follow-up of pregnant women in the risk group from the antenatal period.

**Key words:** Birth, Midwifery, Shoulder Dystocia, Intrapartum management

## OMUZ DİSTOSİSİ

Omuz distosisi, hem kadınlar hem de doğum eylemini yöneten sağlık profesyonelleri için en travmatik doğum olaylarından biri olarak bilinir (Minooee et al., 2021). Nadir fakat korkulan bir obstetrik acildir. Başın doğumundan sonra fetal omuzları doğurmak için ek obstetrik manevralar gerektiren vajinal doğum olarak tanımlanır (Heinonen et al., 2021).

Omuz distosisi genellikle oldukça öngörülemeyen bir komplikasyon olarak kabul edilir, ancak fetal makrozomi ve maternal diyabet ve obezite dahil olmak üzere bazı risk faktörleri tanımlanmıştır. Enstrümantal vajinal doğum (IVD), daha önceki bazı çalışmalarda daha yüksek omuz distosisi riski ile bağlantılıydı. Bununla birlikte, ayrı risk faktörlerinin tahmin değerleri oldukça zayıftır ve çoğu durumda omuz distosisi bilinen herhangi bir risk faktörü olmadan ortaya çıkar (Heinonen et al., 2021).

### OMUZ DİSTOSİSİNDE RİSK FAKTÖRLERİ

Omuz distosisi için risk faktörleri arasında maternal obezite, maternal diyabet, makrozomi önceki omuz distosisi öyküsü ve doğum indüksiyonu yer alır. Belirtilen bu faktörler riski artırsa da, vakaların çoğu bu ana risk faktörlerinden herhangi birinin olmadığı gebeliklerde ortaya çıkabilir (Sahrphillips & Van Hoover, 2020).

Heinonen ve arkadaşları tarafından (2021) Finlandiyada omuz distosisi insidansını ve risk faktörlerini değerlendirmek amacıyla retrospektif olarak yapılan çalışmada enstrümantal vajinal doğum, annede diyabet öyküsü, BKİ  $\geq 25$ , yaş  $\geq 40$  ve gestasyonel yaş  $\geq 41$  büyük olduğunda 41. gebelik haftasından önce spontan doğum yapan diyabetik olmayan, obez olmayan ve daha genç kadınlara kıyasla daha yüksek omuz distosisi riski bulunduğunu bildirmişlerdir. Bilinen bu risk faktörlerine rağmen omuz distosisini öngörmek mümkün olmayabilir (Vetterlein et al., 2021).

Terzi (2021) klavikula uzunlukları ile doğum ağırlığı ve omuz distosisi arasındaki ilişkiyi değerlendirmeyi amaçlayan çalışmasında gebelere rutin gebelik muayenelerine ek olarak, fetal klavikula uzunluğunu belirlemek için 20-23 ve 33-36. haftalarda iki kez ultrasonografi yapmış ve ardından gebeler doğumun ikinci evresinde omuz distosisi açısından değerlendirilmiştir. Aynı zamanda yenidoğanların doğum ağırlıkları kaydedilmiştir. Araştırmada ikinci trimester klavikula uzunluğu açısından doğum tipi, doğum ağırlığı veya omuz distosisi arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Ayrıca, doğum tipi açısından da üçüncü trimester klavikula uzunluğu açısından anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Ancak üçüncü trimester klavikula



uzunluğu ile doğum ağırlığı ve omuz distosisi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Üçüncü trimester klavikula uzunluğu, omuz distosisi gelişmeyen yenidoğanlarda 39.5 mm (dağılım: 30,7-43.9) ve omuz distosisi gelişen 3 yenidoğanda 42.5 mm olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak fetal klavikula uzunluğu, makrozomi ve omuz distosisini öngörmede pratik ve önemli bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Terzi, 2021).

## **OMUZ DİSTOSİSİNİ TANILAMA**

Omuz distosisi en sık olarak, başın doğumundan sonra hafif aksiyal traksiyon uygulandığında fetal omuzlar kolayca doğum yapmadığında tanınır. Diğer belirtiler, yüzün veya çenenin doğumunda zorluk olabilir veya çenenin vulvaya sıkıca yapışmış kaldığı veya hatta perineye doğru çekiliyormuş gibi görüldüğü kaplumbağa işaretinin varlığı olabilir (Holland, 2020; Sahrphillips & Van Hoover, 2020). Ayrıca Fetal başın yerine oturtulamaması (Normal doğumda baş yana döner ancak omuz distosisinde yüzü aşağı dönük kalabilir.) ve omuzların aşağı inmemesidir (Holland, 2020).

## **OMUZ DİSTOSİSİNİN MATERNAL VE NEONATAL KOMPLİKASYONLARI**

Omuz distosisi önemli morbiditeye neden olur ve tipik maternal komplikasyonlar perineal lacerasyonları ve artan kanamayı içerir (Heinonen et al., 2021). Ayrıca Doğum sonu kanama, epizyotomi uzaması ve 3./4. derece yırtıklardır (Sahrphillips & Van Hoover, 2020; Vetterlein et al., 2021).

Eğer omuz distosisi hızlı tanımlanır ve kesin müdahale edilirse, yenidoğan sonuçlarını büyük ölçüde etkiler (Olson et al., 2021). Omuz distosisinin en yaygın neonatal komplikasyonları klavikula kırığı ve geçici veya kalıcı brakial pleksus yaralanmasını içerir, ancak en kötü durumda asfiksi, hipoksik iskemik ensefalopati ve fetal ölüme neden olabilir (Heinonen et al., 2021; Sahrphillips & Van Hoover, 2020). Ayrıca düşük APGAR skorları, asidoz, klavikula ve humerus kırıkları ve yenidoğan bakım ünitelerine artan başvuru oranları dahil olmak üzere artmış neonatal morbidite meydana gelebilir (Vetterlein et al., 2021).



## **OMUZ DİSTOSİSİNİN KLİNİK YÖNETİMİ**

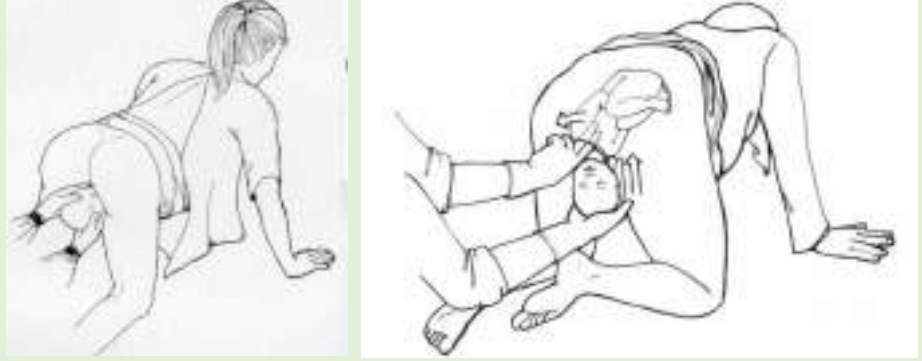
Omuz distosisi tanısı konulduktan hemen sonra ekip üyelerine haber verilmeli ve multidisipliner yaklaşım sağlanmalıdır. Omuz distosisi teşhisi konulmaz ve doğumun tamamlandığı zaman not edilmelidir. Müdahaleler yapılırken geçen süre 30 saniyelik aralıklarla

söylenmeli ve olay sırasında bir ekip üyesi dokümantasyondan sorumlu olmalıdır (Sahrphillips & Van Hoover, 2020).

Yardım istendikten sonra gebenin mesanesi boşaltılmalı ve epizyotomi için değerlendirme yapılmalıdır. Epizyotomi uygulanacak manevraları kolaylaştırarak olası yırtıkların önüne geçmektedir (Gezginç & Dalkılıç, 2011). İntrapartum süreçte sağlık profesyonelleri, omuz distosisi yönetimine yardımcı olarak HELPERR anımsatıcısını kullanmalıdır (Sahrphillips & Van Hoover, 2020).

**Tablo 1.** Omuz distosisinin yönetiminde HELPERR yaklaşımı

Anahtar Kelime	Anlamı
<b>Help (yardım)</b>	Yardım çağırın—odaya ek yardım çağırın.
<b>Evaluate and End (Değerlendir ve Bitir)</b>	Dahili el manevraları için alanı artırmak için epizyotomi ihtiyacını değerlendirin; annenin itme çabalarına son verin.
<b>Legs (Bacaklar)</b>	Anne bacaklarını aşırı esneterek McRoberts manevrasını gerçekleştirin.
	 <p style="text-align: center;"><b>Şekil1.</b>McRoberts manevrası</p> <p>(Kaynak:<a href="https://en.wikipedia.org/wiki/McRoberts_maneuver#/media/File:McRoberts_maneuver.svg">https://en.wikipedia.org/wiki/McRoberts_maneuver#/media/File:McRoberts_maneuver.svg</a>)</p>
<b>Pressure (baskı yapmak)</b>	Asistandan yönlendirilmiş bir şekilde suprapubik basınç uygulamasını isteyin.
<b>Enter (Giriş)</b>	İç rotasyon manevralarını gerçekleştirmek için vajinaya manuel olarak girin.
	

	<b>Şekil 2. Wood'un vida manevrası</b> (Kaynak: Tokmak ,2016; <a href="https://healthjade.net/shoulder-dystocia/#Zavanelli_maneuver9">https://healthjade.net/shoulder-dystocia/#Zavanelli_maneuver9</a> )
<b>Remove (Kaldırmak)</b>	Posterior fetal kolu çıkarın.
<b>Roll (döndürmek)</b>	Gaskin manevrasını kadının elleri ve dizleri üzerine yuvarlanmasına yardım ederek gerçekleştirin. 
	<b>Şekil 3. Gaskin manevrası</b> (Kaynak: <a href="https://docplayer.biz.tr/13734363-Omuz-distosisi-doc-dr-f-deniz-sayiner.html">https://docplayer.biz.tr/13734363-Omuz-distosisi-doc-dr-f-deniz-sayiner.html</a> ; <a href="https://healthjade.net/shoulder-dystocia/#Zavanelli_maneuver">https://healthjade.net/shoulder-dystocia/#Zavanelli_maneuver</a> )

Bu anımsatıcı, en sık kullanılan manevraları kolayca hatırlanacak bir biçimde sunarak, tanımlandığı anda omuz distosisinin sistematik yönetimine odaklanır. Ancak klinik uygulamada, birinci basamak manevraların başarısız uygulanmasından sonra ikinci basamak manevraların hangi sırayla yapılması gerektiği konusunda net bir sıralama yoktur.

### OMUZ DİSTOSİSİNDE KULLANILAN MANEVRALAR

Manevralar boyunca hafif bir traksiyonun başarılı olmadığı durumlarda bebeğin omuzlarının doğumuna yardımcı işlemlerdir (Minooee et al., 2021). Omuz distosisini yönetmede üç çeşit manevra vardır.

1. Birinci basamak manevralar
2. İkinci basamak manevralar
3. Kahramanca manevralar (Sahrphillips & Van Hoover, 2020).

Birinci basamak manevralar, omuz distosisi teşhisi konduğunda en sık acil yanıt olarak başlatılan manevralardır. Omuz distosisi yalnızca birinci basamak manevraların kullanılmasıyla çözülmezse, ikinci sıra manevralar kullanılır. Kahramanca önlemler, yalnızca birinci ve ikinci sıra manevraları başarısız olduğunda ve yenidoğanın katastrofik nörolojik yaralanması veya ölümünün yakın olduğuna inanıldığında alınır (Sahrphillips & Van Hoover, 2020).

Tablo 2. Omuz distosisinin yönetiminde kullanılan manevraların sınıflandırılması

Birinci basamak manevralar	İkinci basamak manevralar	Kahramanca Manevralar
<b>McRoberts (1983)</b>	Gaskin (1998)	Kasıtlı klavikula kırığı
<b>Suprapubic bası</b>	Arka kol ekstraksiyonu (1898 dolayları)	Zavanelli (1985)
	Woods vida	Abdominal rescue (1992)
	Rubin (1964)	Simfizyotomi
	Posterior aksilla traksiyonu (2009)	
	Menticoglou (2006)	
	Shoulder Shrug (Omuz silkme) (2019)	

RCOG omuz distosisinin tanılanmasında ve yönetiminde tüm dünyada doğum eylemini gerçekleştiren sağlık profesyonellerine yol göstermek amacıyla bir rehber hazırlamıştır. bu rehber göre (RCOG, 2012);

- Omuz distosisi beklendiğinde ne gibi önlemler alınmalıdır?

Tüm doğum görevlileri omuz distosisi tanısı koymaya yönelik yöntemler ve doğumu kolaylaştırmak için gerekli teknikler konusunda bilgi sahibi olmalıdır.

- Omuz distosisini tanımlamak;

Doğum görevlileri rutin olarak omuz distosisi belirtilerini araştırmalıdır. Omuz distosisinin zamanında yönetimi, hızlı tanı gerektirir.

- Görevli sağlık görevlisi aşağıdakileri rutin olarak gözlemlemelidir:
- yüzün ve çenenin doğumunda zorluk
- başın vulvaya sıkı bir şekilde yapışık kalması veya hatta geri çekilmesi (kaplumbağa boynu işareti) fetal başın yerine oturmaması omuzların aşağıya inmemesi.

Omuz distosisini tanılamak için başın external rotasyonu sağlanabilir ancak diğer herhangi bir traksiyondan kaçınılmalıdır.

- Omuz distosisi nasıl yönetilmelidir
  - Omuz distosisinde sistematik olarak yönetim sağlanmalıdır
  - Omuz distosisi fark edildikten hemen sonra ek yardım çağrılmalıdır
  - Gelen ekibe sorun açıkça 'bu vaka omuz distosisi' şeklinde ifade edilmelidir.
  - Fundal basınç kullanılmamalıdır.
  - Mcroberts manevrası basit, hızlı ve etkili bir müdahaledir ve ilk önce yapılmalıdır.
  - Mcroberts manevrasının etkinliğini arttırmak için suprapubik basınç kullanılmalıdır
  - Epizyotomi gereksinimi yakından değerlendirilmelidir.
- Basit teknikler başarısız olursa ne gibi önlemler alınmalıdır?
  - İkinci basamak manevralara geçiş sağlanmalıdır
  - Bu aşamada gaskin manevrası ve omuzların doğurtulması açısından bir değerlendirme ve manevralar açısından bir tercih yapılmalıdır.
- Birincil ve ikincil manevralarında sürekli başarısızlık olursa;
  - Kahramanca Manevraların uygulanmasını önermektedir

RCOG ayrıca omuz distosisi vakaları için bir risk yönetimi planında önermiştir.

Tüm doğumhane personeli en az yılda bir kez omuz distosisi eğitimine katılmalıdır.

## **OMUZ DİSTOSİSİNDE DOĞUM SONU BAKIM**

Omuz distosisi gelişen vakalarda Doğum eyleminin 3. ve 4. evresinde ebeler kadını yakından gözlemelidir. Çünkü bu evrede postpartum kanamanın yaygın nedenlerinden biri olan laserasyonlar görülebilmektedir. Bu evrede annenin iyilik hali değerlendirilmelidir ve kanama kontrolü yapılmalıdır. Bu evrede kanama ile ilgili olarak ebeler; atoniyi, laserasyonları ve hematomları yakından izlemelidir. yenidoğan mutlaka pediatri hekiminin kontrolünden geçmelidir (Holland, 2020).

Omuz distosisine bağlı oluşan brakial pleksus yaralanmasını tanıma ve tedavisinde ebe sorumluluklara sahiptir. Bebeklerde doğum kanalından geçiş sırasında bebeğin omzunun gerilince brakial pleksus yaralanmaları meydana gelmektedir. Doğumda brakial pleksus yaralanması brakial pleksus hasarı insidansı, 1000 canlı doğumda 0,15 ile 3 arasında değişmektedir. Vakaların çoğunda üst omuzun doğumu annenin kasık simfizisi (omuz distosisi)

nedeniyle engellenir. Çocuğun başına ek bir çekiş uygulanırsa, boyun ile omuz arasındaki açı güçlü bir şekilde genişler ve ipsilateral brakial pleksusun aşırı gerilmesine neden olur. Brakial pleksusun üst köklerinin (C5-C6) yaralanması, doğum sırasında bebeğin boynunun aşırı gerilmesinden kaynaklanabileceği gibi, başın omuzdan kuvvetli bir şekilde çekilmesinden kaynaklanabilir Brakial pleksus hasarının belirtileri arasında gevşeklik veya felçli bir kol; kol, el veya bilekte kas kontrolü eksikliği; ve kolda veya elde his veya duyu eksikliği. Kısmi iyileşme meydana gelse de tam iyileşme imkansızdır) ve kökçüklerin kopmasına (sinir köklerinin beyinden koptuğu brakial pleksus hasarının en şiddetli şekli) omurilikten. Nöropraksi yaralanması olan kişilerin çoğu, %90-100'lük bir fonksiyon geri dönüşüyle kendiliğinden iyileşir (Pearl ,2009; Pondaag et al.,2004).



**Şekil 4. Erb's palsy (C5-C6 sinir hasarı) (Kaynak: [https://healthjade.net/shoulder-dystocia/#Zavanelli\\_maneuver](https://healthjade.net/shoulder-dystocia/#Zavanelli_maneuver))**

Sinir hasarının konumuna bağlı olarak brakial pleksus yaralanmaları kolun bir kısmını veya tamamını etkileyebilir. Örneğin kas-kütanöz sinir hasarı dirsek fleksörlerini zayıflatır, medyan sinir hasarı proksimal önkol ağrısına neden olur ve ulnar sinirin felci zayıf kavrama ve parmak uyuşmasına neden olur. Bazı durumlarda bu yaralanmalar tam ve geri dönüşü olmayan felce neden olabilir. Daha az ciddi vakalarda bu yaralanmalar bu uzuvların kullanımını kısıtlar ve ağrıya neden olur (Annika et al,2019). Erken tanılama ile gerekli sevki yapmak, bakımın, izlemine yapma ve ebe olarak ebeveynlere öğretimde bulunmak gereklidir. Rehabilitasyon gerekebilir aileye gerekli destek verilmelidir.

Sonuç olarak; Ebenin omuz distosisinde, öngörülemeyen veya önlenemeyen, çok ciddi maternal ve neonatal sonuçları olan önemli bir durum olduğunu, önlenmesi, erken tanısı ve yönetiminde üzerine düşen sorumlulukları yerine getirmesi, sistematik bir yaklaşım ile müdahale ederek anne ile bebek açısından riskleri azaltması önemlidir. Omuz distosisinin iyi yönetilerek muhtemel komplikasyonları önlenmek,azaltılmak ve anne-bebek sağlığının geliştirilmesinde standart bir protokolleri kullanmak, iletişimi standardize etmek, ekip eğitimi ve çalışması yapmak gerekmektedir. Ayrıca ebe öğrencilerin eğitimlerinde mutlaka simülasyon



eğitimler ile omuz distosisinin yönetimi konusunda gerekli tüm becerileri kazandırılmak gereklidir.

## KAYNAKLAR

1. Minoee, S., Cummins, A., Foureur, M., & Travaglia, J. (2021). Shoulder dystocia: A panic station or an opportunity for post-traumatic growth? *Midwifery*, 101(May), 103044. <https://doi.org/10.1016/j.midw.2021.103044>
2. Heinonen, K., Saisto, T., Gissler, M., Kaijomaa, M., & Sarvilinna, N. (2021). Rising trends in the incidence of shoulder dystocia and development of a novel shoulder dystocia risk score tool: a nationwide population-based study of 800 484 Finnish deliveries. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 100(3), 538–547. <https://doi.org/10.1111/aogs.14022>
3. Sahrphillips, J. F., & Van Hoover, C. (2020). Maneuvering Through a Birth Complicated by Shoulder Dystocia. *Journal of Midwifery and Women's Health*, 65(3), 395–403. <https://doi.org/10.1111/jmwh.13087>
4. Vetterlein, J., Doehmen, C. A. E., Voss, H., Dittkrist, L., Klapp, C., Henrich, W., Ramsauer, B., Schlembach, D., Abou-Dakn, M., Maresh, M. J. A., & Schaefer-Graf, U. M. (2021). Antenatal risk prediction of shoulder dystocia: influence of diabetes and obesity: a multicenter study. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 304(5), 1169–1177. <https://doi.org/10.1007/s00404-021-06041-7>
5. Terzi, E. (2021). A new approach to predicting shoulder dystocia: Fetal clavicle measurement. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 51(4), 1932–1939. <https://doi.org/10.3906/sag-2011-145>
6. Holland, T. (2020). Shoulder dystocia: Keep calm and maneuver on. *Nursing Made Incredibly Easy!*, 18(6), 9–14. <https://doi.org/10.1097/01.NME.0000717680.73079.f8>
7. Olson, D. N., Logan, L., & Gibson, K. S. (2021). Evaluation of multidisciplinary shoulder dystocia simulation training on knowledge, performance, and documentation. *American Journal of Obstetrics & Gynecology MFM*, 3(5), 100401. <https://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2021.100401>

8. Gezinç, K., & Dalkılıç, E.U. (2011). Obstetrik Acillere Yaklaşım. *Journal of the American Osteopathic Association*, 10(4), 128–132.  
<https://doi.org/10.5152/jaem.2011.027>
  9. Pearl ML. (2009 Apr). Shoulder problems in children with brachial plexus birth palsy: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg*;17(4):242-54. doi: 10.5435/00124635-200904000-00005
  10. Pondaag W, Malessy M, van Dijk JG, Thomeer R. (2004). Natural history of obstetric brachial plexus palsy: A systematic review. *Dev Med Child Neurol*.46:138–44.  
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8749.2004.tb00463.x/pdf>
  11. Royal College of Obstetricians and Gynaecologists. (2005). Green-top guideline No. 42: Shoulder Dystocia. 2nd Edition I March 2012. Erişim tarihi:12.12.2023  
[https://www.rcog.org.uk/media/ewgpnmio/gtg\\_42.pdf](https://www.rcog.org.uk/media/ewgpnmio/gtg_42.pdf)
  12. Tokmak A et al. (2016). Vajinal Doğumun Korkulan Komplikasyonu: Omuz Distosisi. *Jinekoloji-Obstetrik ve Neonatoloji Tıp Dergisi*13(4), 176-183.
- Annika J, Paul U, Anna-Lena L. (2019 Jan). Obstetric brachial plexus palsy – A prospective, population-based study of incidence, recovery and long-term residual impairment at 10 to 12 years of age. *Eur J Paediatr Neurol*.23(1):87-93. doi: 10.1016/j.ejpn.2018.06.006

## PHARMACEUTICAL PREPARATION AND CHARACTERIZATIONS OF LISINOPRIL DRUG NANOCRYSTALS BY USING ANTI-SOLVENT CRYSTALLIZATION METHODS

Abdulmohsin AL AIROA<sup>1</sup>, İbrahim İNANÇ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs University, Institute of Graduate Education, 0009-0008-9777-9423

<sup>2</sup> Ondokuz Mayıs University Faculty of Engineering, 0000-0003-1988-1197

### ABSTRACT

High blood pressure (hypertension), heart disease, and kidney disease are considered the most widespread, significant, and dangerous diseases at present, which need rapid treatment to control them. Nanotechnology, as a branch of nanoscience, has contributed to considerable development in the pharmaceutical industry by enhancing its positive effect on improving and maintaining the performance of traditional medicines in treating diseases. The drug nanocrystals as nanomedicines can easily target cells that conventional drugs cannot or hardly reach at a high rate. Lisinopril drug nanocrystals and colloidal particles were prepared and controlled from agglomeration by adding a suitable stabilizer under the antisolvent re-crystallization technique. The raw lisinopril active ingredients prepared colloidal particles and produced lisinopril drug nanocrystals were characterized by using scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD), and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR).

**Keywords:** Lisinopril drug nanocrystals, nanodrug, characterization technique, anti-solvent re-crystallization methods.

### 1. INTRODUCTION

About 1 billion people worldwide suffer from high blood pressure, also referred to as hypertension. It is a severe and potentially fatal illness [1]. Already costing billions of dollars in healthcare expenses and lost labor productivity, hypertension is anticipated to increase in prevalence annually. Many chronic health disorders, such as cardiovascular diseases (heart attack, heart failure, and stroke) and kidney diseases, can be attributed to hypertension as their primary cause and risk factor [2].

Hypertension is a primary global health concern, as evidenced by its economic implications, prevalence, and related long-term health consequences. Antihypertensives are drugs used to treat high blood pressure (hypertension). The objective of antihypertensive therapy is to avert myocardial infarction, stroke, heart failure, and renal failure, among other complications associated with hypertension. Regardless of the medication type employed, the primary goal of

any antihypertensive treatment is to lower blood pressure [3]. Antihypertensive medication should be chosen depending on the unique patient's features, such as age and co-morbidities after the choice to start therapy has been made. Thiazide diuretics, angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitors (or angiotensin receptor blockers [ARB] for individuals who cannot tolerate an ACE inhibitor), calcium channel blockers, and beta blockers are the main groups of antihypertensive drugs [4].

Lisinopril (C<sub>21</sub>H<sub>31</sub>N<sub>3</sub>O<sub>5</sub>) is widely regarded as a highly effective antihypertensive medication owing to its diverse array of applications and therapeutic impacts. It is marketed as an angiotensin-converting enzyme inhibitor and has been around for about thirty years. Several essential characteristics set lisinopril apart from enalapril and captopril: It is hydrophilic, has a lengthy half-life, and is not metabolized by the liver [5].

Drug nanocrystals, can be defined as a pure drug crystals characterized by a particle size that is typically below several hundred nanometers reducing the size to the nanoscale range results in a notable increase in surface area, which in turn promotes disintegration [6]. To improve oral bioavailability and minimise pharmacokinetics, nanocrystal formulations have mainly been created for the oral distribution of poorly soluble medicines [7] [8].

Numerous oral medicinal treatments based on nanocrystals have been successfully marketed [9]. Most of these products use drug nanocrystals made through milling more giant drug crystals or the top-down approach. Surfactants are usually needed to treat the surface of the nanocrystals to reduce their size and preserve their size distribution. This raises safety issues because of the adverse effects that the surfactants might [10]. Furthermore, the use of stabilized materials increases the patient's total chemical burden and thus lowers drug loading, which heightens the risk of adverse reactions.

Anti-solvent crystallization is an efficient separation and purification technique utilized in synthesizing drug particles ranging in size from microns to nanoscales [8]. This method creates crystals from solutions, and their shape and particle size are controlled [11]. Anti-solvents are utilized during crystallization to decrease the solubility of a solute in a solution and accelerate crystallization. Due to its physical and chemical characteristics, changes in the mixing rate between the solutions and the anti-solvent can impact the nucleation and development rates of the crystallizing compounds.

In the present work, lisinopril nanocrystals were successfully prepared in three different samples with different solvents, stabilizers, and synthesis parameters using the antisolvent crystallization method with the presence of a stabilizer to prevent agglomeration as a lubricant agent. Three different samples of lisinopril nanocrystals were prepared by dissolving 100mg/ml of lisinopril powder in D.W. as a solvent solution, then precipitated by an antisolvent solution containing a mixture of 94% acetonitrile, 5% DMF, and 1% PVP.

Colloidal samples were produced and stored at 5°C for 2 hours to prepare them for SEM characterization. SEM is used to observe particle size and shape.

Colloidal samples were put in an oven under 90°C to evaporate the solutions, and the final produced powder was then characterized using XRD and FTIR characterization.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Materials

Lisinopril powder (Harman Finochem Ltd, India), Tween 80 (Sigma Aldrich-Germany), Tween 20 (Sigma Aldrich-Germany), distilled water, acetone, acetonitrile, PVP K300 (Sigma Aldrich-Germany), and dimethylene formamide.

### 2.2. Method

Lisinopril nanocrystal powder and colloidal particles were prepared using the antisolvent precipitation technique. The sample contains 100 mg/ml in distilled water as a solvent while acetonitrile and dimethylene formamide as antisolvent with a ratio of (1:6:0.05) and 1% pvp as a stabilizer. Lisinopril supersaturated solutions 100 mg/ml will be prepared and filtered through a 0.45 $\mu$ m inlet filter and injected into a beaker containing acetonitrile and dimethylene formamide solution with a flow rate of 3 ml/min with a stirring speed of 1500 rpm. The process is made with an ice bath.

### 2.3. Chemical and Physical Characterizations

#### 2.3.1. SEM Characterization

The Jeol JSM-7001F SEM has the following features: electron backscatter diffraction (EBSD), backscatter electron detector (BSD), secondary electron detector (SE), wavelength-dispersive X-ray spectroscopy (WDX), and energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX) (Jeol JSM7001F model) was used to characterize the raw lisinopril powder and synthesized lisinopril drug nanocrystals. By SEM, surface morphology, particle shape, and particle size were observed.

#### 2.3.2. XRD Characterization

Rigaku Smart Lab XRD was used to characterize the composition and crystal structure of the raw lisinopril powder and produced lisinopril drug nanocrystals. The measurements were performed at 40 kV and 40 mA with CuK $\alpha$  radiation.

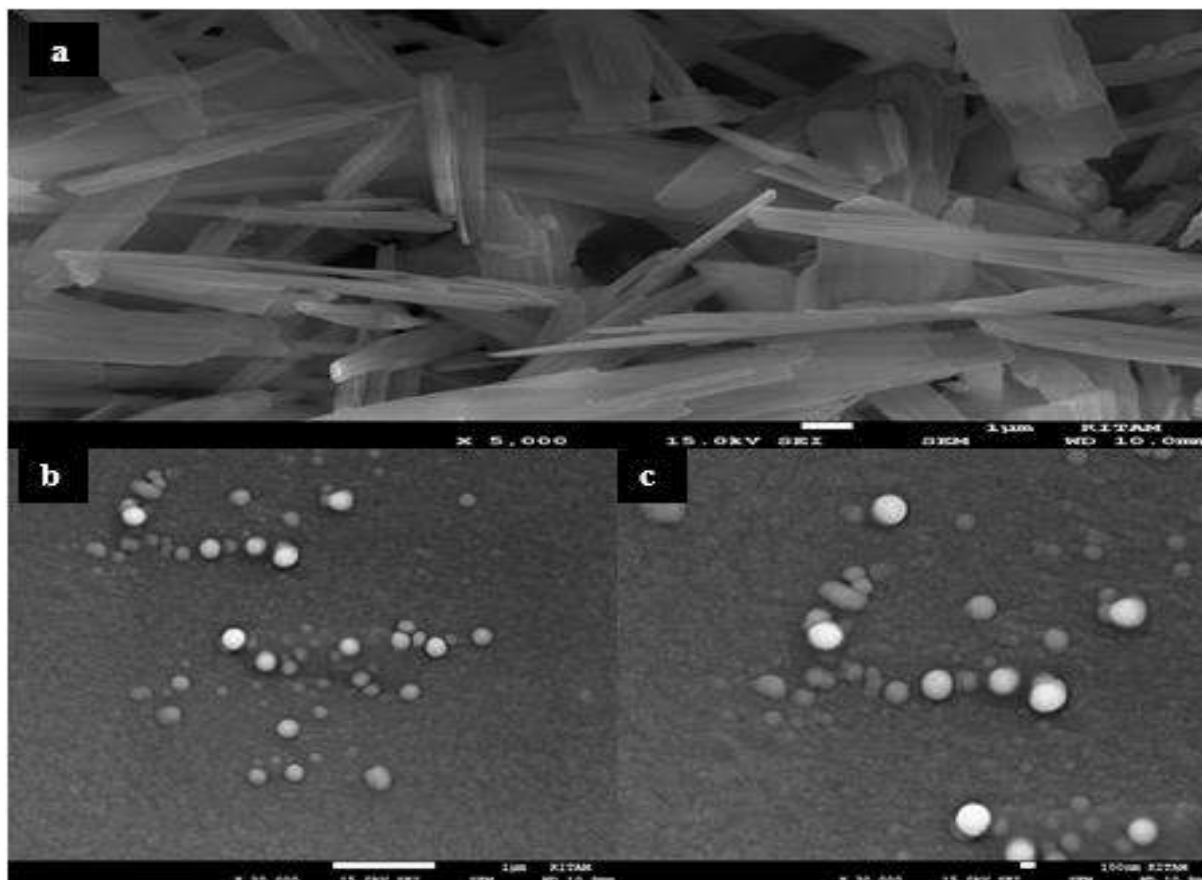
#### 2.3.3. FTIR characterization

The chemical compositions of raw lisinopril APIs and lisinopril drug nanocrystals were observed using Spectrum Two FTIR Spectrometer by Perkin Elmer. The samples were examined by placing a small amount in a designated holder. Spectrum software served as the supporting program. A few seconds were required to record each spectra, which had four scans and a resolution of 4 cm<sup>-1</sup>, covering a range of 4000–650 cm<sup>-1</sup> and 0.5 mL for each sample. Spectrum was the computer software used to process the scan data.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1. SEM Characterization

SEM characterization was made for lisinopril powder and produced lisinopril drug nanocrystals. SEM image with a scale of  $1\mu\text{m}$  and 5KX magnification has been taken for the Lisinopril raw materials. The Lisinopril raw materials could be noticed with huge particle sizes and long crystal shapes at this level, as shown in Figure 1.1. (a), for lisinopril drug nanocrystals, an SEM snapshot image was taken at a scale of  $1\mu\text{m}$  and 20KX magnification for sample one; the Lisinopril nanoparticles were visible at this stage with 20K X magnification in Figure 3.1. (b) The SEM image was taken at a scale of 100 nm and 30KX magnification for the colloidal lisinopril drug nanocrystals, as illustrated in Figure 3.1(c).



**Figure (a).1. SEM image of Lisinopril raw material at  $1\mu\text{m}$ , (b) SEM image of lisinopril drug nanocrystals at  $1\mu\text{m}$  and (c) SEM image of lisinopril drug nanocrystals at 1nm.**

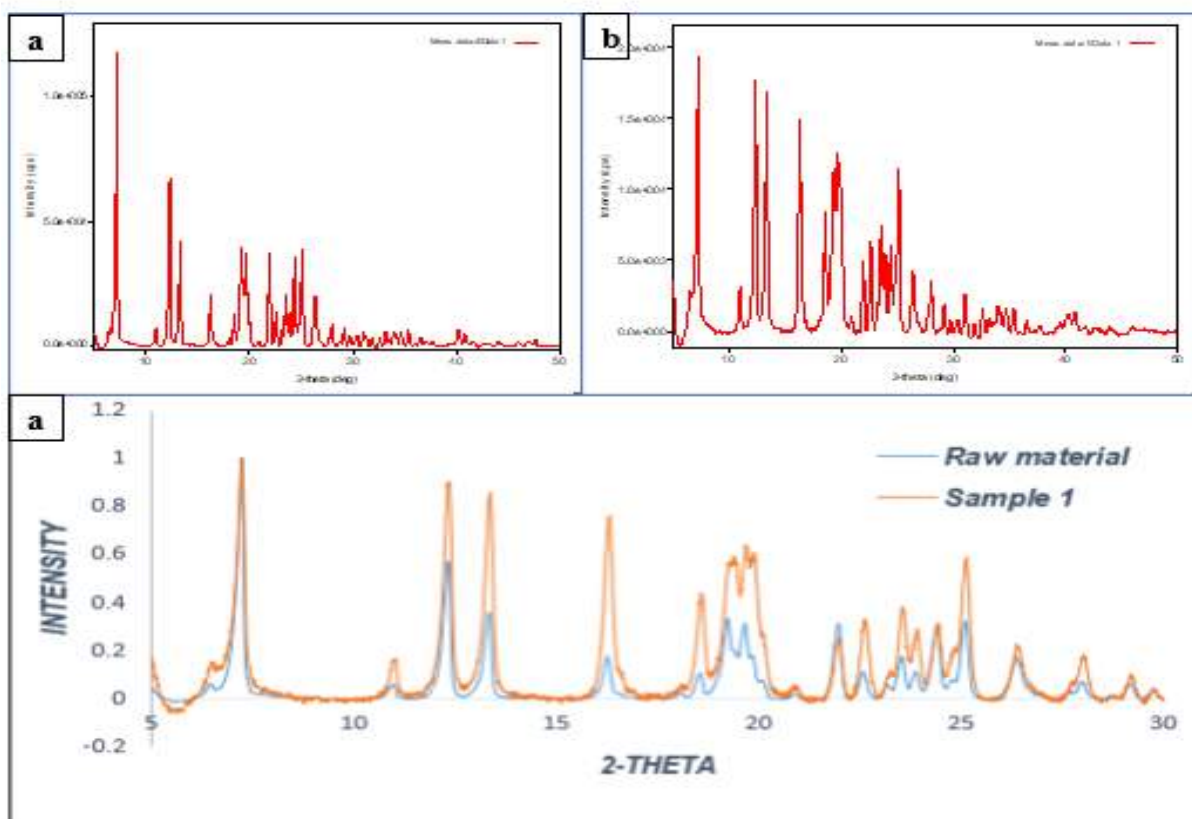
The particle size of produced lisinopril drug nanocrystals ranged between 65.75 nm and 182.26 nm, which are within the limit of nanopharmaceutics. as shown in figure 3.1. (c) It has been observed that the drug nanocrystals produced had a regular spherical shape and separated from each other due to the use of PVP as a stabilizer to prevent particle agglomeration. The other important parameter was the solvent solution flow rate. It was noticed that increased antisolvent flow rate increased particle size as well as particle agglomeration. The antisolvent solution must be at a low temperature during the preparation to avoid side reactions due to the temperature rising.



### 3.2.XRD Characterization

XRD crystalline phase analysis was performed using a Rigaku Smart Lab diffractometer at 40 kV and 30 mA (Cu Ka radiation with a Ni filter) with Bragg- Brentano registration geometry ( $2\theta = 0-50$ ).

The spectra in Figure 3.2 (a) showed fifteen diffraction peaks of Lisinopril raw materials at  $7.25^\circ, 12.32^\circ, 12.35^\circ, 19.23^\circ, 21.97^\circ, 23.52^\circ,$  and  $25.09^\circ$ . The spectrum of major diffraction intensity peaks of lisinopril drug nanocrystals was at  $7.25^\circ, 12.362^\circ, 19.23^\circ, 22.61^\circ$  and  $25.10^\circ$  as shown in Figure 3.2(b).



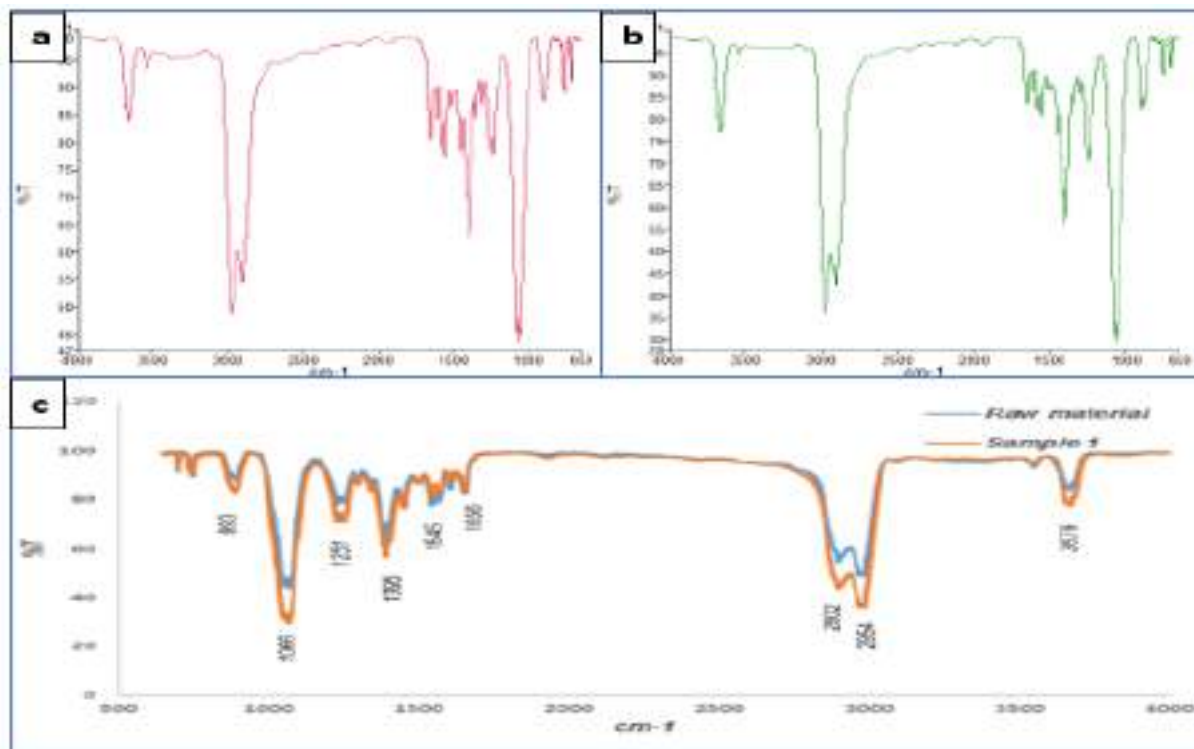
**Figure.3.2. (a) XRD pattern of Lisinopril raw material, (b) XRD pattern of lisinopril drug nanocrystals, and (c) The comparison plot between XRD patterns of Lisinopril raw and lisinopril drug nanocrystals**

Due to the XRD patterns comparison between XRD raw and re-crystallized powder of both Lisinopril raw and recrystallized nanoparticles, there was no significantly different diffractogram for Lisinopril raw, as shown in figure 3.2 (c). We observed that additives like stabilizer, solvent, and antisolvent were saved to produce lisinopril drug nanocrystals. According to XRD results, there was no interaction between raw material and additives.

### 2.3.3. FTIR characterization

The FTIR spectra of raw and re-crystallized powders for lisinopril have been performed, as shown in the subsequent three figures. Both powders have identical absorption peaks with a

frequency range of 650–4000, suggesting that the functional group structures of raw and re-crystallized powders are very similar, as shown in Figure 3.3. (a) and (b).



**Figure 3.3. (a) IR chart of raw Lisinopril,(b) IR chart of lisinopril drug nanocrystals, and (c). IR chart comparison between raw and lisinopril drug nanocrystals**

The FTIR spectrums comparisons approved that there are no differences between the spectrum of raw and re-crystallized Lisinopril nanoparticles, and the spectrums of re-crystallized Lisinopril nanoparticles are typically similar for Lisinopril raw as shown in figure 3.3(c). There was no change in the functional groups of the produced nanodrug, as illustrated in Table 1, and the final product has the same chemical structure with a small particle size. According to the IR spectrum, additives were used during the preparation and removed by washing and drying.

**Table 1. IR absorption of Functional groups and compound class**

## CONCLUSION

Lisinopril drug nanocrystals with a 100mg/ml concentration were successfully prepared using the antisolvent recrystallization method. The optimum preparation parameter was 3 ml/min with a stirring speed of 1500 rpm. The process was made with an ice bath. PVP was used as a stabilizer to prevent particles from growing and agglomeration. DMF increased the amount of the final product as a precipitation agent.

The produced particle size ranged between 65.75 nm and 182.26 nm, according to SEM results. According to FTIR and XRD results, prepared lisinopril drug nanocrystals' physical and chemical properties do not change during the preparation process. Decreasing the flow rate with high stirring speed decreases the particle size. It's unnecessary to supersaturate the solvent solution to achieve good precipitation.

## REFERENCES

- [1] As, G., *Heart disease and stroke statistics-2013 update: a report from the American Heart Association*. Circulation, 2013. **127**: p. e6-e245.
- [2] Rapsomaniki, E., et al., *Blood pressure and incidence of twelve cardiovascular diseases: lifetime risks, healthy life-years lost, and age-*

Absorption (cm <sup>-1</sup> )	Group	Compound Class
3700-3584	O-H	Alcohol
3000-2800	N-H	Amine salt
1662-1626	C=C	Alkene
1550-1500	N-O	Nitro compound
1420-1330	O-H	Alcohol
1310-1250	C-O	Aromatic ester
1085-1050	C-O	Primary alcohol
895-885	C=C	Alkene

*lifetime risks, healthy life-years lost, and age-*

- specific associations in 1· 25 million people.* The Lancet, 2014. **383**(9932): p. 1899-1911.
- [3] Medicine, N.L.o., *Index Medicus*. 2002: US Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service ....
- [4] Law, M., N. Wald, and J. Morris, *Lowering blood pressure to prevent myocardial infarction and stroke: a new preventive strategy*. Health technology assessment (Winchester, England), 2003. **7**(31): p. 1-94.
- [5] Warner, N.J. and J.E. Rush, *Safety profiles of the angiotensin-converting enzyme inhibitors*. Drugs, 1988. **35**: p. 89-97.
- [6] Lu, Y., et al., *Developing nanocrystals for cancer treatment*. Nanomedicine, 2015. **10**(16): p. 2537-2552.
- [7] Shen, C., et al., *Self-discriminating fluorescent hybrid nanocrystals: efficient and accurate tracking of translocation via oral delivery*. Nanoscale, 2018. **10**(1): p. 436-450.
- [8] Xie, Y., et al., *Epithelia transmembrane transport of orally administered ultrafine drug particles evidenced by environment sensitive fluorophores in cellular and animal studies*. Journal of Controlled Release, 2018. **270**: p. 65-75.
- [9] Lu, Y., et al., *The in vivo fate of nanocrystals*. Drug Discovery Today, 2017. **22**(4): p. 744-750.
- [10] Pramanick, S., D. Singodia, and V. Chandel, *Excipient selection in parenteral formulation development*. Pharma Times, 2013. **45**(3): p. 65-77.
- [11] Park, M.-W. and S.-D. Yeo, *Antisolvent crystallization of carbamazepine from organic solutions*. Chemical Engineering Research and Design, 2012. **90**(12): p. 2202-2208.

## KAOLİN/NAYLON 6 VE CAM BİLYA/NAYLON 6 KOMPOZİTLERİN MEKANİK PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ

**Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL<sup>1</sup>, Prof. Dr. Kemal ERMİŞ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, [unal@subu.edu.tr](mailto:unal@subu.edu.tr) –

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0521-6647>

<sup>2</sup> Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, [ermis@subu.edu.tr](mailto:ermis@subu.edu.tr) –

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3110-2731>

### ÖZET

Polimer malzemeler her geçen gün geleneksel malzemelerin yerini almaktadır. Düşük mekanik ve termal özellikler gibi dezavantajları bazı katkı malzemelerinin ilavesiyle kompozit üretilerek aşılmaya çalışılmaktadır. Son yıllarda mineral dolgulu termoplastik kompozitler, cam elyaf takviyeli termoplastiklere alternatif olabilmektedir. İnorganik esaslı mineral katkıları, malzemelerin mukavemet, rijitlik, sertlik ve ısıl sapma sıcaklığını artırmak ve boyutsal kararlılığını sağlamak amacıyla amaca uygun olarak seçilen termoplastiklere ilave edilmektedir. Bu deneysel çalışmada, hacimce %5 ve %10 oranında kaolin ve cam bilya mineral katkıları naylon 6 kompozitleri üretilmiştir. Kompozit üretimi için önce kaolin ve cam bilya katkıları naylon 6 polimeri bünyesine %5 ve %10 oranında kompozit üretim yöntemiyle ilave edilmiş ve kaolin ve cam bilya içeren kompozit granüller üretilmiştir. Daha sonra kompozit granüller kullanılarak mekanik test numuneleri enjeksiyonla kalıplama yöntemi ile basılmıştır. Çalışmada üretilen test numunelerinin çekme mukavemeti, Elastiklik modülü, kopmadaki % şekil değiştirme ve darbe mukavemet özellikleri incelenmiştir. Deneyler sonunda, kaolin ve cam bilya mineral katkı maddelerinin hacimce %10'a kadar artırılmasıyla kompozitlerin çekme mukavemeti ve Elastiklik Modülü değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Ancak, darbe mukavemeti ve kopmadaki % uzama değerlerinin ise artan katkı maddeleri içeriğiyle azaldığı belirlenmiştir. Üretilen cam bilya ve kaolin katkıları kompozitlerin mikroyapı incelemeleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Naylon 6, kompozit, mekanik özellikler, kaolin, cam bilya

### 1. GİRİŞ

Polimer kompozitler, polimer matris ve takviye malzemelerinin birleştirilmesiyle oluşturulan malzemelerdir. Bu malzemeler, polimer matrisin esnekliği ile takviye malzemesinin dayanıklılığını birleştirerek üstün mekanik ve fiziksel özelliklere sahip olabilir. Genellikle takviye malzemesi olarak kullanılan fiberler arasında cam elyaf, karbon elyaf ve aramid gibi malzemeler bulunmaktadır. Bunun yanında partikül formunda katkıları arasında, talk, kaolin, cam küre, cam bilya, kalsiyum karbonat, silika, CaCO<sub>3</sub>, baryum sülfat sayılabilir. Polimer kompozitler, hafif olmaları, yüksek mukavemet, rijitlik ve hafiflik gibi avantajlar sunarak

birçok endüstrinin birçok alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kompozit malzemelerin diğer bir avantajı da, işlenebilirlikleridir. Çok çeşitli şekillerde üretilebilirler, bu da tasarım esnekliği sağlar. Ayrıca, polimer kompozitlerin korozyona karşı direnci yüksektir ve çeşitli kimyasal ortamlara dayanıklılıkları vardır. Bu özellikleri, otomotiv endüstrisinden havacılığa, inşaattan spor malzemelerine kadar birçok uygulama alanında kullanılmalarını sağlar. Ancak, üretim süreçleri ve hammaddelerin maliyeti gibi bazı zorluklar da bulunmaktadır.

Poliamid 6 matrisli mineral katkılı kompozitler, poliamid 6 (PA6) polimer matrisine mineral katkı maddelerinin eklenmesi ile oluşturulan özel bir malzeme sınıfını temsil eder. Bu kompozitler, poliamid 6'nın mükemmel mukavemet özellikleri ile mineral katkıların avantajlarını birleştirerek çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır.

Mineral katkı maddeleri genellikle talk, cam bilya, cam küreler, silika, kalsiyum karbonat ve kaolin vb. gibi malzemeleri içerir. Bu katkı maddeleri, kompozitin bazen mekanik, termal, elektriksel, görünüş bazen de darbe özelliklerini ve sertliğini iyileştirmek için kullanılırlar. Ayrıca, mineral katkılı kompozitler genellikle maliyeti düşürmek ve hatta hafifletmek için de tercih edilirler. Poliamid 6 matrisli mineral katkılı kompozitlerin kullanıldığı başlıca alanlar otomotiv endüstrisi, uçak/uzay endüstrisi, elektrik ve elektronik sektörü, ambalaj endüstrisi ve dayanıklı tüketim malzemelerini içerir. Mineral katkılı poliamid 6 kompozitler, endüstriyel taleplerin karşılanması ve malzeme teknolojilerinin ilerlemesi için önemli bir rol oynamaktadır.

Çizelge 1. Poliamid polimer matrisine ilave edilen mineral katkıları ve özellikleri

Mineral katkı	Polimer matris	Katkının etkisi
Talk	Poliamid	Mukavemet artırıcı, dolgu; daha yüksek rijitlik, sertlik, çekme mukavemeti ve sürünme direnci, maliyet düşürücü, ancak düşük darbe direnci
Vollastonit	Poliamid	Mukavemet artırıcı, mukavemet ve rijitlik artırıcı, boyutsal kararlılık, maliyet düşürücü, düşük darbe direnci, dielektrik ve termal özellikleri iyileştirir.
Kaolin	Poliamid	Yüksek rijitlik, düşük darbe direnci, dielektrik ve termal özellikleri iyileştirir, maliyet düşürücü, boyutsal kararlılık.
Cam bilya	Poliamid	İyi ve parlak yüzey görüntüsü, maliyet düşürücü, düşük darbe mukavemeti
Mika	Poliamid	Mukavemet artırıcı, maliyeti düşürür, dielektrik, mekanik ve termal özellikleri iyileştirir.

Cam bilya, cam malzemedan üretilmiş küçük, yuvarlak içi dolu olan birçok uygulamada kullanılan küresel cam boncuklardır. Cam bilya yüzeyi genellikle düzgün ve parlaktır, bu da ışığı yansıtma yeteneklerini artırır. Kullanıldığı üründe yüzey parlaklığı sağlar. Cam malzemenin doğal dayanıklılığı sayesinde, cam bilyalarda çevresel etkilere karşı dayanıklıdır. Bu özellikleri, dış ortamlarda uzun süreli kullanıma uygunluk sağlar.

Kaolin, bir kil minerali olan alüminyum silikat grubuna ait bir mineraldir ve genellikle beyaz renkte bulunur. Kaolin, porselen olarak bilinen seramiklerin en önemli ana bileşenlerinden birisidir. Genellikle alüminyum oksit ( $Al_2O_3$ ) ve silikon dioksit ( $SiO_2$ ) içeren bir mineraldir. Yüksek sıcaklıklara dayanıklı bir malzemedir. Aynı zamanda su emme kabiliyeti de vardır. Bu



özelliik polimerlerde darbe direnç özelliğinin iyileşmesini sağlar. İnorganik mineral dolgu maddelerinin bir polimer matrisine dahil edilmesinin nedeni, polimer malzemelerin çeşitli fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmektir. Diğer bir neden ise, pahalı polimerlerin hacmini daha az maliyetli bir dolgu maddesi ile değiştirerek polimer kompozitin maliyetini düşürmektir. Poliamidlerde ilave edilen başlıca farklı mineral katkıları ve katkıların etkileri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Literatürde mineral katkılı poliamid kompozitler [Yue vd., 2019, Kodal, Erturk, Sanli ve Ozkoc, 2015, Gang vd., 2011, Aslan, Demire ve Ficici, 2014, Mimaroglu, Sen and Unal, 2008, Unal, Mimaroglu ve Alkan, 2004, Capela, Ferreira, Costa ve Mendes, 2016, Unal, Fındık ve Mimaroglu, 2003, Unal, 2002, Gustavo ve Adriana, 2016] ile diğer polimer malzemelerle [Hadal, Dasari, Rohrmann ve Misra, 2004, Ye, Yu, Hou ve Zhu, 2021, Dhakde ve Agrawal, 2018] ilgili çok çalışmaya rastlanmıştır. Ancak kaolin ve cam bilya katkılı naylon 6 kompozitlerinin özelliklerinin incelendiği az sayıda çalışmaya [Kuram, 2021, Ranganathan, Rangasamy Suguna Thangaraj, Vasudevan ve Shanmugan, 2019] rastlanmıştır.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1 Malzemeler

Matris malzemesi Naylon 6 (PA 6) polimeri 1,14 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluklu olup Domopolymers firmasından Domamid ticari adıyla satılan Belçika'dan temin edilmiştir. Kaolin katkı ise pulcuk formunda 6-9 µm partikül boyutlarında Dorkafill 601 ticari adıyla Dorfner firmasından Almanya'dan temin edilmiştir. Cam bilya katkısı ise 2,55 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda olup küresel formda 20 µm partikül boyutlarında Potters Industry firmasından Belçikadan temin edilmiştir. Bu deneysel çalışmada, hacimsel olarak %5 ve %10 oranlarında kaolin ve cam bilya mineral dolgu maddeleri içeren kompozitleri üretmek için NR II-75 tipi çift vidalı ekstrüzyon makinesi kullanılmıştır.

### 2.2. Kompozit üretimi ve testler

Farklı oranlarda kaolin ve cam bilya katkılı naylon 6 kompozitleri üretmek için endüstriyel tip çift vidalı ekstrüder kullanılmıştır. Ekstrüder üzerindeki ısıtıcı sıcaklıkları sırasıyla 210, 215, 220, 225, 230, 235, 240, 240, 245 ve 250°C olarak ayarlanmıştır. Ekstrüder kalıbından spagetti makarna formunda çıkan ekstrüdatlar kalıp çıkışında hemen yaklaşık 23°C sıcaklığında su sıcaklığında su havuzunda soğutulmuştur. Daha sonra 4-6 mm uzunluğunda kesilerek granül formda 25 kg'lık alüminyum folyolu torbalara doldurulmuştur. Devamında test numunelerinin üretilebilmesi için ERAT 130 marka ve model enjeksiyon makinası kullanılmıştır. Standartlara göre hazırlanmış olan çelik test kalıbı enjeksiyon makinasına bağlanmıştır. Enjeksiyon ısıtıcı sıcaklıkları besleme ünitesinden kalıba doğru 220 °C ile 250 °C arasında ayarlanmıştır. Çekme ve darbe test numuneleri 180 bar enjeksiyon basıncı altında kalıplanmıştır.

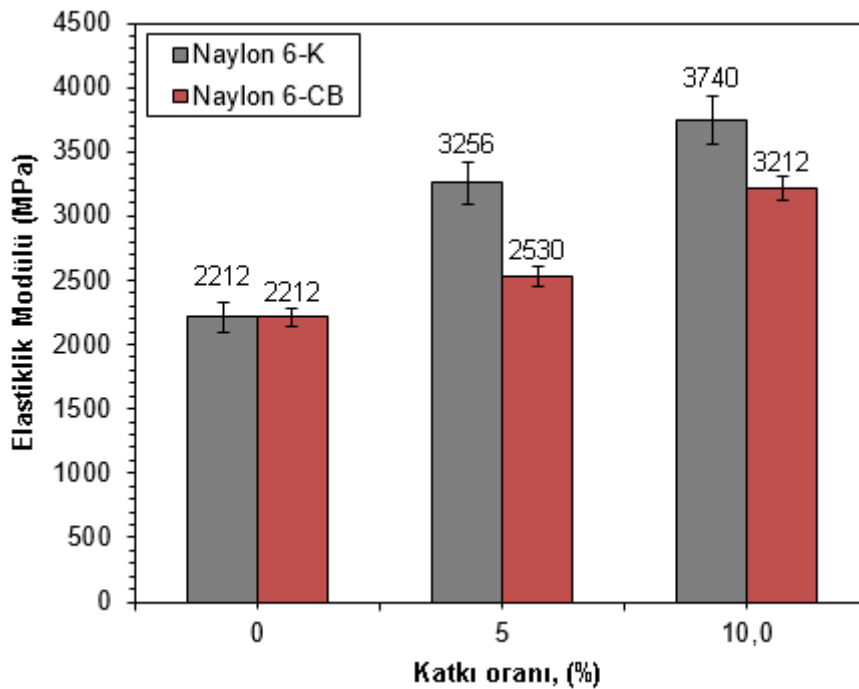
Kaolin ve cam bilya katkılı kompozit test numunelerinin çekme özellikleri Zwick Z020 tipi bir çekme test cihazında gerçekleştirilmiştir. Çekme testleri 5 mm/dakika sabit çekme hızında klima kontrollü oda sıcaklığında yapılmıştır. Çekme testi numuneleri ASTM D 638 standardına göre hazırlanmıştır. Test numunelerinin izod darbe testleri ise ASTM D 256 standardına göre Zwick marka darbe test cihazı kullanılarak oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Darbe test

numuneleri üzerindeki çentikler, enjeksiyonla kalıplamadan sonra standartta belirtilen ölçülerde açılmıştır. Darbe test numunelerinin boyutları (uzunluk x genişlik x kalınlık)  $80 \times 10 \times 4 \text{ mm}^3$  dür. Çekme ve darbe testlerinin belirlenmesinde en az beş test numunesi kullanılmıştır. Çekme test numunelerinin kırılma yüzeyi, Agar marka bir altın kaplama cihazında kaplandıktan sonra, Jeol marka bir taramalı elektron mikroskobu kullanılarak incelenmiştir.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

#### Mekanik Özellikler

Görsel 1’de kaolin ve cam bilya katkılı naylon 6 esaslı kompozitlerin katkı oranına bağlı olarak Elastiklik modülünün değişimi verilmiştir. Görselde görüldüğü gibi naylon 6 polimerine hacimce %5 ve %10 oranında kaolin ve cam bilya katkıları ilave edildiğinde üretilen kompozitlerin elastiklik modülü değerleri mineral katkı oranının artması ile artmaktadır. Görselde kaolin katkılı kompozitlerin elastiklik modülü değerlerinin cam bilya katkılı naylon 6 kompozitlerin elastiklik modülüne göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Hacimce naylon 6 polimerine %5 ve %10 oranında cam bilya ilave edildiğinde elastiklik modülü sırasıyla %14.3 ve % 45.2 oranında artmıştır. Benzer şekilde naylon 6 matrisine sırasıyla %5 ve %10 oranında kaolin mineral katkısı ilave edildiğinde elastiklik modülü değerleri sırasıyla %47.2 ve % 69 oranında artmıştır.

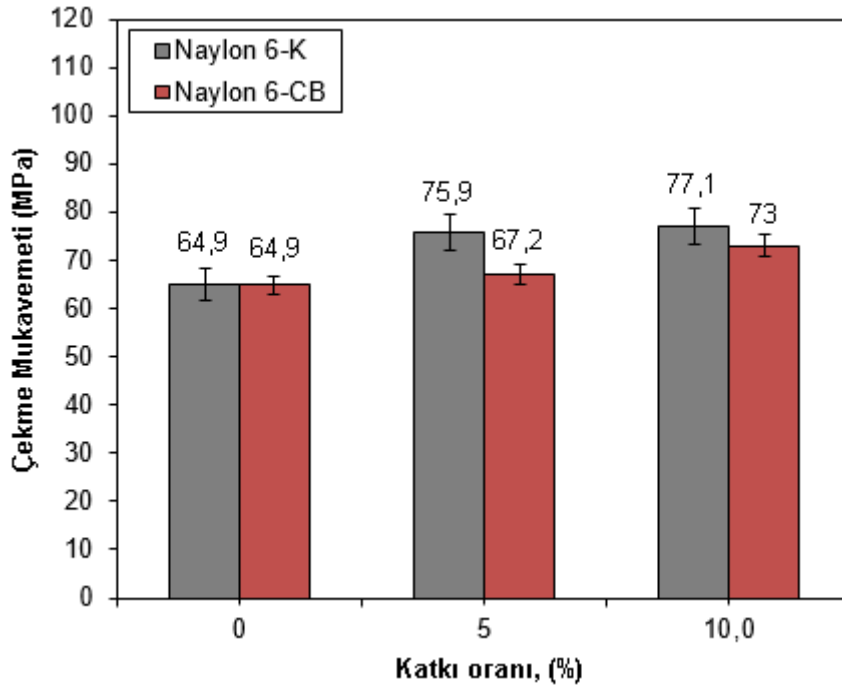


Görsel 1. Kaolin ve cam bilya katkılı naylon 6 kompozitlerin Elastiklik modülünün katkı oranına göre değişimi

Elde edilen sonuçlar, Elastiklik modülünün katkı oranındaki artışla hemen hemen doğrusal olarak arttığı ifade edilebilir. Bu sonuç, kaolin katkılı kompozitin cam bilya katkılı kompozite göre daha yüksek etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Elastiklik modülündeki artış, He ve

Jiang [16] tarafından açıklanan ve her bir partikülün etrafındaki bir matris bölgesinin bir stres konsantrasyonundan etkilendiğini belirten perkolasyon teorisi ile açıklanmıştır.

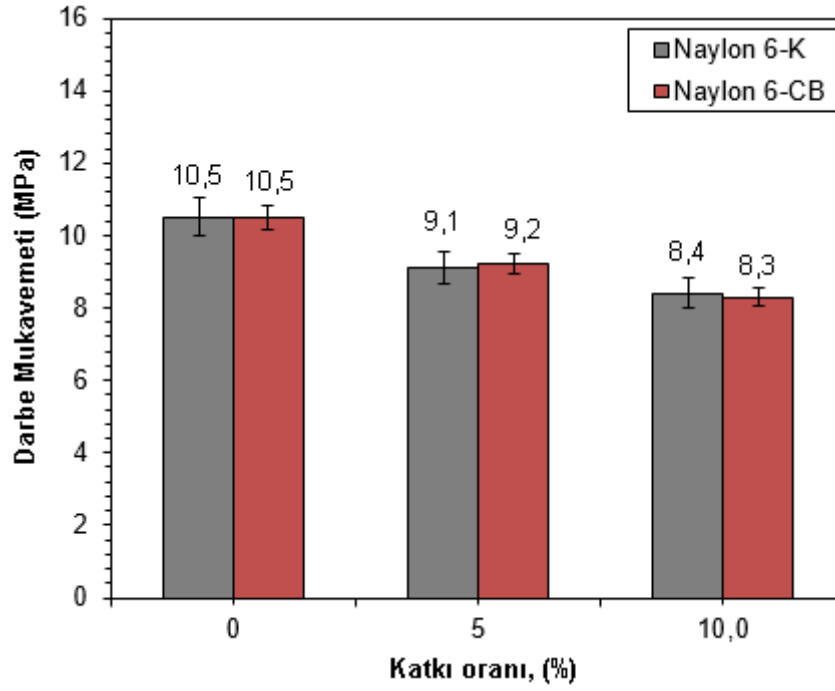
Cam bilya ve kaolin katkılı naylon 6 kompozitlerin katkı oranına bağlı olarak çekme mukavemetinin değişimi Görsel 2’de verilmiştir. Görsel 2’de görüldüğü gibi naylon 6 polimerine hacimce %5 ve %10 oranında cam bilya ve kaolin gibi mineral katkıları ilave edildiğinde üretilen kompozitlerin çekme mukavemet değerleri katkı oranına bağlı olarak açıkça arttığı görülmektedir. Görselde kaolin katkılı kompozitlerin çekme mukavemet değerleri cam bilya katkılı naylon 6 kompozitlere göre daha yüksek çıkmıştır. Naylon 6 matrisine %5 ve %10 oranında kaolin ilave edildiğinde çekme mukavemeti sırasıyla %16.9 ve % 18.8 oranında artmıştır. Benzer şekilde naylon 6 matrisine sırasıyla %5 ve %10 oranında cam bilya ilave edildiğinde çekme mukavemet değerleri sırasıyla %3.5 ve % 12.4 oranında artmıştır. Elde edilen sonuçlar, çekme mukavemetinin katkı oranındaki artışla hemen hemen doğrusal olarak arttığı ifade edilebilir. Aslında Elastiklik modülü ile çekme mukavemeti arasında doğrudan bir ilişki vardır. Bu, Elastik modülü değerlerinin mineral katkı maddeleri oranının artmasıyla arttığı anlamına gelirken; çekme mukavemeti değerleri de benzer şekilde mineral katkı maddelerinin hacimce %10 oranında katkıya kadar artmasıyla artmıştır.



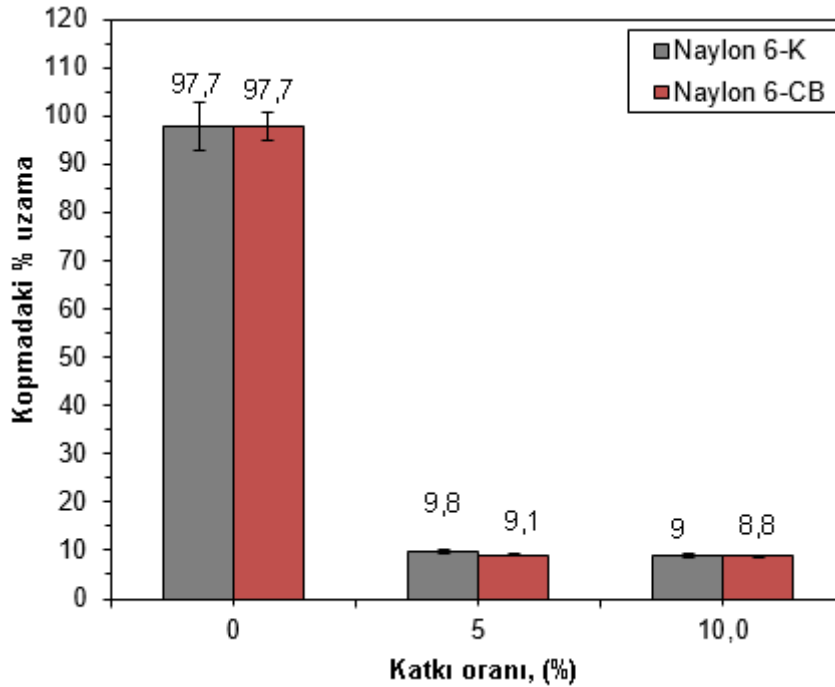
Görsel 2. Kaolin ve cam bilya katkılı naylon 6 kompozitlerin çekme mukavemetinin katkı oranına göre değişimi

Görsel 3’de kaolin ve cam bilya katkılı naylon 6 kompozitlerin mineral katkı oranına bağlı olarak darbe mukavemetinin değişimi gösterilmektedir. Görsel e, kaolin ve cam bilya katkılı polimer kompozitlerin darbe mukavemetleri ilave edilen %5 ve %10 oranında kaolin ve cam bilya katkı oranının artmasıyla azaldığı görülmektedir. Bu sonuçlar daha önceki çalışmalarla uyumludur [Wu, 1985, Pukanszky,1990]. Görselde darbe dayanımının katkı oranındaki artışla doğrusal olarak azaldığı açıkça görülmektedir. Görselde Naylon 6 polimer matrisine %5 ve %10

oranında kaolin ilave edildiğinde darbe mukavemeti sırasıyla %13.3 ve %20 oranında azalmıştır. Benzer şekilde naylon 6 matrisine sırasıyla %5 ve %10 oranında cam bilya ilave edildiğinde darbe mukavemet değerleri sırasıyla %12.3 ve % 21 oranında azalmıştır.



Görsel 3. Kaolin ve cam bilya katkılı naylon 6 kompozitlerin Darbe mukavemetinin katkı oranına göre değişimi



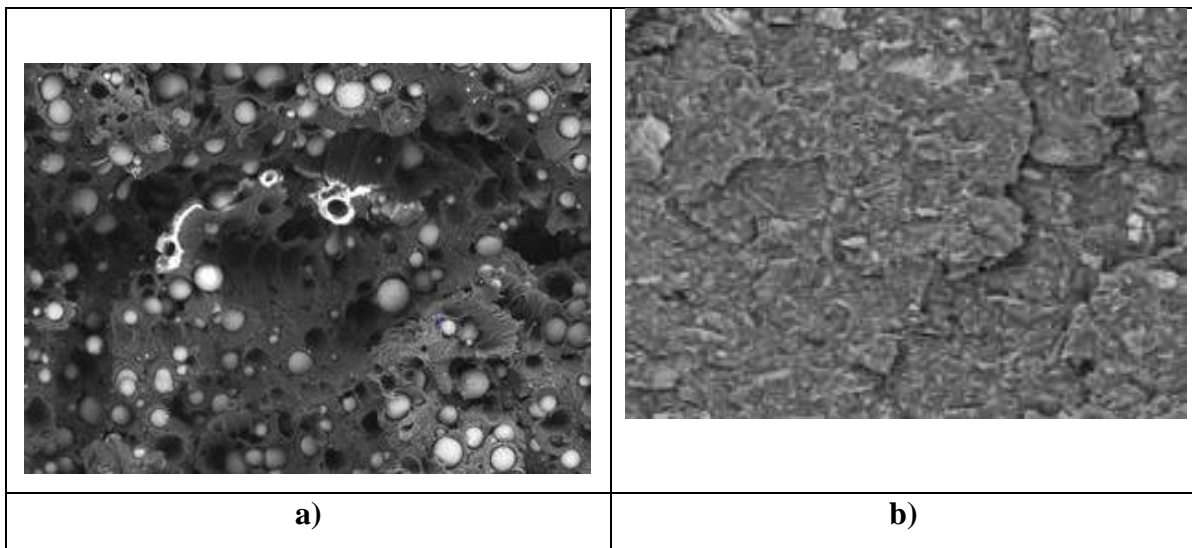
Görsel 4. Kaolin ve cam bilya katkılı naylon 6 kompozitlerin kopmadaki % uzama değerlerinin katkı oranına göre değişimi

Darbe mukavemetlerindeki azalma makromolekül zincirlerin hareketleri kaolin ve cam bilya katkı maddeleri tarafından engellenmesi ile açıklanabilir. Bu ise serbest olarak deforme olma yeteneklerini sınırlar ve malzemeyi daha az sünek hale getirir[He ve Jiang, 1993].

Kaolin ve cam bilya katkılı naylon 6 kompozitlerin katkı oranına bağlı olarak kopmadaki % uzama değerlerinin değişimi Görsel 4’de verilmiştir. Kaolin ve cam bilya katkılı polimer kompozitlerin kopmadaki % uzama değerlerinin mineral katkı oranlarının artmasıyla azaldığı gözlenmiştir. Naylon 6 polimerine hacimce %5 ve %10 oranında kaolin ilave edildiğinde üretilen kompozitin kopmadaki % uzama değerleri sırasıyla %89.9 ve %90.7 oranında azalmıştır. Benzer şekilde naylon 6 polimerine cam bilya ilave edildiğinde kopmadaki % uzama değerleri sırasıyla %80.4 ve % 91 oranında azalmıştır. Bunun nedeni muhtemelen mineral dolgu maddesi ilavesinin polimer esaslı kompozit yapıyı saf naylon 6 polimerine göre sertleşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu ifade Görsel 1’de verilen elastiklik modülündeki artış ile desteklenebilir.

### Mikroyapı İncelemeleri

Cam bilya ve kaolin katkılı kompozitlerin kırık yüzey taramalı elektron mikroskop görüntüleri **Görsel 5 (a,b)** ’de verilmiştir. **Görsel 5a**, hacimce %10 oranında cam bilya katkısı içeren naylon-6 kompozitin taramalı elektron mikroskop mikroyapısı görülmektedir. **Görselde** görüldüğü gibi ana matris bünyesindeki cam bilyaların polimer ana matrisine iyi bağlanamadığı gözlenmiştir. Ana matris ile cam bilyalar arasında boşluklar olduğu açıkça görülmektedir. Bu ise cam bilya katkılı kompozitin çekme mukavemeti, elastiklik modülü değerlerinin kaolin katkılı kompozite göre daha düşük çıktığı ifade edilebilir. Kaolin katkılı naylon 6 kompozitlerin taramalı elektron mikroskop görüntülerinde (**Görsel 5b**) kaolin katkının polimer ana matrisine daha kısmen iyi bağlandığı ifade edilebilir. Görseldeki beyaz partiküller kaolin partikülleri gösterirken bazı partiküllerin etrafında boşluklar gözlenirken bazılarının etrafı ise naylon 6 ana matrisi ile iyi bağlanmıştır. İyi arayüzey yapışması nedeniyle güçlü bir bağlanma gözlenmiş olup cam bilya katkılı kompozite göre daha yüksek elastiklik modülü (bakınız Görsel 1) ve çekme mukavemeti (bakınız **Görsel 2**) elde edilmiştir.



**Görsel 5.** a) Naylon 6/CB ve b) Naylon 6/K kompozitlerin kırık yüzey taramalı elektron mikroskop görüntüleri

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan deneysel çalışmadan aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir;

- Cam bilya ve kaolin mineral katkıların naylon 6 polimerine hacimce %5 ve %10 oranında ilave edilmesi ile üretilen kompozitlerin elastiklik modülü ve çekme mukavemet değerleri artarken darbe mukavemeti ve kopmadaki % uzama değerleri azalmıştır.
- Naylon 6 polimerine kaolin ilave edildiğinde kompozitin katkı oranına bağlı olarak elastiklik modülünde %47.9 ve %69 oranında artış, cam bilya katkısı ile sırasıyla %14.3 ve %45.2 oranında artış gözlenmiştir.
- Kaolin katkılı Naylon 6 polimer kompozitinin çekme mukavemeti katkı oranına bağlı olarak %16.9 ve % 18.8 oranında artarken, cam bilya katkısı ile sırasıyla %3.5 ve %12.4 oranında arttığı gözlenmiştir.
- Kaolin/Naylon 6 kompozitinin darbe mukavemet değerleri katkı oranına bağlı olarak sırasıyla %13.3 ve %20 oranında azalırken, cam bilya katkısı ile sırasıyla %12.3 ve %21 oranında azalma görülmüştür.
- Cam bilya/Naylon 6 polimer kompozitinin kopmadaki % uzama değerleri %5 ve %10 oranındaki katkı oranına bağlı olarak %80.4 ve %91 oranında azalırken, kaolin katkılı kompozitin değerlerinde sırasıyla %89.9 ve % 90.7 oranında azaldığı belirlenmiştir.

#### KAYNAKÇA:

Aslan, C., Demirer A., Ficici, F., Optimization of Wear Parameters of Polyamide 6 Composite Materials Filled with Wollastonite Particles, Periodicals of Engineering and Natural Sciences, 2(1), 1-6, 2014.

Capela,C., Ferreira, J.M., Costa, J.M., Mendes, N., Mechanical Properties of Injection-Molded Glass Microsphere-Reinforced Polyamide, Journal of Materials Engineering and Performance, 25, 4256-4265, 2016.

Dhakde R. K., and Agrawal A, Mechanical Properties of Micro-size Glass Beads Filled Epoxy Composites, International Journal for Scientific Research and Development, 6(4), 1194- 1196, 2018.

Gang, T., Wangjuan, H., Daofang, C., Wenzhong, N., Weijian, M., Wei, Y., The Friction and Wear of Aramid Fiber-Reinforced Polyamide 6 Composites Filled with Nano-MoS<sub>2</sub>, Polymer-Plastics Technology and Engineering, 50, 1537- 1540, 2011.

Gustavo, D.D., Adriana M.C.de S., Influence of Reprocessing on the Mechanical Properties of Polyamide 6 Containing Talc, AIP Conference Proceedings, 1779, 1-4, 2016.

Hadal, R., Dasari, A., Rohrmann, J., Misra, R.D.K., Susceptibility to Scratch Surface Damage of Wollastonite- and Talc-containing Polypropylene Micrometric Composites, Materials Science and Engineering A, 380(1), 326-339, 2004.

He, D. and Jiang, B. The Elastic Modulus of Filled Polymer Composites. J. Applied Polymer Science, 49:617-621,1993.

Kodal, M., Erturk, S., Sanli, S., Ozkoc, G., Properties of Talc/Wollastonite/Polyamide 6 Hybrid Composites, Polymer Composites, 36(4), 739-746, 2015.



- Kuram E., Synergistic effect of Glass Bead and Glass Fiber on the Crystalline Structure, Thermal Stability, and Mechanical, Rheological, and Morphological Properties of Polyamide 6 Composites, *Journal of Composite Materials*, pp. 1-13, 2021.
- Mimaroglu, A., Sen, U., Unal, H., Abrasive Wear Volume Maps for PA6 and PA6 Composites Under Dry Working Condition, *Applied Composite Materials*, 15, 13-25, 2008.
- Pukanszky, B., Influence of Interface Interaction on the Ultimate Tensile Properties of Polymer Composites, *Composites*, 21:255-262, 1990.
- Ranganathan S., Rangasamy Suguna Thangaraj H.N., Vasudevan A.K., and Shanmugan D.K., Analogy of Thermal Properties of Polyamide 6 Reinforced with Glass Fiber and Glass Beads through FDM Process, *SAE Technical Paper*, January 37, 2019.
- Unal, H., Mimaroglu, A., Alkan, M., Mechanical properties and morphology of nylon-6 hybrid composites, *Polymer International*, 53, 56-60, 2004.
- Unal, H., Findik, F., Mimaroglu, A., Mechanical Behaviour of Nylon Composites Containing Talc and Kaolin, *Journal of Applied Polymer Science*, 88, 1694-1697, 2003.
- Unal, H., Performance of Polyamide-6/Wollastonite/Kaolin Hybrid Composites, *Science and Engineering of Composite Materials*, 10(6), 407-414, 2002.
- Wu, S. Phase Structure and Adhesion in Polymer Blends; A Criterion for Rubber Toughening, *Polymer*, 26(12), 1855-1863, 1985.
- Ye D., Yu L., Hou G., Zhu H., Processing and Properties of Hollow Glass Microsphere Particulate-filled PA2200 Composites Produced by Selective Laser, *E3S Web of Conferences*, vol. 261:02016, 2021.
- Yue, Q., Hongfeng, Y., Yun, T., Jinshi, B., Yan, L., Huodie, Y., Mechanical properties of the nano-CaCO<sub>3</sub> and GB coreinforced CF/PA6 composites, *Materials Research Express*, 6(10), 1-12, 2019.

## CAM ELYAF TAKVİYELİ POLİAMİD-46 KOMPOZİTİN TRİBOLOJİK DAVRANIŞLARI

**Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL<sup>1</sup>, Prof. Dr. Kemal ERMİŞ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, [unal@subu.edu.tr](mailto:unal@subu.edu.tr) –

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0521-6647>

<sup>2</sup> Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, [ermis@subu.edu.tr](mailto:ermis@subu.edu.tr) –

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3110-2731>

### ÖZET

Polimer malzemeler, endüstrinin birçok alanında makine elemanlarının imalatında yaygın olarak kullanılmaktadır. Polimerler korozyon dirençli olup aynı zamanda birçok kimyasallara dirençlidir. Buna ilaveten düşük yoğunluklu olmaları, kolay işlenebilirlik, düşük maliyet, düşük sürtünme katsayısı ve yüksek aşınma direnci gibi özelliklerinden dolayı son yıllarda hızla metaller, cam ve seramik gibi geleneksel malzemelerin yerini almaktadır. Yüksek ergime sıcaklığına sahip olan poliamid 46 (PA-46) polimeri, yüksek aşınma direnci gösteren polimerlere alternatif olma özelliğine sahiptir. Dişli, burç ve yatak gibi uygulamalarda kullanılan plastikler bazen yüksek hızlarda çalışmaktadır. Bu durum plastik malzemenin aşınma ve sürtünme davranışlarını etkilemektedir. Bu çalışmada, %30 cam elyaf takviyeli poliamid 46 kompozitin tribolojik özelliklerine kayma hızının etkisi incelenmiştir. Tribolojik deneyler, 100N yük altında 0.5, 1.0 ve 2.0 m/s kayma hızlarında disk üstünde pim olacak şekilde tasarlanmış aşınma cihazında gerçekleştirilmiştir. AISI 316L paslanmaz çelik karşı disk malzemesi olarak seçilmiştir. Deneyler, kuru kayma şartları altında yaklaşık oda şartlarında gerçekleştirilmiştir. Aşınma pim numuneleri ASTM G99 standardına uygun olarak enjeksiyonda basılmıştır. Çalışmada %30 cam elyaf takviyeli poliamid 46 kompozitin sürtünme katsayısı, pim/disk yüzey sıcaklıkları ile spesifik aşınma oranı değerleri belirlenmiştir. Çalışmada 0,5 m/s kayma hızında ve 100N yük altında 0.32 gibi yüksek sürtünme katsayısı elde edilirken daha düşük aşınma oranı ( $1.6 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{N}$ ) elde edilmiştir. 2.0 m/s kayma hızında ve aynı yük altında ise düşük sürtünme katsayısı (0.27 ) elde edilirken daha yüksek aşınma oranı ( $2.0 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{N}$ ) tespit edilmiştir. Yani kayma hızı arttıkça PA46 kompozitin sürtünme katsayısı azalırken aşınma oranı ise artmıştır. Test numunelerinin aşınma yüzeyi mikroyapı incelemeleri optik mikroskop kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** polyamide, triboloji, sürtünme, aşınma, cam elyaf, kompozit

### 1. GİRİŞ

Polimer kompozitler, genellikle bir polimer matrisi ile takviye edici malzemelerin birleştirilmesiyle oluşan malzemelerdir. Bu malzemeler, polimer matrisin esnekliği ve hafifliği ile takviye edici malzemenin dayanıklılığı ve mukavemetini bir araya getirerek özellikle

mühendislik uygulamalarında geniş bir kullanım alanına sahiptir. Takviye malzemesi genellikle fiber takviyeli polimerlerde olduğu gibi cam, karbon veya bazen organik elyaf olabilir. Polimer kompozitler, yüksek mukavemet, düşük ağırlık, korozyon direnci ve özelleştirilebilir özellikler gibi avantajlar sunarak otomotiv, havacılık, inşaat ve spor ekipmanları gibi birçok endüstride tercih edilirler. Bu özellikler, polimer kompozitleri çeşitli uygulamalarda yaygın ve etkili hale getirir [Greene, 2021, Wang, Zheng and Zheng, 2011, Jose, 2012, Akay, 2015]. Cam elyaf, yüksek mukavemet, hafiflik, korozyon direnci, termal stabilite, yalıtım özellikleri ve düşük maliyet gibi üstün özelliklere sahiptir. Bu özellikler, cam elyaf takviyeli polimer kompozitlerin geniş bir kullanım yelpazesine uygun olmalarını sağlar. Bu malzemeler, otomotiv sektöründe yapısal bileşenler, uçaklarda hafif ve dayanıklı parçalar, denizcilik uygulamalarında dayanıklı kaplamalar, rüzgar enerjisi tesislerinde kanatlar ve spor malzemeleri gibi birçok endüstriyel alanda yaygın olarak kullanılır[Sathishkumar, Satheeshkumar ve Naveen, 2014, Erden, Sever ve Seki, 2010, Awan, Ali ve Ghauri, 2009, Gupta, Balrajsinghbrar ve Eyassuwoldesenbet, 2001, Alam, Habib ve Irfan, 2010, Patnaik, Satapathy ve Biswas, 2010]. Buna ilaveten cam elyaf takviyeli polimerler endüstriyel uygulamalarda en ucuz ve en yaygın kullanılan kompozittir. Cam elyaf takviyeli plastikler, kayma yüzeyinin düşük sürtünme ve yüksek aşınma direnci gerektirdiği rulman, kam, dişli ve uçak-tambur disk frenleri gibi tribolojik uygulamalar için daha iyi bir malzeme olarak kabul edilmiştir. Cam elyaf takviyeli polimerler, uygulanan yük, kayma hızı ve sıcaklık gibi bazı faktörlerden etkilenmektedir [Kishore, Sampathkumaran ve Seetharamu S, 2000, El-Tayeb ve Yousif, 2007, Suresha vd., 2006, Suresha ve Chandramohan, 2008, Unal ve Mimaroglu, 2003, Unal, Sen ve Mimaroglu 2004].

Poliamid 46 polimer esaslı kısa cam elyaf takviyeli polimer kompozitlerin sürtünme katsayısının düşük olması malzeme yüzeyleri arasındaki sürtünme miktarını minimize eder. Bu, enerji kaybını azaltarak mükemmel bir sürtünme performansı sağlar [Unal, Mimaroglu ve Arda, 2007, Unal ve Findik, 2008, Unal, Findik ve Arda, 2006]. Otomotiv sektöründe, bu özellik özellikle yakıt verimliliğini artırmak ve parça ömrünü uzatmak amacıyla kullanılır. Diğer mühendislik uygulamalarında ise düşük sürtünme katsayısı, ekipmanın daha verimli çalışmasını sağlar ve aynı zamanda aşınma direnci ile birlikte malzemenin dayanıklılığını artırarak uzun ömürlü kullanım sağlar. Bu kombinasyon, poliamid 46 esaslı kısa cam elyaf takviyeli polimer kompozitleri geniş bir endüstri yelpazesinde tercih edilen malzeme haline getirmiştir.

Endüstrinin birçok alanında makine elemanlarının imalatında polimer malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Polimerler birçok kimyasallara ve korozyona dirençli olup kolay işlenebilirliği, düşük maliyet, düşük sürtünme ve düşük aşınma oranı gibi özelliklerinden dolayı son yıllarda hızla metalik, cam ve seramik malzemelerin yerini almaktadır. Poliamid 46 polimeri, yüksek aşınma direnci gösteren polimerlere alternatif olma özelliğine sahiptir. Bu malzemenin imal edilmiş aşınma uygulamalarında kullanılan plastik malzemeler Görsel 1’de verilmiştir. Burç, yatak ve dişli gibi makine elemanlarının imalatında kullanılan plastikler bazen yavaş bazen de yüksek hızlarda çalışmaktadır. Bu makine elemanlarının hızlı veya yavaş çalışmaları plastik malzemenin aşınma ve sürtünme davranışlarını etkilemektedir. Bu çalışma, %30 cam elyaf takviyeli poliamid 46 kompozitin tribolojik özelliklerini incelemektedir. Çalışma aynı zamanda kayma hızının etkisini de araştırmıştır. Tribolojik deneyler, 100N yük altında 0,5, 1,0 ve 2,0 m/s kayma hızlarında disk üzerinde pim olacak şekilde tasarlanmış bir

aşınma cihazında kuru ortam şartlarında yapılmıştır. AISI-316L paslanmaz çelik karşı disk malzeme olarak seçilmiştir.



Görsel 1. PA 46 malzemenen imal edilmiş aşınma uygulamalarında kullanılan plastik malzemeler

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1. Malzemeler

Bu çalışmada ağırlıkça %30 oranında cam elyaf takviyeli poliamid 46 polimer kompoziti kullanılmıştır. DSM firması tarafından üretilen enjeksiyonla kalıplamaya uygun PA46 Stanyl TW200F6 ticari isimli granül formundaki ürün Resinex/İstanbul firmasından temin edilmiştir. %30 oranında cam elyaf takviyeli poliamid 46 polimer kompozitin mekanik, termal ve fiziksel özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Satın alınan granüller enjeksiyonla şekillendirilmeden önce, bünyesindeki nem içeriğinin giderilmesi için 80°C’de 4 saat boyunca etüvde ön ısıtmaya tabi tutulmuş ve kurutulmuştur. Ön ısıtmadan sonra nemi alınan granüller ERAT marka plastik enjeksiyon makinesinde eritilerek aşınma test numuneleri basılmıştır. Deneylerde kullanılan aşınma test numuneleri silindirik olup 6x50 mm boyutlarında olacak şekilde enjeksiyon kalıbında basılmıştır.

Çizelge 1. %30 oranında cam elyaf takviyeli poliamid 46 polimer kompozitin mekanik, termal ve fiziksel özellikleri

Özellik/Polimer	Test metodu	Birim	Değer
Yoğunluk	ISO 1183	kg/m <sup>3</sup>	1410

Ergime sıcaklığı	ISO 11357-2	°C	295
Camsı geçiş sıcaklığı	ISO 11357-2	°C	75
HDT (1.8 MPa)	ISO 75-2/A	°C	290
Kopma mukavemeti	ISO 527-2	MPa	115
Elastiklik modülü	ISO 527-2	MPa	6000
Kopmadaki uzama	ISO 527-2	%	6
Kristallik oranı	-	%	70
Isıl iletim katsayısı	ASTM E1461	W/m°K	0.28

## 2.2. Sürtünme ve aşınma testleri

Sürtünme ve aşınma testleri disk üzerinde pim olacak şekilde tasarlanmış bir triboloji test cihazında gerçekleştirilmiştir. Bir elektrik motoru ile seçilen bir dönme hızında döndürülen paslanmaz çelik bir disk (Ø98 mm x 4.9 mm) bir pim (Ø6 mm x 50 mm) ile temas ettirilerek çalışan bir test cihazıdır. Her bir testten önce, poliamid 46 kompozit pim malzemesi tribometreye sabitlenmiş ve dönen disk üzerine yerleştirilen ince SiC partiküllü zımpara kağıdına sürtülmüştür. Bu ön zımparalama işlemi, pim ve disk yüzeylerinin birbirlerine tam temas etmesini sağlamıştır. Ø98 mm x 4.9 mm ölçülerinde önce torna işlemi yapılan sonra da taşlama işlemi yapılan paslanmaz çelik diskin ortalama yüzey pürüzlülüğü 0,42 µm Ra olarak ölçülmüştür. Aşınma deneyleri öncesi %30 cam elyaf takviyeli poliamid 46 kompozit pim numuneleri önce asetonda temizlenmiş ve ardından kurutulmuştur. Tribolojik testler yaklaşık oda sıcaklığında ve ortam atmosferinde gerçekleştirilmiştir. Aşınma testlerinde paslanmaz çelik diskin dönme hızı 0,5 m/s ile 2,0 m/s arasında değiştirilmiştir. Uygulanan yük 100N ve kayma mesafesi ise 2000 m olarak seçilmiştir. Deney esnasında sürtünme kuvveti, yükleme koluna monte edilen bir yük hücresi (Load-cell) vasıtasıyla ölçülmüştür. Sürtünme kuvveti ölçümleri, test süresi boyunca her bir saniyede 10 okumanın ortalaması olarak alınmıştır. Cam elyaf takviyeli poliamid 46 kompozit numunelerin test koşulları aşağıdaki gibidir. Uygulanan yük 100N, kayma mesafesi 2000m, hız 0.5, 1.0 ve 2.0 m/s, nem %58±2, ortam sıcaklığı %22±2. Poliamid 46 kompozitin sürtünme katsayısı (µ) değerini kaydeden ekipmandan aşağıdaki bağıntı kullanılarak doğrudan elde edilmiştir

$$\mu = F_s / F_n \quad (1)$$

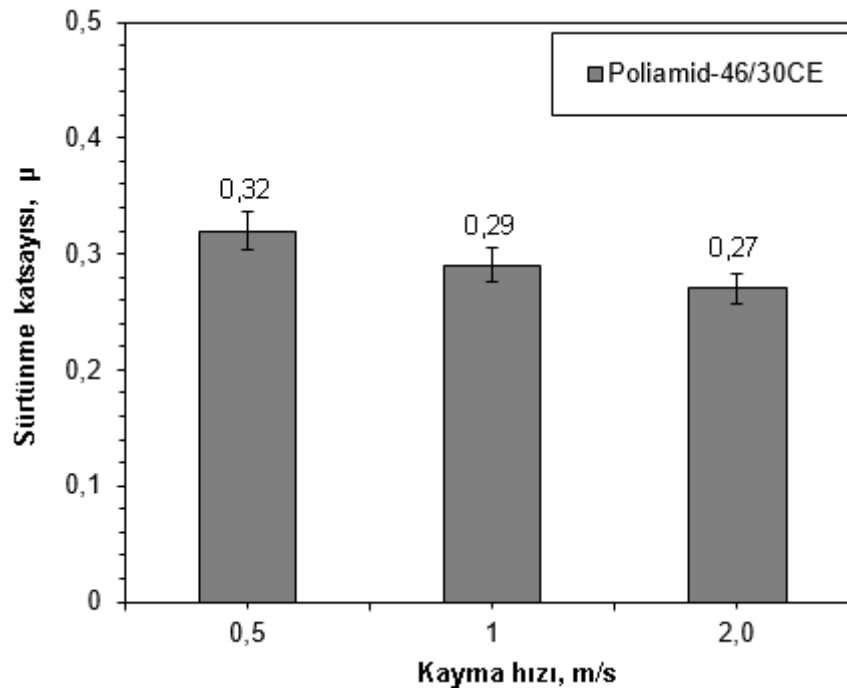
Burada  $F_s$  sürtünme kuvveti ve  $F_n$  ise numunelere uygulanan normal yüküdür. Genel olarak, spesifik aşınma oranı, normal yük ve kayma mesafesi ile normalize edilmiş aşınma hacmi olarak tanımlanır. Kütle kaybı (m) her bir çalışma setinden sonra ölçülmüş ve hacim kaybı (V);  $V = \frac{m}{\rho}$ , numunenin yoğunluğu ( $\rho$ ) kullanılarak bulunmuştur. Kısa ve uzun cam elyaf takviyeli poliamid kompozit numunelerin spesifik aşınma oranını ( $K_o$ ,  $m^3/Nm$ ) hesaplamak için aşağıdaki denklem kullanılmıştır;

$$K_0 = \frac{(m_1 - m_2) \times 1000}{\rho N S} \quad (2)$$

Burada,  $m_1$  test öncesi ve  $m_2$  test sonrası numunelerin kütlesi (g),  $\rho$  numunenin yoğunluğu, N uygulanan normal yük (N) ve S ise kayma mesafesidir (m). Sonuçların doğruluğu açısından her aşınma deneyi en az üç kere tekrarlanmıştır. Deneylede rapor edilen aşınma verileri en az üç çalışmanın ortalamasıdır. Her testten önce ve sonra numuneler ultrasonik olarak temizlenmiş, sıcak havada kurutulmuş ve yüzeydeki hasar mekanizmasını belirlemek için optik mikroskopi ile karakterize edilmiştir.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Görsel 2 PA46/30CE kompozitinin 100N yük altında ve 0.5, 1.0 ve 2.0 m/s kayma hızlarındaki sürtünme katsayısının değişimini göstermektedir. Görsel 2'de görüldüğü gibi PA46/30CE kompozitinin sürtünme katsayısı değerleri kayma hızının artırılmasıyla azalmaktadır. 0.5 m/s kayma hızı ile kıyaslandığında, kayma hızı %100 ve %300 oranında artırıldığında sürtünme katsayısındaki azalma sırasıyla %9.3 ve %15.6 oranında azalma tespit edilmiştir. Minimum sürtünme katsayısı değeri 2.0m/s kayma hızında yaklaşık 0.27 değeri ile elde edilirken maksimum sürtünme katsayısı ise 0,5 m/s kayma hızında yaklaşık 0,32 değeri ile elde edilmiştir. Görsel 2'den de anlaşılacağı üzere, sürtünme katsayısı değerleri kayma hızının artırılmasıyla azalmıştır.



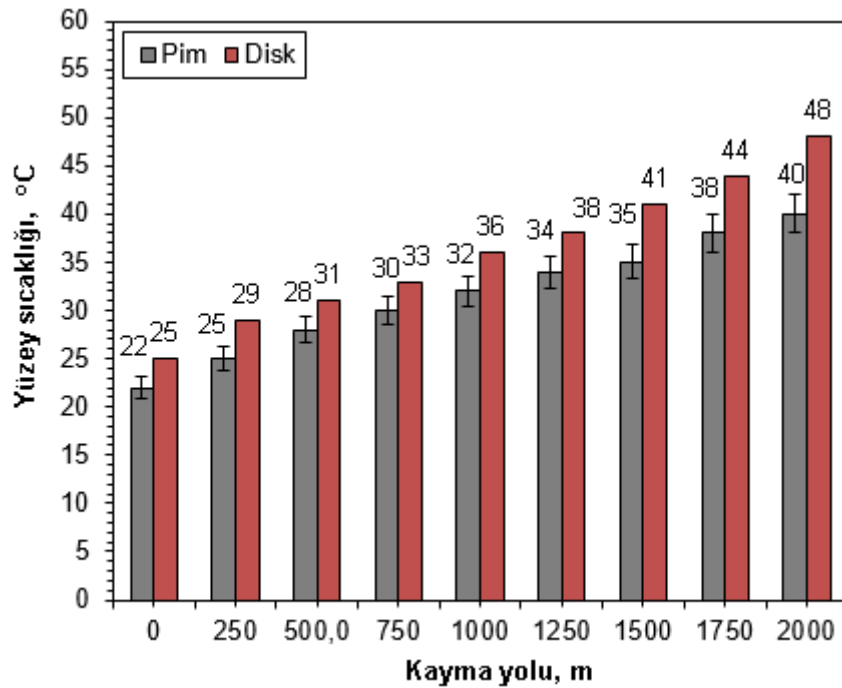
**Görsel 2.** PA46/30CE kompozitinin 100N yük altında ve farklı kayma hızlarındaki sürtünme katsayısının değişimini

Görsel 3 sırasıyla PA46/30CE kompoziti için 100N yük ve 2.0 m/s hızda 2000 m kayma mesafesi boyunca pim ve disk yüzey sıcaklıklarındaki değişimi göstermektedir. Görsel 3 'de

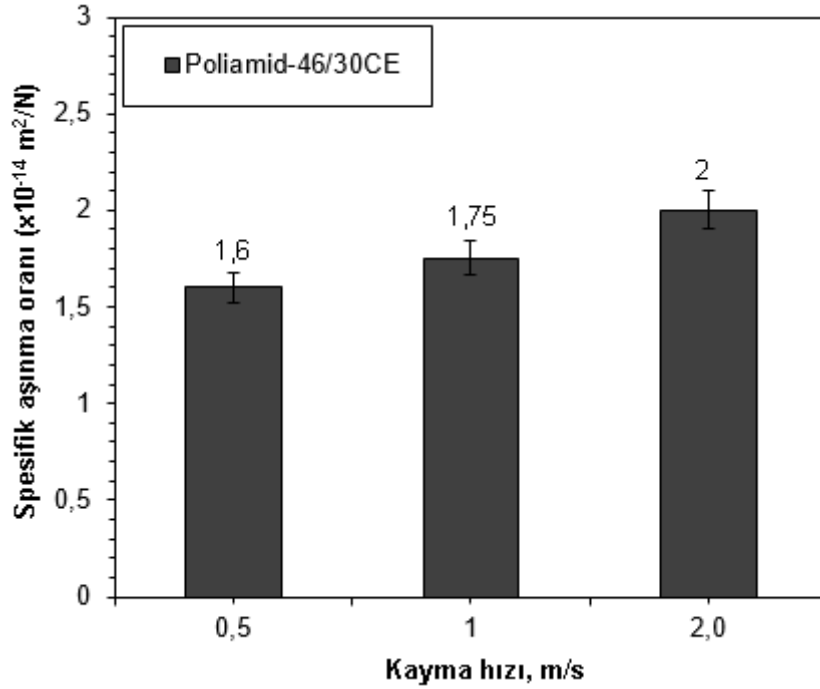


görüldüğü gibi, pim ve disk yüzey sıcaklıkları her 250 m kayma yolu boyunca ölçülmüştür. Hem cam elyaf takviyeli PA46 kompozit pim hem de paslanmaz çelik disk yüzey sıcaklıkları kayma yolu boyunca sürekli olarak artış göstermiştir. 2.0 m/s hızda ve 100N yük altında 2000m kayma mesafesi sonucunda pim yüzey sıcaklığı yaklaşık 40 °C sıcaklığa ulaşırken aynı şartlar altında paslanmaz çelik disk yüzey sıcaklığı ise maksimum 48 °C sıcaklığa yükselmiştir. Pim maksimum yüzey sıcaklığı 40 °C ile PA46/30CE kompozitin camsı geçiş sıcaklığının yaklaşık 38 °C altındadır. PA46/30CE kompozitin camsı geçiş sıcaklığı yaklaşık 78 °C 'dir. Bu sebeple polimer pimin uygulanan 100N yük ve 2,0 m/s kayma hızında temas noktasında oluşan sıcaklık camsı geçiş sıcaklığının altında olup polimerde herhangi bir yumuşama emaresi gözlenmemiştir. Bilindiği gibi, PA46 polimeri bünyesindeki cam elyafın ısı iletkenliği iyi değildir. PA46 polimer kompozit bünyesinde %30 oranında cam elyafı polimer

Görsel 4' de sırasıyla 0.5, 1.0 ve 2.0 m/s hızlarda 100N'luk yük altında kısa cam elyaf takviyeli poliamid 46 polimer esaslı kompozit malzemenin spesifik aşınma oranının değişimi verilmiştir. Görsel 4'de görüldüğü gibi PA46/30CE kompozitin spesifik aşınma oranı değerleri uygulanan kayma hızının artırılmasıyla artmaktadır. 0.5 m/s kayma hızı ile kıyaslandığında, kayma hızı %100 ve %300 oranında artırıldığında spesifik aşınma oranında sırasıyla %9,3 ve %25 oranında artış tespit edilmiştir. Minimum spesifik aşınma oranı değeri 0.5 m/s kayma hızında yaklaşık  $1.6 \times 10^{-14}$  m<sup>2</sup>/N değeri ile elde edilirken maksimum spesifik aşınma oranı ise 2,0 m/s kayma hızında yaklaşık  $2.0 \times 10^{-14}$  m<sup>2</sup>/N değeri ile elde edilmiştir. Görsel 4'de açıkça görüldüğü gibi, poliamid 46 polimer esaslı kompozit malzemenin spesifik aşınma oranı kayma hızının artırılmasıyla artış göstermiştir. Aslında polimer bünyesine ilave edilen cam elyafı kompozitin aşınma direncini artırmaktadır. Ancak 100N yüksek yük altında ve 2.0 m/s kayma hızında kompozit bünyesinde temas noktalarındaki elyaflar kırılmakta ve kompozit bünyesinden ayrılmaktadır. Bu da aşınma oranının artmasına sebep olmaktadır.


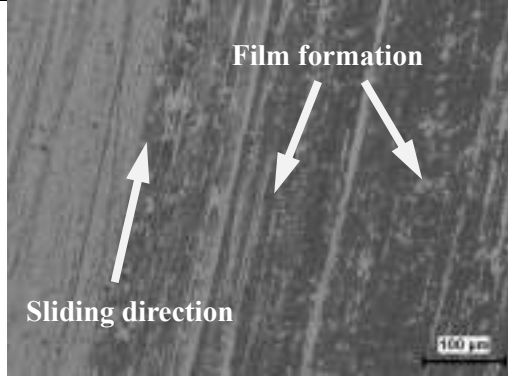


**Görsel 3.** PA46/30CE kompozitinin 100N yük altında ve 2.0 m/s kayma hızındaki pim ve disk temas yüzey sıcaklıklarının değişimini



**Görsel 4.** PA46/30CE kompozitinin farklı kayma hızlarında ve 100N yük altındaki spesifik aşınma oranının değişimini

Görsel 5’de PA46/30CE polimer kompozitinin 100N yük altında ve 2.0 m/s kayma hızındaki pim ve disk aşınma optik yüzey görüntüleri verilmiştir. Görsel 5a’da optik görüntüsü verilen PA46/30CE polimer kompozitin aşınma yüzey görüntüsünde derin ve hatta geniş sayılabilecek aşınma izlerinin oluştuğu görülmüştür. Bu aşınma izleri çelik disk yüzeyinden kaynaklanabileceği gibi büyük olasılıkla kırılmış cam elyafların çelik disk ile pim arasında sıkışan kırık elyafların daha yumuşak olan polimeri aşındırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu ise 2.0 m/s kayma hızındaki aşınma oranının artmasına sebep olmuştur. (Bakınız Görsel 4). Görsel 5b’de ise paslanmaz çelik karşı diskin aşınma temas yüzeyinin optik mikroskop görüntüsü verilmektedir. Paslanmaz çelik yüzeyinde çok ince bir filmin kısmen oluştuğu ifade edilebilir. Film tabakasının sürekli olmamasının sebebi PA46/30CE polimer kompozitin bünyesindeki cam elyaflar olarak açıklanabilir. Cam elyaflar disk yüzeyinde oluşan film tabakasının kalkmasına neden olmaktadır. Bu ise  $\mu$  değerinin azalmasına sebep olurken aşınma direncinin azalmasına da sebep olmuştur. PA46/30CE polimer kompozitin çelik diske karşı çalışmasında Abrazif aşınma mekanizmasının daha etkili olduğu söylenebilir.

Malzeme	Pim	Çelik disk
PA46/30CE	 <p>Abrasive wear track</p> <p>Sliding direction</p>	 <p>Film formation</p> <p>Sliding direction</p>
	a)	b)

**Görsel 5.** PA46/30CE kompozitinin 100N yük altında ve 2.0 m/s kayma hızındaki a) pim ve b) disk aşınma optik yüzey görüntüleri

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Kısa cam elyaf ile takviyeli edilmiş poliamid 46 kompoziti üzerinde yapılan tribolojik çalışmadan aşağıdaki kısa sonuçlar çıkarılmıştır:

- PA 46/30CE kompozitin sürtünme katsayısı değerleri kayma hızının artırılmasıyla azalmıştır. 0.5 m/s kayma hızı ile kıyaslandığında, kayma hızı %100 ve %300 oranında artırıldığında sürtünme katsayısındaki azalma sırasıyla %9.3 ve %15.6 oranında azalma tespit edilmiştir.
- PA46/30CE kompozitin spesifik aşınma oranı değerleri uygulanan kayma hızının artırılmasıyla artmaktadır. 0.5 m/s kayma hızı ile kıyaslandığında kayma hızı %100 (0.5m/s'den 1.0 m/s'ye) ve %300 oranında (0.5m/s'den 2.0 m/s'ye) artırıldığında spesifik aşınma oranında sırasıyla %9,3 ve %25 oranında artış tespit edilmiştir.
- Polimer malzeme bünyesine ilave edilen cam elyaf takviye ediciler kompozit malzemenin aşınma direncinin artmasına sebep olmuştur.
- PA46/30CE polimer kompozitin çelik diske karşı çalışmasında aşınma mekanizması, abrazif aşınma mekanizması olarak açıklanabilir.

#### KAYNAKÇA

Akay M., (2015). An introduction to polymer matrix composites, from: [https://www.academia.edu/37778336/An\\_introduction\\_to\\_polymer\\_matrix\\_composites](https://www.academia.edu/37778336/An_introduction_to_polymer_matrix_composites)

Alam S, Habib F, Irfan M, et al. (2010). Effect of orientation of glass fiber on mechanical properties of GRP composites. *J Chem Soc Pak.* 32: 265–269.

Awan GH, Ali L, Ghauri KM, et al. (2009). Effect of various forms of glass fiber reinforcements on tensile properties of polyester matrix composite. *J Faculty Eng techno* 16: 33–39.

- El-Tayeb NSM. and Yousif BF. (2007). Evaluation of glass fiber reinforced polyester composite for multi-pass abrasive wear applications. *Wear* 262. 1140–1151.
- Erden S, Sever K, Seki Y, et al. Enhancement of the mechanical properties of glass/polyester composites via matrix modification glass/polyester composite siloxane matrix modification. *Fibers Polym* 2010; 11: 732–737.
- Patnaik A, Satapathy A, and Biswas S. (2010). Investigations on three-body abrasive wear and mechanical properties of particulate filled glass epoxy composites. *Malaysian Polym J.* 5: 37–48.
- Greene J. P. (2021). *Automotive Plastics and Composites: Materials and Processing*, Elsevier Inc. ISBN: 978-0-12-818008-2, DOI: <https://doi.org/10.1016/C2018-0-03030-3>
- Gupta N, Balrajsinghbrar and Eyassuwoldesenbet. (2001). Effect of filler addition on the compressive and impact properties of glass fibre reinforced epoxy. *Bull Mater Sci* 24:219–223
- Jose J.P. et al., (2012). *Advances in Polymer Composites: Macro- and Micro-composites- State of the Art, New Challenges, and Opportunities*, In *Polymer Composites: Volume 1, First Edition*. S. Thomas, K. Joseph, S.K. Malhotra, K. Goda, and M.S. Sreekala (ed.s), Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.
- Kishore, Sampathkumaran P, Seetharamu S, et al. (2000). SEM observations of the effects of velocity and load on the sliding wear characteristics of glass fabric–epoxy composites with different fillers. *Wear* 237: 20–27. 16.
- Mimaroglu A, Unal H and Arda T. (2007). Friction and wear performance of pure and glass fibre reinforced poly-ether-imide on polymer and steel counterface materials. *Wear*, 262(11-12) 1407-1413.
- Sathishkumar TP, Satheeshkumar S and Naveen J. (2014). Glass fiber-reinforced polymer composites – A review, *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 33(13) 1258–1275.
- Suresha B., Chandramohan G., Prakash J.N, et al. (2006). The role of fillers on friction and slide wear characteristics in glass-epoxy composite systems. *J. Minerals Mater Characterization Eng.* 5 (87)–101-122.
- Suresha B., and Chandramohan G. (2008). Three-body abrasive wear behaviour of particulate-filled glass–vinyl ester composites. *J Mater Process Techno.* 200, 306–311.
- Unal, H. and Mimaroglu, A. (2003), Friction and wear behaviour of unfilled engineering thermoplastics, *Materials and Design*, 24 (3), 183-187.
- Unal, H., Sen, U. and Mimaroglu, A. (2004), Dry sliding wear characteristics of some industrial polymers against steel counterface. *Tribology International*, 37(9) 727-732.
- Unal H. and Findik F., (2008). Friction and wear behaviours of some industrial polyamides against different polymer counterparts under dry conditions. *Industrial Lubrication and Tribology*, 60 (4)195-200.
- Unal H., Mimaroglu A. and Arda T. (2006) Friction and wear performance of some thermoplastic polymers and polymer composites against unsaturated polyester. *Applied Surface Science*, 252 (23) 8139-8146
- Wang R.M., Zheng S.R., and Zheng Y.P. (ed.s), *Introduction to polymer matrix composites*, In *Polymer Matrix Composites and Technology*, UK: Woodhead Publishing ltd.

## AN INVESTIGATION ABOUT FORCED VIBRATION OF A ROD ELEMENT UNDER HYGROTHERMAL CONDITIONS

**Prof. Dr., ŞEREF DOĞUŞCAN AKBAŞ**

Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of  
Civil Engineering, serefda@yahoo.com - 0000-0001-5327-3406

### ABSTRACT

In presented study, a rod element under a harmonic load is investigated within hydrothermal conditions by analytically. In constitutive relation of material of rod element, hydrothermal dependent material property is used. Equation of motions are derived by using equilibrium conditions. With using analytical solution based on separation of variable approach, equation of motions is solved and dynamic displacements under a harmonic load are presented with hydrothermal dependent material property. Influences of hygrothermal condition, parameters of harmonic load and aspect ratio of the rod element on dynamic responses of the rod element are investigated.

**Keywords:** Hygrothermal Effect; Rod Elements; Dynamic Analysis; Forced Vibration

### 1. INTRODUCTION

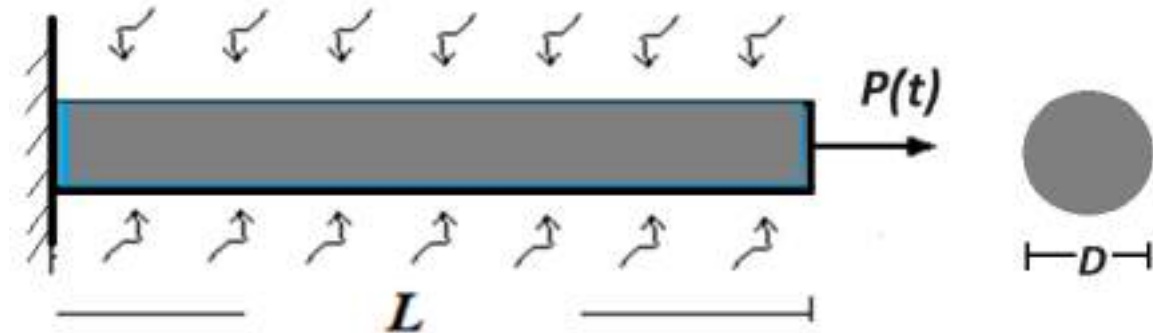
Hygrothermal effect namely moisture effect is a one of most important environment influences for structural systems. With changing in hygrothermal conditions, mechanical behaviour of structures and structural elements change considerably. In higher values of moisture ratios, the structural elements could be subjected to higher stress with temperature rising. So, structural elements should be taken into moisture dependent analysis in the design and analysis in higher values of moisture. In open literature, published papers about in hygrothermal effects on mechanical behaviour of structural elements investigated a lot of researches [1-38]. These studies show that hygro-thermal effects effect mechanical behaviour of structures considerably.

In the analysis of structural elements subjected to hygrothermal effects, moisture-dependent material properties should be considered in order to obtain realistic results. It is aimed to study about effects of hygro-thermal conditions on the dynamical responses of a rod element under forced vibration by using hydrothermal dependent material property is considered. Equation of motions are derived by using equilibrium conditions. The problem is considered as a cantilever rod element under hygrothermal environment and a harmonic point load which harmonic property. With using analytical solution based on separation of variable approach, equation of motions is solved and dynamic displacements under a harmonic load are presented with hydrothermal dependent material property. Influences of hygrothermal condition, parameters

of harmonic load and aspect ratio of the rod element on dynamic responses of the rod element are investigated.

## 2. FORMULATIONS

A cantilever rod element under uniform hygrothermal condition with  $T$  temperature and concentration  $C$  and subjected to a point dynamically load  $P(t)$  at free end with  $D$  diameter is shown in figure 1.



**Fig. 1 A cantilever rod element under uniform hygrothermal environment and subjected to a dynamically point load  $P(t)$ .**

With implementing the equilibrium conditions in axially direction, equation of motion is obtained as follows

$$E(T, C) \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} - \rho \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} = 0 \quad (1)$$

where,  $E$  is the Young's modulus which depends temperature ( $T$ ) and moisture concentration ( $C$ ),  $\rho$  is the mass density and  $u$  is the axial displacement function. Dynamically harmonic point load ( $P(t)$ ) is presented as follows:

$$P(t) = P_0 \sin(\Omega t) \quad (2)$$

In equation 2,  $P_0$  and  $\Omega$  are the amplitude and frequency of load, respectively. Boundary conditions for clamped-free are presented as follows:

$$u(0, t) = 0, \quad \frac{du(L, t)}{dx} = \frac{P(t)}{E(T, C)A} \quad (3)$$

In equation 3,  $A$  is cross section area. With using the separation of variable, solution ( $u_p$ ) of equation (1) is expressed as follows:

$$u_p(x, t) = U_p(x) \sin(\Omega t) \quad (4)$$



To substitute Eq. (4) into equation (1), and implementing simplifying expression, the following dynamic displacement function could be obtained:

$$U_p(x, t) = \left( \frac{P_0 \sin(\sqrt{\rho/E} \Omega x)}{\Omega A \sqrt{\rho E} \cos(\sqrt{\rho/E} \Omega L)} \right) \sin(\Omega t) \quad (5)$$

### 3. NUMERICAL RESULTS

In the numerical results, the effects of hygrothermal condition, parameters of harmonic load and aspect ratio of the rod element on dynamic displacements of the cantilever rod element are obtained and discussed. The dynamically displacements are obtained from after solution of equation 5. The rod element is considered as made of graphite/epoxy lamina. The initial temperature is taken as  $T_0=300$  Kelvin  $K$ .  $\rho=1600$   $kg/m^3$ . The diameter of cross section is selected as  $D=0.1$  m and Length is selected according to aspect ratio ( $L/h$ ). The Young's Modulus of graphite/epoxy lamina in transverse direction with different moisture concentrations are presented in table 1 [39, 40].

**Table 1. 5 The Young's Modulus of graphite/epoxy lamina in transverse direction with different moisture concentrations [39, 40].**

	Moisture Concentration C (%)				
	0	0.25	0.5	0.75	1
E (GPa) in transverse direction	9.5	9.25	9	8.75	8.5

In figures 2, 3 and 4, the relation between and frequency of load ( $\Omega$ )-dynamically displacements at free end of the cantilever rod element are investigated for different values of moisture concentrations (C%) for different aspect ratios  $L/D=5$ ,  $L/D=20$  and  $L/D=50$  for the amplitude of load  $P_0=100$  kN, respectively.

It is seen from figures 2-4, the dynamically displacements increase considerably with increasing moisture. With increasing moisture, the strength of materials decreases according to given moisture dependent Young's Modulus. So, stiffness of rod element decrease and dynamically displacements increase even if the frequency and amplitude of load is constant. Especially, in higher value of aspect ratios ( $L/D$ ), dynamic responses are more sensitive for moisture effects. Increasing  $L/D$  ratio yields to increasing dynamical responses with increasing moisture concentration.

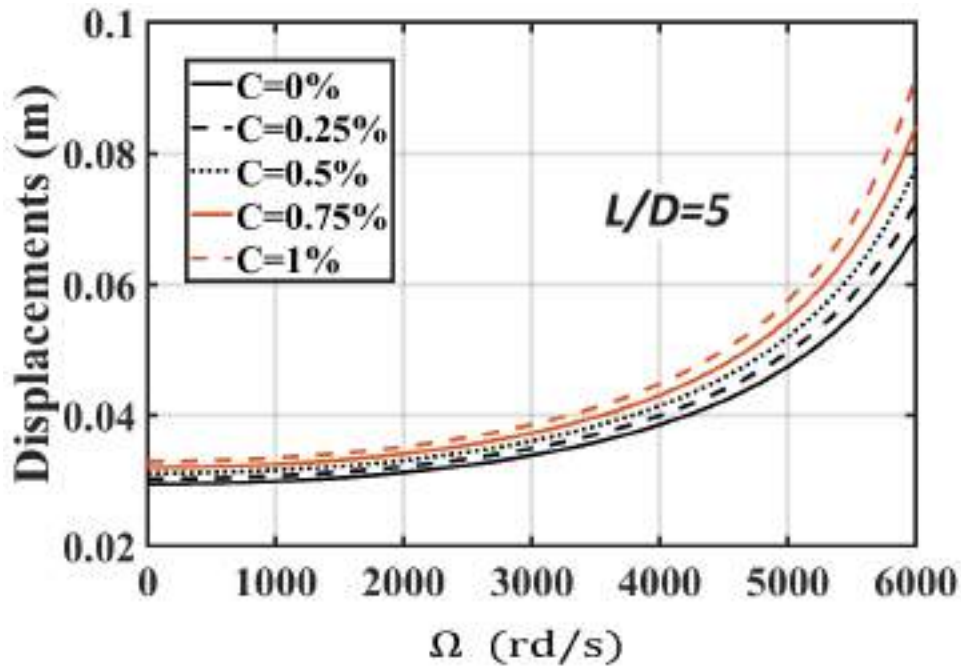


Fig. 2 The frequency of load ( $\Omega$ )-dynamically displacement relation for different values of moisture concentrations for  $L/D=5$ .

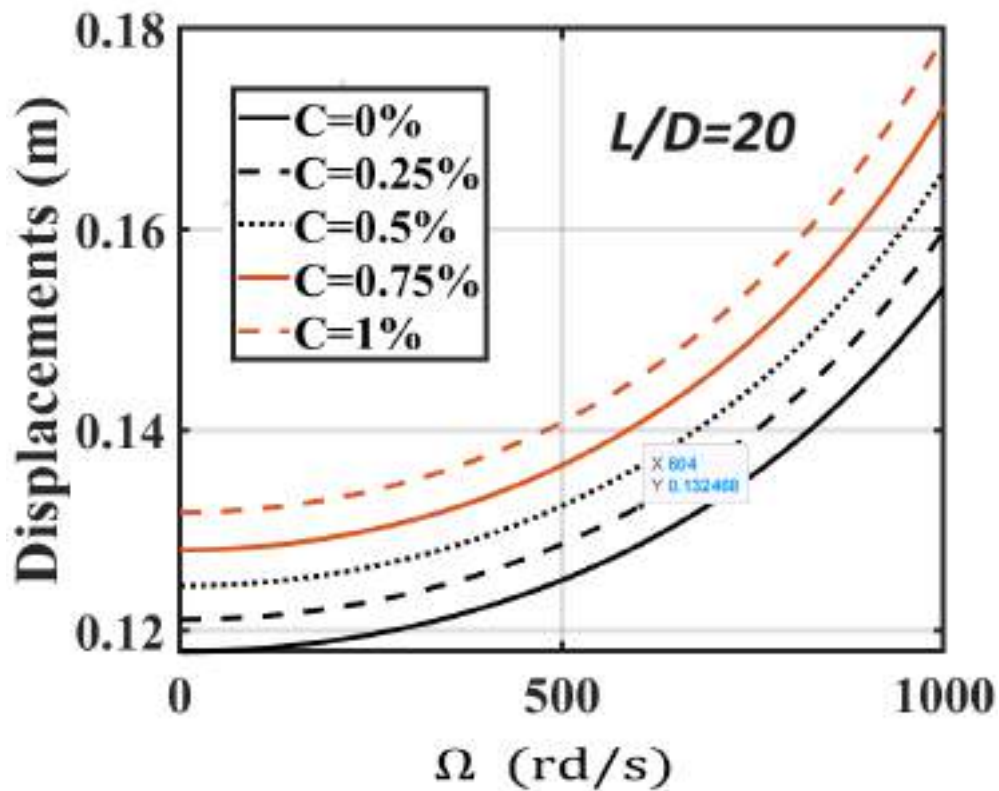


Fig. 3 The frequency of load ( $\Omega$ )-dynamically displacement relation for different values of moisture concentrations for  $L/D=20$ .

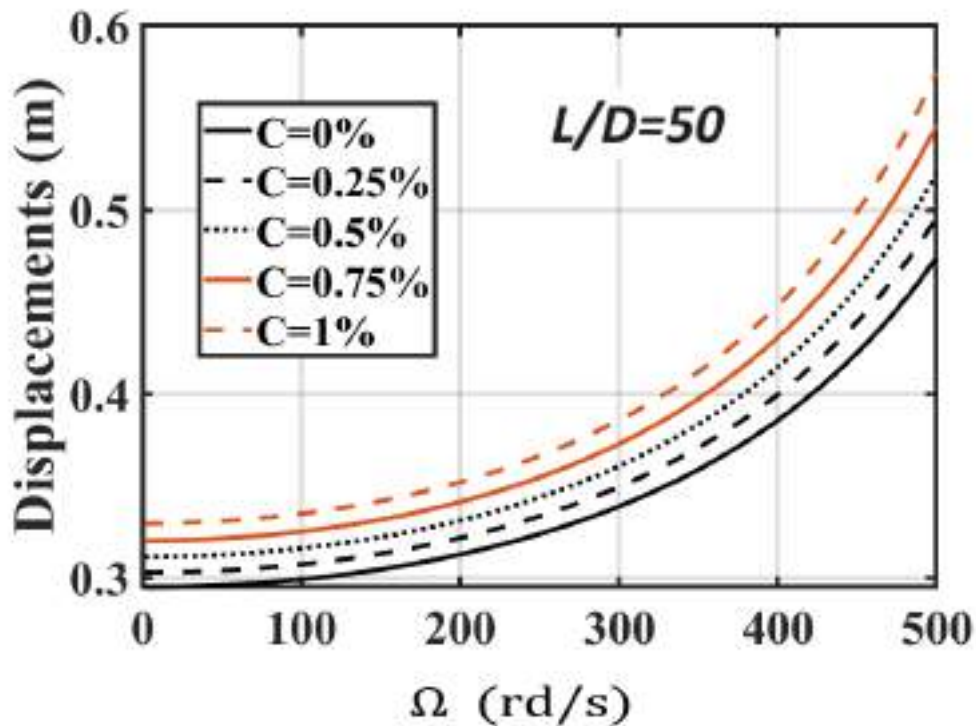


Fig. 4 The frequency of load ( $\Omega$ )-dynamically displacement relation for different values of moisture concentrations for  $L/D=50$ .

#### 4. CONCLUSIONS

Dynamically displacements of a cantilever rod element under harmonic load are investigated under hygrothermal effects by using moisture-dependent material property. With using analytical solution based on separation of variable approach, equation of motions is solved and dynamic displacements under a harmonic load are presented with hydrothermal dependent material property. Influences of hygrothermal condition, parameters of harmonic load and aspect ratio of the rod element on dynamic responses of the rod element are analysed. It is seen from the results that dynamical displacements increase significantly with increasing moisture concentration. In higher values of aspect ratio, the moisture effects gain more important effects on the dynamic responses of rod element. After a value of moisture concentration, hygrothermal effects play important role on the dynamical behavior of rod element.

#### REFERENCES

1. Ebrahimi, F. and Habibi, S. "Nonlinear eccentric low-velocity impact response of a polymer-carbon nanotube-fiber multiscale nanocomposite plate resting on elastic foundations in hygrothermal environments. *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, 25(5), 2018, 425-438.
2. Boukhelf, F., Bouiadjra, M. B., Bouremana, M. and Tounsi, A. "Hygro-thermo-mechanical bending analysis of FGM plates using a new HSDT", *Smart Structures and Systems*, 21(1), 2018, 75-97..
3. Akbarzadeh, A.H. and Chen, Z.T. "Hygrothermal stresses in one-dimensional functionally graded piezoelectric media in constant magnetic field", *Composite Structures*, 97, 2013, 317-331.
4. Akbarzadeh, A.H. and Chen, Z.T. "Hygrothermal stresses in one-dimensional functionally graded piezoelectric media in constant magnetic field", *Composite Structures*, 97, 2013, 317-331.

5. Bakhshizadeh, A., Zamani Nejad, M. and Davoudi Kashkoli, M. " Time-Dependent Hygro-Thermal Creep Analysis of Pressurized FGM Rotating Thick Cylindrical Shells Subjected to Uniform Magnetic Field", *Journal of Solid Mechanics*, 9(3), 2017, 663-679.
6. Alimradzadeh, M. & Akbas, Ş. D. Nonlinear thermal vibration of FGM beams resting on nonlinear viscoelastic foundation. *Steel Compos. Struct.* **44**, 543–553 2022.
7. Akbaş, Ş. D. Geometrically nonlinear analysis of functionally graded porous beams. *Wind Struct.* **27**, 59–70 2018.
8. Akbaş, Ş. D. Free vibration of axially functionally graded beams in thermal environment. *Int. J. Eng. Appl. Sci.* **6**, 37–51 2014.
9. Beldjelili, Y., Tounsi, A. and Mahmoud, S.R. "Hygro-thermo-mechanical bending of S-FGM plates resting on variable elastic foundations using a four-variable trigonometric plate theory", *Smart Structures and Systems*, 18(4), 2016, 755-786.
10. Akbaş, Ş. D. & Kocatürk, T. Post-Buckling Analysis of Functionally Graded Three-Dimensional Beams Under the Influence of Temperature. *J. Therm. Stress.* **36**, 1233–1254 2013.
11. Alimradzadeh, M. & Akbaş, Ş.D. Thermal nonlinear dynamic and stability of carbon nanotube-reinforced composite beams. *Steel Compos. Struct.* **46**, 637–647 2023.
12. Akbaş, Ş. D. Nonlinear thermal displacements of laminated composite beams. *Coupled Syst. Mech.* **7**, 691–705 2018.
13. Akbaş, Ş. D. & Kocatürk, T. Post-buckling analysis of Timoshenko beams with temperature-dependent physical properties under uniform thermal loading. *Struct. Eng. Mech. Intl J.* **44**, 109–125 2012.
14. Esfahani, S. E., Kiani, Y., Komijani, M. & Eslami, M. R. Vibration of a temperature-dependent thermally pre/postbuckled FGM beam over a nonlinear hardening elastic foundation. *J. Appl. Mech.* **81**, 011004 2014.
15. Mouffoki, A., Bedia, E.A., Houari, M.S.A., Tounsi, A. and Mahmoud, S.R. " Vibration analysis of nonlocal advanced nanobeams in hygro-thermal environment using a new two-unknown trigonometric shear deformation beam theory", *Smart Structures and Systems*, 20(3), 2017, 369-383.
16. Hosseini, H., & Kolahchi, R. "Seismic response of functionally graded-carbon nanotubes-reinforced submerged viscoelastic cylindrical shell in hygrothermal environment", *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 102, 2018, 101-109.17. Ebrahimi, F., Reza Barati, M. & Haghi, P. Nonlocal thermo-elastic wave propagation in temperature-dependent embedded small-scaled nonhomogeneous beams. *Eur. Phys. J. Plus* **131**, 383 2016.
18. Sobhy, M. "An accurate shear deformation theory for vibration and buckling of FGM sandwich plates in hygrothermal environment", *International Journal of Mechanical Sciences*, 110, 201, 62-77.
19. Nguyen, T. K., Nguyen, B. D., Vo, T. P. and Thai, H. T. " Hygro-thermal effects on vibration and thermal buckling behaviours of functionally graded beams", *Composite Structures*, 176, 2017,1050-1060.
20. Mohammadimehr, M., Salemi, M. and Navi, B.R. " Bending, buckling, and free vibration analysis of MSGT microcomposite Reddy plate reinforced by FG-SWCNTs with temperature-dependent material properties under hgyro-thermo-mechanical loadings using DQM", *Composite Structures*, 138, 2016, 361-380.
21. Kocatürk, T. & Akbaş, Ş. D. Post-buckling analysis of Timoshenko beams with various boundary conditions under non-uniform thermal loading. *Struct. Eng. Mech. Intl J.* **40**, 347–371 2011.
22. Kocatürk, T. & Akbaş, Ş. D. Thermal post-buckling analysis of functionally graded beams with temperature-dependent physical properties. *Steel Compos. Struct. Int. J.* **15**, 481–505 2013.
23. Akbaş, Ş. D. Thermal post-buckling analysis of a laminated composite beam. *Struct. Eng. Mech. Int. J.* **67**, 337–346 2018.
24. Ebrahimi, F. and Barati, M.R. "Effect of three-parameter viscoelastic medium on vibration behavior of temperature-dependent non-homogeneous viscoelastic nanobeams in a hygro-thermal environment", *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, 25(5), 2018, 361-374.
25. Akbaş, Ş. D. Hygro-thermal post-buckling analysis of a functionally graded beam. *Coupled Syst. Mech.* **8**, 459–471 2019.

26. Akbaş, Ş. D. Nonlinear static analysis of laminated composite beams under hygro-thermal effect. *Struct. Eng. Mech. Intl J.* **72**, 433–441 2019.
27. Akbaş, Ş. D. Hygro-thermal nonlinear analysis of a functionally graded beam. *J. Appl. Comput. Mech.* **5**, 477–485 2019.
28. Akbaş, Ş. D. Hygrothermal Post-Buckling Analysis of Laminated Composite Beams. *Int. J. Appl. Mech.* **11**, 1950009 2019.
29. Bamdad, M., Mohammadimehr, M. & Alambeigi, K. Analysis of sandwich Timoshenko porous beam with temperature-dependent material properties: Magneto-electro-elastic vibration and buckling solution. *J. Vib. Control* **25**, 2875–2893 2019.
30. Akbaş, Ş. D. Modal analysis of viscoelastic nanorods under an axially harmonic load. *Adv. Nano Res.* **8**, 277–282 2020.
31. Akbaş, Ş. D. Dynamic responses of laminated beams under a moving load in thermal environment. *Steel Compos. Struct. Int. J.* **35**, 729–737 2020.
32. Mahapatra, T. R., & Panda, S. K. Hygrothermal effects on the flexural strength of laminated composite cylindrical panels. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, **115**, 012040, 2016.
33. Alimoradzadeh, M., Akbaş, Ş. D. & Esfrajani, S. M. Nonlinear dynamic and stability of a beam resting on the nonlinear elastic foundation under thermal effect based on the finite strain theory. *Struct. Eng. Mech.* **80**, 275–284 2021.
34. Bashiri, A. H. *et al.* Vibration of multilayered functionally graded deep beams under thermal load. *Geomech. Eng.* **24**, 545–557 2021.
35. Yüksel, Y. Z. & Akbaş, Ş. D. Hygrothermal stress analysis of laminated composite porous plates. *Struct. Eng. Mech.* **80**, 1–13 2021.
36. Akbaş, Ş. D. Moving-load dynamic analysis of AFG beams under thermal effect. *Steel Compos. Struct.* **42**, 649–655 2022.
37. Akbaş, Ş. D., Inelastic Behavior of a Bar Structural Element in Temperature Environment, Avrasya 9th International Conference on Applied Sciences, 24-26 November 2023, Tiflis, Georgia.
38. Akbaş, Ş. D., Thermal Vibration of Sandwich Planes with Functionally Graded Layers and Porous Core, Avrasya 9th International Conference on Applied Sciences, 24-26 November 2023, Tiflis, Georgia.
39. Mahapatra, T. R., & Panda, S. K. Effects of hygrothermal conditions on free vibration behaviour of laminated composite structures. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, **75**, 012016, 2015.
40. Patel, B. P., Ganapathi, M., & Makhecha, D. P. (Hygrothermal effects on the structural behaviour of thick composite laminates using higher-order theory. *Composite Structures*, **56**(1), 25-34, 2002.



## INELASTIC DEFLECTIONS OF A BILAYER BEAM UNDER TEMPERATURE RISING

**Prof. Dr., ŞEREF DOĞUŞCAN AKBAŞ**

Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Civil Engineering, serefda@yahoo.com - 0000-0001-5327-3406

### ABSTRACT

This investigation presents static bending deflections of a beam structural element which made of bilayer material under point load and temperature rising. In the static analysis, both linear elastic and inelastic deflections are considered and compared with each other. In material of the beam, two different materials are used and their stress-strain relations are considered as bilinear stress-strain relation. By obtaining energy method, the governing equations of the system are obtained. In the solution of the equations, the finite element method with 2 dimensional model is implemented based on energy expressions. Also, temperature-dependent material property is considered in the material properties. In the solution process, an algorithm is obtained. In the numerical results, Effects of aspect ratio, temperature and load rising on the elastic and inelastic deflection of the layered beam are obtained and discussed.

**Keywords:** Layered Beam; Temperature Rising; Inelastic Static Deflection; Finite Element Method

### 1. INTRODUCTION

Layered composites are preferred and used in a lot of engineering projects, such as aircrafts, structures, machines etc.. With using this type composites, more stiffness and strength could be obtained in contrast with usual structures. In this study, it is aimed to investigate elastic and inelastic deflections of a beam structural element which made of bilayer material under point load and temperature rising. In literature, studies about mechanical analysis of layered composites have been carried out a lot of researches [1-53]. In higher values of loads and temperature rising, structural elements could be performed inelastic behaviour. Especially, in higher temperature condition, the material properties of structures change considerably. So, temperature dependent material analysis and inelastic model should be considered in higher values of loads and temperature.

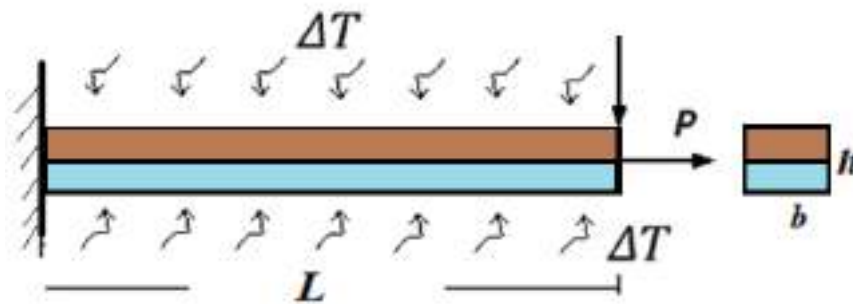
In this investigation effects of temperature rising on the linear-elastic and inelastic behaviour of a bilayered beam under static load. In the stress-strain relation of the structural material is chosen as bilinear. In the solution of the problem, the two dimensional finite element method



is used within for twelve-node plane element. The applied is divided by a number and incremental load method is implemented in order to calculate inelastic behaviour. The material properties are defined as function of temperature. Influences of temperature rising, aspect ratio and temperature-dependent property on the linear-elastic and inelastic static displacements of the bilayered beam are investigated.

## 2. FORMULATIONS

A cantilever beam subjected to a point load  $P$  at free end under temperature rising  $\Delta T$  with  $L$  length,  $b$  width,  $h$  height is shown in figure 1. The beam is considered as made of bilayer material. Height and width of each layer are is chosen as equally.



**Fig. 1 A Cantilever bilayer beam subjected to a point load under temperature rising.**

The materials of bilayer beam are considered as made of Molybdenum and Austenitic Stainless Steel (316). The temperature dependent coefficients of Austenitic Stainless Steel (316) are presented as follows [54-59]:

$$\begin{aligned}
 E(T) &= 205.91 - 2.6913 \times 10^{-2} T - 4.1876 \times 10^{-5} T^2 \quad (\text{GPa}) \\
 \alpha(T) &= (11.813 + 1.3106 \times 10^{-2} T - 6.1375 \times 10^{-6} T^2) \times 10^{-6} \quad (\text{m/mK}) \\
 \sigma_y(T) &= 448.69 - 1.1937 T + 1.4787 \times 10^{-3} T^2 - 6.3134 \times 10^{-7} T^3 \quad (\text{MPa})
 \end{aligned} \tag{1}$$

The temperature dependent coefficients of Molybdenum are presented as follows [54-59]:

$$\begin{aligned}
 E(T) &= 338.93 - 3.413 \times 10^{-2} T - 8.2007 \times 10^{-6} T^2 \quad (\text{GPa}) \\
 \alpha(T) &= (4.9904 + 1.1837 \times 10^{-4} T + 3.5877 \times 10^{-7} T^2) \times 10^{-5} \quad (1/K) \\
 \sigma_y(T) &= 309.75 + 0.165 T - 3.675 \times 10^{-4} T^2 + 1.0535 \times 10^{-7} T^3 \quad (\text{MPa})
 \end{aligned} \tag{2}$$

It is noted that the temperature unit is Kelvin ( $K$ ) in figures 1 and 2. In equations 1 and 2,  $E$ ,  $\alpha$  and  $\sigma_y$  are indicated as Young's Modulus, thermal expansion coefficient and yield stress of material, respectively, and dependent in temperature values of environment ( $T$ ). In the equations 1 and 2, the temperature unity is Kelvin. The stress-strain relation is used as bilinear as shown

in figure 2. Young’s Modulus in the elastic and inelastic regions are indicated as  $E_1$  and  $E_2$ , respectively [51].

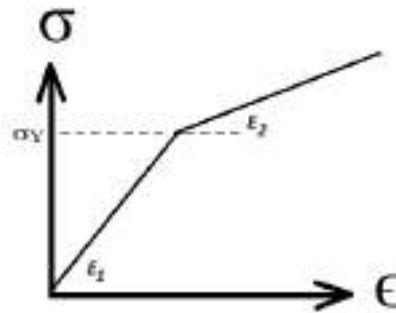


Fig. 2 The stress-strain relation

In the solution of the problem, the two dimensional finite element method is used within for twelve-node plane element. Based on two dimensional plane continua model, strain-displacement relation is presented as follows:

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_{XX} \\ \varepsilon_{YY} \\ 2\varepsilon_{XY} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial X} & 0 \\ 0 & \frac{\partial}{\partial Y} \\ \frac{\partial}{\partial Y} & \frac{\partial}{\partial X} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u \\ v \end{Bmatrix}, \quad \{\varepsilon\} = [D]\{d\} \quad (3)$$

In equation 3,  $[D]$  represents differential operator between deformation and displacement,  $\{d\}$  represents displacement vector. The constitutive relation for each layer is presented as follows:

$$\begin{Bmatrix} \sigma_{XX} \\ \sigma_{YY} \\ \sigma_{XY} \end{Bmatrix}^f = \begin{bmatrix} C_{11}^f(Y,T) & C_{12}^f(Y,T) & 0 \\ C_{12}^f(Y,T) & C_{22}^f(Y,T) & 0 \\ 0 & 0 & C_{66}^f(Y,T) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_{XX} - \alpha^f(Y,T)\Delta T \\ \varepsilon_{YY} \\ 2\varepsilon_{XY} \end{Bmatrix}, \quad \{\sigma\}^f = [C]^f\{\varepsilon\} \quad (4)$$

Where  $\Delta T$  indicates temperature rising,  $C_{11}$ ,  $C_{12}$ ,  $C_{22}$ ,  $C_{66}$  are components of constitutive relation which depend temperature as follows:

$$C_{11} = C_{22} = \frac{E}{1-\nu^2}, C_{12} = C_{21} = \nu \frac{E}{1-\nu^2}, C_{66} = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (5)$$

Where  $E$  is Young’s Modulus and  $\nu$  is Poisson’s ratio. Each layer is modelled as two-dimensional plane element with twelve-nodes plane element as shown figure 3.

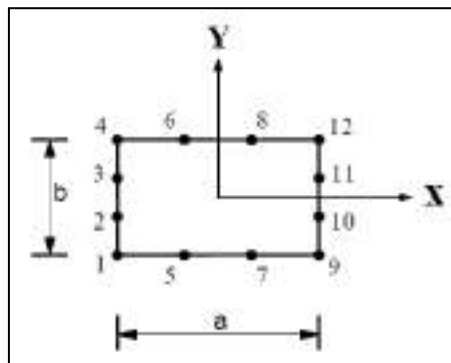


Fig. 3 Twelve nodes plane element

The shape functions for twelve-node plane element is retrieved from Akbaş [53]. By using the virtual work principle with finite element model, finite element equation for  $i$ th region for  $j$ th load and temperature step for bilinear stress-strain relation is given as follows:

$$[K]^i \{d_n\} = \{F\}^j \quad (6)$$

where  $[K]$  indicates element stiffness matrix for  $i$ th region.  $\{d_n\}$  indicated the displacement vector and  $\{F\}^j$  indicates the load vector for  $j$ th load step. It is noted that load and temperature are divided by a number because of considering inelastic behaviour. The stiffness matrix is expressed as follows:

$$[K]^i = t_z \int_A [B]^T [C]^i [B] dA \quad (7)$$

where

$$[B] = [D][\emptyset] \quad (8)$$

where  $[\emptyset]$  indicates shape functions which can be found from Akbaş [53]. The final temperature is  $T=T_0+\Delta T$ . Where  $T_0$  is initial temperature. After obtaining finite elements for each layer, to assembly the finite elements, total finite elements could be obtained. With using incremental load method, the displacements are obtained in each load step. The details of finite element solution for this problem could be read from Bathe [60] in detail.

### 3. NUMERICAL RESULTS

In this section, influences of temperature values and aspect ratio on static elastic and inelastic displacements of the bilayer beam are presented in figures. It is mentioned in previous section that the material of bilayer beams is selected as Austenitic Stainless Steel (316) and Molybdenum. The initial temperature is chosen as  $T_0=300$  Kelvin ( $K$ ). the height and width of bilayer beam is selected as  $b=h=0.2$  m. Finite element numbers are used as 30 elements in both horizontal and vertical directions.

In figures 4, 5 and 6, the relations between load ( $P$ )-displacements at free end of the bilayer beam are obtained for different values of temperature for  $L/h=10$ ,  $L/h=20$  and  $L/h=25$ , respectively. It is noted that LE and TI are abbreviations of Linear-Elastic and Temperature-Independent, respectively in figures 4-6. It is seen from figures 4-6 that increasing temperature yields to increasing the displacements significantly. In higher values of temperature, in elastic displacements increase considerably. Also, it is seen from these figures that, there are big differences among results of temperature dependent and independent modelling. If the structure is modelled as linear elastic and Temperature independent properties, it could be serious mistake in analysis especially in higher values of temperatures. In higher values of aspect ratio ( $L/h$ ), temperature effects gain more importance in inelastic behaviour. In higher  $L/h$  values, the inelastic behaviour bilayer beam is more sensitive for temperature rising. Another results of figures 4-6 that there are big differences between elastic and inelastic solution especially, in higher temperature effects.

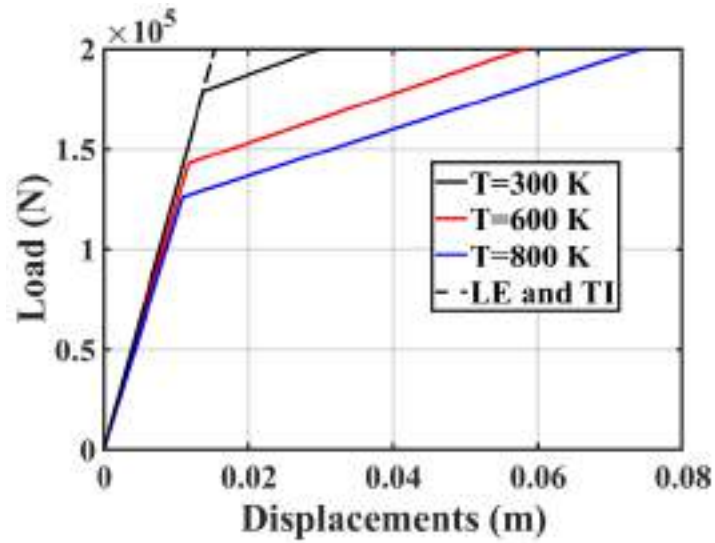


Fig. 4 Relation between load-static displacement for different values of temperature for L/h=10.

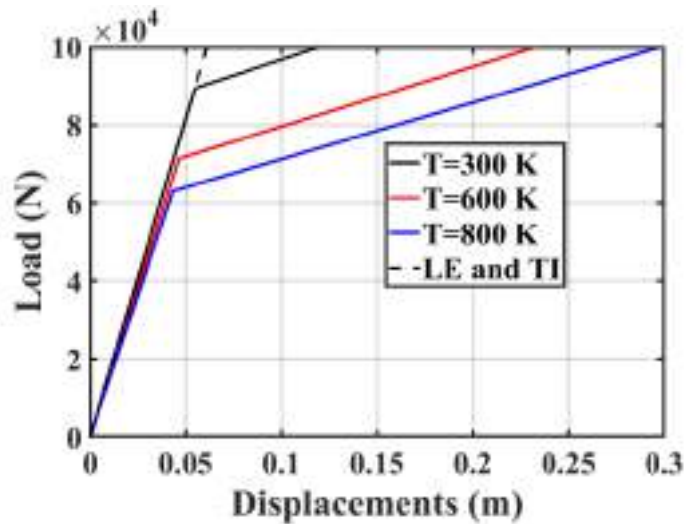


Fig. 5 Relation between load-static displacement for different values of temperature for L/h=20.

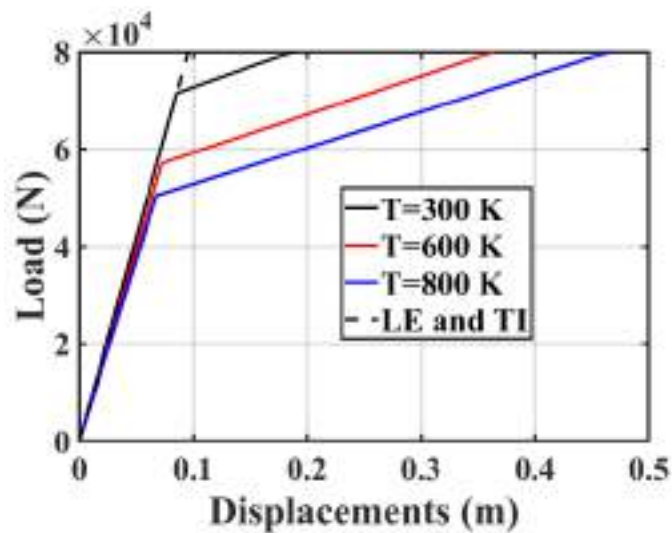


Fig. 6 Relation between load-static displacement for different values of temperature for L/h=25.

## 4. CONCLUSIONS

Elastic and inelastic static analysis of a cantilever bilayered beam under static load and temperature effect is performed with using temperature-dependent material property. In the stress-strain relation of the structural material is chosen as bilinear. In the solution of the problem, the two dimensional finite element method is used within for twelve-node plane element and the equations are solved by incremental load method. Influences of temperature rising, aspect ratio and temperature-dependent property on the linear-elastic and inelastic static displacements of the bilayered beam are investigated. The obtained shows that the temperature is very effective in the inelastic behaviour of bilayered beams. With increasing temperature, differences between results of elastic and inelastic models increase significantly in higher values of aspect ratio.

## REFERENCES

- [1] Li, Y. H., Wang, L. and Yang, E. C. Nonlinear dynamic responses of an axially moving laminated beam subjected to both blast and thermal loads, *International Journal of Non-Linear Mechanics*, **101**, 56-67, 2018.
- [2] Chen, Y., Fu, Y., Zhong, J. and Tao, C. Nonlinear dynamic responses of fiber-metal laminated beam subjected to moving harmonic loads resting on tensionless elastic foundation, *Composites Part B: Engineering*, **131**, 253-259, 2017.
- [3] Nguyen, T. K., Nguyen, T. T. P., Vo, T. P., Thai, H. T. Vibration and buckling analysis of functionally graded sandwich beams by a new higher-order shear deformation theory. *Composites Part B: Engineering*, **76**, 273-285, 2015.
- [4] Vo, T. P., Thai, H. T., Nguyen, T. K., Inam, F., Lee, J. Static behaviour of functionally graded sandwich beams using a quasi-3D theory. *Composites Part B: Engineering*, **68**, 59-74, 2015.
- [5] Akbaş, Ş. D., Thermal post-buckling analysis of a laminated composite beam. *Structural engineering and mechanics: An international journal*, **67**(4), 337-346, 2018.
- [6] Li Z.M. and Qiao P. Buckling and postbuckling behavior of shear deformable anisotropic laminated beams with initial geometric imperfections subjected to axial compression, *Engineering Structures*, **85**, 277-292, 2015.
- [7] Draiche, K., Bousahla, A. A., Tounsi, A., Alwabli, A. S., Tounsi, A. and Mahmoud, S. R. Static analysis of laminated reinforced composite plates using a simple first-order shear deformation theory, *Computers and Concrete*, **24**(4), 369-378, 2019.
- [8] Akbaş, Ş. D., Geometrically nonlinear analysis of functionally graded porous beams. *Wind & structures*, **27**.1: 59-70, 2018.
- [9] Akbaş, Ş.D., Bashiri, A. H., Assie, A. E., Eltahir, M. A. Dynamic analysis of thick beams with functionally graded porous layers and viscoelastic support. *Journal of Vibration and Control*, **27**(13-14), 1644-1655, 2021.
- [10] Abualnour, M., Chikh, A., Hebali, H., Kaci, A., Tounsi, A., Bousahla, A. A., & Tounsi, A. Thermomechanical analysis of antisymmetric laminated reinforced composite plates using a new four variable trigonometric refined plate theory, *Computers and Concrete*, **24**(6), 489-498, 2019.
- [11] Mazur-Śniady, K., Śniady, P., & Zielichowski-Haber, W. Dynamic response of micro-periodic composite rods with uncertain parameters under moving random load, *Journal of Sound and Vibration*, **320**(1-2), 273-288, 2009.
- [12] Akbaş, Ş.D., Hygrothermal post-buckling analysis of laminated composite beams. *International Journal of Applied Mechanics*, **11**(01), 1950009, 2019.
- [13] Akbaş, Ş.D., Dynamic responses of laminated beams under a moving load in thermal environment. *Steel and Composite Structures, An International Journal*, **35**(6), 729-737, 2020.
- [14] Li, W., Ma, H., Gao, W. A higher-order shear deformable mixed beam element model for accurate analysis of functionally graded sandwich beams. *Composite Structures*, **221**, 110830, 2019.



- [15] Akbaş, Ş.D., Hygro-thermal post-buckling analysis of a functionally graded beam. *Coupled systems mechanics*, 8(5), 459-471, 2019.
- [16] Akbaş, Ş.D., Post-buckling analysis of a fiber reinforced composite beam with crack. *Engineering Fracture Mechanics*, 212, 70-80, 2019.
- [17] Shen H.S. Thermal postbuckling behavior of imperfect shear deformable laminated plates with temperature-dependent properties, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, **190**, 5377–5390, 2001.
- [18] Tao, C., Fu, Y. M. and Dai, H. L. Nonlinear dynamic analysis of fiber metal laminated beams subjected to moving loads in thermal environment, *Composite Structures*, **140**, 410-416, 2016.
- [19] Akbaş, Ş.D., Hygro-thermal nonlinear analysis of a functionally graded beam. *Journal of Applied and Computational Mechanics*, 5(2), 477-485, 2019.
- [20] Kirlanç, O., Akbaş, Ş.D. Comparison study between layered and functionally graded composite beams for static deflection and stress analyses. *Journal of Computational Applied Mechanics*, 51(2), 294-301, 2020.
- [21] Yüksel, Y.Z., Akbaş, Ş.D., Buckling analysis of a fiber reinforced laminated composite plate with porosity. *Journal of Computational Applied Mechanics*, 50(2), 375-380, 2019.
- [22] Akbaş, Ş.D., Nonlinear thermal displacements of laminated composite beams. *Coupled systems mechanics*, 7(6), 691-705, 2018.
- [23] Akbaş, Ş.D., Nonlinear static analysis of laminated composite beams under hygro-thermal effect. *Structural Engineering and Mechanics, An Int'l Journal*, 72(4), 433-441, 2019.
- [24] Akbaş, Ş.D., (2018). Post-buckling responses of a laminated composite beam. *Steel and Composite Structures, An International Journal*, 26(6), 733-743.
- [25] Akbaş, Ş.D., Geometrically nonlinear analysis of a laminated composite beam. *Structural Engineering and Mechanics: An international journal*, 66(1), 27-36, 2018.
- [26] Eltaher, M. A., Akbaş, Ş.D., Transient response of 2D functionally graded beam structure. *Structural Engineering and Mechanics, An Int'l Journal*, 75(3), 357-367, 2020.
- [27] Akbaş, Ş.D., Large deflection analysis of a fiber reinforced composite beam. *Steel and Composite Structures, An International Journal*, 27(5), 567-576, 2018.
- [28] Vinson J.R. and Sierakowski R.L. (2006), *The behavior of Structures Composed of Composite Materials*, Springer Science & Business Media, Netherlands.
- [29] Vosoughi, A.R. and Anjabin, N. (2017), "Dynamic moving load identification of laminated composite beams using a hybrid FE-TMDQ-GAs method", *Inverse Problems in Science and Engineering*, **25**(11), 1639-1652.
- [30] Akbaş, Ş.D. Moving Load Analysis of Laminated Porous Micro Beams Resting on Elastic Foundation. *International Journal of Applied Mechanics*, 15(8), 2350066, 2023.
- [31] Alimoradzadeh, M., Akbaş, Ş.D. Nonlinear free vibration analysis of a composite beam reinforced by carbon nanotubes. *Steel and Composite Structures*, 46(3), 335-344, 2023.
- [32] Akbaş, Ş.D. Size dependent vibration of laminated micro beams under moving load. *Steel and Composite Structures*, 46(2), 253, 2023.
- [33] Loja, M.A.R., Barbosa, J.I. and Soares, C.M.M. Static and dynamic behaviour of laminated composite beams, *Int. J. Struct. Stab. Dyn.*, **1**(4), 545-560, 2001.
- [34] Latifi, M., Kharazi, M. and Ovesy, H.R. Nonlinear dynamic response of symmetric laminated composite beams under combined in-plane and lateral loadings using full layerwise theory, *Thin-Wall. Struct.*, **104**, 62-70, 2016.
- [35] Akbaş, Ş.D., Modal analysis of viscoelastic nanorods under an axially harmonic load. *Advances in nano research*, 8(4), 277-282, 2020.
- [36] Yüksel, Y.Z., Akbaş, Ş.D., Free vibration analysis of a cross-ply laminated plate in thermal environment. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 10(3), 176-189, 2018.
- [37] Yüksel, Y.Z., Akbaş, Ş.D., (2021). Hygrothermal stress analysis of laminated composite porous plates. *Structural Engineering and Mechanics*, 80(1), 1-13, 2021.
- [38] Yüksel, Y.Z., Akbaş, Ş.D., Vibration Analysis of a Sandwich Plate with Laminated Face and Porous Core Layers Resting on Elastic Foundation. *Journal of Innovative Science and Engineering*, 6(1), 32-45, 2022.



- [39] Akbaş, Ş.D., Dynamic analysis of a laminated composite beam under harmonic load. *Coupled systems mechanics*, 9(6), 563-573, 2020.
- [40] Yüksel, Y.Z., Akbaş, Ş.D. Buckling analysis of a fiber reinforced laminated composite plate with porosity. *Journal of Computational Applied Mechanics*, 50(2), 375-380, 2019.
- [41] Zouatnia, N., Hadji, L. Static and free vibration behavior of functionally graded sandwich plates using a simple higher order shear deformation theory. *Advances in Materials Research*, 8(4), 313, 2019.
- [42] Zenkour, A. M., Allam, M. N. M. and Sobhy, M. (2010), "Bending analysis of FG viscoelastic sandwich beams with elastic cores resting on Pasternak's elastic foundations", *Acta Mechanica*, 212(3-4), 233-252.
- [43] Setoodeh, A. R., Ghorbanzadeh, M. and Malekzadeh, P. (2012), "A two-dimensional free vibration analysis of functionally graded sandwich beams under thermal environment", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 226(12), 2860-2873.
- [44] Nguyen, T.K. and Nguyen, B.D. (2015), "A new higher-order shear deformation theory for static, buckling and free vibration analysis of functionally graded sandwich beams", *Journal of Sandwich Structures & Materials*, 17(6), 613-631.
- [45] Vo, T. P., Thai, H. T., Nguyen, T. K., Inam, F. and Lee, J. (2015), "Static behaviour of functionally graded sandwich beams using a quasi-3D theory", *Composites Part B: Engineering*, 68, 59-74.
- [46] Bennai, R., Atmane, H.A and Tounsi, A. (2015), "A new higher-order shear and normal deformation theory for functionally graded sandwich beams", *Steel and Composite structures*, 19(3), 521-546.
- [47] Akbaş, Ş.D., Forced vibration analysis of functionally graded sandwich deep beams. *Coupled systems mechanics*, 8(3), 259-271, 2019.
- [48] Reddy J.N., Chin C.D., Thermoelastical analysis of functionally graded cylinders and plates, *Journal of Thermal Stresses* 21(6), 593-626, 1998.
- [49] Akbaş, Ş.D., Kocatürk, T., Post-buckling analysis of functionally graded three-dimensional beams under the influence of temperature. *Journal of Thermal Stresses*, 36(12), 1233-1254, 2013.
- [50] Ebrahimi F., Jafari, A., A Higher-Order Thermomechanical Vibration Analysis of Temperature-Dependent FGM Beams with Porosities, *Journal of Engineering*, 2016, 2016.
- [51] Akbaş, Ş.D., Inelastic Behavior of a Bar Structural Element in Temperature Environment, *Avrasya 9th International Conference on Applied Sciences*, 24-26 November 2023, Tiflis, Georgia.
- [52] Akbaş, Ş.D., Thermal Vibration of Sandwich Planes with Functionally Graded Layers and Porous Core, *Avrasya 9th International Conference on Applied Sciences*, 24-26 November 2023, Tiflis, Georgia.
- [53] Akbaş, Ş.D. Investigation on free and forced vibration of a bi-material composite beam. *Journal of Polytechnic-Politeknik Dergisi*, 21,65-73 ,2018.
- [54] Akbaş, Ş. D., Kocatürk, T. Post-buckling analysis of Timoshenko beams with temperature-dependent physical properties under uniform thermal loading. *Struct. Eng. Mech. Intl J.* **44**, 109–125 2012.
- [55] Kocatürk, T., Akbaş, Ş.D. Thermal post-buckling analysis of functionally graded beams with temperature-dependent physical properties. *Steel Compos. Struct. Int. J.* **15**, 481–505 2013.
- [56]. ASME Code Cases : Nuclear Components, 1992, Case N-47-30, Section III, Division 1., ASME Boiler and Pressure Vessel Code.
- [57]. Detail of the ITER Outline Design Report, 1994, The ITER Machine, Vol 2, San Diego.
- [58]. Incropera, F. and DeWitt, D., (1985), *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, 2nd edition, John Wiley.
- [59]. ITER Documentation Series, No 29, 1991, Blanket, Shield Design and Material Data Base, IAEA, Vienna.
- [60] Bathe, K. J. (2006). *Finite element procedures*. Klaus-Jurgen Bathe.

## TOZ ÖĞÜTME SİSTEMİNDE KULLANILAN BİR YAZILIMIN TOZ BOYUTUNA ETKİSİ

**Mücahit TURHAN<sup>1</sup>, Prof. Dr. İhsan Pehlivan<sup>2</sup>, Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme, Mühendisliği, mucahit.turhan34@gmail.com, ORCID ID 0009-0004-2359-4996

<sup>2</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, [ipehlivan@subu.edu.tr](mailto:ipehlivan@subu.edu.tr), ORCID ID 0000-0001-6107-655X

<sup>3</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, [fcaliskan@subu.edu.tr](mailto:fcaliskan@subu.edu.tr), ORCID ID 0000-0002-9568-7049

### ÖZET

Bu çalışmada, mevcut toz öğütme sistemlerinden farklı olarak üretilmiş olan yeni nesil bilyeli öğütücünün sahip olduğu yazılım sistemi, öğütücünün lineer ve dairesel hareketlerini sabit hızlarda çalışmasını sağlamaktadır. Bu yazılım sistemi güncellenerek günümüzde farklı alanlarda da kullanılan, rastgele çalışma prensibine sahip kaotik yazılım sistemi entegre edilmiştir. Entegre edilen kaotik yazılım sisteminden Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi tercih edilmiştir. Bu sistem ile bilyelerin ve tozların birbirleri ile çarpışma ihtimalini arttırarak tozları daha küçük boyutlara öğüterek toz boyutlandırma verimliliği arttırması hedeflenmiştir.

Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi entegre edilen bilyeli öğütücüde SiC (Silisyum Karbür) tozu öğütülmüştür. Öğütülen SiC tozunun öncelikle elek analizi yapılmıştır. Yapılan elek analizi sonucunda öğütülen tozlar; 100 mikron üstü, 100 – 45 mikron arası, 45 – 32 mikron arası ve 32 mikron altı olarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan tozlar hassas terazide tartılarak ağırlıkça yüzdeleri hesaplanmıştır. Yapılan analiz sonucunda çıkan numunelere SEM ve XRD analizi yapılmıştır. Sonuç olarak, farklı yazılım sistemlerinin kullanılmasının öğütücü verimliliği üzerine etkisi görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Toz metalurjisi, öğütme, yazılım etkisi

### 1. GİRİŞ

Teknoloji alanındaki hızlı gelişmeler, geleneksel malzemelerin yerini daha üstün özelliklere sahip ileri teknolojik malzemelere bırakmıştır [1, 2, 3]. Bu gelişmelerden etkilenen malzemeler

arasında seramik malzemelerde vardır. İleri teknoloji seramikler; sertlik, rijitlik, yüksek mukavemet, aşınmaya ve aşırı sıcaklıklara karşı dayanıklılık gibi özelliklere sahip olması sayesinde günümüzde uçak ve uzay endüstrisi dahil olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır [4]. Silisyum karbür (SiC), bor karbür (B<sub>4</sub>C) ve alümina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ileri teknolojik seramiklerden bazılarıdır.

Başlangıçta bir tozun şekli ve boyutu gibi özelliklerinden o tozun nasıl üretildiğini tahmin edebilmek mümkündür. Maliyet ve istenilen özelliklere göre bir malzeme toz haline getirilebilir. Mekanik öğütme, kimyasal tepkime, sıvı atomizasyonu ve elektrolitik biriktirme toz üretimde genellikle kullanılan yöntemlerdir [5]. Mekanik öğütme; sert bilyeler, çubuklar veya çekiçler kullanarak gevrek malzemelerden toz öğütme işlemidir. Bilyeli öğütücüler bu sisteme en iyi örnektir. Genellikle bir haznenin %30'una toz %40'ına da bilye koyularak tozların ve bilyelerin birbirleri ile çarpışması ile öğütme işlemi gerçekleştirilmektedir [5]. Birçok çeşit bilyeli değirmen mevcuttur; spex shaker, gezegensel bilyeli değirmen, atritör değirmen ve standart bilyeli değirmen genellikle kullanılan değirmenlerdir. Bu değirmenlerden farklı çalışma prensibine sahip yeni nesil bir bilyeli öğütücüde mevcuttur. Genel olarak değirmenlerin hareketleri standart olarak çalıştığından dolayı toz üretimi uzun sürelere veya yüksek enerjilere gereksinim duymaktadır. Bu soruna çözüm üretebilmek adına yazılımsal olarak geliştirilen kaotik sistem, yeni nesil bilyeli öğütücüye entegre edilmiştir. Kaotik sistemin genel olarak düzensizliğin düzeni şeklinde tanımlanır ve doğrusal olmayan olguları açıklamaya yarayan bir bilim dalıdır [6]. Bu çalışmada, mevcutta geliştirilen bir öğütücü sistemine kaotik yazılımda geliştirilmiş bir yazılım/kod sisteminin entegrasyonu ve bunun sonucunda partiküllerin öğütülme verimliliğinin incelenmesi hedeflenmiştir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Dairesel ve lineer olarak sabit hızlarda, bilye ile toz öğütme işlemi gerçekleştiren yeni nesil bilyeli öğütücü donanımsal olarak iyileştirmeleri yapılmış ve yazılımsal olarak Pehlivan – Uyaroglu tarafından kaotik sistemde yazılan bir model entegre edilmiştir. Entegre edilen Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile dairesel olarak değişken 24,77 Hz ve lineer olarak ise 35 Hz sabit hızda 30 dakika boyunca SiC tozu öğütme işlemi gerçekleştirilmiştir. Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile öğütülen SiC tozlarına 30 dk boyunca elek sarsma cihazında eleme işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem sonucunda kullanılan eleklerle bağlı olarak 100 µm üstü, 100

$\mu\text{m}$  ve  $45 \mu\text{m}$  arası,  $45 \mu\text{m}$  ve  $32 \mu\text{m}$  arası ve son olarak  $32 \mu\text{m}$  altı şeklinde toz boyutlandırılması yapılmıştır. Boyutlandırma işlemi ile ayrılan SiC tozları hassas terazide tartılarak ağırlıkça yüzdeleri alınmış ve sonuçlar ve değerlendirme kısmında listelenmiştir.



Görsel 1. Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi entegre edilen yeni nesil bilyeli öğütücü

Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile öğütülen SiC tozlarından  $32 \mu\text{m}$  altı olan tozlara SEM ve EDS analizleri yapılmıştır. Yapılan analizlerin sonuçları sonuçlar ve değerlendirme kısmında yorumlanmıştır.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile öğütülen SiC tozunun sonuçları Çizelge 1a. ve 1b’de listelenmiştir. Öğütme öncesi ve sonrası yapılan boyut ölçüleriyle verimlilik değişimini ortaya konmuştur.

Çizelge 1a. Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile öğütülen SiC tozunun sonuçları

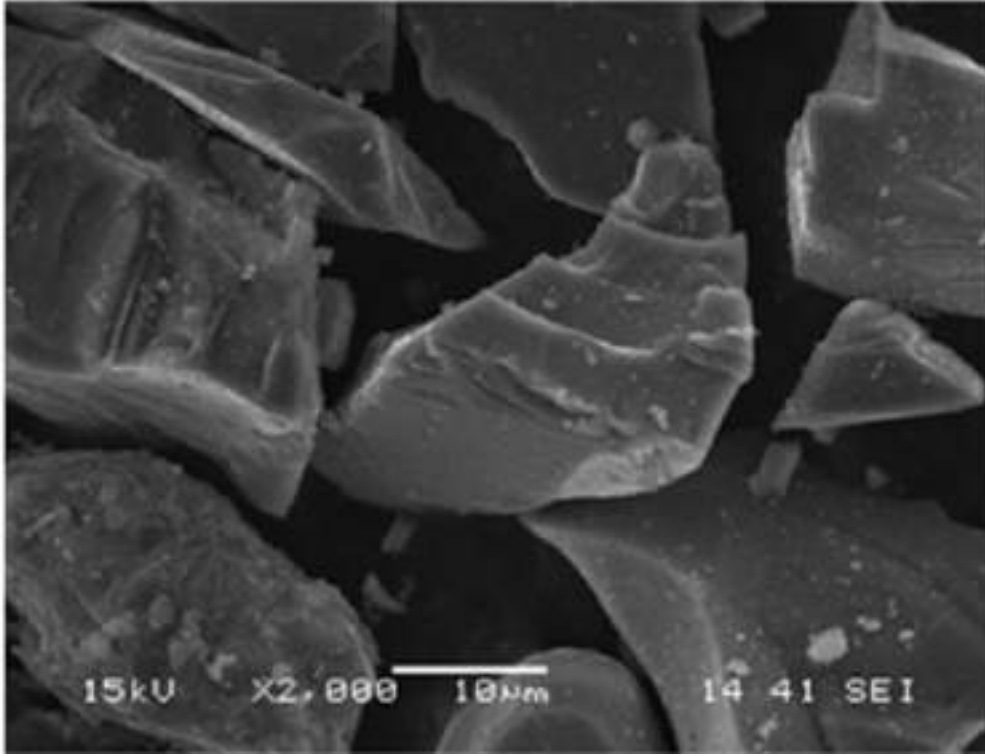
<b>Orbital hız</b>	<b>Pehlivan-Uyaroğlu 24,77 Hz değişken hız</b>
--------------------	--

Lineer hız	35,00 Hz Sabit hız	
	Toz (g)	Bilye (g)
Öğütme Öncesi	65,00	240,51
Öğütme Sonrası	62,17	240,48

Çizelge 1b. Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile öğütülen SiC tozunun sonuçları

Toz Boyutu	Toz Miktarı
Mikrometre ( $\mu\text{m}$ )	Ağırlıkça Yüzde (%)
100 $\mu\text{m}$ üstü	38,00
45 - 100 $\mu\text{m}$ arasında	51,65
32 - 45 $\mu\text{m}$ arasında	3,55
32 $\mu\text{m}$ altı	6,80

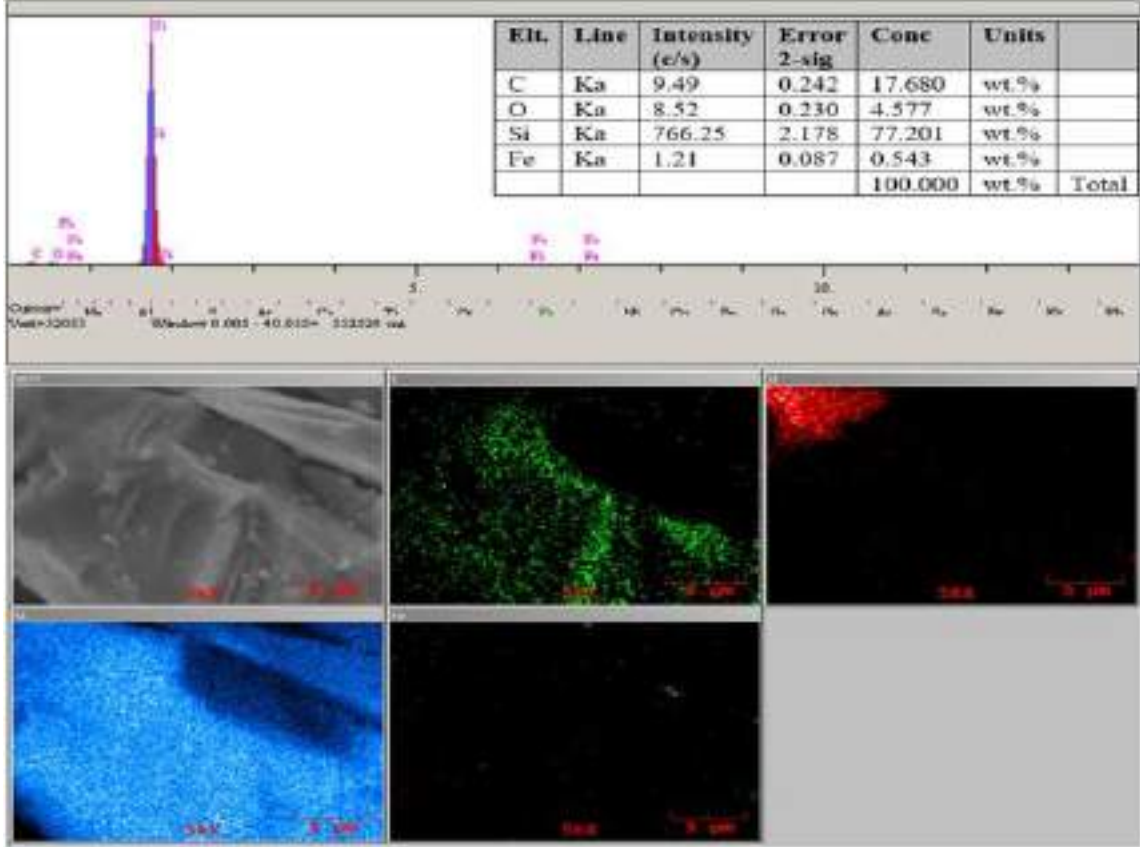
Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile öğütülmüş olan SiC tozlarının sonuçlarına baktığımızda 32  $\mu\text{m}$  altı toz miktarı ağırlıkça %6,80 olduğu görülmektedir. Uygulanan yeni kaotik sistem modelinin SiC tozu öğütme örneği incelendiğinde Çizelge 1.'e bakılarak daha verimli olduğu açık bir şekilde görülmüştür.



Görsel 2. Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile öğütülen SiC tozu 2000 büyütmedeki SEM görseli

Bu verimliliği doğrulamak adına yapılan SEM analizi Görsel 2.' de görülmektedir. SEM görüntüsüne baktığımızda öğütülen tozların 30 µm altında olduğu ve toz boyutlarının, parçalanmaya bağlı olarak daha da küçülerek 5 µm altına da indiği görülmektedir. Bu sonuçlara göre yapılan SEM analizi elek analizini doğrulamış bulunarak kaotik sistemin verimli olduğu anlaşılmaktadır.





Görsel 3. Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile öğütülen SiC tozunun EDS analizi ve mapping görseli

Görsel 3.' e baktığımızda öğütülen SiC tozunun EDS analizi ve mapping görseli görülmektedir. EDS analizi sonucuna baktığımızda Si ve C elementinin yanı sıra Fe ve O elementinin olduğu gözükmemektedir. Fe elementi öğütme işlemi sırasında kullanılan çelik bilyelerin birbirine çarpışması sonucu öğütülerek sisteme dahil olduğu öngörülmektedir. Sistemden manyetik bir ayırıcı ile uzaklaştırılabilir. EDS mapping ile de sistemde bulunan elementlerin dağılımını daha iyi bir şekilde gözlemlemekteyiz.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yeni nesil bilyeli öğütücüye yazılımsal olarak Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi entegre başarılı bir şekilde edilmiştir.

Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile dairesel eksende 24,77 Hz ve lineer eksende sabit 35 Hz hızda SiC tozu öğütülmüştür.

Öğütülen SiC tozlarına öncelikle elek analizi daha sonrasında ise SEM ve EDS analizi yapılarak SiC tozlarının morfolojisi ve boyutu ortaya koyulmuş, elek analizi sonuçları desteklenmiş ve doğrulanmıştır.

Sonuç olarak, Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi entegre edilen yeni nesil öğütücüde 200 mikron civarı başlangıç boyutunda olup %62'sininin 100 mikron altında olduğu görülmüştür. Elek analizine göre SiC tozlarının ağırlıkça %6,80 'ni 32 µm altı toz boyutuna sahipken SEM görüntüsünde gerçek partikül boyutlarının daha da ince olduğu görülmüştür. Gerçek boyutla arada oluşan farklılığın yeni öğütülen toz yüzeylerinin aktifliğinden kaynaklandığı topraklanma meyilinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

## 5. KAYNAKÇA

- (1) Çıtak, R., *Metalik Ba-Al Başlangıç Tozlarının Düşük Sıcaklıklarda Oksidasyonu ile Al Matrisli Kompozit Üretimi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1998.
- (2) Sur, G., *Alüminyum Esaslı Kompozitlerin Üretimi ve İşlenebilirliğinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2002.
- (3) Acılar, M., *Al/SiC Kompozitlerin Vakum İnfiltasyon Yöntemi ile Üretimi ve Aşınma Davranışlarının Araştırılması*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2002.
- (4) Saito, S. (1988). *Advanced Ceramics*, Oxford University Pres.
- (5) German, R. M., *Powder Metallurgy and Particulate Materials Processing*, Metal Powder Industries Foundation, Princeton, NJ, 2005.
- (6) Pehlivan, İ., *Yeni Kaotik Sistemler: Elektronik Devre Gerçeklemeleri, Senkronizasyon ve Güvenli Haberleşme Uygulamaları*, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2007.

## TOZ ÖĞÜTME SİSTEMİNDE KULLANILAN YAZILIMIN YOĞUNLAŞMAYA ETKİSİ

Mücahit TURHAN<sup>1</sup>, Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme, Mühendisliği, [mucahit.turhan34@gmail.com](mailto:mucahit.turhan34@gmail.com), ORCID ID 0009-0004-2359-4996

<sup>2</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, [fcalışkan@subu.edu.tr](mailto:fcalışkan@subu.edu.tr), ORCID ID 0000-0002-9568-7049

### ÖZET

Toz boyutu, toz morfolojisi ve boyut dağılımı seramik sektöründe önemli proses parametrelerindedir. Toz boyutunu küçültmek için çeşitli kırma ve öğütme sistemleri kullanılmaktadır. Halihazırda kullanılan sistemler arasında mekanik öğütücü sistemler uygulama kolaylığı sebebiyle yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Son zamanlarda yüksek enerjili öğütme sistemleri kullanılarak verimlilik artışı sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmada, yüksek enerjili toz öğütme sistemlerinden farklı olarak, laboratuvar imkanlarında geliştirilen yeni nesil bir bilyeli öğütücüde farklı yazılımlar kullanılarak elde edilen prekürsör tozlar, daha sonra preslenip, soğuk izostatik preste yoğunluğu arttırılmış ve grafit rezistans fırınında sinterlenmiştir. Öğütücüye entegre edilen kaotik yazılım sisteminden Pehlivan – Uyaroglu kaotik modeli tercih edilmiştir. Kaotik sistem ve standart yazılım kullanılarak tozlar öğütülmüştür. Öğütülen SiC tozları incelendiğinde toz boyutunun küçüldüğü görülmüş ve daha yüzey aktif tozlar elde edilmiştir. Elde edilen SiC tozları termodinamik olarak daha kararsız bir yapıya sahiptir. Bu kararsız yapının yoğunlaşmaya olumlu etkisi olması ve sinterlemeyi kolaylaştırması beklenmiştir. Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile öğütülen SiC tozları ve hiç öğütülmemiş olan SiC tozları bir kalıpta 250 barda preslenerek 1700 °C sinterlenmiştir. Sinterleme sonucunda çıkan numunelere SEM ve XRD analizi yapılmıştır. Analizlerin sonuçlar listelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Toz metalurjisi, öğütme, yazılım etkisi

### 1. GİRİŞ

Farklı bileşimlerdeki seramik malzemeler kristal ve cam yapılı fazları barındırmakta ve bünyesindeki gözenek oluşumu genellikle görülmektedir. Seramiklerin özelliklerini bu bileşenler miktarı büyük ölçüde etkilemektedir. Yapıda bulunan fazların değişimi yalıtkan olan seramik bir malzemeyi iletken bir hale getirebilmektedir [1]. Bunun gibi nedenlerden dolayı ileri teknolojik seramiklere olan ilgi ve araştırmalar her geçen gün artmıştır [2]. Nitrürler, karbürler ve oksitlerin saf bileşeni olan seramikler içinde bulunduğumuz yüzyılın en etkili bilimsel gelişmelerini ortaya koymaktadır [3].

Seramikler, plastikler ve metaller gibi birçok mühendislik partiküllerinin ölçüm birimi mikrometredir ( $\mu\text{m}$ ). Toz metalurjisinde genellikle 1 – 200  $\mu\text{m}$  boyutlarındaki toz parçacıkları kullanılmaktadır. Kompozit malzeme üretiminde ve geliştirilmesinde de farklı boyutlarda seramikler, metaller ve intermetalikler gibi farklı tozlar kullanılmaktadır. Otomobil piston kolunun toz metalurjisi ile üretilmiş bir ürün olması, toz metalurjisinde kullanılan tozların istenilen özelliklere göre tozları karıştırarak ürün ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır [4].

Toz metalurjisinin ana adımlarını toz teknolojisi ve toz işleme olarak ayırabiliriz. Toz teknolojisi ana adımı altında parçacıkların boyutu, şekli ve üretimi ile bileşim ve karıştırmayı sıralarken, toz işleme ana adımının altında ise sıkıştırma, şekil verme ve sinterlemeyi sıralayabiliriz [4]. Bu adımlardan yola çıkarak toz metalurjisi ile nihai ürün; öncelikle tozların üretimi, istenilen tozların karıştırılması, tozlara şekil verme ve sıkıştırma ile en son olarak tozların sinterlenmesi sonucunda elde edilmiş olur. Mekanik olarak bilyeli öğütücü ile tozlar istenilen boyutlara gelmektedir. Öğütme sonucunda çıkan tozlar karıştırılarak pres makinesinde preslenmekte ve daha sonrasında sinterlenmektedir [5].

Bu çalışmada geleneksel öğütme yöntemleriyle öğütülen tozlara alternatif olarak yenilikçi bir yazılım sisteminin öğütücü makineye entegrasyonu, makinanın farklı çalışma sistemi ve enerji aktarım kabiliyetine sahip olacağından ortaya çıkacak tozların karakteristikleri değişecektir. Böylece bu çalışmada yoğunlaşma ve sinterleme davranışındaki değişim incelenecektir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Tozların bilyeli öğütücüde öğütme süresini azaltmak ve toz boyutlarının sinterlemeyi kolaylaştırmak adına yüzey alanını arttırabilmek adına yeni nesil bilyeli öğütücüye Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi entegre edilmiştir. Entegre edilen bu yazılımsal sistem ile lineer ve dairesel olarak iki farklı eksende 3000 devir gibi yüksek ve toz öğütme işlemi sırasında değişebilen hızlarda tozların parçalanarak daha fazla yüzey alanı oluşumunu sağlamıştır.



(a)

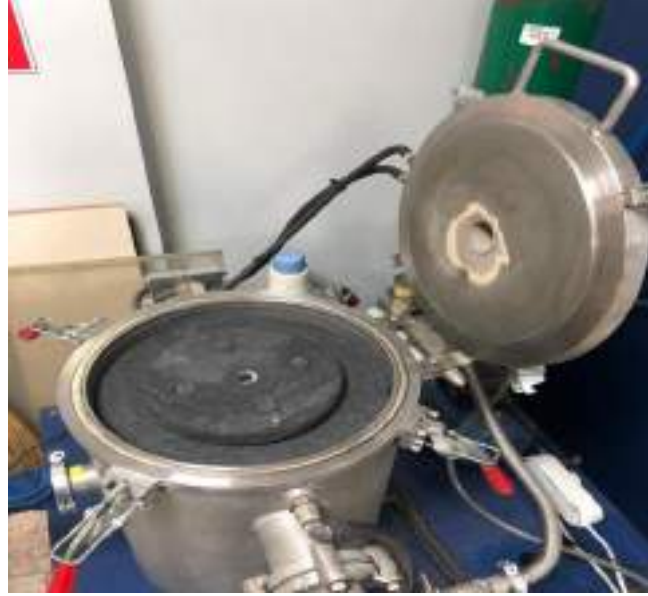


(b)

Görsel 1. (a) Öğütülmemiş SiC tozu (b) Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi entegrasi ile öğütülmüş SiC tozu

Pehlivan – Uyaroglu kaotik sisteminde öncelikle 30 dakika boyunca lineer sabit 35 Hz ve dairesel değişken 24,77 Hz hızda öğütme işlemi gerçekleştirilmiştir. Öğütme işlemi sonrasında

elde edilen tozlardan 32  $\mu\text{m}$  altı tozlar alınarak 250 bar basınçla preslenmiştir. Preslenen numune 1700  $^{\circ}\text{C}$ ' de 45 dakika boyunca sinterlenmiştir. Sinterlenen numuneye SEM, EDS ve XRD analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları, sonuçlar ve değerlendirme bölümünde listelenmiştir.

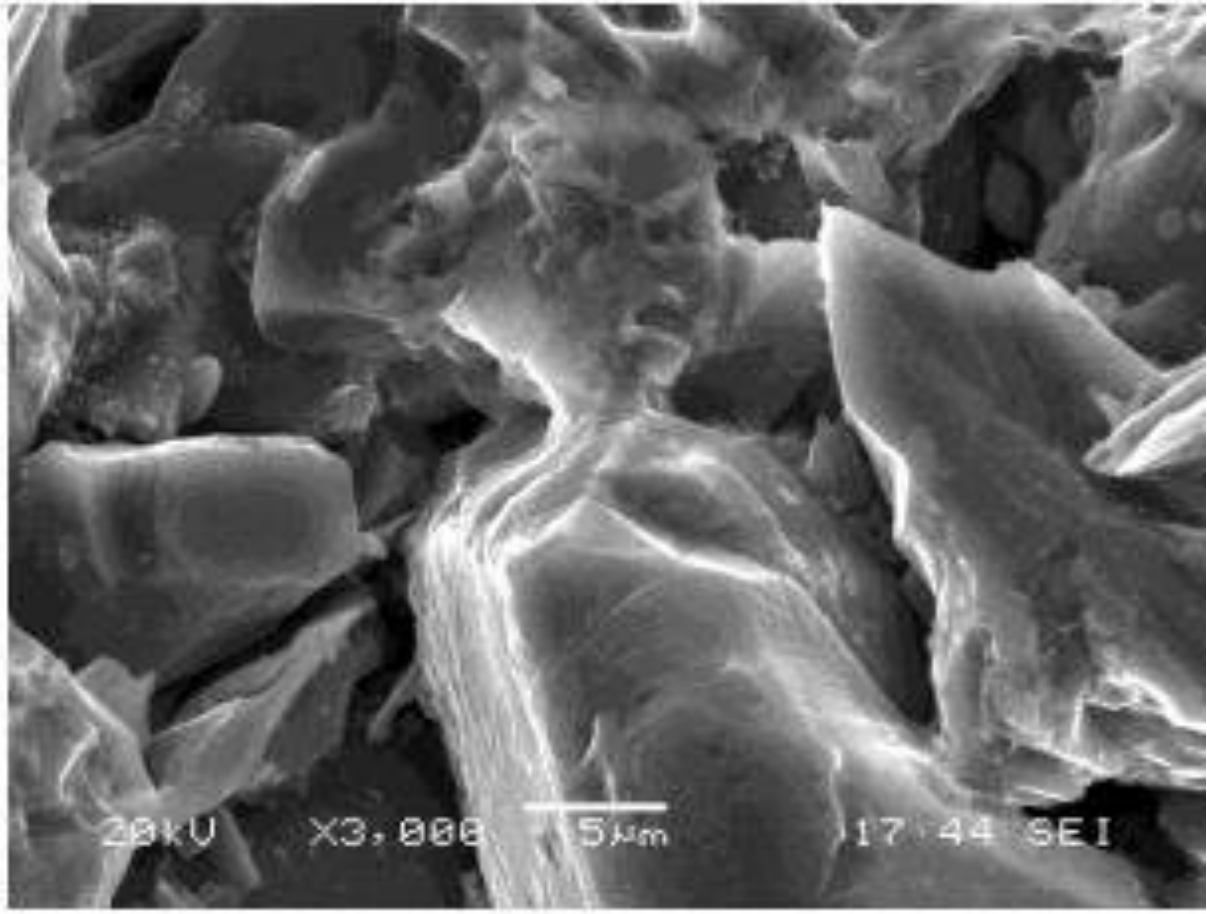


Görsel 2. Sinterleme işleminde kullanılan atmosfer kontrollü grafit fırını

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

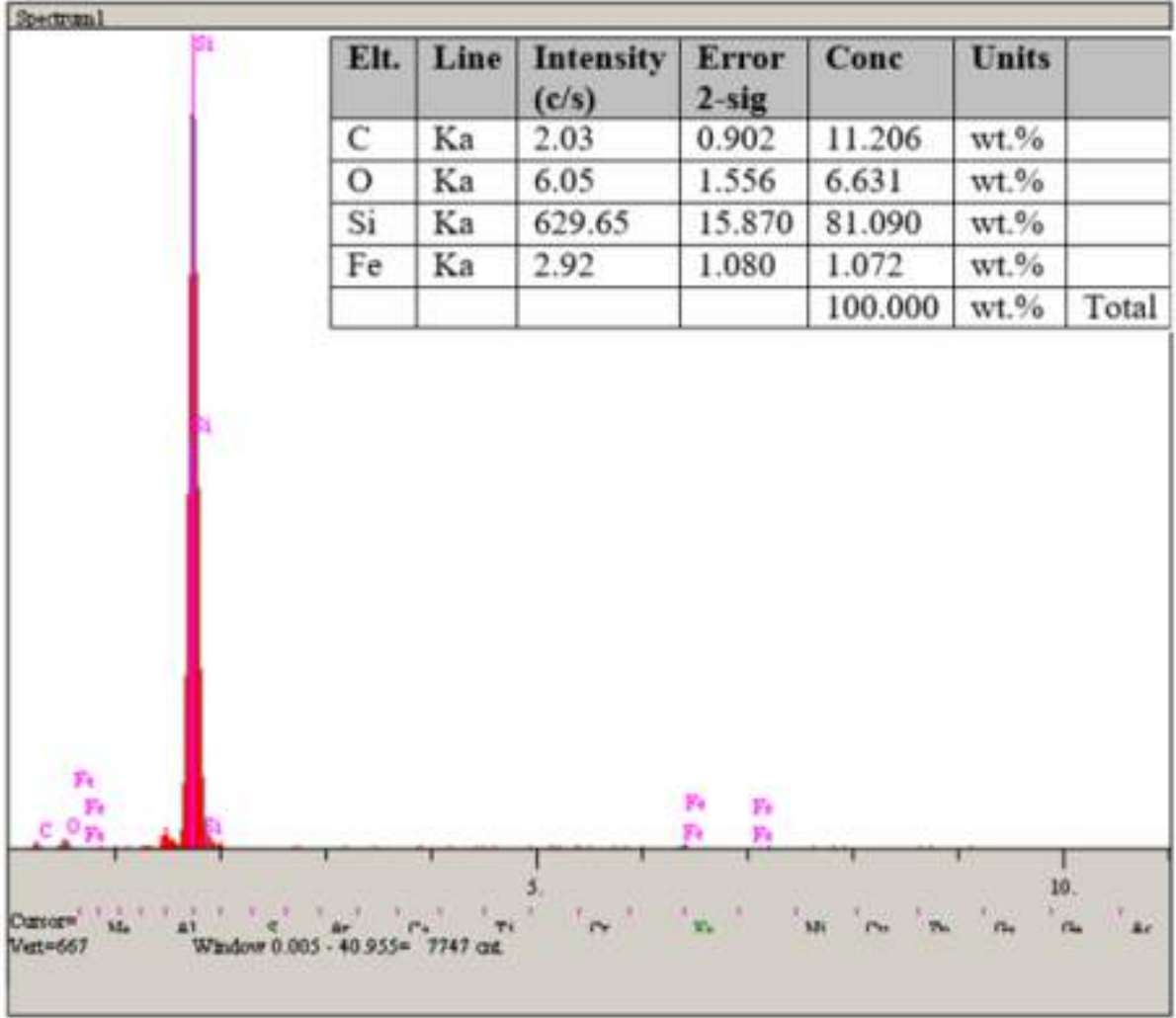
Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile öğütülmüş olup daha sonrasında atmosfer kontrollü grafit fırınında sinterlenen SiC peletinin 3000 büyütmedeki SEM sonuçları Görsel 3. 'de görülmektedir.





Görsel 2. Sinterlenen peletin 3000 büyütmedeki SEM görüntüsü

SEM görüntüsünde görüldüğü üzere Pehlivan – Uyaroglu kaotik sisteminde öğütülmüş olan SiC tozlarının yüzey alanının artması ile sinterleme işlemi başarı ile sonuçlanmıştır. Buradaki SiC parçacıklarının birbirleri ile kaynaşması bu sonucu desteklemektedir. SiC tozları genellikle yüksek sıcaklıklarda sinterlenmektedir. SiC seramiklerinin basınçsız sinterleme yöntemiyle üretiminde yoğunlaşma davranışı 2000°C altında oldukça zayıftır. Bu çalışma kapsamında yeni kullanılan yöntemle üretilen SiC tozlarının aktifleştirilmesiyle yoğunlaşma davranışının iyileştiği ve önemli ölçüde yoğunluğun arttığı görülmüştür.

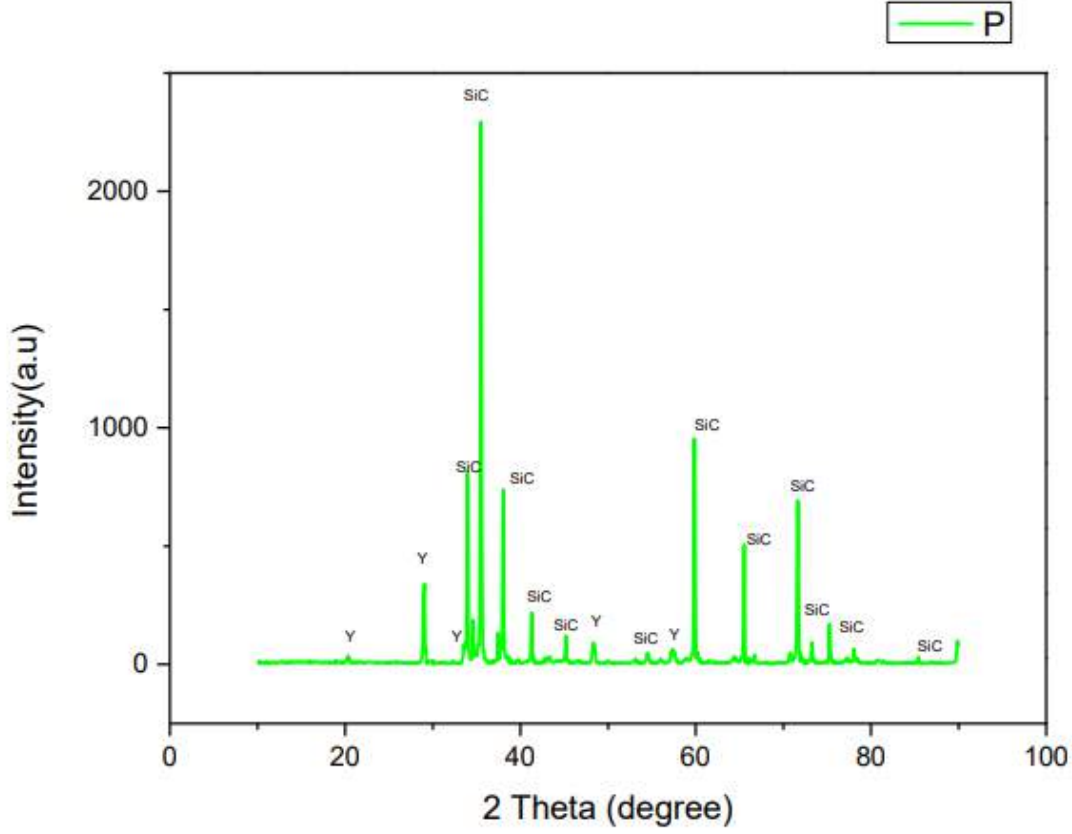


Görsel 4. Sinterlenen peletin EDS analiz görüntüsü

Görsel 4.'deki EDS analizinde görüldüğü üzere sistemde Si ve C elementine oranla az miktarda Fe ve O elementi bulunmaktadır. Fe elementi SiC tozları öğütülürken çelik bilyelerin birbiri ile çarpışmasından kopan parçacıklar olduğu tahmin edilmektedir. Bu parçacıklar manyetik bir ayırıcı ile sistemden rahatlıkla uzaklaştırılabilir.

Görsel 5.'de ise sinterlenen SiC peletin XRD analizi görülmektedir. XRD analizini incelediğimizde oluşan faz yapılarını ve ilave edilen katkı malzemelerini görmekteyiz. SiC ve  $Y_2O_3$ 'ün sinterlenen pelet içerisinde fazları görülmektedir. Sıvı faz sinterleme için sisteme ilave edilen ve %5 'ten az MgO ve  $SiO_2$ ' nin analizde gözükmemesi Pehlivan – Uyaroglu ile öğütülmüş olan tozların sinterlenme işleminin başarı ile gerçekleştiğini göstermektedir. Sıvı faz sinterlemenin etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için SiC tozlarının yüzeyindeki  $SiO_2$

(yüzey silikası) ile ilave edilen MgO ve Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tozları reaksiyona girerek düşük ötektikli bir sıvı faz oluşturmuştur.



Görsel 5. Sinterlenen peletin XRD analiz görüntüsü

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yüzey alanını arttırmak için bilyeli toz öğütücüyü Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi başarı ile entegre edilmiştir. Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile SiC tozu öğütülerek preslenmiş ve soğuk izostatik presleme yöntemiyle ön yoğunluk arttırımı gerçekleştirilmiştir. Atmosfer kontrollü grafit basınçsız sinterleme fırınında sinterlenerek bulk numuneler elde edilmiştir.

Pelet halindeki numuneye yapılan SEM, EDS ve XRD analizleri incelendiğinde sinterleme işlemi sonunda yoğunlaşmanın önemli ölçüde başarılı olduğu, istenmeyen ve beklenmeyen fazların olmadığı gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak Pehlivan – Uyaroglu kaotik sistemi ile SiC tozlarının yüzey alanları artarak aktifleştirilen tozların kullanılmasıyla sinterleme işlemi daha düşük sıcaklıkta ve kısa sürede gerçekleştirilebilmiştir.

## 5. KAYNAKÇA

- (1) Geckinli, E., İleri Teknoloji Malzemeleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Basımevi, İstanbul, 1992.
- (2) Bengisu, M., Seramik Bilimi ve Mühendisliği, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2006.
- (3) Saito, S., Advanced Ceramics, Oxford University Press, Oxford, 1988.
- (4) German, R. M., Powder Metallurgy and Particulate Materials Processing, Metal Powder Industries Foundation, Princeton, NJ, 2005.
- (5) German, R. M., Sintering Theory and Practice, John Wiley and Sons, New York, 1996.

## HİDROTERMAL YÖNTEMLE ÜRETİLEN BOR TAKVİYELİ TiO<sub>2</sub>: XRD- SEM KARAKTERİZASYONU VE RADYASYON SOĞURMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

**Dr.Öğr.Üyesi. SANİYE TEKEREK<sup>1</sup>, Dr.Öğr.Üyesi. AYÇA TANRIVERDİ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilim Dalı, [saniye1580@gmail.com](mailto:saniye1580@gmail.com)- 0000-0003-3326-358X

<sup>2</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilim Dalı, [aycatanriverdikudret@gmail.com](mailto:aycatanriverdikudret@gmail.com)- 0000-0002-0658-8576

### ÖZET

Saf ve farklı oranlarda (ağırlıkça %15, %25 ve %35) bor takviyesi yapılarak TiO<sub>2</sub> nanotozlar hidrotermal yöntem kullanılarak üretilmiştir. Katkılanan bor elementinin TiO<sub>2</sub>'nin fiziksel özellikleri üzerinde yaptığı etkiyi incelemek için üretilen nanotoz ve nanokompozitlerin yapısal ve morfolojik özellikleri incelenmiştir. Bor ile güçlendirilmiş TiO<sub>2</sub>'nin karakterizasyonu için X-ışını Kırınımı (XRD) ve Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) kullanıldı. X-ışını kırınım spektrumları incelendiğinde, B katkısı ile birlikte TiO<sub>2</sub> nanoparçacıkların yapısında (111) yönelimine sahip TiB<sub>2</sub> hegzagonal, (310) yönelimine sahip B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kübik ve (110) yönelimine sahip rutil tetragonal polikristal yapıların oluştuğu görülmüştür. H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> ile B dop edilmiş yapının XRD pik genişliklerinin artması kristal ve tane boyutlarının küçük olduğunun göstergesidir. SEM görüntüleri incelendiğinde ise B katkısı ile birlikte tanelerin homojen olarak dağıldığı görülmüştür. SEM görüntüleri incelendiğinde morfolojik yapının tetragonal şekilde gerçekleştiği ve nano boyutta olduğu gözlenmiştir. Buna ek olarak nanokompozitlerin gama ışını kalkanlama özellikleri, 15 keV-15 MeV foton enerjileri için Phy-X/PSD veri programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Yoğunluğu düşük olan bor elementinin takviyesinin kütle zayıflama katsayısına oldukça düşük bir etki yaptığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada bor takviyeli malzemenin titanyum dioksit (TiO<sub>2</sub>) yapısına etkisi araştırılarak radyasyondan korunma özellikleri araştırılmıştır. Radyasyon uygulamalarındaki katkısız ve bor katkılı TiO<sub>2</sub> nanopartiküllerinin mekanizmalarını tam olarak karakterize etmek ve radyasyon aktivitelerinin yanı sıra potansiyellerini daha iyi anlamak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Bor, Kütle soğurma katsayısı, TiO<sub>2</sub>.

### 1.GİRİŞ

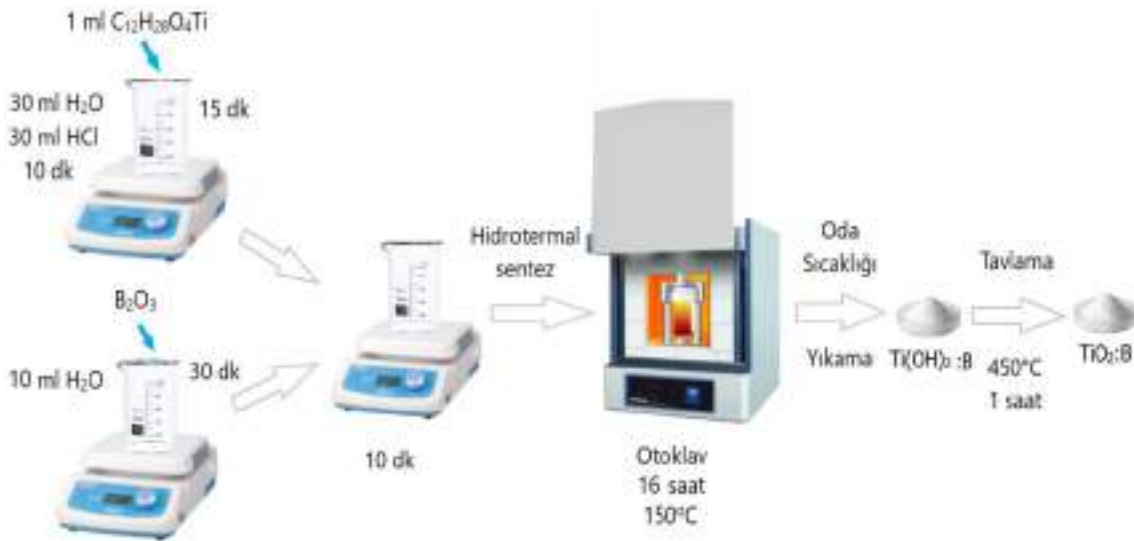
Yarıiletken metal oksit nanopartikülleri, benzersiz özellikler gösteren geniş uygulama alanlarında kullanılan bilim ve teknolojiye çok tercih edilen malzemelerdir. TiO<sub>2</sub> metaloksit yarı iletkenin nanoyapısı, nanoçubuklar ve nanoteller gibi tek boyutlu kristal yapıda olması ve eşsiz optik özellikleri nedeniyle mükemmel elektron taşıma özellikleri sergiledikleri için çeşitli alanlarda yaygın bir şekilde tercih edilirler. Hidrotermal yöntem, sudaki yüksek sıcaklık ve basıncı kullanarak nanokristalleri büyütme için kullanılan bir sentez tekniğidir. Hidrotermal yöntemde ürünlerin morfolojik kontrolü ve kristal yapıda ürün elde etme gibi çok sayıda avantajları bulunmaktadır. Bu nedenlerle bu çalışmada hidrotermal sentez yöntemi tercih edilmiştir. Katkısız ve Bor katkısıyla yapılarının nasıl değiştiğini anlamak buna paralel olarak radyasyonlu ortamlarda nasıl davrandıklarını incelemek için bu çalışma yapılmıştır.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal ve metot

Bu çalışmada nanoparçacık üretimi aşamasında borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, Merck), Titanyum (IV) izopropoksit (C<sub>12</sub>H<sub>28</sub>O<sub>4</sub>Ti, Sigma-Aldrich), hidroklorik asit (HCl, %37, Sigma-Aldrich) kimyasalları kullanılmıştır.

Hidrotermal yöntem kullanılarak basınç ve sıcaklık yardımıyla saf TiO<sub>2</sub> nanotozları ve bor takviyeli TiO<sub>2</sub> nanokompozitleri üretilmiştir. 30 ml saf su, 30 ml HCl ile karıştırılmış, üzerine 1 ml C<sub>12</sub>H<sub>28</sub>O<sub>4</sub>Ti ilave edilmiştir. Ardından çözelti, bir teflon malzeme ile otoklav içine konularak 150°C' de 16 saat boyunca kül fırınında bekletilmiştir. Oluşan tozlar saf su ile yıkanarak oda sıcaklığında kurutulmuştur. Bor takviyeli TiO<sub>2</sub> aynı prosedür kullanılarak ilave olarak (ağırlıkça %15, %25 ve %35) borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) eklenerek 30 dk boyunca manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Hidrotermal yöntemle üretilen B takviyeli TiO<sub>2</sub>'nin sentez aşamaları Görsel 1'de verilmiştir. Katkısız ve bor takviyeli TiO<sub>2</sub>, XRD ve SEM görüntüleri incelenerek analiz edilmiştir.



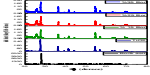
Görsel 1. Hidrotermal yöntemle üretilen B takviyeli TiO<sub>2</sub> sentez aşamaları



## 2.2. Teorik metot

Phy-X/PSD yazılımı, 1 keV ile 20MeV aralığında yüksek enerjili fotonlar için hesaplama yapabilen bir program kullanılmıştır (Şakar et al., 2020).

Kütle soğurma katsayısı, denklem (1) kullanılarak hesaplanmıştır [3].



(1)

Denklem (1)'de  $\rho$  yoğunluk,  $\mu$  lineer soğurma katsayısı,  $(\mu/\rho)$  elementin kütle soğurma katsayısıdır.

Radyasyona maruz kalan malzemenin HVL'si, malzemeye gelen radyasyon şiddetini 1/2 oranında azaltan kalınlık olarak ifade edilebilir [4], [5]. HVL, Denklem (2) kullanılarak hesaplanmıştır.

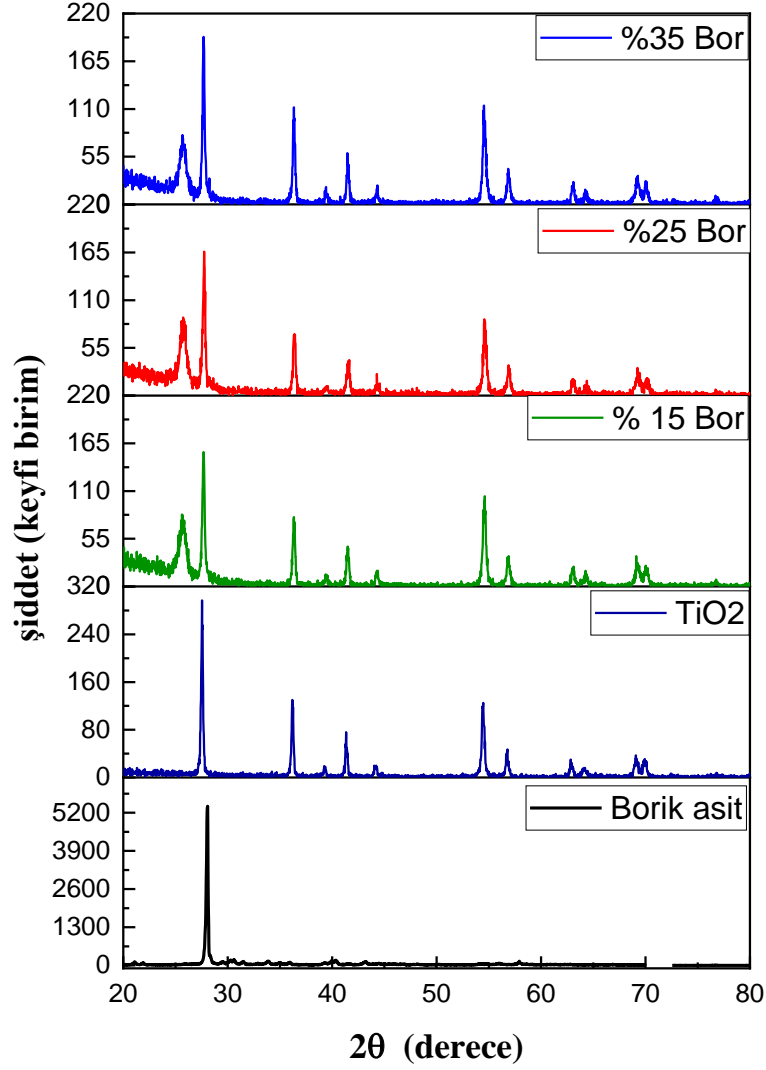
$$HVL = \frac{\ln 2}{LAC} \quad (2)$$

MFP, ortalama serbest yol ışının malzemeye giriciliğini ifade eder ve Denklem (3) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$MFP = \frac{1}{LAC} \quad (3)$$

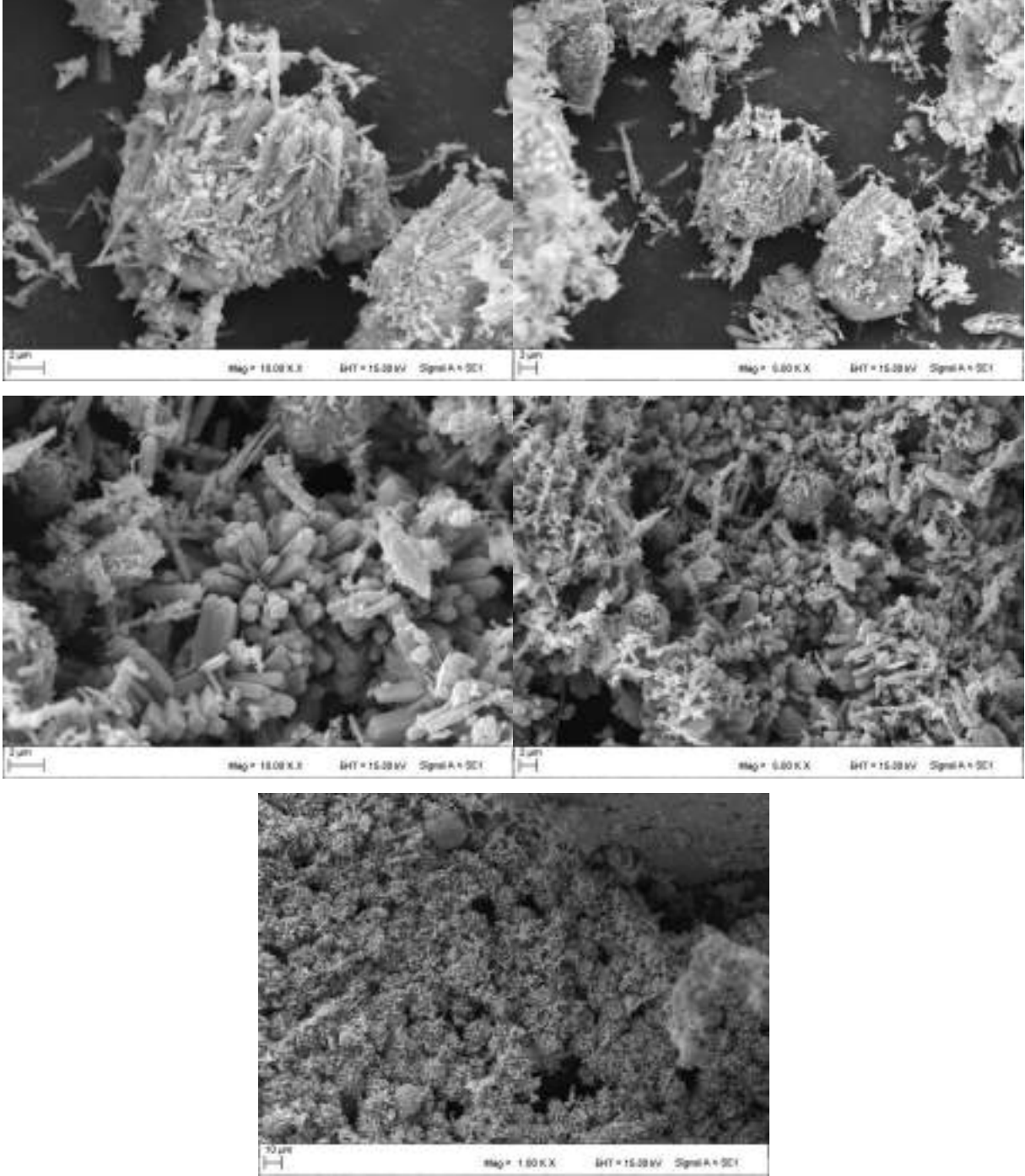
## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Takviyesiz ve bor takviyeli  $TiO_2$ 'nin XRD kristal yapıları analiz edilmiştir. Keskin pikler, numuneler için yüksek bir kristallik göstergesi olup tetragonal anataz  $TiO_2$  fazı oluştuğunu göstermektedir. Görsel 2'deki  $2\theta$ 'nın  $27,68^\circ$ ;  $36,33^\circ$ ;  $41,46^\circ$ ;  $44,33^\circ$ ;  $54,53^\circ$ ;  $56,86^\circ$ ;  $63,08^\circ$ ;  $64,41^\circ$ ;  $69,26^\circ$  ve  $70,11^\circ$  açısal değerlerinde gözlenen pikler literatür ile uyum içerisindedir (Wang ve ark., 2015). Bor takviyesi piklerin küçülmesine ve genişlemesine sebep olmuştur (Tu ve ark., 2012). Bu durumda bor takviyeli  $TiO_2$ 'lerde kristallerin küçülmüş olmasıyla açıklanabilir. XRD piklerinde  $B(OH)_3$  karşılık gelen bir tepe noktası tanımlanmıştır. Bu pikler (ICDD kart no:00-030-0620) literatür ile uyumludur (Hashim ve ark., 2021).  $2\theta=14,28^\circ$ 'ye denk gelen pik B varlığını göstermiştir. Bor takviyeli  $TiO_2$  nano parçacıklar üzerinde (101) yöneliminde anataz fazda tetragonal ve (111) kristal yapıları oluşmaktadır. Gözlemlenen Bor elementine ait olan tepe pik literatür ile uyum içerisindedir (Hashim ve ark., 2021).

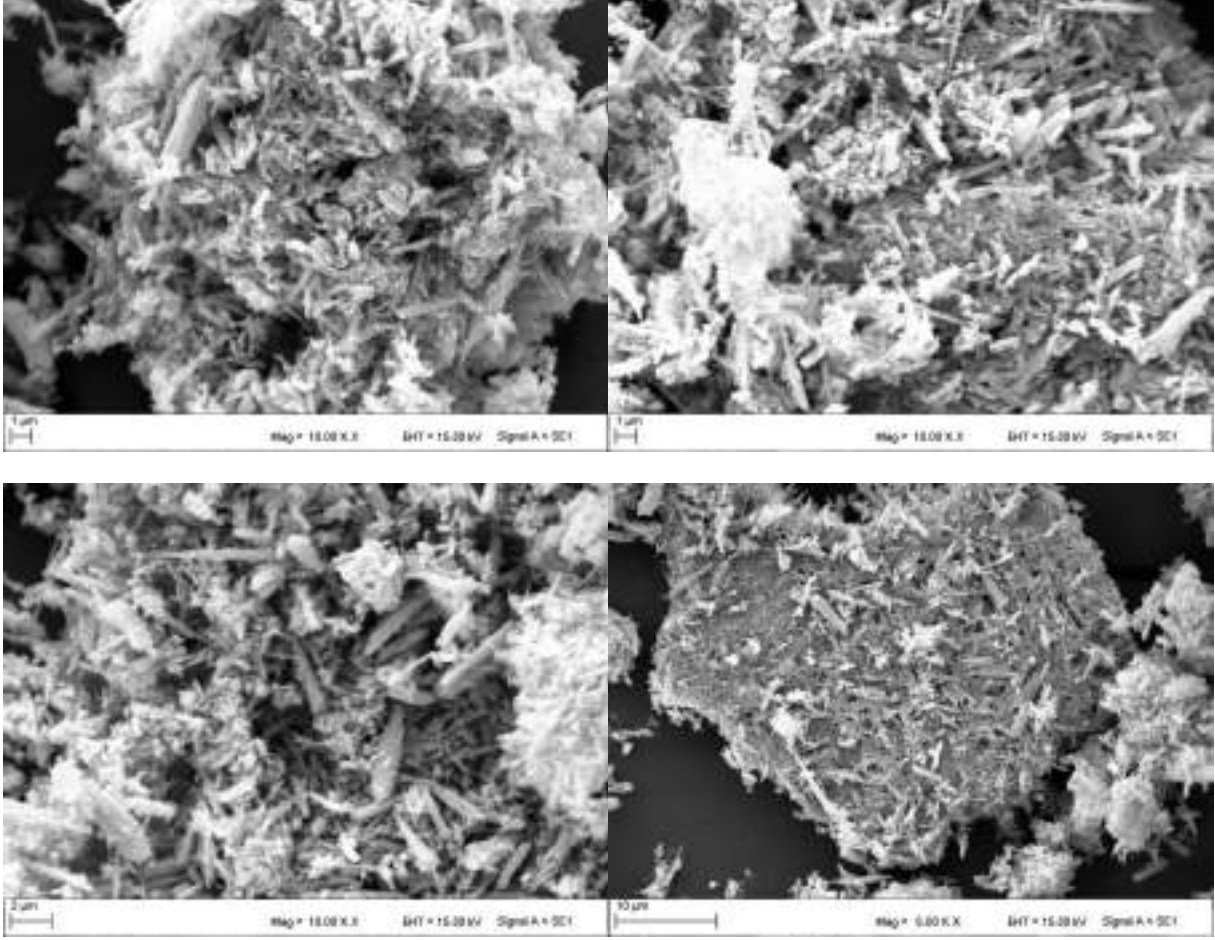


**Görsel 2. Borik asit, takviyesiz ve (ağırlıkça % 15, 25, 35) bor takviyeli TiO<sub>2</sub> nanopartiküllerinin X-ışını kırınım grafiği**

Hidrotermal yöntemle üretilen TiO<sub>2</sub> nanotozuna ait SEM görüntüsü Görsel 3 a’da, hidrotermal yöntemle sentezlenen %15 Bor takviyeli TiO<sub>2</sub>’ye ait SEM görüntüsü Görsel 3 b’de, hidrotermal yöntemle sentezlenen %25 Bor takviyeli TiO<sub>2</sub>’ye ait SEM görüntüsü Görsel 3 c’de, hidrotermal yöntemle sentezlenen %35 Bor takviyeli TiO<sub>2</sub>’ye ait SEM görüntüsü ise Görsel 3 d’de verilmiştir. TiO<sub>2</sub>’nin çubuk ve tetragonal yapılarında kristelleşme gösterdiği görülmektedir. SEM görüntüleri analiz edildiğinde tanelerin homojen dağıldığı, Bor takviyesinin artışıyla homojenliğin daha da arttığı, boyutlarının küçüldüğü görülmüştür (Yuan Wang ve ark., 2019).

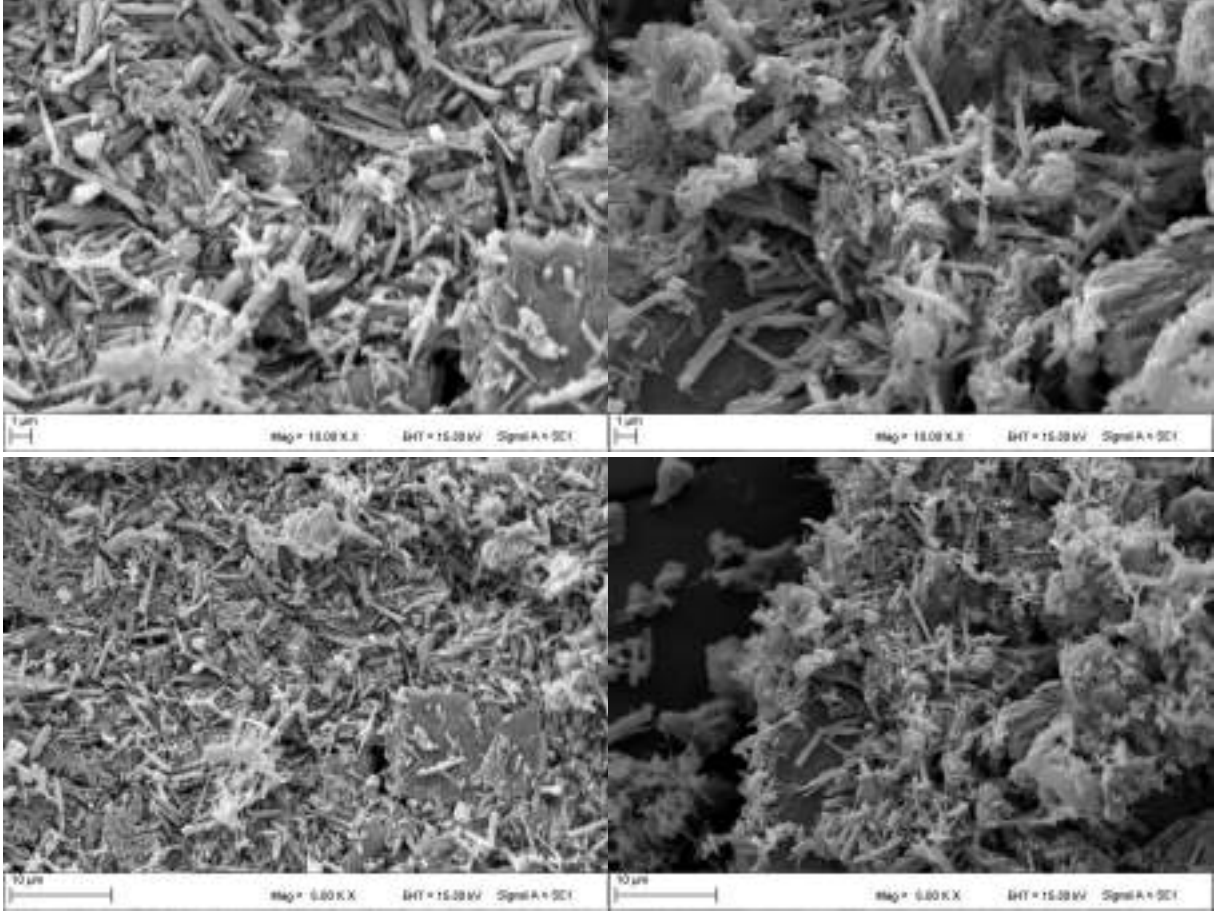


Görsel 3. a) Hidrotermal yöntemle üretilen TiO<sub>2</sub> nanotozuna ait SEM görüntüsü.

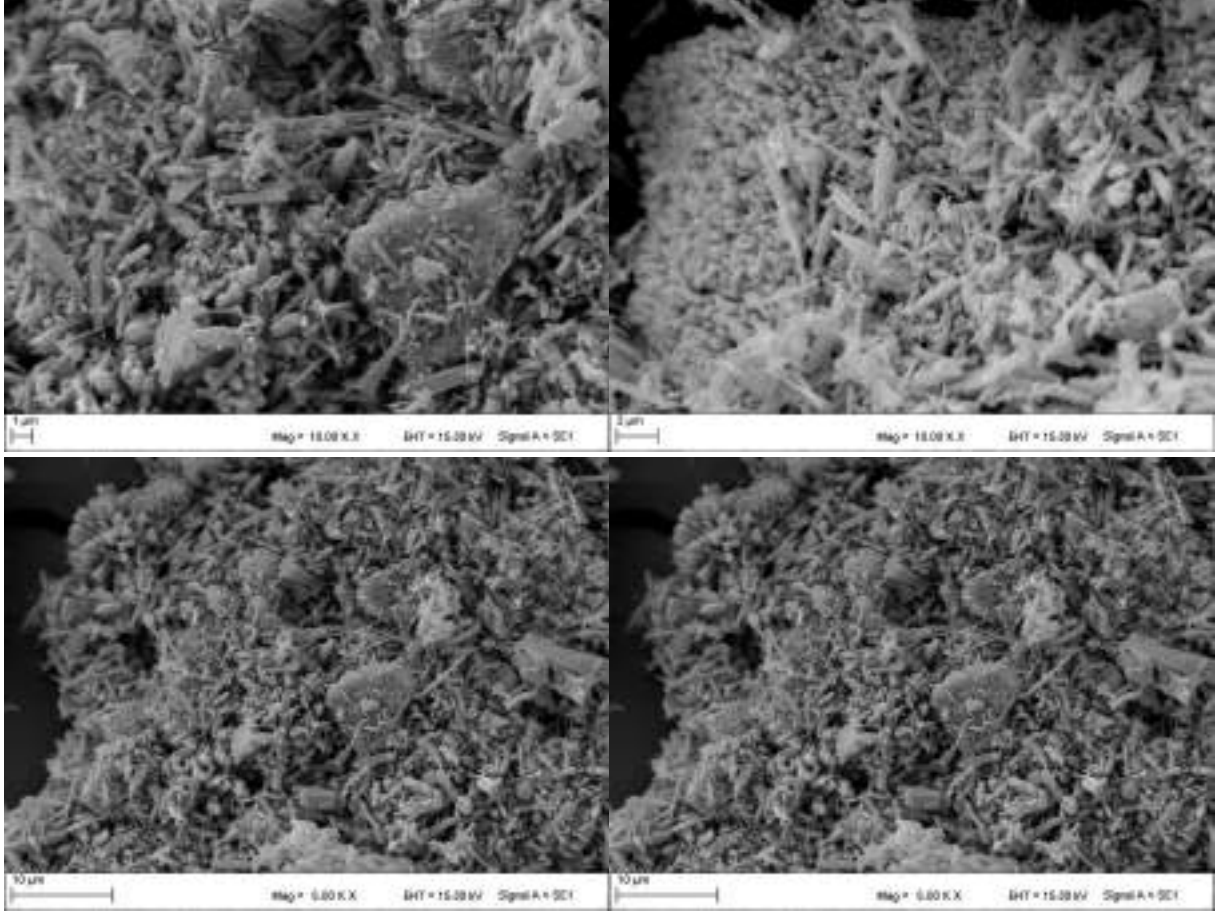


**Görsel 3. b) Hidrotermal yöntemle üretilen %15 Bor takviyeli TiO<sub>2</sub> nanokompozitine ait SEM görüntüsü.**





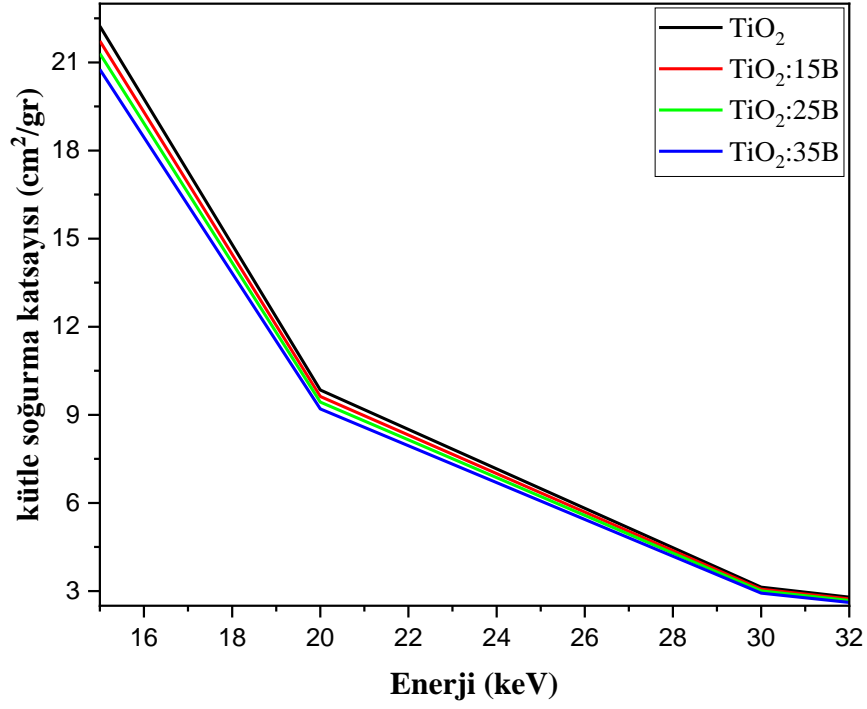
**Görsel 3. c) Hidrotermal yöntemle üretilen %25 Bor takviyeli TiO<sub>2</sub> nanokompozitine ait SEM görüntüsü.**



**Görsel 3. d) Hidrotermal yöntemle üretilen %35 Bor takviyeli TiO<sub>2</sub> nanokompozitine ait SEM görüntüsü.**

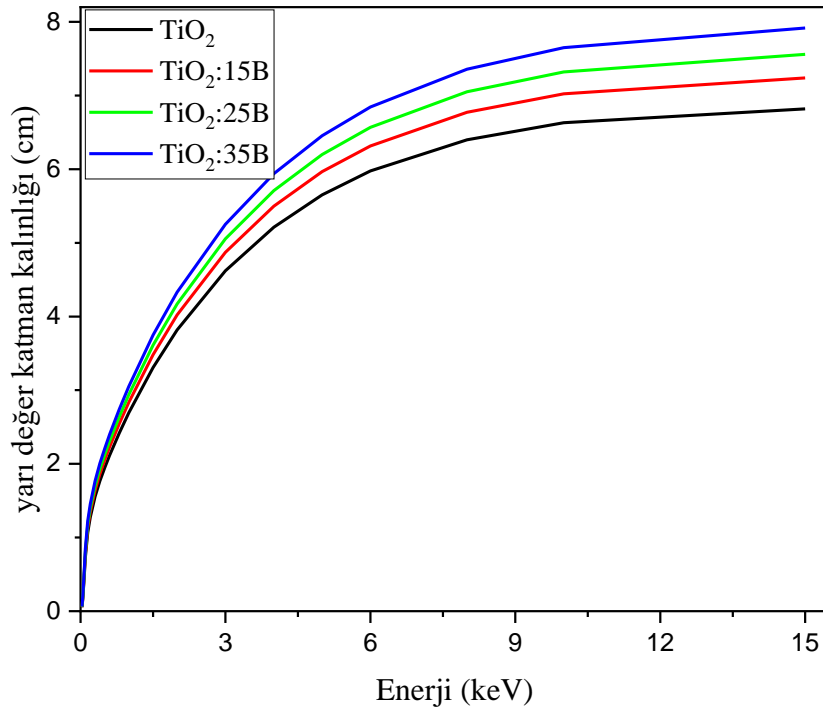
En yüksek kütle soğurma değerine katkısız TiO<sub>2</sub> sahipken Bor takviyesinin artmasıyla bu değerde az da olsa bir düşüş gözlenmiştir. Buda Bor elementinin yoğunluğunun düşük ve atom numarasının da küçük olmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Radyasyon koruma performansı olarak kütle soğurma katsayısı incelendiğinde 15 keV enerjide sırasıyla 22,23 cm<sup>2</sup>/gr katkısız TiO<sub>2</sub>, 21,72 cm<sup>2</sup>/gr TiO<sub>2</sub>:15B, 21,29 cm<sup>2</sup>/gr TiO<sub>2</sub>:25B ve 20,75 cm<sup>2</sup>/gr TiO<sub>2</sub>:35B ile en yüksek değerlerini alırken enerji artışı ile beraber hızlı bir azalış gözlemlenirken, 20-30 keV arasındada hızlı bir azalış göstermiş 30 keV enerjiden sonra en düşük değerlerine ulaştığı Görsel 4’de gözlemlenmiştir.





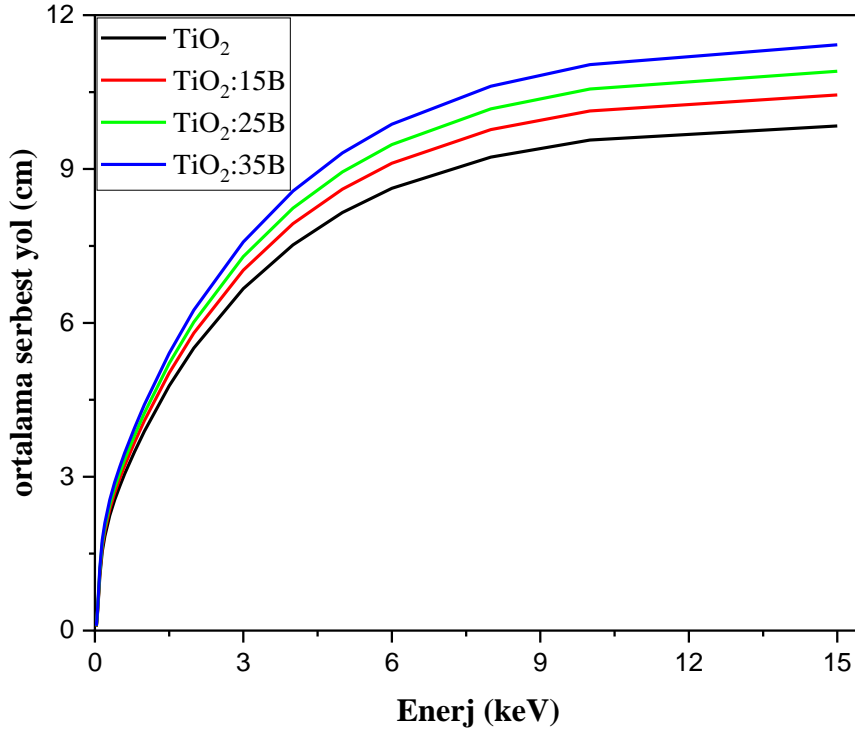
**Görsel 4.** Takviyesiz ve takviyeli TiO<sub>2</sub>'nin enerjiye bağlı olarak kütle soğurma katsayısı değişim grafiği.

Bor takviyesi en fazla olan TiO<sub>2</sub>:35B için HVL değeri en yüksek yarı değer tabaka kalınlığı değeri 15 keV enerjide 7,9 cm, TiO<sub>2</sub>:25B 7,5 cm, TiO<sub>2</sub>:15B 7,2 cm ve takviyesiz TiO<sub>2</sub> 6,8 cm'dir (Görsel 5). Bu hesaplamalar sonucunda 15 keV'lik bir enerjinin şiddetini %50 oranında soğurabilen en kalın malzemenin TiO<sub>2</sub>:35B olduğu görülmektedir. Bor katkısının artmasıyla birlikte daha kalın malzemeye ihtiyaç duyulacağı görülmektedir.



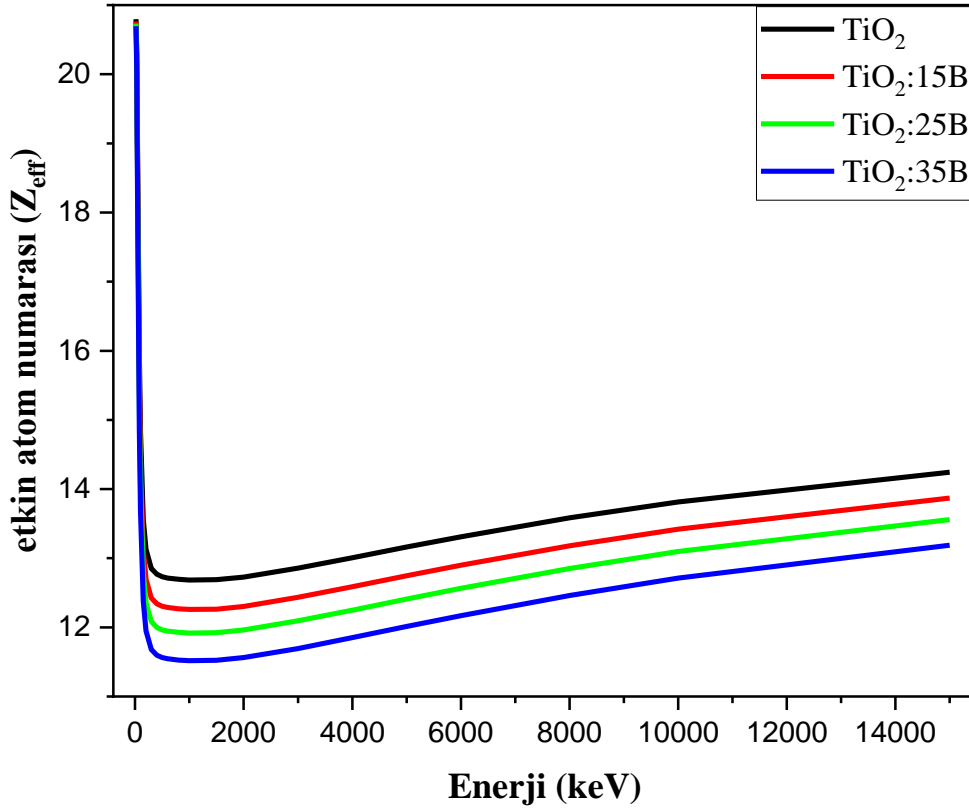
### Görsel 5. Takviyesiz ve takviyeli TiO<sub>2</sub>'nin enerjiye bağlı olarak HVL değişim grafiği.

Bor takviyesi en fazla olan TiO<sub>2</sub>:35B için MFP değeri en yüksek yarı değer tabaka kalınlığı değeri 15 keV enerjide 11,4 cm, TiO<sub>2</sub>:25B 10,9 cm, TiO<sub>2</sub>:15B 10,4 cm ve takviyesiz TiO<sub>2</sub> 9,8 cm'dir (Görsel 6). 15 keV'lik bir enerji şiddetinin nanomalzemeler arasında en çok yol alabildiği malzemenin TiO<sub>2</sub>:35B olduğu görülmektedir. Bor katkısının artmasıyla birlikte radyasyonun giriciliğinde de bir artış olduğu görülmektedir.



### Görsel 6. Takviyesiz ve takviyeli TiO<sub>2</sub>'nin enerjiye bağlı olarak HVL değişim grafiği.

Görsel 7'de foton enerjisinin artmasıyla TiO<sub>2</sub>'nin Z<sub>eff</sub> değerinin 1000 keV'de en düşük etkin atom numarası değerlerini aldıkları saptanmıştır. Sırasıyla katkısız TiO<sub>2</sub> 12,6 etkin atom numarasına, TiO<sub>2</sub>:15B 12,2 etkin atom numarasına, TiO<sub>2</sub>:25B 11,9 etkin atom numarasına ve TiO<sub>2</sub>:35B ise 11,5 etkin atom numarasına sahip oldukları görülmüştür. Periyodik tabloda 22 atom numarasına sahip olan Ti elementi yaklaşık 1 MeV radyasyona maruz kaldığında atom numarasın 12,6 olduğu gözlemlenmiştir. 15 MeV radyasyona maruz kalındığında ise 14,2 (TiO<sub>2</sub>), 13,8 (%15B), 13,5 (%25B) ve 13,1 (%35B) Z<sub>eff</sub> değerlerini aldıkları görülmektedir.



Görsel 7. Takviyesiz ve takviyeli TiO<sub>2</sub>'nin enerjiye bağlı olarak etkin atom numarasındaki değişim grafiği.

#### 4.GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Katkısız ve ağırlıkça %15, 25ve 35 Bor takviyeli TiO<sub>2</sub> nanopartikülleri hidrotermal yöntemle başarıyla sentezlenmiştir. Titanyum (IV) izopropoksit öncü malzeme ile üretilen nanotozlar kül fırınında 450 °C'de 1 saat kalsine edilerek kristal dizilimine geçmeleri sağlanmıştır. Yapısal ve morfolojik özellikleri XRD ve SEM ile karakterize edilmiştir. XRD analizi kristal oluşumunu gösteren keskin yansıma tepe noktaları göstermiştir. SEM analizi sonuçları malzemelerin morfolojisinin tetragonal ve çubuk bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir. Bor takviyeli TiO<sub>2</sub>'nin yapısal karakterizasyonunun yanı sıra radyasyon soğurma özellikleri de incelenmiştir. Mevcut çalışmada, hidrotermal sentez ile takviyesiz ve bor takviyeli TiO<sub>2</sub> üretilmiştir. Bor takviyesi ile kristalleşme oranı artmış olmasına rağmen radyasyon soğurma özellikleri üzerinde olumlu sonuçlar vermemiştir. Buda Bor elementinin atom numarasının küçük ve yoğunluğunun düşük olmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmadan elde edilen veriler ışığında bor takviyesinin radyasyondan korunma malzemeleri üretim aşamasında bilgi verebilir nitelikte olup radyasyon aktivitelerinin yanı sıra potansiyellerini daha iyi anlamak için daha detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

#### KAYNAKÇA

- [1] F. Özpolat, B. Alım, E. Şakar, M. Büyükyıldız, and M. Kurudirek, "Phy-X/ZeXTRa: a software for robust calculation of effective atomic numbers for photon, electron, proton,

- alpha particle, and carbon ion interactions,” *Radiat. Environ. Biophys.*, vol. 59, no. 2, pp. 321–329, 2020, doi: 10.1007/s00411-019-00829-7.
- [2] E. Şakar, Ö. F. Özpolat, B. Alım, M. I. Sayyed, and M. Kurudirek, “Phy-X / PSD: Development of a user friendly online software for calculation of parameters relevant to radiation shielding and dosimetry,” *Radiat. Phys. Chem.*, vol. 166, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.radphyschem.2019.108496.
- [3] J. H. Hubbell, “Review of photon interaction cross section data in the medical and biological context,” *Phys. Med. Biol.*, vol. 44, no. 1, 1999, doi: 10.1088/0031-9155/44/1/001.
- [4] O. Agar, M. I. Sayyed, F. Akman, H. O. Tekin, and M. R. Kaçal, “An extensive investigation on gamma ray shielding features of Pd/Ag-based alloys,” *Nucl. Eng. Technol.*, vol. 51, no. 3, pp. 853–859, 2019, doi: 10.1016/j.net.2018.12.014.
- [5] M. I. Sayyed, G. Lakshminarayana, M. G. Dong, M. Ç. Ersundu, A. E. Ersundu, and I. V. Kityk, “Investigation on gamma and neutron radiation shielding parameters for BaO/SrO–Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> glasses,” *Radiat. Phys. Chem.*, vol. 145, pp. 26–33, Apr. 2018, doi: 10.1016/j.radphyschem.2017.12.010.
- [6] Y. Wang, L. Li, X. Huang, Q. Li, and G. Li, “New insights into fluorinated TiO<sub>2</sub> (brookite, anatase and rutile) nanoparticles as efficient photocatalytic redox catalysts,” *RSC Adv.*, vol. 5, no. 43, pp. 34302–34313, 2015, doi: 10.1039/c4ra17076h.
- [7] J. Xu, Y. Ao, M. Chen, and D. Fu, “Low-temperature preparation of Boron-doped titania by hydrothermal method and its photocatalytic activity,” *J. Alloys Compd.*, vol. 484, no. 1–2, pp. 73–79, 2009, doi: 10.1016/j.jallcom.2009.04.156.
- [8] I. Y. Elbeyli, “Production of crystalline boric acid and sodium citrate from borax decahydrate,” *Hydrometallurgy*, vol. 158, pp. 19–26, 2015, doi: 10.1016/j.hydromet.2015.09.022.
- [9] S. A. Hashim, M. Islam, S. M. Kangle, S. Karmakar, and A. Roy, “Performance evaluation of boron/hydroxyl-terminated polybutadiene-based solid fuels containing activated charcoal,” *J. Spacecr. Rockets*, vol. 58, no. 2, pp. 363–374, 2021, doi: 10.2514/1.A34820.
- [10] C. B. N. M. Grant, *Ceramic Materials Science and Engineering*, Springer. 2007.
- [11] S. A. Hashim, P. K. Ojha, S. Karmakar, A. Roy, and D. Chaira, “Experimental Observation and Characterization of B–HTPB-based Solid Fuel with Addition of Iron Particles for Hybrid Gas Generator in Ducted Rocket Applications,” *Propellants, Explos. Pyrotech.*, vol. 44, no. 7, pp. 896–907, 2019, doi: 10.1002/prop.201900009.
- [12] S. A. Hashim, S. Karmakar, and A. Roy, “Effects of Ti and Mg particles on combustion characteristics of boron–HTPB-based solid fuels for hybrid gas generator in ducted rocket applications,” *Acta Astronaut.*, vol. 160, no. October 2018, pp. 125–137, 2019, doi: 10.1016/j.actaastro.2019.04.002.
- [13] C. B. Wang, S. Zhang, Q. Shen, and L. M. Zhang, “Investigation on reactive sintering process of boron carbide ceramics by XRD,” *Mater. Sci. Technol.*, vol. 25, no. 6, pp. 809–812, 2009, doi: 10.1179/174328408X363371.

- [14] H. L. Hoşgün and M. T. A. Aydın, “Synthesis, characterization and photocatalytic activity of boron-doped titanium dioxide nanotubes,” *J. Mol. Struct.*, vol. 1180, pp. 676–682, 2019, doi: 10.1016/j.molstruc.2018.12.056.
- [15] Y. Wang *et al.*, “Boron-Doped TiO<sub>2</sub> for Efficient Electrocatalytic N<sub>2</sub> Fixation to NH<sub>3</sub> at Ambient Conditions,” *ACS Sustain. Chem. Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 117–122, 2019, doi: 10.1021/acssuschemeng.8b05332.

## OPTICAL PROPERTIES OF GRAPHITIC CARBON NITRIDE DOPED BIODEGRADABLE FILMS

Hasan ESKALEN <sup>1\*</sup>, Mustafa KAVGACI <sup>2,4</sup>, Hakan YAYKAŞLI <sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Vocational School of Health Services, Department of Opticianry, Kahramanmaraş, Turkey, [heskalen@gmail.com](mailto:heskalen@gmail.com), ORCID: 0000-0002-4523-6573

<sup>2</sup> Kahramanmaraş İstiklal University, Vocational School of Health Services, Department of Opticianry, Kahramanmaraş, Turkey, [mkavgaci@gmail.com](mailto:mkavgaci@gmail.com), ORCID: 0000-0001-8747-0635

<sup>3</sup> Kahramanmaraş İstiklal University, Elbistan Vocational School of Higher Education, Department of Property Protection and Safety, Kahramanmaraş, Turkey, [hakanyaykasli@gmail.com](mailto:hakanyaykasli@gmail.com), ORCID: 0000-0001-5729-9662

<sup>4</sup> Kahramanmaraş İstiklal University, Institute of Graduate Studies, Department of Material Science and Engineering, Kahramanmaraş, Turkey

### ABSTRACT

Plastic is widely used in food packaging. Its many advantages such as its low weight, affordability, strong mechanical qualities, and ease of production combined with its need on fossil fuels to create a significant environmental impact. According to recent research, the global greenhouse gas emissions from conventional plastics are alarming and are predicted to soar to 650 million tons by 2050. The production of 200 million tons of plastics annually is heavily reliant on nonrenewable petroleum resources, which results in large emissions of carbon dioxide and hazardous materials that are harmful to human health. So, using alternative materials is important. Biodegradable materials such as proteins, polysaccharides, and lipids have been used in response to the need for environmentally friendly disposable films. Starch has emerged as a promising substitute due to its biodegradability, affordability, and film-forming abilities, even with its inherent limitations in terms of water vapor barrier and tensile strength. The methods used now are meant to improve starch performance. The objective of this study was to compare the optical characteristics of corn starch films that were enhanced by integrating graphitic carbon nitride ( $gC_3N_4$ ) with films that were derived from natural starch. In order to shed light on the potential benefits brought about by the inclusion of  $gC_3N_4$  in the biodegradable film matrix, the study carefully examined a number of optical parameters, including absorbance, absorption coefficient, existence coefficient, and refractive index in both variants. This research aims to make a significant contribution to the field of sustainable and environmentally friendly materials.

**Keywords:** Starch, Optical properties,  $gC_3N_4$ .

### 1. INTRODUCTION

Plastic is used extensively in food packaging because of its many benefits, such as its low weight, affordability, robust mechanical qualities, and simple production method. However, the



extensive use of plastics derived from fossil fuels puts a heavy burden on the environment. According to recent research, the world's greenhouse gas emissions from traditional plastics were 170 million tons CO<sub>2</sub>-equivalent in 2015; by the year 2050, emissions are projected to increase to an alarming 650 million tons. An estimated 200 million tons of synthetic plastics are produced annually, according to reports, with a significant reliance on nonrenewable petroleum resources. Hundreds of millions of tons of carbon dioxide are released into the atmosphere throughout this production process, along with other hazardous materials that seriously endanger human health. As an example, the United States produced an astounding 4.2 million tons of plastic garbage in 2018, of which only 10% was recycled [1–4].

Biodegradable substances have now been utilized to create disposable films. These materials include proteins (maize zein, soy protein and whey protein), polysaccharides ( cellulose, starch and chitosan), and lipids (paraffin, shellac resins, and acetoglyceride). One of the important choices to plastic is obviously starch, which is utilized to create naturally biodegradable bio-based films due to its low cost, non-toxicity, renewable nature, and good film-forming qualities [5–7]. Especially compared to other films, natural starch-based films possess several intrinsic drawbacks, including low water vapor barrier qualities, weak tensile strength, and high water sensitivity. Unfortunately, these weaknesses restrict the way they function in some situations. Nowadays, a variety of physical or chemical techniques may be used improve starch to give it the necessary characteristics [8, 9].

The primary objective of this investigation was to create novel films by doping corn starch with graphitic carbon nitride (gC<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) in order to investigate and contrast the optical properties of the film variants that were infused with gC<sub>3</sub>N<sub>4</sub> and those that were not. This study thoroughly examined and compared several optical parameters in the natural corn starch film and the new graphitic carbon nitride doped corn starch film, including absorbance, absorption coefficient, existence coefficient, and refractive index. By shedding light on the possible improvements brought about by the addition of gC<sub>3</sub>N<sub>4</sub> into the biodegradable film matrix, the study hoped to provide important new information regarding environmentally friendly and sustainable materials.

## 2. MATERIAL and METHOD

## 2.1. Preparation of $gC_3N_4$

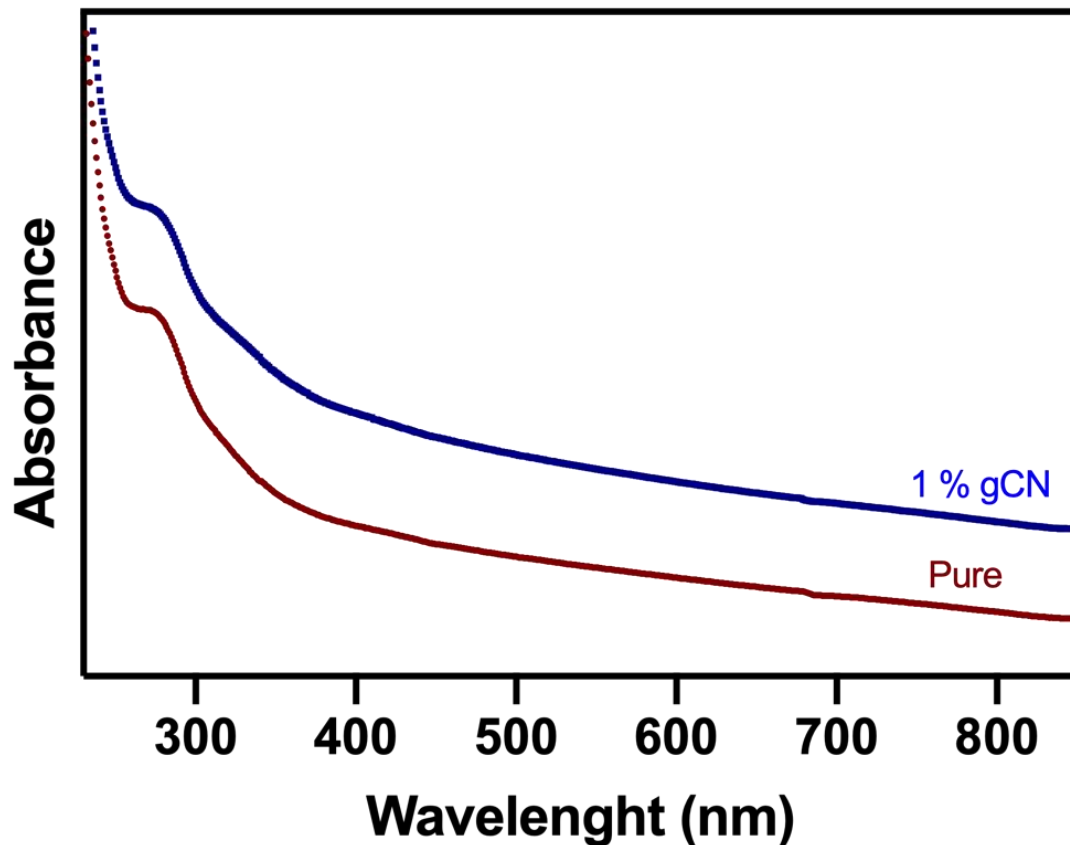
$gC_3N_4$  was synthesized from urea using a thermal degradation technique. Tekkim chemistry supplied us with exceptionally pure urea. The following stages were involved in the conventional synthesis. Ten grams of urea were placed in a closed ceramic crucible and fired to 550 °C at a rate of 3 °C per minute in the presence oxygen atmosphere. Following heating, the crucible was allowed to cool to normal temperature in the oven.

## 2.2. Preparation of films

The corn starch mixture was made by mixing 5% w/v starch and 1.5:5 glycerol/starch in distilled water, then stay hot plate 30 minutes at 85 °C while stirring constantly with a magnetic stirrer. The suspension was then left alone until  $gC_3N_4$  was uniformly blended at a concentration of 1% w/w based on dry starch. Pouring 25 mL of the suspension into 9 cm-diameter petri dishes and incubating them for 24 hours at 25 °C and 33% relative humidity yielded pure and  $gC_3N_4$ -doped films. The pristine and the 1% $gC_3N_4$  -doped film is labeled as pure and 1%  $gCN$  respectively.

## 3. RESULTS

The absorbance of the samples was measured using a Jasco V-750 UV-Vis spectrometer, and the resulting UV-vis spectra of the produced films are shown in Figure 1. These films have a strong UV light absorption capability, making them useful in a variety of packaging areas such as food, medicine, and cosmetics. The visible absorption peak in the 275 nm indicates that the inclusion of  $gC_3N_4$  considerably improves the UV light absorption capabilities of CS films. This development implies a possible improvement in the films' performance, increasing their efficacy in protecting packed contents. This is especially important in packing settings where UV protection is critical to maintaining product quality and integrity.

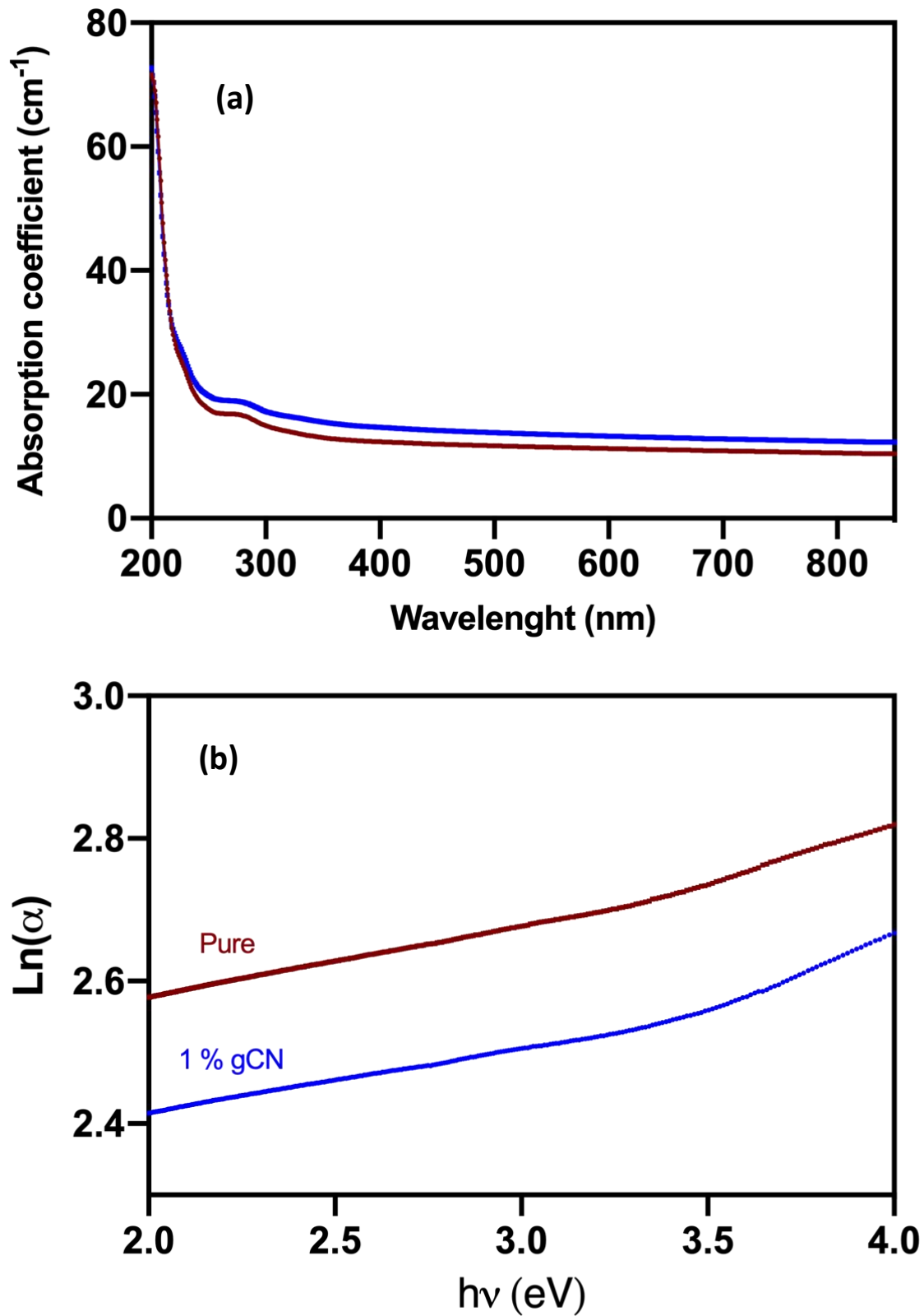


**Figure 1.** The UV-Vis absorption spectra for pure and 1%gCN films

Using Beer Lambert's formula, one may get the absorption coefficient ( $\alpha$ )[10] :

$$\alpha = \frac{2.303 A}{d} \quad (\text{Eq.1})$$

where  $d$  is the measured thickness of the film and  $A$  is the absorbance. The absorption coefficient values as a function of wavelength is given in Figure 2(a). The Urbach energy ( $E_U$ ) of the prepared film was calculated from the graph of  $\ln(\alpha)$  versus  $h\nu$ . Here the curve slope is calculated first and the reciprocal of the calculated slope is taken. Figure 2(b) shows  $\ln(\alpha)$  versus  $h\nu$ . The  $E_U$  values for pure and 1% gCN labeled films is calculated as 8.74 (eV) and 9.97 (eV) respectively.

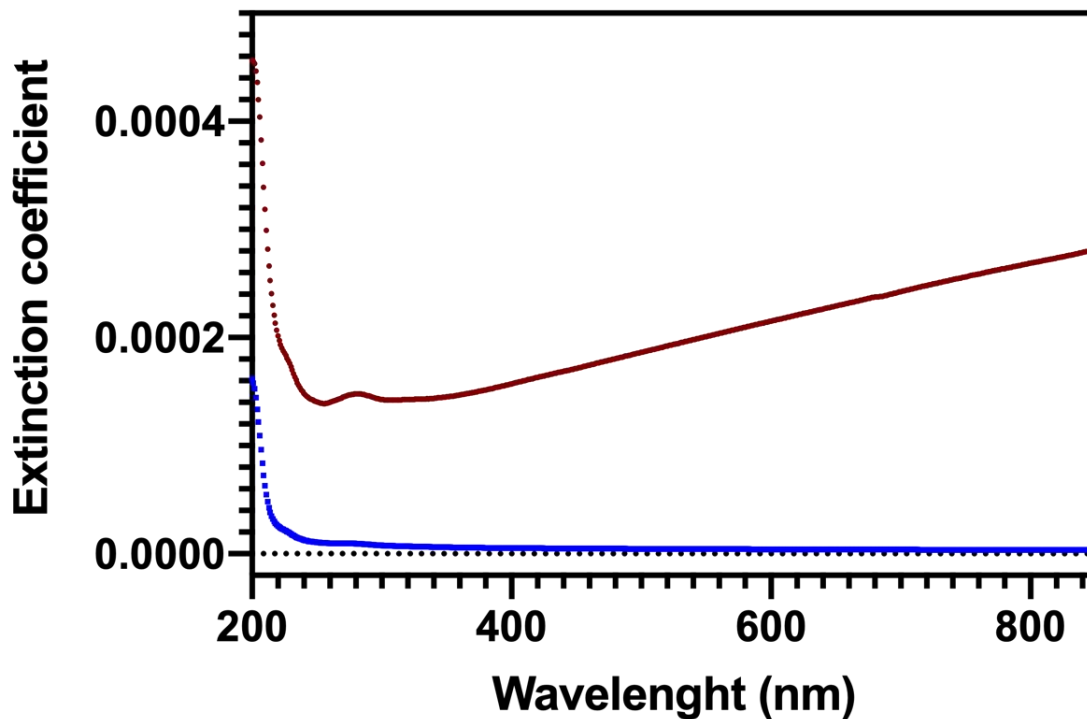


**Figure 2.** (a) The absorption coefficient values versus wavelength, (b)  $\text{Ln}(\alpha)$  versus  $h\nu$

A material's extinction (k) coefficient is directly related to its absorption coefficient and may be given as [11],

$$k = \frac{\alpha\lambda}{4\pi} \quad (\text{Eq. 2})$$

The imaginary component of the complex (n) refractive index is denoted by k. As the wavelength increases, so does the extinction coefficient, which is important in the application of current optoelectronic devices. The greater wavelength extinction coefficient represents electromagnetic radiation scattering loss. The greater value of k in the low wavelength area relates to the absorption process, which is also significant for electron transfer. Furthermore, changing the Extinction Coefficient to higher wavelength proposes applicability for advanced optical electronic devices [12].



**Figure 3.** Extinction coefficient versus wavelength of prepared films.

Figure 4 depicts the fluctuations in refractive index (n) with wavelength of pure and gCN doped corn starch films. The following formulae are used to compute the refractive index,

$$n = \left( \frac{1+R}{1-R} \right) + \sqrt{\frac{4R}{(1-R)^2} - k^2} \quad (\text{Eq.3})$$

Figure 4 demonstrates refractive index of samples. The gCN doped sample have enhanced the refractive index of pure one. The interaction between photons and electrons is demonstrated by the change of the refractive index with photon wavelength. The rise in refractive index values with increasing photon wavelength is due to a decrease in absorption coefficient and an increase in transmission. The behavior of the refractive index may be used to a variety of optical applications [13].

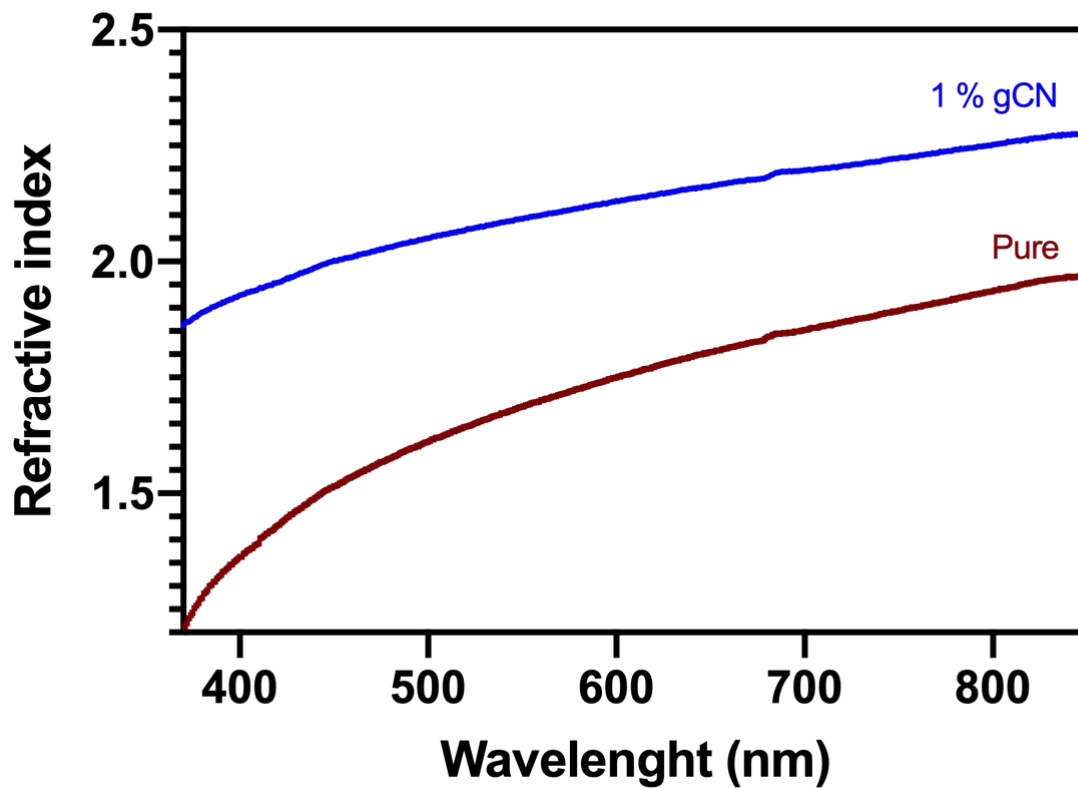


Figure 4. Refractive index of prepared films.

### 3. CONCLUSION

The production's reliance on nonrenewable petroleum resources results in significant emissions of carbon dioxide and toxic compounds that are dangerous to human health. As a result, biodegradable alternatives such as proteins, polysaccharides, and lipids have been researched for environmentally friendly disposable films. Efforts are being made to improve starch performance, as evidenced by a study that compared the optical characteristics of maize starch



films integrated with graphitic carbon nitride ( $gC_3N_4$ ) to natural starch-based films. The study carefully examines several optical properties in this study absorption coefficient, existence coefficient, urban energy and refractive index of the prepared samples examined to demonstrate the potential benefits of  $gC_3N_4$  incorporation in the development of ecologically sustainable materials.

## REFERENCES

1. Din MI, Siddique N, Hussain Z, Khalid R (2023) Facile synthesis of biodegradable corn starch-based plastic composite film reinforced with zinc oxide nanoparticles for packaging applications. *Inorganic and Nano-Metal Chemistry* 53:539–548. <https://doi.org/10.1080/24701556.2022.2081190>
2. Anugrahwidya R, Armynah B, Tahir D (2021) Bioplastics Starch-Based with Additional Fiber and Nanoparticle: Characteristics and Biodegradation Performance: A Review. *J Polym Environ* 29:3459–3476. <https://doi.org/10.1007/S10924-021-02152-Z/FIGURES/5>
3. Meert J, Izzo A, Atkinson JD (2021) Impact of plastic bag bans on retail return polyethylene film recycling contamination rates and speciation. *Waste Management* 135:234–242. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2021.08.043>
4. Su C yan, Li D, Wang L jun, Wang Y (2023) Biodegradation behavior and digestive properties of starch-based film for food packaging – a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 63:6923–6945. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2036097>
5. Trongchuen K, Ounkaew A, Kasemsiri P, et al (2018) Bioactive Starch Foam Composite Enriched With Natural Antioxidants from Spent Coffee Ground and Essential Oil. *Starch - Stärke* 70:1700238. <https://doi.org/10.1002/STAR.201700238>
6. do Evangelho JA, da Silva Dannenberg G, Biduski B, et al (2019) Antibacterial activity, optical, mechanical, and barrier properties of corn starch films containing orange essential oil. *Carbohydr Polym* 222:114981. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2019.114981>
7. Wang C, An X, Lu Y, et al (2022) Biodegradable Active Packaging Material Containing Grape Seed Ethanol Extract and Corn Starch/ $\kappa$ -Carrageenan Composite Film. *Polymers* 2022, Vol 14, Page 4857 14:4857. <https://doi.org/10.3390/POLYM14224857>
8. Guida C, Aguiar AC, Cunha RL (2021) Green techniques for starch modification to stabilize Pickering emulsions: a current review and future perspectives. *Curr Opin Food Sci* 38:52–61. <https://doi.org/10.1016/J.COFS.2020.10.017>
9. Wang Y, Wang K, Chen M, et al (2023) Development and characterization of biodegradable bilayer packaging films based on corn starch-poly(lactic acid) as raw material. *Journal of Food Measurement and Characterization* 1–15. <https://doi.org/10.1007/S11694-023-02198-8/FIGURES/6>

10. Atta MM, Abdel Reheem AM (2022) Effect of nitrogen ions on the structural, optical, and thermal properties of polyvinyl alcohol/starch blend. *Current Applied Physics* 36:43–50. <https://doi.org/10.1016/J.CAP.2021.11.016>
11. Iqbal T, Haq KU, Irfan M, et al (2023) Structural and optical investigations on ZnO-PVDF-NiO advanced polymer composites for modern electronic devices. *Mater Res Express* 10:045302. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ACC92B>
12. Konjarla A, Sreekanth T, Mallikarjun A, et al (2023) Membrane formation of PVC and PVDF-HFP polymer blend. *Mater Today Proc* 92:561–564. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2023.03.777>
13. Hussien HAJ, Kadhim RG, Hashim A (2022) Investigating the low cost photodegradation performance against organic Pollutants using CeO<sub>2</sub>/MnO<sub>2</sub>/ polymer blend nanostructures. *Opt Quantum Electron* 54:1–15. <https://doi.org/10.1007/S11082-022-04094-9/FIGURES/14>

## USING LDH NANOPARTICLES TO IMPROVE THE OPTICAL PROPERTIES OF BIODEGRADABLE POLYMER FILMS

Hasan ESKALEN <sup>1\*</sup>, Mustafa KAVGACI <sup>2,4</sup>, Hakan YAYKAŞLI <sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Vocational School of Health Services, Department of Opticianry, Kahramanmaraş, Turkey, [h eskalen@gmail.com](mailto:h eskalen@gmail.com), ORCID: 0000-0002-4523-6573

<sup>2</sup> Kahramanmaraş İstiklal University, Vocational School of Health Services, Department of Opticianry, Kahramanmaraş, Turkey, [m kavgaci@gmail.com](mailto:m kavgaci@gmail.com), ORCID: 0000-0001-8747-0635

<sup>3</sup> Kahramanmaraş İstiklal University, Elbistan Vocational School of Higher Education, Department of Property Protection and Safety, Kahramanmaraş, Turkey, [h akanyaykasli@gmail.com](mailto:h akanyaykasli@gmail.com), ORCID: 0000-0001-5729-9662

<sup>4</sup> Kahramanmaraş İstiklal University, Institute of Graduate Studies, Department of Material Science and Engineering, Kahramanmaraş, Turkey

### ABSTRACT

Layered double hydroxides (LDHs) have remarkable promise when mixed with biodegradable polymers, offering a unique path in the field of material science. These nanocomposites, created by intercalating LDHs into a polymer matrix, provide a synergistic combination of qualities, notably in terms of improving the optical properties of the final material. The inclusion of LDHs into biodegradable polymers such as polylactic acid (PLA) or polyhydroxyalkanoates (PHA) not only strengthens structural integrity but also adds unique optical capabilities. The unusual layer structure of LDHs allows for the dispersion of nanoparticles inside the polymer, allowing for fine control over light interaction and optical characteristics. The size, makeup, and configuration of LDHs inside the polymer matrix may be adjusted by controlled synthesis techniques, providing adjustable optical properties including light scattering, refractive index change, and even photoluminescence. Depending on the needs of the application, the synergistic impact of LDHs and the polymer matrix results in enhanced optical transparency or opacity. Furthermore, these biodegradable polymer nanocomposites with LDH integration show promise for use in a number of industries, including packaging, biomedical devices, and optoelectronics. Because LDHs and biodegradable polymers are both ecologically benign, the resultant materials will not only have desirable optical qualities but will also be biodegradable, which will help them meet sustainability goals. As research on these LDH-polymer nanocomposites continues, their optical versatility and biodegradability offer promise for next-generation materials that can solve a variety of technical and environmental concerns. The present investigation looks into the optical properties of corn starch films that have been doped with LDH. The biodegradable film's incorporated LDH nanoparticles improve light transmission and enable customized optical qualities. This breakthrough produces transparent, environmentally friendly packaging with improved optical properties, opening up a wide range of potential uses for sustainable optical materials.

**Keywords:** Corn starch, LDH, biodegradable films, optical properties.

## 1. INTRODUCTION

The need for plastics has increased dramatically since the 1950s; at present, 400 million tons are produced globally on average, and 600 million tons are predicted to be produced by 2025. Approximately one-third of this output is used by the packaging industry, primarily for throwaway goods. But the widespread use of synthetic plastics has increased greenhouse gas emissions and resulted in a build-up of microplastics in the ocean, which has a negative influence on both marine and terrestrial ecosystems and adds to global pollution. As a result, pervasive plastic waste has been identified as one of the most harmful human activities of the Anthropocene, aggravating climate change and posing a serious threat to the biosphere [1–3].

Although these environmental worries, plastics are nevertheless essential to many industrial sectors, especially packaging. For example, food packaging is essential for maintaining food safety and quality, prolonging shelf life, reducing waste, and supporting customer information and transportation. The need for packaging materials that are biodegradable and environmentally friendly has increased in tandem with the growing discourse on the effects on consumer health and the environment. Currently, initiatives are being made to increase the use of substitute materials that satisfy sustainability requirements without compromising food safety. The COVID-19 epidemic has increased awareness of the need of packaging for food safety, which has fueled growth in the worldwide packaging market—particularly for plastic packaging. Materials that are recyclable, biodegradable, non-toxic, and more interactive with food are what food packaging of the future wants to be made of. This will improve nutritional quality and safety while prolonging shelf life. Anticipated trends include intelligent packaging that monitors and reacts to food safety and quality circumstances, as well as active packaging that positively effects food [4–7].

The layered double hydroxide (LDH), which consists of a sheet layer of metal cations, an interlayer anion, and interlayer water, is one common anionic layered material. Because of their exceptional structural and chemical flexibility, LDHs are attracting a lot of attention in a number of critical areas, including drug delivery, adsorbents, energy storage, catalysis, and flame-retardant materials. Because LDH materials are so highly adaptable, they can be used in a wide range of critical applications. For example, they can be used as flame-retardant fillers in silicone rubber, epoxy resin, unsaturated polyester resin, fabric, and polypropylene, among other

polymers. This application demonstrates the outstanding performance of LDHs in smoke and flame suppression, which can be attributed to their large specific surface area and physical barrier effect [8–11].

This study's primary goal was to create novel films by adding LDH to maize starch and comparing and analyzing the optical properties of the LDH-infused and LDH-free versions. This work examined and comprehensively analyzed a number of optical properties found in the new LDH-doped corn starch film as well as the original natural corn starch film, including optical bandgap, transmittance, reflectance, and absorbance. It sought to provide light on the possible benefits that could arise from adding LDH to the matrix of the biodegradable film.

## **2. MATERIAL and METHOD**

### **2.1. Preparation of LDH**

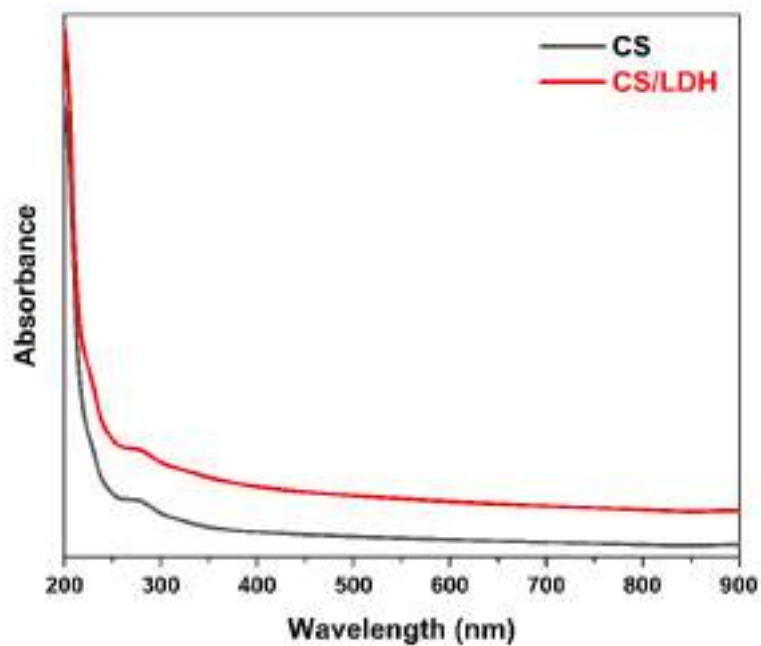
Utilizing the co-precipitation method, Mg-Fe-LDH was synthesized. First, in 50 ml of ultrapure water, 3.85 g of magnesium nitrate hexahydrate and 2.02 g of ferric nitrate nanohydrate were dissolved at 600 rpm for 20 minutes at 60 °C. Next, a dropwise addition of 2 M NaOH solution was carried out, and this process was repeated until the pH reached 10. After that, the mixture was agitated at 900 rpm for a full day at a temperature of 90 °C. The sample was obtained by centrifuging the solution after a 24-hour period. The obtained LDH sample was repeatedly cleaned in ethanol and water before being dried for 48 hours at 80 °C in a porcelain crucible inside a muffle furnace.

### **2.2. Preparation of films**

Firstly, 5% w/v starch and 1:2.5 glycerol/starch were combined in distilled water to produce the corn starch solution. It was then pre-cooked for 30 minutes at 80 °C while being constantly stirred with a magnetic stirrer. Subsequently, the suspension did not change until LDH was mixed evenly at a dry starch-based concentration of 0.5 percent w/w. 30 mL of the suspension was added to 90 mm-diameter petri dishes, and the dishes were then incubated for 20 hours at 40 °C and 33% relative humidity to create films that were both pure and LDH doped. The film that has been undoped is called CS, and the film that has been doped with LDH is called CS/LDH.

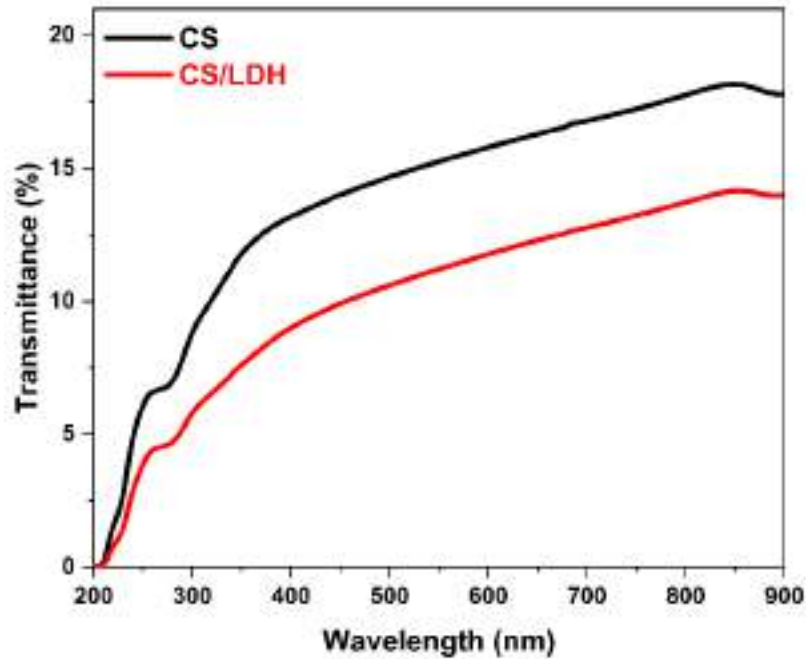
## **3. RESULTS**

A UV-Vis spectrometer (Jasco V-750) was used to measure the absorbance using samples. Figures 1 and 2 depict UV absorption and transmission for starch and starch/LDH films, respectively, dependent on wavelength. It turns out that starch films absorb very little UV light between 250 and 400 nm. However, the absorption of UV radiation has increased due to the addition of LDH. Prior studies have demonstrated that adding inorganic UV absorbers, like  $\text{TiO}_2$ , greatly boosts the ultraviolet absorption. However, because inorganic nanoparticles scatter light, the resulting coatings were relatively opaque [12]. As expected from the absorbance data, the transmittance value of the LDH-doped film is lower than the pure film.



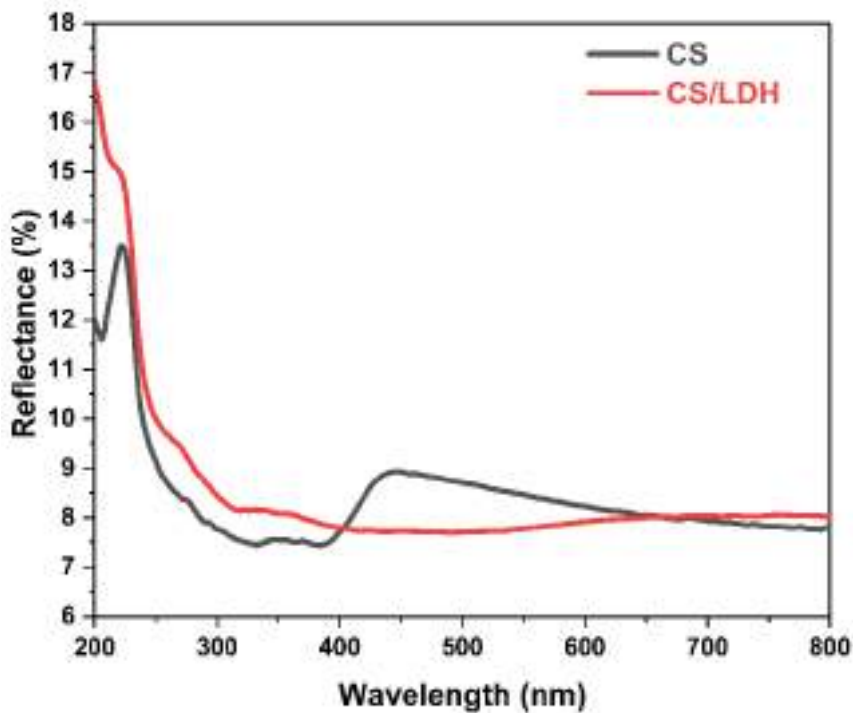
**Figure 1.** The UV-Vis absorption spectra of starch/LDH films.





**Figure 2.** The transmittance spectra starch/LDH films.

Figure 3 demonstrates diffuse reflectance spectra of starch and starch/LDH films. The starch film has maximum reflectance % 9 in the visible region whereas starch/LDH films has maximum reflectance % 8 in the visible region. So the doping LDH to film decrease reflectance values of corn starch film.

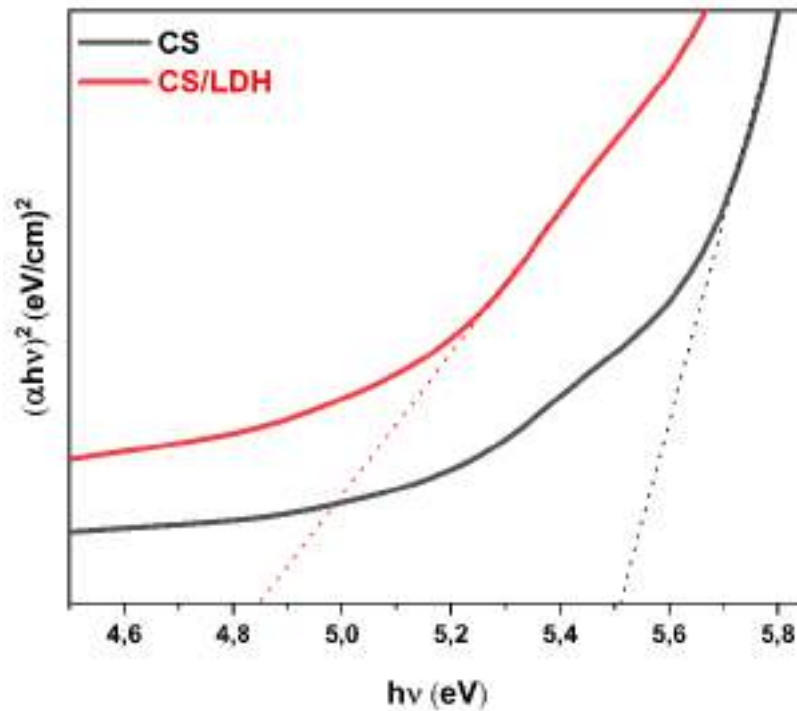


**Figure 3.** The reflectance spectra of starch and starch/LDH films.

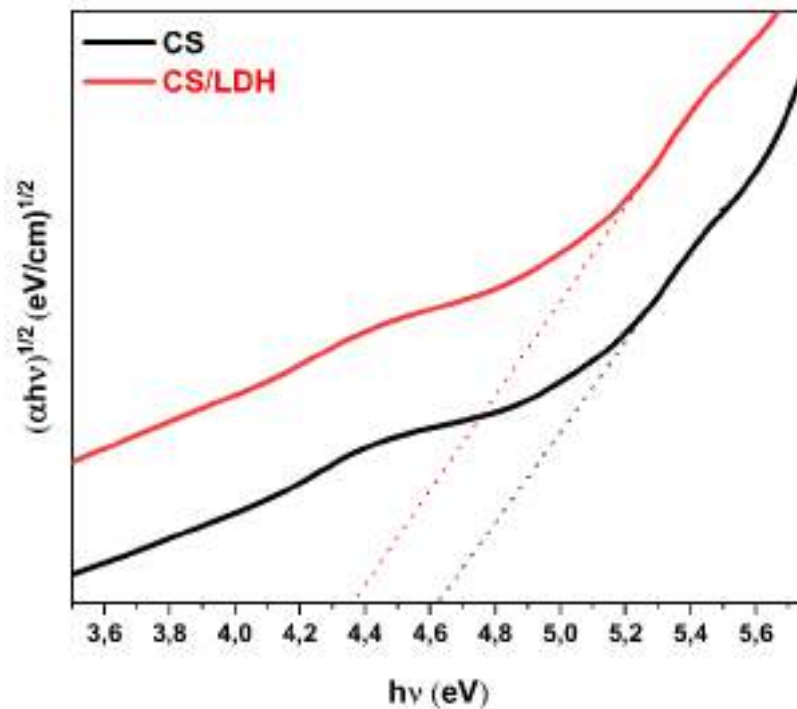
Using the Tauc approach, the optical bandgap energy of the produced films is found by calculating the intercept of the linear portion plotted against  $h\nu$  in  $(\alpha h\nu)^2$  and  $(\alpha h\nu)^{1/2}$ , as shown in Figures 4 and 5.

$$\alpha h\nu = B(h\nu - E_g)^n \quad 1$$

here,  $\alpha$  is the optical absorption coefficient,  $h\nu$  is input photon energy,  $B$  is absorption edge width parameter,  $E_g$  is the optical bandgap, and  $n$  is the of the state distribution parameter. The  $n$  factor is set to 2, for direct band gap energy and  $1/2$  for indirect band gap energy. For the fabricated films, CS and CS/LDH has direct  $E_g$  values of 5.51 eV and 4.84 eV, respectively. The indirect  $E_g$  values of the CS and CS/LDH films are 4.62 eV and 4.35 eV, respectively.



**Figure 4.** The direct band gap energies of starch and starch/LDH films



**Figure 5.** The indirect band gap energies of starch and starch/LDH films

#### 4. CONCLUSION

In this study, solution casting is the procedure used to manufacture starch and starch/LDH composite films. The generated composite films' optical characteristics are examined. Optical bandgap, transmittance, reflectance, and absorbance are among the group of factors that are studied to describe their optical properties. The addition of LDH to the polymer matrix has changed the optical characteristics of the starch film. With the introduction of the LDH, the transmittance decreased. After the addition of LDH, the absorbance rose. These findings indicate that a wide range of applications, such as photonic devices and antireflective coatings, can make use of the films we produced.

#### REFERENCES

1. Acquavia MA, Pascale R, Martelli G, et al (2021) Natural Polymeric Materials: A Solution to Plastic Pollution from the Agro-Food Sector. *Polymers* 2021, Vol 13, Page 158 13:158. <https://doi.org/10.3390/POLYM13010158>

2. Asgher M, Qamar SA, Bilal M, Iqbal HMN (2020) Bio-based active food packaging materials: Sustainable alternative to conventional petrochemical-based packaging materials. *Food Research International* 137:109625. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2020.109625>
3. Matheus JRV, Dalsasso RR, Rebelatto EA, et al (2023) Biopolymers as green-based food packaging materials: A focus on modified and unmodified starch-based films. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 22:1148–1183. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13107>
4. Azman NH, Khairul WM, Sarbon NM (2022) A comprehensive review on biocompatible film sensor containing natural extract: Active/intelligent food packaging. *Food Control* 141:109189. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2022.109189>
5. Zhong Y, Godwin P, Jin Y, Xiao H (2020) Biodegradable polymers and green-based antimicrobial packaging materials: A mini-review. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research* 3:27–35. <https://doi.org/10.1016/J.AIEPR.2019.11.002>
6. Patrício Silva AL, Prata JC, Walker TR, et al (2021) Increased plastic pollution due to COVID-19 pandemic: Challenges and recommendations. *Chemical Engineering Journal* 405:126683. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2020.126683>
7. Rodríguez-Rojas A, Arango Ospina A, Rodríguez-Vélez P, Arana-Florez R (2019) What is the new about food packaging material? A bibliometric review during 1996–2016. *Trends Food Sci Technol* 85:252–261. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2019.01.016>
8. Ren H, Qing K, Chen Y, et al (2021) Smoke suppressant in flame retarded thermoplastic polyurethane composites: Synergistic effect and mechanism study. *Nano Res* 14:3926–3934. <https://doi.org/10.1007/S12274-021-3317-Z/METRICS>
9. Zhou LL, Li WX, Zhao HB, et al (2022) NiTi-layered double hydroxide nanosheets toward high-efficiency flame retardancy and smoke suppression for silicone foam. *Polym Degrad Stab* 204:110104. <https://doi.org/10.1016/J.POLYMDEGRADSTAB.2022.110104>
10. Chen H, Zhang H, Zhang Y, et al (2019) General strategy toward hexagonal ring-like layered double hydroxides and their application for asymmetric supercapacitors. *Chemical Engineering Journal* 375:121926. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2019.121926>
11. Zhou LL, Li WX, Zhao HB, et al (2022) NiTi-layered double hydroxide nanosheets toward high-efficiency flame retardancy and smoke suppression for silicone foam. *Polym Degrad Stab* 204:110104. <https://doi.org/10.1016/J.POLYMDEGRADSTAB.2022.110104>
12. Goudarzi V, Shahabi-Ghahfarrokhi I, Babaei-Ghazvini A (2017) Preparation of ecofriendly UV-protective food packaging material by starch/TiO<sub>2</sub> bio-nanocomposite: Characterization. *Int J Biol Macromol* 95:306–313. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2016.11.065>

## ÜRETİLEN RULO SÜNGERİN ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMASI İLE İNSANSIZ OTOMATİK PAKETLENMESİ

Erkan GÜLER<sup>1</sup>, Buğra OCAK<sup>2</sup>, Murat ZENGİN<sup>3</sup>, Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Aydın Endüstri San Tic A.Ş. AR-GE Merkezi, Kozluk Mahallesi, D-100 Yan Yol D:No: 10, 54200, Sakarya, erkan.guler@aydinendustri.com ORCID: 0009-0008-3019-720X

<sup>2</sup>Aydın Endüstri San Tic A.Ş. AR-GE Merkezi, Kozluk Mahallesi, D-100 Yan Yol D:No: 10, 54200, Sakarya, bugra.ocak@aydinendustri.com ORCID: 0009-0005-8106-8465

<sup>3</sup>Aydın Endüstri San Tic A.Ş. AR-GE Merkezi, Kozluk Mahallesi, D-100 Yan Yol D:No: 10, 54200, Sakarya, murat.zengin@aydinendustri.com ORCID: 0000-0002-6171-5574

<sup>4</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, [fcalisikan@subu.edu.tr](mailto:fcalisikan@subu.edu.tr), ORCID ID: 0000-0002-9568-7049

### ÖZET

Sünger belirli kimyasalların (polyol, izosiyanat ve çeşitli kimyasal ajanlar) belirli sıcaklıklarda reaksiyona girmesi sonucunda üretilen kimyasal bir malzemedir. Günlük hayatımızda farklı amaçlar için kullanılır. Açık hücrelere sahip olması, hava geçirgenliğinin bulunması, elastikiyet yapıya sahip olması poliüretan süngerlerin tercih edilme sebebi olmuştur. Tekstil, elektrik ve ısı yalıtkanları, ambalajlama, ses yalıtımı, otomotiv sanayi, mobilya sektörü ve medikal ürünlerin imalatı ve filtreleme uygulamaları gibi birçok alanda poliüretan süngerler kullanılmaktadır. Üretilen süngerler kullanım amaçlarına göre farklı ölçülerde, farklı makinelerde kesilmekte, stoklanmakta ve sevki yapılmaktadır. Kesilen süngerler üretim sonrası karışıklıkların önüne geçirilmesi için etiketlenmekte ve türlerine göre ayrıştırılmaktadır. Yapılan çalışmada, üretim sonrası kesilen ve etiketlenen süngerlerin karışmaması, insan gücü kaybının azalması, çıkan ürünlerde hata oranlarının düşürülmesi amacıyla kesilen rulo süngerlerin taşınması için otonom vinç sistemi tasarlanacaktır. Bu vinç yardımıyla, makinadan çıkan süngerler bir hazneye aktarılacaktır. Bu haznede bekleyen rulo süngerler sırasıyla paketleme makinasına gönderilecektir. Bu işlem üretim yapan iki makinadan birisine uygulanarak ürünler farklı platformlardan paketleme makinasına geldiği için, iki farklı makinadan çıkan ürünler benzer ölçülerde ve renklerde olsa dahi paketleme makinasına gidiş yolları farklı olduğu için karışıklık önlenecektir. Sonuç olarak, yeni tasarlanan polimerik rolo sünger ürün paketleme sistemi sayesinde, zamandan tasarruf, insan kaynaklı hataların elimine edilmesi, standardize seri üretim vs. önemli avantajlar ortaya çıkacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Otomatik Paketleme, Rulo Sünger, Poliüretan, Endüstri 4.0

## 1.GİRİŞ

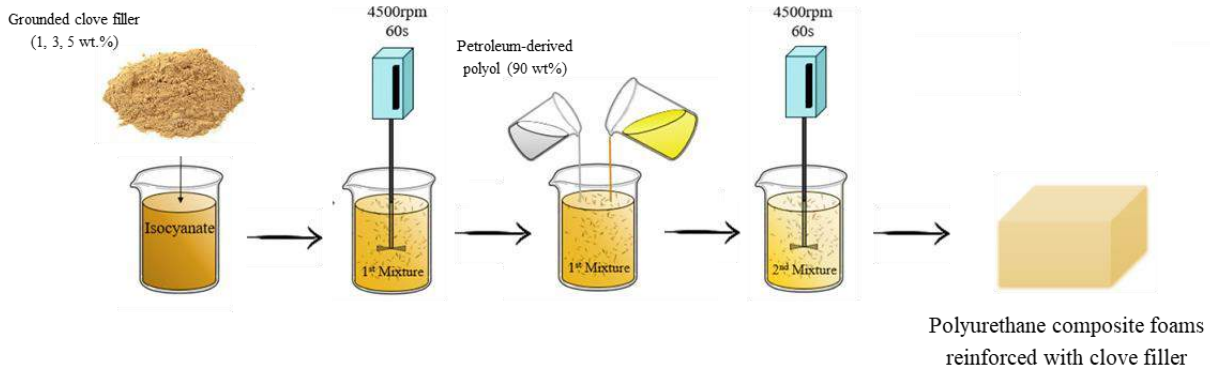
Poliüretan, esnek ve dayanıklı bir polimerdir ve genellikle köpük, elastomer veya sert plastik formunda bulunabilir. Bu malzeme, dayanıklılığı, yüksek mukavemeti, kimyasal direnci ve çeşitli sertlik seviyelerinde üretilebilmesi gibi özellikleriyle bilinir [1]. Poliüretan, genellikle polioller ve izosiyanatlar gibi iki ana bileşenin reaksiyonuyla oluşturulan çok yönlü bir polimerdir. Poliüretan, genellikle bu iki ana bileşenin reaksiyonuyla üretilir. Bu bileşenlerin belirli oranlarda karıştırılması sonucunda poliüretan oluşur [2]. Üretim süreci şu adımları içerir: *Poliol Seçimi*, polioller, genellikle polyester ve polietilen glikol gibi organik bileşiklerdir. Bu polioller, poliüretanın esneklik, dayanıklılık ve diğer özelliklerini belirlemede önemli bir rol oynar. *İzosiyanat Seçimi*, izosiyanatlar, genellikle metilen diphenyl diisocyanate (MDI) veya toluene diisocyanate (TDI) gibi kimyasallardır. İzosiyanatlar, poliollerle reaksiyona girerek poliüretanın polimerleşmesini sağlar. *Reaksiyon*, poliol ve izosiyanat, belirli bir sıcaklıkta ve belirli oranlarda karıştırılarak reaksiyona sokulur. Bu reaksiyon, poliüretanın polimerleşmesine neden olur. *Kürleme ve Formülasyon*, polimerleşme sürecinden sonra, elde edilen poliüretan malzeme belirli bir süre boyunca kürleşir. Bu aşama, malzemenin istenen özelliklere ulaşmasını sağlar. Ayrıca, çeşitli katkı maddeleri eklenerek malzemenin özellikleri özelleştirilebilir. *Ürün Formülasyonu*, elde edilen poliüretan, istenen formda ürüne dönüştürülür [3-4]. Poliüretan köpük (sünger) için temel üretim adımları Görsel 1’de verilmiştir [5].

Bu ürünler arasında elastomerler, köpükler, sert plastikler, kaplamalar ve yapıştırıcılar bulunabilir Poliüretanın çok çeşitli endüstriyel uygulamaları vardır. Bu uygulamalar arasında köpük yalıtım malzemeleri, elastomerler (lastik benzeri malzemeler), sert plastikler, ayakkabı tabanları, otomobil koltukları, mobilya, kaplamalar ve yapıştırıcılar yer almaktadır. Özellikle ısı izolasyonu, yastıklama, suya batmama, enerji absorplama ve düşük yoğunluk gibi özellikleri nedeniyle poliüretan endüstriyel uygulamalarda bir tercih nedeni olmuştur [1, 4]. 1950’li yıllarda başlayan polimerik kompozit malzemeler birçok sahada ticarileşmiş ürünler olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Öncelikle cam elyaf ile başlayan plastik güçlendirmeleri şu anda günümüzde birçok değişik güçlendirici bileşiklerle devam etmektedir. Kompozit malzemelerin, mukavemeti ve dayanımı arttıkça da metallerin yerini almaya başlamıştır [6].

Poliüretan süngerler kullanım alanlarına göre çok farklı şekillerde kesilebilmektedir. Yatay kesim, dikey kesim, CNC kesim ve rulo kesim olarak poliüretan süngerler farklı şekillerde kesilebilmektedir. Süngerlerin kesim şekilleri kullanım alanlarına göre değişiklik göstermektedir. Kesilen süngerler paketleme ve etiketleme sonrası sevk edilmektedir. Sevk için hazırlanan süngerler insan gücü ile paketlenmekte ve etiketlenmekte sonrasında sevk için depo alanına alınmaktadır. Sevk için hazır duruma alınan süngerler tamamen insan gücüne dayalı olduğundan karışıklıklar meydana gelebilmektedir.

Yapılan çalışmada, üretim sonrası kesilen ve etiketlenen süngerlerin karışmaması, insan gücü kaybının azalması, çıkan ürünlerde hata oranlarının düşürülmesi amacıyla kesilen rulo süngerlerin taşınması için otonom vinç sistemi tasarlanacaktır. Bu vinç yardımıyla, makinadan çıkan süngerler bir hazneye aktarılacaktır. Bu haznede bekleyen rulo süngerler sırasıyla paketleme makinasına gönderilecektir. Bu işlem üretim yapan iki makinadan birisine uygulanarak ürünler farklı platformlardan paketleme makinasına geldiği için, iki farklı makinadan çıkan ürünler benzer ölçülerde ve renklerde olsa dahi paketleme makinasına gidiş yolları farklı olduğu için karışıklık önlenecektir.





Görsel 1. Poliüretan üretimi [5]

Sünger belirli kimyasalların belirli sıcaklıklarda reaksiyona girmesi sonucunda üretilen kimyasal bir malzemedir. Günlük hayatımızda farklı amaçlar için kullanılır ve faydalanılır. Açık hücrelere sahip olması, hava geçirgenliğinin bulunması, elastikiyet yapıya sahip olması poliüretan süngerlerin tercih edilme sebebi olmuştur. Tekstil, elektrik ve ısı yalıtkanları, ambalajlama, ses yalıtımı, otomotiv sanayi, mobilya sektörü ve medikal ürünlerin imalatı ve filtreleme uygulamaları gibi birçok alanda poliüretan süngerler kullanılmaktadır. Üretilen süngerler kullanım amaçlarına göre farklı ölçülerde, farklı makinelerde kesilmekte, stoklanmakta ve sevki yapılmaktadır. Kesilen süngerler üretim sonrası karışıklıkların önüne geçirilmesi için etiketlenmekte ve türlerine göre ayrıştırılmaktadır.

Poliüretan süngerler kullanım alanlarına göre çok farklı şekillerde kesilebilmektedir. Yatay kesim, dikey kesim, CNC kesim ve rulo kesim olarak poliüretan süngerler farklı şekillerde kesilebilmektedir. Süngerlerin kesim şekilleri kullanım alanlarına göre değişiklik göstermektedir. Kesilen süngerler paketleme ve etiketleme sonrası sevk edilmektedir. Sevk için hazırlanan süngerler insan gücü ile paketlenmekte ve etiketlenmekte sonrasında sevk için depo alanına alınmaktadır. Sevk için hazır duruma alınan süngerler tamamen insan gücüne dayalı olduğundan karışıklıklar meydana gelebilmektedir.

Konveyör sistemleri, otomatik paketleme süreçlerinde yaygın olarak kullanılan etkili ve verimli bir teknolojidir. Bu sistemler, ürünleri bir noktadan diğerine taşımak ve paketleme işlemini hızlandırmak için kullanılır. Konveyör sistemleri, çeşitli endüstrilerde, özellikle üretim tesislerinde, depolama alanlarında ve lojistik süreçlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemlerin kullanımı, sürecin hızlı, düzenli ve hatasız bir şekilde ilerlemesine katkıda bulunabilir. Konveyör sistemleri, paketleme sürecini otomatikleştirerek hız ve verimliliği artırır. Bu, işgücü maliyetlerini azaltabilir ve süreçteki hataları minimuma indirebilir. Paketleme sürecinde kullanılan konveyör sistemleri, taşıma ihtiyacına ve paketleme sürecinin gereksinimlerine göre değişiklik gösterebilir. Düz konveyörler, eğimli konveyörler, bantlı konveyörler, rulo konveyörler gibi çeşitli konveyör tipleri kullanılabilir. Konveyör sistemleri, paketlenmiş ürünleri taşıyarak paletleme ve etiketleme istasyonlarına yönlendirir. Bu istasyonlarda ürünler, belirli bir düzenle paletlenir ve gerekirse etiketlenir. Konveyör sistemi, ürünlerin doğru bir şekilde paketlenmesini sağlamak için genellikle ölçüm ve kontrol

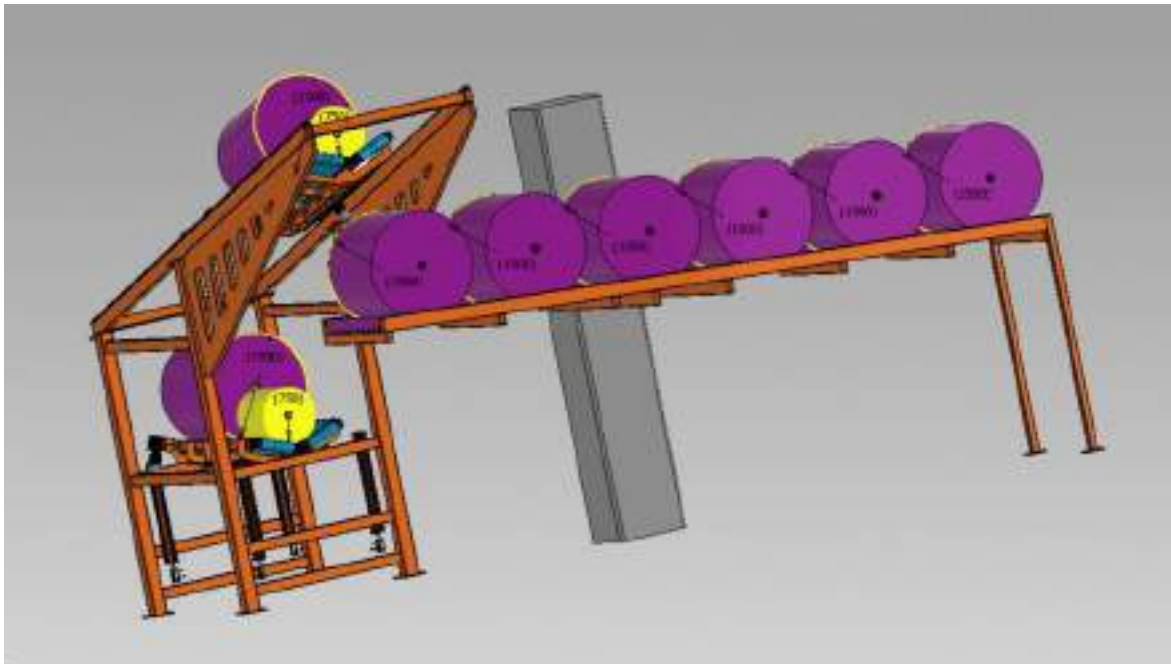
sistemleriyle entegre edilir. Bu sistemler, paket boyutları, ağırlıkları ve diğer önemli parametreleri ölçerek doğruluğu artırır [7].

Yapılan çalışmada, üretim sonrası kesilen ve etiketlenen süngerlerin karışmaması, insan gücü kaybının azalması, çıkan ürünlerde hata oranlarının düşürülmesi amacıyla kesilen rulo süngerlerin taşınması için otonom vinç sistemi tasarlanacaktır. Bu vinç yardımıyla, makinadan çıkan süngerler bir hazneye aktarılarak sırasıyla paketlenek şekilde bir tasarım yapılacaktır. Böylece hem seri imalata daha uygun bir sistem tasarlanacak hem de karışıklıkların önüne geçilecektir. Ayrıca mevcut konveyör sistemlerine ek olarak bu çalışmada vinç sistemiyle makine sistemi entegre edilecektir.

## 2-YAPILAN ÇALIŞMALAR

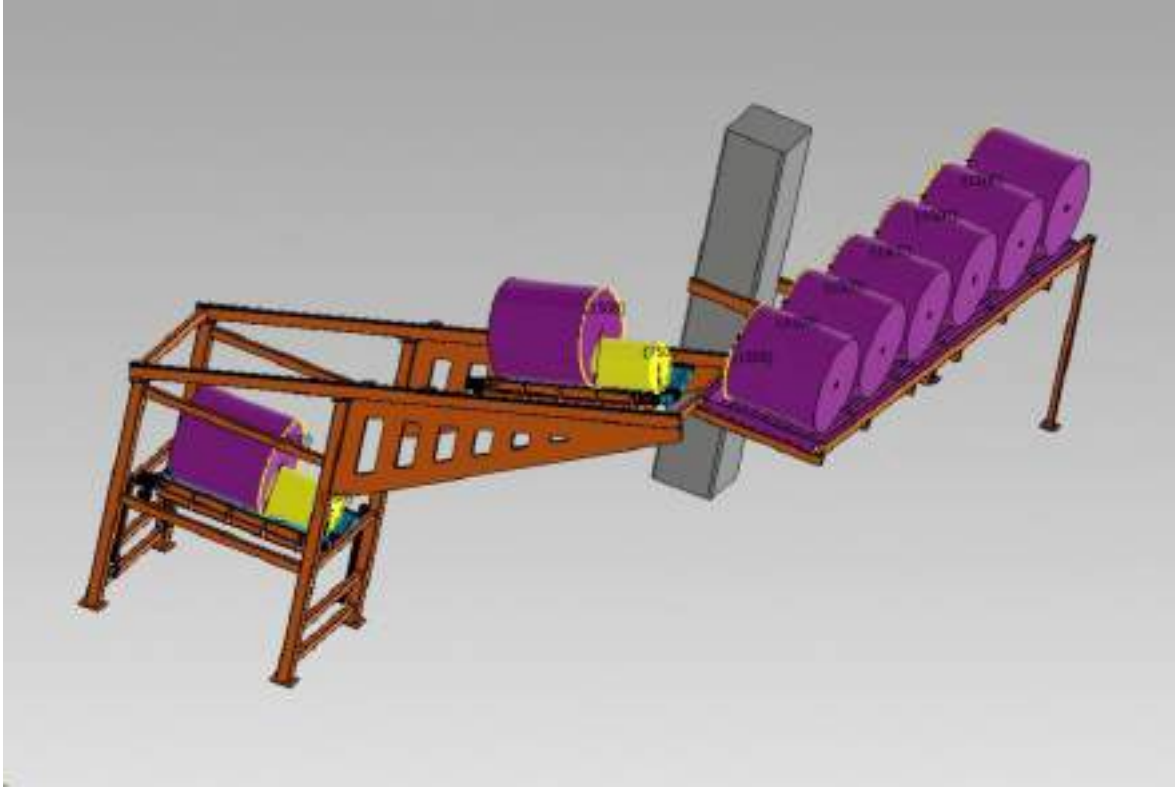
Üretim sonrası kesim vb. işlem süreçlerinde ve ara ürün veya nihai ürün formundaki çıktılarının karışmaması ve sürecin olumsuz etkilenmemesi için etiketlenen süngerlerin sistematik ilerlemesi ve insan gücü kaybının azalması, çıkan ürünlerde hata oranlarının düşürülmesi vs amaçlarıyla kesilen rulo süngerlerin taşınması için otonom vinç sistemi tasarlanmıştır. Bu vinç yardımıyla, makinadan çıkan süngerler bir hazneye aktarılarak, bu haznede bekleyen rulo süngerler sırasıyla paketleme makinasına gönderilecektir. Bu işlem üretim yapan iki makinadan birisine uygulanarak ürünler farklı platformlardan paketleme makinasına geldiği için, iki farklı makinadan çıkan ürünler benzer ölçülerde ve renklerde olsa dahi paketleme makinasına gidiş yolları farklı olduğu için karışıklık önlenecektir.

Öncelikle sünger rulolarının taşınması için otonom konveyör sistemi yapılacaktır. Süngere uygun konveyörler tasarlanarak sünger bekleme alanı ve paketlemeye gidebilmesi için hazne yapılacaktır. Birinci aşamada rulonun yükleneceği hazne lineer cetvel kullanılarak makine ile eşdeğer yükseklikte kalacaktır. Görsel 2’de Konveyör hattı tasarımı görülmektedir.



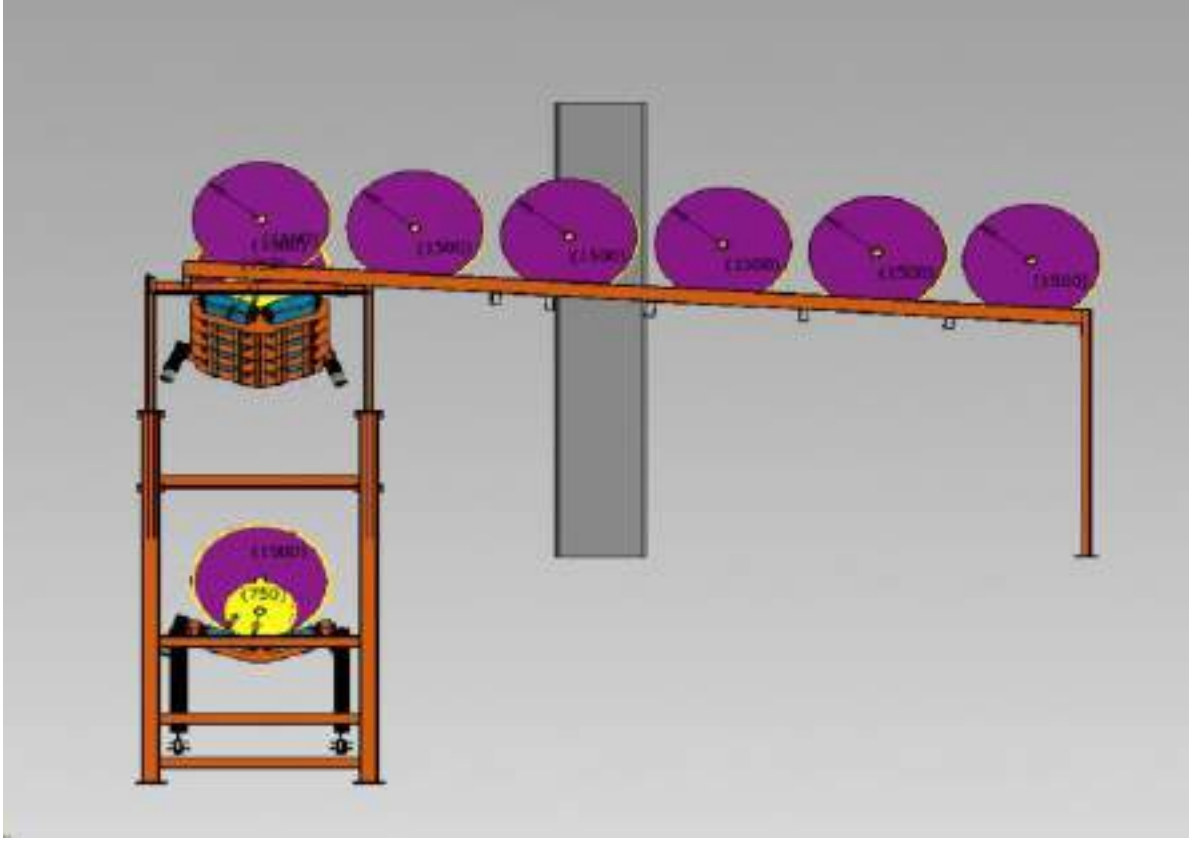
## Görsel 2. Konveyör hattı tasarımı

Rulo yükseklik kazanacağı birinci konveyöre geçecek ardından konveyörler üzerinde ilerleyerek hazneye ulaşacaktır. Alan kaybını önlemek amacı ile minimum ayak kullanılarak konveyör yolu görselde gösterildiği gibi tasarlanmıştır. Görsel 3’de Konveyör yolu tasarımı gösterilmiştir.



Görsel 3. Konveyör yolu

Rulo paketleme makinesine gideceği hazneye geçtiğinde haznenin sahip olduğu %10’luk eğim ile paketleme makinesine ulaşacaktır ve gerektiğinde bu hazne ufak da olsa bir depo görevi görecek. Hazneden paketleme makinesine düşüşler haznenin içinde bulunan stoperler ile sağlanacaktır. Konveyör yolunun daha iyi anlaşılabilmesi için kesit detay görüntüsü Görsel 4’de verilmiştir. Bu görselde ürün çapları ve hareket noktaları daha net gösterilmiştir.



Görsel 4. Konveyör yolu kesit detay görüntüsü

### 3. SONUÇ

Sünger kesim sonrasında kesilen süngerlerin paketlenme sırasında etiket hataları olmaktadır. Yanlış etiketleme, yanlış ürün sevki en çok karşılaşılan sünger kesim hatalarıdır. Ayrıca sünger kesimi ve paketlenme işlemi yapıldıktan sonra stok alanında da karışmalar yaşanmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda ürünler farklı platformlardan paketlenme makinasına geldiği için, iki farklı makinadan çıkan ürünler benzer ölçülerde ve renklerde olsa dahi paketlenme makinasına gidiş yolları farklı olduğu için karışıklık önlenecektir. Böylece zamandan tasarruf sağlanacak, fire kaybının önüne geçilecektir. Hata ürünü düşecektir.

### 4. KAYNAKÇA

- (1) Young, R. J. And Lovell, P.A., "Introduction to Polymers", Third Edition, CRS Press, 2011
- (2) Lee S.T., Ramesh N.S., [Polymeric Foams: Mechanisms and Materials \(Polymeric Foams Series\)](#), CRS Press, 2004
- (3) [Cartman, L., Handbook of Polyurethane](#), ML Books International, 2015
- (4) Akdemir, Ö., Hacirecepoğlu, A., Andıç Çakır, Ö., Sarıkanat, M., vd. (2020). Poliüretanın ısı yalıtım özelliklerinin silika esaslı partiküllerle iyileştirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi, 22(64), 147-153.  
<https://doi.org/10.21205/deufmd.2020226414>

- (5) Członka S, Strakowska A, Strzelec K, Kairyte A, Kremensas A. Bio-Based Polyurethane Composite Foams with Improved Mechanical, Thermal, and Antibacterial Properties. *Materials*. 2020; 13(5):1108.
- (6) <http://www.surrey.ac.uk/PRC/Research/nano.html>
- (7) Groover M. P. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing, Global Edition, 2016

## INVESTIGATION OF THE ELECTRONIC, STRUCTURAL, AND MECHANIC PROPERTIES OF $\text{Li}_2\text{MgSi}$ HEUSLER ALLOY

Doç. Dr. Abdullah Candan<sup>1</sup>, Doç. Dr. Aytaç Erkişi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, acandan@ahievran.edu.tr, 0000-0003-4807-3017

<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi, aerkisi@pau.edu.tr, 0000-0001-7995-7590

### ABSTRACT

This study employed density functional theory (DFT) using the Vienna Ab initio Simulation Package (VASP) to examine the mechanical, electrical, and structural characteristics of  $\text{Li}_2\text{MgSi}$ , which is a full Heusler alloy. The structural optimization was performed by considering the Fm-3m ( $\text{Cu}_2\text{MnAl}$  type) and F-43m ( $\text{Hg}_2\text{CuTi}$ -type) space groups using the GGA-PBE potential. The  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$ -type structure was identified as an energetically stable configuration based on the energy versus volume curve. Therefore, the determination of the remaining properties will be conducted using a structure of the  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$  type. The exchange and correlation potential are addressed using two distinct approximations: the generalized gradient approximation with the Perdew–Burke–Ernzerhof scheme (GGA-PBE) and the Tran–Blaha modified Becke–Johnson (mBJ-GGA) method. The obtained results indicate that this alloy possesses semiconductor characteristics, specifically an indirect band gap. The indirect band gap values for the alloy  $\text{Li}_2\text{MgSi}$  were determined to be 0.14 eV and 0.54 eV using the GGA and GGA+mBJ methods, respectively. Furthermore, this material exhibits mechanical stability because the conditions necessary for such stability meet Born's criteria, and it possesses a brittle character as indicated by the estimated values of the ratios (B/G).

**Keywords:** Huesler Alloys, Density functional theory, Electronic properties, Mechanical properties.



## **Li<sub>2</sub>MgSi HEUSLER ALAŞIMININ ELEKTRONİK, YAPISAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

### **ÖZET**

Bu çalışmada, tam Heusler alaşımı olan Li<sub>2</sub>MgSi alaşımının mekanik, elektronik ve yapısal özelliklerini incelemek için Viyana Ab initio Simülasyon Paketi (VASP) altında yoğunluk fonksiyonel teorisi (DFT) kullanılmıştır. Yapısal optimizasyon, GGA-PBE potansiyeli kullanılarak Fm-3m (Cu<sub>2</sub>MnAl tipi) ve F-43m (Hg<sub>2</sub>CuTi-tipi) uzay grupları dikkate alınarak iki ayrı yapısal fazda gerçekleştirilmiştir. Hg<sub>2</sub>CuTi-tipi yapı, enerjiye karşı hacim eğrisine dayanarak enerji olarak kararlı bir konfigürasyon olarak tanımlanmıştır. Bu nedenle, diğer özelliklerin belirlenmesi Hg<sub>2</sub>CuTi tipi kristal yapı kullanılarak yapılmıştır. Değişim ve korelasyon potansiyeli iki farklı yaklaşım kullanılarak ele alınmıştır: Perdew-Burke-Ernzerhof (GGA-PBE) ile Tran-Blaha modifiye Becke-Johnson (mBJ-GGA) yöntemi. Elde edilen sonuçlar, bu alaşımın yarı iletken özelliklere, özellikle de dolaylı bir bant aralığına sahip olduğunu göstermektedir. Li<sub>2</sub>MgSi alaşımı için dolaylı bant aralığı değerleri GGA ve GGA+mBJ yöntemleri kullanılarak sırasıyla 0,14 eV ve 0,54 eV olarak belirlenmiştir. Ayrıca, bu malzeme mekanik kararlılık sergilemektedir, çünkü hesaplanan elastik sabitler, bu tür bir kararlılık için gerekli koşul olan Born kriterlerini karşılamaktadır. Ayrıca, (B/G) oranlarının tahmini değerlerinde belirtildiği gibi kırılğan bir karaktere sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Heusler Alaşımlar, Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi, Elektronik Özellikler, Mekanik Özellikler.

## 1. INTRODUCTION

Li-based compounds belonging to the large family of Heusler alloys have attracted the attention of some researchers and people working in materials science because they have interesting physical properties and have the potential to be used in applications such as thermoelectric, optoelectronics, spintronics, and photovoltaic applications [1-4]. For this reason, so far, many experimental and theoretical studies on Li-based Heusler alloys have been contributed to the scientific literature [5-7]. This computational work has focused on some physical properties such as the structural favorable phase, electronic and elastic character, of the novel full-Heusler  $\text{Li}_2\text{MgSi}$  compound to introduce a new material to large Heusler compounds family and materials science. As far as we follow from the literature, there has not been comprehensive work specifically focusing on the electronic and elastic character of the specified Heusler alloy, except the computation of its lattice parameter and formation energy using Ab initio simulation methods [8].

## 2. THE METHOD OF COMPUTATION

In this work, the computational simulations were carried out with the help of the Vienna AB Initio Simulation Package (VASP) software utilizing the Density Functional Theory (DFT) [9-13]. For electronic band calculations, it was used two methods as the Generalized Gradient Approach (GGA) [14] and the modified Becke-Johnson approximation of the meta-Generalized Gradient Approach (GGA-mBJ) [15]. In the computations, the considered valence electron configurations of Li, Mg, and Si atoms are as follows:  $2s^1$ ,  $3s^2$ , and  $3s^23p^2$ , respectively. For the First Brillouin Zone integrations,  $15 \times 15 \times 15$  k-points group in the Monkhorst-Pack [16] scheme was deemed appropriate, and the cut-off energy value was taken as 500 eV. The relaxation process, which was carried out to obtain the optimal atomic positions of the atoms, was applied until the force on each atom was less than  $10^{-7}$  eV/Å. During the Kohn-Sham iterative solutions, the total energy was considered to have converged when the change in energy between sequential iterations was smaller than  $10^{-8}$  eV.

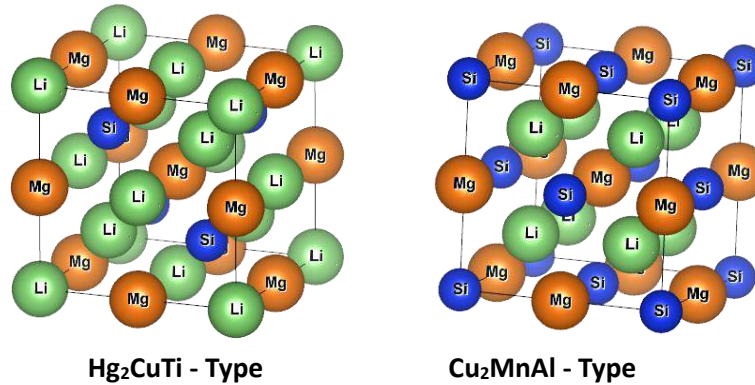
## 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

In the presented computational work, first of all, in  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$  and  $\text{Cu}_2\text{MnAl}$  crystal structures, the optimization processes were performed to obtain optimal atomic positions and lattice parameters inside full-Heusler  $\text{Li}_2\text{MgSi}$  alloy. Then, to define a suitable appropriate structural phase energetically for the relevant system, the formation enthalpy values were calculated and the energy-volume plots were graphed. Subsequently, an investigation was conducted on its electronic characteristics and certain mechanical properties of this system in the appropriate  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$  structural phase.

### 3.1. The Appropriate Crystal Structure

The Wyckoff placements of the atoms in the mentioned full-Heusler  $\text{Li}_2\text{MgSi}$  alloy in the possible  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$  and  $\text{Cu}_2\text{MnAl}$  crystal structures, which match to F-43m space group and Fm-3m space group respectively, are as follows: In the  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$ -Type composition, lithium (Li)

atoms are occupied the 4a (0, 0, 0) and 4d (0.75, 0.75, 0.75) positions, magnesium (Mg) are occupied the 4b (0.5, 0.5, 0.5) positions and silicon (Si) atoms are occupied the 4c (0.25, 0.25, 0.25) positions. In the  $\text{Cu}_2\text{MnAl}$ -Type composition, Li atoms are located at the 4a (0, 0, 0) and 4b (0.5, 0.5, 0.5) coordinates whereas the location of Mg and Si atoms are 4c (0.25, 0.25, 0.25) and 4d (0.75, 0.75, 0.75), respectively. The three-dimensional (3D) crystallographic shapes for possible  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$  and  $\text{Cu}_2\text{MnAl}$  crystal systems are presented in Fig.1.

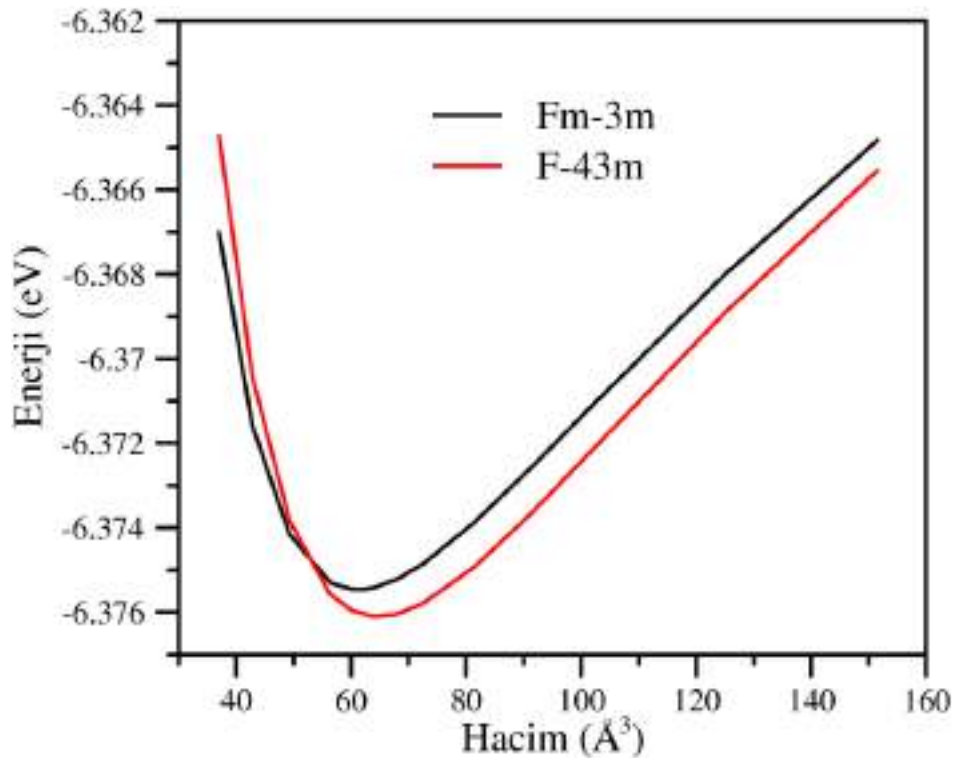


**Figure 1.** The 3D (three-dimensional) crystallographic shapes of  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$  and  $\text{Cu}_2\text{MnAl}$  type structures of the considered system.

As can be seen from Fig. 2, the total energy-volume graphs of the examined material in the mentioned crystal structures were graphed with the help of the Birch-Murnaghan equation of state [17]. From this plot, it can be observed that the  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$ -Type crystal system is more favorable energetically for our material. In addition, formation enthalpy values ( $\Delta H_f$ ) [18], which indicate thermodynamic stability and structural synthesizability, which are vital for technological applications, were calculated for each crystal system. The calculated formation enthalpies ( $\Delta H_f$ ) and some optimized structural parameters are tabulated in Table 1 and the mentioned energy values are found to be negative. It can be concluded that the calculated negative formation enthalpies and the energy-volume graphs drawn are compatible with each other, that is, the most suitable crystal structure for the full-Heusler  $\text{Li}_2\text{MgSi}$  alloy is the  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$ -Type structure.

**Table 1.** The obtained structural parameters of full-Heusler  $\text{Li}_2\text{MgSi}$  alloy for  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$  and  $\text{Cu}_2\text{MnAl}$  type structures.

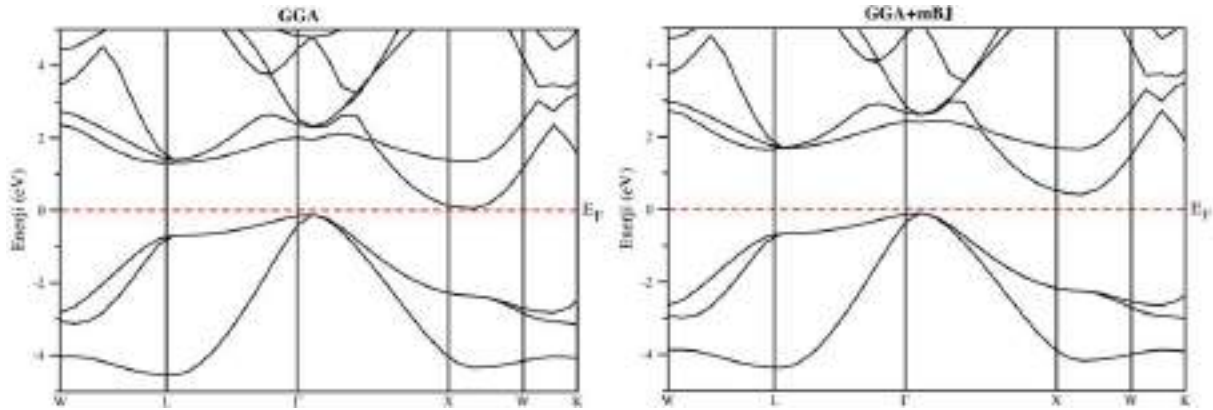
Compound	Type	$a_0$ (Å)	$B_0$ (GPa)	$B'_0$	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\Delta H_f$ (eV/f.u.)
$\text{Li}_2\text{MgSi}$	$Fm-3m$	6.246	42.9	4.91	1.807	-0.78
	$F-43m$	6.362	44.4	4.28	1.709	-0.99



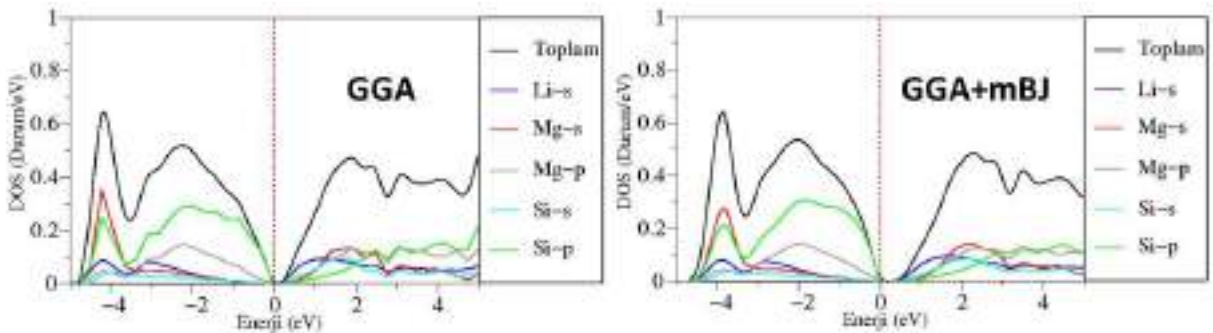
**Figure 2.** The total energies versus the primitive volumes for  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$  and  $\text{Cu}_2\text{MnAl}$  type structures of the considered system.

### 3.2. The Electronic Character

For the given system, to understand the electronic nature, it was calculated the electronic band structures (Fig.3) and density of states (Fig. 4) by using two approximations which are GGA and GGA+mBJ. As seen in the given figures this full-Heusler-type material has a semiconductor nature. The observed and measured small indirect band gaps are 0.14 eV for the GGA-PBE approach and 0.54 eV for the GGA+mBJ approach. Also, as seen from Fig.4, especially in the valence band, the  $3p$  states of Si atoms give the largest contribution to the total density of the states. The orbitals of the other atoms in this composition don't contribute sufficiently to the total density of states. Therefore, it can be concluded that the  $p$  orbitals of Si atoms are responsible for the semiconducting nature of the interested system.



**Figure 3.** The drawn electronic band structures using the GGA-PBE and GGA+mBJ approximations.



**Figure 4.** The total and orbital projected partial density of electronic states of atoms within GGA-PBE and GGA+mBJ approximations for full-Heusler type  $\text{Li}_2\text{MgSi}$  alloy.

### 3.3. The Estimated Some Elasticity Properties

It is of great importance to know the mechanical properties of any material so that it can be used in different areas of technology. It is well known that the crystal systems having cubic structure, have three independent elastic constants. In this section of the study, the mentioned elastic constants of the interested material were computed using the stress-strain method. The obtained results are tabulated in Table 2. As can be seen from this Table, it is understood that our material is mechanically stable since the calculated elastic constants meet all Born-Huang stability criteria [19]. Furthermore, as tabulated in Table 3, the other mechanical features were estimated from these constants. The estimated Pugh's ratio (B/G) [20] which is less than 1.75 critical value, shows the brittleness of this full-Heusler system.

**Table 2:** The calculated elastic constants of  $\text{Li}_2\text{MgSi}$  in cubic  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$  crystal structure.

$C_{11}$ (GPa)	$C_{12}$ (GPa)	$C_{44}$ (GPa)	$C_p$ (GPa)
70.31	34.57	57.62	-23.05

**Table 3:** The estimated some mechanical parameters of  $\text{Li}_2\text{MgSi}$  in cubic  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$  crystal structure.

B (GPa)	$G_V$ (GPa)	$G_R$ (GPa)	G (GPa)	B/G	E (GPa)	$\nu$	$T_M$ (K)	$\theta_D$ (K)
46.48	41.72	30.49	36.11	1.29	86.04	0.19	969	598

#### 4. CONCLUSION

In this investigation, it was performed computations on the physical properties of full-Heusler alloy  $\text{Li}_2\text{MgSi}$  by employing some ab initio simulation methods. Initially, it was considered two different types of crystal systems for the related alloy. The considered systems are  $\text{Cu}_2\text{MnAl}$ -type with Fm-3m space group and  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$ -type with F-43m space group. For  $\text{Li}_2\text{MgSi}$  Heusler alloy, the plotted energy-volume graphs and the calculated formation enthalpy values prove that the structural stability in the  $\text{Hg}_2\text{CuTi}$ -type crystal system is greater than the  $\text{Cu}_2\text{MnAl}$ -type crystal system. In addition, the calculation of formation enthalpies as negative values indicates the thermodynamic stability and structural synthesizability of this system in both crystal structures. Also, as a result of the calculations made within the framework of GGA-PBE and mBJ-GGA approaches, it was observed that the Heusler alloy in question has a semiconductor character. Finally, elastic constants were calculated with the help of the stress-strain method to decide on mechanical stability and estimate some mechanical parameters and it was determined that our compound had mechanical stability and a brittle character. As a result, it has been concluded that the compound in question can be used in many industrial areas including high-stress rate loadings, especially due to its mechanical stability and brittleness, as well as in semiconductor device technology due to its semiconductor behavior.

#### *Acknowledgments*

This research was supported by the Ahi Evran University Research Project Unit [Project number: TBY.A4.23.004].

#### REFERENCES

- [1] D. Stoiber, M. Bobnar, P. Hohn, R. Niewa, Lithium alkaline earth tetrelides of the type  $\text{Li}_2\text{AeTt}$  (Ae = Ca, Ba, Tt = Si, Ge, Sn, Pb): synthesis, crystal structures and physical properties, *Z. Naturforsch.* 2017, 72, 847–853.
- [2] F. Dahmane, D. Mesri, B. Doumi, A. Tadjer, B. Abbar, A. Yakoubi, M. Boutaleb, H. Aourag, Ab Initio Investigation of Half-Metallic Behaviour in the Full-Heusler  $\text{X}_2\text{MnGe}$  (X = Sc, Fe, Ni), *J Supercond Nov Magn*, 2015, 28, 2063–2069.
- [3] Q. Yua, H. M. Huanga, S. T. Xuea, R. Tonga, and S. J. Luo, Structural Configuration and Phase Stability in Heusler Alloys  $\text{Mn}_2\text{YSb}$  (Y = Os, Pt), *Physics of Metals and Metallography*, 2022, 123, 1335–1342.
- [4] S. Hebri, A.-B. Abdelli, N. Belfedal, D. Bensaid, Investigating the structural, electronic, and elastic properties of Li-based quaternary Heusler alloy semiconductors using hybrid



- functional – HSE06 bandgap recalculations, *Inorganic Chemistry Communications*, 2023, 150, 110479.
- [5] M.K. Yadav, B. Sanyal, First principles study of thermoelectric properties of Li-based half-Heusler alloys, *Journal of Alloys and Compounds*, 2015, 622, 388–393.
- [6] R. Ahmed, N.S. Masuri, B.U. Haq, A. Shaari, S. AlFaifi, F.K. Butt, M.N. Muhamad, M. Ahmed, S.A. Tahir, Investigations of electronic and thermoelectric properties of half-Heusler alloys XMgN (X = Li, Na, K) by first-principles calculations. *Mater. Des.* 2017, 136, 196–203.
- [7] P.K. Kamlesh, R. Gautam, S. Kumari, A.S.Verma, Investigation of inherent properties of XScZ (X = Li, Na, K; Z = C, Si, Ge) half-Heusler compounds: appropriate for photovoltaic and thermoelectric applications, *Physica B*, 2021, 615, 412536.
- [8] The Open Quantum Materials Database (OQMD) (<https://oqmd.org/materials/entry/734854>) (Erişim tarihi: 16.12.2023)
- [9] G. Kresse, J. Hafner, Ab initio molecular dynamics for liquid metals, *Phys. Rev. B* 47 (1993) 558–561.
- [10] G. Kresse, J. Furthmuller, Efficiency of ab initio total energy calculations for metals and semiconductors using a plane-wave basis set, *Comput. Mater. Sci.* 6 (1996) 15–50.
- [11] P. Hohenberg, W. Kohn, Inhomogeneous electron gas, *Phys. Rev.* 136 (1964), B864–B871.
- [12] W. Kohn, L.J. Sham, Self-consistent equations including exchange and correlation effects, *Phys. Rev.* 140 (1965) A1133–A1138.
- [13] P.E. Blochl, Projector augmented-wave method, *Phys. Rev. B* 50 (1994) 17953–17979.
- [14] J.P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof, Generalized gradient approximation made simple, *Phys. Rev. Lett.* 77 (1996) 3865–3868.
- [15] F. Tran, P. Blaha, Accurate band gaps of semiconductors and insulators with a semilocal exchange-correlation potential, *Phys. Rev. Lett.* 102 (2009), 226401.
- [16] H. J. Monkhorst and J. D. Pack, “Special points for Brillouin-zone integrations” *Phys. Rev. B* 13 (1976) 5188-5192.
- [17] F. Birch, Finite elastic strain of cubic crystals, *Phys. Rev.* 71 (1947) 809–824.
- [18] E. Zhao, Z. Wu, Electronic and mechanical properties of 5d transition metal mononitrides via first principles, *J. Solid State Chem.* 181 (2008) 2814–2827.
- [19] Y.L. Page, P. Saxe, Symmetry-general least-squares extraction of elastic coefficients from ab initio total energy calculations, *Phys. Rev. B* 63 (2001), 174103.

- [20] S.F. Pugh, XCII. Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals, Lond. Edinb. Dubl. Phil. Mag. 45 (1954) 823–843.

## FIRST PRINCIPLES STUDY OF STRUCTURAL AND ELECTRONIC PROPERTIES OF LI-BASED HALF HEUSLER ALLOY LIAGS

Doç. Dr. Abdullah Candan<sup>1</sup>, Doç. Dr. Aytaç Erkişi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, acandan@ahievran.edu.tr, 0000-0003-4807-3017

<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi, aerkisi@pau.edu.tr, 0000-0001-7995-7590

### ABSTRACT

A detailed calculation was performed by combining first-principles calculations with structural stability, thermodynamic stability, and electronic structure of the ternary half-Heusler (HH) LiAgS alloy. Total energy calculations, as well as formation energy calculations, indicated that for this alloy, the  $\alpha$  phase in the NM state has the lowest energy compared to the other phases  $\beta$  and  $\gamma$ . The calculations were performed by fitting the computed total energy and atomic volume to the Birch-Murnaghan equation of state, allowing us to obtain the bulk modulus, first derivatives, and lattice constant. The calculated lattice constants, Bulk modulus, and first derivatives were calculated as 6.019 Å, 52.0 GPa, and 4.62 for the  $\alpha$  phase, 5.886 Å, 53.7 GPa, and 4.32 for the  $\beta$  phase and 5.999 Å, 54.4 GPa and 4.67 for the  $\gamma$  phase, respectively. In the  $\alpha$  phase, which was determined to be the most stable phase of the LiAgS alloy, the maximum point of the valence band and the minimum point of the conduction band are at the same symmetry point from the electronic calculations performed using both GGA and GGA+mBJ functionals. For the alloy LiAgS, the values of this direct band gap were calculated as 0.51 eV and 1.81 eV for GGA and GGA+mBJ, respectively. The collected results suggest that Li-based half-Heusler LiAgS alloy would be a potential candidate for renewable energy sources such as optoelectronic and thermoelectric applications.

**Keywords:** Half-Heusler Semiconductors, Density Functional Theory, Electronic Properties.

Li-TABANLI YARI HEUSLER ALAŞIMI LiAgS'in YAPISAL VE ELEKTRONİK  
ÖZELLİKLERİNİN İLK PRENSİP ÇALIŞMASI

## ÖZET

Üçlü yarı-Heusler LiAgS alaşımının yapısal kararlılığı, termodinamik kararlılığı ve elektronik yapısı üzerine ilk prensip hesaplamaları kullanılarak detaylı bir hesaplama yapılmıştır. Toplam enerji hesaplamalarının yanı sıra oluşum enerjisi hesaplamaları, bu alaşım için NM durumundaki  $\alpha$  fazının diğer  $\beta$  ve  $\gamma$  fazlarına kıyasla en düşük enerjiye sahip olduğunu göstermiştir. Hesaplamalar, toplam enerji ve atomik hacmin Birch-Murnaghan durum denkleminde uydurulmasıyla gerçekleştirilmiş, böylece Bulk modülü, birinci türevi ve örgü sabitleri elde edilmiştir. Hesaplanan örgü sabitleri, Bulk modülü ve birinci türevleri sırasıyla  $\alpha$  fazı için 6.019 Å, 52.0 GPa ve 4.62,  $\beta$  fazı için 5.886 Å, 53.7 GPa ve 4.32 ve  $\gamma$  fazı için 5.999 Å, 54.4 GPa ve 4.67 olarak hesaplanmıştır. Li-tabanlı üçlü yarı-Heusler LiAgS alaşımının en kararlı fazı olarak belirlenen  $\alpha$  fazında, hem GGA hem de GGA+mBJ fonksiyonelleri kullanılarak yapılan elektronik hesaplamalardan valans bandının maksimum noktası ve iletim bandının minimum noktası aynı simetri noktasındadır. LiAgS alaşımı için bu doğrudan bant aralığının değerleri GGA ve GGA+mBJ için sırasıyla 0,51 eV ve 1,81 eV olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, Li-tabanlı üçlü yarı-Heusler LiAgS alaşımının optoelektronik ve termoelektrik uygulamalar gibi yenilenebilir enerji kaynakları için potansiyel bir aday olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yarı-Heusler Yarıiletkenler, Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi, Elektronik Özellikler.

## 5. INTRODUCTION

Li-based half-Heusler compounds have recently been described as very intriguing materials by some scientists and have attracted intense interest due to their high Seebeck coefficients, semiconductor behavior, and remarkable thermoelectric properties. These materials, especially due to their semiconductor nature, have the potential to be useful for many technological applications such as optoelectronics. For this reason, until today, many experimental and theoretical studies have been carried out on Li-based half-Heusler compounds [1-4]. In this theoretical study, it was aimed to identify the most suitable structural phase of half-Heusler lithium-based silver sulfide (LiAgS) and to examine its electronic characteristics in detail. As far as we have researched in the literature, there is no detailed experimental or theoretical study on the structural stability and electronic character of the material in question yet. Therefore, in this theoretical study, it was focused on some physical properties of this new Heusler compound in order to bring a new and useful material to the world of materials science and technology.

## 6. CALCULATION METHOD

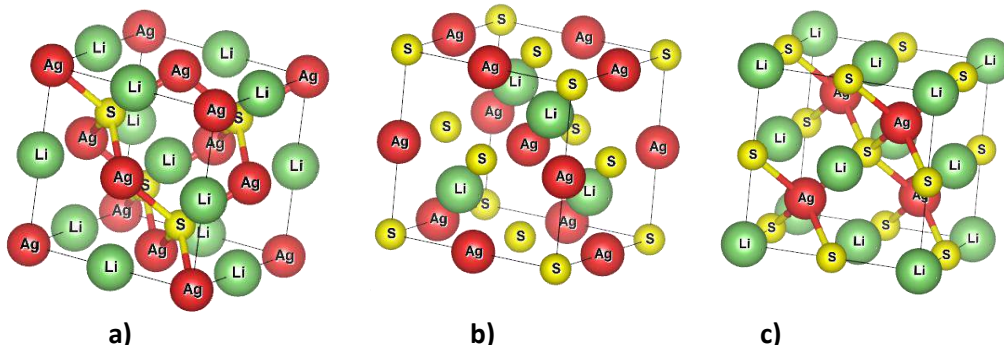
Under Density Functional Theory (DFT), To decide a favorable structure energetically for the relevant system and also, to observe its electronic character Vienna AB Initio Simulation Package (VASP) as an algorithm was utilized [5-9]. Once the appropriate crystal phase is decided, to perform electronic band structure computations, it was employed two approximations as the Generalized Gradient Approach (GGA) [10] and the modified Becke-Johnson approximation of the meta-Generalized Gradient Approach (GGA+mBJ) [11]. The electronic configurations of the Li, Ag, and S atoms in the related system are  $2s^1$ ,  $4d^{10}5s^1$ , and  $3s^23p^4$ , respectively. For the computations performed in the First Brillouin Zone, the cut-off kinetic energy was chosen as 500 eV and  $15 \times 15 \times 15$  k-point in the Monkhorst-Pack scheme was taken [12]. During the crystal relaxation process, the Wyckoff positions of the atoms were fully optimized until the force on each atom was smaller than  $10^{-7}$  eV/Å. To achieve the iterative solutions of the Kohn-Sham equations, the sequential change in the total energy was selected less than  $10^{-8}$  eV.

## 7. RESULTS AND DISCUSSIONS

First of all, the composition in question was successfully optimized to determine the optimal atomic positions and some structural parameters in crystal structures with different atomic arrangements such as alpha, beta, and gamma. After the relaxation of the system of interest, formation enthalpies were calculated and unit cell volume plots were drawn against ground state energies. As a result of these processes, it was concluded that the most favorable phase was alpha for the relevant system. Thereafter, to understand electronic behavior in the appropriate alpha structural phase, the electronic band structure and density of states were examined.

### 7.1. The Favorable Structural Phase

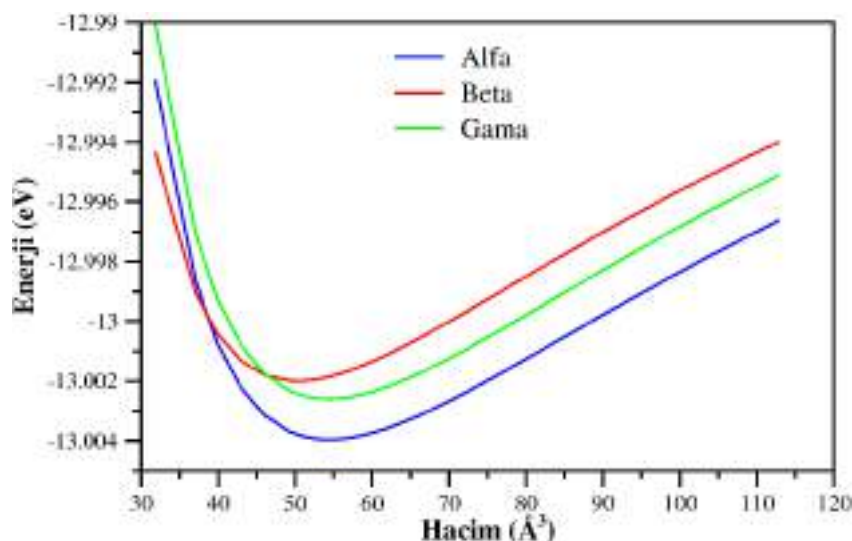
The atomic arrangements of the examined system in the mentioned phases are as follows: For the alpha phase, which is the most favorable energetically, lithium (Li) atoms are located at 4b (0.5, 0.5, 0.5) while silver (Ag) and sulfur (S) atoms are positioned at 4a (0, 0, 0) and 4c (0.25, 0.25, 0.25), respectively. In the beta structural phase, Li atoms occupy the 4c position, Ag atoms occupy the 4b position, and S atoms occupy the 4a position. In the other structure which is gamma, 4a and 4c positions are occupied by Li and Ag atoms, respectively, whereas S atoms are in the 4b position. All three structural phases considered for this material have a face-centered cubic structure matching the F-43m space group and 216 space number. The three-dimensional crystallographic shapes for the considered structures of half-Heusler lithium-based silver sulfide (LiAgS) are presented in Fig.1.



**Figure 1.** 3D (three-dimensional) crystal shapes for (a) alpha, (b) beta, and (c) gamma phases.

After the optimization process, for each atomic arrangement of this system, as can be seen in Fig. 2, it was graphed the total energy-volume graphs by fitting the Birch-Murnaghan equation of state [13]. From the relevant graph, it is understood that the alpha phase is the most favorable for this material in terms of energy. In technology, it is generally preferred that a material be thermodynamically stable and synthesizable. As it is known, in order for any crystal system to have these two properties, its formation enthalpy ( $\Delta H_f$ ) [14] must be negative. As can be seen in Table 1, the formation enthalpies were found to be negative for all considered phases in our calculations. As a result, the calculated negative formation enthalpy values, just like the graphs drawn, indicate that the alpha phase is the most suitable phase for the relevant system.





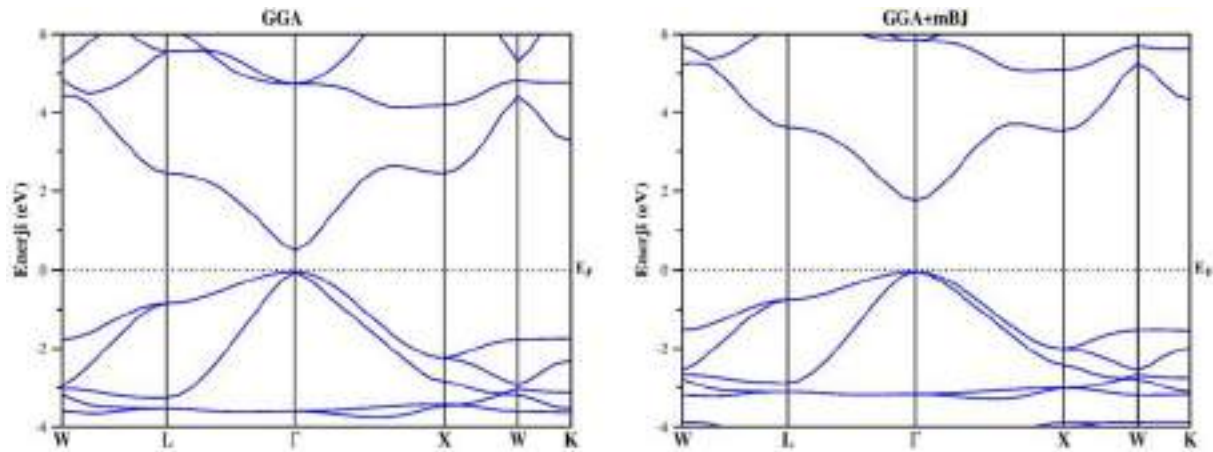
**Figure 2.** The energy of the primitive cell versus volume for alpha, beta, and gamma phases.

**Table 1.** Some structural parameters of half-Heusler LiAgS crystal for alpha, beta, and gamma structures.

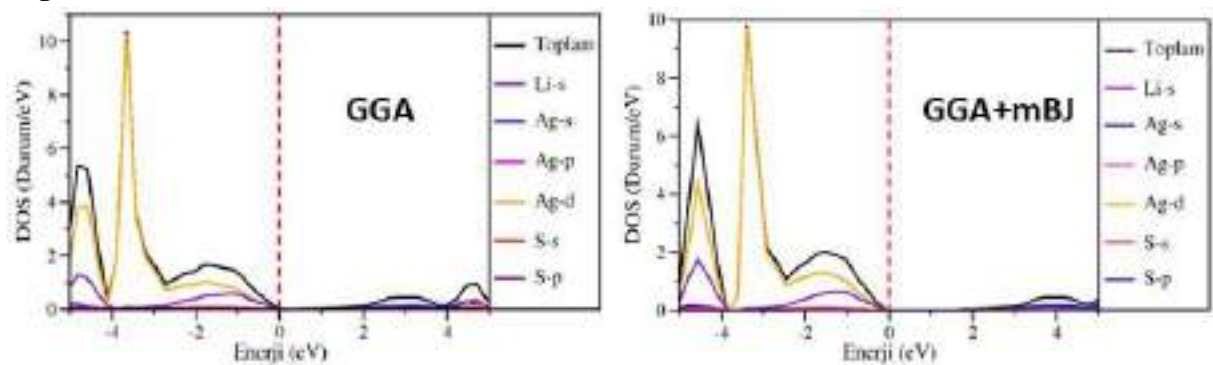
<i>F-43m</i>	Phase	$a_0$ (Å)	$B_0$ (GPa)	$B'_0$	$\Delta H_f$ (eV/atom)
	Alpha	6.019	52.0	4.62	-0.672
LiAgS	Beta	5.886	53.7	4.32	-0.445
	Gamma	5.999	54.4	4.67	-0.509

## 7.2. Electronic Character

As given in Fig. 3 and Fig. 4, the electronic nature of the half-Heusler LiAgS compound was observed with the computed electronic band structures and density of state curves by using two approximations which are classical GGA-PBE and GGA+mBJ. The examined electronic band structures with two approaches, it can be understood that the relevant material has a semiconductor nature. For the GGA-PBE and GGA+mBJ approaches, the observed and measured band gaps are 0.51 eV and 1.81 eV over the Fermi Energy level. Also, as shown in Fig.4, particularly in the valence band, the largest contribution to the total density of the states comes from the 4*d* states of Ag atoms. The other electronic states of the atoms in this crystal system contribute little to the total density of states and do not sufficiently affect the electronic behavior of the system.



**Figure 3.** The observed electronic band structures within GGA and GGA + mBJ methods for the half-



**Figure 4.** The total and orbital projected partial density of electronic states of atoms under classical GGA-PBE and GGA + mBJ methods for the half-Heusler LiAgS compound.

## 8. CONCLUSION

This theoretical work presents the structural and electronic features of Li-based silver telluride, a new ternary half-Heusler-type alloy. This composition has a face-centered cubic crystal system matching the F-43m space group and 216 space number. Energy-volume graphs were drawn for three different structural phases named alpha, beta, and gamma, depending on the atomic placement of the atoms in the compounds, and formation enthalpies were calculated. As a result of the observations, it was decided that the favorable structure energetically for our half-Heusler compound is the alpha phase. It was also concluded that the solid crystal of interest can be synthesized industrially in all three phases and has thermodynamic stability. In favorable alpha structure, the computed electronic band structure with two approximations indicates that this material has semiconducting characteristics. In this context, the new half-Heusler compound mentioned above may be promising for use in some optoelectronic applications due to its large direct bandgap ( $E_g = 1.81$  eV with GGA+mBJ approximation).

### Acknowledgments

This research was supported by the Ahi Evran University Research Project Unit [Project number: TBY.A4.23.004].

## REFERENCES

- [1] M.K. Yadav, B. Sanyal, First principles study of thermoelectric properties of Li-based half-Heusler alloys, *Journal of Alloys and Compounds*, 2015, 622, 388–393.
- [2] R. Ahmed, N.S. Masuri, B.U. Haq, A. Shaari, S. AlFaifi, F.K. Butt, M.N. Muhamad, M. Ahmed, S.A. Tahir, Investigations of electronic and thermoelectric properties of half-Heusler alloys XMgN (X = Li, Na, K) by first-principles calculations. *Mater. Des.* 2017, 136, 196–203.
- [3] H. Nowotny, K. Bachmayer, *Monatsch. Chem.* 81 (1950) 488.
- [4] P.K. Kamlesh, R. Gautam, S. Kumari, A.S.Verma, Investigation of inherent properties of XScZ (X = Li, Na, K; Z = C, Si, Ge) half-Heusler compounds: appropriate for photovoltaic and thermoelectric applications, *Physica B*, 2021, 615, 412536.
- [5] G. Kresse, J. Hafner, Ab initio molecular dynamics for liquid metals, *Phys. Rev. B* 47 (1993) 558–561.
- [6] G. Kresse, J. Furthmuller, Efficiency of ab initio total energy calculations for metals and semiconductors using a plane-wave basis set, *Comput. Mater. Sci.* 6 (1996) 15–50.
- [7] P. Hohenberg, W. Kohn, Inhomogeneous electron gas, *Phys. Rev.* 136 (1964), B864–B871.
- [8] W. Kohn, L.J. Sham, Self-consistent equations including exchange and correlation effects, *Phys. Rev.* 140 (1965) A1133–A1138.
- [9] P.E. Blochl, Projector augmented-wave method, *Phys. Rev. B* 50 (1994) 17953–17979.
- [10] J.P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof, Generalized gradient approximation made simple, *Phys. Rev. Lett.* 77 (1996) 3865–3868.
- [11] F. Tran, P. Blaha, Accurate band gaps of semiconductors and insulators with a semilocal exchange-correlation potential, *Phys. Rev. Lett.* 102 (2009), 226401.
- [12] H. J. Monkhorst and J. D. Pack, “Special points for Brillouin-zone integrations” *Phys. Rev. B* 13 (1976) 5188-5192.
- [13] F. Birch, Finite elastic strain of cubic crystals, *Phys. Rev.* 71 (1947) 809–824.
- [14] E. Zhao, Z. Wu, Electronic and mechanical properties of 5d transition metal mononitrides via first principles, *J. Solid State Chem.* 181 (2008) 2814–2827.

## A REVIEW OF TITANIUM METAL POWDER PRODUCTION THROUGH PLASMA ATOMIZATION

**Research Assistant, Ahmet DAYANÇ<sup>1</sup>**

Kutahya Dumlupinar University, ahmet.dayanc@dpu.edu.tr – ORCID: 0000-0002-5214-9021

**Assistant Professor, Mustafa GÜLEŞEN<sup>2</sup>**

Kutahya Dumlupinar University, mustafa.gulesen@dpu.edu.tr, ORCID:0000-0001-8781-2746

### ABSTRACT

In this research, the significance of titanium metal powder produced by plasma atomization in engineering, especially in fields such as aviation, automotive, biomedical, defense industry, and other high-performance engineering applications, is emphasized. The various properties of titanium, such as low density, high strength, excellent corrosion resistance, high fatigue resistance, and biocompatibility, make it a preferred material in these areas. However, the high cost and difficulty of processing titanium are factors that limit its use. Additionally, this study indicates that additive manufacturing technology offers potential opportunities to mitigate some disadvantages of titanium. In particular, the production of designs with complex internal structures and voids through additive manufacturing can reduce the use of titanium material and decrease the need for final processing. Moreover, the research highlights the importance of plasma atomization in the production of titanium powders. This method enables the control of powder particle size and morphology, producing powders with high purity and ideal characteristics, particularly for additive manufacturing and powder metallurgy applications. The plasma atomization process involves critical steps such as controlling atmospheric conditions and preventing oxidation using inert gases, which are essential for maintaining the chemical composition. In conclusion, this research thoroughly addresses the importance of titanium in engineering applications and the role of plasma atomization in producing titanium in powder form. It suggests that additive manufacturing can play an effective role in reducing the drawbacks of titanium and increasing efficiency when manufacturing with powder.

**Keywords :** Plasma Atomization, Powder Metallurgy, Titanium Powder

## INTRODUCTION

Titanium is increasingly in demand for specialized areas such as aerospace, automotive, biomedical, defense industries, and high-performance engineering applications due to its ability to meet various needs expected from a material in solving engineering problems [1]. Titanium stands out as an ideal material for various industrial applications, with some notable characteristics being:

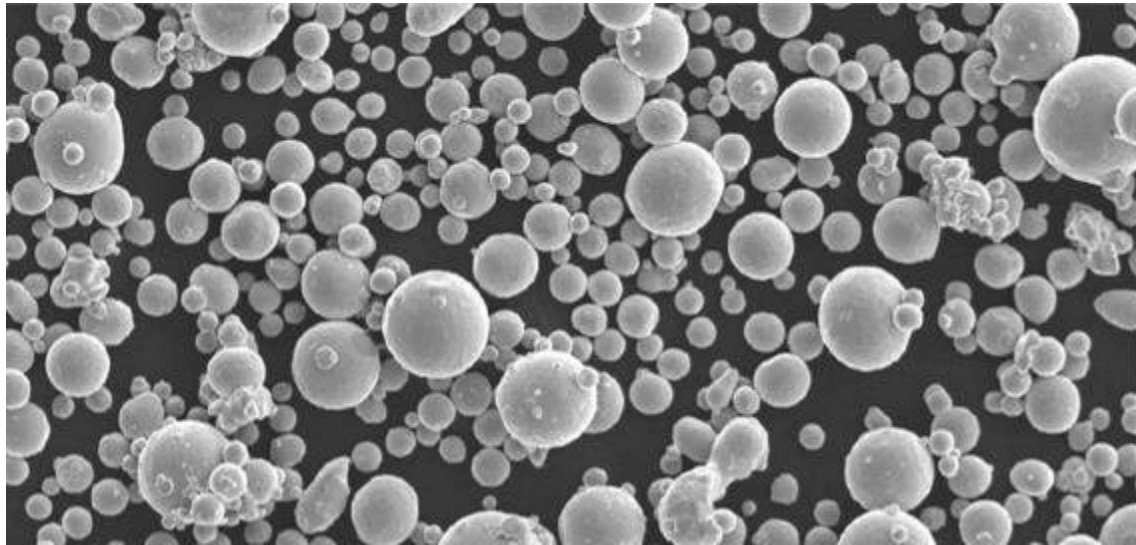
- **Low Density and High Strength:** Titanium is known for its low density and high strength, offering high durability per unit weight. This advantage is particularly significant in areas requiring light and strong components.
- **Excellent Corrosion Resistance:** Titanium is renowned for its exceptional resistance to corrosion. When exposed to oxygen, titanium's surface forms a thin, non-porous passivation layer that protects the metal from further oxidation and corrosion. It offers excellent resistance against corrosive environments like water, salt solutions, and some acids, making it suitable for various challenging environments.
- **High Fatigue Resistance:** Titanium's high fatigue resistance is advantageous in high-performance applications.
- **Biocompatibility:** Titanium is recognized as a biocompatible material, widely used in various biomedical applications such as medical implants, thanks to this advantage.
- **Heat Treatment and Surface Treatments:** Heat treatment can reduce internal stresses and increase the ductility of the material. Additionally, surface treatments can further enhance the material's properties.
- **Chemical Composition and Standards Compliance:** Certain titanium alloys may have a chemical composition compliant with standards such as ASTM B348, ASTM F136, ASTM F3001, and ASTM F3302 [2].

Disadvantages:

- **High Cost:** Both titanium itself and its processing are generally expensive.
- **Processing Difficulty:** It is difficult to process, requiring specialized tools and techniques. Moreover, titanium tends to overheat during processing.

Considering these disadvantages, it is essential to use as little titanium as possible and process it in ways that require minimal processing. In this context, the advantages of additive manufacturing can be discussed. Additive manufacturing allows for the production of designs with complex internal structures and voids. This approach can significantly reduce the amount of expensive titanium used. Additionally, manufacturing close to the final geometry reduces the need for titanium processing, except for the removal of support structures and necessary surface treatments on certain parts. From these perspectives, titanium metal powders are ideal for additive manufacturing applications. Below, Figure 1 shows an SEM image of titanium metal powder [3].





**Figure 1.** SEM picture of EOS Titanium Ti64 Grade 23 powder.

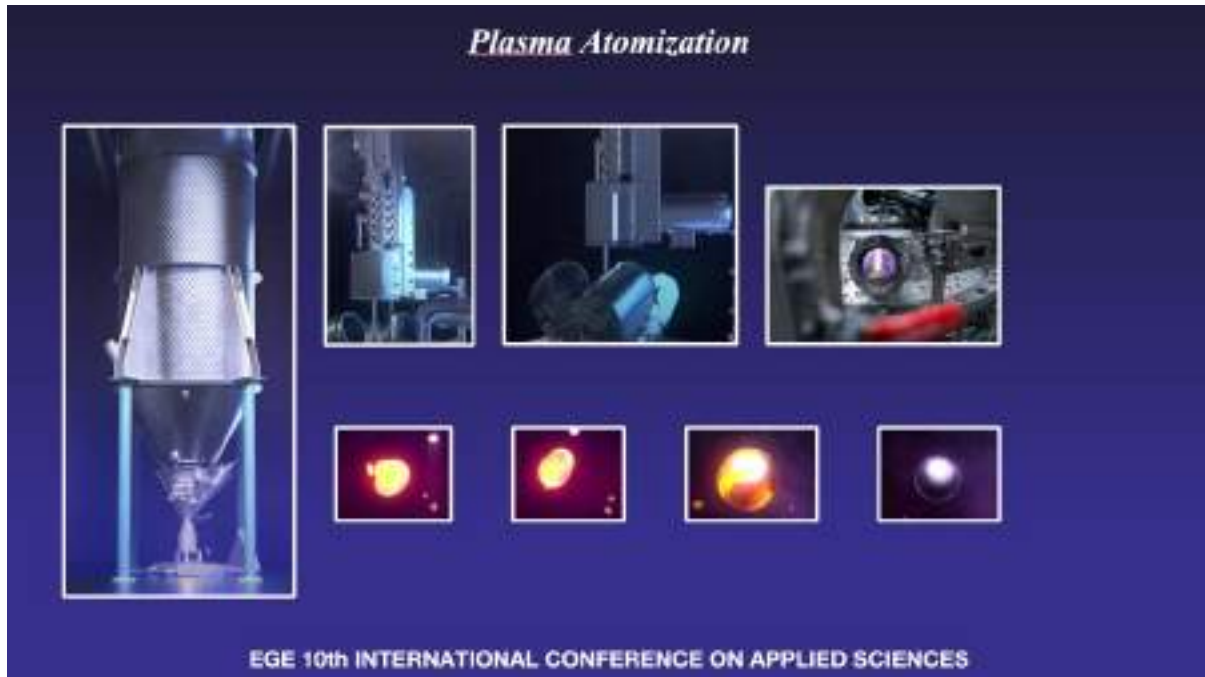
Nowadays, the importance of particle sizes and morphology suitable for modern manufacturing techniques like powder metallurgy and 3D printing for titanium metal powders is becoming prominent. At this point, plasma atomization, an effective and advanced method, is used to obtain the desired properties in titanium powder. The main features of the Plasma Atomization process for its two stages are as follows:

- **High-Energy Plasma Source:** In plasma atomization, a high-energy plasma source is used to melt the titanium metal. The liquid state of the metal at this stage is critical for the subsequent atomization process.
- **Pulverization with Gas Jet:** If the melted titanium metal is contacted with a high-velocity gas jet, it pulverizes, resulting in the fragmentation of titanium metal into small and fine powder particles.

Plasma atomization allows for high control over the particle size and morphology of the powder, making it ideal for applications in additive manufacturing and powder metallurgy. Additionally, since the liquid metal does not come into contact with refractory metals or other solid materials, contamination of the powder is minimized, thus achieving high purity. However, when dealing with reactive metals like titanium, control of atmospheric conditions is crucial. In the plasma atomization process, inert gases like argon are used to reduce the oxygen level in the production environment, preventing oxidation and preserving the chemical composition [4].

The critical parameters affecting plasma atomization include the plasma torch, spray chamber, cooling zone, wire feed mechanism, and powder collector. Initially, the titanium wire is fed into the plasma jet area, where it melts. It then separates into droplets, which rapidly cool down to form powder [5]. Below, Figure 2 provides a summarized view [6].





**Figure 1.** Plasma Atomization

## RESULTS AND CONCLUSION

In conclusion, this research highlights the significance of titanium metal powder produced by the plasma atomization method in engineering fields requiring high performance, such as aerospace, automotive, biomedical, and defense industries. The properties of titanium like low density, high strength, corrosion resistance, and biocompatibility make it a preferred choice in these areas, despite its disadvantages such as high cost and difficulty in processing.

This study indicates that additive manufacturing technology can mitigate these disadvantages and make material usage more efficient. The plasma atomization method plays a critical role in producing titanium powder with high purity and ideal characteristics. The necessity of controlling atmospheric conditions and preventing oxidation through the use of inert gases in this process has been emphasized. This method has been highlighted for its ability to produce titanium powder of the desired quality, thereby enabling its effective use in additive manufacturing applications.

## REFERENCES

- [1] GE Additive, “Powders Overview.” Accessed: Dec. 24, 2023. [Online]. Available: <https://www.ge.com/additive/powders-overview>
- [2] Advanced Powders, “Specialist in powder solutions for additive manufacturing,” 2018.
- [3] EOS, “EOS Titanium Ti64 Grade 23 Material Data Sheet Metal Solutions,” 2023.
- [4] C. J. Tsai and L. M. Wang, “The plasma atomization process for the Ti-Al-V powder production Influence of Alloying Elements Content on High Temperature Properties of Ti-V-Cr and Ti-Al-V Series Titanium Alloys: A JMatPro Program Calculation Study Ruochen Sun and Guangbao Mi-The Effect of Thermal Hydrogenation Processing on the Oxide Layer Formation of Ti-6Al-4 V Alloy,” 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1942/1/012046.
- [5] GE Additive, “Get the facts on plasma and metal additive powders.” Accessed: Dec. 24, 2023. [Online]. Available: <https://www.ge.com/additive/blog/get-facts-plasma-and-metal-additive-powders>
- [6] GE Additive, “Advanced plasma atomization process: How powder is made for additive manufacturing - YouTube.” Accessed: Dec. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=vouCR6bhCt0>

## ENHANCING THE RELIABILITY OF LATTICE STRUCTURES IN ENGINEERING: FIELD OPTIMIZATION FOR VON MISES STRESS REDUCTION

**Research Assistant, Ahmet DAYANÇ**

Kutahya Dumlupinar University, ahmet.dayanc@dpu.edu.tr – ORCID: 0000-0002-5214-9021

### ABSTRACT

In advanced engineering applications, the design processes of lightweight components benefit significantly from methods such as lattice structures and topology optimization. However, if errors are made in implementing these methods during the design process, or if their inherent weaknesses are overlooked or not minimized, these methods can turn into disadvantages instead of advantages. Particularly, if the unit cell types of lattice structures with periodic arrangements and the geometries and thicknesses of the beams in these unit cells are not compatible with the expected boundary conditions of the lightened part, excessive stress and permanent plastic deformations can occur in certain areas. This situation can lead to a perception that lattice structures are unreliable for advanced engineering applications. If, similar to topology optimization, more material was allocated in required areas and less in non-required areas, the weak regions in lattice structures could be reinforced, thus enhancing their strength without significantly altering their weight. Adopting this approach, this study conducted a static analysis of a lattice structure with a periodic arrangement and fixed beam thicknesses. To reduce the observed 125.53 MPa Von Mises stress to a threshold of 50 MPa, the 'field optimization' technique was applied. Consequently, the beam thicknesses in the lattice structure were automatically adjusted by the relevant algorithm, leading to a more homogenous distribution of stresses. Subsequent static analysis of the optimized lattice confirmed that the Von Mises stresses on the improved lattice structure did not exceed the targeted 50 MPa threshold. Additionally, it was observed that while the standard lattice structure weighed 19.02 grams, the weight of the optimized lattice dropped to 16.31 grams, resulting in a 14.24% reduction in weight while simultaneously increasing the part's strength.

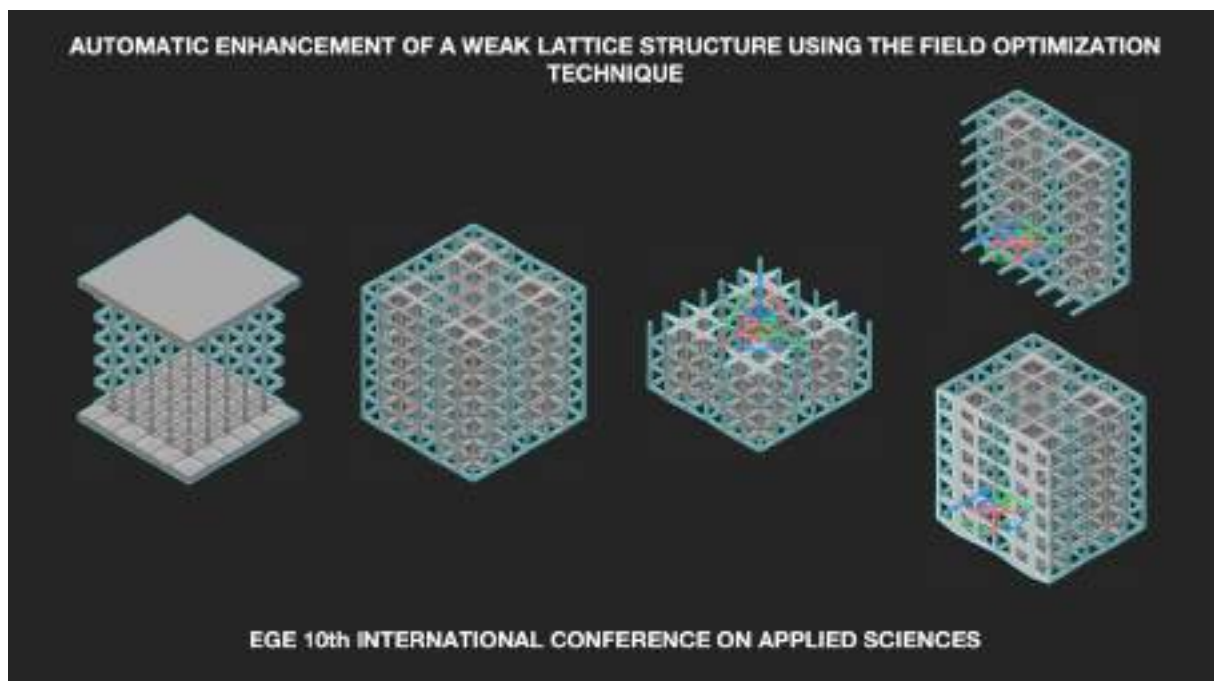
**Keywords :** Field Optimization, Implicit Modeling, Lightweighting, nTopology, Von Mises Stress Reduction

## INTRODUCTION

In the design processes of lightweight components in advanced engineering applications, the desired objectives can be achieved significantly by using methods such as creating lattice structures or topology optimization. Topology optimization can optimize material distribution in terms of structural efficiency, but in some cases, there may be a need to create porous structures [1], [2]. Both methods can play a significant role in lightweighting components designed for advanced engineering applications and in meeting mechanical performance criteria.

When lattice structures are created from periodic arrangements of unit cells, it is necessary to consider that the types of unit cells and the geometry and thicknesses of the beams in these cells must be compatible with the desired boundary conditions. If compatibility with boundary conditions is not achieved, excessive stress and permanent plastic deformations can occur in some weak areas [3]. This situation can lead to a perception that lattice structures may be unreliable for advanced engineering applications.

In this study, the nTopology software, which is based on implicit modeling technology, was used [4], [5]. Furthermore, as a generative design software, nTopology adopts a target-oriented and computational approach to generate geometry based on rules defined by the designer [6]. Within the scope of this study shown as graphic abstract in Figure 1, a weak lattice structure, statically analyzed according to specific boundary conditions, has been improved using the “Field Optimization” technique to meet the desired objectives.



**Figure 1.** Graphic Abstract

## MATERIAL AND METHOD

The method used in this study is explained in the workflow shown in Figure 2 and consists of different sections. The “Geometry” section is for the design of the weak lattice structure, and the structural analysis of the weak lattice structure is completed in the “Static Analysis” section. In the “Field Optimization” section, necessary functions are used to improve the weak lattice and the desired targets are defined to the algorithm.



**Figure 2.** Workflow in nTopology

## RESULTS AND CONCLUSION

In this study, a static analysis was performed on a weak periodic lattice structure with fixed beam thicknesses, and the observed maximum Von Mises stress of 125.53 MPa was reduced to the desired threshold of 50 MPa using the “Field Optimization” technique. This technique allows the automatic alteration of beam thicknesses in the lattice structure by the relevant algorithm, enabling a more homogeneous distribution of Von Mises stresses. The static analysis after optimization confirmed that the Von Mises stresses in the improved lattice structure did not exceed the 50 MPa threshold.

Moreover, while the weight of the standard lattice structure was 19.02 grams, it dropped to 16.31 grams after optimization, signifying a 14.24% reduction in weight and simultaneously an increase in the component's durability. These findings demonstrate that it is possible to strike an optimum balance between lightweighting and structural integrity.

In conclusion, lattice structures and topology optimization continue to be important tools in advanced engineering applications. However, for effective use of these methods, careful attention and flawless implementation are required at every stage of the design process. This

study presents approaches and optimization techniques that can be used to elevate the potential of lattice structures to a higher level.

## REFERENCES

- [1] nTop, “How to run a topology optimization.” Accessed: Aug. 20, 2023. [Online]. Available: <https://support.ntop.com/hc/en-us/articles/360044051214-How-to-run-a-topology-optimization>
- [2] nTop, “The most advanced lattice generation software.” Accessed: Dec. 17, 2023. [Online]. Available: <https://www.ntop.com/software/capabilities/lattice-structures/>
- [3] B. Becergen, M. Çakmak, M. F. Maral, A. Dayanç, and F. Karakoç, “Design Approaches on Inner Bodies of Gears with Methods Topology Optimization and Lattice Structures,” *Temmuz 2022 European Journal of Science and Technology Special Issue*, vol. 39, no. 39, pp. 85–90, 2022, doi: 10.31590/ejosat.1144818.
- [4] nTopology, “Lightweighting with implicit models.” Accessed: Dec. 17, 2023. [Online]. Available: <https://www.ntop.com/resources/blog/lightweighting-with-implicit-models/>
- [5] “Implicit modeling for engineering design | nTop.” Accessed: Aug. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.ntop.com/resources/blog/implicit-modeling-for-mechanical-design/>
- [6] nTop, “Powerful generative design software.” Accessed: Dec. 24, 2023. [Online]. Available: <https://www.ntop.com/software/capabilities/generative-design/>



## LIGHTWEIGHT DESIGN IN A ROBOTIC COMPONENT: A STUDY ON TOPOLOGY OPTIMIZATION USING SIMP ALGORITHM

**Research Assistant, Ahmet DAYANÇ**

Kutahya Dumlupinar University, ahmet.dayanc@dpu.edu.tr – ORCID: 0000-0002-5214-9021

### ABSTRACT

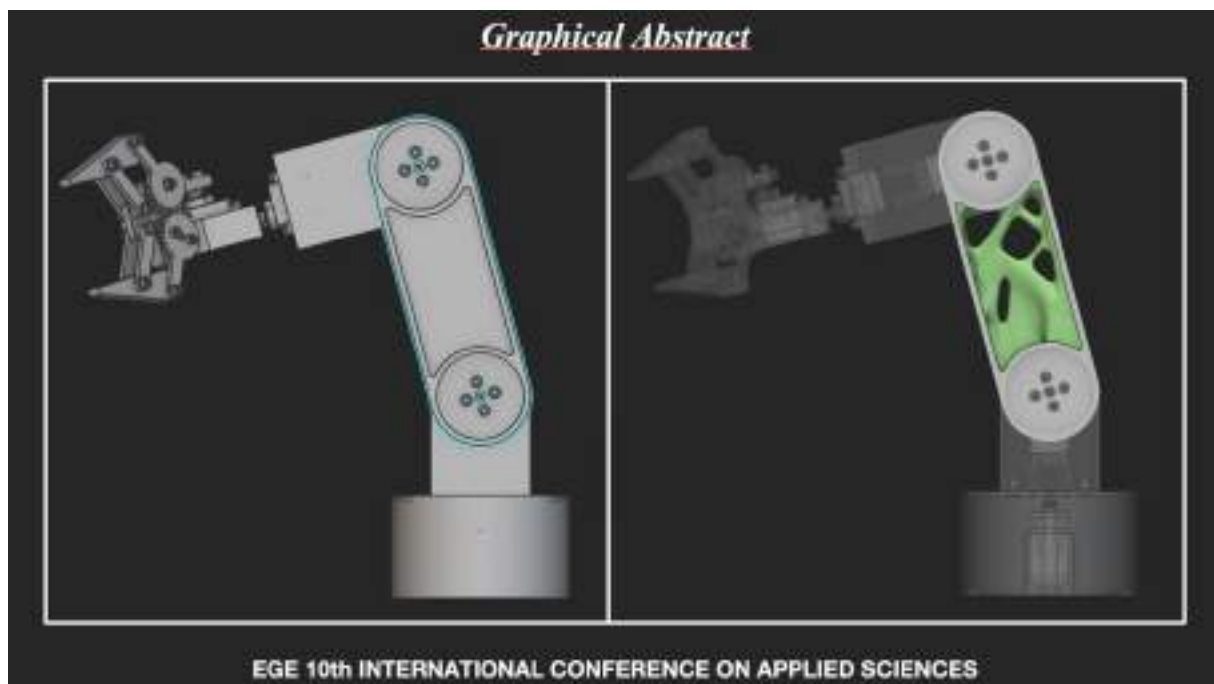
In contemporary engineering design processes, several factors such as efficiency, strength, lightness, corrosion resistance, and fatigue resistance are paramount, necessitating engineers to possess diverse skills to achieve an optimum design that meets all these requirements. Topology optimization, an advanced algorithm-based approach, enables engineers to design lightweight and durable components. This study focuses on topology optimization applied to a component of a referenced robotic arm, delving into the specifics of the 'solid isotropic material with penalization' algorithm, including its objectives and constraints, to elucidate essential parameters for an effective topology optimization process. The findings, considering the defined objectives and constraints of the algorithm, are evaluated in two distinct scopes: one for the lightened design area of the component and another for the component as a whole. When considering only the lightened design area, it was observed that the geometry could be lightened by 71.81%, reducing the weight from 118.34 grams to 33.35 grams. In contrast, when considering the entire component, the pre-optimization geometry could be lightened by 35.98%, with the weight dropping from 231.91 grams to 148.46 grams. Despite the design area lightening by 84.99 grams, the entire component experienced a weight reduction of 83.45 grams. The difference is attributed to the radius applied to facilitate a smooth transition at the junctions between the topology-optimized design area and the outer frame of the component.

**Keywords :** Implicit Modeling, Lightweighting, nTopology, Topology Optimization

## INTRODUCTION

In modern engineering practices, it is great importance for engineers to consider various factors such as efficiency, durability, lightness, corrosion resistance, and fatigue resistance when designing components that meet various needs. Engineers need to possess a broad range of skills to create optimum designs that satisfy these requirements.

Topology optimization is an advanced algorithm-based approach that enables engineers to design components that are both lightweight and durable [1]. This study focuses on topology optimization applied to a specific component of a micro robotic arm. The “nTopology” software, which is based on implicit modeling technology, was utilized in this study [2], [3]. This software contains a function block that operates on an algorithmic basis for performing topology optimization [4]. Certain aspects of the “Solid Isotropic Material with Penalization” algorithm are present [5]. The algorithm follows an iterative and computational process to create a geometry that meets its defined objectives and constraints [6]. In the study represented as graphic abstract in Figure 1 below, parameters crucial for an effective topology optimization process have been meticulously adjusted.



**Figure 1.** Graphical Abstract

## MATERIAL AND METHOD

Initially in this study, the “Frame” and “Infill” sections of the component in the referenced assembly file were defined as separate variables in the CAD model. The “Frame” part remains constant, and the “Infill” part is subject to optimization. Subsequently, separate meshes were created for both sections of the component. These meshes derived from Surface Meshes into Finite Element Volume Meshes. For the algorithm to function correctly with these two different

meshes, the meshes were interconnected with compatible nodes. Following this, material definition was made by inputting parameters such as Young’s Modulus, Poisson’s Ratio, and Density, and then boundary conditions were established. Other inputs in the Objective, Constraints, and Topology Optimization block, as seen in Figure 2 below, were defined, and the iterative process of topology optimization was completed. After finalizing the surface treatments on the newly formed geometry's design, the lightweighted section and the outer frame were combined, completed the design of the final part.



**Figure 2.** Objective, Constraints and Topology Optimization Block

## RESULTS AND CONCLUSION

When considering the objectives and constraints defined for the algorithm, the findings are evaluated in two distinct scopes: The first is an assessment for only the lightweighted design area of the component, and the second is an evaluation for the component as a whole. When only the lightweighted design area is taken into account, it was observed that the geometry could be lightweighted by 71.81%, reducing the weight from 118.34 grams to 33.35 grams. Additionally, considering the entire component, the final geometry resulting from the optimization showed a 35.98% reduction in weight compared to the original geometry, decreasing from 231.91 grams to 148.46 grams. Despite the design area experiencing a weight reduction of 84.99 grams, the entire component lightweighted by 83.45 grams. This difference arises due to surface treatments applied to the topology-optimized “Infill” geometry and to facilitate a smooth transition at the junctions between the outer frame of the component and the “Infill” geometry.

When properly adjusted, topology optimization emerges as a significant lightweighting technique in engineering. This method can optimize the distribution of material in a design area to the most efficient geometry, thereby reducing costs and enhancing the performance of components. Particularly in fields such as aviation, automotive, and robotics, where high performance and weight reduction goals are critical, topology optimization offers substantial advantages. This technique enables engineers to execute their designs in a more efficient and environmentally friendly manner, while also increasing the sustainability of industrial designs.

## REFERENCES

- [1] nTopology, “Next-gen topology optimization software.” Accessed: Dec. 24, 2023. [Online]. Available: <https://www.ntop.com/software/capabilities/topology-optimization/>
- [2] nTop, “Implicit modeling for engineering design.” Accessed: Aug. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.ntop.com/resources/blog/implicit-modeling-for-mechanical-design/>
- [3] nTopology, “How implicits succeed where B-reps fail.” Accessed: Jan. 30, 2023. [Online]. Available: <https://ntopology.com/blog/how-implicits-succeed-where-b-reps-fail/>
- [4] nTop, “What type of material model does the Topology Optimization block use?” Accessed: May 09, 2023. [Online]. Available: <https://support.ntop.com/hc/en-us/articles/5039055770131-What-type-of-material-model-does-the-Topology-Optimization-block-use->
- [5] Dassault Systemes, “SIMP Method for Topology Optimization.” Accessed: Dec. 24, 2023. [Online]. Available: [https://help.solidworks.com/2021/english/SolidWorks/cworks/c\\_simp\\_method\\_topology.htm](https://help.solidworks.com/2021/english/SolidWorks/cworks/c_simp_method_topology.htm)
- [6] nTop, “How to run a topology optimization.” Accessed: Aug. 20, 2023. [Online]. Available: <https://support.ntop.com/hc/en-us/articles/360044051214-How-to-run-a-topology-optimization>

## RENKLİ BETONUN İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KULLANIMI VE ÖNEMİ ÜZERİNE GENEL BİR DEĞERLENDİRME

**Doç. Dr. Zehra Funda AKBULUT<sup>1</sup>, Prof. Dr. Soner GÜLER<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl, Mühendislik, [fundaakbulut@yyu.edu.tr](mailto:fundaakbulut@yyu.edu.tr)- ORCID ID: 0000-0002-7621-7607

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl, Mühendislik, [gulersoner@yyu.edu.tr](mailto:gulersoner@yyu.edu.tr)- ORCID ID: 0000-0002-9470-8557

### ÖZET

Son yıllarda, renkli betonun, bina cepheleri, kaldırımlar, araba park alanları ve zeminler gibi yerlerdeki kullanımı popüler hale gelmiştir. Günümüzde renkli beton üretimi pigment katkıları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Genel olarak beton rengini elde etmenin iki yolu vardır. İlk yöntem, tekstüre kalıpları yerleştirilmeden ve preslenmeden önce taze betona pigmentlerin eklendiği betonun preslenmesidir. Bu pigmentler sıvı halde de olabildiği gibi genellikle toz ve granül halinde de olabilirler. İnşaat uygulamalarında kullanılan bir diğer yöntem ise renklendiricinin geleneksel beton karışımına doğrudan karıştırılmasıdır. Bu karışım genellikle taş agregaları, kum, çimento ve sudan oluşur. Pigmentler ise doğal ve yapay olarak elde edilebilmektedir. Beton renklendirmede en yaygın kullanılan pigmentler demir ve krom oksitlerdir. Örneğin demir minerali olan hematitten, kırmızısı, turuncu, mor ve kahverengi renkler elde edilirken, goetitten sarı renkli pigment üretilmektedir. Beton içerisinde pigment kullanmanın en önemli nedeni betonun estetik özelliklerini iyileştirmektir. Ancak pigment kullanımında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta bulunmaktadır. Pigmentin harç ve beton üzerinde olumsuz etki yaratmadan kalıcı renkler elde edilmesini sağlaması oldukça önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Renkli beton, estetik özellikler, pigment

### 1. GİRİŞ

Beton çok yönlü bir malzeme olması nedeniyle mimari malzeme olarak dünya çapında en yaygın kullanılan yapı malzemelerinden biridir [1-5]. Geleneksel betonların üretiminde gri çimento kullanılmaktadır. Gri çimentonun yanı sıra beyaz çimento ve pigment kullanılarak da beton renklendirilebilmektedir. Betona pigmentler katılarak istenilen renk ve dokuyu verilir. Renkli beton üretiminde geleneksel betondan beklenen işlenebilirlik, dayanım ve dayanıklılık özelliklerinin yanı sıra estetik kaygılar da önemlidir. Renkli betonda kullanılan pigmentlerin çimentonun prizine etkisi, renk stabilitesi, uygulandığı ortam koşullarına dayanıklılığı, mekanik özelliklere etkisi, ısı, donma-çözülme gibi fiziksel etkilere karşı dayanıklılık gibi özellikler önemlidir [6-8]. Çimentolu ürünlerin estetiğini geliştirmenin yanı sıra pigmentlerin eklenmesi, diğerlerinin yanı sıra mekanik performans ve akışkanlık gibi özelliklerini de etkiler.

Son yıllarda çimento esaslı malzemelerin kullanımının yaygınlaşması sebebiyle renkli çimento esaslı yapı malzemeleri ilgili çalışmalar yoğunlaşmıştır. Çimento esaslı yapı malzemelerinin renklendirilmesinde yapılaş, karışım ve kullanılacak malzeme açısından çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bununla birlikte, uygun bir işlenebilirliğin elde edilmesi için kullanılacak diğer malzemeler arasında pigmentin fiziksel özelliklerinin de göz önünde bulundurulması arzu edilir.



Renkli beton üretmek amacıyla beton içerisinde pigment katılır. Pigmentler organik veya inorganik olmak ikiye ayrılır. Metal oksitler olan inorganik pigmentler, ışığa, ısıya, kimyasallara karşı dayanıklılıkları ve alkali ortama dayanıklılıkları nedeniyle çimentolu ürünlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Kırmızı, sarı ve kahverengi inorganik pigmentlerin üretilmesinde genellikle demir oksitler kullanılır. Çimento kompozitlerinde kullanılan inorganik pigmentlerin parçacıkları çok küçük ve çözünmez bir yapıya sahip olduğundan, karıştırma sırasında çimento kompozitleri içerisinde homojen bir şekilde dağılırlar ve bunun sonucunda çimento kompozitleri renk kazanır. Ayrıca, pigmentler, 200 numaralı elekten geçen çok küçük tozlar içerirler. Pigmentlerin bir başka önemli özelliği ise her bir pigmentin parçacıklarının şekli farklı yapıdadır. Örneğin kırmızı demir oksit pigmentleri küresel bir yapıya sahipken sarı demir oksit pigmentleri iğnesel yapıya sahiptir. Pigmentlerin bu yapısal farklılıkları harcın işlenebilirlik özelliğini önemli ölçüde etkilemektedir.

Ayrıca inşaat işlerinde kullanılacak çimento harcının uygun akışkanlık ve kıvamda olması gerekir. Bruce ve Rowe'un araştırmasına göre , renklendirici bir katkı yani inorganik bir pigment karıştırıldığında, inorganik bir pigmentin yüzey alanı çimentonun yüzey alanını 10 kat genişleterek harcın akışkanlığını azaltır. Yani inorganik pigmentlerin parçacıklarının ve ince parçacıklarının şekillerinin çimento harcının akışkanlığını azalttığı rapor edilmiştir [9-12].

## 2. RENKLİ BETON UYGULAMALARI

Renkli beton, estetik potansiyeli nedeniyle mimarlar ve yatırımcılar arasında günümüzün tercih edilen yapı malzemelerinden biri haline gelmiştir. Beton karışımına renk pigmentleri ekleyerek sınırlı bir gri tondan çeşitli renk tonlarına genişleme, yürütülen mimari çalışmayı görsel olarak önemli ölçüde geliştirebilir

Beton dayanıklılık özelliklerinin yanı sıra estetik özellikleri ile de öne çıkan bir malzemedir. Mimari betonlarda renk oldukça önemli bir etmendir. Bir betonun renklendirilmesinde birden fazla yöntem kullanılmaktadır. Renkli agrega kullanımı ve, çimento çeşidi veya renklendirici pigment kullanımı ile mümkündür. Renkli betonun renk tonunu ise kullanılan agrega miktarı, su/çimento oranı ve pigment miktarından etkilenir. .

Beton harcının içerisine eklenen pigmentin dozajı genellikle karışımda kullanılan bağlayıcının ağırlığına karşılık gelir. Beton karışımlarında pigmentin kendisi her zaman hacimce değil ağırlıkça karışıma eklenerek kullanılmalıdır. Kimyasal bileşimi nedeniyle, beton karışımına eklenen pigmentler, betonun sertleşmesini önemli ölçüde etkileyerek nihai betonun son durumunu belirler [13-16].

Günümüzün renkli betonlar bina dış yüzeylerinin renklendirilmesinde, yer karolarında, parke taşlarında, bordürlerde, beton park ve bahçe masalarının imalinde ve Zemin renklendirme gibi bir çok yerde kullanılmaktadır. Görsel 1'de sarı ve kırmızı renk pigmentlerinin kullanılarak üretilen bina ve zemin döşemesi örneklerine ait görseller verilmiştir [17-19].





### Görsel 1. Pigment kullanılan bazı uygulama alanları

### 3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Günümüzde beton yapı elemanlarının tasarımında pigmentlerin kullanımını oldukça artmıştır. Pigmentler, geleneksel betonun estetik olmayan görünümünü iyileştirmek amacıyla üretilen mimari tasarım ürünleridir. Mimari beton elemanlarının üretiminde beyaz çimentonun yanı sıra toz pigmentler de katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Beton pigmentleri kullanılarak elde edilen renkli betonlar, özellikle kendiliğinden yerleşen betonlarda, tamir harçlarında, park ve bahçelerde kullanılan kaldırım ve bordür taşlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. İnşaatта mevcut renkli beton kullanılarak estetik açıdan daha farklı ve güzel bir yüzey oluşturulmaktadır. Renkli beton özellikle Arap ve Körfez ülkelerinde yaygınlaştı. Bunun nedeni ise yaşam standartlarının yükselmesi, inşaatта son tekniklere ulaşma çabaları ve son kullanıcıların ince işçilik ve dekorasyonları tercih etmesidir. Renkli betonun avantajına rağmen, birçok mühendislik araştırmacısının da doğruladığı gibi, bu alandaki bilimsel araştırmalar diğer mühendislik alanlarındaki kadar yaygın değildir. Yapısal renkli beton, farklı güzellikler sunan, binaların monotonluğunu kıran, son kat yüzey seçeneği olarak daha ekonomik olabilecek bir malzemedir. Bu tür özel betonlarla ilgili çalışmalar yenilikçidir çünkü bu konuda özellikle dayanıklılıkla ilgili araştırma eksikliği vardır. Betonun sarı, turuncu, kırmızı, mavi ve yeşil tonlarında renklendirme yeteneği, yapıları daha çekici hale getirir ve ilginç tasarım fırsatları sunar. Bu çalışmada renkli betonun inşaat uygulamalarında kullanımına ve geliştirilmesine ilişkin bazı örnekler verilmiştir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Bölümü tarafından FCD-2023-10468 proje numarası ile desteklenmiştir. Bu çalışmaya destek veren Van Üniversitesi YYU BAP birimine teşekkür ederiz.

### KAYNAKÇA

- [1] Corinaldesi, V., Monosi, S., & Ruello, M. L. (2012). Influence of inorganic pigments' addition on the performance of coloured SCC. *Construction and building materials*, 30, 289-293.
- [2] López, A., Tobes, J. M., Giaccio, G., & Zerbino, R. (2009). Advantages of mortar-based design for coloured self-compacting concrete. *Cement and Concrete Composites*, 31(10), 754-761.
- [3] Xue, J., Briseghella, B., Huang, F., Nuti, C., Tabatabai, H., & Chen, B. (2020). Review of ultra-high performance concrete and its application in bridge engineering. *Construction and Building Materials*, 260, 119844.
- [4] Deng, Z., Li, W., Dong, W., Sun, Z., Kodikara, J., & Sheng, D. (2023). Multifunctional asphalt concrete pavement toward smart transport infrastructure: Design, performance and perspective. *Composites Part B: Engineering*, 110937.
- [5] Chyliński, F., Michalik, A., & Kozicki, M. (2022). Effectiveness of Curing Compounds for Concrete. *Materials*, 15(7), 2699.

- [6] Kořátková, J., & Reiterman, P. (2014). Coloured concrete with focus on the properties of pigments. *Advanced Materials Research*, 1054, 248-253.
- [7] Heerah, M. Z., Galobardes, I., & Dawson, G. (2021). Characterisation and control of cementitious mixes with colour pigment admixtures. *Case Studies in Construction Materials*, 15, e00571.
- [8] Lee, H. S., Lee, J. Y., & Yu, M. Y. (2005). Influence of inorganic pigments on the fluidity of cement mortars. *Cement and concrete research*, 35(4), 703-710.
- [9] Sharifi, M., & Sheibani, H. (2022). The effect of mineral pigments on the compressive strength of colored concrete by focusing on the role of improved color palette in current cities of Iran. *Journal of Color Science and Technology*, 16(1), 81-92.
- [10] Utesena, M., & Pernicova, R. (2022). Color Stability of Colored Concrete over Time Depending on the Type of Pigment. *Materials and Technologies of Modern Production*, 173.
- [11] Arruda Junior, E. S., Barata, M. S., Secco, P., & Carvalho, E. S. (2022). The use of red mud and kaolin waste in the production of a new building material: pozzolanic pigment for colored concrete and mortar. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 27.
- [12] El Nemr, A. M., Shawky, M. A., & El Khafif, M. (2022). The Effect of Mineral Pigments on Mechanical Properties of Concrete. *Journal of Civil Engineering and Construction*, 11(3), 139-152.
- [13] Tau, A. L., Maree, J. P., Letjiane, S. L., Adeniyi, A., & Onyango, M. S. Pigment Recovered from Iron Rich Mine Water for use in Colored Concrete.
- [14] de Sousa, G. M., Oliveira, K. R., & de Lima Gomes, A. J. (2020). Compressive strength of colored concrete with iron oxide in the city of Teófilo Otoni in Minas Gerais. *International Journal of Geoscience, Engineering and Technology*, 1(1), 69-77.
- [15] Assaad, J. J., Mata, M., & Saade, J. (2022). Effect of pigments on bond strength between coloured concrete and steel reinforcement. *Acta Polytechnica*, 62(2), 248-261.
- [16] Golshan, M. R., Avaznejad, F., & Sheibani, H. (2023). Laboratory investigation of compressive, tensile and wear resistance of concrete with Limonite mineral pigment with emphasis on urban beautification. *Journal of Color Science and Technology*, 17(1), 51-63.
- [17] Jinnai, H. (2020). A Fundamental Study on the Effect of Pigment Use Amount on the Color of Colored Mortar. *Journal of The Society of Photographic Science and Technology of Japan*, 83(2), 120-121.
- [18] Saade, J., & Assaad, J. J. (2022). Effect of Pigments on Structural Properties of Colored Reinforced Concrete Beams. *Advances in Civil Engineering Materials*, 11(1), 17-32.

## THE USE OF POZZOLANIC CEMENTITIOUS MATERIALS IN THE CONCRETE INDUSTRY IN TERMS OF SUSTAINABILITY

**Doç. Dr. Zehra Funda AKBULUT<sup>1</sup>, Prof. Dr. Soner GÜLER<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl, Mühendislik, [fundaakbulut@yyu.edu.tr](mailto:fundaakbulut@yyu.edu.tr)- ORCID ID: 0000-0002-7621-7607

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl, Mühendislik, [gulersoner@yyu.edu.tr](mailto:gulersoner@yyu.edu.tr)- ORCID ID: 0000-0002-9470-8557

### ABSTRACT

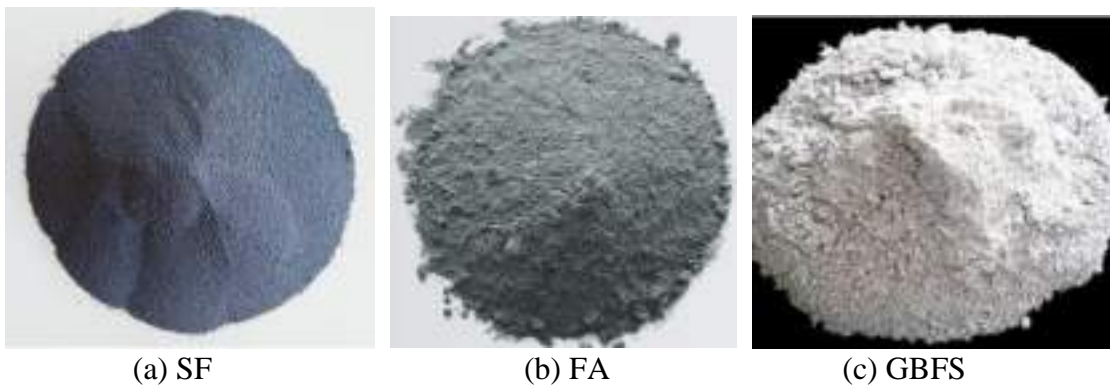
Due to using different types of supplementary cementitious materials (SCMs) instead of PC, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) gas emissions to the atmosphere resulting from cement production will be significantly reduced. In this context, using SCMs instead of Portland cement (PC) is extremely important for sustainability in the construction industry, especially in concrete production, to address critical environmental problems. Concrete is one of the most essential building materials that forms the basis of society's housing needs. Today, it is estimated that more than 10 billion m<sup>3</sup> of concrete is produced worldwide every year. This makes concrete the most produced and consumed material after water. Concrete is a building material created by mixing cement, water, aggregate, and chemical additives of different types and properties in certain places. Concrete is a building material that initially has a plastic consistency and can be shaped, but gains strength by solidifying and hardening over time. For fresh concrete to be easily poured, laid, and placed in the mold, it must have good workability properties and sufficient compressive strength to meet the design loads calculated according to the intended use. Portland Cement (PC) is mainly used as the binding material in traditional concrete production in our country and worldwide. The high amounts of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) gas released during the production of PCs pose a severe threat to the environment and human health. To minimize the damage caused by PC production, replacing PCs with supplementary cementitious materials (SCMs) in concrete mixtures is vital for sustainability. The most critical pozzolanic materials obtained from various industrial activities are blast furnace slag (GBFS), silica fume (SF), and fly ash (FA). Replacing these waste materials with PC in concrete mixtures is vital in minimizing the environmental damage caused by PC production and sustainability.

**Keywords:** Concrete, Portland cement, supplementary cementitious materials, sustainability

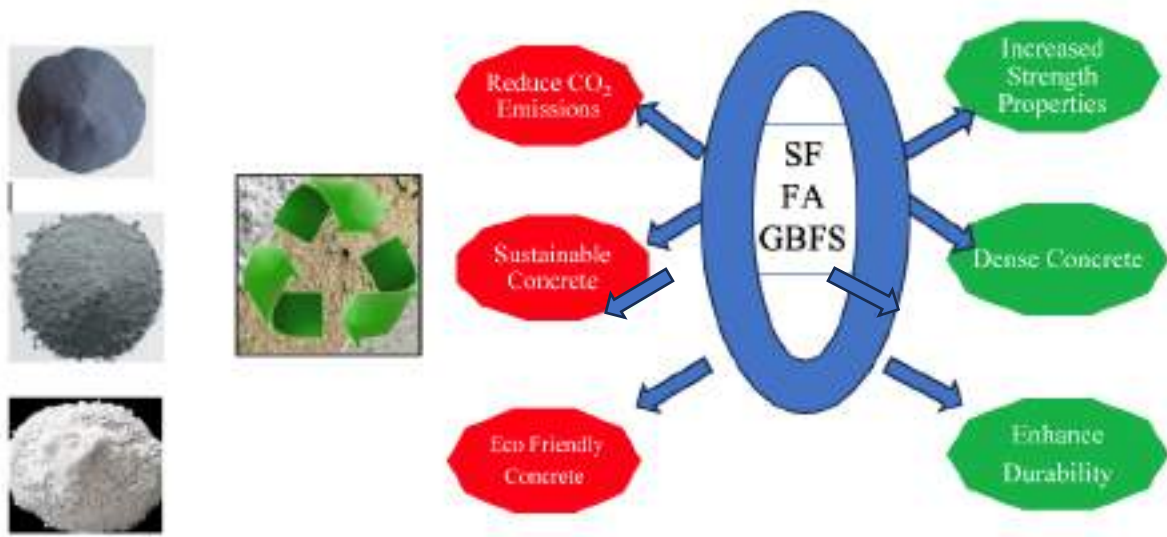
### 1. INTRODUCTION

Today, increasing energy needs with rapid industrialization and fossil fuels used to meet these needs bring critical environmental problems. By using such waste materials in different areas, sustainable development can be achieved, and on the other hand, people's quality of life can be increased by reducing environmental pollution. Looking around us, we see that concrete is primarily used to construct many structures, such as residences, shopping malls, bridges, dams, retaining walls, and water tanks. Society's focus on sustainability, increasing demands and life expectancy, decreasing resource and energy consumption, and reducing carbon dioxide

(CO<sub>2</sub>) emissions force the construction industry to switch to a more innovative approach. Regarding concrete, CO<sub>2</sub> emissions released from PC production are one of the most critical issues that need to be addressed regarding sustainability [1-3]. The cement sector accounts for approximately 5% of total anthropogenic (human-induced) CO<sub>2</sub> emissions worldwide [4]. It is accepted that if fossil fuel is used in PC production and no different improvement methods are applied, 1 ton of CO<sub>2</sub> emission is released due to 1 ton of clinker production [5]. The fastest and most effective method to reduce the CO<sub>2</sub> emission released from cement production is to replace some cement in the concrete with mineral additives. They are pozzolans that react with calcium hydroxide, such as ground GBFS or SF and UK, which have latent hydraulic properties. In addition, to reduce the emission of high amounts of CO<sub>2</sub> and greenhouse gases originating from PC production to the atmosphere and to prevent damage to nature, the use of pozzolanic materials such as SF, FA, and GBFS by replacing cement in the concrete sector has become critical regarding sustainability [6-10]. PC production worldwide was approximately 4 billion tons in 2015, while it was 75 million tons in Turkey. In producing one ton of Portland cement, 0.8 tons of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions occur. During the production of 75 million tons of Portland cement in Turkey, an average of 60 million tons of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) gas is released into the atmosphere annually [11]. SCMs are mainly used as secondary binder material as an auxiliary to PC in concrete production. FA is used by replacing a portion of PC with cement by weight or volume percentage. It affects the workability of fresh concrete, mixing water requirement, hydration heat, strength and durability, and properties such as plastic shrinkage. They react with lime from cement hydration to form an additional binding gel, fill the voids in the cement paste, increase compactness, reduce permeability, and provide higher durability to concrete [12-15]. They also ensure that hardened concrete samples have higher mechanical properties [16-18]. Using SCM in concrete significantly affects its compressive strength, strength gain rates, high modulus of elasticity, and time-dependent deformations such as creep and shrinkage. SCMs also affect durability properties such as sealing, resistance to acids and sulfates, alkali-aggregate reaction, resistance to repeated freeze-thaw, and reinforcement corrosion. The effect of SCMs on these properties generally varies depending on the type of SCMs and their pozzolanic activity [19-22]. FA is an artificial pozzolan consisting of glassy, spherical granular particles used as a mineral-based additive in concrete. Although they have no binding properties, they harden in water by forming a hydration reaction with slaked lime. This gives concrete strength and improves durability [23-26].



**Görsel 1. View of the SF, FA, supplementary cementitious materials**



**Görsel 2. Effects of pozzolanic additives on concrete**

### 3. CONCLUSION

Today, the use of concrete, the most widely used building material worldwide, in different areas of the construction industry continues to increase. Concrete is in high demand in construction applications because of its high compressive strength, ease of application, easy shaping, easy availability, and low cost compared to other materials. However, PC is today's most commonly used building material as a binder in concrete production. The high amount of CO<sub>2</sub> gas released into the air during PC production poses a significant threat to the environment and human health. In addition, PC, one of the main components of concrete, increases the cost of concrete production. In this context, in recent years, efforts to reduce the amount of PC used in concrete mixtures without compromising the concrete properties required by the standards have accelerated to produce both environmentally friendly and less costly concrete. GBFS, FA, and SF are waste industrial materials that have the potential to be used instead of PC in concrete mixtures. Using GBFS, FA, and SF in specific proportions instead of PC in concrete production has become critical regarding sustainability. Using these pozzolanic materials instead of PC in concrete production will make it possible to produce more environmentally friendly, sustainable concretes and use them more. For this reason, researchers, the construction industry, and end users are expected to be aware of environmentally friendly concrete production and to implement it quickly.

### REFERENCES

- [1] Hooton, R. D., & Bickley, J. A. (2014). Design for durability: The key to improving concrete sustainability. *Construction and Building Materials*, 67, 422-430.



- [2] Wang, J., Wang, Y., Sun, Y., Tingley, D. D., & Zhang, Y. (2017). Life cycle sustainability assessment of fly ash concrete structures. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 1162-1174.
- [3] Struble, L., & Godfrey, J. (2004, May). How sustainable is concrete. In *International workshop on sustainable development and concrete technology* (pp. 201-211).
- [4] Andrew, R. M. (2018). Global CO<sub>2</sub> emissions from cement production, 1928–2017. *Earth System Science Data*, 10(4), 2213-2239.
- [5] Justnes, H. (2012). Alternative low-CO<sub>2</sub> “green” clinkering processes. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 74(1), 83-99.
- [6] Altwait, N. M., & Kabir, S. (2010, June). Green concrete structures by replacing cement with pozzolanic materials to reduce greenhouse gas emissions for sustainable environment. In *6th International Engineering and Construction Conference, Cairo, Egypt* (pp. 269-279).
- [7] Samad, S., & Shah, A. (2017). Role of binary cement including Supplementary Cementitious Material (SCM), in production of environmentally sustainable concrete: A critical review. *International journal of Sustainable built environment*, 6(2), 663-674.
- [8] Aprianti, E. (2017). A huge number of artificial waste material can be supplementary cementitious material (SCM) for concrete production—a review part II. *Journal of cleaner production*, 142, 4178-4194.
- [9] Alnahhal, M. F., Alengaram, U. J., Jumaat, M. Z., Abutaha, F., Alqedra, M. A., & Nayaka, R. R. (2018). Assessment on engineering properties and CO<sub>2</sub> emissions of recycled aggregate concrete incorporating waste products as supplements to Portland cement. *Journal of cleaner production*, 203, 822-835.
- [10] Diaz-Loya, I., Juenger, M., Seraj, S., & Minkara, R. (2019). Extending supplementary cementitious material resources: Reclaimed and remediated fly ash and natural pozzolans. *Cement and concrete composites*, 101, 44-51.
- [11] Özcan, U., & Güngör, S. (2019). Sürdürülebilir Bir Yöntem/Betonda Puzolan Kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15), 176-182.
- [12] Golewski, G. L. (2022). The role of pozzolanic activity of siliceous fly ash in the formation of the structure of sustainable cementitious composites. *Sustainable Chemistry*, 3(4), 520-534.
- [13] Li, D., Sun, R., Wang, D., Ren, C., & Fang, K. (2021). Study on the pozzolanic activity of ultrafine circulating fluidized-bed fly ash prepared by jet mill. *Fuel*, 291, 120220.
- [14] Mostafa, N. Y., El-Hemaly, S. A. S., Al-Wakeel, E. I., El-Korashy, S. A., & Brown, P. W. (2001). Characterization and evaluation of the pozzolanic activity of Egyptian industrial by-products: I: Silica fume and dealuminated kaolin. *Cement and Concrete Research*, 31(3), 467-474.
- [15] Nedunuri, S. S. S. A., Sertse, S. G., & Muhammad, S. (2020). Microstructural study of Portland cement partially replaced with fly ash, ground granulated blast furnace slag and silica fume as determined by pozzolanic activity. *Construction and Building Materials*, 238, 117561.



- [16] Abo-El-Enein, S. A., El-kady, G., El-Sokkary, T. M., & Gharieb, M. (2015). Physico-mechanical properties of composite cement pastes containing silica fume and fly ash. *HBRC Journal*, 11(1), 7-15.
- [17] Xu, W., Lo, T. Y., Wang, W., Ouyang, D., Wang, P., & Xing, F. (2016). Pozzolanic reactivity of silica fume and ground rice husk ash as reactive silica in a cementitious system: A comparative study. *Materials*, 9(3), 146.
- [18] Wang, L., He, Z., & Cai, X. (2011). Characterization of pozzolanic reaction and its effect on the CSH gel in fly ash-cement paste. *Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed.*, 26(2), 319-324.
- [19] Khatri, R. P., Sirivivatnanon, V., & Gross, W. (1995). Effect of different supplementary cementitious materials on mechanical properties of high performance concrete. *Cement and Concrete research*, 25(1), 209-220.
- [20] Shanmugasundaram, N., & Praveenkumar, S. (2021). Influence of supplementary cementitious materials, curing conditions and mixing ratios on fresh and mechanical properties of engineered cementitious composites—A review. *Construction and building materials*, 309, 125038.
- [21] Jiang, X., Xiao, R., Bai, Y., Huang, B., & Ma, Y. (2022). Influence of waste glass powder as a supplementary cementitious material (SCM) on physical and mechanical properties of cement paste under high temperatures. *Journal of Cleaner Production*, 340, 130778.
- [22] Johari, M. M., Brooks, J. J., Kabir, S., & Rivard, P. (2011). Influence of supplementary cementitious materials on engineering properties of high strength concrete. *Construction and Building Materials*, 25(5), 2639-2648.
- [23] Zhou, J., Lu, D., Yang, Y., Gong, Y., Ma, X., Yu, B., & Yan, B. (2020). Physical and mechanical properties of high-strength concrete modified with supplementary cementitious materials after exposure to elevated temperature up to 1000 C. *Materials*, 13(3), 532.
- [24] Kim, M. J., Chun, B., Choi, H. J., Shin, W., & Yoo, D. Y. (2021). Effects of supplementary cementitious materials and curing condition on mechanical properties of ultra-high-performance, strain-hardening cementitious composites. *Applied Sciences*, 11(5), 2394.
- [25] Zhang, J., & Zhao, Y. (2017). The mechanical properties and microstructure of ultra-high-performance concrete containing various supplementary cementitious materials. *Journal of Sustainable Cement-Based Materials*, 6(4), 254-266.
- [26] Kamaruddin, S., Goh, W. I., Abdul Mutalib, N. A. N., Jhatial, A. A., Mohamad, N., & Rahman, A. F. (2021). Effect of combined supplementary cementitious materials on the fresh and mechanical properties of eco-efficient self-compacting concrete. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 46, 10953-10973.
- Wang, J., Wang, Y., Sun, Y., Tingley, D. D., & Zhang, Y. (2017). Life cycle sustainability assessment of fly ash concrete structures. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 1162-1174.

## **ANALYTICAL APPROACH TO RECEDING CONTACT IN ORTHOTROPIC LAYERED SYSTEMS RESTING ON A PASTERNAK FOUNDATION**

**Assoc. Prof. Dr. ERDAL ÖNER<sup>1</sup>, AHMED WASFI HASAN AL-QADO<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bayburt University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering,  
eoner@bayburt.edu.tr-ORCID ID: 0000-0001-7492-3754

<sup>2</sup>Bayburt University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering,  
wasfiahmed1997@gmail.com-ORCID ID: 0000-0002-4609-5047

### **ABSTRACT**

A theory about contact problems in layered systems holds significant importance in the investigation of material strength, particularly in the domains of civil engineering, soil mechanics, and several other sciences. This study aims to address the problem of receding contact between two layers based on the principles of elasticity theory. Both the upper and lower layers are orthotropic, however the upper one is functionally graded (FG) while the lower one is homogeneous. The FG orthotropic layer is presumed to have orthotropic material properties that vary exponentially with height. A rigid cylindrical punch applies a concentrated load in the normal direction, pressing down on the FG orthotropic layer. The homogeneous orthotropic layer rests on the Pasternak foundation. By applying integral transformation techniques, we convert the governing equations into a system of two singular integral equations, with the contact stresses and contact lengths as the unknowns. The numerical solution of these integral equations is obtained by employing Gauss–Chebyshev integration formulae. An investigation was conducted to determine how contact lengths were affected by factors such as material inhomogeneity, punch radius, Pasternak foundation parameters, and external load influences.

**Keywords:** Receding contact, functionally graded orthotropic layer, contact stress, contact length.

### **1. INTRODUCTION**

Analytical approaches applied to contact problems for linear homogeneous elastic media which allowed explicit-form solutions to diverse problems have been the subject of several foundational publications since Hertz's seminal articles. Subsequently, asymptotic methods were suggested for both semi-infinite and limited domains with the goal of providing efficient approximation solutions for various ranges of geometrical and physical parameter variations.

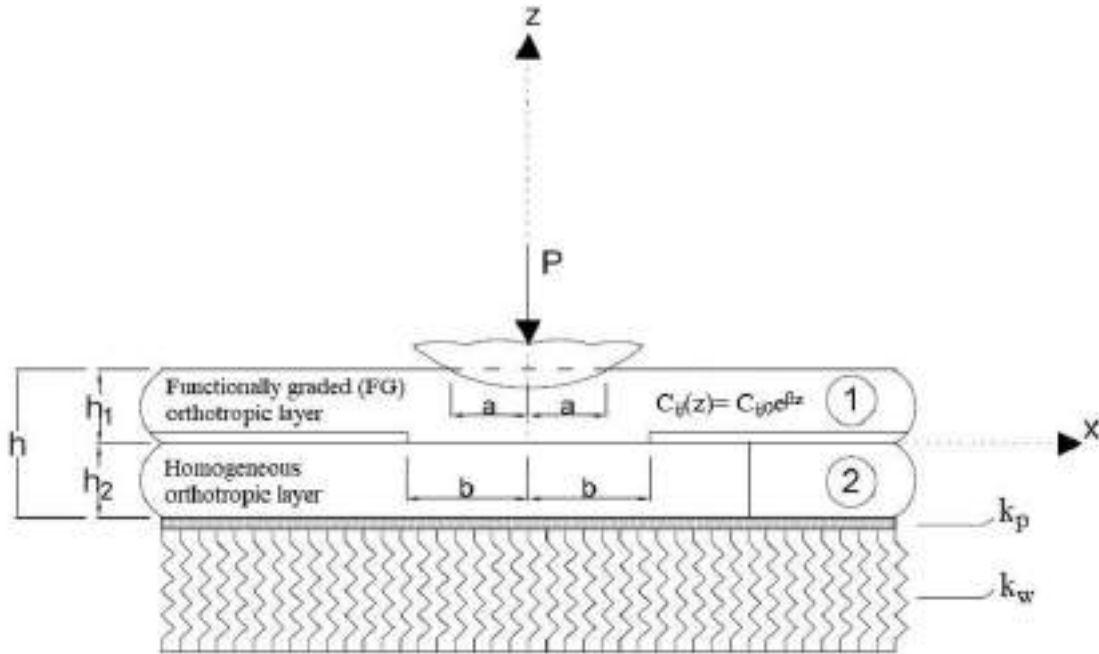
A few direct numerical approaches, like as finite difference and finite element, have recently been used to solve contact problems along the contact surface for elastic, viscoelastic, and plastic body materials under both simple and complicated situations, thanks to the fast development of computer science. Functionally graded materials (FGMs) have been the subject of substantial research into their performance in contact mechanics problems. This investigation has taken use of various solution methodologies, loading, material distributions, and geometrical circumstances. The following is a concise outline of the research that has been conducted on the application of functionally graded materials in contact mechanics.

Ke et al. [1] researched the problem of sliding frictional contact between two layers of a half-plane composed of functionally graded piezoelectric materials under the condition of plane strain. Liu et al. [2] analyzed the sliding frictional contact between a functionally graded material covered half-plane and another surface, considering two-dimensional thermoelastic behavior and plane strain deformation. Guler et al. [3] handled the problem of rolling contact between two cylinders that have identical elasticity and are coated with functionally graded materials. Nikbakht et al. [4] investigated the frictionless elastic contact between a functionally graded vitreous enameled low carbon steel plate and a rigid spherical punch. Öner et al. [5] solved the problem of receding contact between two elastic layers supported by a Winkler foundation using two distinct approaches: an analytical technique and a finite element method. Attia and Mahmoud [6] proposed a mathematical model that analyzes the frictionless indentation of elastic structures with varying properties. The model takes into account the influence of stress on the surface/interface and is based on principles of contact mechanics. Alinia et al. [7] performed research on the completely coupled contact problem involving a rigid cylinder and a functionally graded coating that is attached to a homogeneous substrate system. The study focused on analyzing the system under sliding circumstances of plane strain and generalized plane stress. El-Borgi and Çömez [8] considered the plane problem of a receding frictional nonlinear contact between an elastic graded layer and a homogeneous half-space when they are pressed against each other by a rigid stamp. Chen and Yue [9] examined the frictionless point contact between two different elastic spheres that were strengthened by functionally graded material coatings. These coatings had shear modulus and Poisson's ratio that could vary arbitrarily. Yang and Liu [10] examined the axisymmetric contact problem of a coating made of a functionally graded material by taking into account the influence of adhesion. Tian et al. [11] examined the problem of contact between thermoelectric materials that had functionally graded features. Öner et al. [12] investigated the frictionless double receding contact problem with two functionally graded layers subjected to a uniformly distributed load. Forsbach and Willert [13] considered a generic approximation analytical solution for nearly axisymmetric contact profiles in layered and functionally graded elastic materials during normal contact. Üstün et al. [14] solved the frictionless contact and crack problem of an elastic homogeneous semi-infinite plane according to the elasticity theory.

## 2. PROBLEM FORMULATION

Figure 1 illustrates the geometric configuration of the two-dimensional receding contact problem including a functionally graded (FG) orthotropic layer and a homogeneous orthotropic layer supported by a Pasternak foundation. A rigid cylindrical punch with a radius  $R$  applies a

concentrated normal load on the FG orthotropic layer. Normal force transferred by the contact are denoted by  $P$ .  $h_1$  is the height of the FG orthotropic layer and  $h_2$  is the height of the homogeneous orthotropic layer.



**Figure 1. The scheme of the receding contact problem**

For FG orthotropic layer, we suppose that the coefficients of the stiffness matrix  $C_{ij}(z)$  change exponentially with height in the following way:

$$C_{ij}(z) = C_{ij0}e^{\beta z} \quad (1)$$

where  $\beta$  is the inhomogeneity parameter,  $C_{ij0}$  denote the coefficients of the stiffness matrix on the bottom surface of the FG orthotropic layer.  $C_{ij}$  can be found in many textbooks on composite materials. Both the homogeneous orthotropic layer and the FG orthotropic layer are assumed to have constant variations in Poisson's ratios.

The boundary conditions for the mentioned receding contact problem can be expressed as follows:

$$\sigma_{1z}(x, h_1) = \begin{cases} -p_1(x) & ; & (0 \leq x < a) \\ 0 & ; & (a \leq x < \infty) \end{cases} \quad (2)$$

$$\tau_{1xz}(x, h_1) = 0 \quad (3)$$

$$\tau_{1xz}(x, 0) = 0 \quad (4)$$

$$\sigma_{1z}(x, 0) = \sigma_{2z}(x, 0) \quad (5)$$

$$\sigma_{1z}(x, 0) = \begin{cases} -p_2(x) & ; & (0 \leq x < b) \\ 0 & ; & (b \leq x < \infty) \end{cases} \quad (6)$$

$$\tau_{2xz}(x, 0) = 0 \quad (7)$$

$$\tau_{2xz}(x, -h_2) = 0 \quad (8)$$

$$\sigma_{2z}(x, -h_2) = k_w w_2(x, -h_2) - k_p \frac{\partial^2 w_2(x, -h_2)}{\partial x^2} \quad (9)$$

where  $a$  is the contact length between the rigid cylindrical punch and the FG orthotropic layer, and  $b$  is the contact length between the FG orthotropic layer and the homogeneous orthotropic layer.  $p_1(x)$  is the contact stress under the punch, and  $p_2(x)$  is the contact stress between the FG orthotropic layer and the homogeneous orthotropic layer.  $k_w$  and  $k_p$  are Winkler and Pasternak foundation moduli, respectively. Using the Fourier transformations and the boundary conditions in Equations (2-9) on the stress and displacement expressions produces a system of linear algebraic equations. The eight unknown functions may be found by solving this system using the Fourier transforms of the two undetermined tractions  $p_1(x)$  and  $p_2(x)$ . To find the two unknown contact stresses,  $p_1(x)$  and  $p_2(x)$ , we use the following conditions.

$$\frac{\partial w_1(x, h_1)}{\partial x} = \frac{x}{R} \quad (0 \leq x < a) \quad (10)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} [w_1(x, 0) - w_2(x, 0)] = 0 \quad (0 \leq x < b) \quad (11)$$

After performing some routine manipulations and considering symmetry, the above conditions result in the following system of integral equations.

$$\frac{1}{\pi} \int_{-a}^{+a} \left[ \frac{1}{t_1 - x_1} + H_1(x_1, t_1) \right] p_1(t_1) dt_1 + \frac{1}{\pi} \int_{-b}^{+b} H_2(x_1, t_2) p_2(t_2) dt_2 = \frac{C_{550}}{\phi} \frac{x_1}{R} \quad (-a < x_1 < a) \quad (12)$$

$$\frac{1}{\pi} \int_{-a}^{+a} H_3(x_2, t_1) p_1(t_1) dt_1 + \frac{1}{\pi} \int_{-b}^{+b} \left[ \frac{1}{t_2 - x_2} + H_4(x_2, t_2) \right] p_2(t_2) dt_2 = 0 \quad (-b < x_2 < b) \quad (13)$$

The following equilibrium criteria must be satisfied in order for the problem to be fully solved:

$$\int_{-a}^{+a} p_1(t_1) dt_1 = P \quad (14)$$

$$\int_{-b}^{+b} p_2(t_2) dt_2 = P \quad (15)$$

It is taken into account that the index of the integral equations is -1 [15], the necessary normalizations are made, and if the Gauss-Chebyshev integration formulation is used, the system of integral equations and equilibrium conditions are transformed into the following:

$$\sum_{\eta=1}^N \Psi_{1\eta}^N \left[ \frac{1}{m_{1\eta} - n_{1\xi}} + \frac{a}{h_1} H_1(n_{1\xi}, m_{1\eta}) \right] \varpi_1(m_{1\eta}) + \sum_{\eta=1}^N \Psi_{2\eta}^N \frac{b}{h_1} H_2(n_{1\xi}, m_{2\eta}) \varpi_2(m_{2\eta}) = \frac{1}{\phi} \frac{C_{550}}{P/h_1} \frac{a/h_1}{R/h_1} n_{1\xi} \quad (16)$$

$$\sum_{\eta=1}^N \Psi_{1\eta}^N \frac{a}{h_1} H_3(n_{2\xi}, m_{1\eta}) \varpi_1(m_{1\eta}) + \sum_{\eta=1}^N \Psi_{2\eta}^N \left[ \frac{1}{m_{2\eta} - n_{2\xi}} + \frac{b}{h_1} H_4(n_{2\xi}, m_{2\eta}) \right] \varpi_2(m_{2\eta}) = 0 \quad (17)$$

$$\frac{a}{h_1} \sum_{\eta=1}^N \Psi_{1\eta}^N \varpi_1(m_{1\eta}) = \frac{1}{\pi} \quad (18)$$

$$\frac{b}{h_1} \sum_{\eta=1}^N \Psi_{2\eta}^N \varpi_2(m_{2\eta}) = \frac{1}{\pi} \quad (19)$$

where

$$m_{1\eta} = m_{2\eta} = \text{Cos} \left( \frac{\eta\pi}{N+1} \right), \quad \eta = 1, \dots, N \quad (20)$$

$$n_{1\xi} = n_{2\xi} = \text{Cos} \left( \frac{(2\xi-1)\pi}{2N+2} \right), \quad \xi = 1, \dots, N+1 \quad (21)$$

$$\Psi_{1\eta}^N = \frac{1 - m_{1\eta}^2}{N+1}, \quad (22)$$

$$\Psi_{2\eta}^N = \frac{1 - m_{2\eta}^2}{N+1} \quad (23)$$

The additional equations in (16) and (17) are evidently associated with ensuring the consistency of the original integral equations. It can also be demonstrated that the equations at the  $(N/2+1)$ -th position in (16) and (17) are inherently fulfilled. Equations (16-19) provide a set of  $2N+2$  algebraic equations for the determination of the  $2N+2$  unknowns ( $\varpi_1(m_{1\eta}), \varpi_2(m_{2\eta}), a$ , and  $b$ ). The system of equations exhibits linearity with respect to  $\varpi_1(m_{1\eta})$  and  $\varpi_2(m_{2\eta})$ , while demonstrating pronounced nonlinearity concerning the variables  $a$  and  $b$ . Hence, an iterative approach is employed to determine the unknowns.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

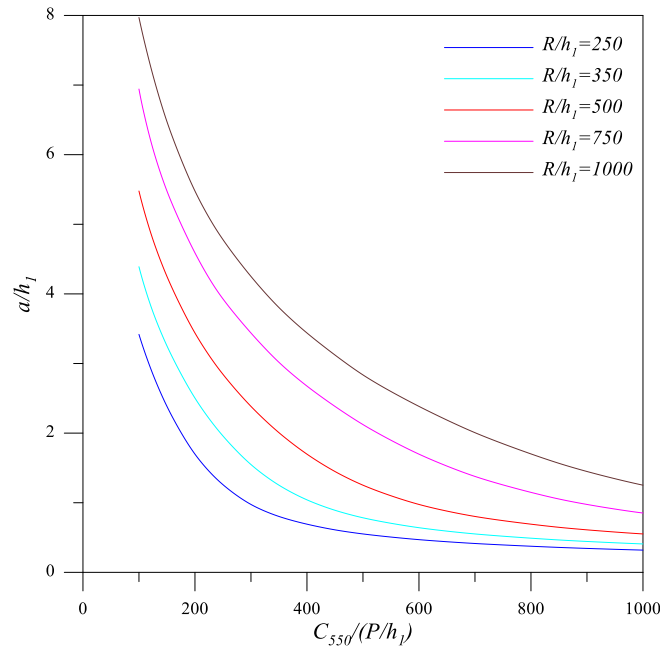
Numerical solutions of the system of integral equations provide insights into the influence of different parameters such as the dimensionless inhomogeneity parameter, Pasternak foundation parameters, punch radius, and external load on contact lengths. [16] contains information on the elastic properties of the orthotropic materials employed in this study.

Figure 2 illustrates how the contact length between the rigid punch and the FG orthotropic layer changes with variations in both the normalized punch radius and external load. As can be easily seen from Figure 2, as the punch radius increases, the contact surface of the FG orthotropic layer with the punch increases, so the contact length increases. Another conclusion that can be drawn from Figure 2 is that the external load decreases as the  $C_{550}/(P/h_1)$  ratio increases. As the external load decreases, the punch will be less indented into the FG orthotropic layer. This will result in a reduction in contact length.

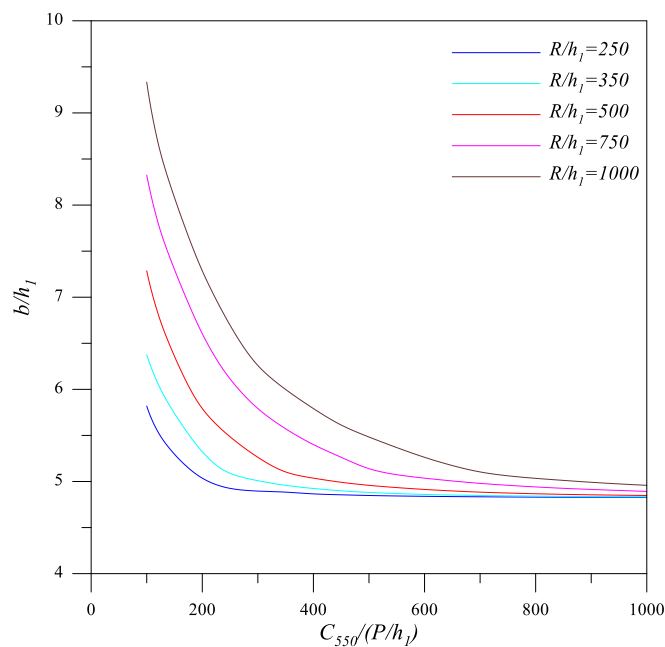
Figure 3 shows the effect of changes in normalized punch radius and external load on the contact length between the FG orthotropic layer and the homogeneous orthotropic layer. It appears from the figure that the increase in the punch radius causes an increase in the contact length between the FG orthotropic layer and the homogeneous orthotropic layer. Also, the increasing of the  $C_{550}/(P/h_1)$  ratio means that the external load decreases by keeping other



parameters constant. Physically, as expected, the decrease in the external load causes the contact length between the FG orthotropic layer and the homogeneous orthotropic layer to be smaller.



**Figure 2. Effect of normalized punch radius and external load on contact length between the rigid punch and the FG orthotropic layer ( $h_1/h_2=1$ ,  $\beta=0.6931$ ,  $k_w/C_{550}=0.01$ ,  $k_p/C_{550}=0.01$ ,  $G_I/E_p$ )**



**Figure 3. Effect of normalized punch radius and external load on contact length between the FG orthotropic layer and the homogeneous orthotropic layer ( $h_1/h_2=1$ ,  $\beta=0.6931$ ,  $k_w/C_{550}=0.01$ ,  $k_p/C_{550}=0.01$ ,  $G_I/E_p$ )**

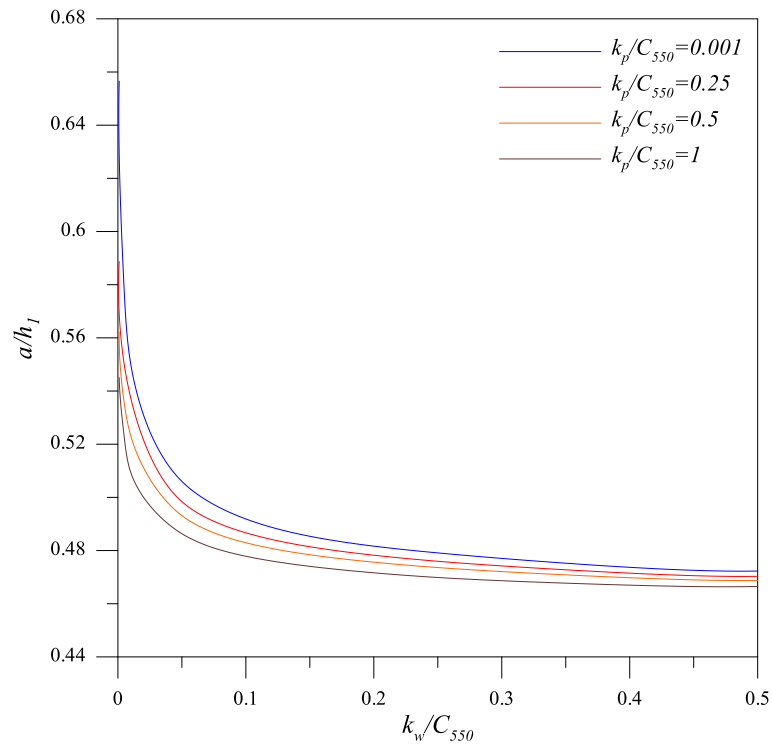
Table 1 shows the effect of the inhomogeneity parameter on the contact lengths between the punch and the FG orthotropic layer and between the FG orthotropic layer and the homogeneous orthotropic layer. As the inhomogeneity parameter increases with a positive sign, the rigidity of the FG orthotropic layer increases from the bottom to the top surface, and the FG orthotropic layer becomes more rigid. As the inhomogeneity parameter increases in absolute value with a negative sign, the stiffness of the FG orthotropic layer gradually decreases from the bottom to the top surface, and the FG orthotropic layer becomes softer. As can be seen from the table, as the stiffness of the FG orthotropic layer increases from the bottom to the top surface, that is, as it becomes more rigid, the contact length between the punch and the FG orthotropic layer decreases, while the contact length between the FG orthotropic layer and the homogeneous orthotropic layer increases. This result is caused by the fact that the punch penetrates less on a more rigid surface.

**Table 1. The effect of the inhomogeneity parameter ( $\beta$ ) on the contact length between the punch and the FG orthotropic layer and on the contact length between the FG orthotropic layer and the homogeneous orthotropic layer ( $h_1/h_2=1$ ,  $C_{550}/(P/h_1)=200$ ,  $k_w/C_{550}=1$ ,  $k_p/C_{550}=1$ ,  $Gr/Ep$  T300/934)**

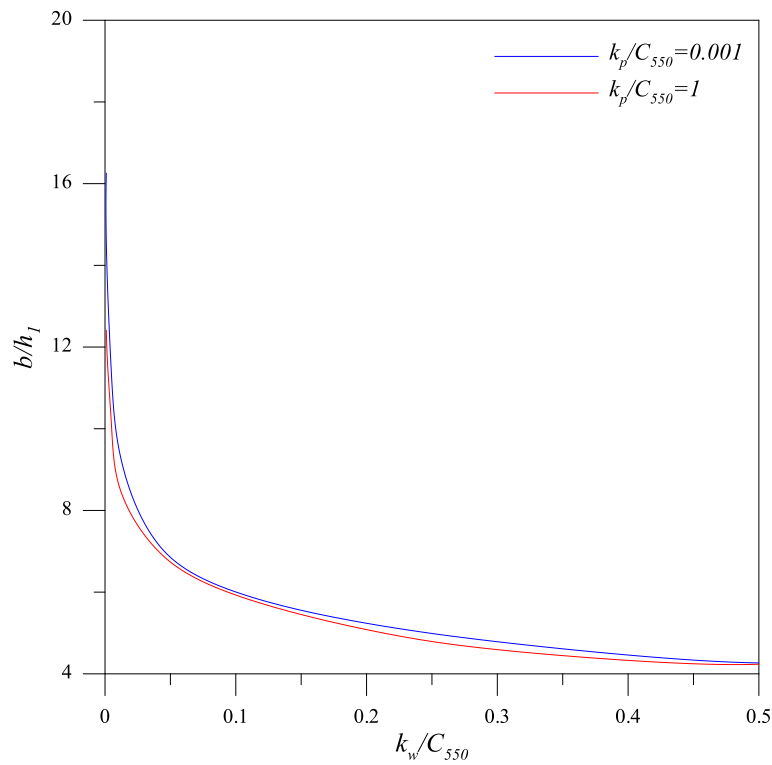
$\beta$	R/h <sub>1</sub> =80		R/h <sub>1</sub> =120		R/h <sub>1</sub> =200	
	a/h <sub>1</sub>	b/h <sub>1</sub>	a/h <sub>1</sub>	b/h <sub>1</sub>	a/h <sub>1</sub>	b/h <sub>1</sub>
1,7918	0,203837	12,2889	0,25894	10,042	0,36037	10,0389
1,6094	0,220968	10,0432	0,2835	10,0412	0,39348	10,0373
1,3863	0,238061	3,09399	0,30021	3,09585	0,43569	9,77428
1,0986	0,271005	3,00897	0,34	3,02179	0,45496	3,03949
1	0,282982	2,92991	0,35435	2,93803	0,47291	2,96663
0,6931	0,322395	2,85162	0,4013	2,85776	0,53071	2,87103
0,00001	0,423407	2,67974	0,51943	2,693	0,67223	2,71963
-0,6931	0,540806	2,53644	0,65356	2,5576	0,82881	2,59953
-1,0986	0,617243	2,47172	0,73996	2,49895	0,92853	2,54882
-1,3863	0,675396	2,43311	0,80527	2,46809	1,0037	2,52578
-1,6094	0,722919	2,40836	0,85858	2,45038	1,06486	2,5159
-1,7918	0,763364	2,39319	0,90393	2,44087	1,11696	2,51327
-2	0,811516	2,38217	0,95782	2,43637	1,17906	2,51637

In Figure 4, the effect of the Pasternak foundation and Winkler foundation modules on the contact length between the rigid punch and the FG orthotropic layer is depicted. A decrease in the values of these modules signifies a more flexible foundation, while an increase indicates a more rigid foundation. Upon inspecting the figure, it becomes evident that an increase in the foundation modules of both Pasternak and Winkler results in a reduction of the contact length.

Figure 5 shows the effect of the Pasternak and Winkler foundation moduli on the contact length between the FG orthotropic layer and the homogeneous orthotropic layer. The figure reveals that the increase in both parameters decreases the mentioned contact lengths.



**Figure 4. Effect of Pasternak and Winkler foundation moduli on contact length between the rigid punch and the FG orthotropic layer ( $h_1/h_2=1$ ,  $R/h_1=100$ ,  $\beta=1$ ,  $C_{550}/(P/h_1)=100$ ,  $G_r/E_p$  P75/934)**



**Figure 5. Effect of Pasternak and Winkler foundation moduli on contact length between the FG orthotropic layer and the homogeneous orthotropic layer ( $h_1/h_2=1$ ,  $R/h_1=100$ ,  $\beta=1$ ,  $C_{550}/(P/h_1)=100$ ,  $G_r/E_p$  P75/934)**

## REFERENCES

- [1] Ke, L.-L., Wang, Y.-S., Yang, J., Kitipornchai, S. Sliding frictional contact analysis of functionally graded piezoelectric layered half-plane. *Acta Mechanica*, 209(3–4), 249–268, 2010.
- [2] Liu, J., Ke, L.-L., Wang, Y.-S. Two-dimensional thermoelastic contact problem of functionally graded materials involving frictional heating. *International Journal of Solids and Structures*, 48(18), 2536–2548, 2011.
- [3] Guler, M. A., Alinia, Y., Adibnazari, S. On the rolling contact problem of two elastic solids with graded coatings. *International Journal of Mechanical Sciences*, 64(1), 62–81, 2012.
- [4] Nikbakht, A., Arezoodar, A. F., Sadighi, M., Zucchelli, A., Lari, A. T. Frictionless elastic contact analysis of a functionally graded vitreous enameled low carbon steel plate and a rigid spherical indenter. *Composite Structures*, 96, 484–501, 2013.
- [5] Öner, E., Yaylacı, M., Birinci, A. Solution of a receding contact problem using an analytical method and a finite element method. *Journal of Mechanics of Materials and Structures*, 9(3), 333–345, 2014.
- [6] Attia, M. A., Mahmoud, F. F. Analysis of nanoindentation of functionally graded layered bodies with surface elasticity. *International Journal of Mechanical Sciences*, 94–95, 36–48, 2015.
- [7] Ö Alinia, Y., Beheshti, A., Guler, M. A., El-Borgi, S., Polycarpou, A. A. Sliding contact analysis of functionally graded coating/substrate system. *Mechanics of Materials*, 94, 142–155, 2016.
- [8] El-Borgi, S., Çömez, I. A receding frictional contact problem between a graded layer and a homogeneous substrate pressed by a rigid punch. *Mechanics of Materials*, 114, 201–214, 2017.
- [9] Chen, X. W., Yue, Z. Q. Contact mechanics of two elastic spheres reinforced by functionally graded materials (FGM) thin coatings. *Engineering Analysis with Boundary Elements*, 109, 57–69, 2019.

- [10] Yang, F., Liu, T.-J. The effect of adhesion on axisymmetric contact between a spherical punch and FGM coating. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 34(17), 1912–1933, 2020.
- [11] Tian, X., Zhou, Y., Wang, L., Ding, S. Surface contact behavior of functionally graded thermoelectric materials indented by a conducting punch. *Applied Mathematics and Mechanics*, 42(5), 649–664, 2021.
- [12] Öner, E., Şengül Şabano, B., Uzun Yaylacı, E., Adıyaman, G., Yaylacı, M., Birinci, A. On the plane receding contact between two functionally graded layers using computational, finite element and artificial neural network methods. *ZAMM - Journal of Applied Mathematics and Mechanics / Zeitschrift Für Angewandte Mathematik Und Mechanik*, 102(2), e202100287, 2022.
- [13] Forsbach, F., Willert, E. A General Approximate Solution for the Slightly Non-Axisymmetric Normal Contact Problem of Layered and Graded Elastic Materials. *Lubricants*, 11(10), 450, 2023.
- [14] Üstün, A., Adıyaman, G., Özşahin, T. Ş. Analytical solution for contact and crack problem in homogeneous half-plane. *Archive of Applied Mechanics*, 93(12), 4399–4423, 2023.
- [15] Erdogan, F., Gupta, G. D., On the numerical solution of singular integral equations. *Quarterly of Applied Mathematics*, 29, 525–534, 1972.
- [16] Binienda, W. K., Pindera, M. J. Frictionless contact of layered metal-matrix and polymer-matrix composite half planes. *Composites science and technology*, 50(1), 119–12, 1994.

## EXAMINATION OF PUBLIC CONSTRUCTION TENDER ARCHIVE DATA THROUGH DESCRIPTIVE STATISTICS

**Assist. Prof. Dr. DUYGU TEKİN<sup>1</sup>, Prof. Dr. VEDAT TOĞAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bayburt University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering,  
dtekin@bayburt.edu.tr-ORCID ID: 0000-0003-0533-2699

<sup>2</sup>Karadeniz Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil  
Engineering, togan@ktu.edu.tr- ORCID ID: 0000-0001-8734-6300

### ABSTRACT

Public institutions and organizations implement procurement of goods, services and construction works through the tender process to carry out public services. The construction work tender is carried out in accordance with the procedures and principles of the Public Procurement Law No. 4734 and 4735. The data on public construction works tendered in accordance with the Public Procurement Law are archived by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change. In this study, the archive data of the construction works of the directorates in 7 provinces selected from the Provincial Directorates of Environment, Urbanization, and Climate Change affiliated to the relevant ministry were examined by excluding repair, renovation, and restoration works. In the study, construction works tendered through open tender between 2004 and 2019 were examined the distribution according to their total construction area, purposes of use, construction years, and project durations. As a result of the examination, construction work tenders were carried out the most between 2008-2011 years and the most in the education sector. When the total construction areas of the construction work tenders were examined, it was determined that most of them were below 5000 m<sup>2</sup>, and the project duration was between 201 and 400 days.

**Keywords:** Public procurement law, construction works, open procedure

### 1. INTRODUCTION

The state makes public expenditures by utilizing public revenues to fulfill public needs [1]. The purchasing process called public procurement involves states purchasing goods, services, and works from the private sector to fulfill societal services and other tasks [2]. According to the current legislation, public procurement types can be listed under three headings: procurement of goods, service, and work. All public procurements are conducted in the name of one of these headings [3].

The procedures and principles applied in public procurement processes are conducted by the Public Procurement Law and the Public Procurement Contracts Law. Public procurement is carried out through the public tender system within the framework of various legislative provisions. The public procurement system aims to ensure that public expenditures are carried out according to the principles of reliability, transparency, and competition, ensuring equal



treatment. There is a strong relationship between the economic success of the state and the proper management of public expenditures [4].

In the Public Procurement Law No. 4734, three different procurement procedures are determined. Thus, the determined procurement procedures ensure that contracts are made in accordance with the law. These [5-6-7]:

- i) The open procedure is a procedure in which all public procurements are announced, and tenderers meeting the criteria specified in the administrative specifications can participate.
- ii) The restricted procedure is applied in public procurement where the open procedure isn't implemented due to the structure of the work requiring advanced technology and/or speciality and, at the same time, in the procurement of works whose approximate cost exceeds half of the threshold value.
- iii) The negotiated procedure is a procedure that can be used in case of no tender as a result of the open procedure or restricted procedure. This tender procedure applies in sudden and unexpected situations such as natural disasters, epidemics, safety of life and property hazards. At the same time, the tender procedure applies in special cases where the tender must be made as soon as possible due to extraordinary situations related to national defense and security.

In this study, the distribution of data on public construction projects tendered through open tender was examined.

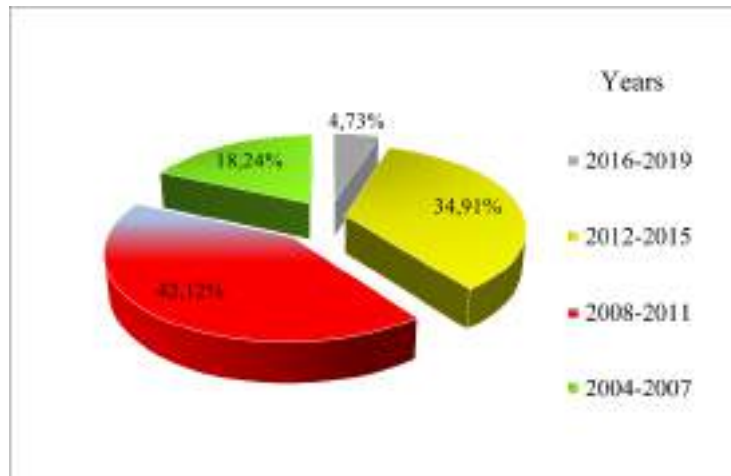
## 2. METHODOLOGY

All necessary information regarding the construction work is explained in detail in the tender documents. Article 4 of the Public Procurement Law defines the tender document as "administrative specifications including the instructions to tenderers, technical specifications including the project, draft contract and other required documents and information related to goods, services or works to be procured [8]". In the administrative specifications in the tender documents, the amount and type of work are specified in the information section related to the work subject to tender. Article 9 of the draft contract, another tender document, includes the contractor's start and completion dates of work.

Public Procurement Law No. 4734 entered into force as of 01.01.2003 by expanding its scope compared to the State Procurement Law [9]. In the study, the characteristics of construction work tenders carried out within the framework of the procedures and principles determined by Laws No. 4734 and 4735, which entered into force as of 01.01.2003, were examined. For this purpose, the tender documents of the construction works carried out by open procedure in the Provincial Directorates of Environment, Urbanization, and Climate Change in a total of 7 provinces selected from the Black Sea Region, Eastern Anatolia Region, and Central Anatolia Region between 2004 and 2019 were examined and the distribution of construction works (excluding repair, renovation, and restoration works) by total construction area, years, purpose of use, and project duration was determined with complementary statistics.

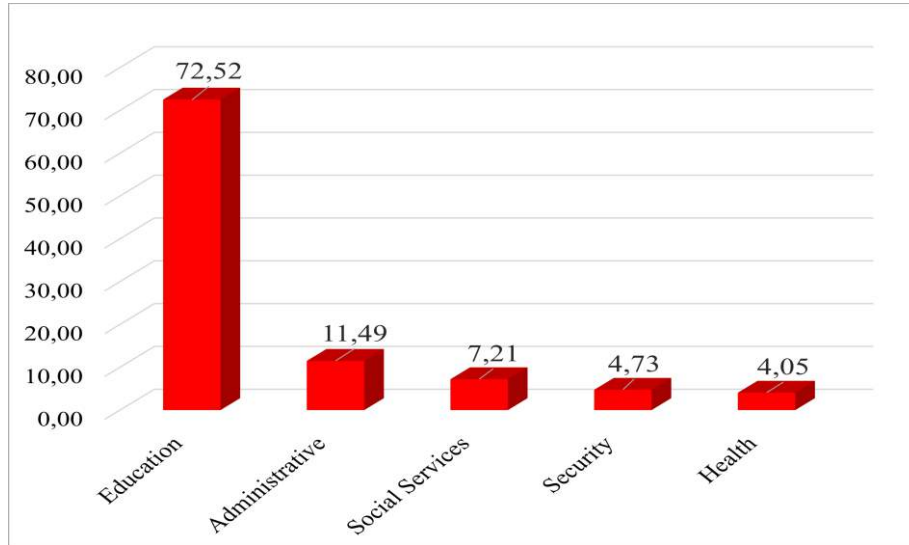
### 3. RESULTS

Data on public construction works tendered in accordance with the Public Procurement Law are archived by the Provincial Directorates of the Ministry of Environment, Urbanisation and Climate Change. In this study, the features of the construction works tendered by the open procedure in the Provincial Directorates of Environment, Urbanization, and Climate Change were examined. The provinces selected for this study are Trabzon, Ankara, Samsun, Ordu, Bayburt, Erzurum, and Rize. Within the scope of the study, the data of 444 construction works (excluding repair, renovation, and restoration works files) completed between 2004 and 2019 were examined according to years, purpose of use, total construction area, and construction area. The study is constrained by construction works completed through the open tender procedure regulated in Article 19 of the Public Procurement Law No. 4734. The distribution of construction works completed between 2004 and 2019 by years is presented in Figure 1.



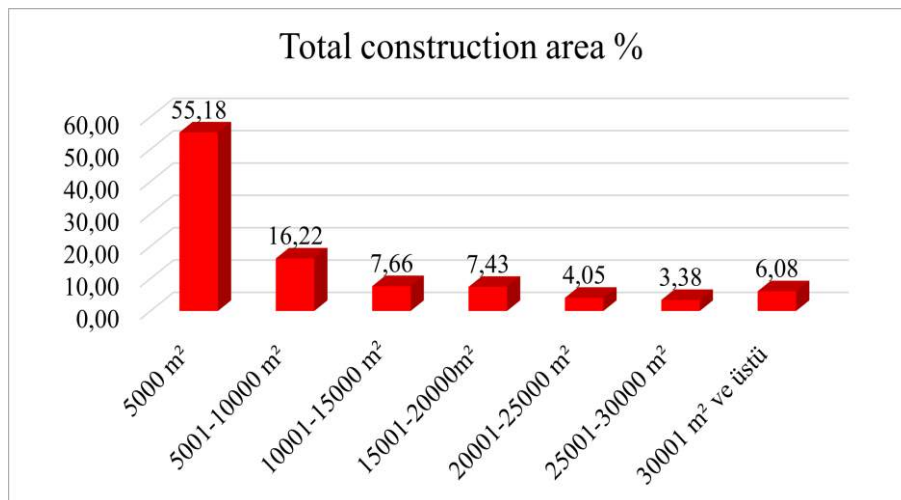
**Figure 1. The distribution of construction works by years**

Figure 1 shows that the majority of the construction work was completed between 2008 and 2011. This ranking is followed by the construction works completed between 2012-2015. The least number of completed construction works covers the period between 2016 and 2019. Figure 2 shows the distribution of construction works according to purpose of use.



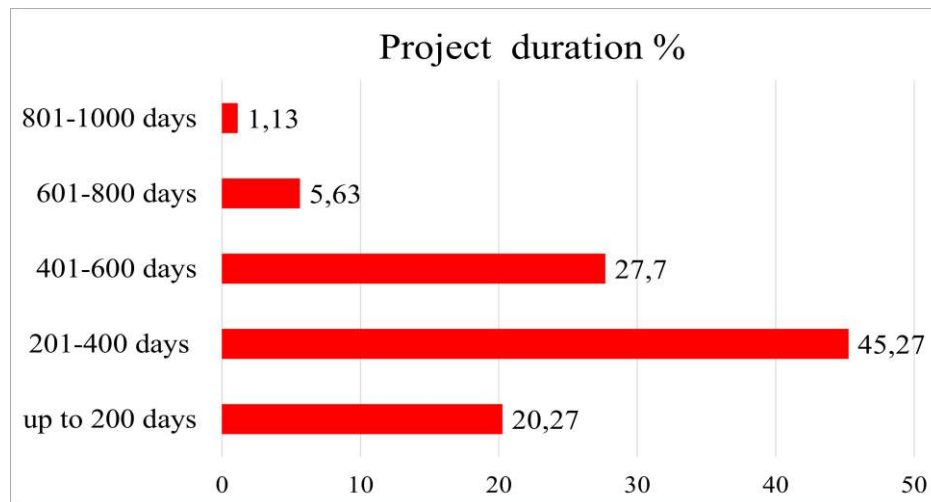
**Figure 2. Distribution of construction works according to purpose of use (%)**

Figure 2 shows that the most number of construction works are completed in the education sector and the least number of construction works are completed in the health sector. The distribution of construction works according to the total construction area is given in Figure 3.



**Figure 3. Total construction area of construction works (%).**

According to distribution Figure 3, most of the completed construction works had a total construction area below 5000 m<sup>2</sup>, and the least completed construction works had a total construction area ranging from 25001 to 30000 m<sup>2</sup>. Figure 4 shows the total project duration of the construction works.



**Figure 4. Project duration of construction works (%)**

Figure 4 shows that most of the construction works were completed between 201 and 400 days, while the least projects were completed between 801 and 1000 days.

### 3. CONCLUSIONS AND DISCUSSION

In the study, data on 444 construction works tendered through open procedure between 2004 and 2019 were examined. The results obtained are as follows:

- It was concluded that most construction works were completed in the education sector at a rate of approximately 72%. It was determined that the least number of construction works were completed in the health sector.
- The distribution of construction works by years determined that most construction works, approximately 42%, were completed between 2008-2011, and the least number of construction works, approximately 5%, were completed between 2016-2019.
- The completed construction works below 5000 m<sup>2</sup> constituted more than half of the total completed construction works. The construction works with a total construction area of 25001-30000 m<sup>2</sup> were the least completed construction works (approximately 3%).
- When the most completed construction works between 2004 and 2019 were examined in terms of duration, it was observed that the works lasting between 201 and 400 days were the most completed.

When all these results are evaluated, it is observed that there has been a decrease in the construction works completed by the Provincial Directorates of Environment, Urbanization,

and Climate Change in recent years. The reason for this could be that Ministries are building their own service sector facilities such as the Ministry of Health building health facilities, and the Ministry of National Education building facilities such as dormitories and schools.

## REFERENCES:

- [1] Karaca, C., *Kamu Maliyesi*, Ekin Yayınevi, Bursa, 2021.
- [2] Arrowsmith, S., Kunzlik, P., *Social and Environmental Policies in Ec Procurement Law : New Directives and New Directions*, Cambridge University Press, 2009.
- [3] Durdu, A., Gökçe, A. Blokzincir teknolojisi akıllı sözleşme uygulamalarının kamu alımlarında kullanımı. *Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 43-48, 2022.
- [4] Ekşi, H., *Kamu Harcamaları Kapsamında Kamu İhale Sisteminin Yolsuzluk Suçları Açısından Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa, 2013.
- [5] Demirboğa, D. A. Kamu İhale Sözleşmesinin Yapılması Usulleri (İhale Usulleri). *Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi*, (9), 181-201, 2017.
- [6] <https://www.ihale.gov.tr/Mevzuat.aspx>. (Erişim Tarihi:18.12.2023)
- [7] Özkaya, G.C., Gelişen, G. Kamu İhale Kanunu'na Göre Yapım İşleri İçin Yüklenici Seçimi, Karşılaşılan Zorluklar ve İhale Yönetimi. *Teknik Bilimler Dergisi*, 10(1), 31-44, 2020.
- [8] [http://www2.ihale.gov.tr/english/4734\\_English.pdf](http://www2.ihale.gov.tr/english/4734_English.pdf) (Erişim Tarihi:18.12.2023)
- [9] Sen, S., *4734 Sayılı Kamu İhale Kanununun Kamu Harcamalarına Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2019.

## ADVANTAGE/DISADVANTAGE COMPARISON OF BUILDING-BASED TRANSFORMATION AND AREA-BASED TRANSFORMATION IN URBAN TRANSFORMATION PLANNING AND IMPLEMENTATION STRATEGIES

Lecturer, Sıtkı Alper ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Prof. Dr., Mustafa Tolga ÇÖĞÜRCÜ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> İskenderun Technical University, [Iskenderun Vocational School of Higher Education](https://www.iste.edu.tr/),

Hatay/Türkiye, [salper.ozdemir@iste.edu.tr-0000-0001-7331-8026](mailto:salper.ozdemir@iste.edu.tr)

<sup>2</sup> Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Konya / Türkiye, [mtcogurcu@ktun.edu.tr-0000-0002-2487-797X](mailto:mtcogurcu@ktun.edu.tr)

### ABSTRACT

Urban transformation is the renewal, sanitization, revitalization, redevelopment and reinstatement of worn out, outdated, physically or socially problematic areas of cities. Rapidly increasing urbanization, uncontrolled growth of the urban population brings about distortion, irregular growth and social problems in some parts of the cities. However, when earthquakes and other disasters are considered, urban transformation plays an important role in eliminating all these problems. Cities or parts of cities that are safe against disasters, have a high quality of life and are accessible can be achieved through urban regeneration. There are various debates on the method of urban regeneration (area/island based and building/parcel based). Area-based transformation represents the transformation of a neighborhood or a section within a city, while building-based transformation covers a building or groups of buildings. Area-based and building-based transformation methods, which are important factors in determining the urban regeneration strategy and deciding on implementation methods, are alternative methods. These two methods have advantages and disadvantages compared to each other. In Turkey, legal regulations on urban regeneration planning and implementation have been made in the historical process. The most recent and comprehensive of these regulations is the Law No. 6306 on the Transformation of Areas under Disaster Risk. In this study, building-based transformation and area-based transformation processes, which are the most important fields of activity in the planning and implementation strategies of urban transformation, are examined and the advantages and disadvantages of the building-based and area-based transformation methods mentioned in the Law No. 6306 on the Transformation of Areas Under Disaster Risk are revealed.

**Keywords:** Urban transformation, area-based transformation, building-based transformation, law.



## 1. INTRODUCTION

The most important and effective technique for completing the requirements of changing living standards, revising the aging and outdated structure of cities, transforming buildings that have technically completed their economic life, and taking precautions against natural disasters such as earthquakes, floods and landslides is the development and implementation of urban transformation strategies (Wang vd., 2023). Countries have made legal arrangements in urban transformation planning and activities throughout history with the needs such as bringing historical and cultural areas within the borders of the country to daily life, planning industrial areas, education, health, religious facilities and social reinforcement areas, directing city plans according to the rural and urban population balance, and bringing energy efficiency to a feasible level. (Cesur & Gul, 2016; Couch & Dennemann, 2000).

The Slum Law No. 775, which is the legal basis for the fight against illegal buildings in Turkey and is considered as an introduction to the process of changing and transforming cities, has been the first legal move related to urban transformation (Alaybeyoğlu vd., 2016). In 1966, this law was enacted, after which urban transformation laws were amended according to changing needs and future spatial planning criteria and were reflected in practices in zoning and construction activities (Müftüoğlu, 2011).

Today, urban regeneration planning strategies and practices in Turkey are carried out in accordance with the 73rd and related articles of the Municipal Law No. 5393 and the provisions of the Law No. 6306 on the Transformation of Areas Under Disaster Risk (Özdemir vd., 2022).

## 2. SCOPE

Law No. 6306 on the Transformation of Areas under Disaster Risk categorizes urban transformation planning and implementation in Turkey under several headings (Table 1). These categories are given as risky building, risky area and reserve area with details and implementation principles in the relevant law (6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, 2012).

**Table 1. Types of Urban Transformation under Law No. 6306**

Category	Transformation Type
Risky Building	Building based transformation
Risky Area	Area based transformation
Reserve Area	Formation of reserve transformation areas

It is possible to revise the deteriorating and aging structure of cities, to prevent disasters that may occur due to all kinds of natural phenomena (such as earthquakes, floods, canal floods, landslides, avalanches), and especially to make urban centers built on fault lines such as Turkey

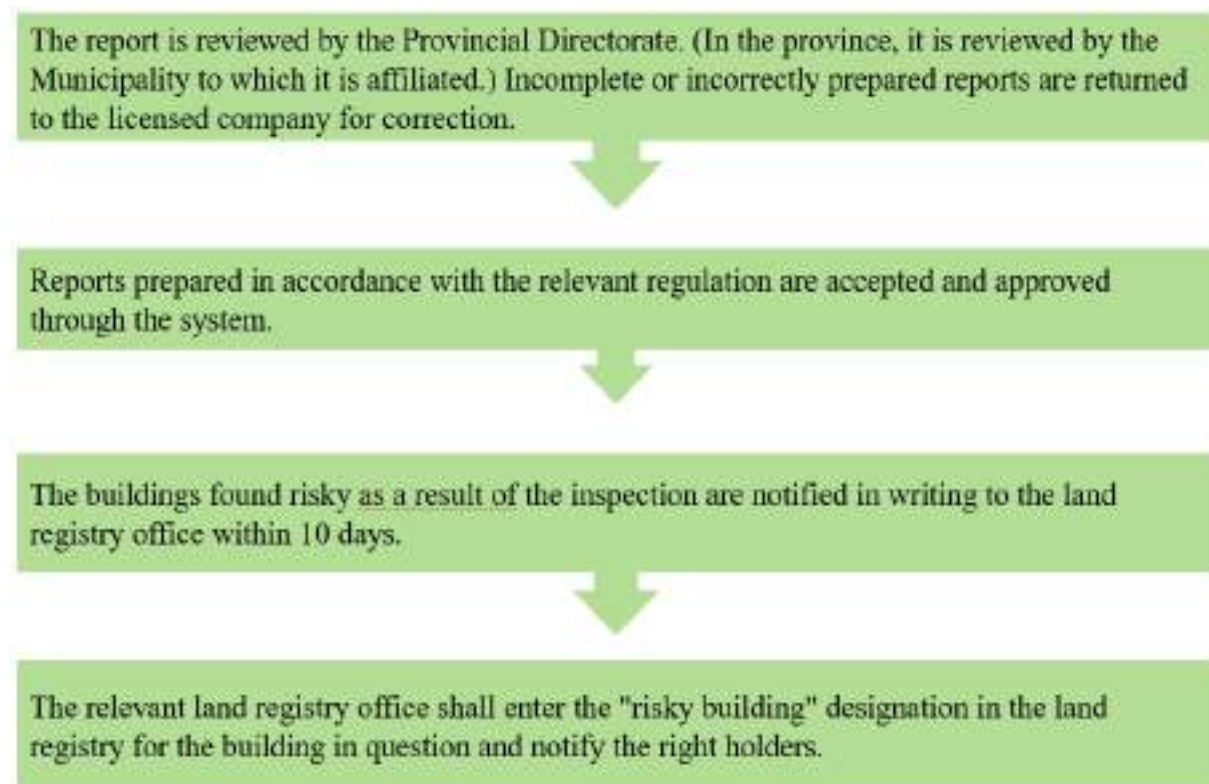
earthquake-resistant in terms of building stock through building-based urban transformation and area-based urban transformation planning and activities (Salihoğlu vd., 2021).

Within the scope of the study, the advantages/disadvantages of building-based transformation and area-based transformation, which are urban transformation practices in Turkey, were compared, and it was tried to reach the type of transformation needed according to the comparison.

### 3. RESULTS AND EVALUATION

#### 3.1. Building based transformation

In urban transformation, building-based transformation is included under the title of risky building in the Law No. 6306. In the relevant law, a risky building is defined as "a building inside or outside the risky area which has completed its economic life or which is determined on the basis of scientific and technical data to be at risk of collapse or severe damage"(Çelikkilek & Öztürk, 2017). These structures are identified by the Provincial Directorates of Environment, Urbanization and Climate Change, licensed institutions and organizations, municipalities and special administrations. The process starts with an application to the relevant institution or organization by any owner who has a right in the building and proceeds in the process indicated in Figure 1.



**Figure 1. Risky Building Detection Report Process**

In the notification to be made to the right holders, it is stated that "the building has been determined as risky, the building can be objected to the Provincial Directorate against the determination of risky building within 15 days from the date of notification, otherwise the building must be demolished within the period determined by the administration, not less than 60 days from the date of notification" (6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, 2012). Then, after the risky building is demolished, a decision is made by at least two-thirds majority of the stakeholders in proportion to their shares regarding the applications to be carried out on the parcel, and building-based transformation is realized by designing the building-based transformation project, obtaining the construction license, construction and obtaining the right of use by obtaining the building use permit.

### 3.2. Area Based Transformation

In Law No. 6306, a risky area is defined as "areas at risk of causing loss of life and property due to the ground structure, areas at risk of causing loss of life and property due to the construction on it, areas where at least 65% of the total number of buildings on it are in violation of the zoning legislation, or areas consisting of buildings that have been built without a building license but have subsequently obtained a building and settlement license, or areas that are inadequate in terms of infrastructure or troubled in terms of public order"(Tercan, 2018). The boundary of the risky area is determined by considering the integrity of the application (Ertaş & Bayındır, 2020).

In addition, the following criteria should be considered in the applications to be made in risky areas.

- First of all, elimination of disaster risks,
- Preservation of historical and cultural fabric,
- Meeting the needs of the area by solving existing spatial problems and ensuring environmental improvement,
- On-site transformation as much as possible in transformation practices,
- Ensuring a fair and balanced distribution of the increase in value based on citizen contribution,
- Urban transformation should not be used as a means of enrichment.

Proposals for risky areas are made by the relevant ministry, the relevant administration (municipalities), the Housing Development Administration (TOKİ) or real and legal persons who have real estate rights in the area. The risky area file prepared by the ministry according to the elements specified in the implementation regulation is sent to the Presidency and the area is declared as a "risky area" by Presidential Decree. (6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, 2012). The process starts with the declaration and announcement of the risky area, continues with the project production and implementation process, and ends with the handover to the rightful owners after the construction process (Figure 2).

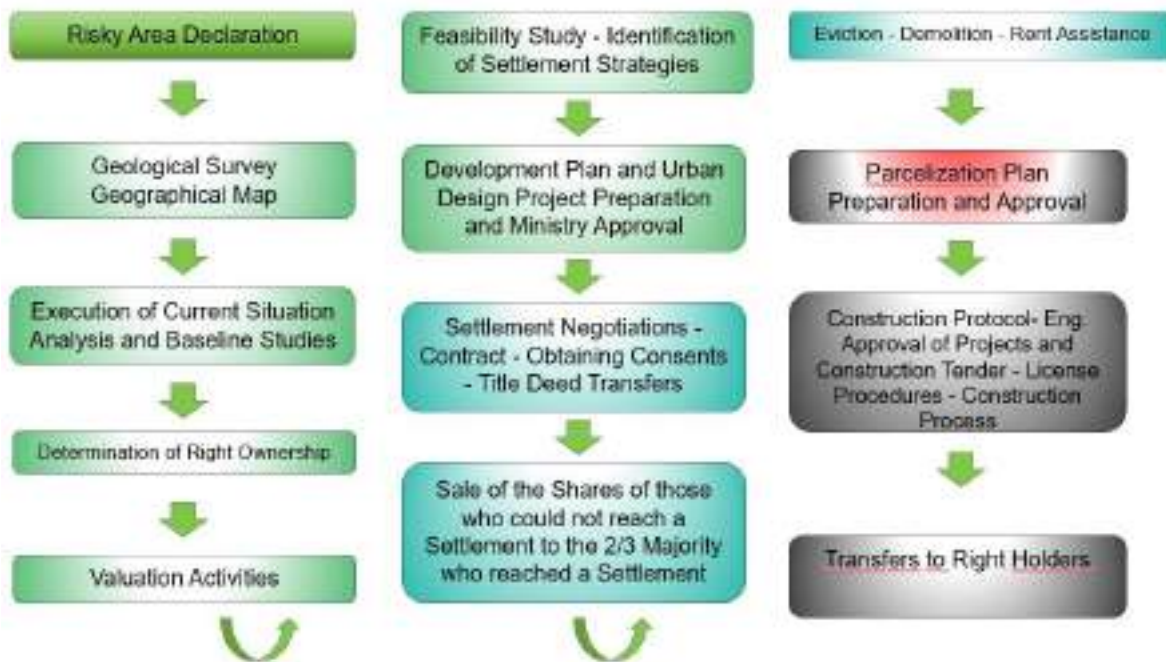


Figure 2. Risky Area Process

#### 4. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSIONS

The comparison criteria and interpretations of building-based transformation and area-based transformation according to the Law No. 6306 on the Transformation of Areas Under Disaster Risk in Turkey, which was examined as a sample regarding urban transformation planning strategies and implementation processes, are given below (Table 2).

Table 2. Advantage/Disadvantage Comparison of Risky Building and Risky Area

Comparison Criterias	Transformation Type	
	Building Based	Area Based
Name in the law	Risky Building	Risky Area
Scope of transformation (Sphere of influence)	Single (building/parcel)	Plural (area/region)
Right holder	Property owner	Ministry, TOKI, local administration or right holder
Approval rate for transformation	2/3	2/3
Contribution to spatial planning (Green space, education, health facilities, transportation and	No	Yes

Contribution to disaster-resilliance cities studies	Slow	Fast
Relocation of industrial areas, contribution to the revitalization of historical and cultural assets	No	Yes
Contribution to the fight against structures contrary to zoning legislation	No	Yes
Reflectivity in zoning plans	No	Yes
Linkage with reserve area studies	No	Yes

As seen in Table 2, area-based transformations with the declaration of risky areas are advantageous in many aspects compared to building-based transformations with the declaration of risky buildings. In particular, the construction of disaster-resistant cities, relocation of industrial areas, bringing historical and cultural assets into daily social life, rapid and numerous transformation of buildings in use in violation of zoning legislation and building stock that is not resistant to earthquakes, and the reflection of these transformation planning strategies to 1/5000 scale master development plans and 1/1000 scale implementation plans make area-based transformations much more advantageous than building-based transformations in terms of urban transformation planning strategies and implementation principles. Therefore, especially in countries like Turkey, which has cities located on fault lines, low quality building stock and earthquake risk is constantly on the agenda, area-based transformations should be preferred in terms of time, economy and achievability of results in practice.

## REFERENCES

- Alaybeyoğlu, A., Kılıç, U., İregöl, A., & Konbul, Y. (2016). Kentsel Dönüşümde Mahalleler Arası Öncelik Sıralaması: Örnek Bir Karar Destek Sistemi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 21(2), 377-377. <https://doi.org/10.17482/uumfd.278133>
- 6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, Pub. L. No. 6306 (2012). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/05/20120531-1.htm>
- Cesur, B., & Gul, A. (2016). *Ülkemizde Kentsel Dönüşüm Uygulamalarında Karşılaşılan Sorunlar ve İrdeleme*. 235-250. <https://www.researchgate.net/publication/338434622>
- Couch, C., & Dennemann, A. (2000). Urban regeneration and sustainable development in Britain: The example of the Liverpool Ropewalks Partnership. *Cities*, 17(2), 137-147. [https://doi.org/10.1016/S0264-2751\(00\)00008-1](https://doi.org/10.1016/S0264-2751(00)00008-1)



- Çelikbilek, A., & Öztürk, Ş. M. Ç. (2017). 6306 Sayılı Kanun Kapsamında Yürütülen Kentsel Dönüşüm Çalışmaları ve İzmir Uygulamaları. *Journal of Medeniyet Art*, 3(2), 187-213. <https://dergipark.org.tr/en/pub/medeniyetsanat/issue/33610/354957>
- Ertaş, M., & Bayındır, Ö. (2020). Sürdürülebilir Kentsel Dönüşüm. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*.
- Müftüoğlu, S. (2011). *Sürdürülebilir Mimarlık İlkeleri ve Konut Tasarımına Etkilerinin İncelenmesi* [Haliç Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Özdemir, S. A., Çöğürçü, M. T., Arslan, M. A., & Uzun, M. (2022). Kentsel Dönüşüm Planlama ve Uygulama Stratejilerinde 5393 ve 6306 Sayılı Kanunların Karşılaştırılması. *Konya Journal of Engineering Sciences*, 10(4), 976-985. <https://doi.org/doi.org/10.36306/konjes.1124708>
- Salihoğlu, T., Albayrak, A. N., & Eryılmaz, Y. (2021). A method for the determination of urban transformation areas in Kocaeli. *Land Use Policy*, 109, 105708. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2021.105708>
- Tercan, B. (2018). Türkiye’de afet politikaları ve kentsel dönüşüm. *Abant Journal of Cultural Studies*, 3(5), 102-120. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/469664>
- Wang, X., Wang, D., Lu, J., Gao, W., & Jin, X. (2023). Identifying and tracking the urban–rural fringe evolution in the urban–rural transformation period: Evidence from a rapidly urbanized rust belt city in China. *Ecological Indicators*, 146, 109856. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2022.109856>



## PLANNING PRINCIPLES AND PRACTICES OF TEMPORARY SHELTER AREAS AFTER NATURAL DISASTERS

Lecturer, Sıtkı Alper ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Prof. Dr., Mustafa Tolga ÇÖĞÜRCÜ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> İskenderun Technical University, [Iskenderun Vocational School of Higher Education](#),  
Hatay / Türkiye, [salper.ozdemir@iste.edu.tr](mailto:salper.ozdemir@iste.edu.tr)-0000-0001-7331-8026

<sup>2</sup> Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Konya / Türkiye,  
[mtcogurcu@ktun.edu.tr](mailto:mtcogurcu@ktun.edu.tr)-0000-0002-2487-797X

### ABSTRACT

Disasters such as floods, avalanches, landslides and earthquakes cause loss of life and property. Search and rescue activities after the disaster and creation of temporary shelter areas until permanent settlements are built, are the main activities. Since temporary shelter areas are the areas where disaster victims continue their lives for a while, they should be areas where they can meet their basic needs and where the best possible living standards are offered. In general, temporary shelter areas should be protected against external hazards, where education, health and social needs can be met, and where people can live safely and comfortably. Temporary shelters are used for a longer period of time and gain importance after disasters with high destructive effects such as earthquakes. It is very important that temporary shelters are planned in advance and designed in accordance with the standards, and that infrastructure such as electricity, communication, water and sewage are provided for people to continue their lives. In this study, firstly, the deficiencies observed in temporary shelters after the February 6 Kahramanmaraş earthquake are presented. There are problems in various container and tent cities in the earthquake region due to climatic conditions and infrastructure. Problems such as waterlogging, fire, epidemics in the earthquake region were analyzed from news sources. Turkish regulations and international standards in the design of temporary shelters are analyzed comparatively. The issues that should be taken into consideration in the planning of temporary shelters are discussed within the framework of the problems observed in the earthquake zone, the problems experienced and various standards.

**Keywords:** Disaster, earthquake, temporary shelters, planning, design.

## 1. INTRODUCTION

Turkey is a country that frequently faces natural disasters such as floods, avalanches, forest fires, especially earthquakes. While many people lose their lives because of natural disasters, natural disasters also cause great economic and social effects. Earthquake, one of the most devastating natural disasters for Turkey, has caused thousands of people to die and hundreds of thousands of buildings to be destroyed or damaged over the years. When the recent earthquakes in Turkey are examined, more than 18,000 people lost their lives in the Gölcük and Düzce earthquakes of 7.8 and 7.5 in 1999, while more than 100,000 buildings were damaged (KOERI, 2023). More than 600 people lost their lives and more than 18,000 buildings were damaged in the 7.2 magnitude earthquake that took place in Van in 2011 (Taskin vd., 2013). Two major earthquakes on February 6, 2023, which took place in Kahramanmaraş and affected 10 cities around it, became the most devastating disaster in our country in recent centuries. According to the data shared by AFAD (Disaster and Emergency Management Presidency), two earthquakes of magnitude Mw 7.7 and Mw 7.6 occurred on 06.02.2023, at 04:17 and 13:24 with epicenters in Pazarcık (Kahramanmaraş) and Elbistan (Kahramanmaraş)(AFAD, 2023a). According to official data, nearly 230,000 buildings collapsed or became unusable, more than 45 thousand people lost their lives, and nearly 2 million registered people were evacuated from the earthquake zone (AFAD, 2023b). The population of the provinces affected by the earthquakes is around 14 million, and the people living in these provinces were directly affected by the earthquake. With the unregistered data, it is estimated that quite a lot of people evacuated from the region in order to meet their shelter and other needs. Considering all this information, disaster planning is needed in order to minimize the negative effects that will occur in the event of catastrophic disasters in Turkey, to respond quickly and appropriately to the people affected by the disaster, to purify people from the deprivation and negativities created by the disaster area, and to prevent disruptions. One of the main elements of this planning is the planning of temporary shelter areas after the disaster. Since temporary shelter areas are used for a long time in disasters with great destructive effects, their planning should be at a level to meet the needs for a long time. In this study, the main issues that should be taken into consideration in the planning of temporary shelter areas are discussed within the framework of the disruptions seen in the earthquake region, the problems experienced and various standards.

## 2. PROBLEMS OBSERVED IN TEMPORARY SHELTERS AFTER DISASTERS

Infrastructure problems in tent and container yards after the disaster and the difficulties of living in these cities, long-term disruption of life, health and hygiene problems, sociological and psychological problems caused by the continuation of aftershocks, problems such as the inability to continue education pose serious difficulties in the process until the completion of permanent housing.

Especially in highly destructive disasters such as the Gölcük earthquake in 1999 and the recent 2023 Kahramanmaraş earthquake, the high degree of damage to infrastructures such as

electricity, water and natural gas makes it difficult to meet basic living needs. By analyzing the past earthquakes in Turkey, the problems that may be encountered in the process from the aftermath of the disaster to the construction of permanent housing are shown in Table 1 (Limoncu & Bayülgen, 2005).

**Table 1. Problems Related to Temporary Housing Areas**  
(Limoncu & Bayülgen, 2005) (Edited by the author from the relevant source)

<b>Problem Type</b>	<b>Problems</b>
<b>Administrative – Legal Problems (Extension of Time in Temporary Housing Production)</b>	Not being prepared
	Lack of Organization
	Transportation and Supply Problems Across Türkiye
	Difficulties in finding the land on which the units will be built
<b>Site Selection – Layout Issues</b>	Difficulty finding land
	Failure to use the right criteria in site selection
	Ignoring the locality of the layout
	The problem of inability to articulate settlements to urban life
<b>Problems of Temporary Settlements</b>	Incompatibility with the way of life of the people
	Incompatibility with climatic characteristics
	Volume – space shortage (Wet volume problem)
	Implementation problems resulting from the interpretation of international solutions with the aim of reducing costs
<b>Infrastructure Issues</b>	Lighting, mains water, sewerage, floods, etc. arising from the lack of basic infrastructure. problems
<b>Socio Psychological Problems</b>	Social-cultural-commercial life is not considered
	The fact that a system that will make the disaster victim effective has not been created
<b>Cost Issues</b>	Request to international solutions
	Transportation, transportation costs
	Not sustainable/recoverable

In the container yards established after the Kahramanmaraş earthquake, various problems are observed due to climatic conditions. As a result of the lack of infrastructure and

the fact that container yards were not built on sloping lands where water could drain, floods were observed. Images taken from various news sources show flooding in container yards in Hatay and Adiyaman provinces (Figure 1).



**Figure 1.** Hatay (Left (URL-1, 2023)) ve Adiyaman (Right (URL-2, 2023)) floods in container yards in the provinces

In addition to floods, disasters such as epidemics and fires also occur. The images shared by various local news sources show fires occurring in container cities (Figure 2).



**Figure 2.** Hatay (Right (URL-3, 2023)) ve Adiyaman (Left(URL-4, 2023)) fires in container yards

In order to prevent or minimize the problems observed in temporary shelters, temporary shelters should be designed according to certain standards.

### 3. STANDARDS FOR THE DESIGN OF TEMPORARY SHELTERS

AFAD (Disaster and Emergency Management Authority) issued a Directive on the Establishment, Management and Operation of Temporary Shelter Areas in 2015. According to this directive, various articles on the establishment of temporary shelter areas are as follows (AFAD, 2015);

- Areas that can be protected against external hazards, connected to city infrastructure services and easily coordinated should be selected close to settlements,
- It should be established on land that is not agricultural land, at least 3 meters above the rainwater basins, with a slope of 2-6%.
- The average indoor area per person should be 3.5 - 4.5 m<sup>2</sup>.
- Container units must be installed at least 30 cm above the ground.
- Space should be allocated in the planning for areas that can meet the basic and social needs of people such as health, education, sports, places of worship, course areas, laundry, social support centers.
- There should be a security checkpoint at the entrances.
- The main roads in these areas should be asphalt or paved.

The Sphere Project, established by various international humanitarian non-governmental organizations, has set standards for temporary shelters. Some of the items in this standard are as follows (Sphere, 2018):

- Temporary shelters should be close to settlements.
- Considering the entire temporary shelter area, an area of 45 m<sup>2</sup> per person should be calculated.
- The ratio of indoor living areas to the entire shelter area should be ½. It is recommended to increase it to 1/3 if possible.
- There should be roads accessible to heavy vehicles for the delivery of various services and aids.
- Fire risk should be reduced by creating 30 meters of fire gaps every 300 meters.
- The shelter should be located in an area that causes the least damage to the environment.
- Temporary shelters should not be located in areas prone to flooding and inundation.
- Agricultural lands should not be used as temporary shelters.

#### 4. CONCLUSION AND EVALUATION

Since temporary shelters are areas where disaster victims will continue their lives for a while, they should be areas where they can meet their basic needs and where the best possible living standards are offered. Temporary shelters are used for a longer period of time and gain importance after disasters with high destructive effects such as earthquakes. It is very important that temporary shelter areas are planned in advance and designed in accordance with the standards, and that infrastructures such as electricity, communication, water and sewage are provided so that people can continue their lives. Disasters such as floods and fires were observed in the temporary shelters created after the Kahramanmaraş earthquake. The fact that



the issues taken into consideration during the planning phase are partially not implemented during the implementation phase causes problems to occur in temporary shelters. When the international standards and the directive prepared by AFAD are examined, it is seen that they have similar features in terms of design. According to these standards and the problems observed in the existing temporary shelter areas, temporary shelter areas after a disaster should have various main features in order for people to continue their lives. These main features that temporary shelter areas should have;

- People should have the means to meet their basic and social needs (health, education, culture, sports, worship, etc.).
- In order for infrastructures such as water, sewerage, electricity, natural gas and internet to easily provide services in temporary accommodation areas, it is important that accommodation areas are located in urban centers or close to these infrastructure lines.
- There should be sufficient indoor and mobility space (45 m<sup>2</sup> of space per person, 3.5 - 4.5 m<sup>2</sup> of indoor space per person, depending on the total area).
- Measures should be taken at the design and implementation stage to prevent fires, floods, storms, epidemics and crimes.
- Agricultural lands should not be used as temporary shelter areas.
- It is important that temporary shelter areas should be surveyed in advance to ensure that they meet these conditions and that they should be designated areas so that people can easily access them in case of disasters with high destructive effects such as the Kahramanmaraş earthquake.

## REFERENCES

- AFAD. (2015). *Geçici Barınma Merkezlerinin Kurulması, Yönetimi ve İşletilmesi Hakkında Yönerge*. <https://www.aile.gov.tr/uploads/athgm/uploads/pages/goc-afet-ve-acil-durumlarda-psikosozyal-destek/gecici-barinma-merkezlerinin-kurulmasi-yonetimi-ve-isletilmesi-hakkinda-yonerge.pdf>
- AFAD. (2023a). *Preliminary Evaluation Report on 06 February 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw 7.7 Elbistan (Kahramanmaraş) Mw 7.6 Earthquakes*. [https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Kahramanmaras\\_Depremleri\\_On\\_Degerlendirme\\_Raporu.pdf](https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Kahramanmaras_Depremleri_On_Degerlendirme_Raporu.pdf)
- AFAD. (2023b). *PRESS BULLETIN-36 about the Earthquake in Kahramanmaraş*. Disaster and Emergency Management Presidency. <https://www.afad.gov.tr/kahramanmarasta-meydana-gelen-depremler-hk-36>
- KOERI. (2023). *Earthquakes*. Boun Koeri Regional Earthquake-Tsunami Monitoring Center. <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/buyuk-depremler/>
- Limoncu, S., & Bayülgen, C. (2005). Türkiye’de Afet Sonrası Yaşanan Barınma Sorunları. *YTÜ Mim. Fak. e-Dergisi*, 1(1), 18–28.
- Sphere. (2018). *The Sphere Handbook*. <https://handbook.spherestandards.org/en/sphere/#ch001>
- Taskin, B., Sezen, A., Tugsal, U. M., & Erken, A. (2013). The aftermath of 2011 Van earthquakes: Evaluation of strong motion, geotechnical and structural issues. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 11(1), 285–312. <https://doi.org/10.1007/s10518-012-9356-9>
- URL-1. (2023, Ekim 2). Hatay’ı sağanak vurdu! Konteynerkenti su bastı. *Aydınlık*.



<https://www.aydinlik.com.tr/haber/hatayi-saganak-vurdu-konteynerkenti-su-basti-422412>

URL-2. (2023, Kasım 20). Konteyner kentleri su bastı: TTB'den 'salgın' uyarısı! *Cumhuriyet*.  
<https://www.cumhuriyet.com.tr/turkiye/konteyner-kentleri-su-basti-ttbden-salgin-uyarisi-2142959>

URL-3. (2023, Aralık 14). Hatay'da konteyner kentte çıkan yangında konteyner kullanılmaz hale geldi. *SonDakika*. <https://www.sondakika.com/guncel/haber-hatay-da-konteyner-kentte-cikan-yanginda-konteyner-16625882/>

URL-4. (2023, Ağustos 10). Konteyner kentte korkutan yangın. *İHA*.  
<https://www.iha.com.tr/adiyaman-haberleri/konteyner-kentte-korkutan-yangin-27792515>

## **BETONARME KİRİŞ ETRİYE HASARLARI: KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ** **Dr. Öğr. Üyesi Hande GÖKDEMİR<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Ayten GÜNAYDIN<sup>2</sup>,** **Prof. Dr. Mizan DOĞAN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İnşaat Müh. Bölümü, (Orcid ID: 0000-0003-0478-8133),  
[handeg@ogu.edu.tr](mailto:handeg@ogu.edu.tr)

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İnşaat Müh. Bölümü, (Orcid ID: 0000-0002-8191-9080),  
[ayteng@ogu.edu.tr](mailto:ayteng@ogu.edu.tr)

<sup>3</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İnşaat Müh. Bölümü. (Orcid ID: 0009-0006-7996-0048),  
[mizan26@gmail.com](mailto:mizan26@gmail.com)

### **ÖZET**

Yapı elemanlarında boyuna donatıların birlikte çalışmasını sağlayan etriyelerdir. Etriye ile kontrol altına alınmayan belli geometride ve fiziksel konumda olmayan boyuna donatılar bireysel tek başına çalışacakları için hesap esasları güçleşecektir. Bir etriyenin köşe noktasında boyuna donatı yoksa veya tersi ise o kesitin geometrisi teşkil edilemez. Bu yüzden tek donatılı kirişlerin donatı hesabında ve imalatında basınç donatısına gerek olmadığı halde TBDY-2018 7.4.2.2 maddesi gereği etriyenin konumunu sağlamak için 2 adet montaj donatı uygulanmaktadır. Etriyeler kirişteki kesme etkilerini karşılamakla kalmayıp yapı elemanlarının süneklik dayanımlarını artırmaktadır. Bazı yükleme durumlarında ve yapı elemanlarında etriyenin sünekliğe katkısı kesme kuvvetine olan katkısının önüne geçebilmektedir. Bu çalışmada Kahramanmaraş depreminin etkili olduğu alanda yapılan incelemelerden kirişlerde etriye davranışı, miktarı ve geometrisinin hasara etkisi incelenmiştir. Ayrıca hasarlı yapılarda etriyenin özelliklerinin ve kullanımının Türk Bina Deprem Yönetmeliği-2018 ve TS500 kriterlerine uyumu ve eksiklikleri belirlenerek öneride bulunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** kesme kuvveti, etriye geometrisi, etriye miktarı, tersinir yükler,

### **REINFORCED CONCRETE BEAM STIRRUP DAMAGES: KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES**

### **ABSTRACT**

They are stirrups that enable longitudinal reinforcement in structural elements to work together. Longitudinal reinforcements that are not controlled by stirrups and are not in a certain geometry and physical location will work individually, making the calculation principles difficult. If there is no longitudinal reinforcement at the corner point of a stirrup or vice versa, the geometry of that section cannot be created. Therefore, although there is no need for pressure reinforcement in the reinforcement calculation and manufacturing of single-reinforced beams, 2 pieces of assembly reinforcement are applied to ensure the position of the stirrup in accordance with Turkish Building Earthquake Code (TEC2018) article 7.4.2.2. Stirrups not only absorb the shear effects in the beam but also increase the ductility of the structural elements. In some loading situations and structural elements, the contribution of stirrup to ductility can exceed its contribution to shear force. In this study, the effect of stirrup behavior, quantity and geometry on the damage in the beams was examined from the studies carried out in the area where the Kahramanmaraş earthquake was effective. In addition, the compliance and deficiencies of the features and use of stirrups in damaged buildings with the TEC2018 and TS500 criteria were determined and recommendations were made.

**Keywords:** shear force, stirrup geometry, stirrup quantity, reversible loads,

## 1. GİRİŞ

Betonarme yapılarının tasarımı, yapının maruz kaldığı ve kalması ihtimali olan yükler altında minimum düzeyde hasar ile kullanımına devam edilmesidir. Özellikle yapının servis süresince maruz kalma ihtimali olan deprem anında yapıya gelen yüklerin yapı sistemi tarafından karşılanması tasarımın önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Yapı elemanlarının bu öngörülen yükleri karşılaması için kesit, beton ve donatı bakımından yönetmeliklerde belirtilen kriterleri sağlaması ile mümkündür. Yapı sistem elemanlarının kriterleri betonarme yapı elemanlarının zati, hareketli ve deprem yüklerinden oluşan kesit tesirlerine göre donatıları belirlenir. Betonarme kirişlerin boyuna donatıları zati, hareketli ve deprem yükleri sonucu oluşan moment kesit tesirine göre belirlenirken kiriş etriyeleri ise hem kiriş boyuna donatılarından bulunan kesme hem de zati, hareketli ve deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetlerine göre belirlenir. Kiriş etriye hesabına esas olan bu kesme kuvveti belirleme yöntemi yönetmeliklerde açıklanmaktadır (TS500-2000 ve TBDY-2018). Yapıların bu öngörülen yükleri hasar görmeden karşılaması yapı elemanlarının sünekliğine bağlıdır. Süneklik, yapının ya da elemanın taşıma kapasitesini kaybetmeden yapabileceği şekil değiştirme ve/veya yapı elemanının, kuvvet altında (eğilme kuvveti) şekil değiştirebiliyorsa ve bu şekil değişikliğine rağmen taşıma kapasitesinde bir azalma olmamasıdır. Yapı kuvvet altında şekil değiştiriyor, taşıma kapasitesi düşüyor ve kalıcı şekil değiştirmeler oluşuyor ise sünekliğin düşük ve olmaması sonucudur. Deprem hasarlarının incelenmesinden kiriş etriyelerinin aralık ve çaplarının düşük olduğu bölgelerde hasarların oluştuğu görülmektedir (Görsel 1).

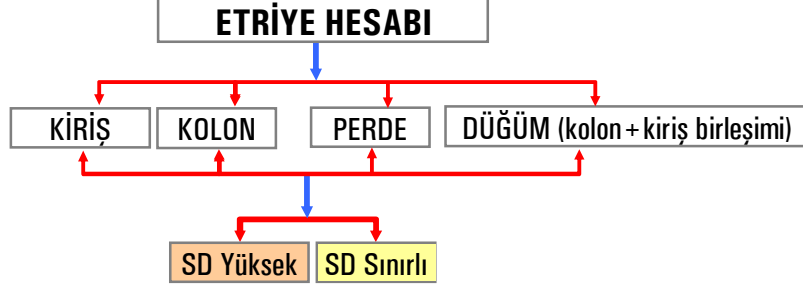


Görsel 1. Depremde etriye hasarı

Kesme donatısı (etriye),

1. Kolon, kiriş ve perdelerin moment ve aksenal yüklerden bulunan boyuna donatıları,
  - 1.1.Kolon, kiriş ve perde donatılarının bir bütün olarak kalıba düzenlemesini sağlayan,
  - 1.2.Kolon, kiriş ve perdeler arasında kuvvet aktarımı ile birlikte çalışmasını sağlayan,
  - 1.3.Beton prizini alana kadar boyuna donatıların kalıpdaki konumlarını koruyan,
2. Kalıp alındıktan sonra,
  - 2.1. Yapı elemanlarının kendi ağırlığından (G) ve hareketli yüklerden (Q),
  - 2.2. Yapıda deprem (E) ve rüzgar (W) esnasında oluşan yüklerden,
  - 2.3. Isı, sünme gibi diğer yüklerden oluşan kesme kuvvetlerini karşılayan,
3. Özellikle aksenal yüke maruz kolon ve perdenin dayanımını ve sünekliği artırmak,
4. Yine aksenal yüke maruz elemanlarda burkulma etkisini (boyuna donatıların) azaltmak,

5. Eğilmeye çalışan kiriş gibi elemanlarda burulmayı azaltmak ve sünekliği artırmak,
  6. Betonda iç kuvvetlerden ve dış etkilerden oluşabilecek çatlakları sınırlamak,
- için boyuna donatılara dik donatılara denir. TBDY göre etriye hesabı süneklik düzeyi yüksek ve sınırlı olmak üzere iki aşamada yapılır (Görsel 2).



Görsel 2. Etriye hesaplarında süneklik düzeyleri

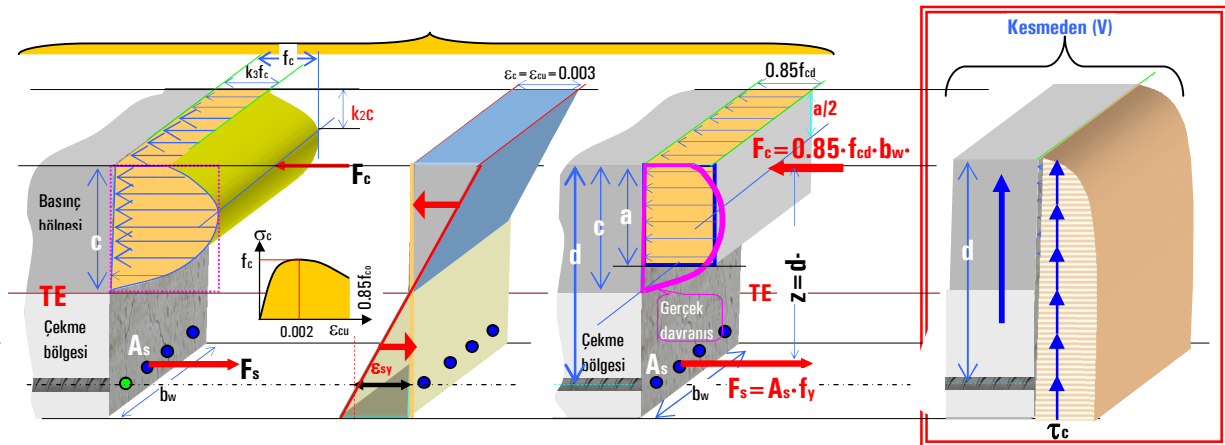
Süneklik düzeyi yüksek (SDY) betonarme çerçeve sistemler için kullanılacak yapı davranış katsayısı  $R=8$  iken süneklik düzeyi sınırlı betonarme çerçeve sistemler için  $R=4$  olup deprem yükü 2 kat olur.

## 2. KİRİŞLERDE KESME HESABI

Kirişlerde etriye hesabını TS500 ve TBDY kriterlerine göre,

1. Zati (G) ve hareketli (Q) yüklemeleri ( $V_{GQ}$ ),
2. Deprem etkileri ( $V_E$ ),
3. Kiriş mesnet plastik momentini ( $V_p$ ),

sonucu oluşan kesme kuvvetlerine göre hesabını öngörmektedir. Bu değerlere göre hesaplanan etriye kirişlerin burulma ve süneklikte olumlu davranış göstermesini sağlar. Düşey yüklerden oluşan kesme kuvvet değerleri mesnet bölgelerinde büyük değerlerde olurken açıklıkta minimum değerde olmaktadır. Deprem ve plastik mafsal momentleri sonucu oluşan kesme kuvvet değerleri sabit olur. Yönetmelikler bir kirişin taşıma gücüne ulaşmasının kesme kuvvetinden değil eğilmeye ulaşmasını öngörmektedir (Ersoy, Özcebe 2018). Düşey yüklerle ek deprem yatay yükleri etkimesi durumunda mesnet bölgelerindeki kesme çatlakları yön değiştirmektedir. Şekilde eğilmeye çalışan kiriş kesiti üzerindeki birim şekil değiştirme ve iç kuvvetler verilmiştir (Görsel 3).



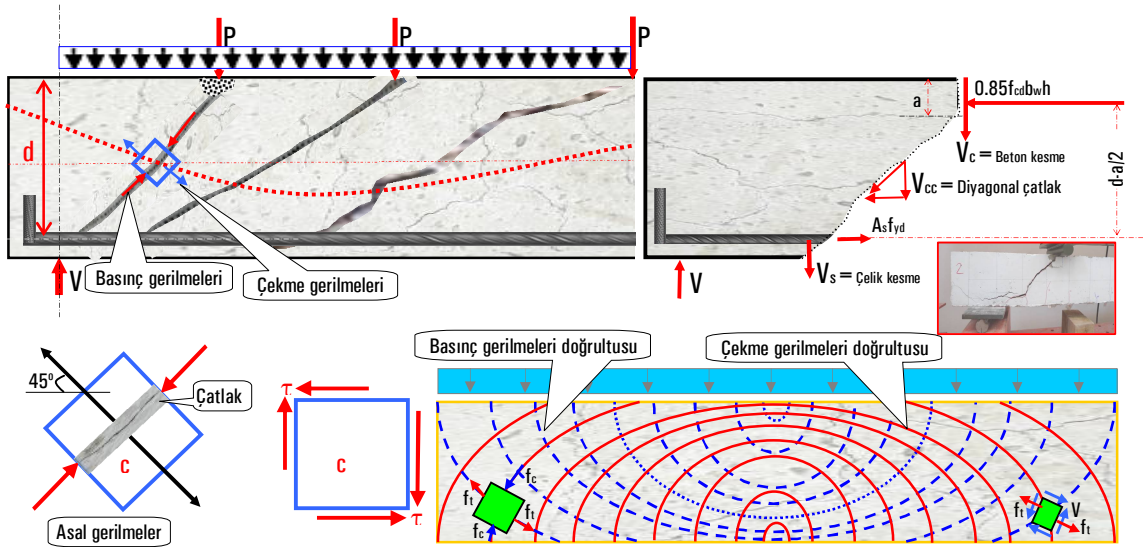
Görsel 3. Kiriş kesitinde oluşan şekil değiştirmeler ve iç kuvvetler

Kesme kuvvetinden (V) dolayı kiriş yüzünde kayma gerilmeleri ( $\tau$ ) oluşmaktadır. Burada kayma gerilmelerinin nasıl ve hangi donatılarla karşılanacağı hesaplanmaktadır. Kayma gerilmesi basınç bölgesi üst sınırından tarafsız eksen kadar artar ve tarafsız eksen sonra (çekme bölgesinde) sabit devam eder. Eğer kiriş salt kesmeye maruz ise tarafsız eksen maksimum olur ve kiriş uç kısımlarında sıfır olur. Kirişlerde kayma etkilerini karşılayacak olan beton, etriye ve yapıyorsa pilyelere kayma donatıları denir. İç kuvveler,

$$\begin{array}{l} \text{Donatı} \\ F_s = A_s \cdot f_{yd} \\ \text{Beton} \\ F_c = 0.85 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot a \end{array} \quad M = F_c \cdot z_{\text{moment kolu}} = F_s \cdot z_{\text{moment kolu}} \quad \tau_c = V / (b_w \cdot z) = V / (b_w \cdot 0.9d)$$

1

olarak yazılır. Betonarme kesitlerde kayma gerilmelerinden dolayı kesme kırılmalarına rastlanmaz. Ancak, kayma gerilmeleri asal gerilmeler olan basınç ve çekme gerilmelerinin oluşmasına sebep olurlar. Etriyersiz betonarme kirişlerde tekil P kuvveti mesnetten açıklığa doğru uzaklaştıkça a/b oranının artmasıyla kirişte eğilme çatlakları oluşurken, bunun tersi a/b oranının azalmasıyla P kuvveti mesnete yaklaştıkça gevrek kırılmanın habercisi olan kesme çatlakları oluşmaktadır (Görsel 4).



Görsel 4. Etriyersiz kiriş kesmesinde etkili parametreler

Yayıllı ve tekil yüklere maruz basit bir kirişin tarafsız ekseninde bulunan “c” elemanında oluşan asal ve kayma gerilmeleri sonucu oluşan çatlaklar görülmektedir. Bu çatlaklar,

1. Çekme gerilmeleri sonucu oluşan çatlama tarafsız eksene 45° oluşur,
2. Tarafsız eksenin üstündeki ve altındaki noktalarda kayma gerilmeleri ile normal gerilmelerin etkisinden dolayı asal gerilmelerin tarafsız eksenle yaptığı açı değiştiği için çatlak eğimi şekilde görüldüğü üzere tarafsız eksenin üzerinde azalırken tarafsız eksenin altında artar.

Yukarıdaki kesme donatısız (etriyersiz) bir kısmı çatlamış betonarme kirişin karşıladığı V ve aynı zamanda düşey kesme dengesi;

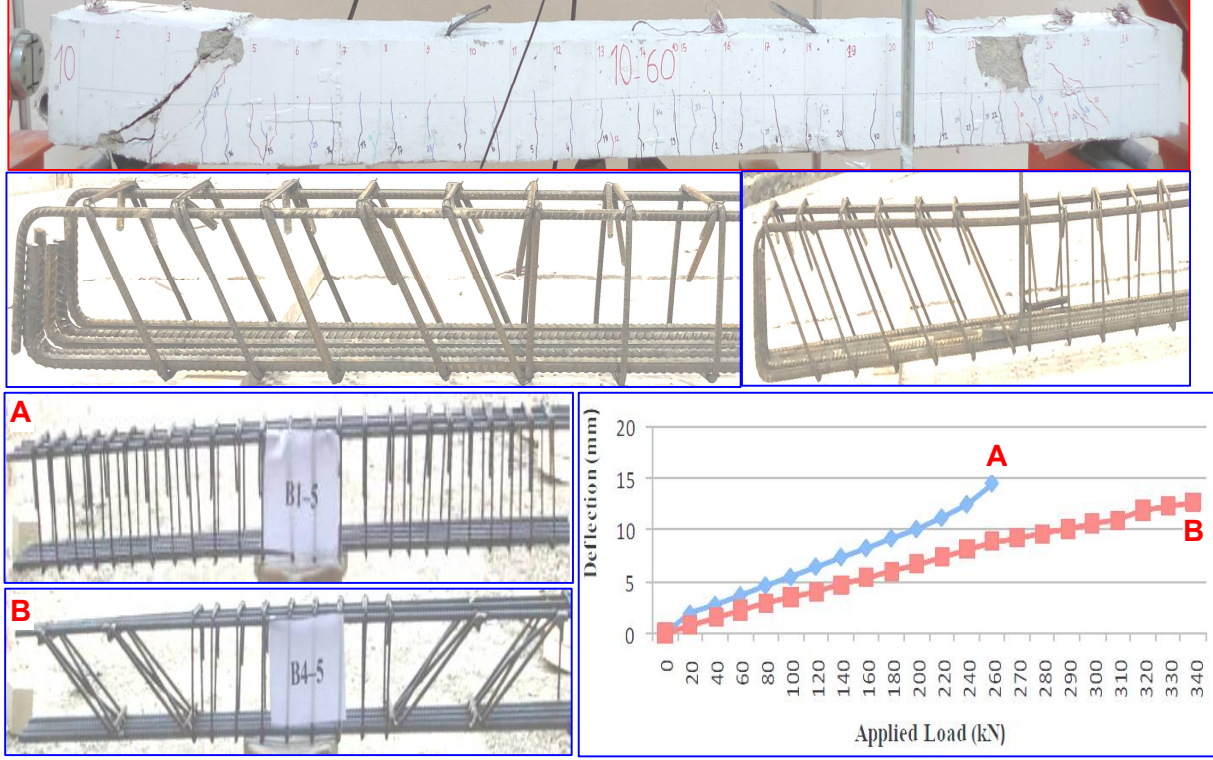
$$V = V_c + V_{cc} + V_s = V_c (\%20 - 40) + V_{cc} (\%33 - 50) + V_s (\%15 - 25)$$

2

olarak yazılabilir (Doğangün 2018). ESOGU yapı laboratuvarında etriyenin 30°, 45°, 60° ve 90° konumları için bir seri deney yapılmıştır. Deney sonucunda etriye açısının ne kadar küçük ise o kadar etkili olduğu görülmüştür. 30° eğimdeki etriye konumu en iyi performansı

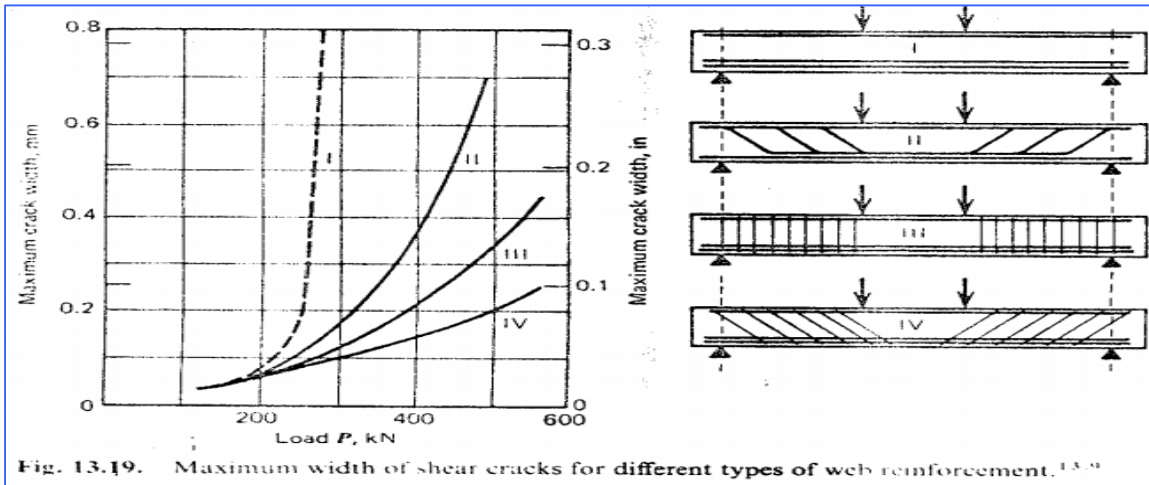


göstermiştir. Moayyad M. Al-Nasra, Naiem M Asha (2013) yaptıkları deneyde etriyeleri çatlama yönüne dik gelecek şekilde model ile denemişler ve yine kırılmann kirişin mesnedine yakın bölgesinde olduğunu gözlemişler. Uygulamanın güçlüklerinden dolayı dik etriyeler tercih edilmektedir (Görsel 5).



Görsel 5. Etriye geometrisinin etkisi

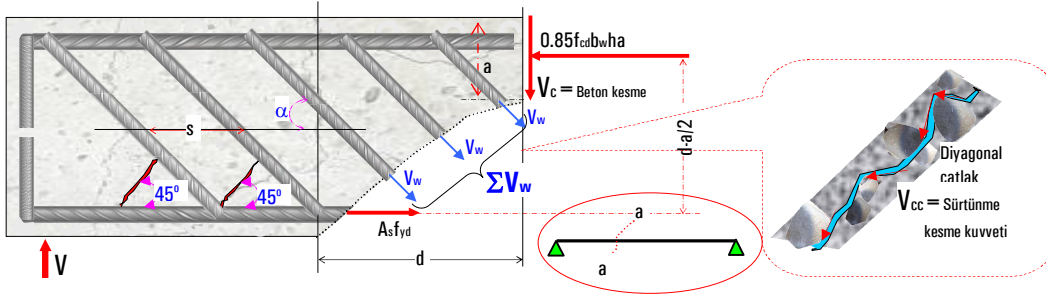
Betonarmenin öncülerinden olan Kent-Park yıllar önce yaptıkları çalışmada etriyenin konumunun yük çatlak ilişkisini aşağıdaki şekilde tanımlamışlardır (Kent-Park 1970). Çalışma aynı zamanda etriyenin taşımakta olduğu yük ilişkisini de açıklamaktadır. Bu çalışma hala geçerliliğini korumakta olup referans olmaya devam etmektedir (Görsel 6).



Görsel 6. Etriye geometrisinin aksel kuvvet ve çatlak genişliğine etkisi



Kirişte oluşan kesme çatlakları 45° açılı şekilde oluşmaktadır. Bu kesme çatlaklarını tam olarak karşılamak için kesme donatısının bu çatlaklara tam dik olarak aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi düzenlenmesi gerekir (Görsel 7).



Görsel 7. Etriye geometrisinin aksel kuvvet ve çatlak genişliğine etkisi

Kesme donatılarının çatlaklara dik olarak düzenlenmesi sonucu oluşan kesme donatısı kuvvetleri,

$$V = \overbrace{V_{c\text{-beton}} + V_{cc\text{-sürtünme}} + V_{s\text{-boyuna donatı}}}^{V_c} + \underbrace{\sum f_{wyk} \cdot A_w}_{V_w} = V_c + V_w \quad F_{\text{etriye}} = A_{s\text{-et}} \cdot f_{wyd} \left[ \frac{d(1-\cot \alpha)}{s} \right] \quad 3$$

Kesme donatısı (etriye) kesme kuvveti  $V_w = A_{s\text{-et}} \cdot f_{wyd} [\sin \alpha + \cos \alpha] \frac{d}{s}$

olur. Yükün yayılı ve tekil olmasının etkisi aşağıdaki şekli oluşur.  $V_{cc}$ ; çatlak yüzeyinde sürtünmelerden dolayı oluşan kesme gerilmeleridir. Kiriş üzerindeki kesme kuvveti artıkça ilk önce sürtünme daha sonra çelik kesme kuvveti azalacağından kiriş aniden ses çıkararak kesme etkisiyle kırılır. Kesme kuvvetine maruz kirişler diyagonal kesme çekmesinden, kesme çekmesinden, kesme basıncından veya eğilmeden dolayı taşıma gücünü kaybeder. Tercih edilen çekmeden kirişin taşıma gücünü kaybetmesidir. Beton eğik çatlama kesme kuvveti,

$$V_c = b_w \cdot d \frac{\sqrt{f_{ck}}}{6} \quad (ACI-318) \quad V_c = 0.85 \cdot b_w \cdot d \frac{\sqrt{f_{ck}}}{6} \quad (TS500) \quad f_{ctd} = \left( \frac{0.35 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{1.5} \right) \quad 4$$

$$V_{cr} = \frac{0.85}{6} \frac{1.5}{0.35} f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0.61 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = \boxed{0.65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d}$$

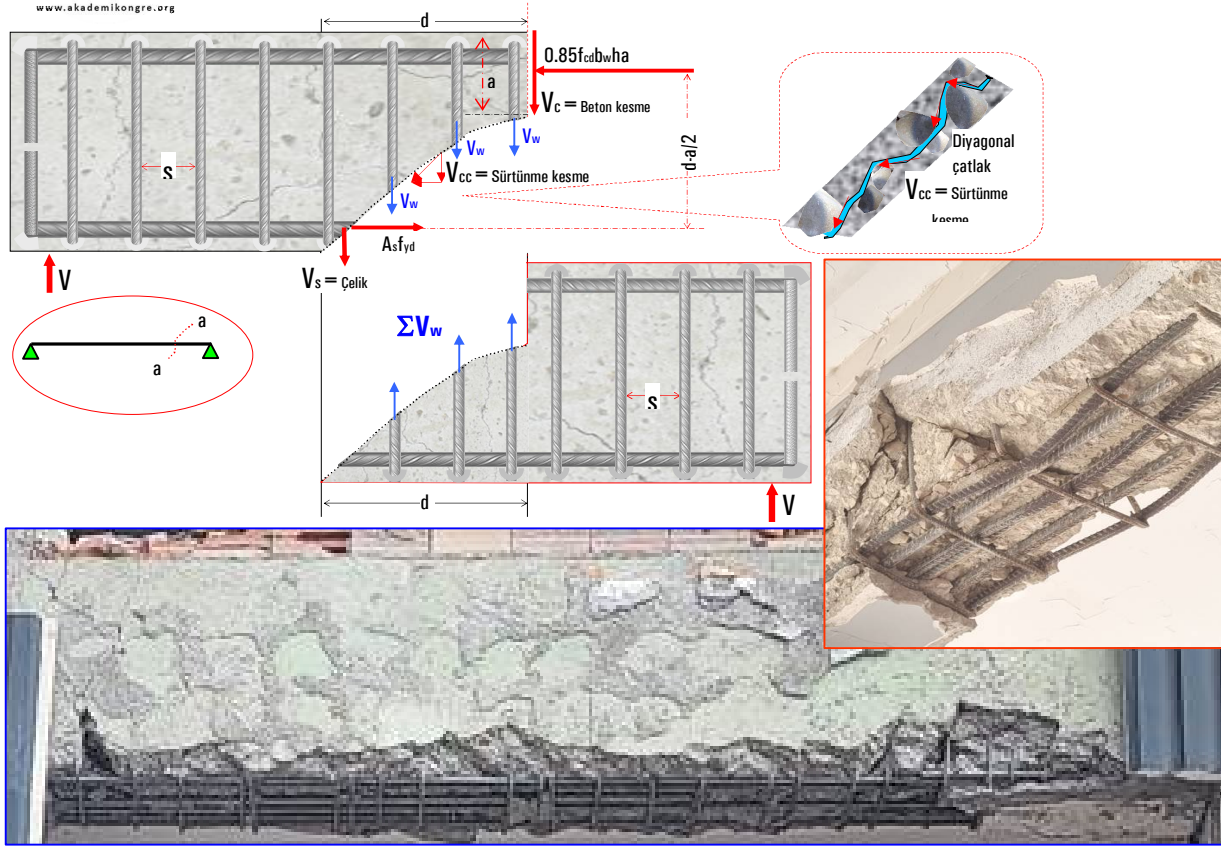
olarak hesaplanır. TS500 kesme konusunda yaklaşık olarak ACI değerlerini kabul etmektedir. Beton dayanımında çok sayıda faktörün etkili olmasından dolayı TS500;

$$V_c = 0.8 [0.65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d] = 0.8 \cdot V_{cr} \quad (TS500 8.4) \quad 5$$

öngörmektedir. Denetim yapılmayan yapılarda  $V_c=0$  alınır. Kirişte aksel kuvvet mevcut ise kesme kuvveti ( $N_d$ : hesap aksel yükü ( $1.4G+1.6Q$ ) ve  $A_c$ : Kesit brüt alanı ( $dxh$ )),

$$V_{cr} = 0.65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d \cdot \left[ 1 + \gamma \frac{N_d}{A_c} \right] \quad \begin{matrix} N_d = \text{basınc} \gamma = 0.07 \\ N_d = \text{çekme} \gamma = -0.30 \end{matrix} \quad (TS500-8.1) \quad 6$$

olur. Etriyenin kiriş kesimine paralel olması durumundaki etriye kuvvetleri şekildeki gibi hesaplanır (Görsel 8).



Görsel 8. Dik düzenlenen etriye kuvvetleri ve deprem hasarları

Etriye betonarme kirişlerin davranışında düşey denge,

$$V = \overbrace{V_{c-\text{beton}} + V_{cc-\text{sürtünme}} + V_{s-\text{boyunadonatu}}}_{V_c} + \sum f_{ywk} \cdot A_w = V_c + V_w \quad \text{Etriye sayısı } n = \frac{d}{s} \Rightarrow V_w = n \cdot f_{ywk} \cdot A_w = \frac{d}{s} \cdot f_{ywk} \cdot A_w \quad 7$$

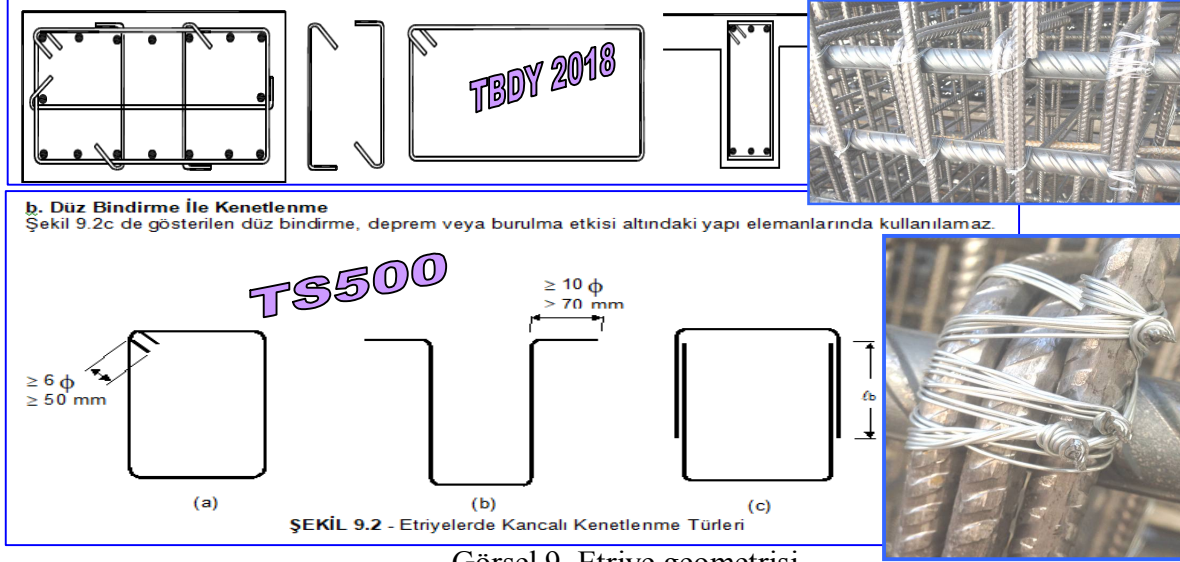
$$\left. \begin{array}{l} \text{Etriye kesitin } V_r = V_c + V_w = V_c + \frac{d}{s} \cdot f_{ywk} \cdot A_w \\ \text{Etriyesiz kesitin ACI-318 } V_{cr} = b_w \cdot d \sqrt{f_{tk} / 6} \end{array} \right\} \quad 8$$

### 3.SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLER

Kirişlerin etriye hesabı süneklik düzeyi yüksek ve normal olmak üzere iki kısımda yapılır. Burada TBDY de verilen süneklik düzeyi yüksek kriterleri aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır.

“TS500 8.1.5 - Gevrek Kırılmanın Önlenmesi 8.1.5.1 - Minimum Kesme Donatısı Betonarme kirişlerde açıklık boyunca etriye bulundurmamak zorunludur”. **7.2.8. Özel Deprem Etriye ve Çirozları:** Süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi sınırlı olan tüm betonarme sistemlerin kolonlarında, kolon-kiriş birleşim bölgelerinde, perde uç bölgelerinde ve kiriş sarılma bölgelerinde kullanılan etriyeler özel deprem etriyesi, çirozlar ise özel deprem çirozu olarak düzenlenecektir. Özel deprem etriye ve çirozlarının sağlaması gerekli koşullar **Şekil 7.1**'de verilmiştir. **7.2.8.1-Özel deprem etriyelerinin her iki ucunda mutlaka 135° kıvrımlı kancalar bulunacaktır. Özel deprem çirozlarında ise bir uçta 90 derece kıvrımlı kanca yapılabilir. Bu durumda kolonun veya perdenin bir yüzünde, kanca kıvrımları 135 derece ve 90 derece olan çirozlar hem yatay hem de düşey doğrultuda şaşırtmalı olarak düzenlenecektir. 135° kıvrımlı kancaların, Ø enine donatı çapını göstermek üzere, iç büküm çapı en az 5Ø olacaktır.**

Kancaların uç düz boyu kıvrımdaki son teğet noktasından itibaren, nervürlü çubuklarda  $6\phi$  ve  $80\text{ mm}$ 'den küçük alınmayacaktır (Şekil 7.1). 7.2.8.2-Özel deprem etriyeleri boyuna donatıyı dıştan kavrayacak ve kancaları aynı boyuna donatı etrafında kapanacaktır. Özel deprem çirozlarının çapı ve aralığı, etriyelerin çap ve aralığı ile aynı olacaktır. Çirozlar, her iki uçlarında mutlaka boyuna donatıları ve dış etriyeyi saracaktır. Etriyeler ve çirozlar beton dökülürken yerlerinden kaymayacak biçimde boyuna donatılara sıkıca bağlanacaktır.



Görsel 9. Etriye geometrisi

“7.4. Süneklilik Düzeyi Yüksek Kirişler:7.4.4.Enine Donatı Koşulları Kiriş mesnetlerinde kolon yüzünden itibaren kiriş yüksekliğinin iki katı kadar uzunluktaki bölge, Sarılma Bölgesi olarak tanımlanır. Bu bölge boyunca 7.2.8’de tanımlanan özel deprem etriyeleri kullanılacaktır. Sarılma bölgelerinde  $\phi 8$ 'den küçük çaplı enine donatı kullanılmayacak ve ilk etriyenin kolon yüzüne uzaklığı en çok  $50\text{ mm}$  olacaktır. 7.4.5.3’e göre daha elverişsiz bir değer elde edilmedikçe, etriye aralıkları kiriş etkili yüksekliğinin  $1/4$ 'ünü, en küçük boyuna donatı çapının sekiz katını ve  $150\text{ mm}$ 'yi aşmayacaktır (Şekil 7.8). Sarılma bölgesi dışında, TS500’de verilen enine donatı koşullarına uyulacaktır. Kiriş eksenine dik doğrultuda etriye kolları aralığı  $350\text{ mm}$ 'yi aşmayacaktır.”

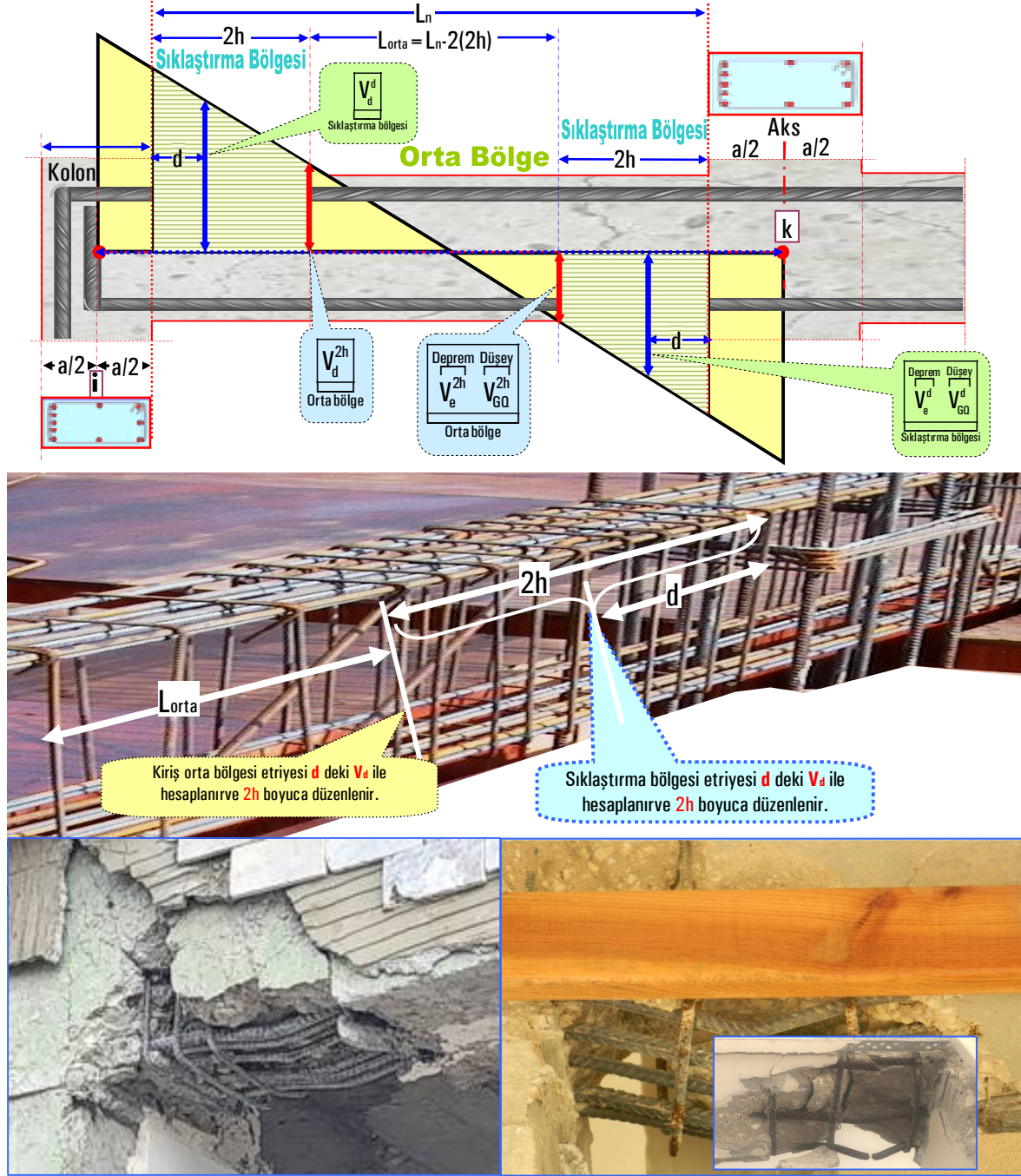
Depreme dayanıklı bir yapı kirişler yönünden,

1. Moment etkisi altında kirişlerde plastik mafsall oluşması,
2. Kirişlerde  $V_{\max}$ 'dan kesme kırılmasının kesinlikle oluşmaması ve kontrolün yapılması, kontrol edilerek betonarme taşıyıcı sistemler, kesinlikle gevrek ve haberci olmayan kesmeden değil sünek ve haberci olan eğilmeden kırılması istenir. Kirişin kesme hesabı;

1. Kolon yüzünden  $d$  mesafedeki  $\begin{matrix} \text{Denrem} & \text{Düsey} \\ V_e^d & V_{GQ}^d \\ \text{Sıkıştırma bölgesi} \end{matrix}$  ye göre hesaplanan etriye kolon yüzünden  $2h$  boyunca (sıkıştırma bölgesi) düzenlenir,

2. Kolon orta bölgesi için kolon yüzünden  $2h$  mesafedeki  $\begin{matrix} \text{BÜYÜK OLAN} \\ V_e^{2h} - V_c; V_{GQ}^{2h} - V_c \end{matrix}$  göre hesaplanan etriye  $L_{\text{orta}} = L_{\text{aks}} - 2 \cdot 2h - a_{\text{sağ}} / 2 - a_{\text{sol}} / 2$  boyunca düzenleneceği (orta bölgesi), olmak üzere 2 bölgede ayrı ayrı yapılır. Kirişin sağ ve sol uçlarında ayrı ayrı hesaplanabileceği gibi genelde kesmesi büyük olan uca göre hesap yapılır (Görsel 10).





Görsel 10. Kiriş etriye sıklaştırma bölgesi ve deprem hasarı (Doğan, 2023)

Kirişte deprem ile oluşan kesme kuvvetinin sürekli yayılı bulunması ve deprem yükü yön değiştirdiğinde işaret değiştirmesi nedeniyle, bu etkinin pilye gibi bazı kesitlerde (mesnete yakın bölgelerde) yoğunlaşmış ve bir yönlü kesme kuvveti taşıyabilen donatı ile alınmasına deprem bölgelerinde izin verilmez. Bu olumsuzluğun olmaması için kesme kuvveti donatısı olarak sadece kiriş boyunca yayılı yerleştirilen etriye kullanılması gereklidir.

3. **“TBDY2018 7.4.5.3 – Kiriş enine donatısının hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı,  $V_c$ , TS 500’e göre belirlenecektir. Ancak, 7.4.4’te tanımlanan kiriş sarılma bölgelerindeki enine donatının hesabında, sadece deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetinin depremlı durumdaki toplam kesme kuvvetinin yarısından daha büyük**

olması halinde, betonun kesme dayanımına katkısı  $V_c=0$  alınacaktır. Çerçeve kirişlerinde piyelerin kesme dayanımına katkıları göz önüne alınmayacaktır.”

Kriterine göre,

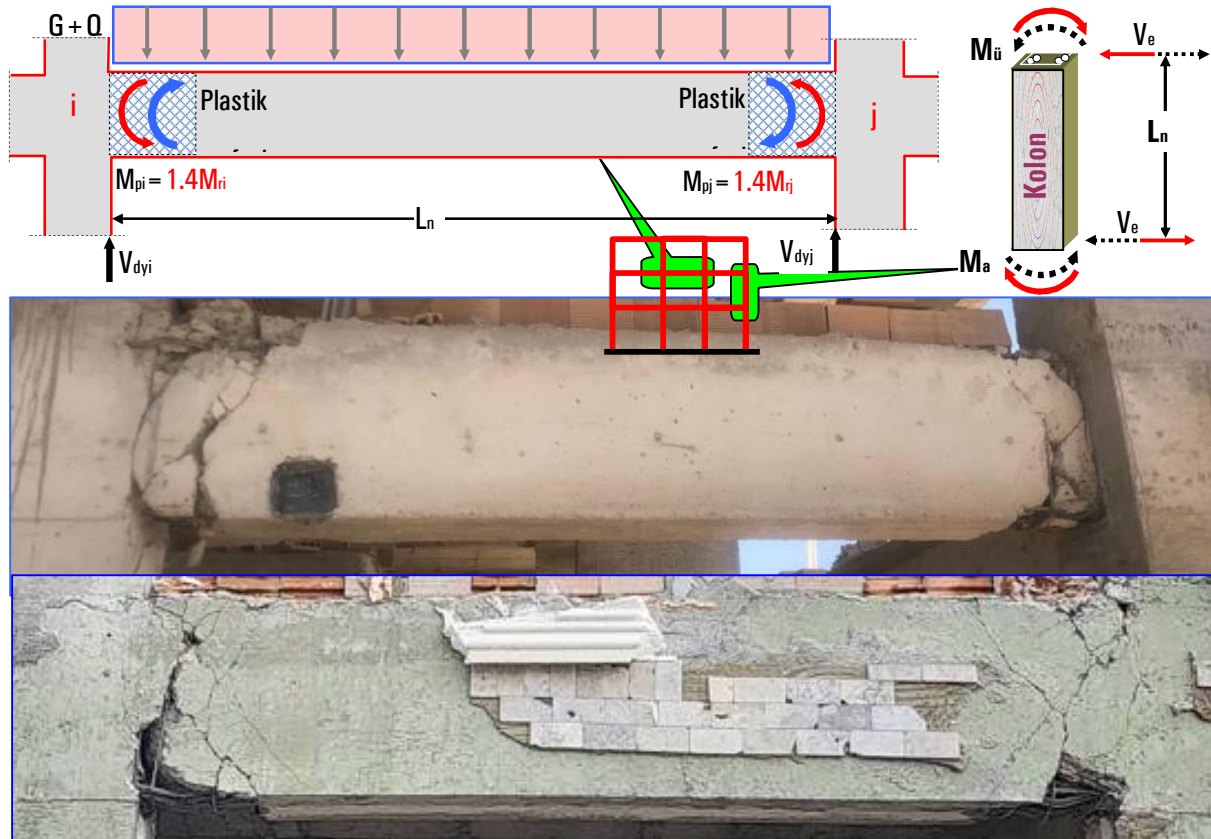
3.1. Depremlili  $V_p^d - V_{dy} \geq 0.5 V_{dE}^d$  durumunda, betonun katkısının olmadığı  $V_c=0$ ,

3.2. Depremin az etkili olduğu  $V_p^d - V_{dy} < 0.5 V_{dE}^d$  durumunda betonun katkısı  $V_c \neq 0$  olur,

kriterleri uygulanır. Burada kesme kuvveti kolon yüzünden  $d$  mesafede  $V_{GODE}^d = V_G + V_Q + V_{DE}$  etkilerinden ortaya çıkan kesit etkisidir. Kolon yüzünden itibaren kiriş yüksekliğinin iki katı kadar ( $2h$ ) uzunluktaki bölge sarılma bölgesi olarak adlandırılır ve sargı donatısı olan dikdörtgen etriyeler kullanılır. Böylece sargı donatısının oluşturacağı enine basınç gerilmeleri ile betonun dayanımı ve özellikle sünekliliği artırılır. Kesme kuvvetlerinin sebep olduğu gevrek kırılmanın önlenmesi kesme kuvvetlerinin doğru olarak belirlenmesiyle ve ona göre etriye düzenlenmesi ile mümkündür. Kesitlerin gerek taşıma gücü gerekse pekleşmeli taşıma gücü kapasite momentinin hesaplanması beton ve çeliğin gerçek davranışlarının belirlenmesiyle mümkün olur ve adımı buradan alır (Celep, 2018). Ancak bu pratikte çok kolay olmadığı için TBDY  $M_{ri} = [A_s \cdot f_{yd} \cdot (d - d_{pas})]$  olmak üzere  $M_{pi} \approx 1.4M_{ri}$  ve  $M_{pj} \approx 1.4M_{rj}$  olarak yaklaşık değer alınmasını öngörmektedir (Görsel 11).

#### 7.4.5. Kirişlerin Kesme Güvenliği

7.4.5.1 – Kirişlerde enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti,  $V_e$ , depremin soldan sağa veya sağdan sola etkimesi durumları için ayrı ayrı ve elverişsiz sonuç verecek şekilde, Denk.(7.9) ile bulunacaktır.



Görsel 11. Kirişte oluşan plastik mafsalsal bölgeleri ve deprem hasarı

Kirişlerde oluşan plastik mafsal momentinden dolayı oluşan kesme kuvveti,

$$V_e = \min \left[ V_{p\text{-plastik}} \text{ veya } V_{\text{GOED}} = [V_G + V_Q + D \cdot V_E] \right] \leq \begin{cases} V_{\max} = 0.85 b_w d \sqrt{f_{ck}} \\ V_r = V_c + V_w \end{cases} \quad 10$$

$$V_e = \min \left[ \begin{array}{l} \frac{V_p}{L_n} \\ \frac{[G+Q]L_n}{2} \pm \frac{1.4[M_{ri} + M_{rj}]}{L_n} = V_{dy} \left[ \frac{M_{pi}^{\pm} + M_{pj}^{\pm}}{L_n} \right] \text{ veya } V_{\text{GOED}} = [V_G + V_Q + D \cdot V_E] \end{array} \right]$$

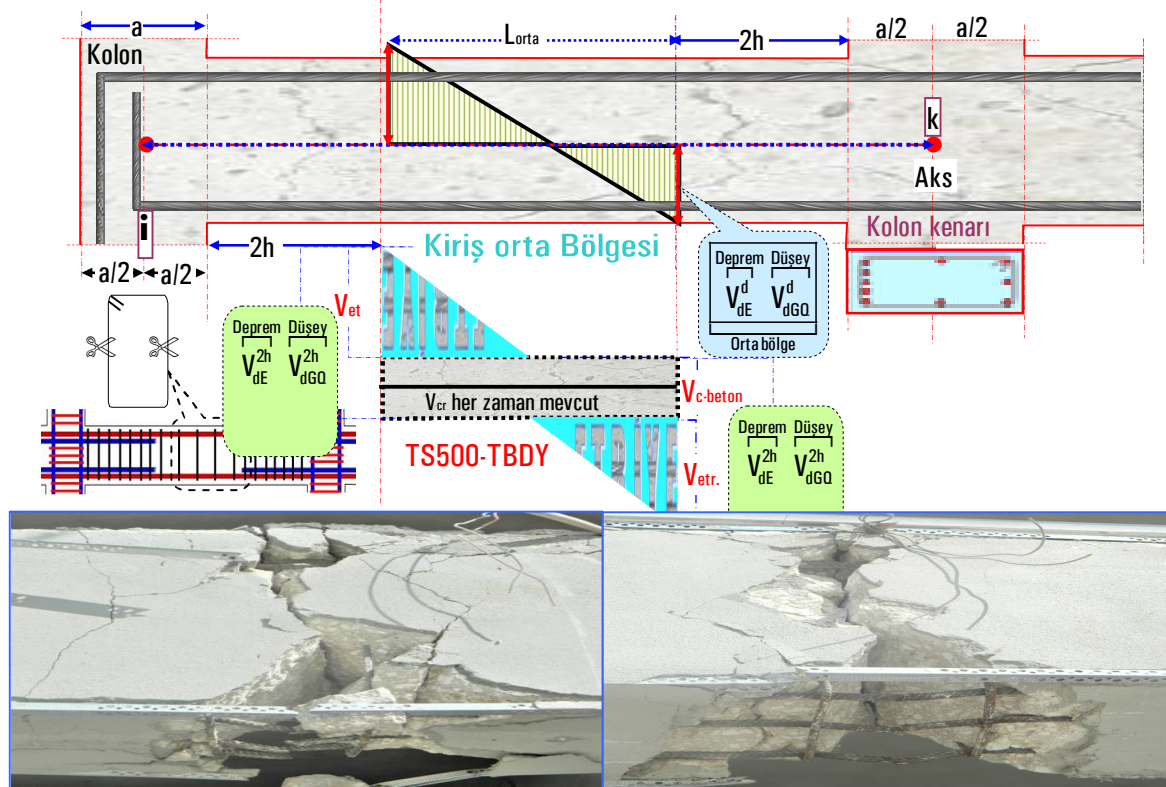
bağıntısı ile belirlenir. Kesme kuvveti kiriş-kolon açıklıklarında bir yük yok ise,

$$\text{Kolon} \rightarrow V_e = \frac{[M_u + M_a]}{L_n} \quad \text{Kiriş} \rightarrow V_e = \frac{[M_{pi} + M_{pj}]}{L_n} \quad 11$$

bağıntısıyla hesaplanır. Kiriş kesitinin plastik mafsal momentleri kirişlerin mesnetlerindeki boyuna donatılarının taşıma gücünden hesaplanır. Bu mesnetler gerçekte çift donatılı çalışır ve buna göre taşıma gücü hesaplanır ( $M_r$ ). Çerçevelerin dolayısı ile kiriş uçlarının plastik moment kapasitelerinin hesaplanması karmaşık ve uzun hesaplamalar gerektirdiği için TBDY  $M_p = 1.4M_r$  gibi yaklaşık bir değer alınmasını öngörmektedir.

#### 4. KİRİŞLERDE ORTA BÖLGE ETRİYE HESABI

7.4.4. Enine Donatı Koşulları (TBDY) sarılma bölgesi dışında, TS 500’de verilen enine donatı koşullarına uyulacaktır. Kiriş eksenine dik doğrultuda etriye kolları aralığı 350 mm’yi aşmayacaktır (Görsel 12).



Görsel 12. Kiriş orta bölgesi etriye düzenlemesi ve deprem hasarı

Kiriş orta bölgesinde **her zaman betonun kesme dayanımı ( $V_c \neq 0$ )** hesaba katılır. Çünkü ortada beton her zaman eğilmenin büyük olmasından dolayı çatlar.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ın ilçelerinden Pazarcıkta saat 04.17'de  $M_w=7.8$  ve Elbistan'da saat 13.24'de  $M_w=7.6$  büyüklüğünde deprem meydana geldi. Depremler sonucunda [Türkiye](#)'de resmî rakamlara göre en az 50 bin 783, [Suriye](#)'de ise en az 8 bin 476 kişi hayatını kaybetti ve toplam 122 binden fazla kişi ise yaralandı. Depremlerin ardından büyüklüğü 6,7  $M_w$ 'e kadar varan 45 binden fazla [artçı sarsıntı gerçekleşti](#). Depremler esnasında yıkılan bina sayısı yaklaşık 18200 ve 90680 binanın ağır hasarlı olmasından dolayı yıkımı kararlaştırılmıştır.

Bu denli büyük iki depremin  $108212 \text{ km}^2$  ve 11 ilde etkili olması yapılarıdaki hasar sayısını artırmıştır. Çalışma, kiriş etriye hasarlarının incelenmesi amacıyla yıkılmayan yapılar üzerinde yapılmıştır. Bu incelemelerden,

1. Kiriş etriyeleri olarak kullanılan donatıların kırılma şekillerinin çekme sonucu kopma noktasındaki kesit alanının daralma ve boyunda uzama şeklinde olmadığından dolayı donatı kalitelerinin düşük olduğu. Ayrıca yorulmadan kırılma şekilleri de gözlenmemiştir. Bu durum boyuna donatılar içinde geçerlidir.
2. Etriyelerin nervürlü olmadığı uygulandığı yıldaki yönetmeliklerinden kaynaklanmış olabileceği,
3. Etriye birleşim uç kısımları kiriş ve kolon etriyelerinde genellikle  $135^\circ$  olması gerekirken  $90^\circ$  yapıldığı,
4. Depremlerin şiddetinin büyük olmasından dolayı kirişlerin orta noktalarında beklenmeyen boyuna donatı burkulma ve kırılma gibi hasarının oluştuğu ve bunu engellemek için TBDY de minimum  $\emptyset 8$  yerine  $\emptyset 10$ 'a çıkarılabileceği,
5. Yukarıdaki hasar görsellerinden de görülebileceği gibi çok sayıda boyuna donatı bulunan kiriş etriyelerinin kırıldığı için kirişlerde etriye miktarının ve geometrisinin belirlenmesinde boyuna donatı miktarı ve kiriş kesit genişliğinin dikkate alınmasının yerinde olacağı (TBDY de  $b \geq 35$  cm için ek etriye gereksinimi  $b \geq 25-30$ 'a çekilebilir),
6. Kirişlerde genellikle sıklaştırma bölgelerinin oluşturulmadığı ve rastgele bir etriye düzenlemesinin olduğu,

görülmektedir.

Ülkemizin riskli bir deprem kuşağında bulunmasından dolayı ülke genelinde tek tip ve deprem konusunda rüşünü ispatlamış bir eğitim kadrosu ile depreme dayanıklı yapı oluşturulması için Yapı Dinamiği ve Depreme Dayanıklı Tasarım disiplinlerinin tüm İnşaat Mühendisliği ve Mimarlık bölümlerinde zorunlu olarak verilmesini önerimizdir. Çünkü üniversitelerimizin inşaat mühendisliği bölümlerinin sadece yaklaşık %25'inde deprem disiplini anlatılmaktadır.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] TS500-2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [2] Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ”, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2018, Ankara
- [3] Ersoy U, Özcebe G. Betonarme, Orta Doğu Teknik Üniversitesi: 2018.
- [4] Doğançün, Adem, Betonarme yapıların hesap ve tasarımı(Turkish), Birsen yayınevi 17th edition, 2021, İstanbul/Turkey.
- [5] Al-Nasra, Moayyad M., and Naiem M. Asha. “Shear reinforcements in the reinforced Concrete beams” American Journal of Engineering Research (AJER) Vol.2, Issue 10, 2013, pp:191-199
- [6] Kent DC, Park R. Flexural members with confined concrete. Journal of the Structural Div. ASCE 1971; V. 97.
- [7] ACI 318-08, (2008), Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary, American Concrete Institute, Farmington Hills, USA
- [8] Doğan M., (2015). Yapıların Deprem Analizi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Yayın No:143, ISBN 978-975-7936-52-7
- [9] Celep, Z., (2018). Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı. İstanbul: Beta Yayıncılık

## KOLON ETRİYE HASARLARI: KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ

**Dr. Öğr. Üyesi Ayten GÜNAYDIN<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Hande GÖKDEMİR<sup>2</sup>,  
Prof. Dr. Mizan DOĞAN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İnşaat Müh. Bölümü, (Orcid ID: 0000-0002-8191-9080),  
ayteng@ogu.edu.tr

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İnşaat Müh. Bölümü, (Orcid ID: 0000-0003-0478-8133),  
handeg@ogu.edu.tr

<sup>3</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İnşaat Müh. Bölümü. (Orcid ID: 0009-0006-7996-0048),  
mizan26@gmail.com

### ÖZET

Kolonların dayanımında ve sünekliğinde en etkili parametrelerin başında gelen etriyedir. Kolonlara boyuna donatıdan daha çok süneklik kazandırır. Boyuna gerilmelerin artmasıyla beton enine genişlemeye çalışacağı için sargı donatısını da açılmaya zorlar. Betonun bir eksenli güç tükenmesi yüküne yaklaştığında, ilerleyen iç çatlaklardan dolayı betonun enine şekil değiştirmeleri büyür ve beton sargı şeklinde bulunan enine donatıyı açılmaya zorlar. Bu durumda etriye ile beton arasında önemli gerilmeler meydana gelir. Böylece betonun enine şekil değiştirilmesi donatı ile pasif olarak sınırlandırılmış olur. Enine basınç uygulanması nedeniyle sargılı betonun şekil değiştirme kapasitesi artar. Akmış donatı ve kırılmış bir betonun yük almaya devam etmesi için betonarme kesitin genişleyerek dağılmaması yanal basınç uygulayan düzenlemeler yapılarak kesitin yük taşıma kapasitesi artırılır. Etriye aralığı ne kadar küçük olursa beton dayanımı ve sünekliği o kadar artmaktadır. Bu çalışmada etriyeli kolonların davranışı, etriye miktarı ve geometrisinin dayanıma etkisi yönetmelikler ve Kahramanmaraş deprem bölgesinde gözlenen etriye hasarlarının karşılaştırılması ile alınması gereken önlemler verilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** kolon kesme kuvveti, etriye geometrisi, etriye miktarı

## COLUMN STIRRUP DAMAGES: KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES

### ABSTRACT

Stirrup is one of the most effective parameters in the strength and ductility of columns. It provides more ductility to columns than longitudinal reinforcement. As the longitudinal stresses increase, the concrete will try to expand transversely, thus forcing the confinement reinforcement to open. As the concrete approaches one-axis failure load, the transverse deformations of the concrete increase due to progressive internal cracks, forcing the transverse reinforcement in the form of a concrete cracks to open. In this case, significant stresses occur between the stirrup and the concrete. Thus, the transverse deformation of the concrete is passively limited by the reinforcement. Due to the application of transverse pressure, the deformation capacity of the yield concrete increases. In order for the leaked reinforcement and crack concrete to continue to take the load, the load-carrying capacity of the section is increased by making arrangements that apply lateral pressure to prevent the reinforced concrete section from expanding and disintegrating. The smaller the stirrup spacing, the greater the concrete strength and ductility. In this study, the behavior of stirrup columns, the effect of stirrup quantity and geometry on strength, regulations and the precautions to be taken are given by comparing the stirrup damages observed in the Kahramanmaraş earthquake region.

**Keywords:** column shear force, stirrup geometry, stirrup quantity, reversible loads

## 1. GİRİŞ

Depreme dayanıklı yapıların temel göstergelerinden biri olan kolonların sünek ve kirişlerden güçlü olması koşulu kolonların her yönde ve her yükleme durumunda daha detaylı incelenmesine sebep olmaktadır. Bir betonarme elemanın maruz kaldığı ve kalacağı yüklemeler altında hasar görmeyeceği gerçek davranışını belirlemek betonarmeyi oluşturan malzemelerin gerçek davranış modellerinin bilinmesi ile mümkündür. Hatta gerçek davranışlar bilinse dahi malzemelerin farklı olmasından dolayı kompozit olan betonarmenin gerçek davranış modelini belirlemek çok kolay olmamaktadır. Betonarme kolonların beton, donatı ve maruz kaldıkları yüklemeler sonucu modelinin gerçek şeklinin doğrusal bir model olarak belirlenmesi oldukça güç olmaktadır. Bu durum betonun ve donatı ile birleşen betonarmenin homojen olmaması ve yükleme şekillerinin tek tip (basınç, çekme, burulma gibi) olmamasından kaynaklanmaktadır. Öyle ki donatı ile betonun aderansı bile çok etkili bir parametre olarak yönetmeliklerde kriterleri ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Betonarmede doğrusal olmayan modellerle yapılan hesaplamalar oldukça karmaşık ve gerçeği yansıtmadığı için tasarımcının dikkate alacağı kriter sayısını oldukça artırmaktadır. Betonarmeyi oluşturan betonun basınç dayanımının çekme dayanımına göre oldukça yüksek olması bile hesaplarda belirleyici bir kriter olarak ortaya çıkmakta ve yönetmeliklerde kısmen belirtilmektedir.

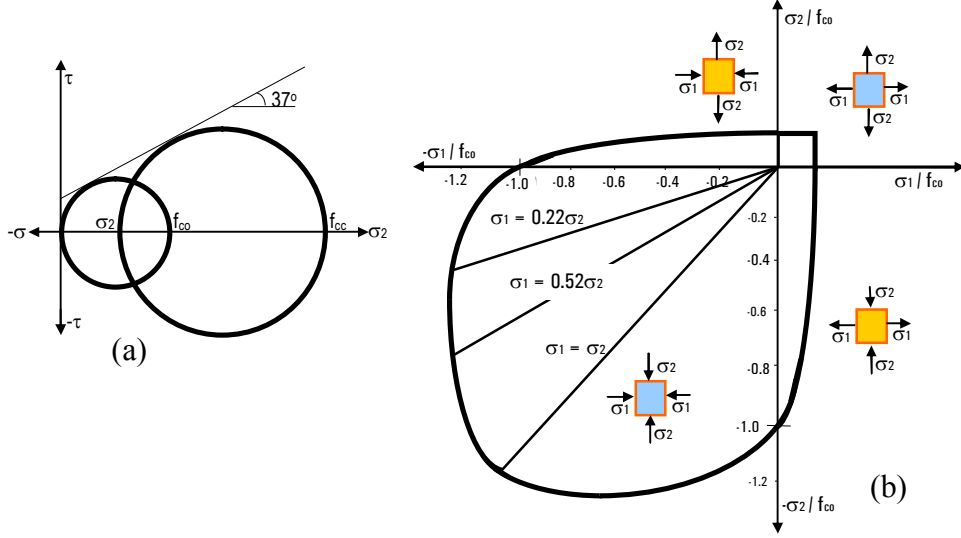
Sünek kırılma gösteren etriyeli betonarme kesitte beton ve donatının birim şekil değiştirmesi birlikte incelendiğinde, kırılarak genişlemek isteyen betonun yükü yanal donatı olan etriyelere aktardığı ve etriyelerin bu yükler altında akmaya ulaşarak yükleri karşılamaya çalışmaktadır. İşte akmış donatı ve kırılmış bir betonun yük almaya devam etmesi için betonarme kesitin genişleyerek dağılması yanal basınç ( $\sigma_2$  ve  $\sigma_3$ ) uygulayan düzenlemeler yapılarak aşağıdaki şekilde kesitin yük taşıma kapasitesi artırılır ve bu kesitteki betona sargılı beton donatıyada sargı donatısı denir. Sargı donatısının betona yanal basınç uygulamasından dolayı betonun kırılma konumuna önemli etkisi vardır. Richart ve arkadaşları (Richart-Brandtzaeg-Brown 1928) yaptıkları deneyler sonucunda yanal basınçın aksenal basınca etkisini,

$$f_{cc} = f_{co} + 4.1 \sigma_2 \dots\dots\dots 1$$

bağıntısıyla vermektedir (Cusson-Paultre 1995). Cowan (Cowan, 1953) tarafından yapılan deneyler sonucunda, yanal basınç etkisi, Görsel 1a. daki gibi bir Mohr kırılma kriteri ile verilmektedir.  $\sigma_2$  yanal basınç etkisi altındaki betonun tek eksenli basınç dayanımı;

$$f_{cc} = f_{co} + 4 \sigma_2 \dots\dots\dots 2$$

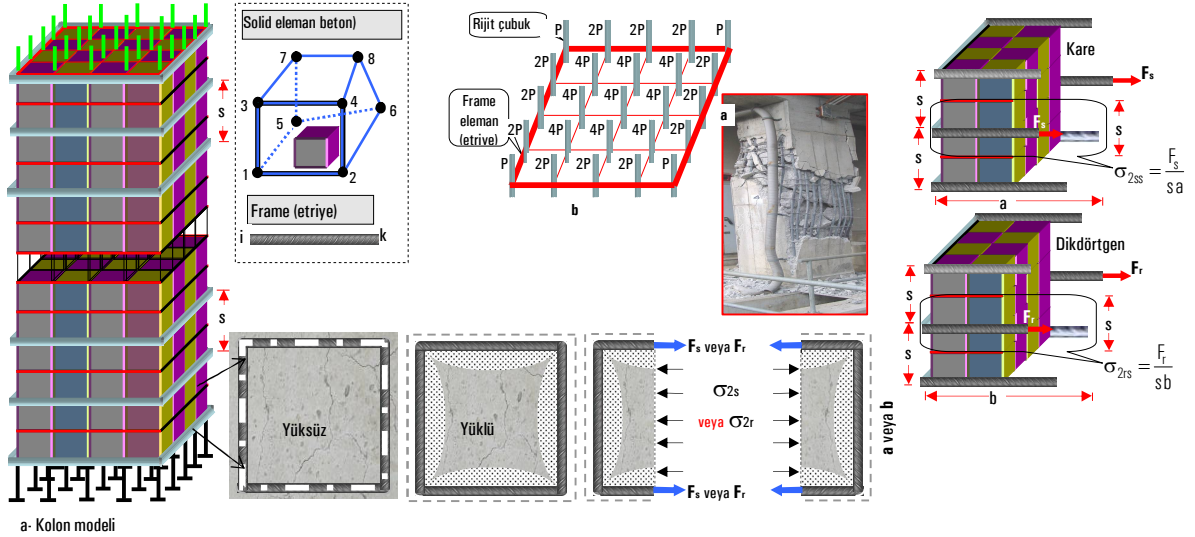
gibi bir bağıntı elde edilmektedir. 2 bağıntısı Richart ve arkadaşları tarafından verilen 1 bağıntısından az da olsa farklıdır. Bu bağıntının beton basınç dayanımı için geçerli ancak betonun çekme dayanımı için uygun olmadığına dair literatürde görüş vardır (Ersoy 1987). Betonun iki eksenli gerilme altındaki davranışı; betonun iki eksenli gerilme altındaki davranışı için en ayrıntılı deneysel çalışma, Münih Üniversitesinde yapılmıştır. Bu deneylerden elde edilen sonuçlardan dolayı oluşan kırılma zarfı şekilde görülmektedir. Birbirine dik yöndeki gerilmelerin, birinin çekme diğeri basınç olması durumunda dayanım, tek yönlü dayanımından çekme ve basınç olarak daha küçüktür. Her iki yöndeki gerilmelerin basınç olması durumunda ise dayanım, tek yönlü dayanıma oranla daha büyüktür (en fazla %27). Basınç gerilmelerinin eşit  $\sigma_1 = \sigma_2$  olması durumunda ise dayanımdaki artış %16 civarındadır (Rüsch-Kupfer-Hildsford 1969) (Görsel 1).



Görsel 1.(a) Cowan-Zia tarafından sunulan beton kırılma teorisi  
(b) Betonun 2 eksenli gerilme altında davranışı

## 2. SARGILI BETON MODELİ

Birbirine dik yöndeki gerilmelerin, birinin çekme diğerinin basınç olması durumunda dayanım, tek yönlü dayanımından çekme ve basınç olarak daha küçüktür. Her iki yöndeki gerilmelerin basınç olması durumunda ise dayanım, tek yönlü dayanıma oranla daha büyüktür (en fazla %27). Basınç gerilmelerinin eşit ( $\sigma_1=\sigma_2$ ) olması durumunda ise dayanımdaki artış %16 civarındadır. Etriye gerilmelerinden yanal basınç ( $\sigma_2$ ) hesaplanarak  $f_{cc}=Kf_{co}$  eşitliği ile sargılı betonun dayanımı hesaplanır (Doğan, 1996) (Görsel 2).



Görsel 2. Sargılı donatısı olan etriyenin etkisi

Eurocode (EC2) sargısız beton  $\sigma_c-\epsilon_c$  modeli esas alınarak geliştirilmiştir.

$$\epsilon_{co} = 0.0022 \quad \eta = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co}} \quad k = 1.1 E_{cs} \frac{\epsilon_{co}}{f_{co}} \quad E_{cs} = 9500(f_{co} + 8)^{1/3} \quad \sigma_c = f_{co} \left( \frac{k \eta^2 - \eta}{1 + (k-2)\eta} \right) \quad 3$$

$\rho$ ; etriye pürsantajı,  $\nu$ ; betonun poisson oranı,  $K_s$  ve  $K_{ss}$  (sürekli sargılı olması durumunda yani  $s=0$  olması durumunda  $K_{ss}=0$ ) kare ve  $K_r$  ve  $K_{rs}$  dikdörtgen kesitler için katsayılar olmak üzere sargılı betonun  $\sigma_c-\epsilon_c$  max. gerilme noktasına kadar olan kısım,

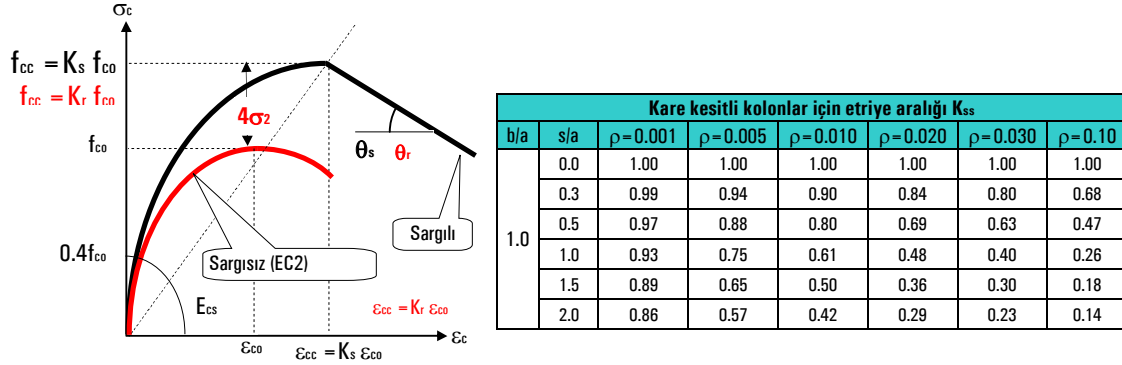
$$K_s = 1 + \frac{352 \rho K_{ss}}{f_{co} + 132 \rho} \quad f_{cc} = K_s \cdot f_{co} \quad \varepsilon_{cc} = K_s \cdot \varepsilon_{co} \quad f_{cc} = K_s f_{co} \left( \frac{k \eta^2 - \eta}{1 + (k-2)\eta} \right) \quad 4$$

$$C_2 = 1 + \frac{a+b}{\rho a} \frac{E_{ts}}{E_s} \quad K_r = 1 + \frac{1.6 (b C_2 + a v) K_r}{(b C_2^2 \cdot a v^2)} \quad f_{cc} = K_r \cdot f_{co}; \varepsilon_{cc} = K_r \cdot \varepsilon_{co} \quad f_{cc} = K_r f_{co} \left( \frac{k \eta^2 - \eta}{1 + (k-2)\eta} \right) \quad 5$$

ile elde edilir. Etriyenin betona uyguladığı yanal basınç ve  $\sigma_c$ - $\varepsilon_c$  ilişkisine etkisi aşağıdaki bağıntılarla elde edilir. Maksimum gerilmeden sonraki doğrusal kısım için ise,

Kare	Dikdörtgen
$\sigma_{2ss} = \frac{F_s}{s \cdot a} \quad K_{ss} = \frac{\sigma_{2ss}}{\sigma_{2s}} \rightarrow \theta_s = \frac{2 K_s f_{co}}{\rho K_{ss}}$	$\sigma_{2rs} = \frac{F_r}{s \cdot a} \quad K_{rs} = \frac{\sigma_{2rs}}{\sigma_{2r}} \theta_r = \frac{2 K_r f_{co}}{\rho K_{rs}}$

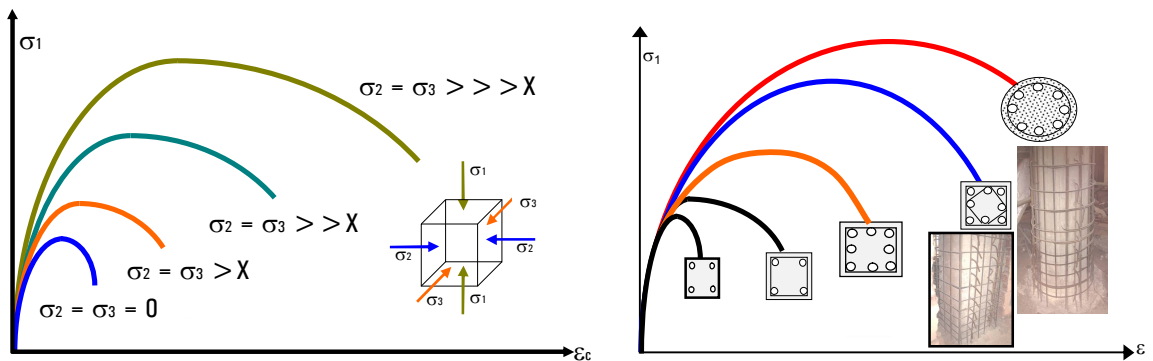
bağıntısı kullanılır. Yukarıda bulunan değerler grafik olarak aşağıdaki şekilde çizilmiştir.



Görsel 3. Sargılı kare ve dikdörtgen kesitli kolonlar için  $\sigma_c$ - $\varepsilon_c$  ilişkisi (Doğan, 1996)

Dikdörtgen kesitli kolonlar için etriye aralığı $K_s$															
b/a	s/a	$\rho=0.001$	$\rho=0.005$	$\rho=0.010$	$\rho=0.020$	$\rho=0.030$	$\rho=0.10$	b/a	s/a	$\rho=0.001$	$\rho=0.005$	$\rho=0.010$	$\rho=0.020$	$\rho=0.030$	$\rho=0.10$
1.5	0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.0	0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.3	1.00	0.95	0.91	0.85	0.80	0.67		0.3	1.00	0.95	0.95	0.86	0.81	0.68
	0.5	1.00	0.89	0.81	0.71	0.65	0.47		0.5	1.00	0.92	0.86	0.73	0.67	0.49
	1.0	0.97	0.77	0.64	0.50	0.43	0.27		1.0	0.98	0.78	0.69	0.52	0.45	0.28
	1.5	0.94	0.67	0.53	0.38	0.32	0.19		1.5	0.95	0.70	0.57	0.41	0.34	0.20
	2.0	0.91	0.60	0.45	0.31	0.25	0.15		2.0	0.91	0.63	0.49	0.34	0.27	0.16
2.5	0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.0	0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	0.3	1.00	0.96	0.93	0.87	0.83	0.69		0.3	1.00	0.96	0.93	0.88	0.84	0.70
	0.5	1.00	0.93	0.84	0.75	0.68	0.48		0.5	1.00	0.94	0.88	0.77	0.71	0.52
	1.0	0.98	0.80	0.70	0.55	0.48	0.30		1.0	0.98	0.82	0.72	0.57	0.49	0.31
	1.5	0.95	0.72	0.58	0.43	0.36	0.21		1.5	0.95	0.73	0.60	0.45	0.38	0.22
	2.0	0.92	0.66	0.50	0.36	0.29	0.17		2.0	0.93	0.67	0.53	0.38	0.30	0.17

Betonun üç eksenli gerilme altındaki davranışı; üç eksenli gerilme hali en genel durumu oluşturur. Bu konuda ilk deney Illinois Üniversitesinde Richart-Brandtzaeg-Brown tarafından yapılmıştır. Bu deneylerde iki yöndeki gerilmeler eşit ( $\sigma_2 = \sigma_3$ ) tutulmuş ve  $\sigma_1$  gerilmesi artırılarak kırılma konumuna ulaşılmıştır. Her üç yöndeki gerilmeler basınç olarak alınmıştır. Çeşitli yanal basınç gerilmeleri altında dayanımlarda artış verilmiştir (Görsel 4).



Görsel 4. Yanal basınçın dayanıma etkisi

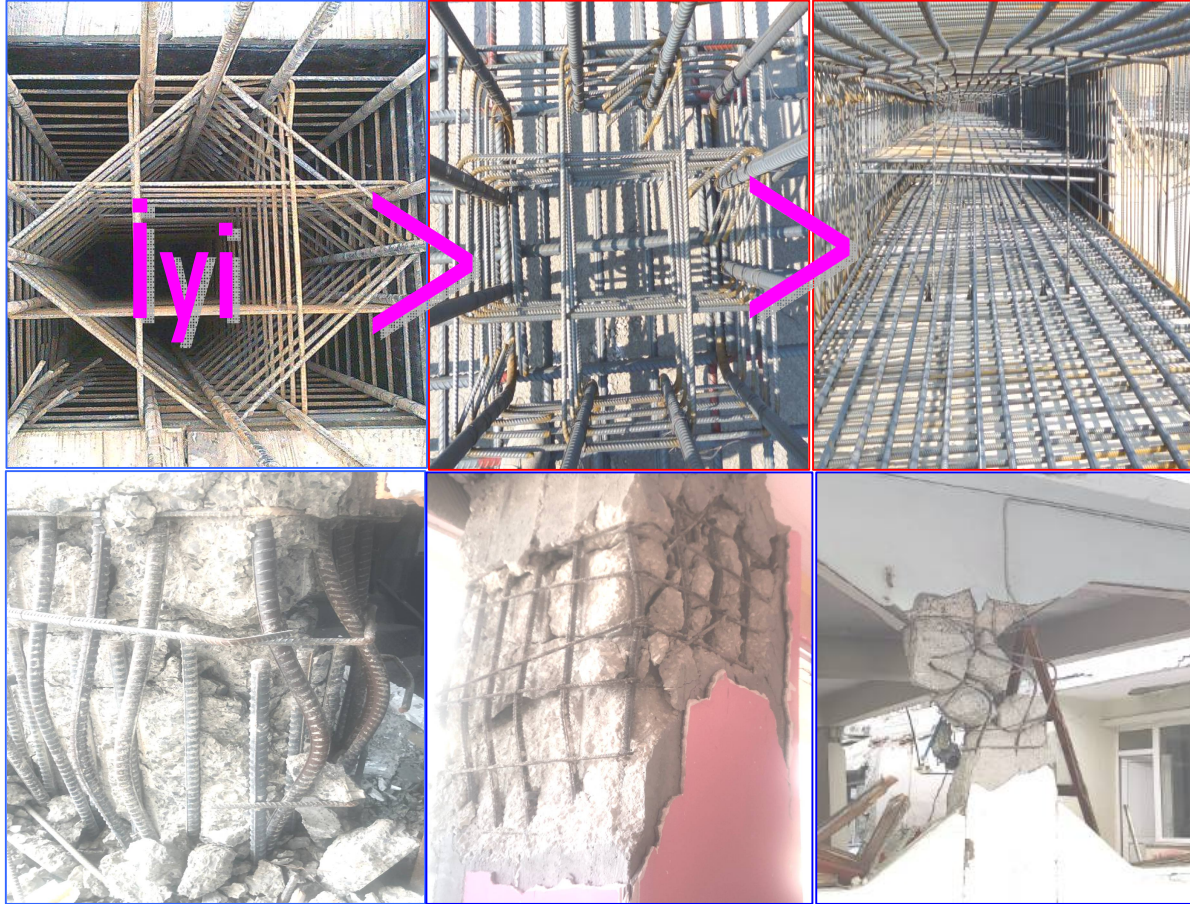




mevcut durumunu korumak üzerinedir. Bu koruma tüm yükler altında betonun kırılmaması ve dağılmasını önlemek amaçlıdır. Bunu sağlayacak en etkili elemanın etriye olduğu görülmektedir (Celep 2018). Betonarme kolonların tersinir yükler olan deprem yükleri altında sünekliğini etkileyen boyuna donatılara dik olan enine etriye donatılarıdır. Etriyeler kolonların boyuna donatıları arasında kalan betonun dağılmasını önleyerek ve boyuna donatıların burkulma boyunu kısaltarak dayanımını dolayısı ile sünekliğini artırmaktadır. Etriye aralığı azaldıkça göbek betonuna uygulanan yanal yük artışı için kolon dayanımı artmaktadır. Etriyenin çapının artması ve aralığının azalması taşıma gücünü oldukça artırdığı görülmektedir (Doğangün 2018).

### 3. ETRİYE GEOMETRİSİ ve DAVRANIŞI

Deprem kuvvetine maruz kalan kolonlardaki aksel yük düzeyi yapının yüksekliğine bağlı olarak görece azalma ve artmalar olur. Bu durumda düşey yüklerden oluşan eğilme momenti deprem yüklerinden oluşan eğilme momentinden daha az etkili olur. Bileşik eğilmeye maruz kolonlarda eğilme momenti yanında aksel yük sünekliği azalttığı kolon N-M diyagramında daha belirgin görülebilir. Süneklikteki bu azalma kolon kesit alanının artırılması, etriye aralığının azaltılması, etriye çapının artırılması ve etriye geometrisinin düzenlenmesi ile azaltılması mümkündür. Görsel 6'daki gibi etriye düzenlemesi ile kolon göbek beton alanının küçültülmesi başka bir deyişle etriyenin kolon kesitine homojen olarak dağıtılması ile daha yüksek dayanım elde edilir (Doğan 2020).



Görsel 6. Kolon etriye düzenlemesi örnekleri ve deprem hasarları

Yukarıdaki görselde yapılan etriye düzenlemesi aşağıda depremde hasar gören kolon kesitlerinde yapılmış olması durumunda hasarın olmayacağı veya daha az olacağı söylenebilir (Görsel 7). Çünkü karşılıklı etriye ve çiroz bağlantısı olmadığı için etriyeler boyuna donatılarla

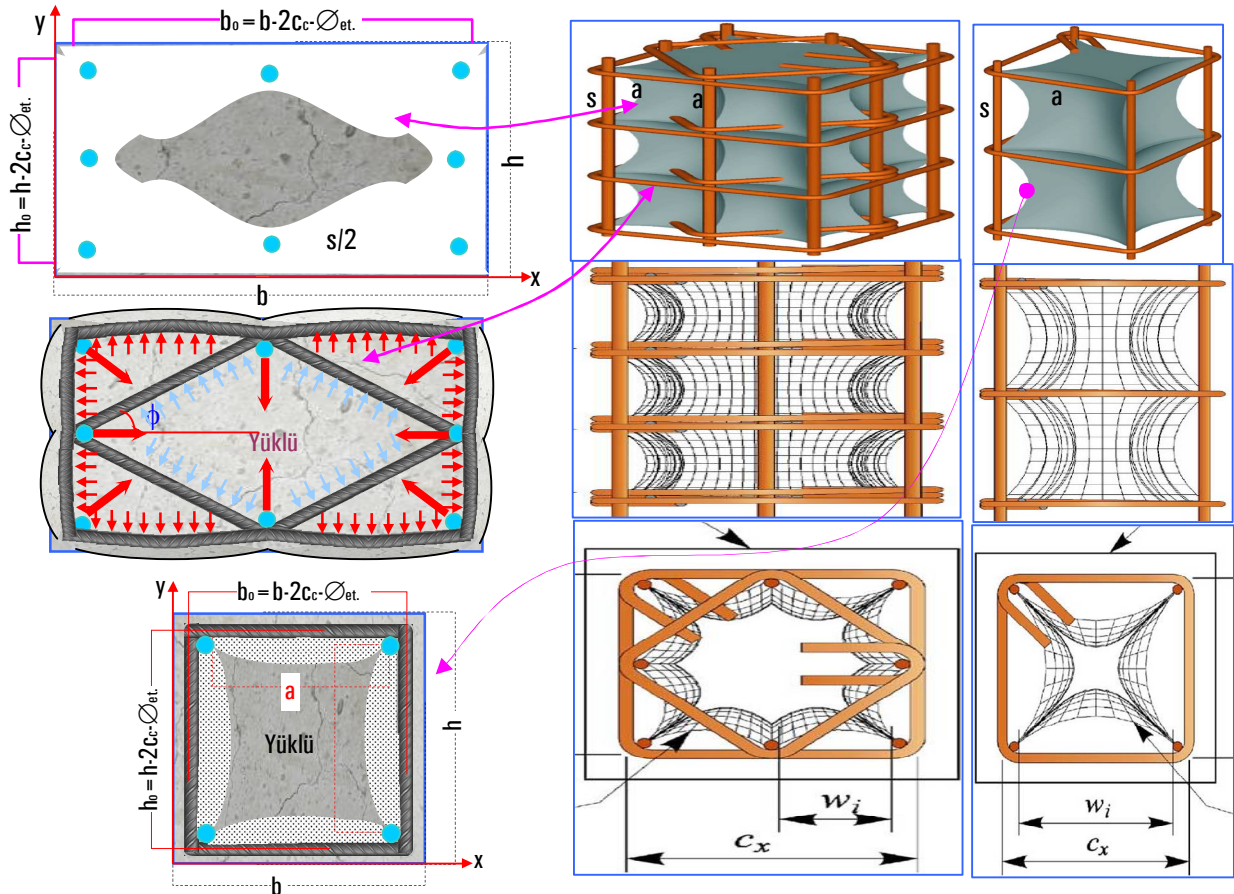


birlikte açılmaktadır. Oysa ki karşılıklı etriye bağlantısı olması halinde etriyeler aksel olarak kolon kesitinin yanıl açılmasını önleyecektir. Bu durum daha çok kesit alanı minimum kolon kesitinden büyük olan kolon kesitlerinde görölüyor. Bu durumun deprem yönetmeliğinde kontrol altına alınması önerilir. Bu tür kesitlerde sık ve kesiti büyük etriye kullanılarak bu bölgelerde plastik mafsal oluşumu sağlanarak kesitin öngörülen düzeyde şekil değiştirmesine müsaade edilir ve eğilme moment kapasitesinde bir azalma olmayacaktır. Bu davranış kesitin sünekliliğini ve dayanımını artırmaktadır.



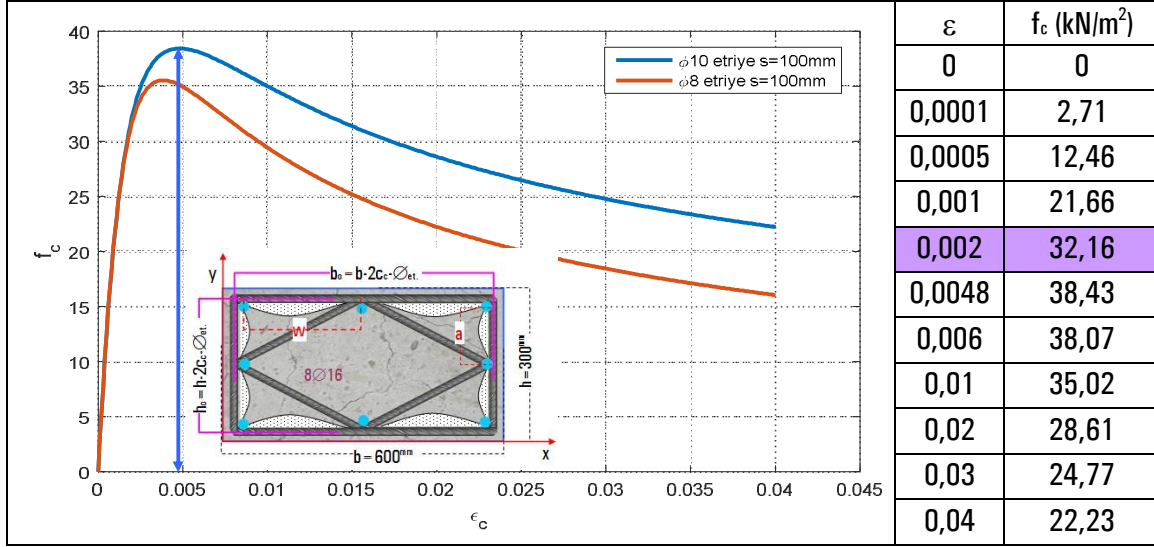
Görsel 7. Dikdörtgen kesitli kolonlarda deprem hasarı

Beton yanıl basıncını karşılayacak şekilde etriye düzenlemesi yaparak etkili beton kesit alanını artırmanın mümkün olacağı görölmüştür (Paultre, Légeron 2008 ) (Görsel 8).



Görsel 8. Basınc etkisindeki etriye etki alanı

TBDY 2018 7B1-7 bağıntıları kullanılarak (C30/37 B420C)  $\varnothing 8/100$  ve  $\varnothing 10/100$  etriye kullanılarak elde edilen gerilme-birim şekil değiştirmesi verilmektedir (Görsel 9).



Görsel 9. Etriye çapı ( $\varnothing$ ) aralığına ( $s$ ) göre  $\sigma$ - $\epsilon$  eğrisi (TBDY, Mander-Priestley-Park, 1988)

Etriye aralığının sık ve çapının büyük olması ve donatının akma gerilmesinin büyük olması enine basıncı arttıracak için betonun dayanım ve sünekliğinde arttırır. Enine ve boyuna donatılarının dayanımının yüksek olması kesit dayanımını arttırmaktadır. Aşağıda deprem hasar görsellerinin incelenmesinden donatıların gevrek olduğu görülmektedir. Çünkü donatıların kopma şekillerinin kesit alanının küçülerek boyları uzaması sonucunda olması beklenirken hiç karşılaşılmayan eğik bir şekilde kesildiği görülmektedir (Görsel 10).



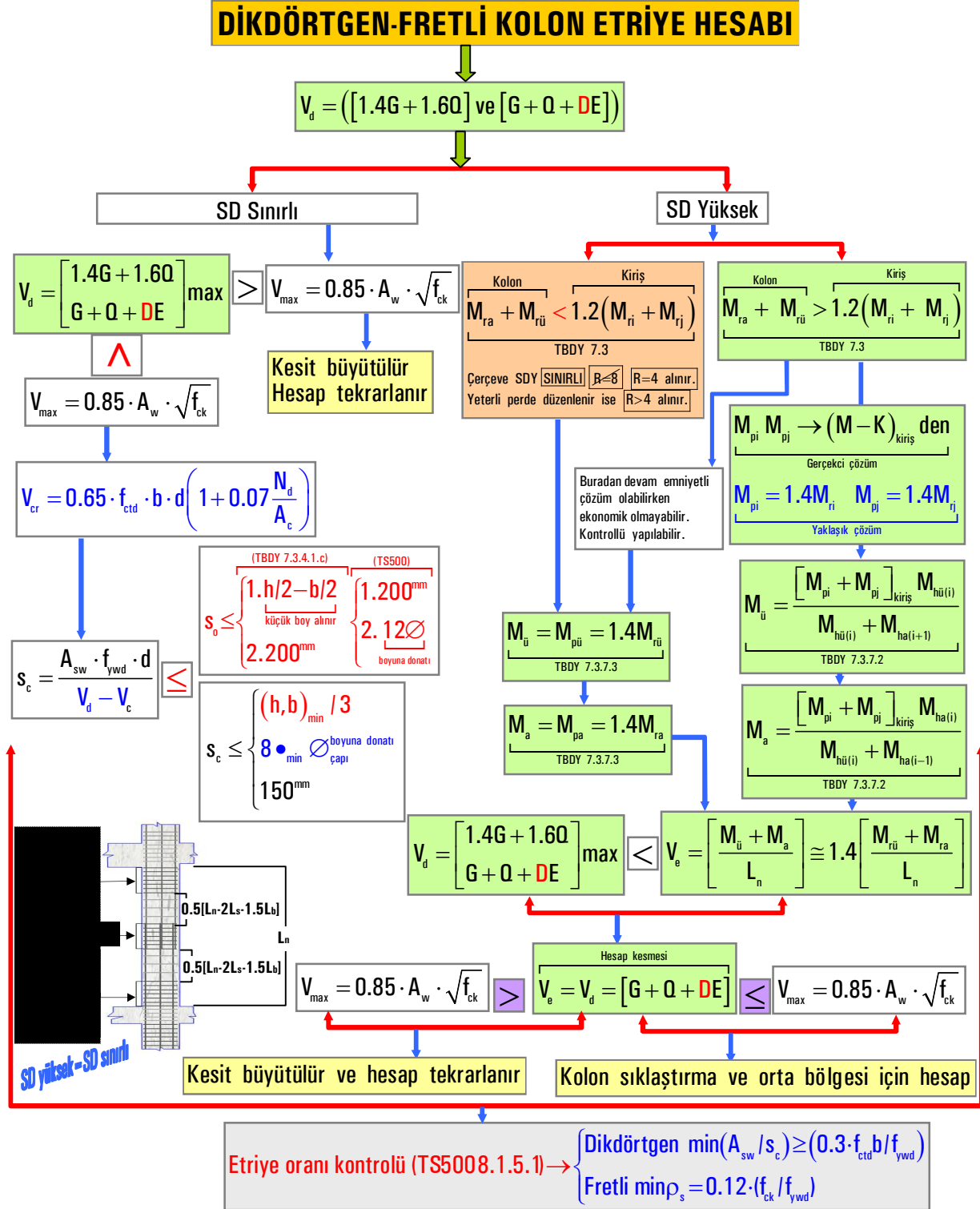
Görsel 10. Depremde kopmuş etriye ve boyuna donatı örnekleri

#### 4. SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KOLON ETRİYE HESABI

Kolonların etriye hesabında kesme değerlerinin en büyük olduğu birleşim bölgesi için,

1. Kolon G, Q ve E yükleri sonucu oluşan kesme kuvvet değerleri ( $V_d$ ),
2. Düğümde TBDY 7.3. bağıntısı gereği sağlam kolon zayıf kiriş kontrolü,
3. Dügüme birleşen kirişlerin uç plastik momentlerinden oluşan kesme kuvveti ( $V_p$ ) hesabı,

4. 1., 2. ve 3. maddelerde bulunan kesme kuvvet değerlerinin TBDY 7.3.7.6 gereği kesme kuvveti belirlenir ve bu kriterlere göre kolon etriye hesabı yapılır. Kolonlarda kesme hesabı aşağıda verilen akış şemasına göre yapılır (Doğan,2020) (Görsel 11).



Görsel 11. Kolon etriye hesabı akış şeması

**TBDY 7.3.7.2 – Denk.(7.3)**’ün sağlandığı düğüm noktasına birleşen kirişlerin uçlarındaki moment kapasitelerinin toplamı olan  $\sum M_p$  momenti hesaplanacaktır:



$$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj} \quad 7$$

Daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda,  $M_{pi} \cong 1.4M_{ri}$  ve  $M_{pj} \cong 1.4M_{rj}$  olarak alınabilir.  $\sum M_p$  momenti, kolonların düğüm noktasına birleşen uçlarında **Bölüm 4**'e göre elde edilen momentler oranında kolonlara dağıtılacak ve dağıtım sonucunda ilgili kolonun alt veya üst ucunda elde edilen moment, **Denk.(7.5)**'te  $M_a$  veya  $M_u$  olarak gözönüne alınacaktır.

$$V_e = \frac{M_a + M_u}{L_n} < \boxed{V_g + V_q + DV_E} \rightarrow V_e = \frac{M_a + M_u}{L_n} \rightarrow \text{SEÇİLEN} \begin{cases} V_e \leq 0.85 \cdot A_w \cdot \sqrt{f_{ck}} \rightarrow \text{Etriye hesabı yapılır} \\ V_e > 0.85 \cdot A_w \cdot \sqrt{f_{ck}} \rightarrow \text{KESİT BÜYÜTÜLÜR} \end{cases} \quad 8$$

#### TBDY 7.3.4. Enine Donatı Koşulları

7.3.7.6'ya göre daha elverişsiz bir durum elde edilmedikçe, kolonlarda kullanılacak minimum enine donatıya ilişkin koşullar, kolon sarılma bölgeleri için 7.3.4.1'de ve kolon orta bölgesi için 7.3.4.2'de verilmiştir (Şekil 7.3). Tüm kolon boyunca, 7.2.8'de tanımlanan özel deprem etriyeleri ve özel deprem çirozları kullanılacaktır.

7.3.4.1 – Her bir kolonun alt ve üst uçlarında özel **sarılma bölgeleri** oluşturulacaktır. Sarılma bölgelerinin her birinin uzunluğu, döşeme üst kotundan yukarıya doğru veya kolona bağlanan yüksekliği en büyük kirişin alt yüzünden başlayarak aşağıya doğru ölçülmek üzere, kolon serbest yüksekliğinin 1/6'sından, kolon en büyük kesit boyutunun 1.5 katından ve 500 mm'den, daha küçük olmayacaktır. Konsol kolonlarda sarılma bölgesi kolon alt ucunda oluşturulacak ve uzunluğu kolon büyük boyutunun iki katından daha küçük alınmayacaktır. Sarılma bölgelerinde kullanılacak enine donatıya ilişkin koşullar aşağıda (a) ile (d)'de verilmiştir. Bu donatılar temelin içinde kolonun minimum boyutundan küçük olmayan bir yükseklik boyunca devam ettirilecektir. Ancak, çanak temellere mesnetlenen kolonlarda, sarılma bölgesindeki enine donatı çanak yüksekliği boyunca devam ettirilecektir. (a) Sıklaştırma bölgelerinde  $8\emptyset$ 'den küçük çaplı enine donatı kullanılmayacaktır. Bu bölgede, boyuna doğrultudaki etriye ve çiroz aralığı en küçük kesit boyutunun 1/3 ünden, 150 mm'den daha büyük, boyuna donatı çapının 6 katından daha büyük, 50 mm'den daha küçük olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay mesafe, **a**, etriye çapının 25 katından daha büyük alınmayacaktır. Sürekli dairesel spirallerin adımı, göbek çapının 1/5'inden ve 80 mm'den daha büyük olmayacaktır. Dairesel kolonlarda tüm sargı donatısı çevreye yerleştirilen çembersel enine donatı ile sağlanacaktır.

(b) Etriye kolonlarda  $N_{kolon} > 0.20A_c f_{ck}$  (basınç) olması durumunda sarılma bölgelerindeki minimum toplam enine donatı alanı, Denk.(7.1)'de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır. Bu hesapta kolonun çekirdek boyutu  $b_k$ , her iki doğrultu için ayrı ayrı gözönüne alınacaktır (Şekil 7.3):

$$\text{Sıklaştırma} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Büyük olan} \\ N_d \leq 0.20A_c f_{ck} \rightarrow A_{sh} = 0.20 \cdot s_c \cdot b_k \left[ \frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right] \left[ \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right] \text{ veya } 0.05 \cdot s_c \cdot b_k \left[ \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right] \\ \text{Büyük olan} \\ N_d > 0.20A_c f_{ck} \rightarrow A_{sh} = 0.30 \cdot s_c \cdot b_k \left[ \frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right] \left[ \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right] \text{ veya } 0.075 \cdot s_c \cdot b_k \left[ \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right] \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \leq \left\{ \begin{array}{l} b_{min} / 3 \\ 6\emptyset_{min} \text{ boyuna} \\ 150^{mm} \end{array} \right. \\ \geq \{ 50^{mm} \end{array} \right. \quad 9$$



7.3.4.2 – **Kolon orta bölgesi**, kolonun alt ve üst uçlarında tanımlanan sarılma bölgeleri arasında kalan bölgedir (Şekil 7.3). Kolon orta bölgesinde  $\varnothing 8$ 'den küçük çaplı enine donatı kullanılmayacaktır. Kolon boyunca etriye, çiroz veya spiral aralığı, en küçük enkesit boyutunun yarısından ve 200 mm'den daha büyük alınmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay mesafe,  $a$ , etriye çapının 25 ( $a \leq 25 \varnothing_{etriye}$ ) katından daha fazla olmayacaktır.

(c) Dairesel donatılı kolonlarda  $N_{kolon} > 0.20 A_c f_{ck}$  (basınç) olması durumunda sarılma bölgelerindeki enine donatının minimum hacimsel oranı, Denk.(7.2)'deki koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır. [ $A_{sb} = s$  enine donatı aralığına karşı gelen yükseklik boyunca, kolonda veya perde uç bölgesindeki tüm etriye kollarının ve çirozların enkesit alanı değerlerinin gözönüne alınan  $b_k$ 'ya dik doğrultudaki izdüşümlerinin toplamı]

$$\left. \begin{array}{l} \text{Enine donatı} \\ \text{(TBDY-7.3.4.1)} \end{array} \right\} \text{Fretli} \left\{ \begin{array}{l} \frac{N_{kolon}}{A_c f_{ck}} > 0.20 \left\{ \begin{array}{l} \rho_s \geq 0.45 \left[ \frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right] \left[ \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right] \\ \rho_s \geq 0.12 \left[ \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right] \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Büyük} \\ \text{alınır} \end{array} \right. \\ \frac{N_{kolon}}{A_c f_{ck}} \leq 0.20 \left\{ \begin{array}{l} \rho_s \geq \left( \frac{2}{3} \right) 0.45 \left[ \frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right] \left[ \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right] \\ \rho_s \geq \left( \frac{2}{3} \right) 0.12 \left[ \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right] \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Büyük} \\ \text{alınır} \end{array} \right. \end{array} \right. \quad 10$$

(d)  $N_{kolon} \leq 0.20 A_c f_{ck}$  olması durumunda, kolon sarılma bölgelerinde Denk.(7.1) ve Denk.(7.2) ile verilen enine donatıların en az 2/3'ü, minimum enine donatı olarak kullanılacaktır.

## 6. SAYISAL KOLON ETRİYE UYGULAMASI

TBDY ve TS500 kriterlerine göre süneklik düzeyi yüksek kolonun aşağıdaki şekilde etriye hesabı sayısal olarak yapılmıştır. Bu uygulamada tam çözüm çok sayfa kapsadığı için eksenel yük ve bazı değerler çözümden örnek olarak alınmıştır.

$$\text{Kolon } N \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} N_{22} = \left\{ \begin{array}{l} G = 1.4 \cdot 0.71 \cdot N = 1.4 \cdot 0.71 \cdot 762.84 = 758 \text{ kN} \\ Q = 1.6 \cdot 0.29 \cdot N = 1.6 \cdot 0.29 \cdot 762.84 = 354 \text{ kN} \end{array} \right\} \Sigma 1112 \text{ kN} \\ N_{BB} = \left\{ \begin{array}{l} G = 1.4 \cdot 0.71 \cdot N = 1.4 \cdot 0.71 \cdot 1287.34 = 1280 \text{ kN} \\ Q = 1.6 \cdot 0.29 \cdot N = 1.6 \cdot 0.29 \cdot 1287.34 = 597 \text{ kN} \end{array} \right\} \Sigma 1877 \text{ kN} \end{array} \right\} N_d = \Sigma 2989 \text{ kN}$$

$$A_c = N_{dm} / (0.40 f_{ck}) = 298900 / (0.40 \cdot 50) = 149450 \text{ mm}^2 > 180000 \text{ mm}^2 = (300 \cdot 600) \text{ UYGUN (7.23)}$$

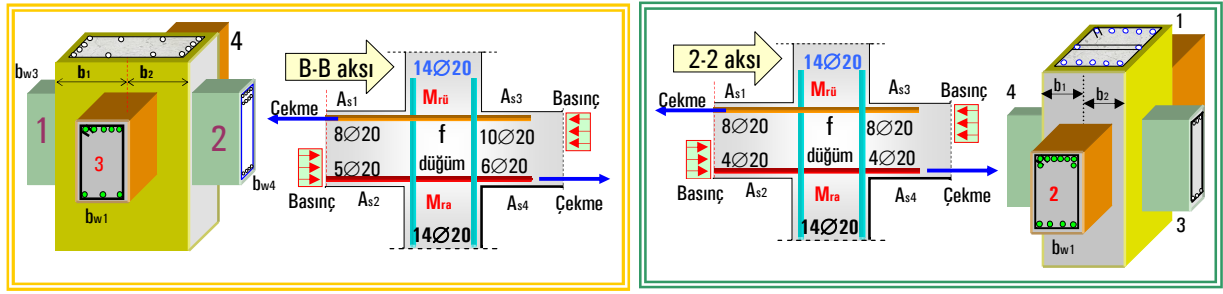
$$V_{max} = 0.85 \cdot A_w \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.85 \cdot 300 \cdot 600 \cdot \sqrt{50} \cdot 10^{-3} = 1082 \text{ kN} > V_{GODE}^B = 422.68 \text{ kN KESİT YETERLİ}$$

$$V_{cr} = 0.65 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d \left( 1 + 0.07 \frac{N_d}{A_c} \right) = 0.65 \cdot 1.65 \cdot 300 \cdot 564 \left( 1 + 0.07 \frac{2989000}{300 \cdot 600} \right) 10^{-3} = 392 \text{ kN (TS500)}$$

$$V_{GODE}^B = 423 \text{ kN} > V_{cr} = 392 \text{ kN} \rightarrow \text{ETRİYE HESABI GEREKLİ.} \quad V_c = 0.8 V_{cr} = 0.8 \cdot 392 = 314$$

$$\text{EĞER} \rightarrow V_{GODE}^B = 423 \text{ kN} < V_{cr} \rightarrow \text{ETRİYE HESABI yapılmadan MİNİMUM ETRİYE DÜZENLENİR.}$$

Ayrıca “7.7.4.1. TBDY Enine donatı Denk. (7.1) ve Denk. (7.2)'de verilen değerlerin yarısından az olmayacaktır. “ gereği aşağıdaki şekilde kontrol edilir (Görsel 12).



Görsel 12. Kolon düğüm noktası

$$(M_{ra} + M_{rü})_{kolon} \geq 1.2(M_{ri} + M_{rj})_{kiriş} \quad (7.3)$$

Düğümelerde TBDY 7.3. kontrolünün aşağıdaki şekilde yapılması gerekmektedir.

- 1-2 mesnetleri yaklaşık (TBDY2018) hesap  $M_r = A_s \cdot f_{yd} \cdot (d-d') = 5 \cdot 314 \cdot 435 \cdot (555-45)10^{-6} = 348 \text{ kNm}$   
 1-2 mesnetleri yaklaşık (TBDY2018) hesap  $M_r = A_s \cdot f_{yd} \cdot (d-d') = 10 \cdot 314 \cdot 435 \cdot (535-65)10^{-6} = 697 \text{ kNm}$   
 1-2 mesnetleri yaklaşık (TBDY2018) hesap  $M_r = A_s \cdot f_{yd} \cdot (d-d') = 8 \cdot 314 \cdot 435 \cdot (555-45)10^{-6} = 557 \text{ kNm}$   
 1-2 mesnetleri yaklaşık (TBDY2018) hesap  $M_r = A_s \cdot f_{yd} \cdot (d-d') = 6 \cdot 314 \cdot 435 \cdot (535-65)10^{-6} = 385 \text{ kNm}$

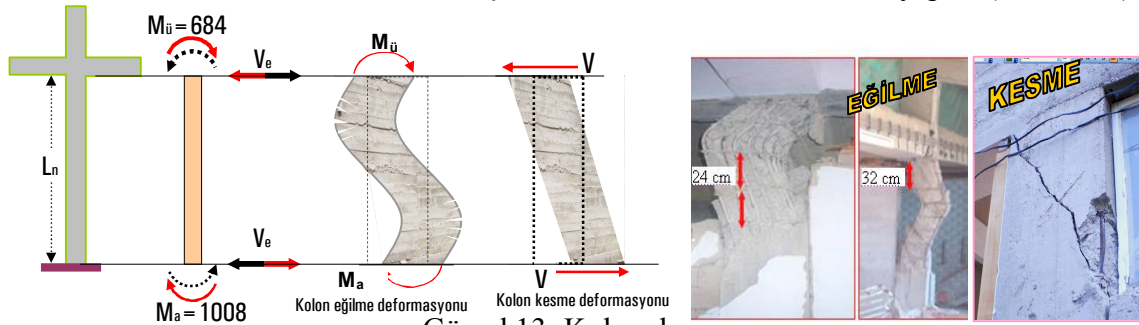
TBDY7.3. SAĞLANMIŞTIR

$$B-B \rightarrow \frac{M_{ra} + M_{rü}}{M_{ri} + M_{rj}} = \frac{724 + 705}{697 + 348} = 1.37 > 1.2 \quad \frac{724 + 705}{557 + 385} = 1.52 > 1.2$$

TBDY7.3. HER İKİ YÖNDE SAĞLANMALIDIR

$$M_{ü} = \sum M_p \frac{M_{üst-dep.}}{M_{alt-dep.} + M_{üst-dep.}} = 1387 \frac{166.45}{166.45 + 171.05} = 684 \text{ kNm} \rightarrow V_e = \frac{M_{ü} + M_a}{L_{net}} = \frac{1008 + 684}{4_{kat} - 0.6_{kiriş}} = 498 \text{ kN}$$

$\Sigma V_d = 423 \text{ kN} > V_e = 498 \text{ kN}$  hesaba KÜÇÜK ile devam edilir ve kontrol yapılır (Görsel 13).



Görsel 13. Kolon davranışı

7.3.7.5 – Denk.(7.5) ile hesaplanan kesme kuvveti,  $V_e$ , yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti  $V_d$ 'den daha küçük alınmayacak ve ayrıca Denk.(7.7) ile verilen koşulları sağlayacaktır. Denk.(7.7)'deki ikinci koşulun sağlanamaması durumunda, kesit boyutları gerektiği kadar büyütülerek deprem hesabı tekrarlanacaktır.

$$V_e = \frac{M_a + M_{ü}}{L_n} < V_G + V_Q + DV_E \rightarrow V_e = \frac{M_a + M_{ü}}{L_n} \rightarrow \text{SEÇİLEN} \begin{cases} V_e \leq 0.85 \cdot A_w \cdot \sqrt{f_{ck}} \rightarrow \text{Etriye hesabı yapılır} \\ V_e > 0.85 \cdot A_w \cdot \sqrt{f_{ck}} \rightarrow \text{KESİT BÜYÜTÜLÜR} \end{cases}$$

$$V_{max} = 0.85 \cdot A_w \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.85 \cdot 300 \cdot 600 \cdot \sqrt{50 \cdot 10^{-3}} = 1082 \text{ kN} > V_e = V_d = 423 \text{ kN} \quad V_e = 498 \text{ kN}$$

(b) Etriye kolonlarda  $N_{kolon} > 0.20 A_c f_{ck}$  (basınç) olması durumunda sarılma bölgelerindeki minimum toplam enine donatı alanı, Denk.(7.1)'de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır. Bu hesapta kolonun çekirdek boyutu  $b_k$ , her iki doğrultu için ayrı ayrı gözönüne alınacaktır (Şekil 7.3):

**Sıklaştırma bölgesi**

$$N_{kolon} = \frac{(2989) \cdot 10^3}{300 \cdot 600 \cdot 50} = 0.33 > 0.2$$

$$s_k = 100 \text{ mm seçilerek}$$

$$A_{sh} \geq 0.3 s_b k \left[ \frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right] \left[ \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right] = 0.3 \cdot 100 \cdot 528 \left[ \frac{600 \cdot 300}{528 \cdot 228} - 1 \right] \left[ \frac{50}{500} \right] = 785 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} \geq 0.075 s_b k \left[ \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right] = 0.075 \cdot 100 \cdot 528 \left[ \frac{50}{420} \right] = 317 \text{ mm}^2$$

Seçilen etriye min.  $\varnothing 10$  ise  $A_{sw} = 78.50 \text{ mm}^2$   $A_{sh\text{seçilen}} = 6 \cdot 78.50 = 471 \text{ mm}^2 < 785 \text{ mm}^2$  **YETERSİZ**

$$N_{kolon} = \frac{(2989) \cdot 10^3}{300 \cdot 600 \cdot 50} = 0.33 > 0.2 \quad s_c = 60 \text{ mm seçilerek}$$

$$A_{sh} \geq 0.30 s_b k \left[ \frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right] \left[ \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right] = 0.30 \cdot 60 \cdot 528 \left[ \frac{600 \cdot 300}{528 \cdot 228} - 1 \right] \left[ \frac{50}{500} \right] = 471 \text{ mm}^2$$

**Sıklaştırma Boyu**

$$L_s \geq 1.5 b_{\max} = 1.5 \cdot 600 = 900 \text{ mm}$$

$$L_s \geq L_n / 6 = 3400 / 6 = 567 \text{ mm}$$

$$L_s \geq 500 \text{ mm}$$

Seçilen etriye  $\varnothing 10 \rightarrow A_{sh\text{seçilen}} = 6 \cdot 78.50 = 471 \text{ mm}^2 < 471 \text{ mm}^2$  **YETERLİ**

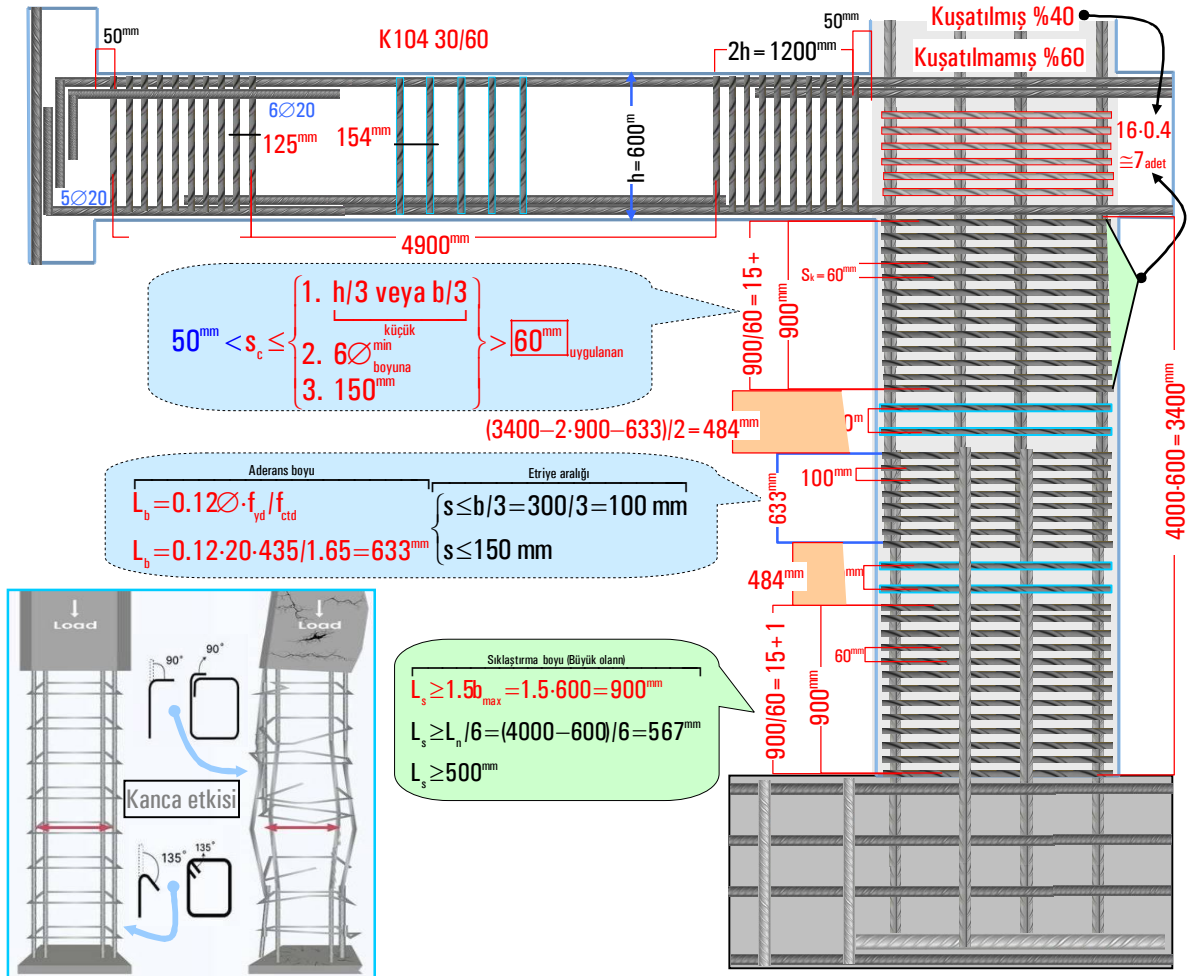
saralığı (TBDY 7.3.4.1.a)

$$50 \text{ mm} < s_c \leq \begin{cases} 1. h/3 \text{ veya } b/3 \rightarrow 300/3 = 100 \text{ mm} \\ 2. 6 \varnothing_{\min}^{\text{küçük}} \text{ boyuna} = 6 \cdot 20 = 120 \text{ mm} \\ 3. 150 \text{ mm} \end{cases} > 60 \text{ mm} \text{ uygulanan}$$

Etriye oranı kontrolü (TS5008.1.5.1)

$$\frac{A_{sw}}{s_c} \geq 0.3 \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} b \rightarrow \frac{471}{60} \geq 0.3 \frac{1.65}{435} \cdot 300$$

$$7.85 \geq 0.34 \text{ UYGUN}$$



Görsel 14. Kolon etriye düzenlemesi

Temel sistemi

Kolon orta bölgesindeki etriye hesabına sıklaştırma bölgesindeki etriye geometrisi ve alanı kullanıldığı için sadece TBDY ve TS500 etriye aralıklarına göre etriye belirlenir.

Orta bölge

Kolon orta bölgesinde her zaman  $V_c \neq 0 \rightarrow V_{cr} = 0.65f_{ctd}A_c \rightarrow V_c = 0.8V_{cr}$  **ALINIR.**  
Y-Y yönündeki enine donatıs aralığı (TBDY 7.3.4.1. c)

$$s_o = \frac{A_{sh} f_{ywd} \cdot d}{V_b - V_c} = \frac{[6 \cdot 78.50 \cdot 435 \cdot 564]}{(423 - 314)10^3} = 273 \text{ mm} \rightarrow s_o \leq \left\{ \begin{array}{l} 1. \frac{h}{2} - \frac{b}{2} \rightarrow 300/2 = 150^{mm} \\ 2. 200^{mm} \text{ küçük} \\ \text{Y-Y yönündeki enine donatıs aralığı (TS500)} \end{array} \right\}$$

Etriye oranı kontrolü (TS500 8.1.5.1)

$$\frac{A_{sw}}{s_c} \geq 0.3 \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} b \rightarrow \frac{471}{150} \geq 0.3 \frac{1.65_{c50}}{435} 300 \rightarrow 3.14 \geq 0.36 \text{ UYGUN}$$

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kolonların boyutlandırılmasında temel amaç kolonun güç tükenmesine kesme kapasitesinden değil eğilme kapasitesinden ulaşmasıdır. Eğilme hesaplarında yönetmelik kriterleri, konstrüktif sebepler ve donatının pekleşmesi sonucunda tasarımda öngörülenden daha büyük değerler ortaya çıkmaktadır. Bu durumda kesitin kesme kapasitesi tasarım kesme kapasitesi yerine eğilme ile uygulanan düzenlemeler ve düşey yüklere göre yapılmalıdır. Yönetmeliklerde kolonların etriye hesap kriterleri kolon boyuna donatı kriterlerinin sayısından oldukça fazla olması depreme dayanıklı kolonlarda etriyenin önemini göstermektedir. Etriyenin bu denli önemli olmasından dolayı 6 Şubat 2023 tarihinde Pazarcık'ta saat 04.17'de  $M_w=7.8$  ve Elbistan'da saat 13.24'de  $M_w=7.6$  büyüklüğünde meydana gelen depremin etkilediği alanlardaki etriye incelemelerinden,

1. Kolon etriyeleri olarak kullanılan donatıların kırılma şekillerinin çekme sonucu kopma noktasındaki kesit alanının daralma ve boyunda uzama şeklinde olmadığından dolayı donatı kalitelerinin düşük olduğu. Ayrıca yorulmadan kırılma şekilleri de gözlenmemiştir. Bu olumsuz durum boyuna donatılar içinde geçerli olduğu,
2. Etriye birleşim uç kısımları kiriş ve kolon etriyelerinde genellikle  $135^\circ$  olması gerekirken  $90^\circ$  yapıldığı,
3. TBDY de minimum  $\varnothing 8$  yerine  $\varnothing 10$ 'a çıkarılabileceği,
4. Kolonlarda etriye miktarının ve geometrisinin belirlenmesinde boyuna donatı miktarı ve kolon kesit genişliğinin dikkate alınmasının yerinde olacağı,
5. Kolonlarda genellikle sıklaştırma bölgelerinin oluşturulmadığı ve rastgele bir etriye düzenlemesinin olduğu,
6. Kolonlarda dikdörtgen etriyeler yanında kesinlikle çiroz veya baklava dilimi çapraz etriyeler kullanılarak kolon göbek betonun dikdörtgen oluşumu engelleyici etriye düzenlemesi yapılmalı ve bu durum yönetmeliklerde yer almasının gereği,

görülmüştür. Yine hasarların incelenmesi sonucunda yapıların yapıldığı yıldaki yönetmeliklere uyulmadığını göstermektedir. Bu yüzden yönetmeliklere uyum kontrol altına alınması gerekir. Ülkemizde depremden dolayı yıllarca çok sayıda can ve konut kaybı olmasından dolayı yeni yapılacak yapıların yapım kontrolleri ve mevcut yapıların iyileştirilmesi kalkınmamızın önemli bir kısmını oluşturduğu bilinci ile yapılaşmalıyız. Aksi durumda her 10-20 yılda olası depremlerde can kaybı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Richart, F. E., Brandtzaeg, A., and Brown, R. L. (1928). "A study of the failure of concrete under combined compressive stresses." Bulletin 185, Univ. of Illinois Engineering Experimental Station, Champaign, 111.
- [2] Cusson, D., and Paultre, P. (1994). "High-strength concrete columns confined by rectangular ties." *J. Struct. Engrg.*, ASCE, 121(3).
- [3] Richart, F. E., Brandtzaeg, A., and Brown, R. L. (1928). "A study of the failure of concrete under combined compressive stresses." Bulletin 185, Univ. of Illinois Engineering Experimental Station, Champaign, 111.
- [4] Cowan, H J (1953), "The Shear Strength of Plain, Reinforced and Pre-stressed Concrete Under the Action of Combined Stresses, with Particular Reference to the Combined Bending and Tension of Rectangular Sections", Magazine of Conc Research, Vol 5,
- [5] Ersoy, U. 1987. Betonarme Temel İlkeler ve Taşıma Gücü Hesabı, Doğan Ofset, İstanbul.
- [6] Kupfer, H. B., Hildsford, H. K., and Rusch, H., "Behavior of Concrete under Biaxial Stresses," *American Concrete Institute Journal*, Vol. 66, 1969, pp. 656–666.
- [7] Celep, Z., (2018). Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı İstanbul: Beta Yayıncılık
- [8] Doğan, M., (1996), Betonarme Kolonlarda Sargı Etkisinin Araştırılması, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Eskişehir,
- [9] Eurocode 2: Design of concrete structures, Part 1-2: General rules
- [10] Doğan, Adem, Betonarme yapıların hesap ve tasarımı(Turkish), Birsen yayınevi 17th edition, 2021, İstanbul/Turkey.
- [11] Doğan M., (2020). Yapıların Deprem Analizi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Yayın No:143, ISBN 978-975-7936-52-7
- [12] TS500-2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, TSE, Ankara.
- [13] Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ", Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2018, Ankara
- [14] Paultre, P., and Légeron, F., "Confinement reinforcement design for reinforced Concrete columns", *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 134, No.5, 2008,
- [15] Mander, J.B., Priestley, M.J.N., Park, R. (1988). Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete, *Journal of Structural Division (ASCE)*, 114(8), 1804-1826.
- [16] ACI 318-08, (2008), Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary, American Concrete Institute, Farmington Hills, USA

## AVİYONİK SİSTEMLERDE YÜKSEK TEKNOLOJİ BAĞLANTILARI

**Doktora Öğrencisi Ömer ÖZTÜRK (Orcid ID: 0009-0005-2229-0795)**  
**Azerbaycan Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, BAKU**  
**E-posta : [ozturkomer09@hotmail.com](mailto:ozturkomer09@hotmail.com)**  
**Cep Tel: 0542 822 55 27**

### ÖZET

Günümüz havacılık sektörü, hava araçlarının güvenliğini ve etkin yönetimini sağlamak adına bir dizi yüksek teknoloji çözümünü benimsemektedir. Bu çözümlerden biri, aviyonik sistemlerde kullanılan uydu haberleşmesidir. Uydu haberleşmesi, uçakların kontrolünü, izlenmesini ve veri alışverişini sağlayarak, havacılık endüstrisine önemli avantajlar sunmaktadır. Geniş kapsama alanı, sürekli bağlantı imkanı ve yüksek veri transfer hızı gibi avantajlar, uydu haberleşmesini havacılıkta vazgeçilmez kılıyor. Bu teknolojinin uygulama alanları arasında uçuş kontrolü, veri transferi, internet erişimi ve acil durum haberleşmesi bulunmaktadır. Uçaklar, uydu bağlantıları aracılığıyla uçuş kontrol sistemleri ile iletişim kurabilir, verileri hızlı bir şekilde aktarabilir ve acil durum durumlarında etkili bir haberleşme sağlayabilirler. Uydu bağlantıları aynı zamanda uçak içindeki sistemlere internet erişimi sağlayarak, yolcuların uçuş sırasında internet kullanımını mümkün kılar. Uydu haberleşmesinin temel teknolojileri arasında uydu sağlayıcıları, uydu antenleri, modemler ve entegrasyon yazılımları yer almaktadır. İridium, Inmarsat, Thuraya gibi uydu sağlayıcıları, havacılık sektörüne çeşitli hizmetler sunmaktadır. Uydu antenleri ve modemler, uçaklarda uydu bağlantılarını sağlamak için kullanılır ve bu teknolojiler, aviyonik sistemlerle entegre bir şekilde çalışarak, uçakların güvenliği ve etkinliği açısından kritik bir rol oynar. Uydu haberleşmesi modern hava taşımacılığına önemli katkılarda bulunan bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Bu teknoloji, hava araçlarının daha güvenli, verimli ve etkili bir şekilde yönetilmesini sağlayarak, havacılık sektörüne yeni ufuklar açmaktadır. Sürekli gelişen havacılık endüstrisinde, uydu haberleşmesinin rolü ve etkisi gelecekte daha da önem kazanmaya devam edecektir.

**Anahtar Sözcükler:** Uydu Teknolojisi, Yüksek Teknoloji, Modern Havacılık, Uydu Anten



## HIGH TECHNOLOGY CONNECTIONS IN AVIONICS SYSTEMS

**Doctoral Student Ömer ÖZTÜRK (Orcid ID: 0009-0005-2229-0795)**

**Azerbaijan Technical University, Faculty of Engineering, BAKU**

**E-posta : ozturkomer09@hotmail.com**

**Cep Tel: 0542 822 55 27**

### ABSTRACT

Today's aviation sector is adopting a range of high-tech solutions to ensure the safety and efficient management of aircraft. One such solution is satellite communication employed in avionics systems. Satellite communication facilitates aircraft control, monitoring, and data exchange, offering significant advantages to the aviation industry. The broad coverage area, continuous connectivity, and high data transfer speed make satellite communication indispensable in aviation. Applications of this technology encompass flight control, data transfer, internet access, and emergency communication. Aircraft can communicate with flight control systems through satellite connections, swiftly transfer data, and effectively communicate in emergency situations. Satellite connections also provide internet access to onboard systems, enabling passengers to use the internet during flights. Key technologies in satellite communication include satellite service providers, satellite antennas, modems, and integration software. Companies like Iridium, Inmarsat, Thuraya offer various services to the aviation sector. Satellite antennas and modems are utilized in aircraft to establish satellite connections, and these technologies work seamlessly integrated with avionics systems, playing a critical role in aircraft safety and efficiency. Satellite communication stands out as a technology contributing significantly to modern air transportation. By enabling safer, more efficient, and effective aircraft management, this technology opens new horizons in the aviation industry. In the continually evolving aviation sector, the role and impact of satellite communication are expected to become even more crucial in the future.

**Keyword:** Satellite Technology, High Technology, Modern Aviation, Satellite Antenna

## Giriş

Aviyonik sistemler, havacılık alanında kritik bir rol oynayan ve modern hava araçlarının güvenli, etkili ve verimli bir şekilde uçuşunu sağlayan karmaşık elektronik sistemlerdir. Bu sistemler, uçuş kontrolünden navigasyona, iletişimden motor kontrolüne kadar geniş bir yelpazede görevleri yerine getirir ve pilotlara hava aracının durumu hakkında kapsamlı bir görünüm sunar. Aviyonik sistemleri, sensörlerden gelen verileri analiz ederek uçak parametrelerini izler, pilotlara önemli bilgileri gösterir ve otomatik sistemler aracılığıyla uçağın çeşitli işlevlerini kontrol eder. Bu sistemlerin gelişimi, havacılık endüstrisinin güvenlik standartlarını artırmak, uçuşları optimize etmek ve pilotlara daha fazla destek sağlamak amacıyla sürekli olarak devam etmektedir. Uçakların karmaşıklığı ve teknolojik gereksinimleri doğrultusunda, aviyonik sistemlerin evrimi, daha yüksek hassasiyet, güvenilirlik ve otomasyon seviyelerini hedefler. Bu bağlamda, aviyonik sistemlerin gelecekteki gelişmeleri, havacılık sektörünün genel performansını iyileştirmeye yönelik yenilikçi çözümleri içerecek şekilde şekillenecektir.

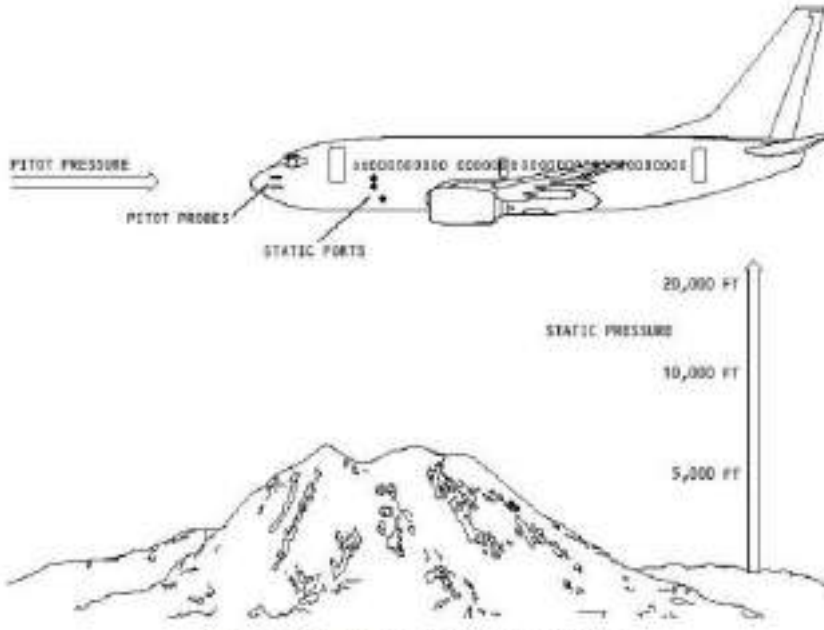
**İletişim Sistemleri:** Uçaklar arası ve hava trafik kontrolü ile iletişim kurmayı sağlayan radyo sistemleri. Aviyonik sistemlerde iletişim, havacılık araçları ile diğer araçlar, hava trafik kontrol merkezleri ve diğer yerleşik sistemler arasında bilgi alışverişini sağlamak amacıyla kapsamlı bir şekilde kullanılır. İletişim sistemleri, uçuş güvenliği ve verimliliği için kritik öneme sahiptir. İşte aviyonik sistemlerde kullanılan bazı iletişim unsurları, VHF (Very High Frequency) Radyo: VHF radyo, hava taşıtları arasında ve hava trafik kontrol merkezleri ile iletişim kurmak için yaygın olarak kullanılır. Uçaklar genellikle belirli frekansta yayın yapar ve hava trafik kontrolü ile iletişim kurar. HF (High Frequency) Radyo: HF radyo, uzun menzilli iletişim için kullanılır ve genellikle transatlantik uçuşlarda veya uzak bölgelerdeki iletişim ihtiyaçlarını karşılamak için tercih edilir. Uydu İletişimi: Uydu tabanlı iletişim sistemleri, uçakların yer yüzeyinden uzakta veya okyanuslarda daha güvenilir bir iletişim sağlamak için kullanılır. Bu sistemler, ses, veri ve diğer bilgilerin iletilmesini sağlar. ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System): ACARS, uçakların otomatik olarak mesaj alışverişini yapmasını sağlayan bir sistemdir. Bu, uçuş verilerinin toplanması, bakım ihtiyaçlarının bildirilmesi ve operasyonel bilgilerin paylaşılmasını içerir. Selcall (Selective Calling): Selcall, belirli bir hava taşıtının çağrılmasını sağlayan bir sistemdir. Diğer hava taşıtları veya hava trafik kontrolü, belirli bir hava taşıtını seçerek iletişim kurabilir. Transponder: Transponder, uçağın hava trafik kontrol radarlarına kendi tanıtım bilgilerini göndermesini sağlar. Bu, radar ekranlarında uçağın tanımlanmasına ve takip edilmesine yardımcı olur. İletişim sistemleri, hava taşıtlarının güvenli bir şekilde uçmalarını sağlamak ve hava trafik yönetimini kolaylaştırmak için kritik öneme sahiptir. Bu sistemler, acil durumlar, hava trafik yoğunluğu ve diğer operasyonel faktörlere yanıt verme yeteneğiyle birlikte, modern aviyonik sistemlerin ayrılmaz bir parçasıdır.

**Navigasyon Sistemleri:** Uçakların konumunu belirlemek, rotayı hesaplamak ve hedeflere doğru yönlendirmek için kullanılan sistemler. GPS (Global Positioning System) gibi teknolojiler bu alanda önemli bir rol oynar. Navigasyon, aviyonik sistemler içinde kritik bir rol oynar ve uçakların konumlarını belirleme, rotalarını planlama ve hedeflere güvenli bir şekilde yönlendirme yeteneklerini sağlar. İşte aviyonik sistemlerde kullanılan bazı önemli navigasyon öğeleri, GPS (Global Positioning System): GPS, uçağın dünya genelindeki konumunu belirlemek için kullanılan bir uydu tabanlı navigasyon sistemidir. GPS alıcıları, uçağın hassas konumunu ve hızını belirleyerek bu bilgileri uçuş kontrol sistemine iletebilir. IRS (Inertial Reference System): IRS, uçağın ivmesini ve dönme hareketini ölçen bir sistemdir. Bu bilgiler, uçağın başlangıç konumundan itibaren geçen süreyi ve uçağın konumunu belirlemek için kullanılabilir. INS (Inertial Navigation System): INS, uçağın hızını, konumunu ve yönünü sürekli olarak hesaplamak için kullanılan bir başka inertial navigasyon sistemidir. INS, hava taşıtının hareketini algılamak için jiroskoplar ve ivme ölçerler kullanır. ADF (Automatic Direction Finder): ADF, manyetik kuzeyden gelen radyo sinyallerini kullanarak uçağın yönünü belirleyen bir sistemdir. ADF, özellikle geleneksel navigasyon yöntemlerinin bir parçası olarak kullanılır. VOR (VHF Omnidirectional Range): VOR, çok yönlü bir radyo sinyali kullanarak uçağın belirli bir radyo istasyonuna olan yönelimini belirler. VOR istasyonları, havacılıkta yaygın olarak kullanılan yer tabanlı navigasyon yardımcılardır. DME (Distance Measuring Equipment): DME, uçağın bir radyo istasyonuna olan mesafesini ölçen bir sistemdir. Bu mesafe bilgisi, uçağın konumunu belirlemede ve rota takibinde yardımcı olur. RNAV (Area Navigation): RNAV, belirli navigasyon noktaları arasında doğrudan rota çizilmesini sağlayan bir sistemdir. GPS gibi teknolojilerle entegre edilmiş modern RNAV sistemleri, daha doğru ve etkili rota planlaması yapma yeteneği sağlar. Navigasyon sistemleri, uçakların güvenli bir şekilde seyahat etmelerini sağlamak için karmaşık bir ağ oluşturur. Modern aviyonik sistemler, bu navigasyon öğelerini entegre eder ve uçuş planlama, rota takibi ve otomatik pilot sistemleri gibi bir dizi görevi gerçekleştirmek üzere tasarlanmıştır.

**Radar Sistemleri:** Uçakların çevresindeki hava sahasını izleyen ve potansiyel tehlikeleri tespit eden sistemler. Radar (RAdio Detection And Ranging), aviyonik sistemler içinde önemli bir rol oynayan bir teknolojidir. Havacılıkta radar, uçakların çevresindeki hava sahasını izlemek, diğer hava araçlarını tespit etmek, hava trafik kontrolü ve hava durumu gözlemi gibi bir dizi kritik görevi yerine getirmek için kullanılır. İşte aviyonik sistemlerde radarın bazı temel uygulamaları, Hava Trafik Kontrol Radarı (ATC Radar): Hava trafik kontrol radarları, hava trafik kontrolörlerine uçakların konumlarını, yüksekliklerini, hızlarını ve diğer bilgilerini sağlar. Bu radarlar, hava trafik kontrol merkezleri tarafından kullanılır ve hava trafiğini yönetmek, uçakların güvenli bir şekilde birbirlerinden ve diğer engellerden uzak durmasını sağlamak amacıyla kullanılır. Meteoroloji Radarı: Meteoroloji radarları, hava durumu gözlemleri yapmak ve hava durumu olaylarını izlemek için kullanılır. Bu radarlar, yağış, fırtına hücreleri, kar ve diğer atmosferik olayları tespit edebilir. Hava Radarı (Weather Radar): Uçaklarda bulunan hava radarları, uçuş sırasında hava durumu koşullarını izlemek için

kullanılır. Pilotlara önlerindeki hava koşulları hakkında bilgi sağlar, bu da güvenli rotalar planlamalarına ve hava sarsıntularından kaçınmalarına yardımcı olur. Uzaktan Algılama (Remote Sensing) Radarları: Bu tür radarlar, uçakların veya insansız hava araçlarının uzaktaki hedefleri tespit etmelerine ve izlemelerine olanak tanır. Uçaklar arasındaki mesafeyi ölçebilir ve diğer hava araçlarının takibini gerçekleştirebilir. Toprak Gözetleme Radarı: Uçaklardaki toprak gözetleme radarları, uçağın yüksekliğini ve yere olan mesafesini izleyerek uçağın güvenli iniş yapmasına yardımcı olur. Deniz Gözetleme Radarı: Denizde kullanılan radarlar, diğer gemileri, kara parçalarını ve diğer denizcilik tehlikelerini tespit etmek için kullanılır. Bu radarlar genellikle gemi navigasyon sistemlerinin bir parçasıdır. Radar, havacılık endüstrisinde güvenliği artırmak ve uçuşları daha etkili hale getirmek için kritik bir teknolojidir. Modern aviyonik sistemler, farklı radar türlerini entegre ederek, uçakların çevresini sürekli olarak izleyebilme ve potansiyel tehlikeleri tespit edebilme yeteneğine sahiptir.

**Uçuş Kontrol Sistemleri:** Uçağın güvenli bir şekilde uçmasını sağlayan sistemler. Bu, otomatik pilot sistemleri, otomatik iniş sistemleri ve diğer uçuş kontrol mekanizmalarını içerir. Uçak kontrol sistemleri, aviyonik sistemler içinde önemli bir bileşeni temsil eder. Bu sistemler, uçağın güvenli bir şekilde uçmasını, doğru bir şekilde yönlendirilmesini ve kontrol edilmesini sağlar. Uçak kontrol sistemleri genellikle aşağıdaki ana unsurları içerir, Otomatik Pilot Sistemi: Otomatik pilot sistemleri, pilotun müdahalesi olmadan uçağı belirli bir uçuş profilinde tutabilen sistemlerdir. Bu sistemler, belirli irtifalarda uçuşu sürdürebilir, belirli bir rotayı takip edebilir ve hatta otomatik iniş yapabilir. Pilotlar genellikle otomatik pilotu belirli fazlarda kullanarak uçuşu kolaylaştırabilirler. Yatay ve Dikey Yönlendirme Sistemleri: Bu sistemler, uçağın yatay ve dikey konumunu kontrol etmek için kullanılır. Yatay yönlendirme, uçağın düz bir şekilde ilerlemesini ve belirli bir rotayı takip etmesini sağlar. Dikey yönlendirme, uçağın belirli bir irtifada seyretmesini sağlar. İniş ve Kalkış Kontrol Sistemleri: Bu sistemler, uçağın iniş ve kalkış aşamalarında kontrolünü sağlar. Özellikle otomatik iniş sistemleri, zorlu hava koşullarında ve görüş kısıtlamalarında güvenli inişi destekler. Uçuş Kontrol Bilgisayarları: Uçuş kontrol bilgisayarları, uçağın çeşitli parametrelerini izler ve kontrol eder. Bu bilgisayarlar, uçağın stabilitesini ve manevra kabiliyetini artırmak için sürekli olarak sensörlerden gelen verileri değerlendirir ve gerekirse uçağın kontrol yüzeylerine müdahale eder. Yedekli ve Redant Kontrol Sistemleri: Uçak kontrol sistemleri genellikle yedekli ve redant yapıdadır. Bu, bir bileşen veya sistem hatası durumunda yedek mekanizmaların devreye girmesini ve uçağın güvenli bir şekilde kontrol edilebilmesini sağlar. Kontrol Yüzeyleri: Uçağın hareketini kontrol etmek için kullanılan yüzeyler, örneğin aileronlar (kanat uçlarındaki hareketli yüzeyler), elevatörler (kuyrukta bulunan hareketli yüzeyler) ve direksiyon dümenleri gibi kontrol yüzeylerini içerir. Bu yüzeyler, pilotun girişlerine yanıt verir ve uçağın yönlendirilmesini sağlar. Uçak kontrol sistemleri, güvenli uçuşu sağlamak ve pilotların iş yükünü azaltmak için sürekli olarak geliştirilmektedir. Bu sistemler genellikle karmaşık algoritmalar, sensörler ve yazılım teknolojilerini içerir ve uçakların farklı uçuş fazlarında etkili bir şekilde kontrol edilmesini sağlar.



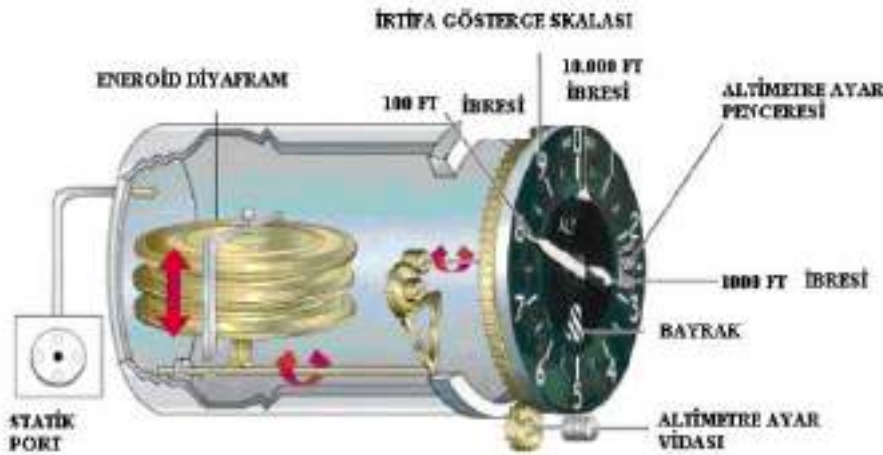
Resim 1.2: Pitot probe ve statik port yerleşimi

**Motor Kontrol Sistemleri:** Uçağın motorlarını kontrol eden sistemler, yakıt tüketimini optimize etmek ve motor performansını izlemek için kullanılır. Aviyonik sistemler içinde motor kontrol sistemleri, uçağın motorlarını etkin bir şekilde yöneten ve kontrol eden sistemlerdir. Bu sistemler, motor performansını optimize etmek, yakıt verimliliğini artırmak, güvenliği sağlamak ve uçağın genel performansını artırmak amacıyla tasarlanır. İşte motor kontrol sistemlerinin bazı temel özellikleri, FADEC (Full Authority Digital Engine Control): FADEC, motorların dijital olarak kontrol edildiği bir sistemdir. Bu sistem, sensörlerden gelen verileri analiz eder ve motor parametrelerini, yakıt enjeksiyonunu, gaz keleşini ve diğer motor kontrol elemanlarını doğrudan kontrol eder. FADEC, motor performansını optimize etmek ve güvenliği artırmak için otomatik olarak ayarlamalar yapabilir. Yakıt Enjeksiyon Kontrolü: Motor kontrol sistemleri, yakıt enjeksiyonunu hassas bir şekilde kontrol ederek yakıtın verimli bir şekilde yanmasını sağlar. Bu, motorun performansını artırırken yakıt tüketimini azaltmaya yardımcı olur. Güç Yönetimi: Motor kontrol sistemleri, uçağın mevcut güç ihtiyacına göre motor gücünü ayarlamak için tasarlanmıştır. Bu, uçağın farklı uçuş aşamalarında (kalkış, seyir, iniş) optimum performansı elde etmeyi sağlar. Sensörler ve Geri Bildirim: Motor kontrol sistemleri, motorun durumu hakkında çeşitli sensörler aracılığıyla sürekli olarak bilgi toplar. Bu sensörler arasında sıcaklık sensörleri, basınç sensörleri, hız sensörleri ve diğer motor parametrelerini izleyen sensörler bulunur. Bu bilgiler, motorun güvenli ve etkili bir şekilde çalışmasını sağlamak için kullanılır. Otomatik İkaz ve Korumalar: Motor kontrol sistemleri, motorun aşırı sıcaklık, aşırı hız veya diğer olası tehlikeler karşısında otomatik ikazlar ve koruma önlemleri sağlar. Bu, motorun güvenli sınırlar içinde çalışmasını sağlamak için önemlidir. Saat Ölçüm Sistemleri: Motor kontrol sistemleri, motorun çalışma süresini ve çeşitli parametrelerini kaydedebilen saat ölçüm sistemlerini içerebilir. Bu bilgiler, bakım zamanlaması ve motorun performansının değerlendirilmesi için kullanılabilir. Motor kontrol sistemleri, havacılık



endüstrisinde güvenliği ve verimliliği artırmak amacıyla sürekli olarak geliştirilmektedir. Bu sistemler, genellikle karmaşık yazılımlar ve yüksek teknoloji donanımlar içerir ve motorların hassas kontrolünü sağlamak için tasarlanmıştır.

**Gösterge ve Ekran Sistemleri:** Pilotların uçuş bilgilerini ve sistem durumunu görmelerini sağlayan ekranlar ve göstergeler. Gösterge ve ekran sistemleri, aviyonik sistemler içinde önemli bir rol oynar. Bu sistemler, pilotlara uçuş bilgilerini, uçağın durumuyla ilgili önemli verileri ve diğer önemli bilgileri görsel olarak sunarak uçağın güvenli ve etkili bir şekilde yönetilmesine yardımcı olur. İşte gösterge ve ekran sistemlerinin bazı temel özellikleri, PFD (Primary Flight Display): PFD, pilotun temel uçuş bilgilerini tek bir ekranda gösteren bir ekran sistemidir. Bu ekran genellikle hava hızı, irtifa, yatay ve dikey hız, pusula yönlendirmesi ve diğer temel uçuş parametrelerini içerir. PFD, uçağın temel durumu hakkında hızlı ve net bir görüntü sağlar. ND (Navigation Display): ND, pilotlara uçuş rotası, hedef noktalar, havaalanları, hava trafik ve diğer navigasyon bilgilerini gösteren bir ekran sistemidir. ND, genellikle harita görüntüleri ve hava trafik bilgilerini içerir. MFD (Multi-Function Display): MFD, pilotlara çeşitli bilgileri göstermek üzere programlanabilir bir ekran sistemidir. Bu ekran, hava durumu bilgileri, motor parametreleri, sistem durumu ve diğer özel uçuş bilgilerini içerebilir. EICAS (Engine Indicating and Crew Alerting System): EICAS, motor ve sistem durumlarını gösteren bir ekran sistemidir. Bu ekran, motor parametreleri, yakıt durumu, sistem uyarıları ve diğer motor ile ilgili bilgileri içerir. HUD (Head-Up Display): HUD, pilotların ön cam üzerine uçuş bilgilerini yansıtan bir ekran sistemidir. Bu sistem, pilotların dışarıyı göz önünde bulundurarak uçuş bilgilerine kolayca erişmelerini sağlar. Synthetic Vision System (SVS): SVS, uçuş sırasında gerçek zamanlı olarak oluşturulan sanal bir 3D görüntü sunan bir ekran sistemidir. Bu, pilotlara gerçek çevresel koşulların ötesinde bilgi sağlar ve görüş kısıtlamalarını azaltabilir. Gösterge ve ekran sistemleri, pilotların bilgiye hızlı ve etkili bir şekilde erişmelerini sağlar, bu da uçağın güvenliğini ve uçuş verimliliğini artırır. Modern aviyonik sistemler, bu ekranları entegre ederek pilotlara kapsamlı bir bilgi sağlama yeteneğine sahiptir.



Resim 1.3: Altimetrenin yapısı



**Uçak Elektronikliği:** Çeşitli uçak sistemlerini birbirine bağlayan, haberleşmeyi sağlayan ve elektrik gücünü dağıtan genel elektronik sistemler. Uçak elektronikliği, aviyonik sistemlerin temel bir bileşenidir ve uçağın bir dizi önemli işlevini destekler. Elektronik sistemler, uçak içindeki çeşitli alt sistemleri birbirine bağlar ve pilotlara uçuş bilgilerini sunar. İşte uçak elektronikliğinin bazı önemli bileşenleri, Uçuş Kontrol Bilgisayarları (FCC): Uçuş kontrol bilgisayarları, uçağın kontrol yüzeylerini (aileronlar, elevatörler, dümenler) yönetir. Bu bilgisayarlar, pilotun girişlerine yanıt olarak uçağın istikrarını ve manevra kabiliyetini optimize eder. Uçuş Yönetim Sistemleri (FMS): Uçuş yönetim sistemleri, uçuş planlaması, rotalama ve otomatik pilot sistemi ile entegre olarak çalışan bilgisayar sistemleridir. FMS, uçağın otomatik olarak belirlenmiş rotalara ve yükseklik profillerine uygun olarak uçuşmasını sağlar. Uçak İletişim Sistemleri: Uçak elektronikliği, VHF (Very High Frequency) radyo, HF (High Frequency) radyo, selcall (seçici çağrı) sistemleri ve diğer iletişim sistemlerini içerir. Bu sistemler, uçakların diğer hava taşıtları, hava trafik kontrol merkezleri ve diğer iletişim kanallarıyla etkileşimde bulunmasını sağlar. Uçak Navigasyon Sistemleri: Uçak elektronikliği, GPS (Global Positioning System), VOR (VHF Omnidirectional Range), IRS (Inertial Reference System) gibi navigasyon sistemlerini içerir. Bu sistemler, uçağın konumunu belirleme, rotayı planlama ve hedeflere doğru yönlendirme işlevlerini destekler. Kabin İkaz ve Kontrol Sistemleri: Bu sistemler, uçağın içindeki çeşitli sistemlerin durumu hakkında bilgi sağlar. Bu, motor durumu, yakıt seviyeleri, kabin basıncı, sıcaklık kontrolleri gibi bilgileri içerebilir. Uçak Elektrik Sistemleri: Uçak elektronikliği, uçağın elektrik güç dağıtımını ve kontrolünü sağlar. Bu sistem, motorlar, aydınlatma, aviyonik sistemler ve diğer elektrikle çalışan ekipmanlar arasında enerjiyi etkili bir şekilde yönetir. Entegre Modüler Aviyonik (IMA): Bu, farklı aviyonik fonksiyonlarını entegre eden ve bir dizi görevi tek bir platformda birleştiren bir yaklaşıma ifade eder. IMA, özellikle modern uçaklarda, farklı sistemlerin daha etkili bir şekilde entegre edilmesine olanak tanır. Uçak elektronikliği, uçağın güvenli ve etkili bir şekilde uçuşmasını sağlamak için bir dizi kritik işlevi yerine getirir. Bu sistemler, uçağın performansını, verimliliğini ve güvenliğini artırmak için sürekli olarak geliştirilmektedir.

**İnsansız Hava Aracı (İHA) Teknolojileri:** Aviyonik teknolojileri, insansız hava araçları için de büyük önem taşır. Bu, uzaktan kumandalı veya otonom çalışan hava araçları için geçerlidir. Aviyonik sistem teknolojileri, havacılık endüstrisinde sürekli olarak gelişen ve yenilikçi çözümlerle dolu bir alandır. Bu sistemler, uçakların daha güvenli, verimli ve etkili bir şekilde uçmalarını sağlamak için sürekli olarak geliştirilmektedir. İnsansız Hava Aracı (İHA) teknolojileri, hava aracının pilot tarafından doğrudan kontrol edilmeden görevlerini yerine getirebilen, genellikle uzaktan kumanda veya otonom sistemlerle çalışan hava araçlarını ifade eder. İHA'lar, askeri, sivil ve ticari bir dizi uygulamada kullanılmaktadır. Aşağıda, İHA teknolojilerinin temel özelliklerini ve kullanım alanlarını bulabilirsiniz, Çeşitli Tasarımlar ve Boyutlar: İHA'lar, küçük insansız hava araçlarından (mini drone'lar) büyük insansız hava araçlarına kadar geniş bir yelpazede tasarlanmıştır. Bu çeşitlilik, farklı görevlere uygun çözümler sunma esnekliği sağlar. Uzaktan Kumandalı (RC) ve Otonom Sistemler: İHA'lar

genellikle uzaktan kumanda ile kontrol edilebilir, ancak aynı zamanda otonom uçuş yetenekleri de entegre edilebilir. Otonom uçuş, önceden belirlenmiş rotaları takip etme, sensörler aracılığıyla çevresini izleme ve belirli görevleri otomatik olarak gerçekleştirme yeteneğini içerir. Gelişmiş Sensör Sistemleri: İHA'lar genellikle kameralar, termal kameralar, lazer rangefinder'lar, radarlar ve diğer sensörlerle donatılabilir. Bu sensörler, çeşitli görevlerde kullanılmak üzere çevresel veri toplama yeteneği sağlar. Uzun Menzil ve Uzun Süreli Uçuş: İHA'lar, uzun menzil ve uzun süreli uçuş yetenekleriyle bilinir. Bu, uzaktan gözetleme, keşif görevleri veya sivil uygulamalarda geniş bir alanı kapsama yeteneği sunar. Askıda Kalma Kapasitesi: Birçok İHA, belirli bir bölgede sabit konumda kalabilir (askıda kalma). Bu, belirli bir alanda sürekli gözetim veya veri toplama görevleri için idealdir. Silah Taşıma Yeteneği: Askeri İHA'lar, bazı durumlarda hedefleri vurmak için silah taşıma yeteneğine sahip olabilir. Bu tip İHA'lar genellikle saldırı ve savunma amaçları için kullanılır. Sivil ve Ticari Kullanım: İHA'lar sadece askeri değil, aynı zamanda sivil ve ticari uygulamalarda da kullanılır. Haritalama, tarım izleme, afet müdahalesi, güvenlik gözetimi ve çeşitli endüstriyel görevlerde kullanılabilirler. Anti-İHA Sistemleri: İHA'ların hava sahasında yaygın kullanımıyla birlikte, anti-İHA sistemleri de geliştirilmiştir. Bu sistemler, izinsiz veya potansiyel olarak tehdit oluşturan İHA'ları etkisiz hale getirmek için kullanılır. İHA teknolojileri, hava araçlarına ve sensörlere entegre edilen gelişmiş teknolojilerin bir kombinasyonunu içerir. Bu, çeşitli sektörlerde daha etkili, verimli ve güvenli operasyonları mümkün kılar. Ancak, etik, hukuki ve gizlilik konuları gibi çeşitli zorluklar ve düzenleyici konular da bu teknolojilerle birlikte gelişmektedir.

## Sonuç

Sonuç olarak, aviyonik sistemler ve İnsansız Hava Aracı (İHA) teknolojileri, havacılık ve hava araçları için kritik bileşenlerdir. Aviyonik sistemler, uçakların kontrolünü, navigasyonunu ve iletişimini sağlamak üzere tasarlanmış karmaşık elektronik sistemlerdir. Bu sistemler, pilotlara uçuş bilgileri sunmak, uçuş güvenliğini artırmak ve uçakların etkili bir şekilde yönetilmesini sağlamak amacıyla entegre edilmiştir. İHA teknolojileri ise hava araçlarının insansız olarak görev yapmasını mümkün kılar. Bu teknolojiler, geniş bir kullanım yelpazesi sunarak askeri operasyonlardan sivil ve ticari uygulamalara kadar çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. İHA'lar, uzaktan kumanda ve otonom uçuş yetenekleri, gelişmiş sensör sistemleri ve uzun menzil/süreli uçuş kabiliyeti gibi özelliklere sahiptir. Her iki teknoloji de sürekli olarak geliştirilmekte olup, uçaklar için daha güvenli ve verimli uçuşlar sağlamak, görevleri optimize etmek ve çeşitli uygulamalarda kullanımı artırmak adına ileri düzeyde araştırma ve yenilikleri içermektedir. Ancak, bu gelişmelerin beraberinde etik, hukuki ve güvenlik konularını da getirdiği unutulmamalıdır.

## Kaynakça

- 1- Allianz Global Corporate & Specialty SE. September 2016.
- 2- [http://www.agcs.allianz.com/assets/PDFs/Reports/AGCS\\_Rise\\_of\\_the\\_drones\\_report.pdf](http://www.agcs.allianz.com/assets/PDFs/Reports/AGCS_Rise_of_the_drones_report.pdf).
- 3- A-NPA, 2015-10, Introduction of a Regulatory Framework for The Operation of Drones,
- 4- <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/A-NPA%202015-10.pdf>
- 5- ARC, 2016, Micro Unmanned Aircraft Systems Aviation Rulemaking Committee (ARC), ARC Recommendations Final Report. 01 April 2016.
- 6- Bill No. 752189-6 on Amending the Air Code of the Russian Federation, 11 January 2016. Can, N., 2011,
- 7- [http://can.aero/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76:chicago-konvansiyonuna-kadar-devletler-aras-hava-hukuku-alanndaki-baz-duzenlemeler&catid=21:articles&Itemid=13](http://can.aero/index.php?option=com_content&view=article&id=76:chicago-konvansiyonuna-kadar-devletler-aras-hava-hukuku-alanndaki-baz-duzenlemeler&catid=21:articles&Itemid=13). Haziran 2011.
- 8- CriEnglish.com, 2016, <http://english.cri.cn/12394/2016/01/11/3781s912285.htm>
- 9- Dato' Sri Azharuddin Abd Rahman, 2016, Kuala Lumpur, 18 October 2016, UN-GGIM Presentation.
- 10- DGCA, 2016, [http://dgca.nic.in/misc/draft%20circular/AT\\_Circular%20-%20Civil\\_UAS\(Draft%20April%202016\).pdf](http://dgca.nic.in/misc/draft%20circular/AT_Circular%20-%20Civil_UAS(Draft%20April%202016).pdf). 21 April 2016.

## CAM MALZEMELERİN DELME İŞLEMİNE ETKİ EDEN KESME PARAMETRELERİNİN BOX-BEHNKEN DENEY TASARIMI İLE OPTİMİZASYONU

**Yüksek Lisans Öğrencisi SEMİH AYDINLI<sup>1</sup>, Prof. Dr. LEVENT UĞUR<sup>2</sup>, Prof. Dr.  
AYTAÇ YILDIZ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, semihaydinli@hotmail.com - 0009-0000-  
0574-0540

<sup>2</sup>Amasya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, levent.ugur@amasya.edu.tr- 0000-0003-3447-  
3191

<sup>3</sup>Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,  
[aytac.yildiz@btu.edu.tr](mailto:aytac.yildiz@btu.edu.tr) - 0000-0002-0729-633X

### ÖZET

Cam malzemeler, ısı ve fiziksel dayanıklılık, şeffaflık, hijyenik, çevre dostu ve estetik görünüm özellikleriyle endüstriyel kullanımlarda öne çıkmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle otomotiv, yapı, savunma, tıp, optik, elektronik ve beyaz eşya endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanılmadan önce ise bazı özel proseslerde işlenerek istenilen ölçü ve geometrik şekillere getirilmektedir. Bu işlemlerden biri olan cam delmede elmas kaplı bir kesici takım ile delme işlemi en yaygın olarak bilinen yöntemdir. Ancak, bu yöntem sırasında oluşan pul atıkları, malzemenin fiziksel dayanımını düşürür ve görsel hataları oluşturur. Bu sorunu ortadan kaldırmak için cam delme gibi işlemlerde kesme parametrelerinin optimize edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, yanıt yüzeyi yöntemi (Response Surface Method-RSM) ile kombine edilen üç seviye Box-Behnken tasarımı kullanarak cam delme işlemindeki en büyük pul alanını minimum yapacak şekilde kesme parametrelerinin optimize edilmesidir. Bu bağlamda üç seviye cam kalınlığı (4, 6 ve 8 mm), matkap çapı (11, 28, 40 mm) ve ilerleme hızında (2, 3, 4 mm/s) Box-Behnken tasarımı dikkate alınarak deneyler yapılmıştır. Deneylerden elde edilen yanıtlar Design Expert 12.0.3.0 programında analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda en büyük pul alanı için regresyon modeli oluşturulmuş ve parametrelerin deney yanıtı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışma sonunda “en büyük pul alanı” üzerinde cam kalınlığı parametresinin en etkili parametre olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma ile literatürde çok fazla incelenmeyen cam işlemeye etki eden kesme parametrelerinin optimize edilmesinde hem araştırmacılara hem de endüstriyel uygulamacılara yol göstermek hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Cam işleme, kesme parametreleri, Box-Behnken, pul alanı

## 1. GİRİŞ

Cam, geniş kullanım alanları ve avantajlı özellikleri nedeniyle günümüz endüstriyel uygulamalarında sıklıkla tercih edilmektedir. Camın avantajları arasında yüksek ışık geçirgenliği, yüksek sertlik, yüksek kimyasal dayanıklılık ve biyo-uyumluluk gibi özellikler yer almaktadır. Bu özellikler, camın optik, yapısal, elektronik ve biyomedikal uygulamalar gibi çeşitli alanlarda kullanılabilmesini sağlamaktadır [1].

Düz cam üretiminde Türkiye, yıllık 2,8 milyon ton üretim kapasitesi ile kendi sektöründe dünyada 5. Avrupa'da 1. sırada yer almaktadır. Yurtiçindeki cam üretim kapasitesinin dağılımına baktığımızda düz cam üretimi %50, cam ambalaj üretimi %32, cam ev eşyası üretimi %16 ve geri kalan yaklaşık %2'lik kesim ise cam elyafı üretiminden oluşmaktadır [2]. Cam, bileşimi ve konsantrasyonu itibarıyla tanımlanan bir oksit karışımıdır ve bu özellikler camın temel karakteristiklerini belirler. Örneğin, saf SiO<sub>2</sub>'den oluşan erimiş silis camından farklı olarak, yaygın olarak kullanılan borosilikat cam gibi çeşitli cam türleri, bor gibi farklı türde ağ düzenleyiciler içermektedir. Bu nedenle, küresel pazarda birbirinden farklı özelliklere ve uygulamalara sahip çok sayıda cam türü bulunmaktadır [3].

Cam hamurunun hazırlanması ve şekillendirilmesi işlemlerinin ardından elde edilen cam, doğrudan kullanıma uygun birincil ürün olarak hizmet verebileceği gibi, ikincil şekillendirme işlemlerinden geçirilerek ara ürün haline de getirilebilir. İkincil şekillendirme işlemleri, cam malzemeye farklı özellikler kazandırabilme amacını taşır ve camların işlenerek istenilen geometrik özelliklere ulaştırılması, endüstriyel uygulamalarda önemli bir işlemdir [4]. Bu işlemler operasyonel anlamda kesme, delme, rodajlama, kuşlama, bizote, renklendirme ve temperleme olarak sınıflandırılabilir.

Cam üzerine delik delme işlemi, oldukça kritik bir öneme sahiptir. Camlar üzerinde yapılacak delikler, kullanım amacına, montaj amaçlarına ve müşteri taleplerine göre farklı özelliklere sahip olabilir. Cam üzerindeki mikro çatlakların bu talaşlı imalat yöntemleri açısından bir dezavantaj olduğu bilinmektedir [5, 6]. Farklı tip delme işlemlerinden yaygın kullanılanlarından birisi matkap ile delme işlemidir. Bu işlem sırasında, cam yüzeyindeki gerginliğin delik cidarlarından pul atığı ve çapak şeklinde bozulmalara sebep olduğu bilinmektedir. Bu bozulmaların kozmetik hatalarının yanı sıra bir de fiziksel sağlamlık açısından riskli olduğu tespit edilmiştir [4, 6].

Bazı talaşlı imalat yöntemlerindeki gibi cam delme işlemi sırasında da kullanılan sıvı, soğutma ve talaş uzaklaştırma amacıyla kullanılmaktadır. Delme işlemi sırasında cam, makinenin rijit tablası üzerine uygun konuma getirilerek bir klamp ile sabitlenir. Bu klampın amacı, proses sırasında camın olabildiğince titreşimden ve uygulanan kuvvetlerin etkisinden az etkilenmesini sağlamaktır. Camın delme yönündeki yüzeyine etki eden itme kuvveti, camın deformasyonuna sebep olarak kolaylıkla çatlaklara neden olabilir [7, 8, 9]. Tek yönlü delmelerde matkabın çıkış deliklerinde hatalar giriş deliklerine göre daha belirgindir [10]. Cam plakalar üzerindeki çıkış çatlakları genellikle büyük çaplı konik çatlaklardır. Bu durumun nedeni, matkabın uyguladığı basınç ve deformasyonun, camın kristal yapısının zayıf noktalarında odaklanmasıdır [9]. Bu sebeple matkap ile delme işlemi, camın her iki yüzeyinden de matkapların camın içine doğru dönerek ilerlemesi ile gerçekleşir. Matkapların birbirlerini eş merkezli olarak karşılama durumları kritik öneme sahiptir. Cam kalınlığının yarısı kadar cam içerisine giren matkaplardan

ilki kör bir delik açar. Diğeri ise bu kör deliğe diğeri yüzeyden ilerleyerek ulaşır ve böylece delik açılmış olur.

Delme işlemi sırasında matkap cam yüzeyinden talaş kaldırarak ilerler. Bu işlem sırasında camın kristalize yapısından dolayı delik çevresinde bazı hatalar meydana gelmektedir. Hatalardan biri, kozmetik açıdan cidarda şekerlenmeye benzetilebilen hatalardır. Bazı hatalar çapaklanma ve pul atıklarına neden olmaktadır. Bu hataların oluşmasındaki en büyük etken, delme parametrelerinin uygun olmamasından kaynaklanmaktadır [11].

Delme işleminde belirlenen kesme parametreleri, işleme sırasındaki kesici takım yıpranması, işleme maliyeti ve son ürün kalitesi gibi çıktıları doğrudan etkileyen kritik faktörlerdir. Cam malzemelerin yüksek sertlik, düşük termal genişleme katsayısı, yüksek yüzey kalitesi ve kristalize yapısı gibi özellikleri, delme işleminin yürütülmesi sırasında zorluklar oluşturabilir. Bu nedenle, delme işlemi için uygun kesme parametrelerinin belirlenmesi, ürün kalitesi ve üretim maliyetleri açısından önemlidir.

Bu çalışmada, cam delme işleminde en uygun kesme parametrelerinin Box-Behnken deney tasarımı ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, üç seviyeli cam kalınlığı, matkap çapı ve ilerleme hızı kesme parametreleri kullanılarak en büyük pul alanı yanıtı incelenmiştir. Çalışmanın sonraki bölümünde çalışmada kullanılan materyal-metot açıklanmış, üçüncü bölümde çalışmadan elde edilen bulgular belirtilmiş ve son bölümde sonuç ve değerlendirmeye yer verilmiştir.

## 2. MATERYAL METOT

Bu çalışmada, cam delme işlemindeki en büyük pul alanını minimum yapacak şekilde kesme parametrelerinin optimizasyonunun deney tasarımı için Yanıt Yüzey metodu (RSM) ile oluşturulan deney sistemlerinde en az deney sayısını elde eden Box-Behnken deney tasarımı kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan cam; iç ve dış mimari alanda, güneş enerjisi projelerinde ve beyaz eşya endüstrisinde oldukça fazla kullanılan düz camdır. Cam tedarikçisi “Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş” olmak üzere düz cam kimyasal bileşimi Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1. Çalışmada Kullanılan Camın Kimyasal Bileşimi [12]**

Cam Türü	%								
<b>Sodakalsik</b>	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	BaO	PbO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
	73.3	-	-	5.2	3.6	-	-	16.0	0.6

Deney malzemesi, 150x300 mm boyutlarında ölçülendirilmiştir. Keskin kenarları, vibrasyondan kaynaklanan kılcal çatlakların büyüyen ilerlemesini önlemek amacıyla Görsel 1’de gösterilen zımpara makinesi ve P120 şerit kum zımpara kullanılarak yumuşatılmıştır.





**Görsel 1. Zımpara Makinesi ve P120 Şerit Kum Zımpara**

Deneylerde, Görsel 2’de gösterilen DK1250 sabit tezgahlı cam delme makinesi kullanılmıştır. Matkap devir hızı, 2000 devir/dakika olarak ayarlanmıştır. Takım ve malzeme soğutması amacıyla akışkan şebeke suyu kullanılmıştır. Soğutma sıvısı, kesici takımın içinden geçirilerek ve delme işlemi sırasında cam yüzeyine temas ettirilerek uygulanmıştır. Soğutma sıvısının makineye giriş sıcaklığı 18°C’dir.



**Görsel 2. DK1250 Cam Delme Makinesi**

Deneylerde, "Teknik Elmas İmalat San. Tic. Ltd. Şti." tedarikçisinden temin edilen S-Ø11, S-Ø28 ve S-Ø40 matkapları kullanılmıştır. Kesici takımların termal soğutmasını arttırmak için Görsel 3’te gösterilen matkaplar tercih edilmiştir.



**Görsel 3. Kesici Takımlar**

Çalışmada kullanılacak deneysel tasarım, malzeme ve kesici takımlar belirlendikten sonra cam delme işlemindeki en büyük pul alanına etki eden kesme parametreleri ve seviyeleri, üretici firmanın kataloğuna uygun olarak Çizelge 2’de verildiği gibi belirlenmiştir.

**Çizelge 2. Kesme Parametreleri ve Seviyeleri**

Sembol	Kesme Parametreleri	Seviye		
		Düşük -1	Merkez 0	Yüksek +1
<i>T</i>	Cam kalınlığı (mm)	4	6	8
<i>D</i>	Matkap çapı (mm)	11	28	40
<i>v</i>	İlerleme hızı (mm/s)	2	3	4

### 3. BULGULAR

Box-Behnken deney tasarımına göre yapılması gereken deney sayısı 15 deney olarak tespit edilmiştir. Oluşturulan deney setine uygun olarak deneyler yapılmıştır. Her bir deney dört defa tekrarlanarak yapılmış ve ölçümler için en büyük değerler alınmıştır. Seçilen kesici takım ile deneyler öncesinde 12 adet ıskarta cam delinmiştir ve sıfır matkap uçlarının cam alıştırılma işlemleri tamamlanmıştır. Deneylerin birbirinden etkilenmemesi için her bir deney için farklı camlar kullanılmıştır. Deneylerde oluşan mikro çatlak ve pul atıkları “Dino-Lite” markasının dijital mikroskop cihazı kullanılarak ölçülmüş ve elde edilen yanıtlar Çizelge 3’te verilmiştir.

**Çizelge 3. Box–Behnken Deney Tasarımı ve Deney Sonuçları**

Deney no	Parametreler ve seviyeleri			Deney yanıtları
	Cam kalınlığı <i>T</i> (mm)	Matkap çapı <i>D</i> (mm)	İlerleme hızı <i>v</i> (mm/s)	En büyük pul alanı PA (mm <sup>2</sup> )
1	6	40	4	0,409
2	6	11	2	0,419
3	6	28	3	0,341
4	6	28	3	0,341
5	8	28	2	0,282
6	6	40	2	0,271
7	4	11	3	0,437
8	4	28	4	0,434
9	6	28	3	0,341
10	4	40	3	0,337
11	4	28	2	0,395
12	8	28	4	0,291
13	8	40	3	0,179
14	6	11	4	0,345
15	8	11	3	0,384

Elde edilen nümerik analiz yanıtları için Design Expert 12.0.3.0 paket programı kullanılarak analizler yapılarak minimum “en büyük pul alanı” değerlerini veren optimum işleme parametreleri için uygun olan regresyon modeli denklem (1)’deki gibi oluşturulmuştur.

$$R_{PA} = 0,6398 + 0,0068T - 0,0085D - 0,0592v - 0,0009TD - 0,0038Tv + 0,0036Dv \quad (1)$$

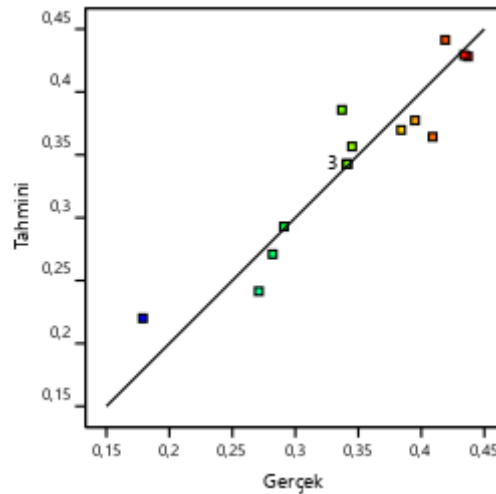
DeneySEL çalışmalarından elde edilen “en büyük pul alanı değeri ile ilgili modelin ve modeldeki katsayıların doğruluğunu belirleyen F testi ve işlemeye etki eden faktörlerin “en büyük pul alanı” yanıtına katkısını belirlemek için varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve 2FI varyans analizi sonucu Çizelge 4’te verilmiştir.

**Çizelge 4. En Büyük Pul Alanı İçin ANOVA Analizi**

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	0,0616	6	0,0103	9,89	0,0024	Anlamlı
<i>T</i>	0,0248	1	0,0248	23,86	0,0012	Anlamlı
<i>D</i>	0,0187	1	0,0187	18,03	0,0028	Anlamlı
<i>v</i>	0,0007	1	0,0007	0,6889	0,4306	
<i>TD</i>	0,0029	1	0,0029	2,81	0,1321	
<i>Tv</i>	0,0002	1	0,0002	0,2166	0,6541	
<i>Dv</i>	0,0109	1	0,0109	10,52	0,0118	Anlamlı
Kalan	0,0083	8	0,001			
Uyum	0,0083	6	0,0014			
Saf Hata	0	2	0			
Toplam	0,0699	14				
<b>R<sup>2</sup>: 0,8812</b>		Düzeltilmiş R <sup>2</sup> : 0,7921			Tahmini R <sup>2</sup> : 0,4717	

Çizelge 4 incelendiğinde “en büyük pul alanı” yanıtı için yapılan analizde modelin anlamlı olduğu (P-değeri <0.05) tespit edilmiştir. Bu analizde cam kalınlığı (*T*) ve matkap çapı (*D*) kesme parametrelerinin anlamlı olduğu ve en büyük pul alanı üzerinde etkisinin olduğu ancak ilerleme hızının (*v*) en büyük pul alanı üzerinde etkisinin olmadığı (P-değeri >0.05) görülmektedir. Anlamlılık değerlerine bakıldığında ise cam kalınlığının “en büyük pul alanı” üzerinde en etkili parametre olduğu tespit edilmiştir. 2FI model istatistiklerine göre Düzeltilmiş R<sup>2</sup> değeri 0,7921 iken Tahmini R<sup>2</sup> değeri 0,4717 olarak belirlenmiştir.

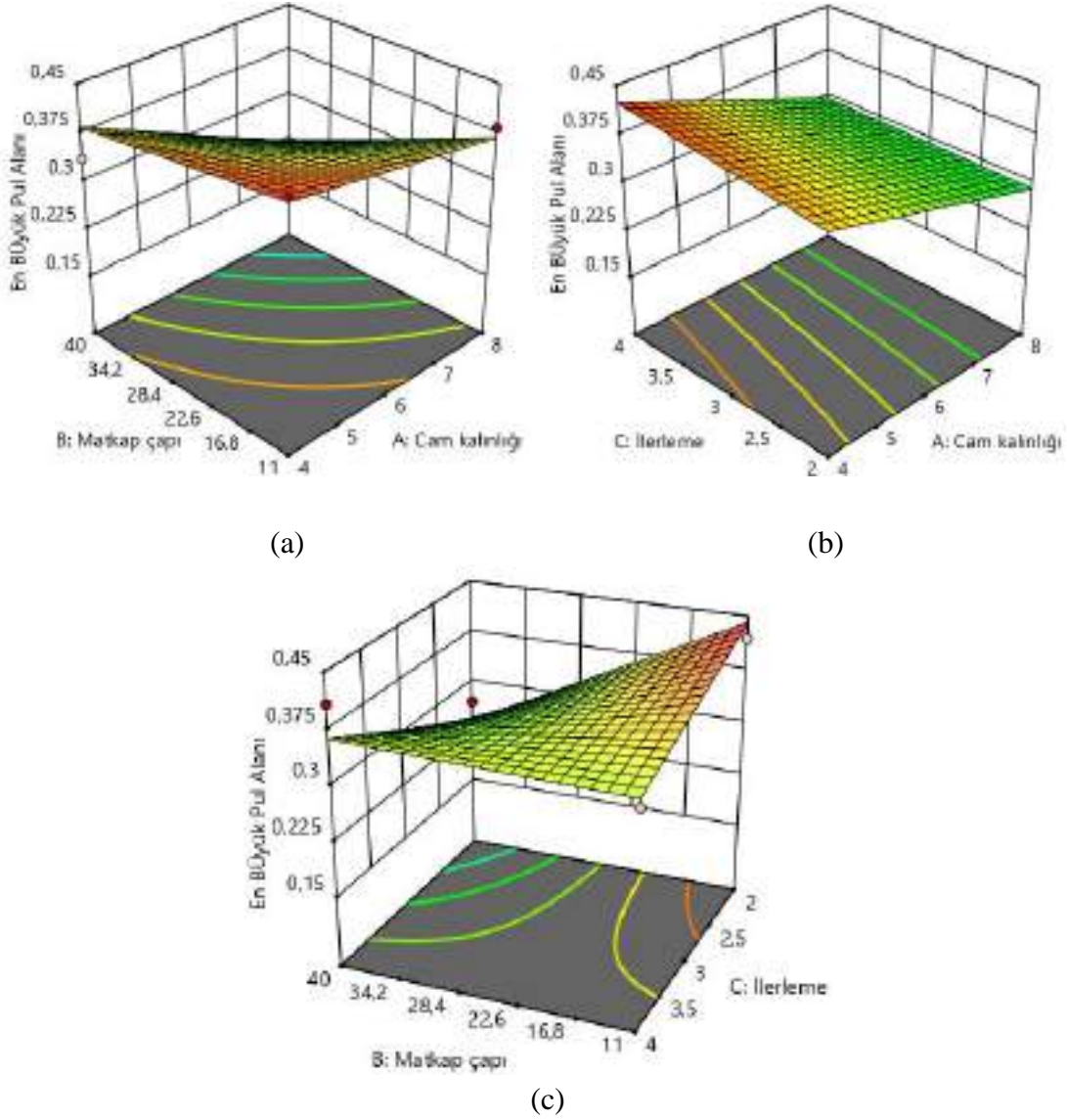
En büyük pul alanı yanıtı için deneylerden ve regresyon modeli denklemlerinden elde edilen tahmini değerler Görsel 4’te verilmiştir.



**Görsel 4. En Büyük Pul Alanı Yanıtı İçin Gerçek ve Tahmini Değerler**

Görsel 4 incelendiği zaman en büyük pul alanı yanıtına ait gerçek ve tahmini değerlerde az da olsa fark olduğu görülmektedir.

ANOVA analizinden sonra cam işlemeye etki eden kesme parametrelerinin “en büyük pul alanı” yanıtı üzerinde birlikte oluşturdukları etkiler incelenmiş ve elde edilen bulgular Görsel 5’te verilmiştir.



**Görsel 5. Cam İşlemeye Etki Eden Faktörlerin En Büyük Pul Alanına Etkisi**

Görsel 5 (a) incelendiğinde, cam kalınlığının artması ile en büyük pul alanının düştüğü ancak matkap çapının artması ile en büyük pul alanının arttığı görülmektedir. Görsel 5 (b) de ise cam kalınlığının artmasıyla en büyük pul alanının azalmasına rağmen ilerleme miktarının artmasıyla en büyük pul alanının arttığı tespit edilmiştir. İlerleme miktarı ve matkap çapı parametrelerinin en büyük pul alanı üzerindeki etkisi ise Görsel 5 (c)’de verilmiştir. Buna göre, matkap çapının ve ilerleme miktarının artması ile en büyük pul alanının azaldığı görülmektedir.

Cam malzemelerin delme işlemine etki eden parametrelerinin en büyük pul alanına olan etkileri incelendikten sonra en büyük pul alanını minimum yapacak optimum cam delme parametreleri değerleri Design Expert 12.0.3.0 programından elde edilmiştir. Elde edilen optimum cam delme parametre değerleri ve bu optimum değerlere karşılık gelen en büyük pul alanı değeri Çizelge 4’te verilmiştir.

**Çizelge 4. Optimum Cam Delme İşlemi Kesme Parametreleri ve Minimum “En Büyük Pul Alanı” Değeri**

Kesme Parametreleri			Deney Yanıtı	Desirability
Cam kalınlığı- <i>T</i> (mm)	Matkap çapı- <i>D</i> (mm)	İlerleme hızı- <i>v</i> (mm/s)	En büyük pul alanı- PA (mm <sup>2</sup> )	
4,46586	40	2	0,299	0,746

Elde edilen bu optimum kesme parametre değerleri Denklem (1)'deki regresyon denkleminde uygulandığı zaman “en büyük pul alanı” değeri 0,305 olarak elde edilmiştir ve bu değer ile Design Expert 12.0.3.0 programından elde edilen değer (0,299) arasında %2'lik bir fark bulunmaktadır.

#### 4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Cam delme işlemine etki eden faktörlerin optimizasyonu, üretim sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu optimizasyon hem maliyet tasarrufu hem de üretkenlik artışı sağlamak amacıyla gerçekleştirilir. Doğru delme hızı, delme aleti seçimi, soğutma sistemi, basınç ve güç ayarları gibi faktörlerin optimal bir şekilde belirlenmesi, cam malzemenin daha hassas ve temiz delinmesini sağlar. Ayrıca, bu optimizasyon, delme işleminin malzeme üzerinde olumsuz etkilerini en aza indirir, böylece ürün kalitesini artırır. Sonuç olarak, cam delme işlemine etki eden faktörlerin başarılı bir şekilde optimize edilmesi, verimliliği artırarak rekabet avantajı sağlar ve kaliteli üretimi destekler.

Bu çalışmada, yanıt yüzeyi metodu ile kombine edilen üç seviye Box-Behnken tasarımı ile cam delme işleminde en büyük pul alanına etki eden parametrelerin optimizasyonu amaçlanmıştır. Bunun için, cam kalınlığı (mm), matkap çapı (mm), ilerleme hızı (mm/s) parametrelerine bağlı olarak yapılmış olan deney sonuçları Design Expert 12.0.3.0 programında analiz edilerek “en büyük pul alanı” üzerine etki eden parametrelerin optimizasyonu yapılmıştır. Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlara göre;

- Box-Behnken faktöriyel tasarımı ile yapılan deney sonuç tahminlerinde “en büyük pul alanı” için  $R^2 = 0,8812$  ve  $R^2$  (adjusted) = 0,7921 olarak elde edilmiş ve bu optimizasyon tasarımının bu problem için doğru tahminler yapabileceği,
- Analizlerde kullanılan parametreler ve seviyelere göre; en büyük pul alanı yanıtı için cam kalınlığının en önemli parametrede olduğu,
- İlerleme hızı parametresinin en büyük pul alanı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı,
- Minimum “en büyük pul alanı” için cam kalınlığının 4,465 mm, matkap çapının 40 mm ve ilerleme hızının 2 mm/s olması gerektiği,

tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma, literatürde çok fazla incelenmeyen cam delme işlemine etki eden kesme parametrelerinin optimize edilmesinde hem araştırmacılara hem de endüstriyel uygulamacılara yol gösterecektir.



## KAYNAKÇA

- [1] Bansal, N. P., & Doremus, R. H. (2013). *Handbook of glass properties*. Elsevier.
- [2] Göreke, C., Kitiş, Ş., & Topal, A. (2021). Cam şekillendirme tesislerinde kesim hattında iş sağlığı ve güvenliği risklerinin değerlendirilmesi. *İSG Akademik*, 3(1), 47-69.
- [3] Hof, L. A., & Abou Ziki, J. (2017). Micro-hole drilling on glass substrates—A review. *Micromachines*, 8(2), 53.
- [4] Yazici, B. *Cam malzemenin bir düşey sirkülasyon elemanı olarak merdivenlerde kullanımı ve iç mekân tasarımına etkileri* (Master's thesis, Güzel Sanatlar Enstitüsü), Marmara Üniversitesi, 2019.
- [5] Scholze, H. (2012). *Glass: nature, structure, and properties*. Springer Science & Business Media.
- [6] Huerta, M., & Malkin, S. (1976). Grinding of glass: the mechanics of the process.
- [7] Kim, H. H., Chung, S., Kim, S. C., Jee, W. H., & Chung, S. C. (2006, May). Condition monitoring of micro-drilling processes on glass by using machine vision. In *Proceedings of the ASPE* (Vol. 21, pp. 535-538).
- [8] Chen, S. T., Jiang, Z. H., Wu, Y. Y., & Yang, H. Y. (2011). Development of a grinding–drilling technique for holing optical grade glass. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 51(2), 95-103.
- [9] Park, B. J., Choi, Y. J., & Chu, C. N. (2002). Prevention of exit crack in micro drilling of soda-lime glass. *CIRP Annals*, 51(1), 347-350.
- [10] Mizobuchi, A., Honda, K., & Ishida, T. (2017). Improved chip discharge in drilling of glass plate using back tapered electroplated diamond tool. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 18, 1197-1204.
- [11] Chen, S. T., Jiang, Z. H., Wu, Y. Y., & Yang, H. Y. (2011). Development of a grinding–drilling technique for holing optical grade glass. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 51(2), 95-103.
- [12] Toydemir, N. (1990). Cam yapı malzemeleri, Sakarya Gazetecilik ve Matbaacılık Tic. AŞ, Eskişehir. Eriş, M.,(2002), *Yapı Fiziği ve Malzemesi, İkinci Basım, Literatür Yayınları*, 2.



## ELEKTRİKLİ ARAÇ SEÇİMİNDE AHP VE TOPSIS YÖNTEMLERİNİN KULLANILMASI

Öğrenci ZEYNEP DOĞAN<sup>1</sup>, Öğrenci ARZU ECE ORÇAN<sup>2</sup>, Prof. Dr. AYTAÇ  
YILDIZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,

[zeynepdogan1700@gmail.com](mailto:zeynepdogan1700@gmail.com), 0009-0001-4655-7774

<sup>2</sup>Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, [orcance@gmail.com](mailto:orcance@gmail.com) -

0009-0005-5683-2812

<sup>3</sup>Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, [aytac.yildiz@btu.edu.tr](mailto:aytac.yildiz@btu.edu.tr)

- 0000-0002-0729-633X

### ÖZET

Günümüz dünyasında yaşanan çevresel sorunlar, yenilenebilir enerji araçlarına olan ilgiyi artırmıştır. Bunun sonucu olarak, sera gazı emisyonlarının azaltılmasında ve dolayısıyla küresel ısınma sorununun azaltılmasında hayati bir rol oynayan elektrikli araçlar giderek popüler hale gelmiştir. Bunun sonucu olarak da ülkelerin çoğu, sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunacak elektrikli araçların üretilmesine ve yaygınlaşmasına yönelmişlerdir.

Günümüz elektrikli araç pazarı stil, renk, kalite, boyut ve performans gibi çeşitli özelliklerde geniş bir yelpaze sunmaktadır. Tüketiciler bu geniş yelpaze arasından akü kapasitesi, oturma kapasitesi, sürüş menzili, fiyat, tork, hızlanma, şarj süresi, şarj altyapısı, güvenlik, görünüm, iç mekân gibi kriterleri göz önünde bulundurarak kendileri için en uygun aracı seçmeye çalışmaktadırlar. Ancak, bu seçim sürecinde görüldüğü gibi birçok kriter yer aldığından dolayı mevcut elektrikli araçlar arasından en iyisinin seçimi tüketiciler için zorlu bir karar süreci olmaktadır. Bu yüzden, bu süreçte çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılması zor olan karar probleminin çözümünde tüketicilere yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi- Analytical Hierarchy Process) ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions) yöntemleri kullanılarak en iyi elektrikli aracın seçilmesi amaçlanmıştır. Bunun için son yıllarda kullanıcılar tarafından beğeni toplayan 5 elektrikli araç alternatif olarak belirlenmiştir. Literatür taramasına bağlı olarak elektrikli araç satın almak isteyen tüketicilerin en çok dikkat ettikleri seçim kriterleri olarak; batarya kapasitesi, şarj süresi, maliyet, tork, sürüş menzili ve motor gücü belirlenmiştir. Çalışmada ilk olarak, AHP ve TOPSIS yöntemlerine göre alternatif elektrikli araçlar değerlendirilmiş ve sıralanmışlardır. Çalışma sonunda her iki yöntemden elde edilen sıralamalar karşılaştırılmış ve en uygun olan elektrikli araç seçimi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrikli araç, çok kriterli karar verme, AHP, TOPSIS

## 1. GİRİŞ

Günümüzün hızla değişen dünyasında, enerji kaynaklarının sınırlı olduğu ve çevresel sorunların giderek arttığı bir gerçektir. Günlük yaşantımızda sıkça kullandığımız fosil yakıtlı ulaşım araçları açığa çıkardıkları gaz ve taneciklerle soluduğumuz havayı kirletmektedir. Bu nedenle, ulaşım sektörü de büyük bir dönüşümün içindedir. Elektrikli araçlar, bu dönüşümün merkezinde yer alarak, çevre dostu ve sürdürülebilir bir ulaşım alternatifi olarak önemli bir rol oynamaktadır. Petrol fiyatlarındaki yükseliş, çevresel endişeler ve fosil yakıtların tükenme riski, elektrikli araçlara yönelimi artırarak sürdürülebilir ulaşımın önemini vurgulamaktadır [1]. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) yaptığı araştırmalara göre, elektrikli otomobillerin pazar payının önemli ölçüde artması beklenmektedir. 2020'de 9-20 milyon arasında elektrikli otomobilin bulunduğu tahmin edilirken, 2025'te bu rakamın 40-70 milyon arasında olması öngörülmektedir. Bu, elektrikli araçların önümüzdeki yıllarda popülerlik kazanarak daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşması ve pazarın büyümesi anlamına gelmektedir. IEA'nın başka bir araştırmasına göre, 2040'a kadar elektrikli araçların pazar payı için çeşitli senaryolar öngörülmüştür. En kötümser senaryoya göre, 2040'ta elektrikli araçların pazar payının %8 civarında olması beklenirken, en iyimser senaryoda bu oranın %26'ya kadar çıkabileceği tahmin edilmektedir. Bu senaryolar, elektrikli araçların benimsenme hızının çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir [2].

Elektrikli araçlar, petrol bağımlılığını azaltmakta ve zararlı emisyonların miktarını önemli ölçüde düşürmektedir. Bu nedenle, elektrikli araçlar sürdürülebilir ulaşım sistemlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiş ve giderek daha fazla talep görmektedir. İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak, hava kalitesini iyileştirmek, sağlık risklerini azaltmak ve sürdürülebilirliği artırmak amacıyla, yüksek emisyon üreten ve fosil yakıt kullanan araçlardan düşük emisyonlu elektrikli araçlara geçiş önerilmektedir. Bu nedenle, elektrikli araçların yaygınlaştırılması için çalışmalar hızla artmaktadır. Elektrikli araçlar, fosil yakıtlara dayalı geleneksel içten yanmalı motorlu araçlara çevre dostu bir alternatif sunmaktadır. Bu taşıtlar, elektrik motorlarıyla çalışır ve genellikle lityum iyon piller gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına dayanır. Bu özellikleri sayesinde, elektrikli araçlar fosil yakıtların neden olduğu hava kirliliği, sera gazı emisyonları ve enerji tüketimini azaltmakta büyük bir potansiyele sahiptir [3].

Elektrikli araçlar aynı zamanda enerji verimliliği açısından da avantajlıdır. Geleneksel içten yanmalı motorlu araçlarda, motorlar yakıtı daha az verimli bir şekilde kullanır ve enerjinin bir kısmı ısı olarak kaybolur. Elektrikli araçlar ise elektrik enerjisini doğrudan harekete dönüştürdüğü için daha verimlidir. Bu, enerji tasarrufunu artırır ve daha az kaynak kullanımını teşvik eder. Ayrıca, elektrikli araçlar, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesine de katkıda bulunur. Fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltarak, enerji güvenliğini artırır ve enerji kaynaklarının daha sürdürülebilir ve çevre dostu hale gelmesine katkı sağlar. Bu avantajlarından dolayı kullanıcılar tarafından da son yıllarda büyük talep görmektedir. Son yıllarda ortaya çıkan birçok elektrikli araç arasından kendileri için en uygun olanını belirlemek ise kullanıcılar için büyük bir karar problemine dönüşmektedir. Çünkü, seçimleri etkileyecek birçok kriter bulunmaktadır. Bu yüzden, elektrikli araç seçimi gibi içerisinde belirsizlik ve

birçok faktör bulunan problemin çözümünde çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin kullanılması karar vericilere kolaylıklar sağlamaktadır.

Bu çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak en iyi elektrikli aracın seçilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın bundan sonraki bölümünde elektrikli araç seçiminde etkili olan kriterler açıklanmış, üçüncü bölümde AHP ve TOPSIS yöntemleri ile en iyi elektrikli araç seçimi yapılmış ve son bölümde sonuç ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

## 2. ELEKTRİKLİ ARAÇ SEÇİMİNDE ETKİLİ OLAN KRİTERLER

Elektrikli araçlar, sosyal ve ekonomik açılardan birçok avantaj sunmaktadırlar. Otomotiv sektöründeki teknolojik ilerlemelerle birlikte, temiz enerji ve enerji verimliliği gibi sürdürülebilir faktörlere katkılarından dolayı elektrikli araçların yaygın kullanımını hızlanmaktadır [2]. Elektrikli araçlar, temiz enerji kullanımı, fosil yakıtların sınırlı olması ve yakıt maliyetlerinin artması gibi nedenlerle karayolu ulaşımında çekici bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Temel olarak, bu araçlar, depolanan enerjiyi elektrik motorlarına dönüştürerek çalışır. Elektrikli araç pazarının hızla genişlediği göz önüne alındığında dünya çapında müşterilerin dinamik talebini karşılamak için ortaya çıkmış çeşitli göze çarpan özelliklere sahip elektrikli araç modelleri bulunmaktadır [3]. Elektrikli araçların menzili ve maliyeti, geleneksel benzinli veya dizel araçlara kıyasla bazı sınırlamalar içermektedir. Bu, yakıt tasarrufu ve düşük işletme maliyeti ile dengelemeye çalışsa da menzil ve şarj süreleri hala bazı tüketiciler için düşünülmesi gereken faktörlerdir. Elektrikli araç satın alırken dikkat edilmesi gereken birçok önemli kriter bulunmaktadır. Benzer şekilde çok sayıda elektrikli araç modeli için çeşitli performans ölçümleri ve kriterler mevcuttur. İşte bu müşterilerin uygun kriterleri ve en iyiyi seçmesini zorlaştıran unsurdur [3, 4].

Kriterler arasından ilk olarak, aracın menzili göz önünde bulundurulmalıdır. Bir elektrikli aracın menzili, tek bir şarjla kat edebileceği maksimum mesafedir. Elektrikli araç modellerinin aralığı modeller arasında önemli ölçüde farklılık gösterir. Bu yüzden, bu kriter önemli verilmektedir. Başka bir seçim kriteri akıllı özelliklerdir. Elektrikli araçlar genellikle dokunmatik ekranlı bilgi-eğlence sistemleri, kablosuz güncelleme bağlantıları, akıllı telefon entegrasyonu, sürücü destek sistemleri ve otonom sürüş yetenekleri gibi modern teknolojiye ve akıllı özelliklere sahiptir. Bir alıcının çok sayıda akıllı özelliğe yönelik tercihi de dikakte alınmaktadır. Ayrıca, elektrikli araçlar hızlı tork iletimi, kesintisiz hızlanma ve elektrikli motor tasarımı gibi birçok performans özelliği ile farklılıklar göstermektedir. Beygir gücü, hızlanma süresi ve sürüş dinamikleri gibi performansla ilgili özellikler dikkate almak çok önemlidir [4]. Ayrıca, şarj altyapısı da araç seçiminde önemlidir. Çevrenizdeki şarj istasyonlarının konumu ve erişilebilirliği, günlük kullanımınızı etkileyebileceğinden dolayı bu kriterin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Diğer bir önemli kriter ise şarj süresidir. Elektrikli araçların şarj süreleri modelden modele farklılık gösterebilir. Şarj süresi, şarj cihazı tipine ve aracın akü kapasitesine bağlıdır. Bu yüzden hızlı şarj seçenekleri sunan araçlar, daha kısa süre içinde şarj edilebilir. Halka açık şarj istasyonlarının sınırlı olması nedeniyle, elektrikli araç alıcıları şarj süresinin her zaman çok önemli bir faktör olduğunu düşünülmektedir [4, 5]. Bir aracın yük taşıma kapasitesi, depolama alanına bağlıdır. Bu nedenle depolama alanının maksimuma

çıkarılması tercih edilmektedir. Pil teknolojisinin etkisi nedeniyle, bir elektrikli aracın başlangıç maliyeti, geleneksel benzinle çalışan bir araca göre daha yüksek olabilir. Bununla birlikte, hükümet teşviklerinin, vergi kredilerinin ve indirimlerin uygulanması, başlangıçtaki ekonomik sıkıntıyı önemli ölçüde hafifletme potansiyeline sahiptir. Elektrikli bir aracın satın alınmasıyla ilgili mali sonuçlar potansiyel alıcılar için oldukça önemlidir. Ayrıca, fiyat ve hibe seçenekleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Elektrikli araçların maliyeti, geleneksel araçlara göre genellikle daha yüksektir ancak uzun vadede enerji tasarrufu ve bakım maliyetleri tasarruf sağlamaktadır [4]. Ayrıca bu kriterler birbirini de etkileyen parametrelerdir. Örneğin uygun batarya seçimi aracın performansı ve menzilinı doğrudan etkilemektedir [5].

### 3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada elektrikli araç seçimi için çok kriterli karar verme yöntemleri olan AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

#### 3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

AHP, karar verme sürecinde karmaşık problemlerin ayrıştırılmasına ve farklı faktörlerin önceliklendirilmesine yardımcı olan bir yöntemdir. AHP, yapısal bir model oluşturarak karar verme sürecinde sistematik bir yaklaşım sunar. AHP, karar vericilere karmaşık problemleri hiyerarşik bir yapıda modelleme ve ilişkileri değerlendirme imkanı sunarak daha etkili ve bilgiye dayalı kararlar almalarını sağlar (Samut, 2016). Bu yöntem, kriterleri hiyerarşik bir yapı içinde belirlemeyi, bu kriterleri temsil etmeyi ve çözülebilir seviyeye indirgenmiş problem parçalarını ikili karşılaştırma mantığıyla çözen bir süreci ifade eder (Yertutan ve Çetinyokuş, 2021). Hem sayısal hem de sözel verilerin bulunduğu karar verme problemlerinde kullanılan etkin bir yöntemdir. Bu yöntemin en önemli işlevleri karar verme sürecindeki farklı faktörlerin ve alt faktörlerin önceliklendirilmesi, karar verme sürecindeki kriterlerin ve alternatiflerin karşılaştırılması, insan zihni tarafından algılanan ölçeklendirme tercihlerine dayalı olarak değerlendirmelerin yapılması şeklinde sıralanabilir [8].

AHP tekniğinin başlıca faydaları aşağıda özetlenmiştir [9]:

- AHP, karmaşık, organize edilmemiş ve çok özellikli sorunların üstesinden gelmeye yardımcı olur.
- AHP, karar vericilerin sorunu daha basit ve daha anlaşılır alt sistemlere bölmesine izin verir.
- AHP, nicel ve nitel veriler için eşit derecede kullanılabilir.
- AHP, karmaşık karar meselesini geliştirmek için hiyerarşik bir çerçeve kullanır.
- AHP, karar vericilerin değerlendirme prosedürünün tutarlılığını hesaplamasını sağlar

AHP yöntemindeki uygulama adımları aşağıda sırasıyla belirtilmektedir [9].

*Adım 1:* Problem tanımlanır: Ele alınan seçim ya da değerlendirme problemi belirlenir.

*Adım 2:* Hiyerarşik model oluşturulur: Ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenerek hiyerarşik model oluşturulur.

*Adım 3:* İkili karşılaştırmalar matrisi oluşturulur: Çizelge 1’de yer alan ölçek kullanılarak ana kriterler, varsa alt kriterler ve alternatiflerin karşılaştırıldığı matrisler oluşturulur.

**Çizelge 1. İkili Karşılaştırma Önem Değerleri ve Tanımları [9]**

Değeri	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip.
3	Biraz önemli	Bir kriterin diğerine karşı biraz daha üstün olduğu durum.
5	Fazla önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır.
7	Çok fazla önemli	Bir kriter diğerine karşı oldukça üstün sayılmıştır.
9	Aşırı derece önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğu çok nettir.
2, 4, 6, 8	Ara değerler	Ardışık iki değerlendirme arasındaki ara değerleri belirtir.

*Adım 4:* İkili karşılaştırma matrisleri normalize edilir: Kriterlerin ikili karşılaştırılmasından elde edilen karar matrisinde, her eleman kendi sütun toplamına bölünerek normalize edilir.

*Adım 5:* Öncelik vektörü hesaplanır: Normalize edilmiş matrisin her bir satır toplamı, matrisin boyutuna bölünerek ortalaması alınır. Bu değerler, her bir kriterin önem ağırlığını temsil eder.

*Adım 6:* Tutarlılık oranı hesaplanır: Karşılaştırmaların tutarlılığını değerlendirmek amacıyla, her bir matris için tutarlılık oranı (CR) hesaplanır. Eğer CR değeri 0,10'dan küçük ise, ikili karşılaştırmalar tutarlıdır. Ancak, 0,10'dan büyükse tutarsızlık vardır ve bu durumda karar vericilerin ikili karşılaştırma değerlendirmelerini gözden geçirmeleri gerekmektedir.

*Adım 7:* Karar seçenekleri sıralanır: Alternatiflerin karşılaştırılmasından elde edilen önem ağırlıkları ve kriterlerin karşılaştırılmasından elde edilen önem ağırlığı çarpılır. Bu çarpım sonucu elde edilen matriste önem ağırlığı en yüksek olan alternatif seçilmiş olur.

### 3.2. TOPSIS

TOPSIS yöntemi, ilk olarak 1981 yılında Hwang ve Yoon [10] tarafından tanıtılmış önemli ÇKKV yöntemlerinden biridir. TOPSIS yönteminin temel ilkesi, seçilen alternatifin pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözümden en uzak olması gerektiğidir [11]. TOPSIS yönteminin uygulanışı sırasıyla; karar matrisi ve kriter ağırlıklarının belirlenmesi, normalizasyon, ideal çözüm ve en kötü çözümün belirlenmesi ve son olarak alternatiflerin ideal çözüme ve en kötü çözüme göre benzerlik skorlarının hesaplanması adımlarını içerir. İdeal çözüm, her kriter için en iyi performansı gösteren alternatifi ifade ederken en kötü çözüm, her kriter için en düşük performansı gösteren alternatifi verir. Benzerlik skorları ise alternatiflerin ideal çözüme olan benzerlikleri ve en kötü çözüme olan farklılıkları dikkate alınarak puanlanmasından elde edilen değerlerdir [12].

TOPSIS yöntemi basit hesaplama, kolay anlama ve diğer yöntemleri entegre etme konusunda güçlü bir kapasite içerdiğinden çeşitli uygulamalarda kullanılan etkili bir karar verme yaklaşımıdır. Aşağıda TOPSIS yönteminin adımları tanımlanmıştır [10].

*Adım 1:* Karar matrisinin oluşturulması: Karar matrisi, karar seçenekleri ve değerlendirme ölçütleri belirlendikten sonra karar verici tarafından oluşturulan  $m \times n$  boyutlu bir matristir. Burada, m ve n sırasıyla alternatif ve değerlendirme kriterleri sayısıdır.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

*Adım 2:* Normalize matrisin oluşturulması

$$r_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

*Adım 3:* Ağırlıklı normalize matris oluşturulur: AHP yönteminden elde ettiğimiz ağırlıklar ile 2.adımda elde ettiğimiz normalize değerleri çarpılarak yeni bir matris elde edilir.

$$v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j \quad (2)$$

Burada  $w_j$   $j$ . kriterin ağırlığıdır ve  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ .

*Adım 4:* Pozitif ( $A^*$ ) ve negatif ideal çözümlerin ( $A^-$ ) bulunması: Ağırlıklı normalize matrisi kullanılarak pozitif ve negatif çözüm kümeleri elde edilir. Pozitif ideal çözüm kümesi için fayda kriterlerinin max değerlerini, maliyet kriterlerinin min değerleri seçilir. Negatif ideal çözüm kümesi için fayda kriterlerinin min, maliyet kriterlerinin max değerleri seçilir.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} \mid j \in B), (\min_i v_{ij} \mid j \in C) \right\} \quad (3)$$

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} \mid j \in B), (\max_i v_{ij} \mid j \in C) \right\} \quad (4)$$

Burada;  $B$  fayda ve  $C$  maliyet kriteridir.

*Adım 5:* Her bir alternatifin ideal çözümden ayrımının hesaplanması: Pozitif ideal ( $S_i^*$ ) ve negatif ideal çözüm ( $S_i^-$ ) değerlerine olan uzaklık değerleri elde edilir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (5)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (6)$$

*Adım 6:* Yakınlık katsayısının ( $C_i^*$ ) hesaplanması

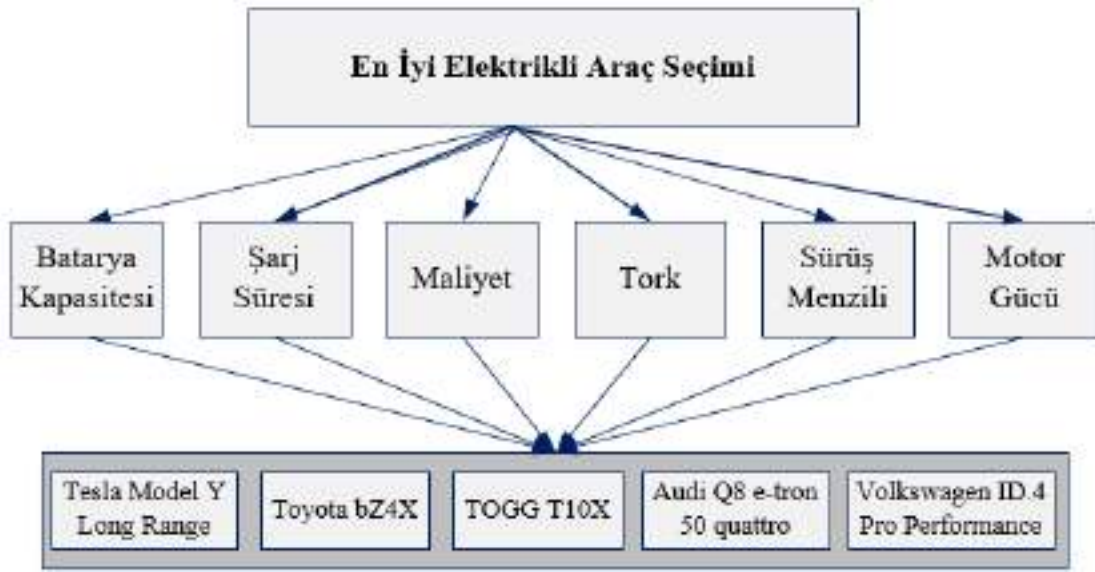
$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad (7)$$



Adım 7: Alternatiflerin yakınlık katsayısına göre sıralanması

#### 4. BULGULAR

Bu çalışma kapsamında son yıllarda kullanıcılar tarafından beğeni toplayan 5 adet elektrikli araç karar verme probleminin alternatifler bölümünde değerlendirilecektir. Bu değerlendirmeyi yapabilmek için elektrikli araç satın almak isteyen kişilerin en çok dikkat ettikleri 6 özellik hem literatür taraması hem de elektrikli araç satın almak isteyen 5 kişinin ortak görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Bu kriterler ve alternatiflerin bulunduğu hiyerarşik model Görsel 1’ de verilmiştir.



Görsel 1. Elektrikli Araç Seçimi Hiyerarşik Modeli

##### 4.1. En İyi Elektrikli Aracın AHP Yöntemi ile Seçimi

Çizelge 1’deki önem dereceleri ölçeğine göre elektrikli araç seçiminde etkili olan ve Görsel 1’de verilen kriterler elektrikli satın almak isteyen 3 kişinin ortak görüşleri doğrultusunda ikili olarak karşılaştırarak değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucunda kriterlere ait önem ağırlıkları elde edilmiştir. Yapılan ikili karşılaştırmalar ve elde edilen önem ağırlıkları Çizelge 2’de verilmiştir. Yapılan ikili karşılaştırmada tutarlılık oranı (CR) 0,09 olarak hesaplanmış ve karşılaştırmaların tutarlı olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Kriterlerin İkili Karşılaştırılması ve Önem Ağırlıkları

Kriterler	Batarya Kapasitesi	Şarj Süresi	Maliyet	Tork	Sürüş Menzili	Motor Gücü	Önem Ağırlığı
Batarya Kapasitesi	1,00	3,00	5,00	1/3	1/3	1/5	0,1019
Şarj Süresi	1/3	1,00	3,00	1/5	1,00	1/5	0,0533
Maliyet	0,20	1/3	1,00	1/5	1/5	1/7	0,0335
Tork	3,00	5,00	5,00	1,00	3,00	1/3	0,2228

Sürüş Menzili	3,00	5,00	5,00	1/3	1,00	5,00	0,1556
Motor Gücü	5,00	7,00	7,00	3,00	5,00	1,00	0,4329

Sonraki aşamada, alternatif elektrikli araçlar belirlenen seçim kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme işlemi elektrikli araçların kriterler bazında gerçek verileri kullanılmış ve Çizelge 3’te verilmiştir. Literatürde bu araçlar ile ilgili birçok farklı bilgi bulunmasına karşın bu verilerin ortalamaları esas alınmıştır.

**Çizelge 3. Alternatif Elektrikli Araçların Seçim Kriter Değerleri**

Alternatifler	Seçim Kriterleri					
	Batarya Kapasitesi (kWh)	Şarj Süresi (min)	Maliyet (\$)	Tork (Nm)	Sürüş Menzili (km)	Motor Gücü (kw)
Tesla Model Y Long Range	75	15	48000	545	505	282
Toyota bZ4X	72,8	30	43335	266	470	159
TOGG T10X	88,5	28	44719,99	350	523	160
Audi Q8 e-tron 50 quattro	80	41	80677,5	664	491	249
Volkswagen ID.4 Pro Performance	77	30	48212,65	310	522	150

AHP yönteminin diğer adımlarının uygulanması ile son adımda alternatif elektrikli araçların önem ağırlıkları elde edilmiş ve Çizelge 4’te verilmiştir.

**Çizelge 4. Alternatif Elektrikli Araçların Önem Ağırlıkları ve Seçim Sıralaması**

Alternatifler	Önem Ağırlığı	Seçim Sıralaması
Tesla Model Y Long Range	0,255	1
Toyota bZ4X	0,159	5
Togg T10X	0,177	3
Audi Q8 e-tron 50 quattro	0,245	2
Volkswagen ID.4 Pro Performance	0,164	4

Çizelge 4 incelendiği zaman Tesla Model Y Long Range aracının 0,255 önem ağırlığı ile AHP yöntemine göre en iyi elektrikli araç olduğu sonucuna varılmıştır.

#### 4.2. En İyi Elektrikli Aracın TOPSIS Yöntemi ile Seçimi

TOPSIS yönteminde de Çizelge 3’te verilen değerler ve AHP yönteminden elde ettiğimiz kriter önem ağırlıkları kullanılmıştır. Bu yöntemde öncelikle Çizelge 5’te verilen karar matrisi oluşturulmuştur.

**Çizelge 5. Karar Matrisi**

Alternatifler	Seçim Kriterleri
---------------	------------------

	Batarya Kapasitesi (kWh)	Şarj Süresi (min)	Maliyet (\$)	Tork (Nm)	Sürüş Menzili (km)	Motor Gücü (kw)
Tesla Model Y Long Range	75	15	48000	545	505	282
Toyota bZ4X	72,8	30	43335	266	470	159
TOGG T10X	88,5	28	44719,99	350	523	160
Audi Q8 e-tron 50 quattro	80	41	80677,5	664	491	249
Volkswagen ID.4 Pro Performance	77	30	48212,65	310	522	150
Kriter Önem Ağırlığı	0,1019	0,0533	0,0335	0,2228	0,1556	0,4329

Daha sonra, karar matrisinde yer alan veriler (1) nolu denklem yardımıyla normalize edilmiş ve normalize edilmiş matris Çizelge 6'da verilmiştir.

**Çizelge 6. Normalize Edilmiş Matris**

Alternatifler	Seçim Kriterleri					
	Batarya Kapasitesi	Şarj Süresi	Maliyet	Tork	Sürüş Menzili	Motor Gücü
Tesla Model Y Long Range	0,425	0,224	0,392	0,538	0,449	0,608
Toyota bZ4X	0,413	0,448	0,354	0,262	0,418	0,343
TOGG T10X	0,502	0,418	0,365	0,345	0,465	0,345
Audi Q8 e-tron 50 quattro	0,454	0,612	0,658	0,655	0,437	0,537
Volkswagen ID.4 Pro Performance	0,437	0,448	0,393	0,306	0,464	0,324

Normalize edilmiş matristeki değerler 2 nolu denklem kullanılarak kriter önem ağırlıkları ile çarpılmış ve Çizelge 7'de verilen ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilmiştir.

**Çizelge 7. Ağırlıklandırılmış Normalize Matris**

Alternatifler	Seçim Kriterleri					
	Batarya Kapasitesi	Şarj Süresi	Maliyet	Tork	Sürüş Menzili	Motor Gücü
Tesla Model Y Long Range	0,043	0,012	0,013	0,120	0,070	0,263
Toyota bZ4X	0,042	0,024	0,012	0,058	0,065	0,148
TOGG T10X	0,051	0,022	0,012	0,077	0,072	0,149
Audi Q8 e-tron 50 quattro	0,046	0,033	0,022	0,146	0,068	0,233
Volkswagen ID.4 Pro Performance	0,045	0,024	0,013	0,068	0,072	0,140

Ağırlıklandırılmış normalize matristeki değerler kullanılarak denklem (3) yardımıyla pozitif ideal çözüm ( $A^*$ ), denklem (4) ile negative ideal ( $A^-$ ) çözümler hesaplanmış ve Çizelge 8'de verilmiştir.

**Çizelge 8. Pozitif ve Negatif İdeal Çözümler**

	Batarya Kapasitesi	Şarj Süresi	Maliyet	Tork	Sürüş Menzili	Motor Gücü
(A <sup>+</sup> )	0,051	0,012	0,012	0,146	0,072	0,263
(A <sup>-</sup> )	0,042	0,033	0,022	0,058	0,065	0,140

Pozitif ve negatif ideal çözümler hesaplandıktan sonra denklem (5) ve (6) kullanılarak pozitif ideal çözümden ayırım ( $S_i^*$ ) ve negatif ideal çözümden ayırımlar ( $S_i^-$ ) hesaplanmıştır. Ayrıca, elektrikli araçların ideal çözüme olan yakınlıkları ( $C_i^*$ ) denklem (7) yardımıyla hesaplanmış ve Çizelge 9’da gösterildiği gibi bu yakınlık değerlerine göre elektrikli araçların sıralaması yapılmıştır.

Çizelge 9.  $S_i^*$ ,  $S_i^-$ ,  $C_i^*$  Değerleri ve Elektrikli Araçların Sıralaması

Alternatifler	$S_i^*$	$S_i^-$	$C_i^*$	Sıralama
Tesla Model Y Long Range	0,027	0,140	0,836	1
Toyota bZ4X	0,145	0,016	0,098	5
TOGG T10X	0,134	0,028	0,172	3
Audi Q8 e-tron 50 quattro	0,039	0,127	0,765	2
Volkswagen ID.4 Pro Performance	0,146	0,018	0,107	4

Çizelge 9 incelendiğinde, Tesla Model Y Long Range aracı 0,836 yakınlık katsayısı ile ilk sırada, Audi Q8 e-tron 50 quattro (0,765) ikinci sırada, Toyota bZ4X ise son sırada yer almıştır. Bu sonuçlara bakıldığında, Tesla Model Y Long Range aracının en iyi elektrikli araç olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 10’da ise AHP ve TOPSIS yöntemlerinden elde edilen sıralamaların karşılaştırılması verilmiştir.

Çizelge 10. AHP ve TOPSIS Yöntemlerinden Elde Edilen Sıralamalar

Alternatifler	AHP Yöntemi Sıralaması	TOPSIS Yöntemi Sıralaması
Tesla Model Y Long Range	1	1
Toyota bZ4X	5	5
Togg T10X	3	3
Audi Q8 e-tron 50 quattro	2	2
Volkswagen ID.4 Pro Performance	4	4

Çizelge 10 incelendiği zaman her iki yöntemden de elde edilen sıralamaların aynı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla her iki yöntemde de ilk sırada yer alan Tesla Model Y Long Range elektrikli aracı oluşturulan modele göre en iyi elektrikli araç olarak seçilmiştir.

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Elektrikli araçlar, sera gazı emisyonlarının azaltılmasında ve dolayısıyla küresel ısınma sorununun azaltılmasında hayati bir rol oynamaktadır. Ülkelerin çoğu, sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunacak elektrikli araçların yaygınlaşmasına yönelmektedirler.

Günümüzde elektrikli araçlar, verimli pil kapasitesi, azaltılmış tehlikeli gaz emisyonu, devlet sübvansiyonları ve satın alma konusundaki diğer teşvikler, araçların iyileştirilmiş performansı ve diğer çevresel faydalar gibi çeşitli avantajlar nedeniyle popülerlik kazanmaktadır. Ancak, elektrikli araçların dünya çapında hızlı bir şekilde yayılmasına rağmen, mevcut elektrikli araç çeşitleri arasında en iyi alternatifin seçimi zordur. Çünkü, araç seçimini etkileyen birçok kriter bulunmakta ve bu seçim probleminin çözümünü zorlaştırmaktadır. Bu yüzden, araç satın almak isteyen kişilere bu konuda yardımcı olacak modellerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, alternatif elektrikli araçlar arasından en iyisini seçmek için AHP ve TOPSIS yönteminden oluşan bir karar modeli oluşturulmuştur. Hem AHP hem de TOPSIS yöntemi ile ayrı ayrı elektrikli araçlar değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonunda Tesla Model Y Long Range aracı en iyi elektrikli araç olarak seçilmiştir. Bu aracın en iyi araç olarak seçilmesindeki en önemli kriterin araç satın alacak tüketicilerin en yüksek önem değeri verdiği motor gücü kriterinin olduğu söylenebilir. Çünkü bu kriter değerinde rakiplerine göre en yüksek değere sahiptir.

Yapılan çalışmanın, son zamanlarda popülerlik kazanan elektrikli araçları satın alacak tüketicilere ve bu konularda araştırma yapmak isteyen araştırmacılara yol gösterici olacağı söylenebilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Gavcar, E., & Kara, N. (2020). Elektrikli otomobil seçiminde ENTROPI ve TOPSIS yöntemlerinin uygulanması. *İş ve İnsan Dergisi*, 7(2), 351-359.
- [2] Ari, Y. O. (2020). Küresel elektrikli otomobil piyasasına genel bakış. *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(2), 193-203.
- [3] Sonar, H. C., & Kulkarni, S. D. (2021). An integrated AHP-MABAC approach for electric vehicle selection. *Research in Transportation Business & Management*, 41, 100665.
- [4] Golui, S., Mahapatra, B. S., & Mahapatra, G. S. (2024). A new correlation-based measure on Fermatean fuzzy applied on multi-criteria decision making for electric vehicle selection. *Expert Systems with Applications*, 237, 121605.
- [5] Kaba, M. Y., Kalkan, O., & Celen, A. (2021). Elektrikli araçlarda kullanılan bataryalar ve termal yönetim sistemlerinin incelenmesi. *Konya Journal of Engineering Sciences*, 9(4), 1119-1136.
- [6] Samut, P. K. (2014). İki aşamalı çok kriterli karar verme ile performans değerlendirmesi: AHP ve TOPSIS yöntemlerinin entegrasyonu. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(4), 57-67.
- [7] Yertutan, D., & Çetinyokuş, T. (2021). Sürdürülebilir konut satın alımının çok kriterli karar verme metotlarıyla değerlendirmesi ve bir uygulama. *International Journal of Engineering Research and Development*, 13(1), 32-54.

- [8] Kaya, Y., & Yıldız, A. (2023). Determination of the active molecule as a potential drug against covid-19 virus using molecular docking and hybrid AHP-GRA method. *Sigma: Journal of Engineering & Natural Sciences/Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 41(3).
- [9] Saaty, T.L. (2005). Theory and Applications of the Analytic Network Process, USA: RWS Publications.
- [10] Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple attributes decision-making methods and applications*. Heideberg: Springer.
- [11] Hamurcu, M., & Eren, T. (2018). Yüksek kapasiteli elektrikli otobüslerin seçiminde hibrit çok kriterli karar verme uygulaması. *Transist*, 11, 1-10.
- [12] Rajput, V., Sahu, N. K., & Agrawal, A. (2022). Integrated AHP-TOPSIS methods for optimization of epoxy composite filled with Kota stone dust. *Materials Today: Proceedings*, 50, 2371-2375.



## SLOT BOŞLUKLARA SAHİP UÇAK KANAT KABURGALARININ YAPISAL ANALİZİ

Tümay Battal AKDOĞAN <sup>1</sup>, İsmail Yasin SÜLÜ <sup>2</sup>

<sup>1</sup> İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, [tumayakdogan@outlook.com](mailto:tumayakdogan@outlook.com) - 0009-0009-6443-7037

<sup>2</sup> İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, [ismail.sulu@inonu.edu.tr](mailto:ismail.sulu@inonu.edu.tr) - 0000-0002-2648-6294

### ÖZET

Havacılıkta kritik bir rol oynayan kanat kaburgaları, özellikle insansız hava araçları için önemli bir tasarım unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. Uçağın kanat kaburgaları, kanadın şeklini korumak, aerodinamik stabilite sağlamak ve kanat yüzeyine dayanıklılık kazandırmak amacıyla kullanılan, genellikle kanat kökünden uç kısmına kadar uzanan yapı elemanlarıdır. Bu çalışmada, MQ-1B Predator insansız hava aracının kanat kök kaburgası, slot boşluklarla modellenmiştir. Günümüzde havacılıkta yaygın olarak kullanılan alüminyum malzeme yerine, bu makalede Karbon-Kevlar Epoksi, Karbon-Aramid Epoksi, Kevlar-Aramid Epoksi ve Karbon-Kevlar-Aramid Epoksi olmak üzere dört farklı hibrit kompozit malzeme ile modellenen kaburgaların yapısal analizlerine odaklanılmıştır.

Kaburga modelleri, Solidworks programı kullanılarak tasarlanmış, kompozit kaburga yapılarının modellenmesi için ANSYS ACP modülü ve yapısal analizleri için ise ANSYS Workbench programı tercih edilmiştir. Altı adet 0.25 mm kalınlığındaki kompozit tabakadan oluşacak Görselde modellenen kaburgalar, farklı kompozit fiber açılarıyla (0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° ve 90°) incelenmiştir. Analizlerin temel amacı, eşdeğer (von Mises) gerilme ve toplam deformasyon değerlerini belirlemektir.

Elde edilen analiz sonuçlarına göre, kaburga üzerindeki en düşük gerilme değeri, 90° fiber açısına sahip Kevlar-Aramid Epoksi malzeme ile modellenen kaburgada 0,59073 MPa olarak belirlenmiştir. Ayrıca, en düşük deformasyon değeri 0° fiber açısına sahip Karbon-Kevlar Epoksi ile modellenen kaburgada 0,010809 mm olarak ölçülmüştür.

Bu çalışma, havacılık sektöründe kanat tasarımında kullanılan malzemelerin çeşitliliğinin ve hibrit modellerin performansının önemli bir incelemesini sunmaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** Kanat Kaburgaları, Yapısal Analiz, Hibrit Kompozit

### 1. GİRİŞ

Kanat kaburgaları, uçak kanatlarının temel yapı bileşenlerinden biridir ve bir dizi kritik görevi üstlenirler. İlk olarak, kanat kaburgaları kanadın aerodinamik formunu korur ve bu sayede uçağın havada kalmasını sağlar. Aynı zamanda, kanat kaburgaları kanadın genel mukavemetini artırarak, uçağın yüksek dayanım gerektiren koşullar altındaki performansını desteklerler. Kanat kaburgaları üretiminde kullanılan malzemeler genel olarak alüminyum ve titanyum'dur. Ancak, bu malzemeler yüksek dayanıma sahip olmasına karşın yüksek ağırlığa da sahiptir.

Havacılık endüstrisinde sürekli gelişen teknolojiler, daha hafif, daha dayanıklı ve daha verimli uçak yapılarına olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu bağlamda, yapıların ağırlığıyla başa çıkmak ve dayanıklılığını artırmak amacıyla kompozit malzemelerin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Kompozit malzemelerin benzersiz özellikleri, uçak yapı bileşenlerinin mukavemetini artırırken aynı zamanda ağırlıklarını minimize etmelerine olanak tanır.

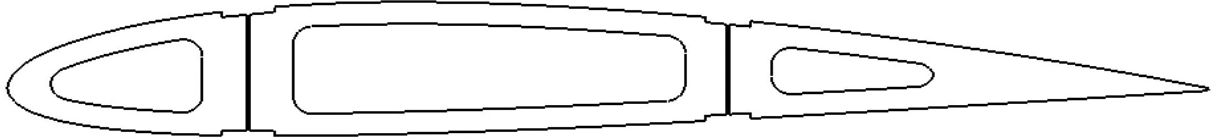
Ramesh Kumar ve ark. yaptıkları bu çalışmada, uçak kanat yapısının yük altındaki yorulma analizlerini incelemişlerdir. CATIA V5 kullanılarak 15 kirişten ve 1 adet “I” ve bir adet “C” kirişten oluşan bir eğitim uçağı kanat yapısının detaylı tasarımını yapmış ve ANSYS programı ile yapısal stres analizini gerçekleştirmişlerdir. Kanat yapısının stres analizi yapılmış ve maksimum stresin kanat kökünde, malzemenin akma dayanımından daha düşük bir seviyede olduğu belirlenmiştir. Oluşan hasarın kritik hasardan daha düşük olduğu gözlemlenmiş, kanat yapısı yorgunluk açısından güvenli olduğunu göstermişlerdir. İncelenen bölgenin kritik çalışma ömrü hesaplanmış ve bu sürenin 3058 uçuş saati olduğunu belirtmişlerdir [1]. Konayapalli ve Sujatha'nın yaptığı bu çalışmada, bir yolcu uçağının kanadını tasarlanıp yapısal analizini gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan kaburga, NACA 4412 airfoili kullanılarak CATIA V5 programında modellenmiştir. Kanat malzemesi olarak AA 7075 ve GLARE tercih edilmiştir. Kanat üzerine uygulanacak yük için yapılan hesaplamada 3922,5 Pa değeri bulunmuş ve uygulanmıştır. Uçak kanadında kullanılan AA7075 malzemesi ile 144 MPa, kompozit malzeme GLARE kullanılarak oluşturulan kanatta ise sadece 53.03 MPa gerilme elde edilmiştir. GLARE kompozit malzemesinin kullanımı, uçak kanadında daha az gerilme olmuştur. AA7075 malzemesi kullanılan uçak kanadında 0.59 mm, kompozit malzeme GLARE kullanılan kanatta ise sadece 0.046 mm deformasyon tespit edilmiştir. GLARE kompozit malzemesi kullanımıyla uçak kanadında daha az deformasyon meydana gelmiştir [2]. Aabid ve ark. gerçekleştirdiği bu çalışma, uçuş yüklerine maruz kalan bir kanadın yapısal davranışını incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, kanadın eğilme deformasyonu üzerine sonlu eleman analizi yöntemini kullanmaktadır. İncelenen kanat, 10 kaburga ve 2 kirişten oluşmaktadır ve NACA 23015 aerofoil tercih edilmiştir. Kaplama ve kanat kirişleri, yapısal ağırlığı azaltmak amacıyla alüminyum alaşımından modellenmiştir. Daha sonra, statik yapısal analiz gerçekleştirilerek, kanadın mekanik davranışını anlamak için genel deformasyon, elastik gerilme ve Von Mises gerilmesi değerleri elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, tasarımın stres ve deformasyon değerlerine odaklanarak iyileştirebileceklerini göstermektedir. Genel olarak, analiz sonuçları, tasarımın gerçekleştirilebilir olduğunu ortaya koymaktadır [3]. Kumar ve ark. bu makalede, bir eğitim uçağı kanadının tasarım ve analizini gerçekleştirmişlerdir. İncelenen kanat, CATIA V5 adlı üç boyutlu modelleme programı kullanılarak tasarlanmış olup 16 kaburga ve 2 adet kiriş içermektedir. Yüksek dayanıklılık ve yorulma direnci özelliklerine sahip olan AA 2024-T351 malzemesi, tasarlanan kanat yapısında tercih etmişlerdir. Kanadın gerilme analizi, MSC NASTRAN/PATRAN kullanılarak sonlu eleman yaklaşımıyla gerçekleştirmişlerdir. Yapılan statik analiz sonucunda, 184 MPa gerilme ve 0,02 m deformasyon gözlemlenmiştir. Ayrıca, kanadın güvenlik katsayısının 1,76 olduğu ve güvenli bölgede olduğu belirlenmiştir [4].

Bu makalenin amacı, Karbon Fiber, Kevlar Fiber ve Aramid Fiber ile oluşturulan hibrit kompozit malzemelerin uçak kanat kaburgalarındaki yapısal analizi üzerine odaklanarak, bu malzemelerin kullanımının havacılık endüstrisindeki dönüşüme olan katkılarını ortaya

koymaktır. Sonlu Elemanlar Yöntemi (SEY) yöntemi kullanılarak elde edilen gerilme ve deformasyon sonuçlarının, gelecekteki uçak kanat kaburga tasarımlarının optimize edilmesine ve havacılık endüstrisinin sürdürülebilir bir geleceğe doğru evrilirken katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

## 2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, MQ-1B Predator uçağının kanat kök kaburgasının çeşitli hibrit kompozit ve değişken fiber açılarıyla modellenmiş yapılarının yapısal analizleri incelenmiştir. Görsel 1'de gösterilen kaburga yapısı, Solidworks programı kullanılarak modellenmiştir. İlk olarak, kaburga profilini oluşturan noktalar Solidworks programına aktarılmış ve bu noktalardan geçen eğriler çizilerek kaburga profili oluşturulmuştur. Elde edilen ilk taslağın veter uzunluğu 1 mm'dir. Profil daha sonra ölçeklendirilerek veter uzunluğu 1200 mm'ye çıkarılmıştır. Kaburga üzerinde üç adet slot boşaltma ve kırışler için iki adet boşaltma yapılarak, iki boyutlu kaburga yapısı oluşturulmuştur.



Görsel 1. Slot boşaltmalı kanat kaburgası

### Malzeme Özellikleri

Bu araştırmada, insansız hava aracı olan MQ-1B Predator'ün farklı oryantasyon açılarında sahip, hibrit kompozitlerle modellenen yapıların yapısal analizler incelenmiştir. Hibrit kompozit modelleri oluşturan malzemelerin mekanik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Karbon-Epoksi [5], Aramid-Epoksi [6] ve Kevlar- Epoksi [7] mekanik özellikleri

	Karbon-Epoksi UD	Aramid-Epoksi UD	Kevlar-Epoksi UD
$E_x$ (GPa)	132	67	80
$E_y$ (GPa)	10.3	4.7	5.5
$E_z$ (GPa)	10.3	4.7	5.5
$\nu_{xy}$	0.25	0.34	0.34
$\nu_{yz}$	0.38	0.45	0.4
$\nu_{xz}$	0.25	0.34	0.34
$G_{xy}$ (GPa)	6.50	2.0	2.20
$G_{yz}$ (GPa)	3.91	1.586	1.8
$G_{xz}$ (GPa)	6.50	2.0	2.20

### Yük Hesabı

Çalışmaya konu olan kaburganın üzerine gelen yük için kanat yük hesabı yapılması gerekmektedir. Bu hesaplamalar, uçağın belirli bir hız ve irtifada nasıl davranacağını anlamak adına kritik bir rol oynar, aynı zamanda kanadın yük taşıma kapasitesini, etkileşimini ve aerodinamik performansını belirlemeye yardımcı olur.

Kanat yükünün hesaplanması için MQ-1B Predator'ün bazı özelliklerinin bilinmesine ve başka parametrelerin belirlenmesi gereklidir [8]. Bu parametreler;

$$\text{Ağırlık (W)} = 1020 \text{ kg}$$

$$\text{Kanat alanı (A)} = 11,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Yük faktörü (YF)} = 4g$$

$$\text{Güvenlik katsayısı (GK)} = 1,5$$

Yukarıda verilen değerler ile toplam kaldırma kuvveti Formül 1'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır [9];

$$F_{\text{kaldırma}} = W \cdot YF \cdot GK \cdot g \quad (1)$$

Yapılan bu çalışmada, yukarıda hesaplanan toplam kaldırma yükünün %20 oranında uçak gövdesi tarafından, geri kalan %80 oranında ise kanatlar tarafından kaldırıldığı kabul edilmiştir. Ayrıca, uçak simetrik olduğu için toplam %80'lik kanat yükünün kanatlar tarafından eşit oranda paylaşıldığı varsayılmıştır. Bu durumda, tek bir kanat yapısının toplam yükün %40'lık kısmını kaldırdığı varsayılmış ve Formül 2'de gösterilmiştir.

$$F_{\text{tek kanat}} = F_{\text{kaldırma}} \cdot 0,4 \quad (2)$$

Formül 2'de elde edilen kuvveti kanat alanına bölerek tek bir kanat üzerine etki eden toplam basıncı bulunmuş ve bu yükün kaburga üst yüzeyine etki ettiği varsayılmıştır.

$$P_{\text{kanat}} = \frac{F_{\text{tek kanat}}}{A_{\text{kanat alanı}}} \quad (3)$$

Elde edilen kaldırma kuvveti ( $F_{\text{kanat}}$ ), tek kanat üzerine etki eden kuvvet ( $F_{\text{tek kanat}}$ ) ve tek kanat üzerindeki toplam basınç ( $P_{\text{kanat}}$ ) değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Hesaplama sonucunda elde edilen veriler

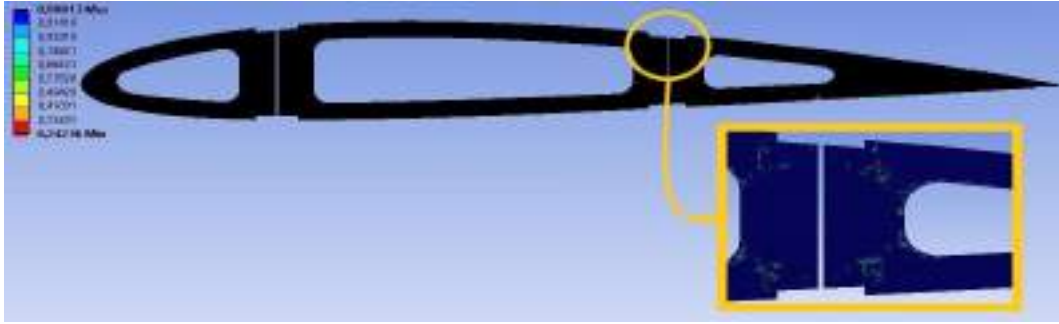
$F_{\text{kaldırma}}$	60037,2 N
$F_{\text{tek kanat}}$	24014,88 N
$P_{\text{kanat}}$	4200 Pa

### Sonlu Elemanlar Modelinin Oluşturulması

Sonlu elemanlar yöntemi, bir yapıyı çok sayıda küçük elemana böler ve her bir elemanın davranışını diferansiyel denklemlerle ifade eder. Bu elemanların birleşiminden oluşan ağ, gerçek yapıyı temsil eder. Sonlu elemanlar yöntemi, karmaşık geometrileri ve malzeme özelliklerini dikkate alarak yapıların mekanik davranışını simüle etmeyi amaçlar [10].

Kompozit yapıların modellenmesi için ANSYS Workbench içinde bulunan ACP-Pre modülü kullanıldı. ACP-Pre modülünde oluşturulan kaburgalar, 0,25 mm kalınlığında ve altı adet kompozit tabakadan meydana gelmektedir. Elde edilen kompozit modeller, yapısal analiz

modülüne aktarılmak üzere ACP-Pre modülü ile entegre edildi. Görsel 2'de gösterilen mesh yapısı, 1 mm global boyut değeri uygulanarak oluşturuldu.



**Görsel 2.** Mesh kalite göstergesi (0-1 arasında)

Bu adımdan sonra, Görsel 3’de görüldüğü gibi sınır şartları uygulanmıştır. A ile belirtilen ve aynı zamanda kaburga üst yüzeyi olan kısma y yönünde -4200 Pa yük uygulanmıştır. Kirişlerin temas ettiği B ve C yüzeylerinden ise kaburga tüm yönlerde sabitlenmiştir.



**Görsel 3.** Analiz sınır şartları

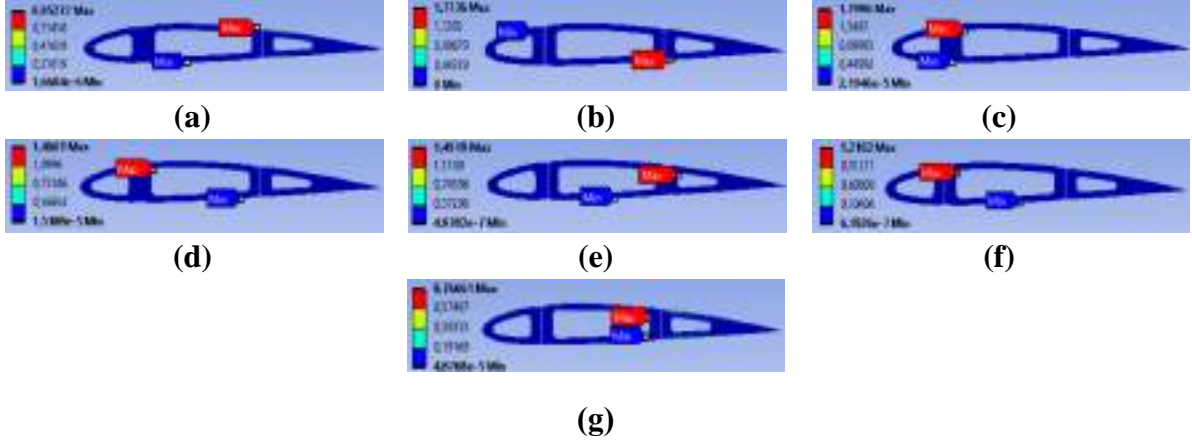
### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### Elde Edilen Gerilme Sonuçları

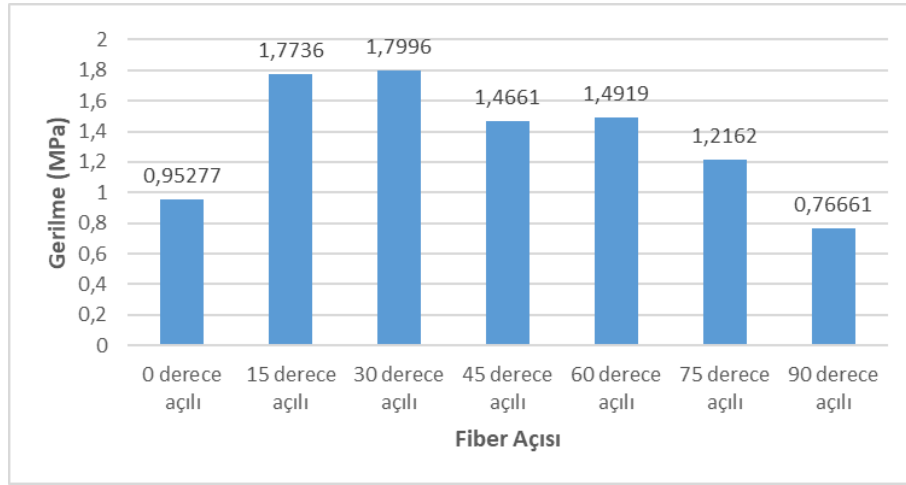
Yapılan analizler sonucunda, uygulanan yüklerle birlikte oluşan gerilme değerleri belirlenmiştir. Karbon-Kevlar Epoksi ile modellenen yapıların gerilme değerleri incelendiğinde, en düşük gerilme değeri 90° fiber açısında 0,76661 MPa iken en yüksek gerilme değeri 30° fiber açısında 1,7996 MPa olarak ölçülmüştür. En yüksek gerilme değerine en yakın olan 15° fiber açısı, arasında sadece %1,46'lık bir fark göstermektedir. Karbon-Aramid Epoksi ile modellenen yapıların analizi sonucunda en düşük gerilme değeri 90° fiber açısında 0,80453 MPa, en yüksek gerilme değeri ise 30° fiber açısında 1,8823 MPa olarak belirlenmiştir. En yüksek gerilme değerine en yakın olan 15° fiber açısı ile arasında %1,93 oranında bir fark bulunmaktadır. Kevlar-Aramid Epoksi ile modellenen yapıların analizine göre, en düşük gerilme değeri 90° fiber açısında 0,59073 MPa, en yüksek gerilme değeri ise 30° fiber açısında 1,7104 MPa olarak hesaplanmıştır. En yüksek gerilme değerine en yakın olan 15° fiber açısı ile arasında %4,57'lik bir fark görülmektedir. Karbon-Kevlar-Aramid Epoksi ile modellenen yapıların analiz sonuçlarına göre, en düşük gerilme değeri 90° fiber açısında 0,88199 MPa iken en yüksek gerilme değeri 15° fiber açısında 2,151 MPa olarak ölçülmüştür. En yüksek gerilme değerine en yakın olan 30° fiber açısı ile arasında %2,19 oranında bir fark tespit edilmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Görsel 4-6-8-10'da gösterilen Görsellerde gerilmelerin boşaltmaların yuvarlatma yapılan kenar kısımlarında ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Görsel 5-

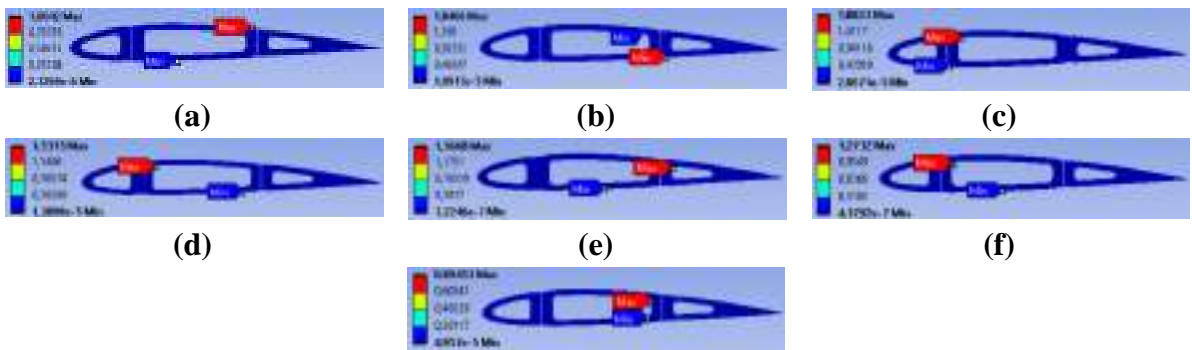
7-9-11'de verilen gerilme şekli incelendiğinde, tüm modellerin incelenen fiber açılarında benzer davranışlar sergilediği görülmüştür.



**Görsel 4.** Karbon-Kevlar Epoksi ile üretilen kaburga modellerinin yapısal analiz gerilme sonuçları; a) 0° derece fiber açılı model, b) 15° derece fiber açılı model, c) 30° derece fiber açılı model, d) 45° derece fiber açılı model, e) 60° derece fiber açılı model, f) 75° derece fiber açılı model, g) 90° derece fiber açılı model



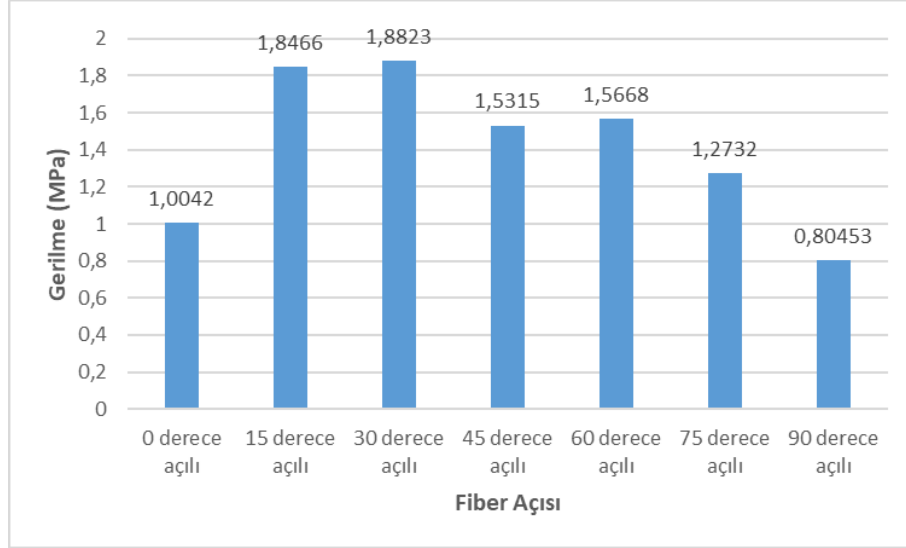
**Görsel 5.** Karbon-Kevlar Epoksi ile modellenen kaburga yapılarının fiber açılarına göre gerilme grafiği



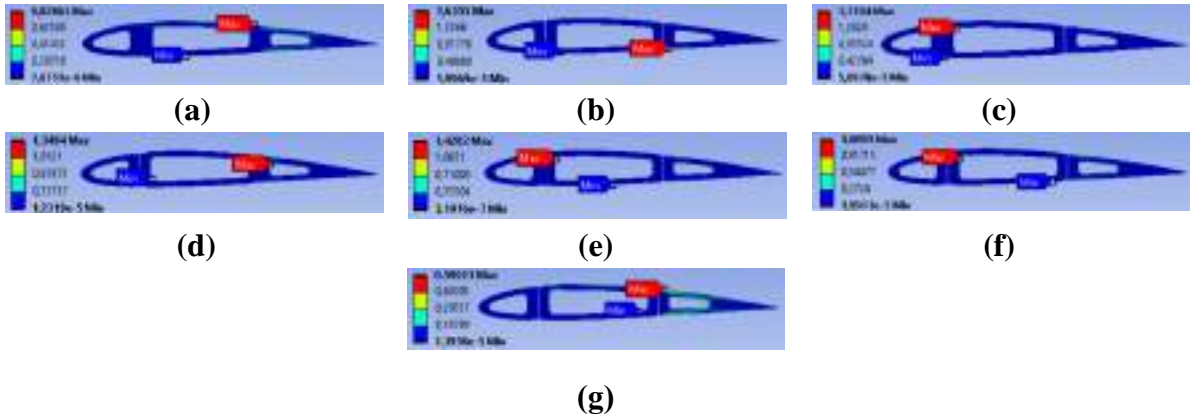


(g)

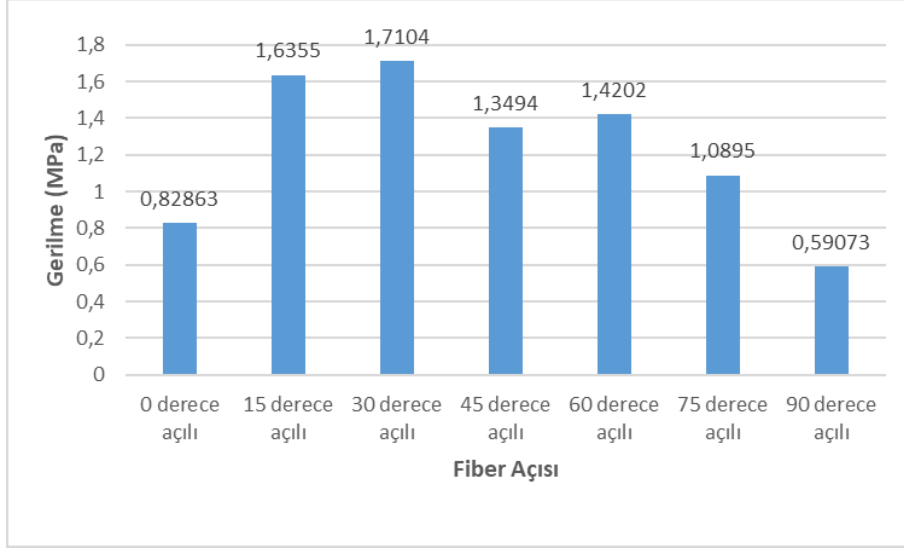
**Görsel 6.** Karbon-Aramid Epoksi ile üretilen kaburga modellerinin yapısal analiz gerilme sonuçları; a) 0° derece fiber açılı model, b) 15° derece fiber açılı model, c) 30° derece fiber açılı model, d) 45° derece fiber açılı model, e) 60° derece fiber açılı model, f) 75° derece fiber açılı model, g) 90° derece fiber açılı model



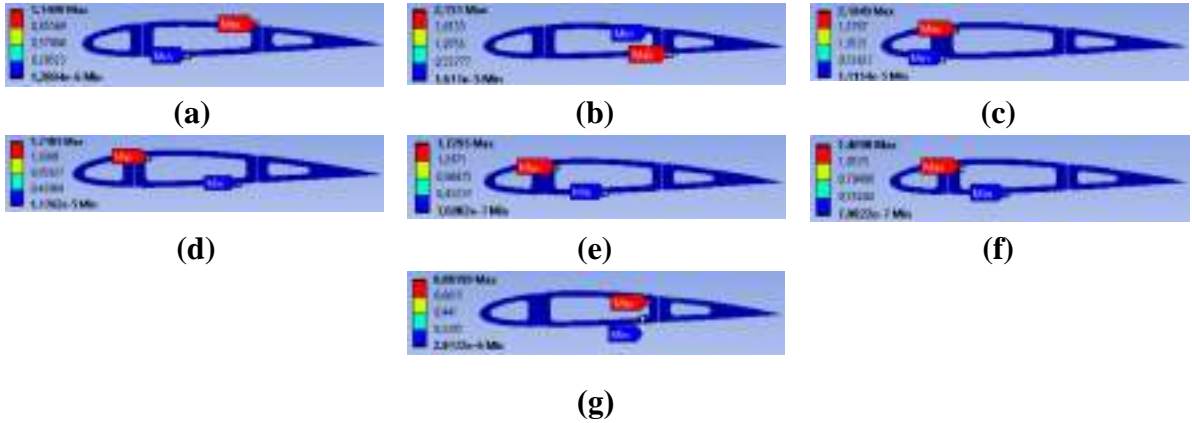
**Görsel 7.** Karbon-Aramid Epoksi ile modellenen kaburga yapılarının fiber açılarına göre gerilme grafiği



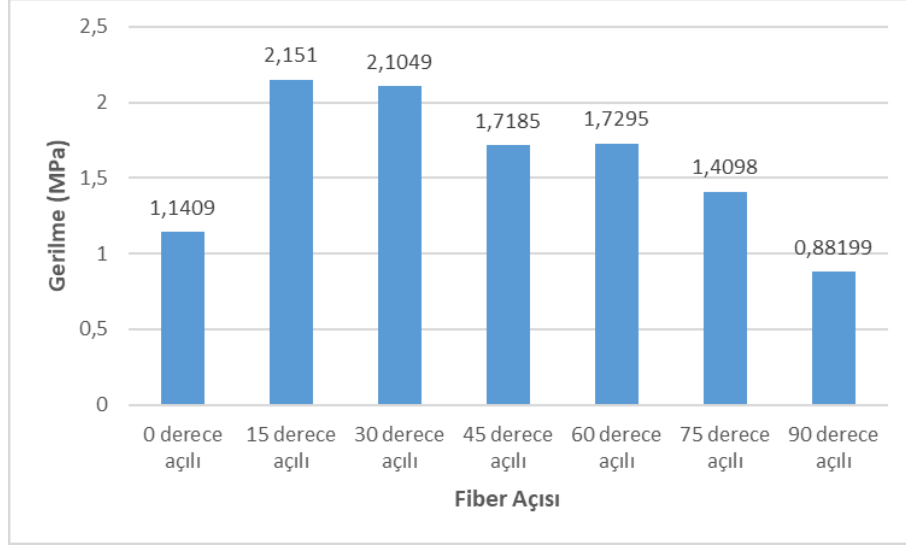
**Görsel 8.** Kevlar-Aramid Epoksi ile üretilen kaburga modellerinin yapısal analiz gerilme sonuçları; a) 0° derece fiber açılı model, b) 15° derece fiber açılı model, c) 30° derece fiber açılı model, d) 45° derece fiber açılı model, e) 60° derece fiber açılı model, f) 75° derece fiber açılı model, g) 90° derece fiber açılı model



**Görsel 9.** Kevlar-Aramid Epoksi ile modellenen kaburga yapılarının fiber açılarına göre gerilme grafiği



**Görsel 10.** Karbon-Kevlar-Aramid Epoksi ile üretilen kaburga modellerinin yapısal analiz gerilme sonuçları; a) 0° derece fiber açılı model, b) 15° derece fiber açılı model, c) 30° derece fiber açılı model, d) 45° derece fiber açılı model, e) 60° derece fiber açılı model, f) 75° derece fiber açılı model, g) 90° derece fiber açılı model

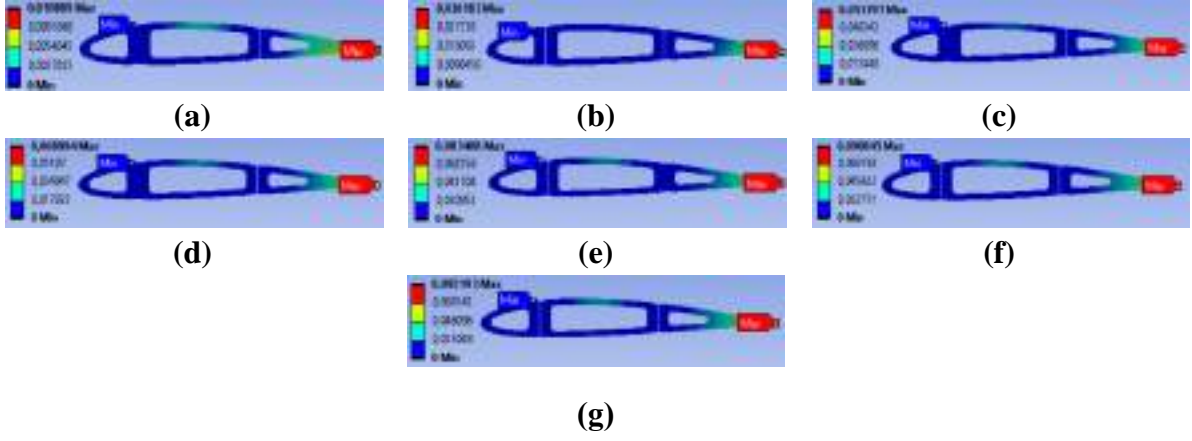


**Görsel 11.** Karbon-Kevlar-Aramid Epoksi ile modellenen kaburga yapılarının fiber açılarına göre gerilme grafiği

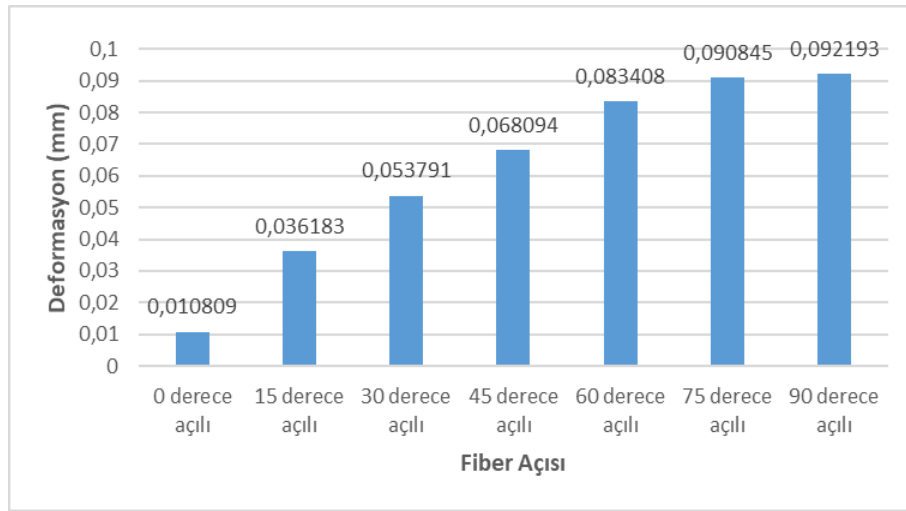
### Elde Edilen Deformasyon Sonuçları

Yapılan analizler sonucunda, uygulanan yüklerle birlikte oluşan deformasyon değerleri belirlenmiştir. Karbon-Kevlar Epoksi ile modellenen yapıların deformasyon değerleri incelendiğinde, en düşük deformasyon değeri 0° fiber açısında 0,010809 mm iken en yüksek deformasyon değeri 90° fiber açısında 0,092193 mm olarak ölçülmüştür. En yüksek deformasyon değerine en yakın olan 75° fiber açısı, arasında sadece %1,48'lik bir fark göstermektedir. Karbon-Aramid Epoksi ile modellenen yapıların analizi sonucunda en düşük deformasyon değeri 0° fiber açısında 0,011316 mm, en yüksek deformasyon değeri ise 90° fiber açısında 0,097004 mm olarak belirlenmiştir. En yüksek deformasyon değerine en yakın olan 75° fiber açısı ile arasında %2,1 oranında bir fark bulunmaktadır. Kevlar-Aramid Epoksi ile modellenen yapıların analizine göre, en düşük deformasyon değeri 0° fiber açısında 0,015098 mm, en yüksek deformasyon değeri ise 75° fiber açısında 0,14461 mm olarak hesaplanmıştır. En yüksek deformasyon değerine en yakın olan 90° fiber açısı ile arasında %0,56'lik bir fark görülmektedir. Karbon-Kevlar-Aramid Epoksi ile modellenen yapıların analiz sonuçlarına göre, en düşük deformasyon değeri 0° fiber açısında 0,015124 mm iken en yüksek deformasyon değeri 90° fiber açısında 0,1074 mm olarak ölçülmüştür. En yüksek deformasyon değerine en yakın olan 75° fiber açısı ile arasında %0,55 oranında bir fark tespit edilmiştir.

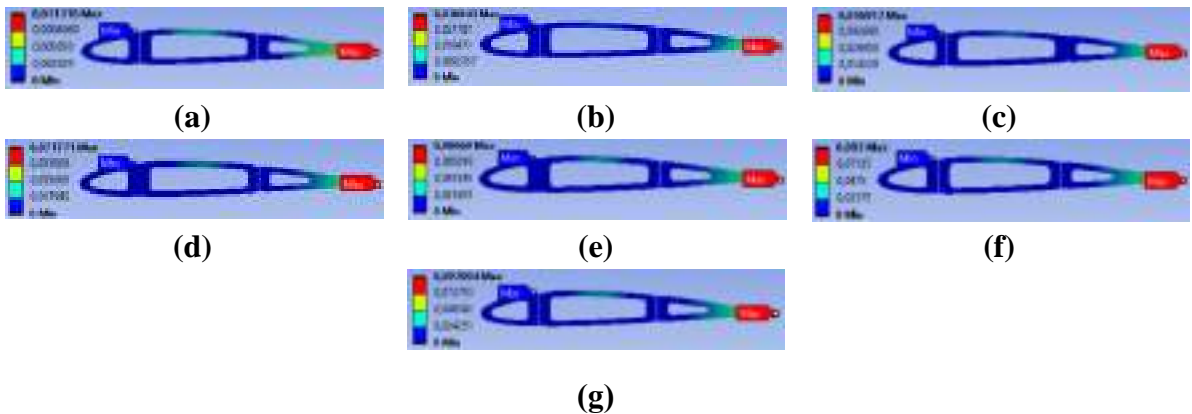
Genel olarak değerlendirildiğinde, Görsel 12-14-16-18'de gösterilen Görsellerde deformasyonların kaburganın firar kenarında yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Görsel 13-15-17-19'da verilen deformasyon grafikleri incelendiğinde, tüm modellerin incelenen fiber açılarında benzer davranışlar sergilediği görülmüştür.



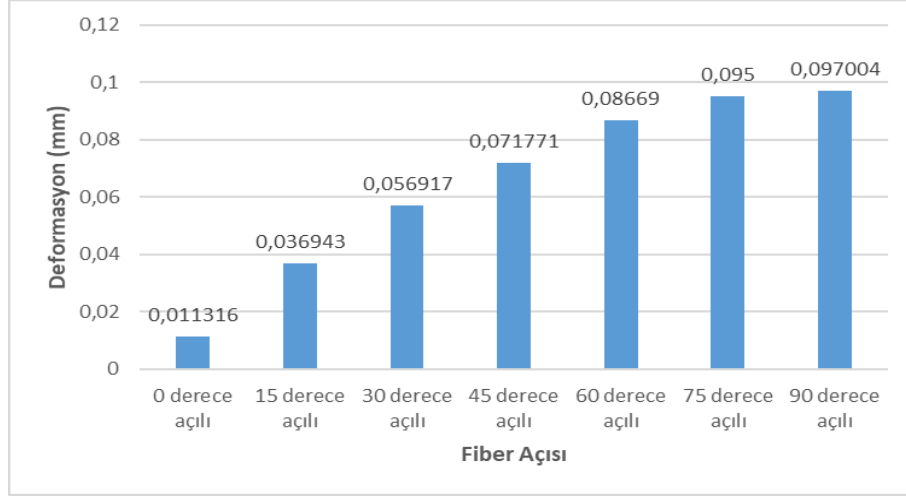
**Görsel 12.** Karbon-Kevlar Epoksi ile üretilen kaburga modellerinin yapısal analiz deformasyon sonuçları; a) 0° derece fiber açılı model, b) 15° derece fiber açılı model, c) 30° derece fiber açılı model, d) 45° derece fiber açılı model, e) 60° derece fiber açılı model, f) 75° derece fiber açılı model, g) 90° derece fiber açılı model



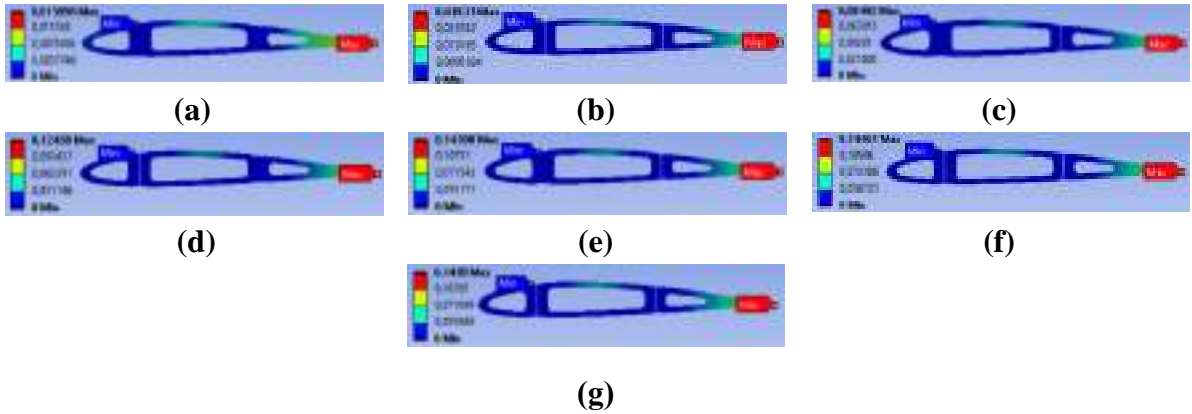
**Görsel 13.** Karbon-Kevlar Epoksi ile modellenen kaburga yapılarının fiber açılına göre deformasyon grafiği



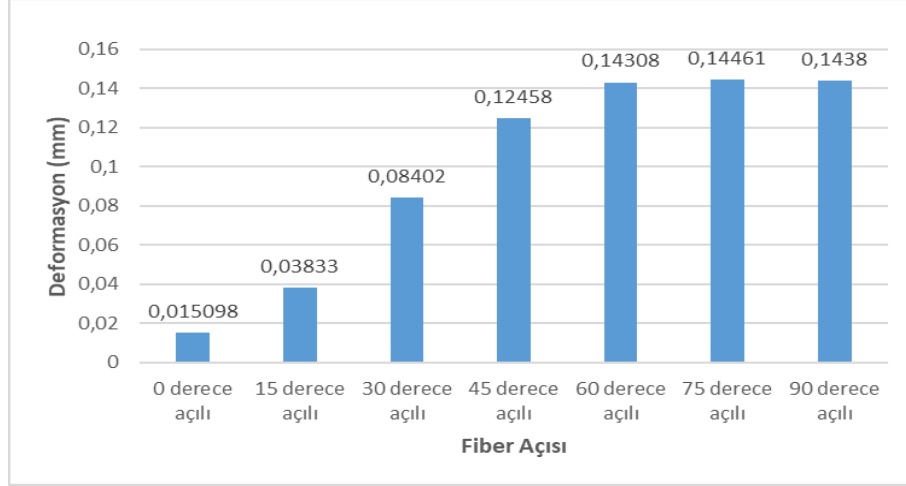
**Görsel 14.** Karbon-Aramid Epoksi ile üretilen kaburga modellerinin yapısal analiz deformasyon sonuçları; a) 0° derece fiber açılı model, b) 15° derece fiber açılı model, c) 30° derece fiber açılı model, d) 45° derece fiber açılı model, e) 60° derece fiber açılı model, f) 75° derece fiber açılı model, g) 90° derece fiber açılı model



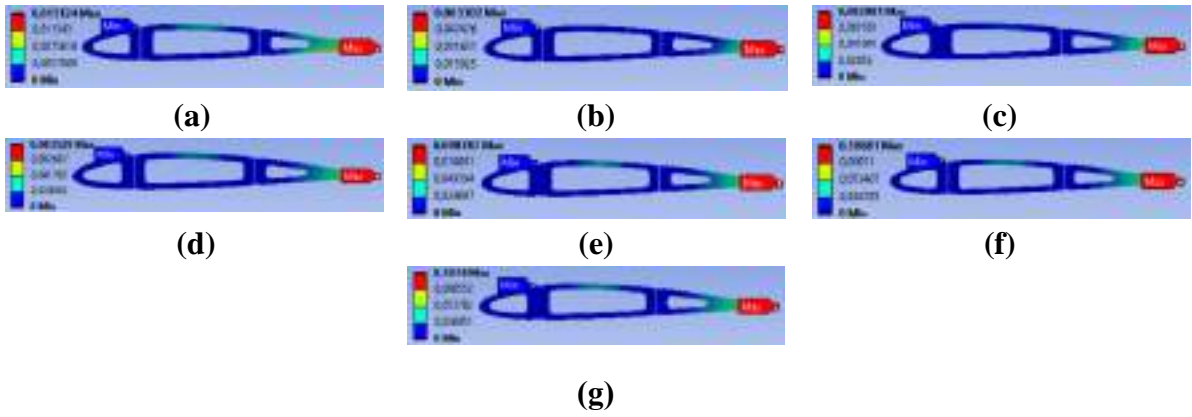
**Görsel 15.** Karbon-Aramid Epoksi ile modellenen kaburga yapılarının fiber açılına göre deformasyon grafiği



**Görsel 16.** Kevlar-Aramid Epoksi ile üretilen kaburga modellerinin yapısal analiz deformasyon sonuçları; a) 0° derece fiber açılı model, b) 15° derece fiber açılı model, c) 30° derece fiber açılı model, d) 45° derece fiber açılı model, e) 60° derece fiber açılı model, f) 75° derece fiber açılı model, g) 90° derece fiber açılı model

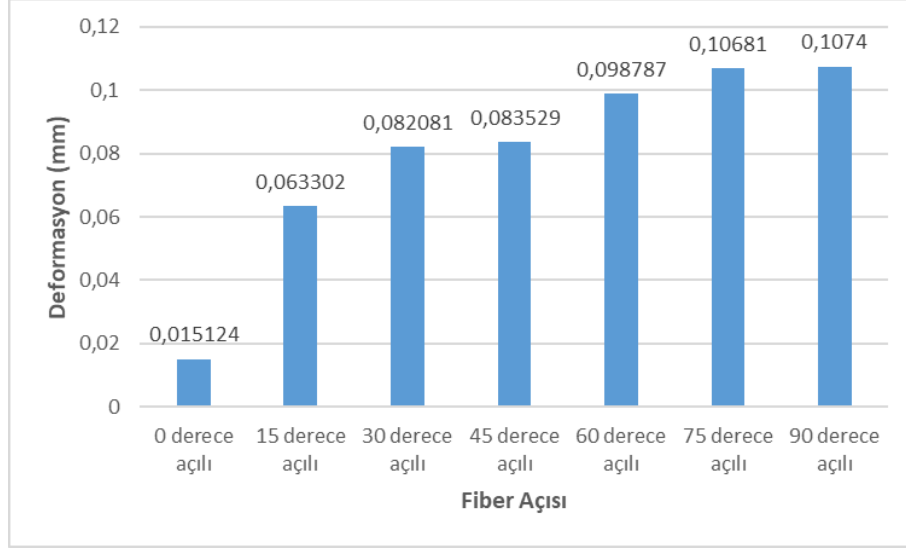


**Görsel 17.** Kevlar-Aramid Epoksi ile modellenen kaburga yapılarının fiber açılara göre deformasyon grafiği



**Görsel 18.** Karbon-Kevlar-Aramid Epoksi ile üretilen kaburga modellerinin yapısal analiz deformasyon sonuçları; a) 0° derece fiber açılı model, b) 15° derece fiber açılı model, c) 30° derece fiber açılı model, d) 45° derece fiber açılı model, e) 60° derece fiber açılı model, f) 75° derece fiber açılı model, g) 90° derece fiber açılı model





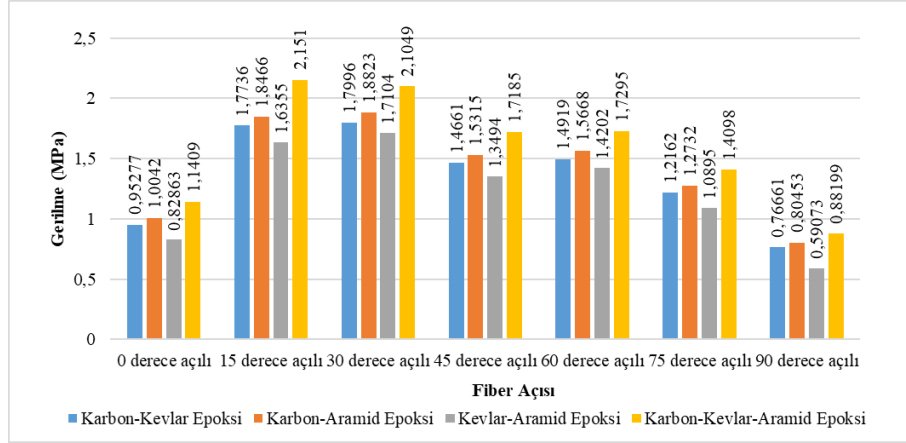
**Görsel 19.** Karbon-Kevlar-Aramid Epoksi ile modellenen kaburga yapılarının fiber açılarına göre deformasyon grafiği

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

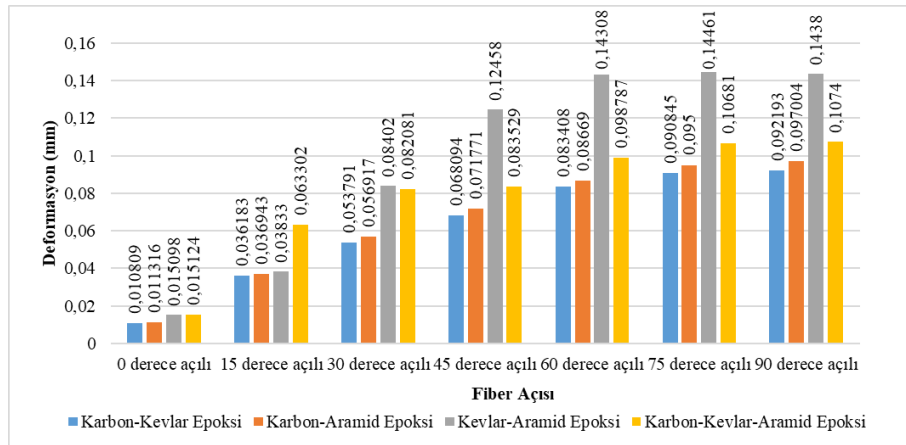
Bu çalışmada, slot boşluklarla tasarlanmış kaburga yapısı üzerinde yapılan yapısal analizler sonucunda, dört farklı malzeme ve yedi farklı fiber açısına sahip 28 adet model incelenmiştir. İncelenen bu modeller ile ilgili tüm gerilme ve deformasyon değerleri Görsel 20’de verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, en yüksek gerilme, Karbon-Kevlar-Aramid Epoksi malzemesi ile oluşturulan modelin 15° fiber açısında 2.151 MPa değerinde gerçekleşmiştir. En düşük gerilme ise Kevlar-Aramid malzemesi ile oluşturulan modelin 90° fiber açısında 0,59073 MPa değerinde olduğu gözlemlenmiştir. Oluşan gerilmelerin, geometrideki boşaltmaların olduğu kenarlarda yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Deformasyon değerleri incelendiğinde, en düşük deformasyon, 0° fiber açısına sahip Karbon-Kevlar Epoksi malzemesi ile modellenen kaburga yapısında 0,010809 mm değerinde meydana gelmiştir. En yüksek deformasyon ise 75° fiber açısına sahip Kevlar-Aramid Epoksi ile modellenen kaburgada yapısında 0,14461 mm değerinde olduğu tespit edilmiştir. Deformasyonların, kaburga yapısının en ince olduğu firar kenarı çevresinde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.



(a)



(b)

**Görsel 20.** Yapılan analizler sonucunda elde edilen gerilme (a) ve deformasyon (b) değerleri

## 5. KAYNAKLAR

- [1] Kumar, A. R., Balakrishnan, S. R., & Balaji, S., Design of an aircraft wing structure for static analysis and fatigue life prediction, *Int. J. Eng. Res. Technol*, May, 2(5), 1154-1158,2013.
- [2] Konayapalli, S. R., & Sujatha, Y., Design and analysis of aircraft wing, *IJMETMR*, September, 2(9), 1480-1487, 2015.
- [3] Zakuan, M. A. M. B. M., Aabid, A., & Khan, S. A., Modelling and structural analysis of three-dimensional wing, *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, November, 9(1), 6820-6828, 2019.
- [4] Kumar, T. V., Basha, A. W., Pavithra, M., & Srilekha, V., *Static & dynamic analysis of a typical aircraft wing structure using Msc Nastran*. *Int. J. Res. Aeronaut. Mech. Eng*, 3, 1-12, 2015.

- [5] Wang, B., Xiong, J., Wang, X., Ma, L., Zhang, G. Q., Wu, L. Z., & Feng, J. C., Energy absorption efficiency of carbon fiber reinforced polymer laminates under high velocity impact, *Materials & Design*, vol. 50, pp. 140-148, September. 2013.
- [6] Yang, L., Yan, Y., & Kuang, N., Experimental and numerical investigation of aramid fibre reinforced laminates subjected to low velocity impact, *Polymer Testing*, vol. 32, pp. 1163-1173, Oct. 2013.
- [7] Wang, J., Olortegui-Yume, J., & Müller, N., Stress and vibration analysis for woven Composite axialimpeller, In *Power Conference*, vol. 49354, pp. 443-449, Jan. 2010.
- [8] <https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104469/mq-1b-predator/>.  
(Erişim tarihi: 14.07.2023)
- [9] Aabid, A., Zakuan, M. A. M. B. M., Khan, S. A., & Ibrahim, Y. E., Structural analysis of three-dimensional wings using finite element method. *Aerospace Systems*, October, 5(1), 47-63, 2022.
- [10] Nikishkov, G. P., *Introduction to the finite element method*. University of Aizu, 1-70, 2004.

## FANTAZİ İPLİKLERDEN ÖRÜLEN KUMAŞLARIN ESNEME VE BOYUTSAL DEĞİŞİM ÖZELLİKLERİ

**Prof. Dr. NİLGÜN ÖZDİL**

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü,  
[nilgun.ozdil@ege.edu.tr](mailto:nilgun.ozdil@ege.edu.tr), ORCID ID- 0000-0001-9488-5337

### ÖZET

Son yıllarda artan yüksek teknoloji ve müşteri talepleri tekstil endüstrisinde de yeni ürünlerin üretimini zorunlu kılmaktadır. Artan talepleri karşılamak üzere tekstil ürünlerine katma değer ve farklı görünüm özellikleri kazandırmak için kullanılan fantazi iplikler gün geçtikçe daha çok önem kazanmakta ve yaygınlaşmaktadır. Fantazi iplikler klasik iplik yapısından farklı olarak üretim ve materyal özellikleri değiştirilerek farklı efektler kazandırılmış, renk ve/veya form açısından dekoratif düzensizlik içeren ipliklerdir. Fantazi iplikler içerisinde balıklı, halkalı ve düğümlü iplikler yaygın olarak kullanılmaktadır. İpliğin uzunluğu boyunca belirli aralıklarla kalınlık oluşturan bölümler içeren iplikler balıklı iplik olarak bilinir. Bu bölgelerin uzunluğu, kalınlığı, birim uzunluktaki sayısı, ipliklerin özelliklerini değiştirmektedir. Özellikle denim endüstrisinde ve ev tekstillerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Halkalı bükümlü fantazi iplikler, efekti oluşturan ipliklerin, temel ipliğin çevresinde halkalar oluşturacak şekilde düzenli ya da düzensiz biçimde birleştirilmesiyle elde edilen ipliklerdir. Düğümlü ipliklerde ise ipliğin yapısını oluşturan ipliklerden birisi, temel ipliğin çevresinde belirli aralıklarla sarılarak düğüm oluşturmaktadır.

Özellikle giysilik kumaşların kullanım sırasında göstereceği giyim performansı açısından esneme yeteneği önemli bir konfor parametresidir. Genellikle giyim sırasında kumaşların eklem hareketlerine bağlı olarak rahat bir şekilde uzayabilmesi ve uzadıktan sonra geri dönüşte kalıcı şekil değişikliğine uğramaması istenir. Yıkama gibi ıslak işlemlerle kumaş liflerinin şişmesi neticesinde kumaş en ve boyunda kısaltmalar olarak bilinen boyutsal değişim de kullanım performansı açısından oldukça önemlidir.

Fantazi ipliklerden örülen kumaşların esneme ve boyutsal değişim özelliklerini tespit edebilmek amacıyla yün, akrilik ve yün-akrilik karışım içeren üç farklı hammadde kullanılarak Nm 12 numaraya sahip 9 farklı tipte düğümlü, balıklı ve halkalı bükümlü fantazi iplikler üretilmiştir. Bu ipliklerden düz örgü yapısında örme kumaşlar örülmüş ve ASTM 2594

standardına göre esneme tayini, TS EN 6330 standartlarına göre yıkamada boyut değişimi deneyi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde halkalı bükümlü ipliklerden örülen kumaşların düğümlü ve balıklı ipliklerden örülen kumaşlara oranla daha yüksek esneme özelliğine sahip olduğu saptanmıştır. Hammadde açısından % 100 yün kumaşlar en yüksek esneme özelliği göstermiştir. Kumaşların boyutsal değişim sonuçları incelendiğinde %100 yün ve düğümlü fantazi ipliklerden örülmüş kumaşların, çubuk ve sıra yönünde en yüksek boyutsal değişime sahip olduğu ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** fantazi iplik, örme kumaş, giyim konforu, esneme, boyutsal değişim

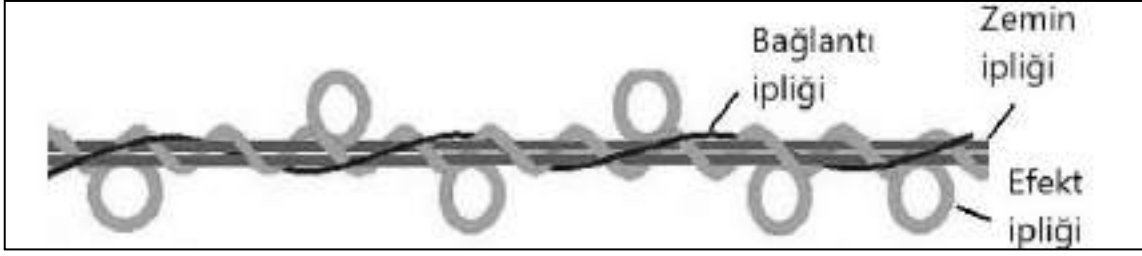
## 1. GİRİŞ

Günümüzde fantazi iplikler başlıca giysi ve ev tekstilleri olmak üzere tekstil alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu iplikler moda ile ilgili talepler ile birlikte farklı ve katma değeri yüksek ürünlerin üretimine uygundur. Triko, dokuma ve el örgüsü kumaşlar gibi çok çeşitli alanlarda kullanılabilen fantazi iplikler, içerdikleri efektlerle görsel özelliği ön planda olan, çeşitli ve yenilikçi ürünlerin tasarlanıp üretilmesine imkân sağlamaktadır. Ayrıca, fantazi iplikler, geri dönüştürülebilir materyallerden yapılabilmekte, çevre dostu ve sürdürülebilir ürünler elde edilebilmektedir. Gelişen teknoloji ve fantezi iplik üretim tekniklerindeki çeşitliliğin artması ile fantazi ipliklerin üretim miktarları da gün geçtikçe artmaktadır [1,2].

Fantazi iplikler klasik iplik yapısından farklı olarak üretim ve materyal özellikleri değiştirilerek farklı efektler kazandırılmış, renk ve/veya form açısından dekoratif düzensizlik içeren ipliklerdir. Fantazi iplikler, homojen büküm, mukavemet ve düzgünlük gibi düz ipliklerin sahip olması istenen özelliklerin tersine, üniform bir yapıdan uzak farklı renk, materyal ve büküm varyasyonlarından birine veya birkaçına sahip olan karmaşık yapıda ve sınırsız çeşitlilikte üretilirler [1, 3, 4].

Kullanılan hammadde, makineye beslenen materyal özellikleri (farklı iplik, fitil veya bantlar) ve üretim parametreleri (besleme hızı, büküm ve çekim özellikleri) değiştirilmek suretiyle çok farklı özelliklerde fantazi iplikler elde edilebilmektedir [5]. Fantazi ipliği oluşturan doğal veya sentetik bileşenler sadece iplik değil aynı zamanda kesikli lifler, filamentler ve dokusuz yüzey bileşenleri de olabilir. Yapısına göre farklı bileşenlere sahip olan fantezi iplikler esas olarak ipliğin yapısını oluşturan bir öz (zemin ipliği) iplikten, bir 'efekt malzemesinden' ve daha karmaşık durumlarda tüm yapının tutunmasını sağlayan bir

'bağlayıcıdan' oluşur. Fantazi efektin diğer biçimleri, renk efektlerine veya eğirme işleminin ayrıntılarındaki farklılıklara bağlı olarak değişir [6, 7].



**Görsel 1. Fantazi iplik temel elamanları [7]**

Fantazi ipliklerde farklı bileşenlerin birlikte kullanılması, iplik özelliklerinin geliştirilmesini ve çeşitliliğin artırılmasını sağlamaktadır. Bu amaçla geliştirilen fantazi iplikler çok farklı tipteki makinelerle (ring, rotor, friksiyon, hava jetli eğirme) ve işlemlerle üretilebilmektedir [8]. Çok yönlü fantazi iplik üreten eğirme makineleri, hem bir şerit veya fitilin çekilmesine hem de aynı zamanda iplik ve filamentlerin besleme ünitelerine sahiptir. Bileşenler daha sonra az ya da çok miktarda özlü iplikler tarafından tutulur ve çoğu durumda bu karmaşık yapıdaki iplikler son aşamada ince bir iplik veya filament bağlayıcı ile bağlanır [7].

Fantazi iplikler elde edilmiş yöntemlerine, yapılarına, efekt verme yöntemine ve verilen efektte göre çeşitlilik kazanır. İki renkli iplik, spiral iplikler, karo efektli iplik, kıvrımlı iplik, şerit iplikler, balıklı (slub) iplik, nepsli iplik, düğmeli iplik, düğümlü iplik, örülmüş iplik, şenil iplik, flok iplik, bukle iplik, halkalı bükümlü iplik sayılabilecek fantazi iplikler arasındadır [1,7].

Fantazi iplikler içerisinde balıklı, halkalı ve düğümlü iplikler yaygın olarak kullanılmaktadır. İpliğin uzunluğu boyunca belirli aralıklarla kalınlık oluşturan bölümler içeren iplikler balıklı iplik olarak bilinir. Bu bölgelerin uzunluğu, kalınlığı, birim uzunluktaki sayısı, ipliklerin özelliklerini değiştirmektedir. Özellikle denim endüstrisinde ve ev tekstillerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Halkalı bükümlü fantazi iplikler, efekti oluşturan ipliklerin, temel ipliğin çevresinde halkalar oluşturacak şekilde düzenli ya da düzensiz biçimde birleştirilmesiyle elde edilen ipliklerdir. Düğümlü ipliklerde ise ipliğin yapısını oluşturan ipliklerden birisi, temel ipliğin çevresinde belirli aralıklarla sarılarak düğüm oluşturmaktadır [7].

Özellikle giysilik kumaşların kullanım sırasında göstereceği giyim performansı açısından esneme (streç) yeteneği önemli bir konfor parametresidir. Kumaşlarda uzama yeteneği, belirli şartlar altında kumaşa bir kuvvet uygulanması sonucu ilk uzunluğunun yüzdesi



ile ifade edilen bir uzunluk artışının kumaşta meydana gelmesidir. Genellikle giyim sırasında kumaşların eklem hareketlerine bağlı olarak rahat bir şekilde uzayabilmesi ve uzadıktan sonra geri dönüşte kalıcı şekil değişikliğine uğramaması istenir [9].

Yıkama işlemine tabi tutulan numunelerde, yıkama sırasında liflerdeki dolayısıyla ipliklerdeki enine kesit şişmesi kumaşlarda çekmeye, kısalmaya neden olmaktadır. Özellikle su emiciliği iyi olan lifler ıslandığında liflerin içerisine giren su molekülleri lif ve ipliklerin çaplarının artmasına ve sonuçta kumaşta çekmeye yol açar. Boyutsal değişim olarak bilinen bu özellik kullanım performansı açısından oldukça önemli olup kalite standartları gereği tekstil mamulünü oluşturan kumaşların yıkama sonrası boyut değişimlerinin belirli sınırlar içinde olması istenen bir özelliktir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Geçmişten bugüne, fantazi ipliklerle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu ipliklerden üretilen kumaş özelliklerine ait çalışmalar daha az olmakla birlikte aşağıda fantazi iplik kullanılarak üretilen kumaş özellikleriyle ilgili yapılan çalışmalar verilmiştir.

Nergis B.U. ve Candan C. (2003) yapmış olduğu deneysel çalışmada şenil ipliklerden örülen düz örme kumaşların boyutsal, fiziksel ve görsel özelliklerini, iplik numarası, hav uzunluğu ve yıkama-kuru temizlemenin bir fonksiyonu olarak incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, yıkama ve kuru temizleme ile birlikte bileşen ve hav ipliklerinin özelliklerinin, şenil ipliklerden yapılan örgülerin boyutsal davranışını etkilediğini ifade etmişlerdir. Geleneksel ipliklerden örülen kumaşların aksine, şenil ipliklerin boncuklanma eğiliminin bileşen ve hav ipliği özelliklerine ve yıkama- kuru temizleme işlemine bağlı olarak değişmediğini tespit etmişlerdir. Patlama mukavemetine ise esas olarak bileşen ipliklerinin özelliklerine bağlı olduğunu ortaya koymuşlardır [10].

Çeven ve Özdemir (2006) tarafından yapılan diğer çalışmada; yün, polyester ve karışımlarından üretilmiş olan şenil iplik içeren kumaşların sürtünme mukavemetleri, bilgisayar destekli görüntü işleme tekniği kullanılarak incelenmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde, hav ipliği materyalinin, lif inceliğinin ve hav ipliği tipinin, sürtünme mukavemeti üzerinde oldukça büyük etkisinin olduğu tespit edilmiştir [11].

Özgül ve arkadaşları (2009), örülmüş fantazi ipliklerden örülen kumaşların üretim parametrelerinin değiştirilmesiyle kumaşların termofizyolojik özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda fantazi iplik üretiminde kullanılan iğne sayısı arttıkça

iplik kalınlaştığı için bu ipliklerden örülen kumaşların ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık değerlerinin daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Yüksek iğne sayısı ile örülen bu ipliklerden üretilen kumaşlar ilk temasta daha soğuk his verirken, yüksek çekim hızı ile çalışıldığında elde edilen ipliklerle üretilen kumaşlarda daha sıcak his elde edilmiştir. Çalışmada, makine çekim hızının, ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir [12].

Turay ve arkadaşları (2009), bukleli %100 yün ve %100 akrilik ipliklerden örülmüş kumaşların fiziksel özellikleri üzerine çalışmış, iplik özellikleri ile kumaş özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre hammaddesi yün olan bukleli iplikler akrilik ipliklere göre daha kalın ve daha fazla hava geçirgenliğine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Patlama mukavemeti açısından akrilik kumaşlar daha yüksek değerler vermiştir [3].

Tekoğlu O. ve Kavuşturan Y. (2011), şenil ve makarna iplikleri ile düz örgü yapısında örülen kumaşların boyutsal özelliklerini; hammadde, kuru -yaş yıkama relaksesini ve beş kez yıkama kurutma işlemlerinin fonksiyonu olarak incelemişlerdir. Bu çalışma sonucunda şenil ipliklerden örülen kumaşların boyutsal stabilitesinin makarna ipliklerinden örülen kumaşlara göre daha düşük olduğu, şenil ipliklerden örülen kumaşların çekme değerlerinin makarna ipliklerden örülenlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür [13].

Kumpikaite ve arkadaşları halkalı, şantuklu ve spiral ipliklerden üretilen dokuma kumaşların aşınma ve hava geçirgenliği özelliklerini incelemişlerdir. Fantazi iplik yapısının kumaş aşınma dayanımını etkilediğini, şantuklu (büyük efekt yapısı) kumaşlarda daha düşük aşınma dayanımı, spiral iplik (küçük efekt yapısı) içeren kumaşlarda daha yüksek aşınma dayanımı tespit edilmiştir. Kullanılan hammadde çeşidinin ve örgü deseninin de aşınma test sonuçlarını etkilediği ortaya konulmuştur. Fantazi iplik yapısının ve kullanılan efekt dağılımının hava geçirgenliğinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir [14].

Altaş ve Özgen (2016), şantuklu iplik tanımlayıcı parametrelerinden şantuk uzunluğu, şantuk mesafesi, şantuk kalınlığı ve iplik doğrusal yoğunluğunu kontrol faktörleri olarak seçmişler ve Taguchi deneysel tasarım tekniği ile dokuma kumaşların kumaş aşınma özellikleri üzerinde çalışmışlardır. Şantuk uzunluğu ve şantuk kalınlığının kumaşın aşınma direnci üzerine etkisinin doğrusal olmadığı ve şantuk mesafesinin aşınma üzerinde küçük bir etkiye sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. İplik doğrusal yoğunluğunun kumaşların aşınma özelliklerini etkileyen en önemli faktör olduğu tespit edilmiştir [15].

Pozdrec ve Gorjanc (2021) iki katlı fantazi iplikler içeren dokuma kumaşların hava ve su buharı geçirgenlik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada % 81 pamuk- %19 viskon karışımı ve %67 viskon- %33 keten karışımı iplikler kullanılmıştır. Bu iplikler atkıda kullanılarak üç farklı sıklıkta 1/3 Z dimi dokuma kumaşlar üretilmiştir. Atkısında %81 pamuk- %19 viskon liflerinden üretilen iki katlı fantazi ipliklerin kullanıldığı numunelerin hava geçirgenliğinin ve su buharı geçirgenliğinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Atkısı %67 viskon-%33 keten liflerinden üretilen kumaşların ise daha az aşınma direncine ve yıkanmada daha düşük boyutsal kararlılığa sahip olduğu ortaya konulmuştur [16].

Bu çalışmada bahsedilen çalışmalardan farklı olarak fantazi ipliklerden üretilen örme kumaşların giyim konforu ve kullanım performansı açısından önemli olan esneme ve boyutsal çekme özellikleri incelenmiştir.

### 3. MATERYAL METOT

Bu çalışmada Fashionator makinesinde üretilen Nm 12 numarada balıklı, düğümlü, halkalı fantazi iplikler kullanılmıştır. İpliklerin üretiminde %100 PAC, %100 yün ve %50 PAC- %50 yün kullanılmıştır. Düğümlü, balıklı ve halkalı bükümlü yapılarda üretilen %100 PAC ipliklerin görünümleri Görsel 2, 3 ve 4'te verilmiştir.



**Görsel 2. %100 PAC düğümlü fantazi iplik**



**Görsel 3. %100 PAC balıklı fantazi iplik**



**Görsel 4. %100 PAC halkalı fantazi iplik**

Bu ipliklerden SHIMA SEIKI markalı düz örme makinesi kullanılarak düz örgü yapısında kumaşlar örülmüştür.

#### **4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR**

##### **4.1 Kumaşlarda esneme (streç) tayini**

Çalışmada kumaşların esneme özellikleri ASTM 2594 standardına göre yapılmıştır. Örme kumaşlarda sıra yönünde esneme daha fazla olduğu için bu yöndeki uzama değerleri incelenmiştir. Bu amaçla şerit şeklinde kesilen kumaş numuneleri kısa kenarından halka oluşturacak şekilde dikilmiştir. Numunelerin üzerine 10 cm aralıklı iki çizgi çizilerek askı sistemine yerleştirilmiş ve 0- 23 N'luk düzgün artan ve azalan bir gerilme dört defa uygulanmıştır. Her bir periyodun 4 ile 6 saniye içerisinde tamamlanması sağlanmıştır. Beşinci periyotta ise numune 5-10 saniye tutularak çizgiler arası mesafe ölçülmüş ve kumaşın esneme yeteneği hesaplanmıştır [17].

$$\text{Kumaşta esneme (\%)} = \frac{B-A}{A}$$

A: Deney numunesi üzerindeki alt ve üst çizgiler arasındaki mesafenin gerilme uygulamadan önceki değeri, mm

B: Deney numunesi üzerindeki alt ve üst çizgiler arasındaki mesafenin belirtilen gerilmenin beş periyot uyguladıktan sonraki değeri, mm [9].



*Görsel 5. Kumaşlarda esneme tayini*

#### 4.2 Kumaşlarda yıkamada boyutsal değişim tayini

Boyutsal değişim tekstil materyalinin su, nem ve kuru temizlemeye maruz kaldığında orijinal ölçülerini koruma kabiliyetinin kontrol edilmesi amacıyla yapılan bir test yöntemidir. Yıkama sonrası boyutsal değişim tayini EN ISO 6330:2000 standardı esas alınarak yapılmıştır [18]. Kumaş numuneleri ebatları 50 cm ve 50 cm olan boyutsal değişim şablonu kullanılarak çubuk ve sıra yönünde işaretlemeler yapıldıktan sonra kesilmiştir. Hazırlanan numuneler Wascator makinesinde 20 gram deterjan ile 30° C de hassas yıkamada yıkanmış ve sererek kurutulmuştur. Kuruyan numuneler 24 saat kondisyonlandıktan sonra yüzde değişim cetveli ile ölçülerek boyutsal değişim değerleri hesaplanmıştır.

Boyut değişimini hesaplama yöntemi aşağıdaki gibidir.

$$\% \text{ Boyut Değişimi} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

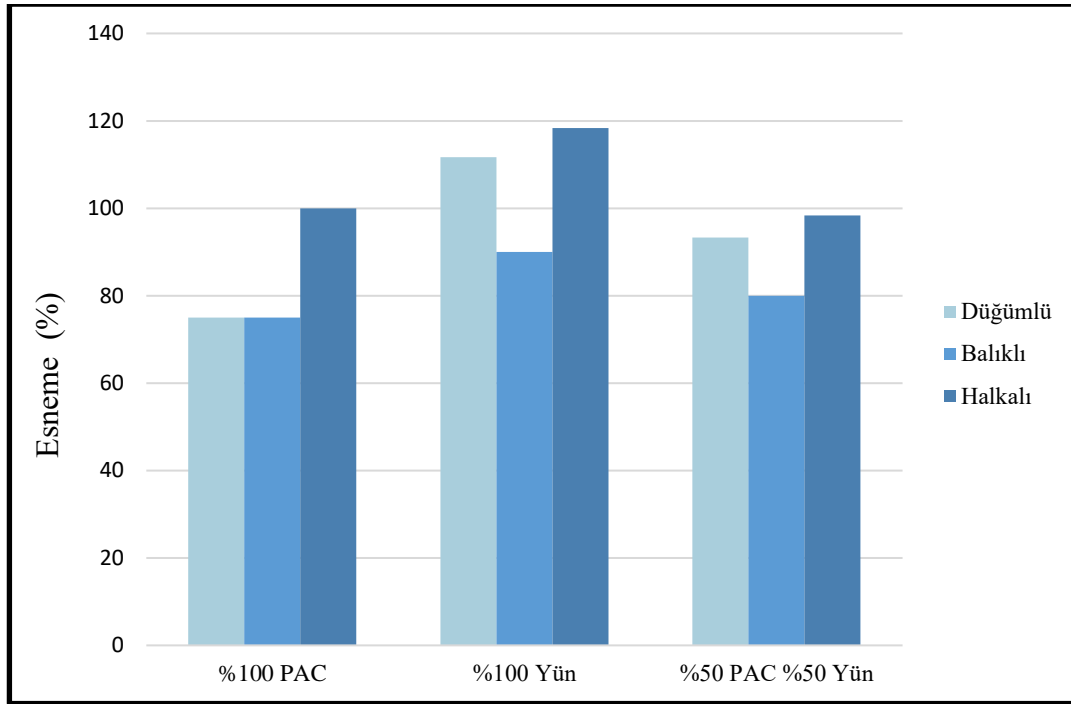
A: Yıkanmamış uzunluk değeri, mm

B: Yıkanmış uzunluk değeri, mm

## 5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

### 5.1 Dügümlü, Balıklı, Halkalı Bükümlü Fantazi İpliklerden Örölmüş Kumaşların Esneme Testi Sonuçları

Dügümlü, balıklı ve halkalı bükümlü fantazi ipliklerden örölmüş kumaşların esneme özelliği test sonuçları Görsel 6’da verilmiştir. Test sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde hammadde ve fantazi iplik tipinin kumaş esneme özelliklerine etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge1).



Görsel 6. Fantazi ipliklerden örölmüş kumaşların esneme değerleri

Çizelge 1. Kumaş esneklik özelliği varyans analizi sonuçları

Parametre	p değeri
İplik tipi	0,001*
Hammadde	0,001*

\*  $\alpha=0.05$ 'e göre istatistiksel olarak anlamlı



Kumaşların esneme değerleri incelendiğinde halkalı ipliklerden örülen kumaşların daha gevşek kumaş yapısı ve düşük sıklık değerleri nedeniyle en yüksek esneme özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Balıklı ipliklerden örülen kumaşlarda ise daha sık kumaş yapısı nedeniyle en düşük esneme yeteneğine sahip oldukları görülmüştür. İstatistiksel çoklu karşılaştırma sonuçları incelendiğinde fantezi iplik çeşidi açısından balıklı ve halkalı ipliklerden örülen kumaşların esneme özellikleri açısından önemli farklılık tespit edilmiştir (Çizelge 2). Kullanılan materyal açısından değerlendirildiğinde yün liflerinden üretilen kumaşların yüksek esneme yeteneğine sahip olduğu görülmüştür. Yün lifleri PAC lifleri ile kıyaslandığında yüksek uzama yeteneğine sahiptir (kopmada uzama yün lifi için % 40, PAC için % 25), bu nedenle yün liflerinde üretilen kumaşlar, akrilik kumaşlara göre daha fazla elastikiyet göstermiştir. İstatistiksel değerlendirme sonuçları incelendiğinde yün liflerinden üretilen kumaşların esneme değerlerinin % 100 PAC ve karışım liflerinden üretilen kumaşlar ile belirgin farklılıklar olduğu ortaya konulmuştur (Çizelge 3).

**Çizelge 2. Fantezi iplik çeşidi açısından çoklu karşılaştırma sonuçları**

p değeri	Düğümlü	Balıklı	Halkalı
Düğümlü	-	0,110	0,091
Balıklı	0,110	-	0,001*
Halkalı	0,091	0,001*	-

\*  $\alpha=0.05$ 'e göre istatistiksel olarak anlamlı

**Çizelge 3. Hammaddede açısından çoklu karşılaştırma sonuçları**

p değeri	PAC	Yün	PAC+Yün
PAC	-	0,001*	0,408
Yün	0,001*	-	0,020*
PAC+Yün	0,408	0,020*	-

\*  $\alpha=0.05$ 'e göre istatistiksel olarak anlamlı

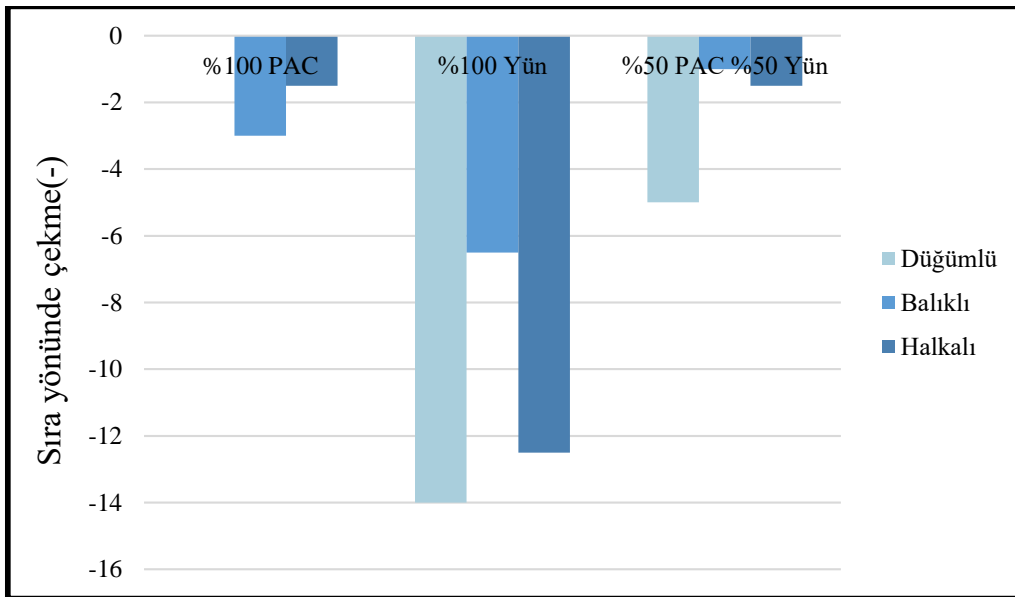
## 5.2 Düğümlü, Balıklı, Halkalı Bükümlü Fantazi İpliklerden Örülmüş Kumaşların Yıkamada Boyutsal Değişimi Sonuçları

Düğümlü, balıklı ve halkalı bükümlü fantazi ipliklerden örülmüş kumaşların sıra ve çubuk yönünde yıkamada boyutsal değişimleri Görsel 7 ve 8'de verilmiştir.

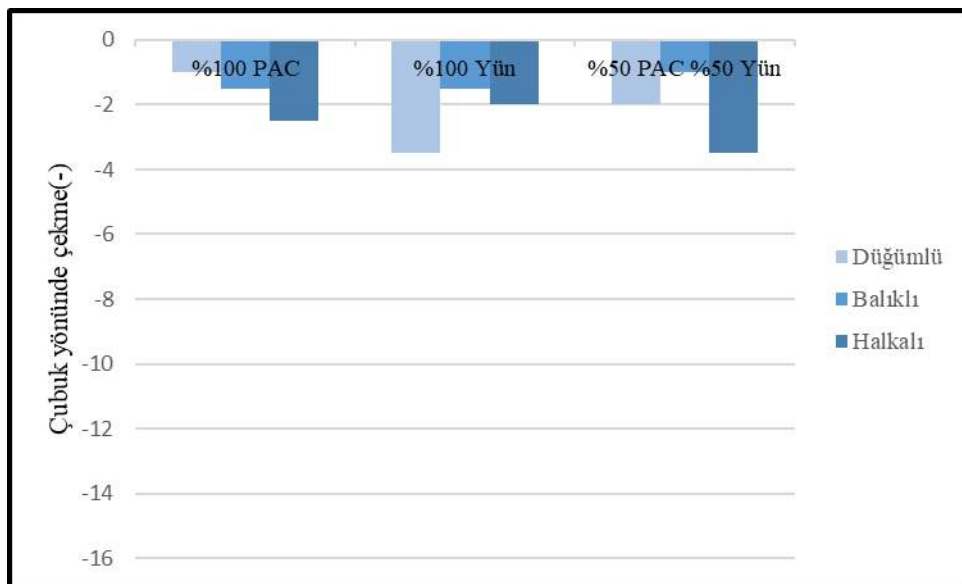
Kumaş çekmesi hidrofil (su tutuculuğu yüksek) lifli kumaşlarda daha yüksektir. Su emiciliği iyi olan lifler ıslandığında, su liflerin özellikle amorf bölgelere girerek lifin enine

kesitinde artış meydana getirir, bu da ipliklerde kısalmaya neden olur. Genellikle, yün kumaşlar, akrilik kumaşlara göre daha fazla nem ve su çekerler. Bunun nedeni, doğal bir lif olan yün lifinin sıcaklık ve nem değişimlerine karşı daha hassas olmalarıdır.

Görsel 7 ve 8 incelendiğinde beklendiği gibi kumaşların sıra yönünde çekmelerinin çubuk yönüne göre daha fazla olduğu ve yün liflerinden üretilen kumaşların % 100 PAC ve karışım liflerinden üretilen kumaşlara göre daha fazla çekme gösterdikleri görülmüştür. En düşük çekme değeri % 100 PAC kumaşlarda görülmüştür.



Görsel 7. Fantazi ipliklerden örülmüş kumaşların sıra yönünde boyutsal değişimleri



Görsel 8. Fantazi ipliklerden örülmüş kumaşların çubuk yönünde boyutsal değişimleri

Yün ve Yün-PAC karışımı liflerden üretilen kumaşlarda boşluklu yapısı nedeniyle düğümlü ipliklerden üretilen kumaşlarda yıkamada en yüksek çekme görülürken balıklı ipliklerden örülen kumaşlar en düşük çekme göstermiştir.

## 6. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde halkalı bükümlü ipliklerden örülen kumaşların düğümlü ve balıklı ipliklerden örülen kumaşlara oranla daha yüksek esneme özelliğine sahip olduğu saptanmıştır. Hammadde açısından % 100 yün kumaşlar en yüksek esneme özelliği göstermiştir. Kumaşların boyutsal değişim sonuçları incelendiğinde %100 yün ve düğümlü fantazi ipliklerden örülmüş kumaşların, çubuk ve sıra yönünde en fazla boyutsal değişime sahip olduğu ortaya konulmuştur. Tasarım özellikleri yanı sıra yüksek esneme gerekliliği olan ürünlerde halkalı iplikler, boyutsal değişimin en az olması istenen ürünlerde balıklı ipliklerden üretilen kumaşlar tercih edilmelidir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada testlerin yapılmasında katkıda bulunan Tekstil Müh. Serap Özcan, Tekstil Müh. Oğuzhan Mert ve Tekstil Müh. Zehra Aksu'ya teşekkür ederim.

## KAYNAKÇA

- [1] Süpüren, G., Özçelik, G., Turay A., Özdil, N., *Yaygın Olarak Kullanılan Fantazi İplikler ve Özellikleri*, Niğde Tekstil Sempozyumu, ,98-108, Niğde, 2008.
- [2] Özdil, N., Kayseri, G.Ö., Mengüç, G., *Şantuklu İplik Özellikleri*, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(1), 33-41, 2009.
- [3] Turay A., Özçelik G., Süpüren G., Özdil N., *Bukleli İpliklerden Örülmüş Kumaşların Fiziksel Özellikleri*, 1. Uluslararası 5. Ulusal Meslek Yüksekokulları Sempozyumu, Selçuk Üniversitesi Kadınhanı Faik İçil Meslek Yüksekokulu, Konya, 321-331, Mayıs 2009.
- [4] Şamlı, E., *Şantuklu İpliklerde Düzgünsüzlük Ölçümü ve İplik Özelliklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2010

- [5] Turay, A., *Çeşitli Fantazi İpliklerden Örülen Kumaşların Isıl Özelliklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2008.
- [6] Tekoğlu, O., *Fantezi İplik Kullanımının Örme Kumaş Performansına Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Bursa, 2007.
- [7] Gong, R.H., Wright R.M., *Fancy Yarns, Their Manufacture and Application*, Textile Institute, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, U.K., 2002.
- [8] Matsumoto, Y.I., Saito, H., Sakaguchi, A., Toriumi, K., Nishimatsu, T., Shimizu, Y., Shirai, H., Morooka, H., Gong, H., *Combination Effects of Open-End Rotor Spun Hybrid Yarns*, Textile Research Journal. Vol 74, 671-676, 2004.
- [9] Özdil, N., *Kumaşlarda Fiziksel Kalite Kontrol Yöntemleri*, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını, No:21, İzmir, 2018.
- [10] Nergis, B., Candan, C., 2003, *Properties of Plain Knitted Fabrics from Chenille Yarns*, Textile Research Journal, 73(12), 1052-1056, 2003.
- [11] Çeven, E.K., Özdemir, Ö., *Evaluation of Chenille Yarn Abrasion Behavior with Abrasion Tests and Image Analysis*, Textile Research Journal, Vol. 76, 315-321, 2006.
- [12] Özdil, N., Turay, A., Gonca, Ö., Gamze, S., *Örülmüş Fantezi İpliklerde Üretim Parametrelerinin Kumaşların Termofizyolojik Özelliklerine Etkisi*, Tekstil ve Konfeksiyon, 4, 280-285, 2009.
- [13] Tekoğlu O., Kavuşturan, Y., Şenil ve Makarna İpliklerden Üretilen Düz Örgü Kumaşların Boyutsal Özellikleri, Tekstil ve Konfeksiyon, 2, 158-163, 2011.
- [14] Kumpikaite, E., Ragaišiene, A., Barburski, M., *Comparable Analysis of the End-Use Properties of Woven Fabrics with Fancy Yarns. Part I: Abrasion Resistance and Air Permeability*. Fibres & Textiles in Eastern Europe, Vol. 18, No. 3 (80), 56-59,2010.
- [15] Altaş S., Ozgen B., *The effect of slub yarn descriptive parameters and yarn linear density on upholstery fabric abrasion resistance*, The Journal of The Textile Institute, 107 (10), 1232-1239, 2016.

[16] Pozderek M., Gorjanc D.S., Permeability properties of woven fabrics containing two-ply fancy yarns, *Industria Textila*, 72, 2, 156-167, 2021.

[17] ASTM 2594-21, Standard Test Method for Stretch Properties of Knitted Fabrics Having Low Power

[18] ISO 6330-21, Textiles. Domestic Washing and Drying Procedures for Textile Testing

## ANSYS FLUENT İLE GOLF TOPU CFD ANALİZİ

Lisans öğrencisi, Halil ERKMEN <sup>1</sup>, Lisans öğrencisi, Yakup APAYDIN <sup>2</sup>

Lisans öğrencisi, Mehmet Salih ÖZ<sup>3</sup>, Lisans öğrencisi, İbrahim Emrullah PALA<sup>4</sup>

ÖĞR. GÖREVLİSİ, Mustafa BUĞDAY <sup>5</sup> (Danışman)

<sup>1</sup> Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Mekatronik Bölümü,  
[halilerkmenplus@gmail.com](mailto:halilerkmenplus@gmail.com) - 0009-0000-5720-2920

<sup>2</sup> Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Mekatronik Bölümü,  
[apaydinyakup20@gmail.com](mailto:apaydinyakup20@gmail.com) - 0009-0005-9626-7096

<sup>3</sup> Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Mekatronik Bölümü,  
[ozmehmetsalih0@gmail.com](mailto:ozmehmetsalih0@gmail.com) - 0009-0001-4570-5472

<sup>4</sup> Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Mekatronik Bölümü,  
[emrullahpala34@gmail.com](mailto:emrullahpala34@gmail.com) - 0009-0001-8530-8084

<sup>5</sup> Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Mekatronik Bölümü,  
[mustafabugday@karabuk.edu.tr](mailto:mustafabugday@karabuk.edu.tr) - 0000-0003-4413-509X

### ÖZET

Bu çalışma, ANSYS Fluent CFD yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen kapsamlı bir aerodinamik analiz ile golf topunun hava akış karakteristiklerini detaylı bir şekilde incelemektedir. Aerodinamik analiz, golf topunun atmosfer içindeki karmaşık hareketini simüle etmek ve anlamak için güçlü bir mühendislik aracıdır. Golf topu aerodinamik analizi, topun uçuş sırasındaki hava akışını, hızını, aerodinamik kuvvetlerini ve diğer önemli parametreleri analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmanın odak noktası, golf topunun aerodinamik özelliklerini anlamak ve potansiyel tasarım iyileştirmeleri ile performansını optimize etmektir. Çalışmanın ilk adımı, golf topunun detaylı bir 3D CAD modelinin oluşturulmasıdır. Bu model, golf topunun geometrisini, yüzey özelliklerini ve aerodinamik detayları içermektedir. Ardından, ANSYS Fluent programı kullanılarak bu model, analiz için uygun hale getirilir. Analiz sırasında, farklı hızlar, atmosfer koşulları ve açılar gibi çeşitli senaryolar simüle edilir. CFD yazılımı, golf topunun hava akışındaki karmaşıklığı hesaplar ve aerodinamik kuvvetleri ayrıntılı bir şekilde belirler. Aerodinamik analiz, golf topunun uçuş performansını ve aerodinamik stabilitesini anlamamıza yardımcı olur. Elde edilen veriler, golf topunun hava akışındaki önemli özellikleri ortaya çıkarır ve tasarım iyileştirmeleri için değerli bilgiler sunar. Bu, golf topunun daha uzun mesafe ve daha iyi kontrol sağlaması için potansiyel avantajlar sunabilir. Analiz, tasarım sürecindeki iyileştirmelerin yanı sıra golf topu üreticilerine, tasarımcılara ve oyunculara daha iyi bir deneyim sunmak için stratejik yönergeler sağlar. Bu analiz, golf topunun aerodinamik özelliklerini optimize etmek, performansını artırmak ve oyunculara daha iyi bir deneyim sunmak için değerli bilgiler sağlar. Aerodinamik analiz, golf endüstrisindeki tasarım süreçlerini güçlendirerek, daha yenilikçi ve etkili ürünlerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Golf topu, ANSYS Fluent, CFD, Aerodinamik Analiz



## ABSTRACT

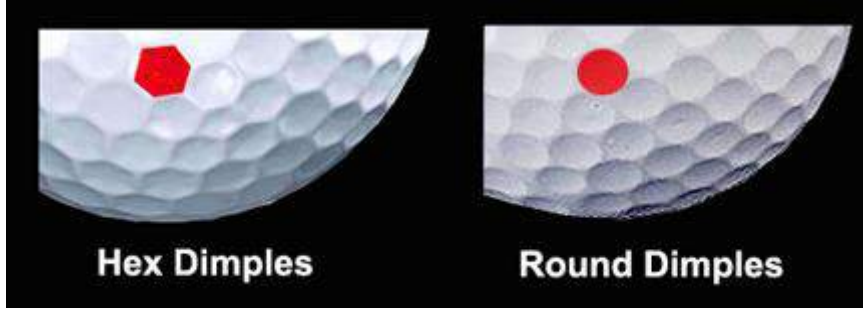
This research focuses on an in-depth aerodynamic analysis that meticulously examines the airflow characteristics of a golf ball. The analysis, conducted using the ANSYS Fluent CFD software, serves as an effective engineering tool to simulate and comprehend the complex movement of the golf ball within the atmosphere. The aim of the golf ball aerodynamic analysis is to thoroughly analyze the air flow, velocity, aerodynamic forces, and other critical parameters during the ball's flight. The primary objective of this study is to gain a deep understanding of the golf ball's aerodynamic features and optimize its performance through potential design improvements. The initial step of the study involves the meticulous creation of a detailed 3D CAD model of the golf ball, encompassing its geometry, surface features, and aerodynamic details. Subsequently, this model is refined for analysis using the ANSYS Fluent program. Throughout the analysis process, various scenarios are simulated, including different speeds, atmospheric conditions, and angles. The CFD software calculates the complexity of the airflow around the golf ball and determines the aerodynamic forces through detailed analysis. Aerodynamic analysis is essential to comprehend the flight performance and aerodynamic stability of the golf ball. The obtained data reveals critical features of the airflow around the golf ball and provides valuable information for design improvements. This unveils potential advantages for the golf ball, such as achieving longer distances and better control. In addition to design process improvements, the analysis provides strategic guidelines for golf ball manufacturers, designers, and players to offer a superior experience. This analysis provides valuable insights to optimize the aerodynamic properties of the golf ball, enhance its performance, and deliver an improved experience for players. Aerodynamic analysis can contribute to the design processes in the golf industry, paving the way for the development of more innovative and effective products.

**Keywords:** Golf ball, ANSYS Fluent, CFD, Aerodynamic Analysis

## 1. GİRİŞ

Golf topunun tarihi, sporun kökenlerine dayanmakta olup zaman içinde önemli evrimlere uğramıştır. Golf, 15. yüzyılda İskoçya'da ortaya çıkan bir spor olarak bilinir ve başlangıçta tahta top ve ağaç saplı sopalar kullanılarak oynanmaktaydı. Ancak, golf topu tasarımı zaman içinde büyük değişikliklere uğramış ve bu değişikliklerin çoğu, oyunun dinamiklerini etkilemiştir.

İlk golf topları genellikle sıkıştırılmış tef, dökme demir veya deri kullanılarak yapılmıştır. Bu topların yüzeyi pürüzsüzdü ve hava akışını etkileyen aerodinamik faktörlerin incelenmesi oldukça sınırlıydı. Ancak, 19. yüzyılın sonlarına doğru, gutta-perka adı verilen bir malzeme kullanılarak yapılan golf topları popülerlik kazandı. Gutta-perka, doğal kauçuktan elde edilen bir tür latekstir ve daha fazla sıkıştırma olanağı sağladığından daha uzun menzil ve daha iyi kontrole olanak tanıdı.



**Görsel 3- Farklı golf topu desenleri**

Daha dayanıklı ve öngörülebilir uçuş özelliklerine sahip topların geliştirilmesi, golf sporunun yaygınlaşmasına katkıda bulundu. Modern golf topları Görsel 1 ve Görsel 2’de görüldüğü üzere genellikle çok katmanlı yapılardan oluşur ve özel kaplamalar, iç dolgular ve aerodinamik özellikler içerir.



**Görsel 1, Kesilmiş Golf toplarının görünümü**



**Görsel 2, Golf topunun katman yapısı**

Golf topunun uçuş davranışı, hızı ve şekliyle doğrudan ilişkilidir. Topun havada nasıl hareket ettiği, golfçülerin vuruş tekniklerini optimize etmeleri ve daha iyi performans elde etmeleri için merak uyandıran bir konudur.

Golf topunun hızı, vuruş anındaki çıkış hızı ve topun uçuş sırasındaki hız kaybı göz önüne alındığında belirlenir. Daha yüksek hızlar genellikle daha uzun menzil ve daha düşük topun düşüş açısı anlamına gelir. Modern golf toplarının tasarımı, bu hızları artırmak ve topun daha uzak mesafelere gitmesini sağlamak için optimize edilmiştir.

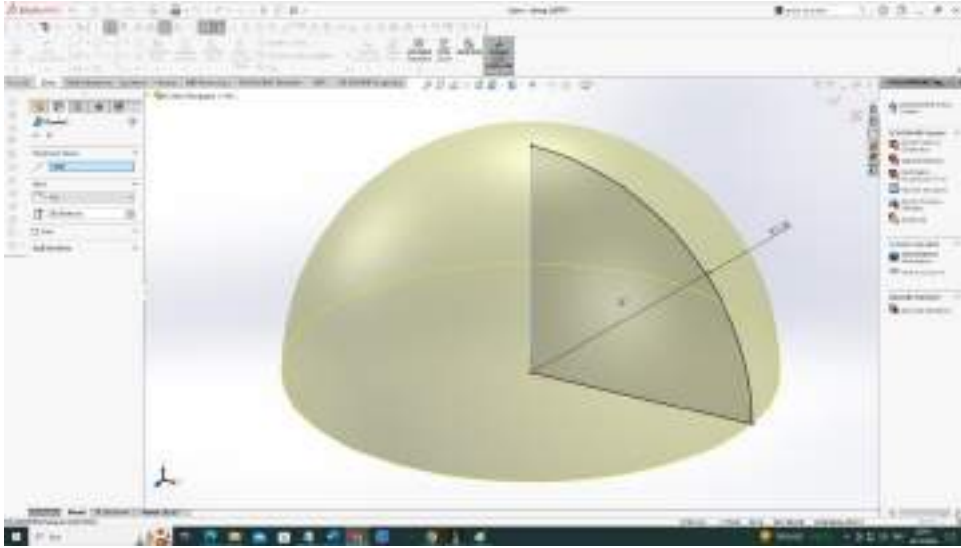
Günümüzdeki golf topları genellikle çok katmanlı bir yapıya sahiptir. Bu katmanlar, farklı malzemelerin ve yoğunlukların kombinasyonunu içerir. İç katmanlar genellikle enerji transferini artırmak, dış katmanlar ise aerodinamik performansı iyileştirmek amacıyla tasarlanır. Bu çok katmanlı tasarım, topun hava direncini azaltarak daha yüksek hızlara ulaşmasına katkı sağlar.(Görsel 2)

Golf toplarının yüzeyindeki dimple (çökme) desenleri, topun aerodinamik davranışını büyük ölçüde etkiler. Dimple'lar, hava akışını yönlendirir ve topun düzgün ve stabil bir uçuşa sahip olmasına yardımcı olur. Farklı dimple desenleri, golf topunun havadaki direncini azaltarak daha hızlı hızlara ulaşmasına olanak tanır.

## MODEL VE METOD

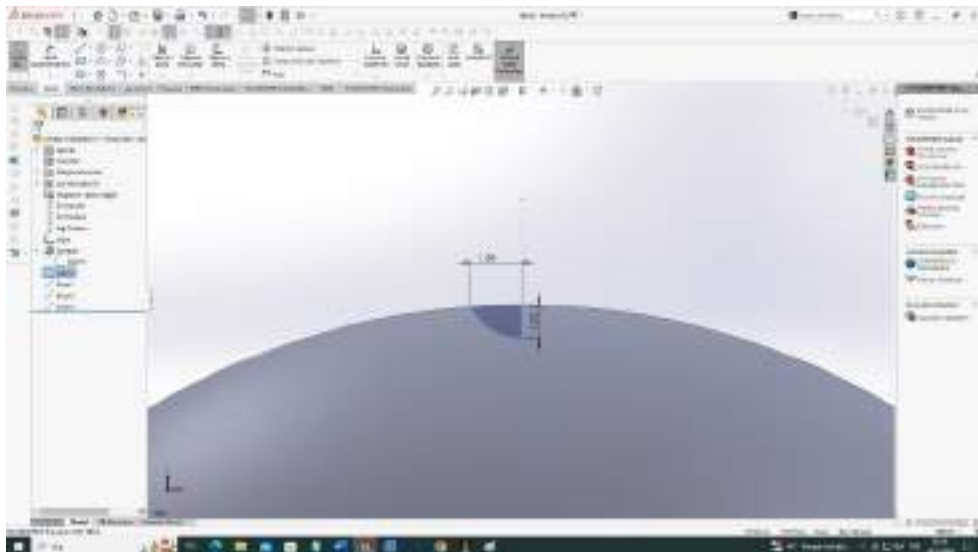
Bu çalışmada model oluşturmak için SOLIDWORKS 2022 programı, Aerodinamik analiz için ANSYS 2023 R1 programının 'Fluid Flow (CFX)' modülü, sonuçların görselleştirilmesi için 'CFD-Post' modülü kullanılmıştır.

### Modelin oluşturulması



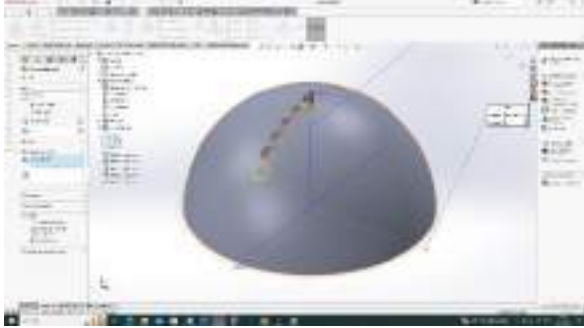
Görsel 4, Golf topu çap modeli

Golf topu Modelini oluşturma aşamasında yarım küre geometrisi üzerinde işlem yapıp aynalam komutu ile tamamlamak iş yükümüzü azaltacağından dolayı bu yöntem tercih edilmiş topun ilk yarısını oluşturmak için öncelikle bir 21 mm yarıçapa sahip bir daire çizimi yapılmış  $\frac{1}{4}$  lük kısmı çizgilerle kapatılıp 'Döndürerek Katı Oluştur' komutu ile yarım küre oluşturulmuştur.



Görsel 5, Çukur modeli

Döndürerek katı oluşturma komutu ile oluşturulan yarım kürenin üzerine çökme desenlerini oluşturabilmek için tepe noktasına bir yay oluşturulmuş, ‘Döndürme ile Kesme’ komutu ile geometri üzerinde çökme deseni oluşturulmuştur.



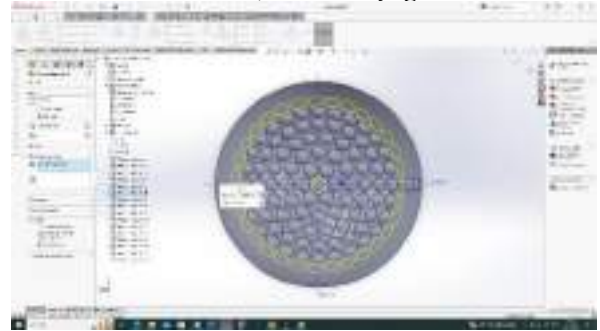
**Görsel 6, Dairesel Çoğaltma**



**Görsel 7, Dairesel Çoğaltma**



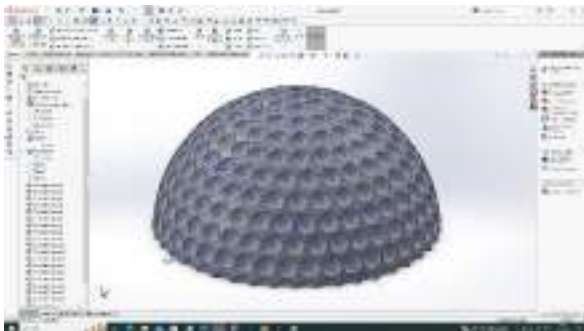
**Görsel 8, Dairesel Çoğaltma**



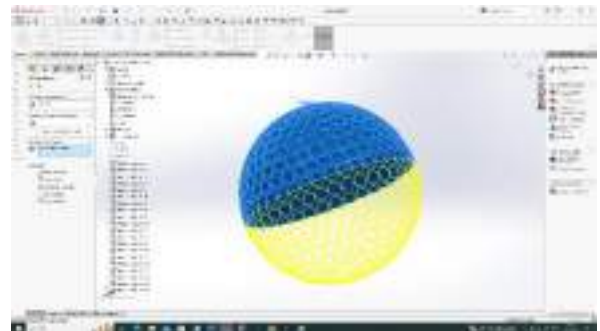
**Görsel 9, Dairesel Çoğaltma**

‘Dairesel Çoğaltma’ ile bu çökme deseni yatay eksen etrafında çoğaltılmış ve aynı işlem 90 dereceye ulaşana kadar tekrar edilmiştir.

Daha sonra oluşturulan çökmeler dikey eksen için ‘Dairesel Çoğaltma’ kullanılarak her bir çökme 360 derecede yeterli sayıda kopyalanmış ve çökmelerin tamamının oluşması sağlanmıştır.

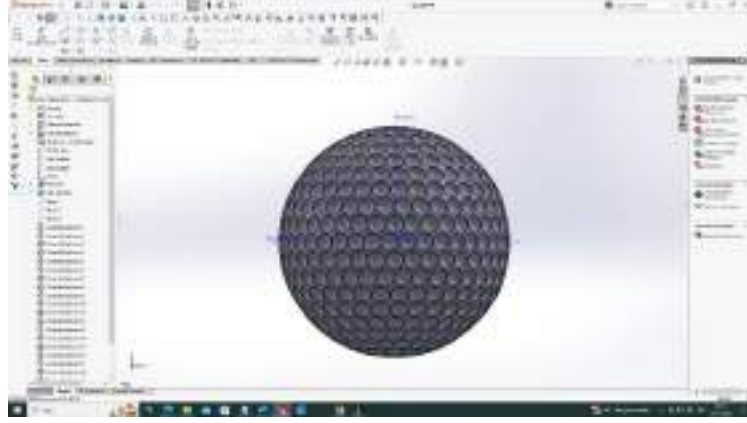


**Görsel 10, Yarım Golf Topu**



**Görsel 11, Aynalama işlemi**

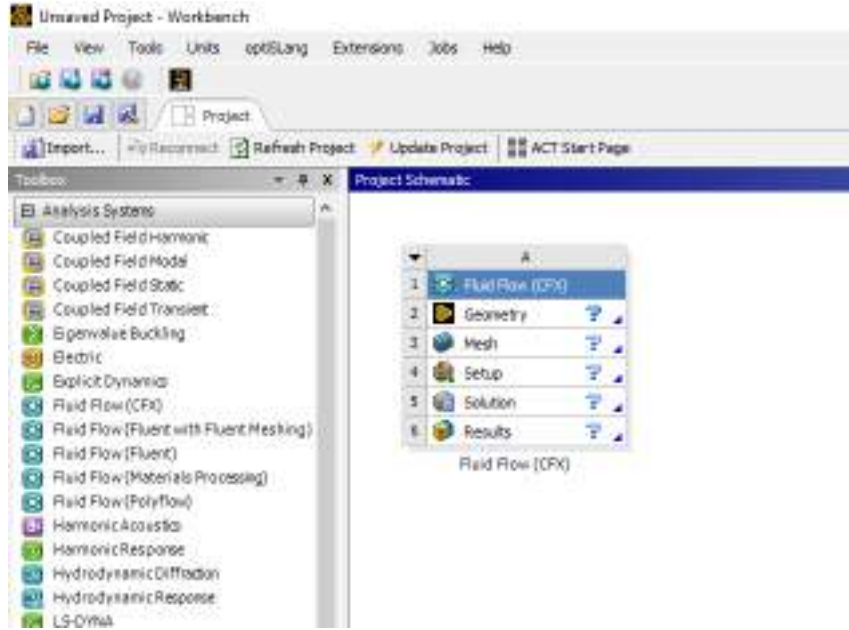




Görsel 12, Golf Topu Modeli

Aynalama komutu ile topun diğer yarısı oluşturulmuş ardından Radyus verilerek golf topunun son haline gelmesi sağlanmıştır.

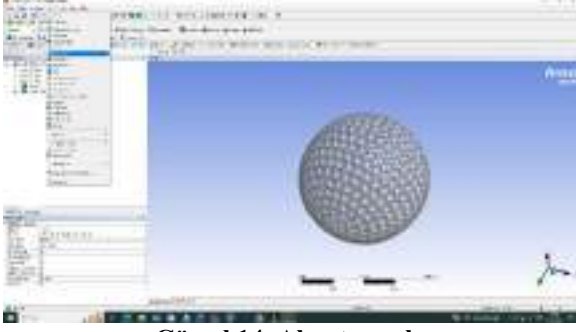
### Ansyes CFX modülü ile analiz yapılması



Görsel 13, Fluid Flow(CFX)

Ansyes CFX, karmaşık olan ısı transfer ve akışkanlar dinamiklerinin analizlerini yapmak amacıyla kullanılır. Bu yazılım CFD (Computational Fluid Dynamics) olarak adlandırılır.

Yapılacak işlemler kısaca şöyledir; Geometry türünden olan Design Modeler seçilmiş olup Solidworks uygulamasıyla çizilen golf topu örneği eklenmiştir. Mesh bölümünde örnek analiz için uygun parçalara ayrılmıştır. Setup bölümünde analiz için önemli değerler sisteme girilip Solution bölümünde çözülmesi sağlanmıştır. Son olarak Results bölümünde analiz sonuçları incelenmiştir.



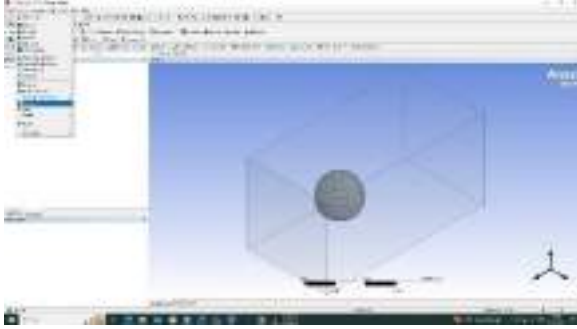
Görsel 14, Alan tanımlama



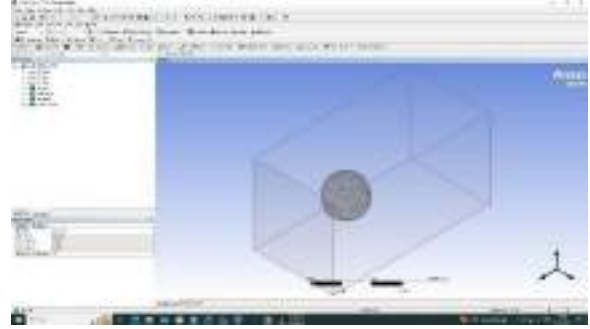
Görsel 15, Akış alanı

Çizilen golf topu örneği Design Modeler alanına alınmıştır. Burada öncelikle aerodinamik analizini görmek amacıyla 'enclosure' işlemi ile hayali bir alan tasarlanmıştır. Hava akışının bu alan içerisinde gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu hayali alanın boyutu, golf topu boyutu ile sağlıklı bir oranda olması sağlanmıştır.

Görsel 14, 'enclosure' işlemi yapılmadan önce, Görsel 15 ise yapıldıktan sonraki halidir.



Görsel 16, Ayırılmamış Alan

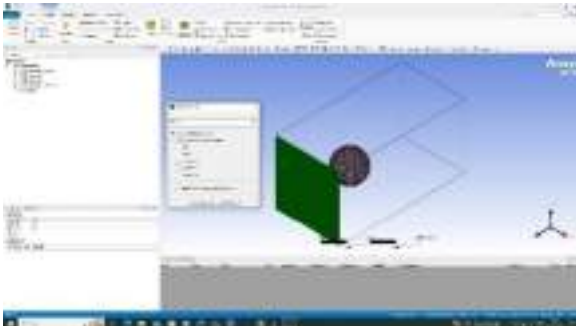


Görsel 17, Ayırılmış alan

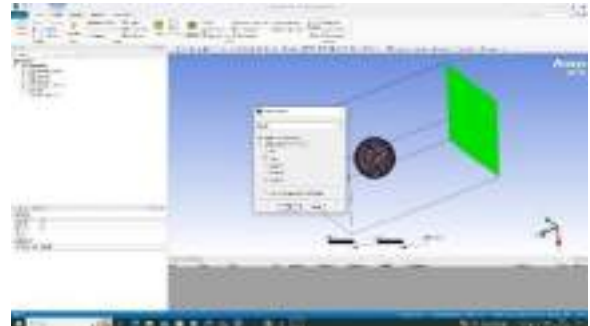
Görsel 16 ve Görsel 17' de 'Boolean' işlemi yapılmıştır. Boolean, tasarım ve analiz alanlarında parçaları birleştirmek veya ayırmak için kullanılan bir araçtır.

Burada yapılan işlem, bir önceki adımda yapılan hayali alan ile golf topu örneğini birbirinden ayırmaktır. Bunu yapmak için önce 'Boolean' komutu verilip operasyon kısmı 'Subtract' seçilmiştir. Daha sonra hayali alan 'Tool Body (Araç Cisim)', Golf topu örneği 'Target Body (Hedef Cisim)' olarak seçilmiştir.

'Subtract' operasyonu, cisimlerin birbirinden ayrılması için kullanılmıştır.

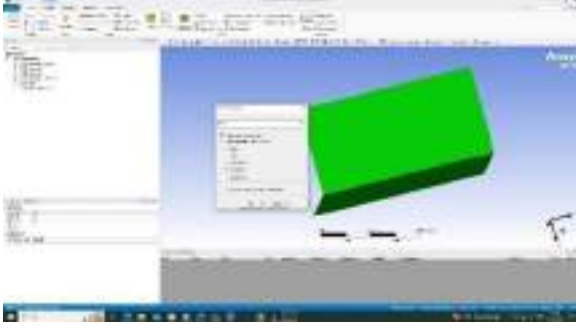


Görsel 18, Giriş yüzeyi isimlendirme

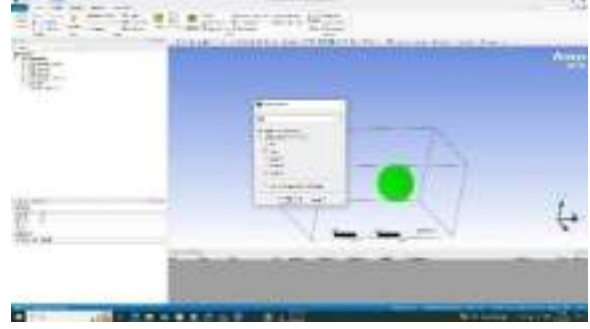


Görsel 19, Çıkış yüzeyi isimlendirme





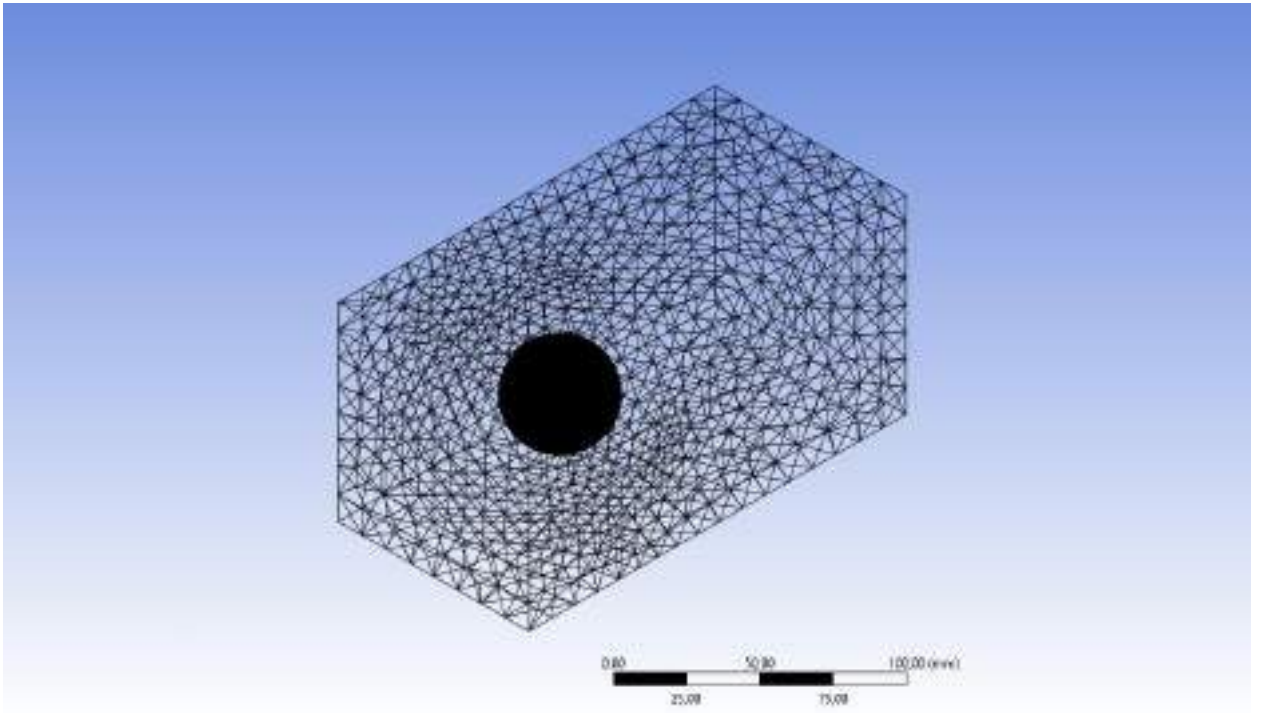
Görsel 18, Duvar yüzeyi isimlendirme



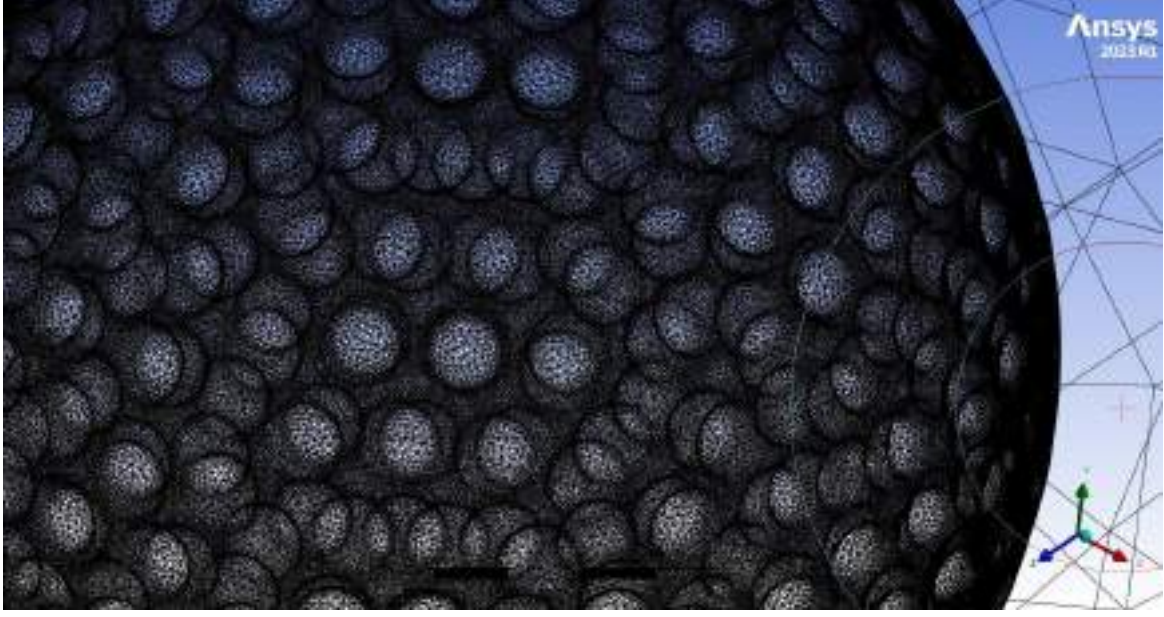
Görsel 19, Top yüzeyi isimlendirme

Bu bölümde golf topu örneği ve hayali alan bölümleri isimlendirilmiştir. Hayali alanda hava giriş bölümü olacak olan yer ve aynı zamanda golf topu örneğinin ön yüzünün baktığı yer 'inlet' olarak isimlendirilmiştir. Hayali alanın arka kısmı 'outlet' ve kalan diğer 4 kenarı 'wall' olarak isimlendirilmiştir. Golf topunun kendisine ise 'ball' ismi verilmiştir.

Yapılan isimlendirmeler ileride yapılacak olan işlemler için önemlidir. Setup bölümünde girilecek değerler bu isimlendirmeler üzerinden yapılacaktır.



Görsel 20, Mesh görüntüsü



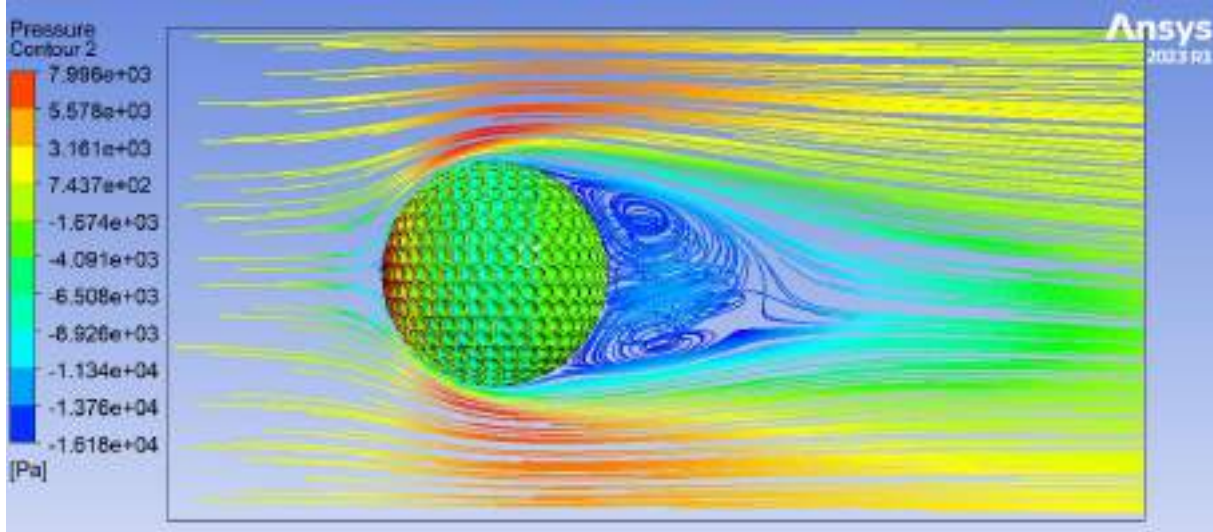
**Görsel 21, Mesh görüntüsü**

Mesh bölümünde örnek uygun parçalara ayrılmıştır. Mesh, geometrik modellerin küçük ve işlenmesinin kolaylaştırılması amacıyla yapılan bir işlemdir. Mesh işleminin geometriyi düzenli ve uygun parçalara bölmesi; hesaplama hassasiyeti, incelenecek fiziksel durumların doğru bir şekilde modellenmesi, hesaplamaların doğruluğu ve varsa oluşan sorunların çözümü açısından çok önemli bir adımdır.

Yukarıdaki görsellerde örneğimizin nasıl meshlendiği gösterilmiştir. İlk görsel genel mesh, ikinci görsel golf topu örneğimizin meshingi gösterilmiştir.



Setup modülünde parametreler belirlendikten sonra solition modülünü çalıştırabiliriz. Bu modül şimdiye kadar yapmış olduğumuz bütün işlemlerin bize bir sonuç vermesi için analizin yapıldığı bölümdür. Bu bölümde yapmamız gereken bir işlem bulunmamaktadır.



**Görsel 25, Akışın görselleştirilmesi**

Analizin tamamlanmasının ardından elde edilen sonuçlar CFD-POST ile görselleştirilmiştir

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Akışkanlar, yüksek hızlarda eğrisel yüzeyleri takip etmekte zorlanabilirler. Ani hız artışları veya yol değişimleri durumunda akış, yüzeyde yeterince tutunamaz ve bu nedenle yüzeyi terk eder. Akışkanın yüzeyden ayrılmasının ardından, cismin arkasında düşük basınç bölgesi olan "art izi" oluşur, bu da direnci artırır.

Bu akış bozulması, akışkanın belirli bir mesafe boyunca yüzeyden ayrılmasına neden olur. Ancak, bu uzaklık sonrasında akış, tekrar birleşerek normal akış düzenine geri döner. Bu durum, yüksek hızlarda veya eğrisel yüzeylerde seyreden akışkanların, akışlarının sürekliliğini ve kararlılığını korumakta zorlandıkları bir fenomeni temsil eder.

Kürelerde yüzeylerin pürüzlü hale getirilmesi, türbülanslı sınır tabakası oluşturarak direnç katsayısında bir azalmaya neden olur. Bu özellik, özellikle golf toplarında bilinçli bir şekilde kullanılarak düşük Reynolds sayılarında türbülanslı akış elde etmek amacıyla benimsenir.

Reynolds sayısı (Re), bir akışkanın akış koşulları altında ne kadar türbülanslı veya düzenli akış gösterdiğini belirten bir boyutsuz sayıdır. Reynolds sayısı, bir akışkanın viskozite etkileri ile inertial etkileri arasındaki dengeyi gösterir. Formülü şu şekildedir:

$$Re = \rho \cdot V \cdot L / \mu$$

Burada:

$\rho$ , akışkanın yoğunluğunu ( $\text{kg/m}^3$ ) temsil eder.

$V$ , akış hızını ( $\text{m/s}$ ) temsil eder.

$L$ , karakteristik uzunluğu (örneğin, boru çapı) temsil eder.

$\mu$ , akışkanın dinamik viskozitesini ( $\text{Pa}\cdot\text{s}$  veya  $\text{N}\cdot\text{s/m}^2$ ) temsil eder.

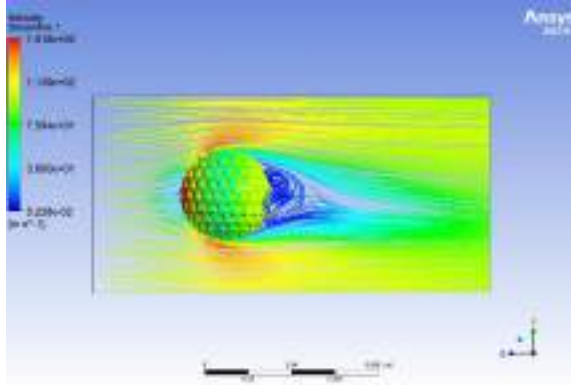


Karşılaştırma yapabilmek için 4 farklı analiz yaptık. Yaptığımız analizleri belirtecek olursak:

- 1) 3mm çapında 1mm derinliğe sahip çökme deseni bulunan 42mm çapında golf topu
- 2) Pürüzsüz 42mm çapında küre
- 3) 4,4mm çapında 1mm derinliğe sahip çökme deseni bulunan 42mm çapında golf topu
- 4) 4,4mm çapında 0,5mm derinliğe sahip çökme deseni bulunan 42mm çapında golf topu

Analizleri inceleyecek olursak:

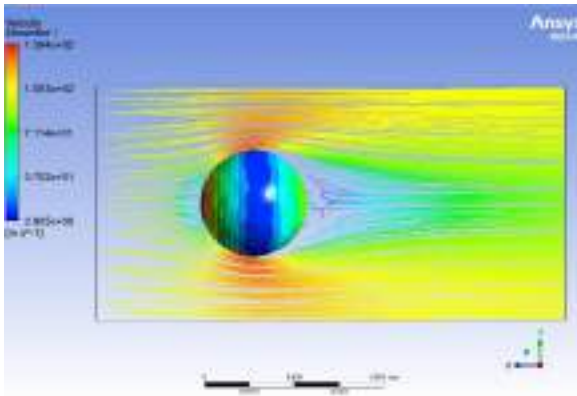
### 3.1 Çukurların Aerodinamik Etkisi



a)

b)

Görsel 26, 4,4mmØ 1mm derinliğe sahip çukurlu golf topu analiz sonuçları



a)

b)

Görsel 27, Pürüzsüz top analiz sonuçları

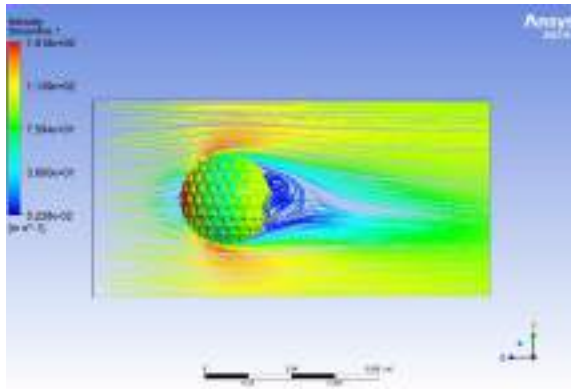
Golf topu genellikle üst yüzeyindeki pürüzler sayesinde türbülanslı akışı oluşturarak kaldırma kuvvetini artırmaktadır. Bu durum, golf topunun daha yüksek bir kaldırma kuvvetine sahip olmasına ve potansiyel olarak daha uzun mesafelere ulaşmasına yardımcı olabilmektedir. Pürüzsüz top ise daha düz bir yüzeye sahip olduğundan kaldırma kuvvetini sınırlayabilmektedir.

Golf topu örneğimizin üzerindeki çukurlar, genellikle daha düşük hava direnci sağlamaktadır. Bu durum, golf topunun daha az enerji harcayarak daha uzun mesafeler almasına katkıda bulunabilmektedir. Düz topun pürüzsüz yüzeyi, hava direncini artırmaktadır.

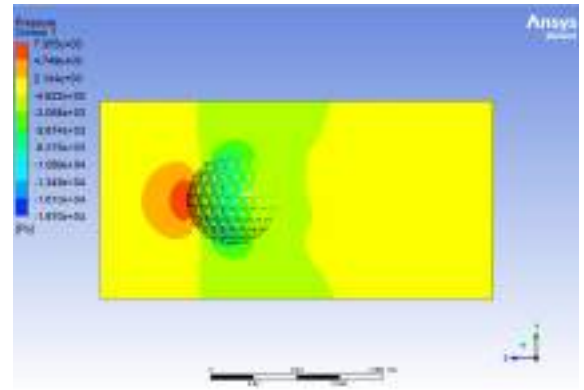
Görsellerde görüldüğü üzere pürüzsüz bir top ile üzerinde çukurlar bulunan golf topu örneği karşılaştırıldığında akış pürüzsüz top üzerinden daha erken ayrılmakta olup topun arka

kısmında kalan bölümünde oluşan basınç daha azdır. Aynı koşullarda, üzerinde çukurlar bulunan golf topu örneğine bakacak olursak akış arka kısımda çalkantılı bir şekilde tutunmaya devam ederek bir basınç alanı oluşturduğundan daha iyi bir aerodinamik duruş sağlamaktadır.

### 3.2 Çukur Sayısının Aerodinamik Etkisi

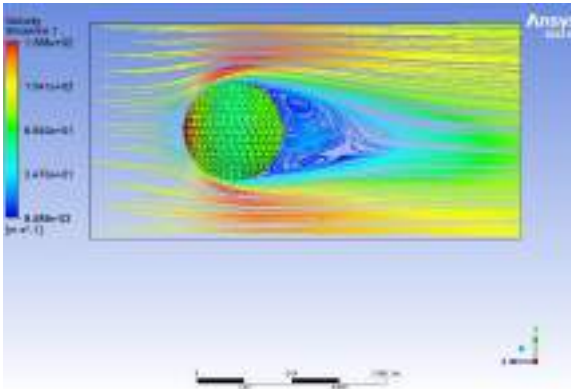


a)

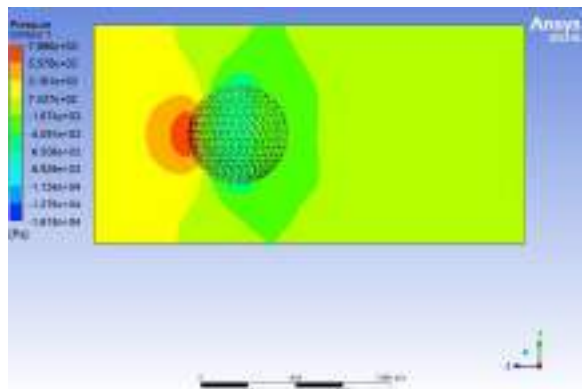


b)

Görsel 28, 4.4mmØ 1mm derinliğe sahip çukurlu golf topu analiz sonuçları



a)



b)

Görsel 29, 3mmØ 1mm derinliğe sahip çukurlu golf topu analiz sonuçları

Çukurların sayısı ve düzeni, golf topunun uçuş özelliklerini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Daha çok çukurlu bir yüzey, genellikle topun hava direncini azaltır ve yüksek hızlı uçuş sırasında daha iyi kontrol sağlar. Bu çukurlar, topun yüzeyine çarpan hava moleküllerini etkileyerek, topun dönme hareketini kontrol etmeye yardımcı olur. Bu çukurlar genellikle topun aerodinamik performansını iyileştirmek ve topun daha uzun mesafelere, daha düz bir uçuşla gitmesini sağlamak için tasarlanmıştır.

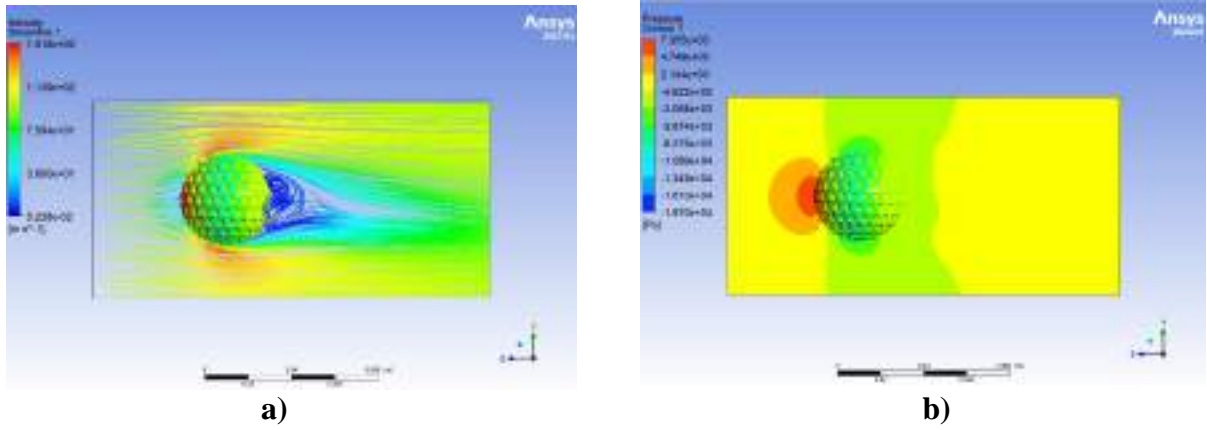
Görselde gözüktüğü üzere çukurların daha fazla olması, hava direncini yani basıncı artırmaktadır. Bu durum, çukuru daha fazla olan golf topunun, daha az olan topla aynı hızda



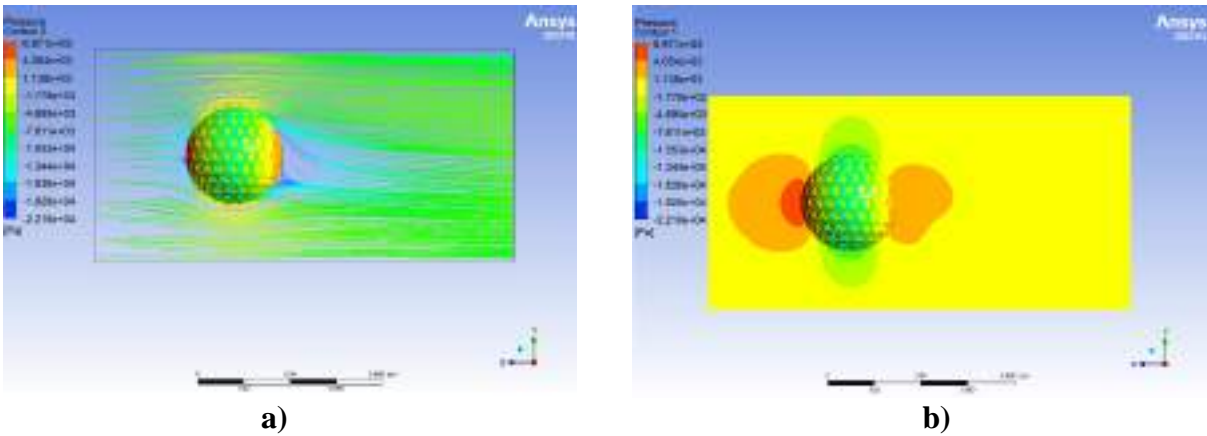
hareket ettiğinde daha fazla dirençle karşılaşacağı anlamına gelmektedir. Bu durum, topun daha kısa mesafelerde düşmesine neden olabilmektedir.

Bu nedenle, golf toplarındaki çukurların sayısı ve tasarımı, topun performansını etkileyen önemli bir tasarım unsuru olarak kabul edilir. İdeal çukur sayısı ve düzeni, golfçülerin tercihlerine, oyun tarzlarına ve hatta oynandığı hava koşullarına bağlı olarak değişebilir.

### 3.3 Çukur Derinliğinin Aerodinamik Etkisi



Görsel 30, 4.4mm $\varnothing$  1mm derinliğe sahip çukurlu golf topu analiz sonuçları



Görsel 31, 4.4mm $\varnothing$  0.5mm derinliğe sahip çukurlu golf topu analiz sonuçları

Golf toplarındaki çukur derinliği, topun aerodinamik performansını etkileyen önemli bir faktördür. Çukur derinliği, genellikle topun yüzeyine çarpan hava akışını yönlendiren ve aerodinamik kuvvetleri kontrol eden bir rol oynar. Daha derin çukurlar, genellikle daha fazla aerodinamik kuvvet üretir. Bu, topun daha uzun mesafelere gitmesine ve daha iyi uçuş stabilitesine katkıda bulunabilir. Çukurların fazla derin veya derinliğinin az olması aerodinamik performans üzerinde olumsuz etkiye neden olur.

Görsellerde görülen sonuçlar incelendiğinde çukur derinliği daha az olan golf topunun aerodinamik performansının daha iyi olduğu söylenebilir. Bu durum bir önceki paragrafta belirtilen açıklamaya göre tam tersi olması gerekirdi. Buna dayanarak çukur derinliğinin optimum aralıklarda olması gerektiği yorumunu yapabiliriz.

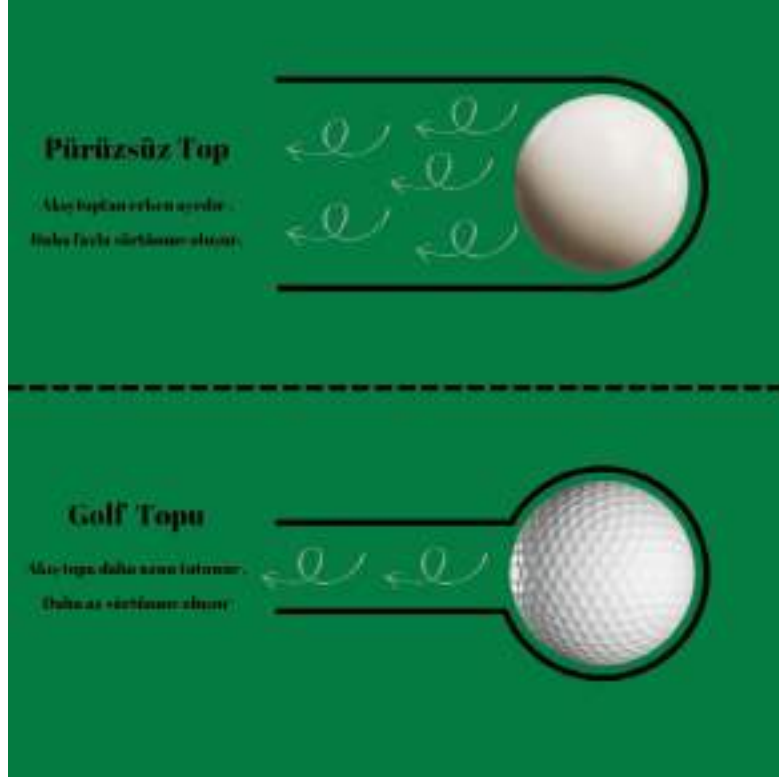
30. görseldeki golf topunun çukurlarının derin olması sebebiyle hava akışının 100-105 derece gibi top üzerinde ayrılmaya başlayıp topun arkasında bir türbülans oluşturduğu görülmektedir. Bu düzensiz akış bir basınç oluşturmaktadır.

31. görseldeki golf topunun çukurlarının optimum derinliğe daha yakın olduğu söylenebilir. Hava akışı incelendiğinde topun arkasındaki havanın daha iyi tutunduğu 160-170 derecelere kadar akışın ayrılmadığı görülmektedir. Topa tutunan akış x. görselde bulunan akışa göre daha yüksek bir basınç oluşturmaktadır. Bu nedenle y. görselde gösterilen topun daha iyi bir aerodinamik performans gösterdiği gözükmemektedir.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Elde edilen bulgulara göre:

- Top yüzeyinde çukurlar olması akışın top yüzeyinden ayrılmasını geciktirip daha iyi bir aerodinamik performans sağlamaktadır
- Çukurların boyutları şekilleri ve derinliklerinin aerodinamik performans üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri olmaktadır. Bu parametrelerin optimum aralıkta seçilmesi topun daha uzun mesafelere gidebilmesini sağlayacaktır.
- Çukurlar nedeniyle oluşacak hava türbülansı topun havadaki hareketine etki edeceğinden türbülansın az tutuşun daha fazla olduğu toplar üretmek uzun mesafe atışlar yapılmasını sağlayacaktır
- Top modeli yapılırken kullanıcıların isteklerine göre parametreler belirlenip modeli üretmeden önce CFD analizleri yapılması bunların incelenmesi yorumlanması hem istenmeyen sonuçları önleyecektir hemde üretim-test maliyetlerini azaltacaktır. Bu sayede kullanıcıların istedikleri özellikte top bulması kolaylaşacak aynı zamanda üreticilerin maliyetini arttıracaktır.



Görsel 32 , Top şeklinin akışa etkisi

## KAYNAKÇA

- [1] <https://golfof.com/blog/post/golf-ball-selection-guide>
- [2] <https://www.instantgolflesson.com/2012/11/30/exploring-the-no-dimple-golf-ball/>
- [3] J. D. Anderson, “Fundamentals of Aerodynamics”, 5th ed., McGraw Hill, New York, 2010.
- [4] Y. A. Çengel ve J. M. Cimbala, Akışkanlar Mekaniği Temelleri ve Uygulamaları, SS. 615-618, Palme Yayıncılık, Ankara, 2015.
- [5] <https://bias.com.tr/katalog/teknik-dokuman/>

## TABAN ASTARLARININ ÇEŞİTLERİ VE KULLANIMLARI İÇİN GEREKSİNİMLER

**Dr.Öğr.Üyesi FAZLI AKYÜZ<sup>1</sup>, Doç.Dr. NURAY OLCAY IŞIK EMEKSİZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Teknik Bilimler MYO, fazli.akyuz@iuc.edu.tr- ORCID  
ID: 0000-0001-5629-8764

<sup>2</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu MYO, nurayisik@nku.edu.tr- ORCID ID: 0000-  
0003-4749-336X

### ÖZET

Taban astarı ayakkabının en önemli bileşenlerinden biridir. Pek çok ayakkabı imalatında ayakkabının tabanına olduğu kadar sayısına da tutturulması esastır. Aynı zamanda bu kullanıcının ayak sağlığı açısından da çeşitli fonksiyonlara sahiptir. Ayakkabı iç taban malzemelerinin önemi, ayak sağlığı ve genel konfor için hayati olan yastıklama, destek sağlama ve basınç rahatlatma yeteneklerinde yatmaktadır. Tabanlıkların malzeme bileşimi de ayakkabının nefes alabilirliğini ve nem yönetimini etkilediği için çok önemlidir (Ning et.al., 2022). Taban astarları; ön kısım astar tabanlıklar, orta kısım taban astarlıklar, plastik ökçe taban astarları ve sertleştirici tabanlar olarak ayrılmaktadır. Bu astarların kullanım gereksinimleri ekonomikliğine ve ayakkabının kalitesine göre değişmektedir.

Bu çalışmanın amacı, taban astarları çeşitlerini incelemek, kullanımda önemli olan gereksinimleri ortaya koymak ve performans değerlendirmeleri için gerekli olan mukavemet testlerini açıklamaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Taban astarları, performans değerleri, ayakkabının kalitesi

### 1. TABAN ASTARLARININ ÖNEMİ

Günümüzde tüketiciler arasında ayakkabı konforu konusunda artan endişe taban astarlarına verilen önemi artırmıştır. Taban astarları, bilhassa özel özelliklere sahip ayak tabanları tasarımında ve geliştirilmesinde ayakkabının önemli bir bileşenidir. Ayak tabanı malzemesinin seçimi ayakkabının genel konforu yanında işlevselliğini de etkiler (Xiang et.al., 2022).

### 2. ASTAR TABANLIK ÇEŞİTLERİ

Taban astarı ya tek parça olmaktadır ya da astarın arka tarafına destek yapılmaktadır. Taban astarı montaj esnasında sayanın kalıba tutturulmasında en önemli elemandır. Montaj şekline Taban astarı sayaya yapıştırılır veya dikilir. Taban astarı montaj sırasında ve daha sonra giyilirken bozulmamalıdır.

#### Çeşitleri

#### Kamara Demirine Göre

Kamara demirli (Çelik): Ayakkabı taban derilerinde kullanılan çelik demirli kamara, genellikle ayakkabının taban kısmına entegre edilen bir destek sistemidir. Bu tasarım, ayakkabıya ekstra dayanıklılık ve stabilite sağlamak amacıyla kullanılır. Çelik demir, ayakkabının tabanına eklenen bir kamara içine yerleştirilir ve genellikle topuk bölgesine odaklanarak ayakkabının tabanındaki strüktürü güçlendirir. Bu, özellikle yüksek topuklu ayakkabılarda destek ve dayanıklılık sağlamak için tercih edilen bir tasarım ögesidir.

Kamara demirsiz: ayakkabı taban derilerinde kullanılan bir tasarım özelliğini ifade eder. Bu tasarım, genellikle ayakkabının taban kısmına entegre edilen bir destek sistemini tanımlar, ancak demir içermez. Kamara, genellikle özel bir yapı veya destek malzemesi içerir, ancak çelik demir kullanılmaz.

Bu tasarım, ayakkabının tabanında destek ve yapı sağlamak için kullanılır. Demirsiz kamara, ayakkabının hafifliğini korurken aynı zamanda konfor ve dayanıklılık sağlamayı amaçlar. Özellikle spor ayakkabılarda, günlük kullanım ayakkabılarında ve hafif ayakkabılarda sıklıkla tercih edilir.

### **Malzemesine Göre**

Deri: En kaliteli taban astarı malzemelerinden biri olup tabaklanmış bir derinin genellikle sırt ve orta kısımlarından elde edilir (Yick et.al., 2019).

Selüloz: Kağıt hamurundan elde edilen sağlam, hafif, esnek ve rutubet emici özelliklere sahip ve ayakkabı imalatında geniş bir kullanım alanı bulunan taban astarı malzemesidir.

Tekstil: Sıklıkla spor ayakkabıların taban astarı olarak tercih edilen malzemeler arasında bulunmaktadır. Bu malzemeler, üstün aşınma direnci ve esneklik özellikleriyle dikkat çeker. Atom ve enjekte tabanlı ayakkabı modellerinde, sayanın ve taban astarının birbirine dikilerek entegre edildiği tasarımlarda kullanılmaktadırlar. (Irmanska, 2013).

Plastik: Bu malzemeler, tek başlarına kullanılabilecekleri gibi, iki selüloz tabaka arasına enjekte edilerek de kullanılabilirler. Özellikle yüksek derecede sertlik gerektiren yürüyüş ayakkabısı tasarımlarında tercih edilmektedirler. (MEGEP, 2007).

Bir diğer sınıflandırma ise şöyledir:

Ön Kısım Astar Tabanlıklar

Taban astarlıklar ve astarlık ön kısımlar için kullanılan dört temel tabanlık grubu şunlardır:

Kauçukla bağlanmış deri tabanlıklar

Kauçukla bağlanmış selüloz tabanlıklar

Kauçukla bağlanmış deri ve selüloz tabanlıklar

Bağlı sentetik lifli tabanlıklar

Kauçukla bağlanmış deri tabanlık: Bu tabanlar krom ve/veya bitkisel tabaklanmış deriden üretilirler. Bunlar en az %75' lik deri lif içeriğine sahiptirler ve bunlara genel tanımlama olarak LR ismi verilmektedir.

Kauçukla bağlanmış selüloz tabanlık: Bu tabanlar selüloz liflerinden üretilmektedir ve VR genel ismi verilmektedir.

Kauçukla bağlanmış deri ve selüloz taban: Bu tabanlar %10-75'lik bir deri lif içeriğiyle iki lif çeşidinden oluşan bir karışımdan üretilmektedir. Bunlara LVR ismi verilmektedir.

Bağlı sentetik esaslı tabanlar: Bu tabanlar tek başlarına veya karışım halde esasen poliamid, polipropilen, akrilik ve viskoz rayon liflerini içermektedirler.

Tabanlıkların kalınlıkları 1.5 mm ile 5 mm arasında değişebilmektedir ama genellikle 1.8 mm ile 3 mm arasındadır. Selüloz tabanlar için maksimum kalınlık 3.15 mm'dir. Bunun üzerindeki kalınlıklar deri tabanlıklarda kullanılmamalıdır. 5 mm'den daha kalın tabanlıklar sipariş edilebilir ama kenarlara doğru kesim yapmak makul bir davranış değildir.

#### Orta Kısım Taban Astarlıklar

Bu tabanlıklar aynı zamanda kuvvetlendirici tabanlıklar olarak da adlandırılırlar. Bunlar genellikle taban astarlık ile daha sert bir materyali üretmeye göre bitkisel liflerden daha az oranda bağlayıcı madde kullanılarak üretilirler.

Standart orta kısım taban astarlıkların ticari olarak üç sınıfı vardır:

1. Ticari sınıf I, kırmızı renkli
2. Ticari sınıf II, mavi renkli
3. Ticari sınıf III, gri renkli

Ticari sınıflandırmalar lif kalitesi ile üretim yönteminden oluşurulmaktadır.

Bu kuvvetlendirici tabanlıklara ilaveten bitkisel liflerden aynı zamanda termoplastik bir taban da imal edilmektedir. Ticari sınıf I tabanlığa göre daha fazla sertlik ve sıkılık kazanmak için özel bir şekilde empregne edilirler. Normal olarak M34 ve supershank olarak adlandırılırlar.

#### Plastik Ökçe Taban Astarları

Tam uzunlukta taban astarlık üzerinde sandviç veya plastik ökçeyi üretmek için selüloz taban veya deri taban orta kısımdan eklem yerine doğru kalınlığı boyunca ikiye yarıılır. Yarılmış taban astarı kalıp tabanının biçimini ve karışıklarını tam olarak kopyalayan bir kalıba yerleştirilir. Bunun ardından ökçenin yarılmış iki kanadı arasına polipropilen enjekte edilir.

#### Tamamlanmış taban astarı

1. Geleneksel lif esaslı ökçelere oranla daha sert olan
2. Orjinal örnekten önceden hazırlanan kalıbın arka kısmına ve kalıp üretiminin tam ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmesine sürekli biçimde tam bir uyuma sahip olan
3. Selüloz veya deri tabanın dış yüzeyinden dolayı iyi kalıp yapışkanlığına sahip olan
4. Biçim ve ökçe tutucu çivi özellikleri kullanım sırasında bozulmaması için nemden etkilenmeyen bir arka kısma sahiptir.

#### Sertleştirici Tabanlar

Bu tabanlar orjinal şekilde sınırlı miktarda bağlayıcı içeren deri/selüloz tabanlardan veya sadece selüloz tabanlardan üretilmektedir. Kauçukla bağlanmış deri tabandan veya kauçukla bağlanmış deri ve selüloz tarafından yapılan daha hafif esneyebilir sertleştirici popüler olmuştur.

Sertleştirici tabanlar sert olmalıdır ama yeterince kalıplanabilmesi ve ince tabakalar halinde yarılması ve kullanım sırasında kalıplanmış şeklini korumak için de esnek ve sağlam olmalıdır. Üst kenar yinelenen bükülmeye karşı iyi dayanımlı olmalıdır. Aynı zamanda çekme mukavemeti de kalıba çekilmiş sertleştirici çukurunun biçimini koruma ve sıkılığını gösteren bir ölçümdür. Kullanımda sertleştiriciler suyla ve terle ıslatılırlar. Bununla birlikte yaş çekme mukavemeti önem arz eder.

Lif esaslı tabanlar için kısaltıcı bir uygulama ökçe yükselticilerdir. Ökçe yükselticilere uygun tabanlar sertleştirici bir tabandan çok daha kalın ve çok daha yumuşaktır. Düşük yoğunluk arzu edilir, su emme düşük olmalıdır ve tabanlar sıkıştırıldıklarında çizilmemelidir veya kırılmamalıdır (Harvey, 1986).



### 3. KULLANIM GEREKSİNİMLERİ

Ön Kısım Taban Astarları:

Bir ayakkabı üreticisi ekonomik olması için taban astarına ve ayakkabısının kalitesi ile çeşidini uygun kılan özelliklerin bir kombinasyonuna ihtiyaç duyar.

Gereksinimlerin birçoğu tüm konstrüksiyon çeşitleri için ortak olmakla birlikte bunların önemi üretilmiş olan ayakkabının kalitesiyle çeşidine göre değişmektedir (TheInsoleStore, 2023).

Taban astarlık için en önemli gereksinimler şunlardır:

- 1.Örneğin yüzlük materyal veya esnek omurga (pli-rib) ile yapılmış olan uygun bir bağa imkan vermek için yeterince kuvvetli olmalıdır.
- 2.Nemi kolayca absorbe edip hızlı bir şekilde kurumalıdır.
- 3.Sıkı bir yapıda olup kenarları püsküllememelidir.
- 4.Temiz, açık bir görünüme sahip olmalı ve ayakta sürtünmeye karşı dayanım için yeterince dayanıklı olmalıdır.
- 5.Buruşma veya pli olmaksızın kolayca kalıba alınmalıdır.
- 6.Konstrüksiyon gereksinimleri mümkün olduğunca esnek olmalıdır.
- 7.Temiz bir şekilde kesilmelidir.
- 8.Boyutsal olarak stabil olmalıdır.
- 9.Çatlamamalı, buruşmamalıdır veya kullanım sırasında değerini yitirmemelidir
- 10.Kullanım ve üretimde tabakalar ayrılmamalıdır.

Daha az öneme sahip diğer gereksinimler ise şunları içerir:

- 1.Ayakkabının vulkanize edilmesi için ısıya karşı dayanım
- 2.Makine dikişli veya vulkanize dikişli ayakkabı için dikiş yırtılmaya karşı mukavemet
- 3.Ayakkabı dış taban boşluklarını çökertmekten kaçınmak için yeterli diklik
- 4.Kalıplama raptiyeleri ve ökçe iğnelerini kabul etme ve tutma yeteneği

Bu özelliklerin pek çoğu uygun testlerle ölçülebilir.

Deri Tabanlar ile Selüloz Tabanlar

Deri ve selüloz esaslı tabanlıklar için genel performans gereksinimleri şunlardır:

1. Tabanlık kalitesinin genel bir ölçümü olan yaş çekme mukavemeti ve dikiş yırtılma mukavemeti
2. Tabanlığın kullanım performansının spesifik bir ölçümü olan sürtünmeye karşı dayanım
3. Hem taban astarları hem de lif esaslı sertleştiricilerin kullanım performansının önemli bir ölçümü olan bükülme indeksi
4. Taban astarlık çeşidiyle ilişkili olarak önemli bir ayakkabı imalat özelliği olan boyutsal stabilite

Taban finisajı gereksinimleri

- 1.Finisajın aşırı kullanıma karşı güvenliğini sağlamak
- 2.Rengin açık renkli çoraba çıkmamasını sağlamak amacıyla finisajlı tüm tabanlık çeşitlerine uygulanabilir olmalıdır.

Sentetik Lif Dokumasızlarının Gereksinimleri

Dokumasızlar geleneksel dokumasız teknolojisini kullanarak tabanlıkların yapıldığı sentetik lif karışımlarını içermektedir.

Bunlar mükemmel yaş mukavemete ve bükülme dayanımına ve çürüme ve bozulmaya karşı yüksek bir dayanıklılığa sahiptir. Ayrıca sürtünmeye karşı mükemmel bir dayanıklılığa, özellikle yaş olduklarında ve boyutsal stabiliteye sahiptir.

Orta kısım tabanlık seçimi ökçe yüksekliğine, tutturma yöntemine, astarın konstrüksiyonuna ve sayanın dizaynına bağlıdır.

Lif esaslı bir orta kısım tabanlık kendi çekme mukavemeti ve ökçe pinini tutma mukavemeti ile karakterize edilmektedir.

Orta kısım tabanlıklarının sınıflandırılması (ham madde kalitesi) ve teknik sınıflandırması (taban performansı) ciddi farklılıklar göstermektedir.

Plastik arka kısım tabanlıklar ayrı bir spesifikasyona tabi tutulmalarına karşın orta kısım tabanlıklara benzer bir esasa göre değerlendirilmektedir.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Ayak sağlığı açısından incelendiğinde ayakkabının tüm bileşenleri ayak sağlığına öyle ya da böyle etki etmektedir. Taban astarı da özellikle direk ayağın üzerine oturduğu bölüm olması nedeniyle en önemli parçalardandır. Nefes alabilirliği yanında rahatlığı, konforu, ayakkabıya uygunluğu gibi açılardan da ince ince ölçülerek ve deneyimli kişiler tarafından monte edilmelidir. Öncesinde kullanılacak olan taban astarı mutlaka tüm testlere tabi tutulmuş olmalıdır. Taban astarlarına ait sınıflandırmalar geçmişten bugüne daha da ayrıntılandırılmış olsa da bu sınıflandırmaların yeni teknolojik gelişmeler ışığında daha da artacağı aşıkardır.

Ayakkabının üretiminde bu işler profesyonel kişiler tarafından yapılmaktadır. Ancak kullanıcı olarak da bu konulardan haberdar olmak daha sonra ayak sağlığını etkilediği için ekstra önemlidir. Bunun dışında taban astarları ayrıca satılabilmektedir. Kullanıcılar bunları ayrıca satın alarak ayakkabının içine yerleştirebilmektedir. Bu durumda alımı yapan kullanıcı bu konuda bilgi sahibi olmalıdır. Diğer türlü ayaklar için geri dönülemez hatalar yapılması kaçınılmazdır. Uygun kullanıma uygun taban astarı da önemli bir faktördür. Uygun spor faaliyetine göre ayak taban astarları da bulunduğu unutulmamalıdır.

#### KAYNAKÇA

- [1] Harvey, A. J., Footwear Materials and Process Technology, Insoles, Lasra Publication, 1986.
- [2] Irzmanska, E., Dutkiewicz, J.K., Irzmanski, R., New Approach to Assessing Comfort of Use Protective Footwear with a Textile Liner and its Impact on Foot Physiology, Textile Research Journal, 84, 7, 2013.
- [3] MEGEP,  
[https://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Taban%20Ve%20Taban%20Astar%C4%B1%20Modeli.pdf](https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Taban%20Ve%20Taban%20Astar%C4%B1%20Modeli.pdf), 2007. (Erişim tarihi: 12.12.2023).
- [4] Ning, K., Yick, K., Yu, A., Yip, J., Effects of Textile-fabricated Insole on Foot Skin Temperature and Humidity for Enhancing Footwear Thermal Comfort, Applied Ergonomics, Vol: 104, 2022.
- [5] TheInsoleStore,  
<https://theinsolestore.com/pages/insoleguide#:~:text=Material%3A%20The%20four%20most%20common,is%20largely%20based%20on%20preference.> (Erişim tarihi: 12.12.2023).
- [6] Xiang, J., Ruiquan, Y., Yang, L., Zhao, P., Wang, R., Wu, X., Peng, B., Liu, G., Breathable, Antibacterial and Biocompatible Collagen Fiber Network Decorated with

Zwitterionic Silver Nanoparticles for Plantar Pressure Monitoring, ACS Applied Materials & Interfaces, 14,18, 21645-21656, 2022.

[7] Yick, K., Yu, A., Li, P., Insights into Footwear Preferences and Insole Design to Improve Thermal Environment of Footwear, International Journal of Fashion Design, Technology and Education, 12, 3, 325-334, 2019.

## SULARIN DERİNLİKLERİNDEN GELEN ZERAFET: BALIK DERİSİ VE TABAKLANMASI

### ELEGANCE FROM THE DEPTHS OF THE WATERS: FISH SKIN AND ITS TANNING

Dr. Öğr. Üyesi, FAZLI AKYÜZ <sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi NURAY OLCAY IŞIK EMEKSİZ <sup>2</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Teknik Bilimler MYO, fazli.akyuz@iuc.edu.tr –  
ORCID ID 0000-0001-5629-8764

<sup>2</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu MYO, nurayisik@nku.edu.tr –  
ORCID ID 0000-0003-4749-336x

#### Özet

Balık endüstrisi atıklarından türetilen balık derisi, moda endüstrisinde daha sürdürülebilir ve etik bir geleceğe işaret eden umut ışığı akademik bağlamda daha çok dikkat çekmeye başlamıştır. Bu benzersiz malzeme, balık işleme sanayi atıklarını etkili bir şekilde değerlendirmenin yanı sıra, geleneksel deri üretimine yenilikçi bir alternatif sunarak hayvan haklarına duyarlılığı da yansıtan bir özelliğe sahiptir.

Çevre dostu ve sosyal sorumluluk sahibi tüketicilere moda tercihleri konusunda daha etik bir seçenek sunabilmek amacıyla tasarlanan balık derisi, moda endüstrisinin evriminde de önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Bununla birlikte, çığır açıcı doğal bir malzeme olarak, sadece moda dünyasında bir eğilim olmanın ötesine geçerek, endüstriyi daha sürdürülebilir ve bilinçli bir moda yaklaşımına yönlendirme potansiyeline de sahiptir. Yenilik ve farkındalık, balık derisi derisinin kullanımını destekledikçe, sadece estetik bir tercih olmaktan çıkıp, modanın geleceğini şekillendirecek temel bir geçişe dönüşecektir. Ayrıca balık derilerinin kullanılabilirliğinin artması ile “atıktan değer yaratma” ilkesinin en güzel ve etkileyici örneklerinden birini oluşturacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Balık derisi, tabaklama, moda, sürdürülebilirlik

#### Abstract

Fish skin derived from fish industry waste has started to attract more attention in the academic context, signaling a more sustainable and ethical future in the fashion industry. This unique material not only effectively utilizes waste from the fish processing industry but also serves as an innovative alternative to traditional leather production, reflecting a sensitivity to animal rights. Designed to offer a more ethical choice in fashion preferences for environmentally friendly and socially responsible consumers, fish skin is expected to play a significant role in the evolution of the fashion industry. However, as a groundbreaking natural material, it has the potential to go beyond being just a trend in the fashion world and guide the industry towards a more sustainable and conscious fashion approach. As innovation and awareness support the use of fish skin leather, it will transition from being merely an aesthetic preference to a fundamental shift shaping the future of fashion. Furthermore, the increasing usability of fish skins will exemplify one of the most beautiful and impactful instances of "creating value from waste."

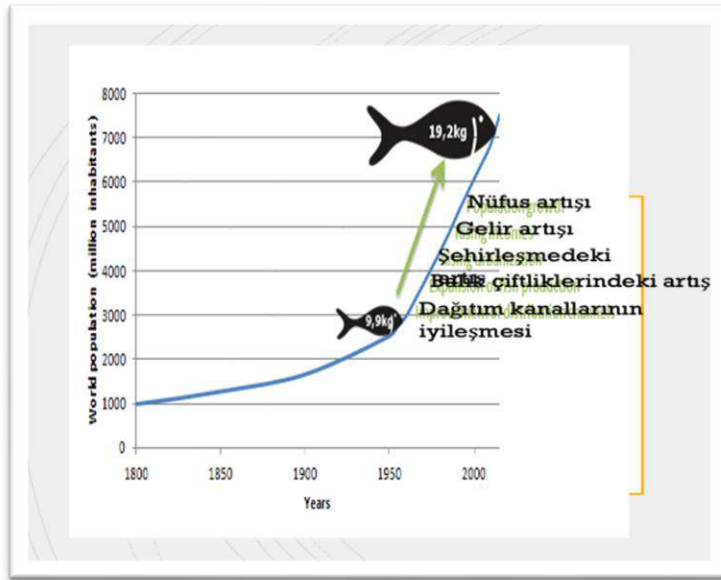
**Keywords:** Fish skin, tanning, fashion, sustainability"

## 1. Giriş

Üzerinde yaşadığımız yerkürenin %70,8'i çoğunluğunu okyanusların oluşturduğu devasa bir su kütesinden oluşmaktadır. Bu sucul dünya aynı zamanda onbinlerce farklı türden her çeşit canlıya da ev sahipliği yapmaktadır. Bunlar arasında 32-33 bin farklı türden tahminen 3,5 trilyon dolayında bir popülasyona sahip olan balıklar ise ayrı bir yere ve öneme sahiptir.

Başta balık eti olmak üzere balıklardan ve su canlılarından elde edilen besinler sahip oldukları makro- ve mikro besinler, vitaminler, omega -3 ve -6 gibi iki önemli yağ asidi, vitaminler, mineraller ve benzerleri ile son 125 yılda 4 kat artan insan nüfusunun beslenmesi açısından ucuz bir protein kaynağı olarak da dikkat çekmektedir. 1950'lerden bu yana dünya nüfusu ile benzer şekilde su ürünlerinin üretimi ve tüketimi de artmıştır. Bunda kentleşme, sosyal refah düzeyinin artması ve hayvansal ürünlerine olan talepteki artış önemli bir rol oynamıştır (Aydın ve Bashimov, 2020). Şekil 1'de görebildiğimiz gibi, bugün küresel bağlamda kişi başı balık tüketimi 20 kg'ı aşmış durumdadır (FAO, 2022).

Halk arasında deri tabaklama olarak bilinen süreç ham deri ve postların dayanıklı ve esnek bir malzemeye dönüştürülmesini içerir. Doğru tabaklanmış deri, iyi bir hidrotermal stabiliteye, kullanılacağı ürüne özgü yeterli mekanik özelliklere sahip olmakla birlikte kimyasal ve biyolojik bozulmaya karşı direnci çeşitli uygulamalarda kullanılmasına yardımcı olur. Deri, el çantası, kemer, giysi, küçük aksesuarlar ve ayakkabı yapımı, mobilya ve otomobil döşeme, iç dekorasyon gibi çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Deri endüstrisi hammaddelerini sığır, domuz, koyun ve keçi derilerinin yanı sıra devekuşu, tavşan, timsah ve balık gibi egzotik kaynaklardan elde etmektedir (Maina, Ollengo & Nthiga, 2019).



Şekil 1. İnsan nüfusu ve balık tüketimi artışı

Balık işleme endüstrisi, iç organlar, pullar, yüzgeçler, kemikler ve deri dahil olmak üzere önemli miktarda atık üretmekte ve bu da çevresel zorluklara yol açmaktadır (Lu vd., 2022; Kim ve Min, 2012). Bu atıkların oranı, endüstriyel işlemlerde kullanılan toplam balığın yaklaşık %45'ine kadar çıkabilmektedir (Tha vd., 2019). Bununla birlikte, çevre kirliliğini en aza

indirmek ve balık kaynaklarının değerini en üst düzeye çıkarmak için bu atık ürünlerin kullanılmasına yönelik ilgi giderek artmaktadır (Rumkumar vd., 2016). Balık atıklarının kullanımı, biyoaktif peptidler, biyodizel, kolajen hidrolizatları, jelatin ve omega-3 çoklu doymamış yağ asidi konsantrasyonlarının üretimi de dahil olmak üzere çeşitli şekillerde araştırılmıştır (Rubio-Rodríguez vd., 2010; Fabiszewska vd., 2022; Faid vd., 1997; Kara vd., 2018; Kuprina vd., 2020; Sila vd., 2017). Ayrıca, balık işlemeden kaynaklanan atıklar, yüksek protein bakımından zengin hayvan yemi üretiminde ve bakteriyel proteaz üretimi için bir substrat olarak kullanılabilir (Ramkumar vd., 2016; Shanthi vd., 2021).

Balık işleme sanayi katı atıkları arasında yer alan balık derilerini değerlendirme yollarından biri de deri sanayi tarafından hammadde olarak kullanılabilme olasılığıdır. Deri tabaklama endüstrisi, balık işleme endüstrisinin bir yan ürünü olan balık derisinin değerli bir hammadde olarak kullanımını araştırmaktadır. Genellikle atık olarak dikkate alınan balık derisi, deri üretiminde potansiyel kullanımı nedeniyle dikkat çekmiştir. Balık derisinin deri tabaklama endüstrisinde kullanılması, atık yönetimine sürdürülebilir bir yaklaşım sunmakta ve deri üretimi için alternatif bir hammadde kaynağı sağlamaktadır (Wasswa ve Gu, 2007; Kim ve Min, 2012; Kuprina vd., 2020). Balık derisinin deri tabaklamada kullanılması, atık ve çevresel etkiyi azaltma fırsatı sunduğu için temiz üretim ilkeleriyle uyumludur (Saravanabhavan vd., 2005; Kasim vd., 2014).

Ayrıca, deri işleme sanayi çevresel etkiyi azaltmak için sürdürülebilir uygulamaları araştırmaktadır. Doğal bitkilerden elde edilen bitkisel tanenler daha temiz deri tabaklama teknolojileri için madde kaynağı olarak kullanılması, endüstrinin sürdürülebilir ve çevre dostu uygulamalara olan bağlılığını yansıtmaktadır (Nalyanya vd., 2021). Balık derisinin deri tabaklamada potansiyel kullanımı, balık yan ürünlerinin değerlendirilmesine yönelik artan ilgiyle de uyumludur. Deri, kafalar, çerçeveler, iç organlar ve fileto kesimleri dahil olmak üzere balık ve balık yan akışları, yüksek değerli bileşenlerin değerli kaynakları olarak kabul edilmiştir ve bu da deri üretiminde balık derisinin kullanılma potansiyelini daha da vurgulamaktadır (Välímáa ve ark., 2019). Balık yan ürünlerinin atık yönetimi işlemlerine karşı değerlendirilmesi, deri tabaklama da dahil olmak üzere çeşitli endüstrilerde balık atıklarının kullanılmasının çevresel faydalarını vurgulayarak incelenmiştir (Lopes ve ark., 2015).

Bu veriler ışığında, balık derisinin deri tabaklama endüstrisinde kullanımı, sürdürülebilir atık yönetimi ve alternatif hammadde kaynakları için umut verici bir yol sunmaktadır. Balık derisinin zengin kolajen içeriği, daha temiz üretim ve daha az çevresel etki potansiyeli ile birleştiğinde, onu deri üretimi için değerli bir kaynak olarak konumlandırmaktadır. Sektör sürdürülebilir uygulamaları ve alternatif hammaddeleri keşfetmeye devam ederken, balık derisinin deri tabaklamada kullanılması, balık işleme atıklarından değer yaratmak için önemli bir potansiyele sahiptir.

Bu çalışma kapsamında Atlantik somon balığı ve trout ya da Gökkuşluğu alabalığı derileri bir balık filetosu işleme fabrikasından; Süveyş Kanalı'nın açılmasından sonra Akdeniz'de istilacı bir balık türü olarak ortaya çıkan ve son yıllarda çevresel sorunlara neden olan balon balığı derileri ise özel bir balıkçılık şirketinden temin edilmiş ve krom tabaklama, mimoza ve tara tanenleri ile bitkisel tabaklama ve krom ile söz konusu tanenlerin kombine edilmesiyle üç farklı tabaklama yöntemi kullanılarak tabaklanmışlardır. İşlenen derilerin özellikleri uluslararası



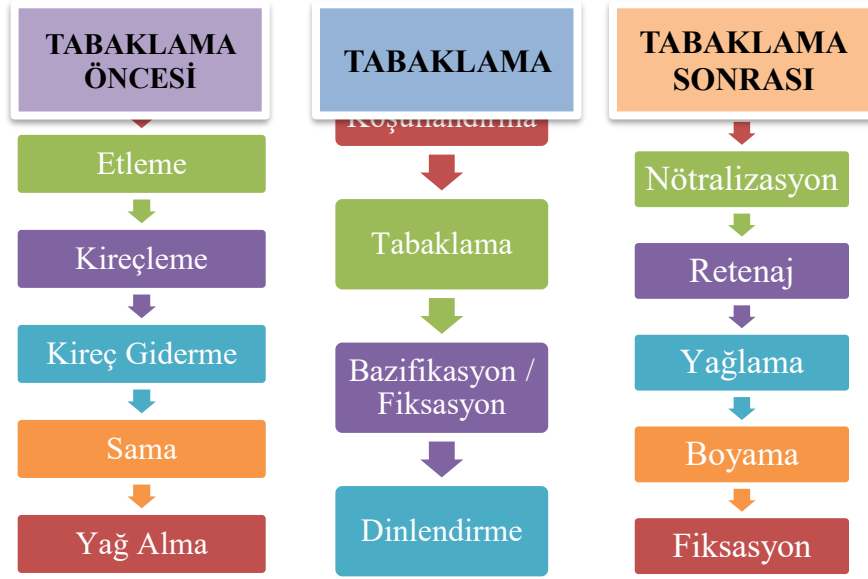


Dünya nüfusu 1900 lü yıllardan bu yana dört kat artarak 8 milyarı geçmişken, artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarını karşılama konusunda yeryüzünün 2/32'sini kaplayan okyanuslardaki 33 bine yakın farklı türden tahminen 3,5 trilyona yakın balık giderek daha önemli hale gelmektedir. Buna bağlı olarak artan balık işleme sanayi kapasitesi ile beraber balıkçılık artıkları sorunu biyolojik, teknik ve kullanılan avcılık ve üretim yöntemleri ile balık işleme yöntemleri, sosyo-ekonomik etkenlerin de etkisiyle giderek önemini artıran bir endişe kaynağı haline gelmiştir (Arvanitoyannis ve Kassaveti, 2008), (Caruso, 2016), (Kim ve Mendis, 2006).

## 2. Materyal ve Metot

Balık derilerinin tabaklanması denemelerinde kullanılmak üzere 15 balon balığı (*Lagocephalus sceleratus*), 15 gökkuşuğu alabalığı (*trout, Onchorhynchus mykiss*) ve 15 adet Atlantik somon balığı (*Salmo salar*) deri kullanılmıştır. Atlantik somon balığı ve gökkuşuğu alabalığı derileri Kartepe/Kocaeli'nde bulunan Leroy Türkiye Su Ürünleri Fabrikası'ndan, balon balığı derileri ise Fethiye/Muğla'da bulunan Mersea Consulting'ten temin edilmiştir. Balık derileri pvc torbalar içerisinde İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa Deri İşleme Atölyesi'nde buzdolabında eksi 4°C de işlenmeye alınana kadar tutulmuşlardır.

Ham balık derilerinin işlentisinde geleneksel deri üretimi işlem basamakları esas alınarak aşağıdaki yöntemle göre deriler işlenmişlerdir:



Balık derileri 1500 mm çapında krom nikel deri deneme dolaplarında, İstanbul Tuzla Deri Organize Sanayi Bölgesi'ndeki deri fabrikalarından temin edilen deri kimyasalları ve tabaklama maddeleri kullanılarak işlenmişlerdir.

Ham deriler buzdolabından çıkarıldıktan sonra çözünmeleri için 5°Bé tuzlu su içerisine konulmuşlardır. Çözünen deriler şehir şebeke suyu kullanılarak iyice yıkanmışlardır. Tartılmışlar ve ıslatma yumuşatma işlemine alınmışlardır. Ticari ıslatma maddesi, yıkama maddesi, tuz ve bakterisit eşliğinde deriler yumuşayana kadar işlem görmüşlerdir.

Islanan ham derilerin et taraflarındaki leşler ve Atlantik somon balığı ve Gökkuşuğu alabalığı derilerinin üzerindeki pullar bir bıçak yardımıyla elle kazınarak uzaklaştırılmıştır. Deriler suyla yıkanmışlar ve ardından kireçleme işlemine alınmışlardır.

Kireçleme işlemi toplamda % 1 Na<sub>2</sub>S (zırnık) ve % 3 Ca(OH)<sub>2</sub> (toz kireç) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İşlem toplam 12 saat sürecek şekilde dolap dakikada 2 devir yapacak

şekilde gerçekleştirilmiştir. pH 12-13 aralığına kadar yükseltilmiştir. Bu işlem ile deri oluşturan kolajen ağ yapısı eriyebilir proteinlerden ve yağlarından arındırılmak suretiyle izole edilmiştir. Ardından deriler suyla güzelce yıkanmışlar ve sularının süzülmesi için sehpalanmışlardır.

Kireç giderme aşamasında ticari kireç giderici kullanılarak deri kesit pH'sı 8-8.2 seviyesine kadar indirilerek kireçlemeden kaynaklanan osmotik basınçtan deri kurtarılmıştır. Kireç giderme banyosuna 1000 aktiviteli alkali bir ticari deri sama maddesi ile sama işlemi yapılmıştır.

Samalanmış deriler %5 ticari deri yağ giderme maddesi kullanılarak yağ giderme işlemine tabi tutulduktan sonra ilkin 3°Bé tuzlu su ile yıkanmışlar ve sonra suyla iki defa durulama işlemine alınmışlardır.

Tabaklama aşamasına hazırlık amacıyla gerçekleştirilen bu işlemlerde su sıcaklığı balık derilerinin büzülme sıcaklığı geleneksel hayvan derilerinden daha düşük olduğundan 22°-25°C arasında tutulmuş ancak etkinliğin sağlanması amacıyla süreler daha uzun tutulmuştur.

Tabaklama aşamasına derilerin pH'sını düşürmek amacıyla krom tabaklama için pikle, bitkisel tabaklamalar için koşullandırma işlemi yapılmıştır. Hem pikle hem de koşullandırma işlemlerinde önce deriler 6°Bé tuzlu suyla doyurulmuş daha sonra formik asit ilavesi ile pH düşürülmüştür. Krom tabaklama için pikle çıkış pH'sı 3.0-3.2, bitkisel tabaklama yapılacak deriler için koşullandırma çıkış pH'sı 4.5 – 4.7 olarak belirlenmiştir.

Pikle banyosuna % 5 bazik krom sülfat ilave edilmiş ve kesite kromun nüfuz etmesinden sonra elektrolitlere dayanıklı yağ ilavesi yapılmıştır. Daha sonra tekrar dolaba % 5 bazik krom sülfat ilave edilmiş ve işlem toplam 8 saat devam etmiştir. Kesite kromun tamamen işleminin ardından sodyum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) ilavesi ile kromun deriye bağlanması sağlanmıştır. Krom tabaklamadan çıkış pH'sı 4.0 olarak belirlenmiştir bu da proteinlerle krom tuzları arasındaki reaksiyonu başlatarak tabaklama işlemi tamamlamıştır. Kromla tabaklanan deriler işlem sonunda yıkanmış ve fazla suları süzdürüldükten sonra pvc ile örtülerek bir hafta dinlenmeye alınmıştır.

Bitkisel tabaklama için deriler 6°Bé tuzlu su ile doyurulduktan sonra formik asit ilavesi ile pH 4.5 – 4.7 seviyesine ayarlanmış ve ardından banyoya % 10 mimoza ilavesi yapılmıştır. Tanenin deri kesitine işleminin ardından elektrolitlere dayanıklı yağ ilave edilmiştir. Bunun ardından % 10 tara taneni ile bitkisel tabaklama aşaması tamamlanmıştır. Deri kesitine tanenin tamamen nüfuz etmesinin ardından formik asit ilavesi ile deriler pH 3.8 – 4.0 seviyesine getirilmiş ve böylece fiksasyon süreci tamamlanmıştır. İşlem sonunda deriler önce su ile iyice yıkanmış ve ardından üzerleri pvc ile örtülerek bir hafta dinlendirilmiştir.

Üçüncü tabaklama denemesinde deriler önce krom tabaklamaya hazırlanmış ve pikle işlemi ardından %5 bazik krom sülfat ile tabaklanıp ardından sodyum bikarbonat ilavesi ile bazifiye edilmişlerdir. Banyoya bir miktar nötral sinter ilave edilerek pH 4,5 seviyesine getirilmiş ve sırasıyla % 5 mimoza ve % 5 tara taneni ilavesi ile bitkisel tabaklama yapılmıştır. Daha sonra formik asit ilavesi ile derilerin pH'sı 4.0 olarak ayarlanmıştır. Bu deriler de pvc ile örtülerek bir hafta dinlendirilmişlerdir.

Tüm deriler nötralizasyon işlemine alınmadan önce yıkama maddesi ve oksalik asit kullanılarak yıkanmışlardır.

Sadece kromla tabaklanan derilere nötralizasyon öncesi 30°C su içerisinde ticari bir krom-sinter ve ticari bir nötral sinter kullanılarak katyonik retenaj işlemi uygulanmıştır.

Bu aşamadan sonra tabaklama sonrası işlemlerin deri özellikleri üzerinde farklılıklar yaratmaması amacıyla aynı işlemler uygulanmıştır.

Deriler nötralizasyon işleminde bünyelerindeki asidin bir miktarının etkisizleştirilmesi amacıyla sodyum formiyat ve nötral sinter kullanılarak kesit pH değerleri 5.5'a ayarlanmış ve ardından 30°C suyla yıkanmışlardır. Ardından deri ağırlığı üzerinden belirlenmiş miktarda 30°C su alınmış ve farklı özelliklere sahip ticari deri sinterlerinden toplam % 6 kullanılmıştır. Ardından aynı dolaba kombine, sülfona ve sülfate ticari deri yağlarından %8 oranında bir kombinasyon ile yağlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Derilerin boyanmasında ise toplam 2 deri boyası kullanılmıştır. Kullanılan kimyasal maddelerin deriye bağlanmasını sağlamak amacıyla % 1 formik asit ile fiksasyon gerçekleştirilmiştir.

Yağlanıp boyanmış balık derileri 22°C suyla yıkandıktan sonra sehpalanarak fazla sularının süzülmesi sağlanmıştır. Daha sonra deriler asılarak kurutulmuşlar ve açılıp düzleştirilmeleri amacıyla mekanik işlemlere tabi tutulmuşlardır.

İşlenen derilerin özelliklerini belirlemek amacıyla Ege Üniversitesi Deri Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında TS EN ISO 2418'e göre örnek alma ve TS EN ISO 2419 numune hazırlama ve şartlandırma işlemlerinden sonra derilerde kalınlık tayini (TS 4117 EN ISO 3376), büzülme sıcaklığı tayini (TS 4120 EN ISO 3380), çekme mukavemeti ve uzama yüzdesinin tayini (TS EN ISO 3376), yırtılma yükü tayini-Bölüm 2: çift kenar yırtığı (TS EN ISO 3377-2) standartlarına göre test edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

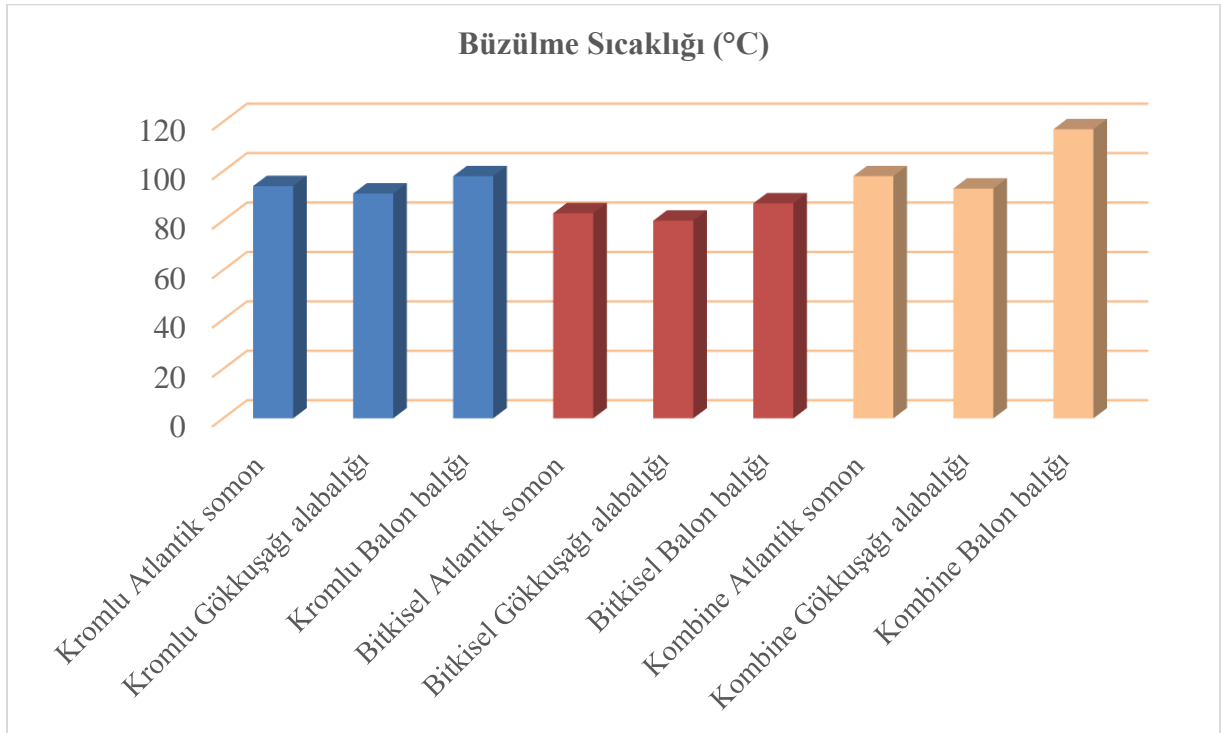
Balık derilerinin tabaklanması ile deriden mamul ürünlerin üretimine uygun olup olmadıkları konusunda ön bilgi edinmek amacıyla yapılan bu uygulamadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki çizelgede verilmektedir.

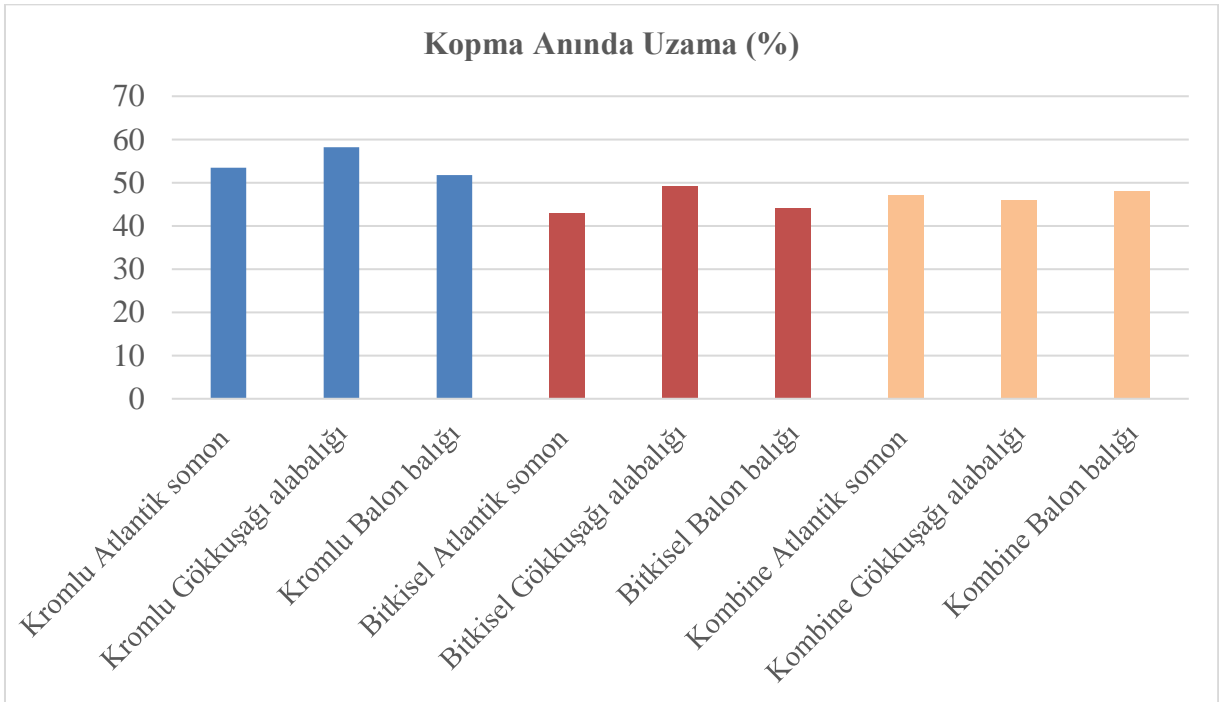
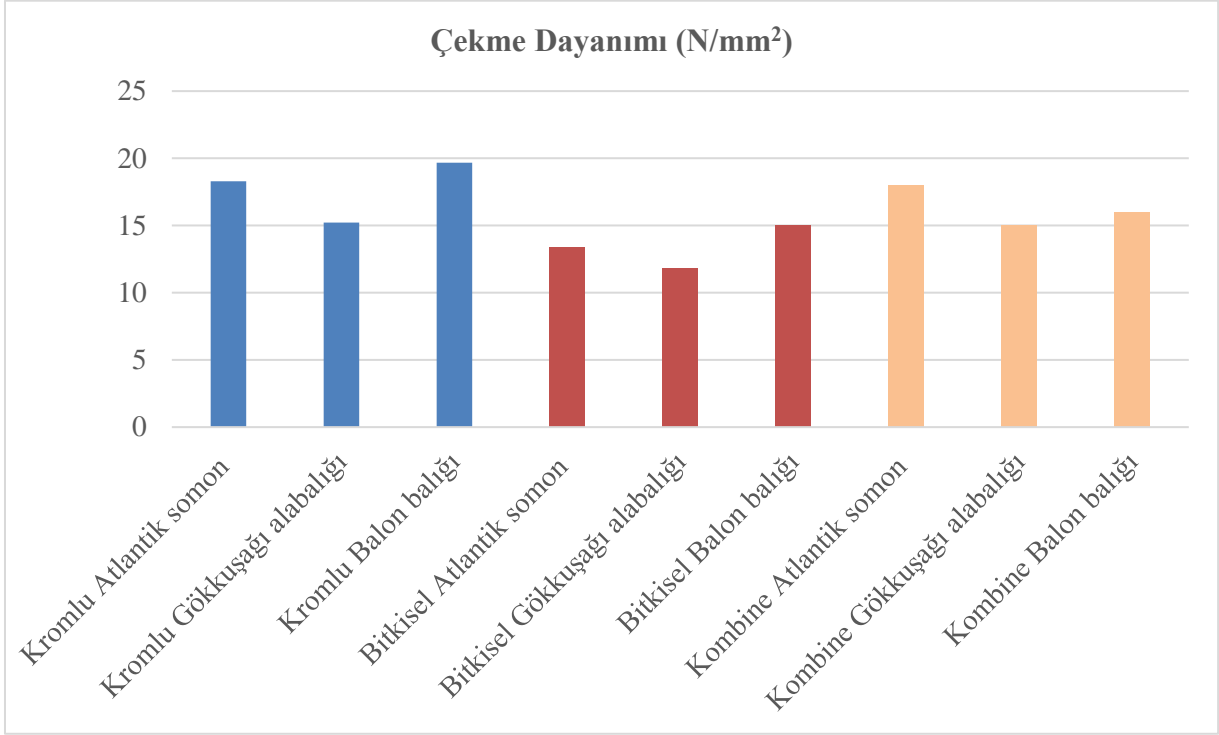
Çizelge 1. Farklı tabaklama yöntemlerine göre balık derilerinin organoleptik özellikleri

Tabaklama Yöntemi	Büzülme Sıcaklığı (°C)	Çekme Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Kopma Anında Uzama (%)	Yırtılma Dayanımı (N/mm)
Kromlu Atlantik somon	94	18,30±1	53,48±7	12,82±7
Kromlu Gökkuşuğu alabalığı	91	15,21±6	58,23±8	12,22±3
Kromlu Balon balığı	98	19,67±3	51,75±4	13,88±2
Bitkisel Atlantik somon	83	13,39±3	42,92±6	11,55±4
Bitkisel Gökkuşuğu alabalığı	80	11,78±8	49,11±3	11,93±1
Bitkisel Balon balığı	87	15±2	44±4	14,26±7

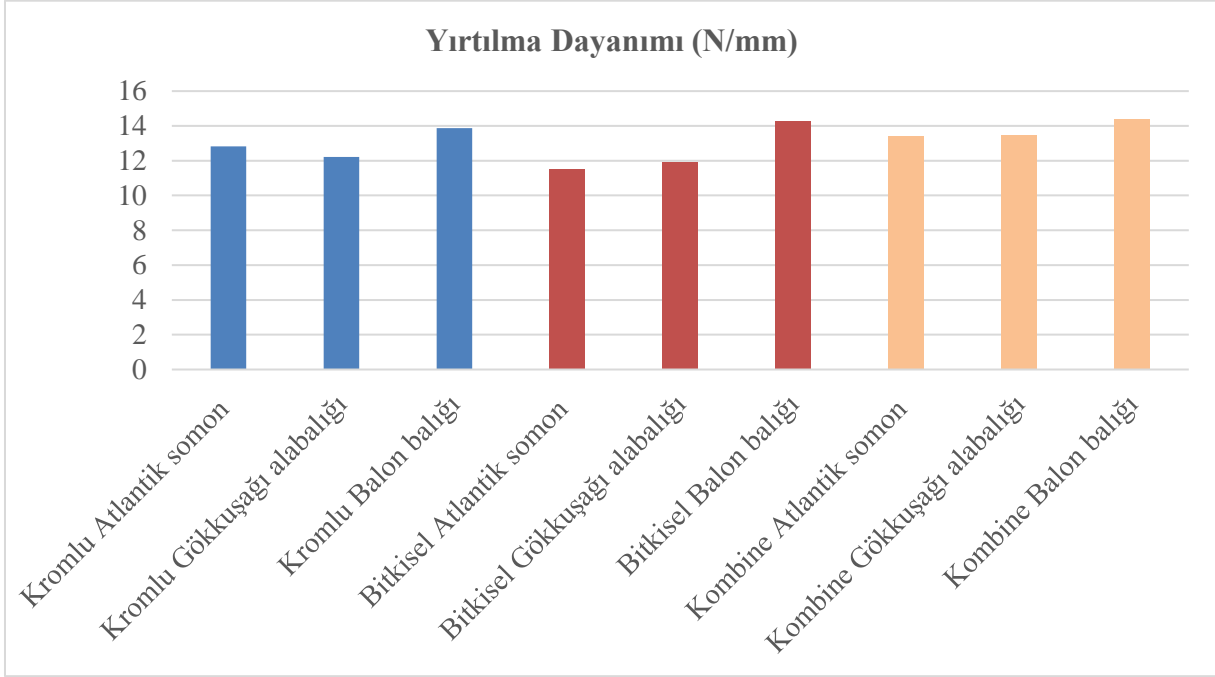
<b>Kombine Atlantik somon</b>	98	18±4	47±3	13,40±6
<b>Kombine Gökkuşığı alabalığı</b>	93	15±3	46±5	13,47±5
<b>Kombine Balon balığı</b>	117	16±7	48±7	14,37±2

Büzülme sıcaklığı derilerin sıcak su karşısındaki dayanımlarını göstermekle birlikte tabaklama işleminin derileri ne oranda sağlamlaştırdığını da gösteren bir özelliktir. Bu açıdan iyi tabaklanmış derilerden, kullanılan tabaklama maddesinin deri kolajen protein zincirlerini ne denli stabilize ettiğini göstermesi bakımından yüksek sıcaklıklar beklenir. Kromla tabaklanmış derilerden 100°C ve üzeri bir dayanım beklenirken, bu değer bitkisel tabaklanmış derilerde 80° ila 90°C arasında değişmektedir. Balık derilerinde bu sıcaklığı sadece krom ve bitkisel tanenlerden oluşan kombinasyon aşmıştır. Kromla tabaklanan balık derileri diğer tabaklama yöntemlerine göre standart









Çekme mukavemeti, derinin yüke dayanma kabiliyetinin ölçüsünü verirken, yırtılma yükü, herhangi bir kesik oluşması durumunda malzemenin kırılmaya karşı direncini anlamak için ölçülmüştür. Tabaklama denemelerinden elde edilen derilerden en yüksek çekme mukavemeti değeri  $19,67 \pm 3 \text{ N/mm}^2$  ile kromla tabaklanmış balon balığı derilerinden elde edilirken en düşük değer  $11,78 \pm 8 \text{ N/mm}^2$  ile bitkisel tabaklanmış Gökkuşuğu balığı derilerinde belirlenmiştir. % uzama değerleri bakımından kromla tabaklanmış Gökkuşuğu alabalığı derileri %  $58,23 \pm 8$  ile en yüksek, bitkisel tabaklanmış Gökkuşuğu alabalığı derileri ise %  $42,92 \pm 6$  ile en düşük değeri vermiştir. Yırtılma dayanımı testleri ise balon balığı derilerinin diğer balık derilerine oranla daha yüksek yırtılma dayanımı değerlerine sahip olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar UNIDO (1994)'nun "Ayakkabı ve Deri Sanayinde Kabul Edilebilir Deri Kalite Standartları" ile karşılaştırıldığında tam olarak karşılamasa da yakın değerler verdiği için ve bu standartlarında deri sanayinin yaygın olarak kullandığı memeli kara hayvanları baz alınarak belirtildiğinden tatminkar bulunmuştur. Yine elde edilen dayanım testleri derinin kalınlığı ile yakından ilişkili olduğundan, balık derilerinin geleneksel derilere oranla çok daha ince olmaları (0,52 mm ile 0,81 mm arasında değişen) nedeniyle sonuçlar nispeten daha düşük bulunmuştur.

#### 4. Sonuç

Balık derisi üretimini geliştirmeye yönelik olarak yapılan ön denemeler özellikle taze deriler için oldukça uygun olduğunu göstermiştir. Aynı başarılı sonuçlar, iki aydan fazla  $-4^\circ\text{C}$  de bekletilen derilerin üretim basamakları sırasında yapısal bütünlüğünü koruyamadığını, özellikle kireçleme ile pikle işlemleri arasındaki bir aşamada parçalandıkları belirlenmiştir. Bununla birlikte, geleneksel deri işleme yöntemi ve ticari deri üretiminde kullanılan kimyasallar ile yapılan akış şemasındaki uyarılama, taze deriler için balık derisi akış şemasını başarıyla oluşturmak için mükemmel ve tam bir başarı elde etmiştir.

Test edilen balık derileri, endüstriyel tabaklama için uygun olduğunu gösterdi ve kısa süreli ve tam korunma sağlandığında yüksek kaliteli bir hammadde olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca balık derisi tabaklama, özellikle ekonomik olarak değerlendirilebilecek büyüklüğe, sayıya ve kalınlığa sahip balıklar açısından, balıkçılık sektörü için bir alternatif olarak değerlendirilebilir.

Bu araştırmada tabaklanan deriler organoleptik değerlendirmelerde yeter derece yumuşak ve esnek olarak değerlendirilmiş ve elde edilen derilerden ayakkabı imal etmek m¼mk¼n olmuştur. Bu deriler y¼zey ¼zellikleri bakımından egzotik deri olarak sınıflandırılabilceğinden çanta, kemer, ayakkabılar, saat kemeri, deri aksesuar ve benzeri alanlarda kullanılabilirliğe sahiptir. Bu sonuçlar, araştırmanın devamının ve ¼retim metotlarının geliştirilmesi gerektiğini g¼stermektedir.

### **Kaynakça**

- Arvanitoyannis IS & Kassaveti A (2008) Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. *International J Food Sci Technol* 43: 726-745.
- Aydın, A. ve Bashimov, G. (2020). Determination of fish consumption of consumers: case study of Mary city, Turkmenistan. *Mar. Sci. Tech. Bull.* 9(2):118-124 <https://doi.org/10.33714/masteb.685436>
- Fabiszewska, A., Wierzchowska, K., Nowak, D., Wołoszynowska, M., & Zieniuk, B. (2022). Brine and post-frying oil management in the fish processing industry—a concept based on oleaginous yeast culture. *Processes*, 10(2), 294. <https://doi.org/10.3390/pr10020294>
- Faıd, M., Zouiten, A., Elmarrakchi, A., & Achkari-Begdouri, A. (1997). Biotransformation of fish waste into a stable feed ingredient. *Food Chemistry*, 60(1), 13-18. [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(96\)00291-9](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(96)00291-9)
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Ferdous, S., Mottalib, M. A., Goni, M. A., Abdulla-Al-Mamun, M., & Sheikh, M. A. A. (2023). Reduction of water consumption in leather processing and an investigation of the leather quality. *Textile & Leather Review*, 6, 132-150. <https://doi.org/10.31881/tlr.2023.001>
- Kim S-K and Mendis E (2006) Bioactive compounds from marine processing by-products- a review. *Food Res Int* 39: 383-393.
- Caruso, G., Fishery wastes and by-products, *Journal of Fisheries Sciences.com*, 10(1)
- Kara, K., Ouanji, F., Lotfi, E. M., Mahi, M. E., Kacimi, M. E., & Ziyad, M. (2018). Biodiesel production from waste fish oil with high free fatty acid content from moroccan fish-processing industries. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27(2), 249-255. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2017.07.010>
- Kasim, A., Novia, D., Mutiar, S., & Efendi, A. (2014). Diminishing chromium use on combined chromium-gambier tanning process upon the characteristics of tanned leather. *Media Peternakan*, 37(1), 24-29. <https://doi.org/10.5398/medpet.2014.37.1.24>
- Kim, D. and Min, S. (2012). Trout skin gelatin-based edible film development. *Journal of Food Science*, 77(9). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02880.x>
- Kuprina, E. E., Yakkola, A. N., Kopylov, A. Y., Zashikhin, M., & Kuznetsova, A. (2020). Development of functional product enriched with collagen hydrolysate from fish processing waste. *E3S Web of Conferences*, 164, 06026. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016406026>
- Lu, D., Chen, Y., Zhang, X., Qiu, Z., Zhang, H., Sun, P. & Wang, Y. (2022). Preparation of bioactive peptides from marine industrial waste for moon cake preservation by coating. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(12). <https://doi.org/10.1111/jfpp.17221>

- Lopes, C., Antelo, L. T., Franco-Uría, A., Alonso, A. A., & Pérez-Martín, R. I. (2015). Valorisation of fish by-products against waste management treatments – comparison of environmental impacts. *Waste Management*, 46, 103-112. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.08.017>
- Maina, P., Ollengo, M.A., Nthiga, E. W. (2019). Trends in leather processing: a review. *International Journal of Scientific Research*. 9(12):212-223 <https://doi.org/10.29322/IJSRP.9.12.2019.p9626>
- Nalyanya, K. M., Rop, R. K., Onyuka, A., & Birech, Z. (2021). A review of natural plants as sources of substances for cleaner leather tanning technologies. *Textile & Leather Review*, 4(3), 137-148. <https://doi.org/10.31881/tlr.2021.03>
- Ramkumar, A., Sivakumar, N., & Victor, R. (2016). Fish waste-potential low cost substrate for bacterial protease production: a brief review. *The Open Biotechnology Journal*, 10(1), 335-341. <https://doi.org/10.2174/1874070701610010335>
- Rubio-Rodríguez, N., Beltrán, S., Jaime, I., Diego, S. M. d., Sanz, M. T., & Carballido, J. R. (2010). Production of omega-3 polyunsaturated fatty acid concentrates: a review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.10.006>
- Saravanabhavan, S., Thanikaivelan, P., Rao, J. R., Nair, B. U., & Ramasami, T. (2005). Reversing the conventional leather processing sequence for cleaner leather production. *Environmental Science & Technology*, 40(3), 1069-1075. <https://doi.org/10.1021/es051385u>
- Shanthi, G., Premalatha, M., & Anantharaman, N. (2021). Potential utilization of fish waste for the sustainable production of microalgae rich in renewable protein and phycocyanin-arthrospira platensis/spirulina. *Journal of Cleaner Production*, 294, 126106. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126106>
- Sila, A., Martínez-Álvarez, Ó., Krichen, F., Gómez-Guillén, M., & Bougatef, A. (2017). Gelatin prepared from european eel (*anguilla anguilla*) skin: physicochemical, textural, viscoelastic and surface properties. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 529, 643-650. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2017.06.032>
- Tha, A. G., Raju, C. V., Lakshmisha, I., Kumar, P., Sarojini, A., endra, G., ... & Pal, J. (2019). Nutritional composition of fish bone powder extracted from three different fish filleting waste boiling with water and an alkaline media. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(02), 2942-2948. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.802.342>
- UNIDO (1994), *Acceptable Quality Standards in Leather and Footwear Industry*, United Nations Industrial Development Organization, [https://leatherpanel.org/sites/default/files/publications-attachments/acceptable\\_quality\\_standards\\_in\\_the\\_leather\\_and\\_footwear\\_industry.pdf](https://leatherpanel.org/sites/default/files/publications-attachments/acceptable_quality_standards_in_the_leather_and_footwear_industry.pdf)
- Välimaa, A., Mäkinen, S., Mattila, P., Marnila, P., Pihlanto, A., Mäki, M., ... & Hiidenhovi, J. (2019). Fish and fish side streams are valuable sources of high-value components. *Food Quality and Safety*, 3(4), 209-226. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyz024>

Wasswa, J. and Gu, X. (2007). Utilization of fish processing by-products in the gelatin industry. Food Reviews International, 23(2), 159-174.  
<https://doi.org/10.1080/87559120701225029>

## RAW MATERIAL DEMAND FORECAST FOR A MANUFACTURING COMPANY

TÜLAY KORKUSUZ POLAT

Sakarya University, Engineering Faculty, [korkusuz@sakarya.edu.tr](mailto:korkusuz@sakarya.edu.tr)

0000-0001-6693-7873

### ABSTRACT

Supplying raw materials in the right amount and at the right time is very important to ensure that the production processes of businesses are not disrupted. Purchasing planning, which determines the amount of raw materials to be used and when they will be used in order to ensure timely supply of raw materials, is one of the issues that businesses pay attention to meticulously. The manufacturing enterprise that is the subject of this study and serves as the automotive sub-industry produces three different products. There are difficulties in the supply and stocking of dyes to be used in the production of painted type products, and this causes disruptions in production. In this study, a demand forecast study was made for five paint types to be used in the future, based on the paint quantities used in a manufacturing company. Demand forecasts were obtained using Simple Exponential Smoothing, Linear Regression, Seasonal Processes and Winters methods for demand forecasting. By calculating the average absolute error deviation, mean square error and average error percentage for the methods, the methods with the lowest error rate were determined and the resulting demand forecasts were taken as basis.

**Keywords:** Demand forecast, Raw materials, Inventory management.

### 1. INTRODUCTION

One of the most important conditions for ensuring customer satisfaction is to deliver the product to the customer at the right time, in the right quantity and at the desired quality. The most important condition for achieving this is that the raw materials to be used in the product are available at the facility at the right time and in the right quality. While providing this condition regarding raw materials, businesses need to make proper supply plans and plan in advance what raw materials they will need, when and how much, as well as suppliers being suitable and reliable. Therefore, demand forecasting is very important for businesses. Demand forecasting plays an important role in the success of decision

makers. The data obtained from demand forecasting constitutes the basic source for production planning, storage, control systems and marketing strategies in businesses (Acı and Doğansoy, 2022). In the literature, there are application examples from different sectors made with demand forecasting. Soysal and Ömürgönülşen (2010) made a demand forecast for the Turkish Tourism sector in their study. Researchers used Moving Average, Simple Exponential Smoothing and Holt and Winter methods in their studies. In their study, Özüdoğru and Görener (2015) made demand forecasts for some medical supplies used in the healthcare sector using the time series method. In their study, Oruç and Çelik (2017) studied natural gas demand forecasting for Isparta Province using Gray Forecasting, Box-Jenkins and Exponential Smoothing methods. Yüksel Haliloğlu and Tutu (2018) made a short-term electrical energy demand forecast for Turkey in their study.

In this study, things that can be done to prevent delays in the production processes of a manufacturing enterprise operating as an automotive sub-industry are discussed. First of all, a demand forecast study was conducted regarding the usage amounts of five different paint types to be used in production. Four different demand forecasting applications were made and error rates were calculated for each application. In the second stage of the study, order quantities for five different paint types were determined according to demand forecasting methods that gave the least error rate.

## 2. MATERIALS AND METHODS

**Demand forecasting:** It is the process of analyzing the sales situation of a product in the future by examining the data of sales movements in the past periods. Demand forecasting is vital for making predictive business decisions (Çoban and Demir, 2021). There are many techniques used for demand forecasting; Winters, Simple Exponential Smoothing, Linear Regression etc. (Tüzemen and Yıldız, 2017; Demir et al., 2018; Irmak et al., 2012).

Lot size techniques used to determine order quantities of dependent and independent stock items differ. For final products with independent demand, order quantities can be calculated using classical stock control methods. However, it is not appropriate to calculate the order quantity with classical stock control methods for sub-parts and intermediate products with dependent demand structure (Özyörük, 2003). Various methods have been developed to find the appropriate batch size in the material requirements planning system. Commonly used of these methods can be listed as: fixed order quantity method, economic order quantity method, discrete order algorithm, fixed period algorithm, period order quantity method, lowest unit cost method, lowest total cost method, etc. (Erdem and Durmuş, 2016; Özyörük, 2003; Karagül and Eroğlu, 2022)



### 3. APPLICATION

A manufacturing company operating in the automotive sub-industry uses five different paints in its production. Delays may occur in the production of painted products. One of the conditions required to avoid these delays is the timely supply of paint. In order to make an efficient supply plan, the demand for paints must be determined correctly. In this study, firstly, four different demand forecasting applications for five paint types will be explained.

#### 3.1. Demand Forecast

The monthly usage amounts of the paints used in the enterprise are shown in Table 1.

Table 1: Usage Amounts of Dyes by Month

	Primer	Color-1	Color-2	Color-3	Color-4
1	30800	9604	37100	16800	5600
2	34100	10633	41075	18600	6200
3	33000	10290	39750	18000	6000
4	34100	10633	41075	18600	6200
5	34100	10633	41075	18600	6200
6	33000	10290	39750	18000	6000
7	34100	10633	41075	18600	6200
8	33000	10290	39750	18000	6000
9	34100	10633	41075	18600	6200
10	23740	7955	30575	18600	6200
11	15960	6720	22400	16800	5600

#### Simple Exponential Smoothing Method

For demand forecasting, firstly, the amount of paint used was estimated according to the Simple Exponential Smoothing method. Prediction results using the Simple Exponential Smoothing method for the primer used as an example are given in Table 2.

Table 2: Estimates for Primer Paint Using Simple Exponential Smoothing Method

	Actual consumption	Forecast	
		$\alpha=0.05$	$\alpha=0.30$
1	30800	30800	30800
2	34100	30800	30800
3	33000	30965	31790
4	34100	31067	32153
5	34100	31218	32737
6	33000	31362	33146
7	34100	31444	33102
8	33000	31577	33402

9	34100	31648	33281
10	23740	31771	33527
11	15960	31369	30591

### Linear Regression for Trend Processes

The solution results, trend line and error rates for estimating the usage amount for primer paint using the Linear Regression method are shown in Figure 1.

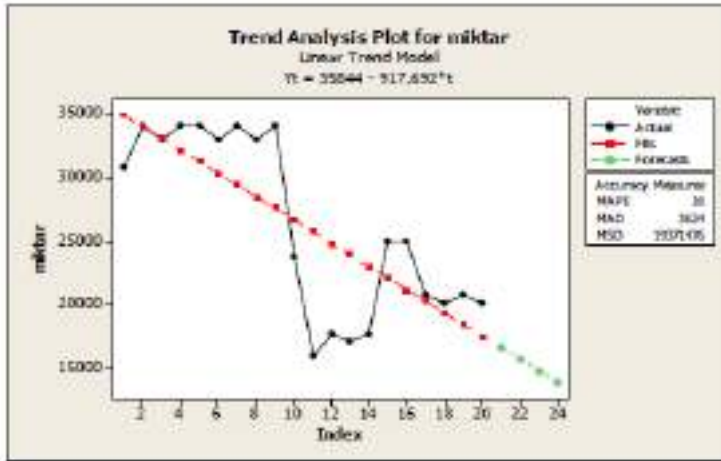


Figure 1: Trend Line Graph for Primer Paint

### Seasonal Processes

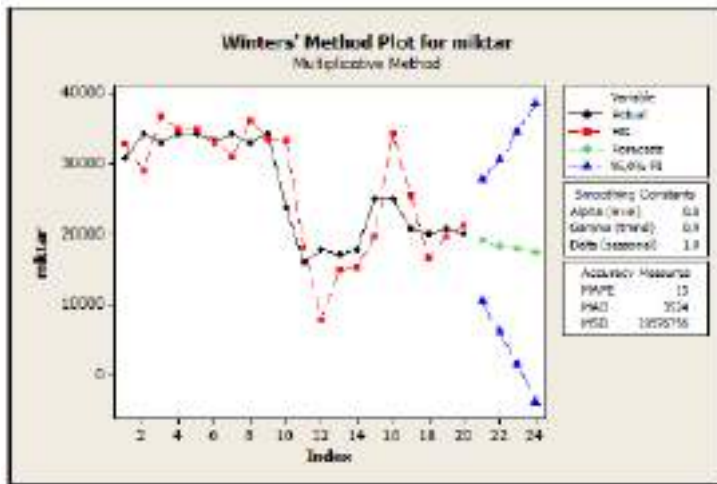
Estimated consumption values for each quarter were calculated using the obtained trend line, and multiplicative and additive seasonal forecasts for each quarter were calculated. For example, multiplicative model seasonal change calculations for primer paint are shown in Table 3.

Table 3: Seasonal Changes According to Multiplicative Model for Primer Paint

	Actual consumption	Forecast
1	30800	34926
2	34100	34008
3	33000	33090
4	34100	32173
5	34100	31255
6	33000	30337
7	34100	29420
8	33000	28502
9	34100	27584
10	23740	26667
11	15960	25749

### Winters Method

The results obtained as a result of the calculations made with the Winters method for primer paint demand forecasting are shown in Figure 2.



**Figure 2: Winters Method Results for Primer Painting**

### Evaluation of Demand Forecast Results

A comparison of the demand forecast results made with four different methods for five different paints used in the business in terms of error rates is shown in Table 4.

Table 4: Comparison of Error Rates in Demand Forecasting Methods

	$\alpha$	Simple exponential smoothing	Linear Regression	Winters Method	Seasonal processes
Primer	0.8	10%	15%	14%	3%
Color-1	0.6	9%	20%	15%	5%
Color-2	0.6	10%	17%	23%	4%
Color-3	0.3	25%	23%	18%	5%
Color-4	0.3	5%	5%	8%	5%

As seen in Table 4, more accurate predictions were obtained in the Simple Exponential Smoothing method for Color-4 paint, while more accurate predictions were obtained in seasonal processes for other paints.

## 4. RESULTS

With the study conducted, a company operating in the automotive sub-industry found usage amounts for five different paints using four different methods. While more accurate predictions were obtained with the Simple Exponential Smoothing method for Color-4 paint, more accurate predictions were obtained in seasonal processes for other paint types. The application study aims to support the business in better managing its stock policies in the following periods.

## REFERENCES

- [1] Acı, M., Doğansoy, G.A. Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme Yöntemleri Kullanılarak e-perakende Sektörüne Yönelik Talep Tahmini, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Dergisi, 37(3), 1325-1339, 2022.
- [2] Soysal, M., Ömürgönülşen M. Türk Turizm Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama, Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi, Cilt 21, sayı 1, Bahar, 128-136, 2010.
- [3] Özüdoğru, A.G., Görener, A. Sağlık Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Yıl 14, sayı 27, Bahar, 37-53.
- [4] Oruç, K., Çelik, Ş. Isparta İli İçin Doğal Gaz Talep Tahmini, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Vol 22(1), 31-42, 2017.
- [5] Yüksel Haliloğlu, E., Tutu, B.E. Türkiye için Kısa Vadeli Elektrik Enerjisi Talep Tahmini, Journal of Yaşar University, Vol 13(51), 249-255, 2018
- [6] Çoban, F., Demir, L. Yapay Sinir Ağları ve Destek Vektör Regresyonu ile Talep Tahmini: Gıda İşletmesinde Bir Uygulama, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 23(67), 327-338, 2021.
- [7] Tüzemen, A., Yıldız, Ç. Holt-Winters tahminleme yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi: Türkiye İşsizlik Oranları Uygulaması, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 32, Sayı: 1, 1-18, 2017.
- [8] Demir, İ., Genç, T., Karaboğa, H.A. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Altın Rezervlerinin Holt-Winters Üstel Düzleme Yöntemi ve Yapay Sinir Ağları ile İncelenmesi, Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi, 2(1), 131-146, 2018.
- [9] Irmak, S., Köksal, C.D., Asilkan, Ö. Hastanelerin Gelecekteki Hasta Yoğunluklarının Veri Madenciliği Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi, Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 4(1), 101-114, 2012.
- [10] Özyörük, B., Malzeme ihtiyaç planlamasında parti büyüklüklerinin belirlenmesi ve bir uygulama çalışması, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18(3), 43-50, 2003.
- [11] Erdem, S., Durmuş, A. Hastane medikal sarf malzemelerinde parti büyüklüklerinin belirlenmesine yönelik bir uygulama, İşletme Fakültesi Dergisi, 17(1), 23-46, 2016.
- [12] Karagül, N., Eroğlu, A. Production lot sizing with quality screening, rework and shortages backordered, Pamukkale University, Journal of Engineering Sciences, 28(4), 604-612, 2022.

## SUPPLIER SELECTION: AN EXAMPLE OF A PACKAGING BUSINESS

TÜLAY KORKUSUZ POLAT

Sakarya University, Engineering Faculty, [korkusuz@sakarya.edu.tr](mailto:korkusuz@sakarya.edu.tr)

0000-0001-6693-7873

### ABSTRACT

With the increase in competition, businesses have to focus not only on production but also on ensuring and maintaining customer satisfaction in order to maintain their market shares. Sustainable customer satisfaction has become a necessity for businesses. One of the main points of ensuring customer satisfaction is to send the products to the customer on time. When the suppliers chosen by the manufacturing enterprises are sufficient, appropriate and correct, the production of the enterprises will not be disrupted, quality products will be produced, product shipments will be on time and profit margins can increase by reducing costs. In short, working with a good supplier eliminates many problems that may arise from the supplier during production. In this study, an application will be made to identify and reduce the delays experienced by a food packaging manufacturer in its production processes. First of all, a fishbone analysis was performed to determine the source of the delays. Supplier selection will be made again in order to prevent delays determined to be caused by the supplier. Since there are many criteria to be considered when selecting suppliers, the selection process will be made using multi-criteria decision-making techniques. For this purpose, Analytical Hierarchy Process (AHP) and Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) methods, which are multi-criteria decision-making techniques, will be used.

**Keywords:** Supplier selection, multi-criteria decision-making techniques, decision making.

### 1. INTRODUCTION

To ensure customer satisfaction, businesses must produce the product at the right time, in the right quantity, at the desired quality and price, and deliver it to the customer. For this reason, the raw materials to be used in production must arrive at the appropriate time, in the appropriate quantity and in the appropriate quality for production. The way to do this is to work with the right and reliable supplier. Choosing the correct supplier is of great importance for the production processes to continue

as desired. The supplier selection problem, which aims to determine the most suitable suppliers in line with the demands of the businesses, is a multi-criteria decision-making problem that includes multiple conflicting, qualitative and quantitative criteria (Özdemir, 2010). And multi-criteria decision-making techniques are often used in their solutions.

In the literature, there are application examples from different sectors that have addressed the supplier selection problem. In their study, Gökalp and Soylu (2010) made supplier selection for process improvement in a company operating in the furniture industry. In his study, Akyüz (2012) discussed the packaging supplier selection problem for a business that produces furniture parts. In her study, Kapar (2013) made a selection among three alternative suppliers using the AHP method. In their study, KorkusuzPolat and Durmuş (2019) made supplier selection in the metal sector and used AHP and Fuzzy AHP methods.

In this study, the cause of production delays of a company operating as a packaging manufacturer is investigated. It was understood that the delay, which was caused by the fishbone diagram, was caused by the supplier. Therefore, the business started to search for a new supplier. 5 main and 14 sub-criteria were determined to evaluate five alternative suppliers. The weighting of the criteria was done by the AHP method and the selection of suppliers was made by the TOPSIS method.

## 2. MATERIALS AND METHODS

Fishbone analysis is a method that determines all the factors that cause a certain problem and paves the way for improvements by finding the root cause that affects the result the most (Atalay and Kılıç, 2015). Fishbone diagram is a useful and simple method that is frequently used in the literature and in practical application.

With the development of technology and management sciences, various decision-making techniques have been developed to assist the decision maker (Akçin, 2019). Analytic Hierarchy Process (AHP); It is a method developed by Saaty and frequently used to support managers in decision-making problems where there are many criteria and alternatives. With the AHP method, the criteria are weighted by comparing the alternatives and criteria according to the binary comparison scale developed by Saaty, and ultimately the method aims to select the best alternative. AHP method is a multi-criteria decision-making method that is frequently used both in the literature and in practice. Dağdeviren et al. (2004) designed a job evaluation system with AHP in their study for wage management. In his study, Ünal (2011) made personnel selection using the AHP method. The



application stages of the AHP Method are listed below (Doğan and Gencan, 2013; Şahin and Supçiller, 2015; Özçifçi and Arsu, 2013):

- o Determining the decision problem to be solved,
- o Creating a hierarchical structure for the problem (including all criteria/sub-criteria),
- o Making all criterion-criterion and criterion-option pairwise comparisons and creating pairwise comparison matrices by getting support from experts on the subject and using pairwise comparison scales specific to the AHP method,
- o Normalization of pairwise comparison matrices in a way unique to the AHP method,
- o Finding weights (relative importance) for criteria and options from normalized pairwise comparison matrices,
- o Conducting consistency analysis of pairwise comparison matrices to check whether the solution is consistent.

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) method is a multi-criteria decision-making technique based on the assumption of calculating the distances of alternative solutions to the ideal positive and ideal negative and finding a solution that is close to the positive and far from the negative (Ömürbek et al., 2015). The stages of the TOPSIS method are listed below (Tunca et al., 2015; Karaatlı et al., 2014; Koyuncu and Özcan, 2014):

- o Determining the problem, options and evaluation criteria,
- o Creating a decision matrix showing the scores of the options according to the criteria,
- o Normalization of the decision matrix specific to the TOPSIS method,
- o Weighting of the normalized matrix,
- o Finding ideal positive and ideal negative solutions,
- o Finding the distances of each option to the ideal positive and ideal negative,
- o Finding the closeness coefficient of each option and ranking the options accordingly.

### 3. APPLICATION

A manufacturing company operating in the packaging industry experiences delays in production processes. In this study, an application will be made to determine the reasons for the delays experienced by the enterprise in the production processes and to reduce the delays. First of all, fishbone analysis was used to examine the current problem and identify the source of delays. With fishbone analysis, the factors that may cause problems were examined for material, process, human, environment, machinery and management parts. For example; The problem that the raw material does not meet customer specifications is a material-related problem. As a

result of this analysis, possible problems were considered and controlled. It has been understood that the reason for the problem that caused disruptions in production was that the raw materials coming from the supplier did not have the same specifications as the previously ordered raw materials. As a result of the interviews with the supplier company, it was understood that the supplier used different components to solve a different problem encountered in production and made faulty production. A new supplier was sought to solve this problem caused by the supplier. 5 alternative suppliers were determined for supplier selection. 5 main criteria in evaluating suppliers (Quality (sub-criteria: material life, durability, quality certificates, well-known brand), Price (sub-criteria: quantity discount, payment method), Delivery time (sub-criteria: distribution center, transportation), Competence (sub-criteria: distribution center, transportation) criteria: prevalence, product variety, stock status of the product, packaging), After-sales support (sub-criteria: warranty, application).

AHP method was used to determine the weights of the criteria for supplier selection, and TOPSIS method was used to select suppliers according to the determined weights. Support was received from the Expert Choice program in the AHP method application. Criterion weights for quality: 0.462; for price: 0.059; for delivery time: 0.119; for qualification: 0.265 and for after-sales support: 0.096.

In the evaluation step, suppliers are ranked using the TOPSIS method. MS Excel program was used while applying the TOPSIS method. The operations required by the TOPSIS method are defined in the system. Suppliers are scored between 0-1. Closeness values to ideal positive and ideal negative solutions and priority indices were calculated in accordance with the TOPSIS method. Calculations are shown in Table 1.

Table 1: Closeness to ideal positive and ideal negative solutions

	Si+	Si-	Pi
Supplier 1	0.013	0.201	0.941
Supplier 2	0.113	0.103	0.475
Supplier 3	0.203	0.003	0.016
Supplier 4	0.186	0.019	0.094
Supplier 5	0.159	0.048	0.231

As seen in Table 1, when the priority index (Pi) values are sorted from largest to smallest as a result of the calculations made, the supplier ranking is as follows: supplier 1, supplier 2, supplier 5, supplier 4, supplier 3.

#### 4. RESULTS

In this study, an application was made to identify and reduce the delays experienced by a food packaging manufacturer in its production processes. A selection was made for a new supplier in order to prevent delays determined to be caused by the supplier based on the fish bone analysis. Since there are many criteria to be taken into consideration when selecting suppliers, AHP and TOPSIS methods, which are multi-criteria decision-making techniques, were used in an integrated manner for the selection process. 5 alternative suppliers were evaluated with 5 main and 14 sub-criteria. While AHP technique was used to determine the weights of the criteria, alternative selection was made with the TOPSIS method. As a result of the evaluation, supplier 1 was determined as the best supplier.

#### REFERENCES

- [13] Özdemir, A. Ürün grupları temelinde tedarikçi seçim probleminin ele alınması ve analitik hiyerarşi süreci ile çözümlenmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, cilt 12, sayı 1, sayfa 55-84, 2010.
- [14] Gökalp, B., Soylu, B. Tedarikçinin süreçlerini iyileştirme amaçlı tedarikçi seçim problemi, Endüstri Mühendisliği Dergisi, cilt 23, sayı 1, sayfa 4-19, 2010.
- [15] Akyüz, G. Bulanık VIKOR yöntemi ile tedarikçi seçimi, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, cilt 26, sayı 1, sayfa 197-2015, 2012.
- [16] Kapar, K. Bir üretim işletmesinde analitik hiyerarşi süreci ile tedarikçi seçimi, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, cilt 2, sayı 1, sayfa 197-231, 2013.
- [17] KorkusuzPolat, T., Durmuş, S. Metal Sektöründe Tedarikçi Seçimi için Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulamaları. 3rd International Engineering Research Symposium, 05.09.2019-07.09.2019.
- [18] Atalay, O., Kılıç, Ö. Balık kılıçığı yöntemi ile mobil vinç kazası olası nedenlerinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 30(1), 73-78, 2015.
- [19] Akçin, E. Evlat Edindirmede Aile Seçme Sürecinin AHP ve TOPSIS Tabanlı Bilgi Sistemi ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, 2019.
- [20] Dağdeviren, M., Akay, D., Kurt, M. İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 19, No 2, 131-138, 2004.

- [21] Ünal, Ö.F. Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Personel Seçimi alanında Uygulamaları, Akdeniz Üniversitesi Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt 3, No 2, 18-38, 2011.
- [22] Doğan, N.Ö., Gencan, S. Seyahat acentası yöneticilerinin bakış açısıyla en uygun otel seçimi: Bir analitik hiyerarşi prosesi (AHP) uygulaması, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, sayı 41, ocak-haziran, sayfa 69-88, 2013.
- [23] Özçifçi, V., Arsu, T. Lojistik Servis Sağlayıcı Seçiminde AHP Uygulaması, Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, Cilt 5, No 1, sayfa 524-536, 2013.
- [24] Şahin, Y., Supçiller, A. Tedarikçi Seçimi için bir Karar Destek Sistemi, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3(2), sayfa 91-104, 2015.
- [25] Ömürbek, N., Makas, Y., Ömürbek, V. AHP ve TOPSIS yöntemleri ile kurumsal proje yönetim yazılımı seçimi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1, sayı:1, 2015.
- [26] Tunca, M.Z., Aksoy, E., Bülbül, H., Ömürbek, N. AHP temelli TOPSIS ve ELECTRE yöntemiyle muhasebe paket programı seçimi, Niğde Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, cilt:8, sayı:1, sayfa 53-71, 2015.
- [27] Karaatlı, M., Ömürbek, N., Köse, G. Analitik Hiyerarşi Süreci Temelli TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile futbolcu performanslarının değerlendirilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt: 29, sayı: 1, sayfa 25-61, 2014.
- Koyuncu, O., Özcan, M. Personel Seçim sürecinde AHS ve TOPSIS yöntemlerinin karşılaştırılması: Otomotiv sektöründe bir uygulama, H.Ü. İktisadi Bilimler Fakültesi Dergisi, cilt: 32, sayı: 2, sayfa: 195-218, 2014.

## TARIMSAL ZARARLILARLA MÜCADELEDE KULLANILAN ENTOMOPATOJENLER VE KULLANIM DURUMLARI

**Doç. Dr. Mehmet KAPLAN**

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,  
email: mehmetkaplan1971@gmail.com  
ORCID ID: 0000-0002-2495-8075

### Özet:

Tarımsal üretim alanlarında önemli ekonomik kayıplara sebep olan zararlı böceklerle mücadelede çevre dostu ekolojik savaş yöntemleri uygulayarak kontrol altına alınması ve hedef dışı organizmalara zarar vermemek her zaman hedeflenmiştir. Zararlı organizmalara karşı mücadelede uygulanması kolay, çabuk ve etkili neticeler olması sebebiyle kimyasal pestisitler yaygın olarak tercih edilmektedir. Ancak tarım alanlarına uygulanan pestisitler; tarımsal ürünlerde kalıntı oluşturması yanında toprak, su ve havaya karışarak birçok çevre sorunu da beraberinde getirmektedir. Günümüzde böceklerle mücadelede kimyasal mücadeleye alternatif bir kontrol yöntemi olarak patojen mikroorganizmaların (Entomopatojen) kullanımı giderek artmaktadır. Böceklerde hastalıklara neden olan mikroorganizmalara Entomopatojen denir. Entomopatojenler (Mikrobiyal insektisitler) virüsler, bakteriler, funguslar, protozoa ve nematodları kapsayan geniş bir mikroorganizma grubudur. Tarımsal ürünlerde zarar yapan böceklerin biyolojik mücadelesi için ekoloji'ye olumsuz bir etki yapmayan mikrobiyal insektisitlerin kullanılması giderek yaygınlaşmaktadır. Sürdürülebilir ekolojik tarım üretiminde kimyasalların kullanımının sınırlandırılmasıyla birlikte zararlılarla savaşta alternatif mücadele arayışları başlamıştır. Kimyasal mücadeleye en önemli alternatif mücadele ise faydalı mikrobiyal insektisitlerin kullanıldığı biyolojik mücadele yöntemleridir. Tarımsal uygulamalarda amaç entegre mücadele çerçevesinde hedef zararlı türleri tümünü yok etmek olmayıp onların popülasyonunu ve vereceği zarar düzeyini en düşük düzeye getirmektir. Bunun içinde organik tarım uygulamalarıyla yetiştirilen bitkilerdeki zararlıları kontrol altına almak için kullanılan entomopatojenik biyopestisitleri de dikkate alarak uygun üretim ve münavebe uygulamalarının planlanması gerekmektedir. Zararlı böcek türlerini kontrol etmek için yaygın şekilde kullanılmakta olan mikrobiyolojik ajanlardan olan entomopatojenik biyoinspektisitler, türlere özgü etkilerinden dolayı diğer faydalı predatör ve parazitoit türlere kıyasla daha faydalıdır. Tarımsal üretimde güvenli gıda, ekonomik kâr, insan ve çevre sağlığı, gibi parametreler için, kimyasal mücadeleye alternatif olan biyolojik mücadele kapsamında entomopatojenlerin kullanılması ve desteklemesi dünyada giderek önem kazanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Alternatif mücadele, Biyolojik mücadele, Entomopatojen, Tarımsal zararlılar,

## ENTOMOPATHOGENS AND USE SITUATIONS USED IN AGRICULTURAL PEST CONTROL

### ABSTRACT

In the fight against harmful insects that cause significant economic losses in agricultural production areas, it has always been aimed to control them by applying environmentally friendly ecological control methods and not to harm non-target organisms. Chemical pesticides are widely preferred in the fight against harmful organisms because they are easy to apply, provide quick and effective results. However, pesticides applied to agricultural areas; In addition to creating residues in agricultural products, it also causes many environmental problems by mixing with soil, water and air. Nowadays, the use of pathogenic microorganisms (Entomopathogens) as an alternative control method to chemical control in the fight against insects is increasing. Microorganisms that cause diseases in insects are called Entomopathogens. Entomopathogens (Microbial insecticides) are a large group of microorganisms including viruses, bacteria, fungi, protozoa and nematodes. The use of microbial insecticides, which do not have a negative impact on the ecology, for the biological control of insects that damage agricultural products is becoming increasingly common. With the limitation of the use of chemicals in sustainable ecological agriculture production, the search for alternative methods in the fight against pests has begun. The most important alternative to chemical control is biological control methods using beneficial microbial insecticides. In agricultural practices, the aim is not to eliminate all target pest species within the framework of integrated control, but to minimize their population and the level of damage they cause. In this regard, appropriate production and rotation practices need to be planned, taking into account the entomopathogenic biopesticides used to control pests in plants grown with organic farming practices. Entomopathogenic bioinsecticides, which are microbiological agents widely used to control harmful insect species, are more beneficial than other beneficial predator and parasitoid species due to their species-specific effects. The use and support of entomopathogens within the scope of biological control, which is an alternative to chemical control, has become increasingly important in the world for parameters such as safe food, economic profit, human and environmental health in agricultural production.

**Key Words:** Alternative control, Biological control, Entomopathogen, Agricultural pests,



## 1. Giriş

Tarımsal üretim ve orman alanlarında ekonomik kayıplara sebep olan zararlı böceklerle mücadelede çevre dostu ekolojik savaş yöntemleri uygulayarak kontrol altına alınması ve hedef dışı organizmalara zarar vermemek her zaman arzu edilen bir durumdur. Zararlı böcek türlerini kontrol altına almak amacıyla günümüzde kimyasal maddeler yaygın olarak kullanılmakta ve zamanla zararlı böceklerin kimyasallara karşı direnç kazanmasıyla birlikte tüketilen kimyasal pestisitlerin miktarı da artmıştır. Tarım alanlarına uygulanan kimyasallar; hava, su toprağa, oradan da bu ortamlardaki diğer canlılara geçer ve dönüşüme uğrar. Hava, su ve toprağa karışan kimyasallar dönüşüme uğradıktan sonra dolaylı yoldan insan sağlığında dahi önemli zararlara sebep oluyor. Günümüzde böceklerle mücadelede kimyasal mücadeleye alternatif bir kontrol yöntemi olarak patojen mikroorganizmaların (Entomopatojen) kullanımı, giderek popüleritesi artmaktadır (Yaman, 2012; Yaman vd., 2012, 2015, 2016). Böcek türlerinde patojen meydana getiren başlıca mikroorganizmaların organizmalar virüsler, bakteriler, protistler, funguslar ve nematodlardır. Bu entomopatojenik organizmaların birçoğu konukçu seçici ve hastalık (patojen) oluşturduğu böceklerin haricinde başka böcek türlerinde hastalık yapmamaktadır. Ayrıca entomopatojen mikroorganizmaların bazıları daha çok konukçu dizisine sahip ve aynı zamanda farklı takımlardan böcekleri de enfekte ederek hastalıklara neden olabilmektedir. Dolayısıyla entomopatojenik organizmaların kullanıldığı alanlarda hedef olmayan organizmalar da bu durumdan etkilenebilmektedir. Sonuç olarak bu araştırmada Tarımsal zararlılarla mücadelede kullanılan entomopatojen ve kullanım durumları ele alınmıştır.

## 2. Tarımsal Zararlı Böceklerle Mücadele Kullanılan Entomopatojenler ve Etki Mekanizmaları:

### 2.1. Virüsler:

Entomopatojenik virüslere "Baculovirüsler" adı verilir. Baculovirüsler bilhassa da Lepidoptera ve Hymenoptera takımlarındaki önemli zararlı böcek türlerine karşı mikrobiyal ajan olarak biyolojik mücadelede uygulanmakta ve ticari olarak üretilmektedir (Payne. 1986, Lacey et al., 2001, İnceoğlu ve ark., 2001). Larva veya tırtıllar, virüsle bulaşık yaprakları yiyerek beslenir. Orta bağırsakta virüs çözünür ve bağırsağın lümenine (iç boşluğuna) salınır (Haase, Sciocco-Cap, and Romanowski, 2015). *Baculovirus antiticialias*, Brezilya'da soya fasulyesinde ciddi zarara yol açan *Antiticialia gemmatalis* ile mücadelede etkili bir şekilde kullanılmıştır. (Knaak and Fiuza, 2005).

Hemiptera takımındaki böceklerin farklı özellikleri vardır, Bu böceklerin en önemli özelliği sokucu-emici ağız parçalarına sahip olması sebebiyle iki parçadan oluşan iğneye benzer bir stile demeti mandibular ve iki maksiller stiletleri sayesinde verimli virüs aktarımına olanak sağlamaktadır. Virüsler arasında en az 16 familyanın böcekleri kontrol etmede etkili olduğu belirlenmiştir (Tanada ve Kaya 1993).

## 2.2. Bakteriler:

Böceklerde hastalığa neden olan bir diğer entomopatojen ise bakterilerdir. Ticari olarak üretilen Entomopatojen bakteriler konakçusu olan zararlı organizmalara ağız yoluyla girmektedir. Böceklerde entomopatojenik bakterilerin neden olduğu ilk enfeksiyon semptomlar böceğin beslenmeyi bırakmasıdır. Zararlılarla mücadelede en yaygın olarak kullanılan entomopatojen bakteri *Bacillus thuringiensis*'tir. Bt suşları türe özgü ve çevreyle uyumlu olduklarından en çok kullanılan böcek patojenleridir (Han ve ark., 2006). *B. thuringiensis* bazlı biyopestisitler, geniş biyolojik aktiviteleri sayesinde böceklerin uygulanan mikroorganizmaların aşağı yukarı %95'ini oluşturmaktadır (Mnif and Ghribi, 2015).

## 2.3. Funguslar (Mantarlar):

Entomopatojenik funguslar, kültür bitkilerinde ekonomik kayıplara neden olan zararlı böcek türleriyle biyolojik mücadelede kullanılmaktadır. Bu funguslar Ascomycota, Basidiomycota, Entomophthoromycotina, Alt bölümler Blastocladales, Kickxellomycotina, Microsporidia ve Neocallimastigomycota (Stock et al., 2009). (Tablo 2) Mikrobiyal insektisit olarak yaygın şekilde kullanılan Dünya çapındaki bazı lisanslı fungus içerikleri gösterilmektedir (Milner, 2000). Dünyada ve Türkiye'de yaygın olarak kullanılan entomopatojenik fungus türleri Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Türkiye'de yaygın olarak kullanılan fungus biyopreparatları

Fungus türleri	Etki ettiği böcekler	İlaç ticari ismi
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Whiteflies, thrips, aphids and caterpillars	MET52 EC
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Whiteflies, thrips, aphids and caterpillars	MET52 G

**Tablo 2.** Dünya çapında yaygın olarak kullanılan bazı yaygın fungus içeren mikrobiyal böcek öldürücüler

Fungus türleri	Etki ettiği böcekler	İlaç ticari ismi
<i>Beauveria bassiana</i> (Bals. Criv) Vuill.	Whiteflies, Aphids, Thrips	Mycotrol
<i>Beauveria bassiana</i>	Sucking insects	Naturalis
<i>Metarhizium anisopliae</i> (Met. Sorokin	Termites	BioBlast
<i>Lecanicillium lecanii</i> R. Zare & W. Gams	Aphids	Vertalec
<i>Lecanicillium lecanii</i>	Whiteflies	Mycotal
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> (Wize)	Whiteflies, Thrips	PFR-97
<i>Beauveria brongniartii</i>	Manas larvae	Engerlingpilz
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Grasshoppers	Green Muscle
<i>Beauveria bassiana</i>	Manas larvae	Betel

Entomopatojenik funguslar doğrudan kütiküladan girer. Entomopatojenik fungusların etki mekanizmaları; ilk olarak fungus sporları böceğin kütiküla kısmına yerleşir, daha sonra sporlar

filizlenir ve apressorium oluşturarak kütikula içerisine girer. Hişler gelişir, epidermiste bulunurlar ve böceğin vücut yapısında ve kan hücrelerinde çoğalmaya sürdürerek ölümüne yol açar (Sevim et al., 2015). Örneğin *Lobesia botrana*'nın bağlardaki üzüm için önemli bir zararlı olduğu bilinmektedir. Entomopatojenik fungus olan *Beauveria bassiana*, üçüncü *L. botrana* larvaları üzerinde yüksek entomotoksik aktivite gösterdiği ve bu nedenle bağda biyolojik kontrolde iyi bir mücadele yöntemi olduğu kabul edilebilir.

#### 2.4. Nematodlar:

**Nematodlar biyolojik mücadelede kullanılan en önemli enteropatojenik organizmalardan biridir. Ticari önemi açısından bakterilerden sonra ikinci grup entomopatojenleri temsil eder (Flexner and Belnavis, 2000). Bilhassa Steinernematidae ve Heterorhabditidae Familyalarına ait türler geniş bir konukçu dağılımına sahiptir ve bu organizmaların öldürücülüğü yüksektir. Bu nedenle potansiyel bir biyolojik kontrol ajanı olarak tercih edilir. *Steinernema affine*, *Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae*, *Heterorhabditis bacteriophora* önemli entamopatojenik nematod türleridir. Heterorhabditis ve Steinernema cinsinin nematodları, entomopatojenik bakterilerle uyum içinde hareket eder. Bu nematodlar etkili mikrobiyal kontrol ajanlarıdır ve ekonomik açıdan önemli zararlıları kontrol etmek için yaygın olarak ticarileştirilmektedir (Shapiro-Ilan, Hazir ve Glazer, 2017).**

#### 2.5. Protozoalar

**Protozoal patojenler genelde konakçıya özgü ve etkilerini yavaşça gerçekleştirmektedir. Protozoanın meydana getirdiği sporları böcekler yutunca ve orta barsakta vejetatif hale dönüşür. Bu şekilde oluşan enfeksiyonlar, böceklerin beslenmelerini ve doğurganlıklarını azaltarak zayıflatıcı etkiler yapmaktadır (Kachhawa, 2017).**

#### 3. Entomopatojenik organizmaların faydaları:

- Bu böcek patojenleri düşük dozlarda etkili olup ve hızlı ayrıştığında dolaylı doğaya zarar verecek bir kalıntı bırakmaları söz konusu değildir.
- Entomopatojenler, ana zararlı hariç diğer organizmalar için çok az toksiktir veya toksik değildir.
- Çoğunlukla spesifik olan dar bir toksik etki alanına sahiptirler, tek bir grup veya birkaç tür üzerinde etkilidirler.
- Böcek öldürücüler, sentetik kimyasallarla uyum halinde kullanılabilirler.
- Uygun çevre koşullarında kendi kendilerini devam ettirirler. Uzun vadede kimyasallara göre daha etkili olabilirler.
- Kimyasal ilaç kullanımının azalması yönünde avantaj sağlar.
- Kullanılan bölgelerde biyolojik çeşitliliğinin korunmasını sağlar.

#### 4. Entomopatojenik organizmaların dezavantajları:

- Maliyetleri çok yüksek ve kısa raf ömrüne sahiptirler.
- Zararlı türler zamanla bu entomopatojenlere karşı dayanıklılık oluşturabilirler.
- Canlı organizmalarından dolayı çevre koşullarından kolaylıkla etkilenirler..

- Genellikle yavaş etki gösterir ve yüksek uygulama hızı ve kapsamlı sprey kapsamı gerektirir.
- Her bir patojen belirli zararlı türlere karşı etkilidir, dolayısıyla çoklu patojenlerin kombinasyonu gerekli olabilir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımsal zararlılarla mücadelede kullanılan kimyasal insektisitlerin çevreye ve canlı organizmalara yaptığı tahribat göz önüne alındığında, kimyasal mücadeleye güvenli ve doğal alternatiflerinin geliştirilmesi önemli bir konu haline gelmiştir. Bu doğal yöntemlerden biri de yaygın olarak kullanılan entomopatojen (mikrobiyal insetisit)'lerdir. Bu amaçla kullanılan zararlı böceklerle karşı kullanılan entomopatojenler insan ve hayvanlar için toksik olmayan ürünlerdir. Avantajları çevreye zarar vermemeleri ve spesifik zararlılar karşı etkili oldukları için faydalı böceklerle de tehdit oluşturmamaktadır. Mikrobiyal insektistler birçok zararlı türleri kontrol etmek için etkili bir alternatif sunmaktadır. Tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak için tarımsal alanlarda zararlı böceklerle mücadelede kimyasal mücadele yerine insan ve çevre sağlığı için tehdit oluşturmayan biyolojik mücadelede uygulamalarında çevre dostu entomopatojenlerin kullanımına gereken değer verilmeli ve desteklenmelidir. Günümüz dünyasında insanların pestisit kalıntısı olmayan sağlıklı ve güvenli tarımsal ürün isteğinin artışı birlikte organik gıda pazarı da giderek büyümektedir. Bu yüzden organik tarım uygulamalarında zararlı böceklerle mücadelede yeni entomopatojenlerin araştırılması yanı sıra var olan entomopatojenlerin kullanımlarının yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir. Entomopatojenlerin kullanımı hakkında toplumda farkındalığın artırılması ve bilinçlendirme kampanyalarının yapılmasıyla birlikte insan ve çevrenin sağlığının yanı sıra faydalı canlıların korunmasına da olumlu etki yapacaktır. Böylece mikrobiyal insektisitler, böceklerin kontrolünde zamanla daha tercih edilir duruma gelecektir.

## KAYNAKÇA

- Flexner, J.L. and Belnavis, D.L., (2000). Microbial insecticides. Editör: J.E. Rechcigl and N.A. Rechcigl. Biological and Biotechnological Control of Insect Pests. CRC Press, Boca Raton, USA, 35-62.
- Haase, S., Sciocco-Cap, A., & Romanowski, V. (2015). Baculovirus insecticides in Latin America: historical overview, current status and future perspectives. *Viruses*, 7(5), 2230-2267.
- Han, C.S., Xie, G., Challaconbe, J.F., (2006). Pathogenomic Sequence Analysis of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* Isolates Closely Related to *Bacillus anthracis*, *J. Bacteriol.*, 188(9), 3382-3390.
- Inceoglu, A.B., Kamita, S.G., Hinton, A.C., Huang, Q., Severson, T.F., Kang, K., Hammock, B.D., (2001). Recombinant Baculoviruses for Insect Control, *Pest Manag. Sci*, 57, 981-987.
- Knaak, N., Fiuza, M.L., (2005). Histopathology of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) Treated with Nucleopolyhedrovirus and *Bacillus thuringiensis* serovar *kurstaki*, *Brazilian J. Microbiol.* 36, 196-200.

- Kachhawa, D., (2017). Microorganisms as a biopesticides. *Journal Entomol Zool Stud*, 5(3), 468-473.
- Lacey L.A., Frutos, R., Kaya, H.K., and P., Vail., (2001). Insect Pathogens as Biological Control Agents: Do They Have a Future?, *Biol. Control* 21, 230-248.
- Milner, R.J., (2000). Current status of *Metarhizium anisopliae* insecticide in Australia. *Biocontrol News & Info*, 21, 47– 50.
- Mnif, I., & Ghribi, D., (2015). Potential of bacterial derived biopesticides in pest management. *Crop Protection* 77, 52-64.
- Payne, C.C., (1986). Insect Pathogenic Viruses As Pest Control Agents. *Fortschritte der Zoologie*, 32, 183-200.
- Sevim, A., Sevim, E., and Demirbağ, Z. (2015). General biology of entomopathogenic fungi and their potential to control pest species in Turkey (Entomopatojenik fungusların genel biyolojileri ve Türkiye’de zararlı böceklerin mücadelesinde kullanılma potansiyelleri). *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 115–147.
- Shapiro-Ilan, D., Hazir, S., and Glazer, I. (2017). Basic and applied research: entomopathogenic nematodes. *Microbial Control of Insect and Mite Pests*. Academic Press, 91-105.
- Stock, S.P., Vandenburg, J., Glazer, I., and Boemare, N., (2009). *Insect Pathogens Molecular Approaches and Techniques*, CAB International; 417pp.
- Tanada, Y., and Kaya, H.K., (1993). *Insect Pathology*, Academic Press, San Diego, California, U.S.A.
- Yaman, M., (2012). *Böcek Patolojisi Atlası*, Trabzon.
- Yaman, M., Radek, R., and Linde, A., (2012). A new neogregarine pathogen of *Rhizophagus grandis*. *North-West Journal of Zoology*, 8: 353-357.
- Yaman, M., Acar, K. F., and Radek, R., (2015). A Nucleopolyhedrovirus from the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Applied Entomology and Zoology*. 50: 355–359.
- Yaman, M., Eroğlu, M., and Radek, R., (2016). Occurrence of a microsporidium in the predatory beetle *Calosoma sycophanta* L. (Coleoptera: Carabidae). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40: 420-424.

## BÖCEK DAVRANIŞLARINI DEĞİŞTİREN FİTOKİMYASALLAR VE ETKİ DURUMLARI

**Doç. Dr. Mehmet KAPLAN**

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,  
email: mehmetkaplan1971@gmail.com  
ORCID ID: 0000-0002-2495-8075

### ÖZET

Bitkisel üretim alanlarında ürünlerde verimin ve kalitenin düşmesine yol açan zararlı böcek türleriyle mücadele amacıyla farklı savaş metotları uygulanmaktadır. Fakat üreticiler kimyasal savaş kullanımının kolaylıkla uygulanabilir olması ve çabuk etki göstermesi nedeniyle tercih etmektedir. Bu mücadelenin uygulama aşamasında kimyasalların yoğun, erken ve gelişigüzel kullanımıyla zamanla zararlı böceklerde direnç mekanizmalarının gelişmesine yol açarakken diğer taraftan doğadaki faydalı böceklerin yaşayışını ve etkinliğini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca bu uygulamayla kullanılan kimyasalların ürünlerde oluşturduğu pestisit kalıntıları da insan sağlığı açısından tehlike bir durum arz etmektedir. Bundan dolayı bitkisel üretimde zararlı böcek türleriyle mücadelede insan ve çevre sağlığına olumsuz bir etkisi bulunmayan ve doğal dengenin bozulmasına neden olmayan mücadele metotlarının geliştirilmesine ve uygulanmasına değer verilmektedir. Kimyasal ilaçlardan kaynaklan bu olumsuzluklar nedeniyle alternatif yöntemler aranmaya başlanmıştır. Bu nedenle sürdürülebilir tarımsal üretimde, insan sağlığının, çevrenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması yönünde biyoteknik mücadeleye git gide daha çok değer verilmektedir. Bu sebeple biyoteknik mücadele yöntemlerinde bitkilerde doğal olarak bulunan ve bunlardan elde edilen bazı bileşiklerinden (Polifenoller, Karotenoidler, Terpenler, Alkaloidler, Flavonoidler vb.) yararlanılır. Bu bileşiklere fitokimyasallar adı verilmektedir. Bitkilerin bünyelerinde savunma ve dayanıklılık için ürettikleri fitokimyasallar, böcekleri öldürücü aktiviteye sahip olması yanında böceklerin davranışlarını etkileyerek kovucu, caydırıcı, büyüme, gelişme ve üreme engelleyici etki göstermektedir. Bu özellikleri ile fitokimyasallar içeren bitkisel ürünler zararlı böcekler ile mücadelede kimyasal insektisitlere alternatif olabilecek bir yöntemdir. Tamamen doğal olan fitokimyasallar doğa ve insan sağlığına zararsız, kalıntı ve direnç sorunu oluşturmamaktadır. Bu özellikleri nedeniyle bitkiler ve bitkilerden elde edilen ürünler asırlardır böcekler ile mücadelede kullanılmaktadır. Dolayısıyla sürdürülebilir tarımsal üretim için biyoteknolojik uygulamaların teşvik edilmesi, pestisitlerin kullanımının azaltılması ve biyoçeşitliliğin korunması gerekmektedir. Neticede söz konusu bu çevre dostu mücadele yöntemleriyle tarımsal ürünlerde verim ve kalite artışı, tüketiciler için sağlıklı ve güvenilir gıda temini, üreticinin gelir düzeyinde yükselmeyle birlikte ülke ekonomisine önemli katkılar sağlanacaktır. Ayrıca gelecek nesiller içinde daha yaşanabilir temiz ve sağlıklı bir çevre tesis edilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Zararlı böcek, Biyoteknik mücadele, Bitkisel kökenli insektisit, Fitokimyasal,



## PHYTOCHEMICALS AND EFFECT THAT CHANGE INSECT BEHAVIOR SITUATIONS

### ABSTRACT

Different combat methods are applied in crop production areas to combat harmful insect species that cause a decrease in the productivity and quality of products. However, manufacturers prefer the use of chemical warfare because it is easily applicable and has a quick effect. Intensive, early and indiscriminate use of chemicals during the application phase of this struggle causes the development of resistance mechanisms in harmful insects over time, and on the other hand, negatively affects the survival and effectiveness of beneficial insects in nature. In addition, pesticide residues created by the chemicals used in this application on the products pose a danger to human health. Therefore, in the fight against harmful insect species in plant production, the development and implementation of combat methods that do not have a negative impact on human and environmental health and do not cause disruption of the natural balance is valued. Due to these negative effects caused by chemical insecticides, alternative methods have begun to be sought. For this reason, more and more value is given to biotechnical struggle in sustainable agricultural production and the protection of human health, the environment and biological diversity. For this reason, some compounds (Polyphenols, Carotenoids, Terpenes, Alkaloids, Flavonoids, etc.) naturally found in plants and obtained from them are used in biotechnical control methods. These compounds are called phytochemicals. Phytochemicals produced by plants for defense and endurance have insecticidal activity, as well as affecting the behavior of insects, thus acting as a repellent, deterrent, and inhibiting growth, development and reproduction. With these features, herbal products containing phytochemicals can be an alternative to chemical insecticides in the fight against harmful insects. Phytochemicals, which are completely natural, are harmless to nature and human health and do not cause residue or resistance problems. Due to these properties, plants and products obtained from plants have been used to combat insects for centuries. Therefore, for sustainable agricultural production, biotechnological practices should be encouraged, the use of pesticides should be reduced and biodiversity should be protected. As a result, these environmentally friendly struggle methods will increase the productivity and quality of agricultural products, provide healthy and reliable food for consumers, and increase the income level of producers, making significant contributions to the country's economy. In addition, a more livable, clean and healthy environment will be established for future generations.

**Key words:** Harmful insects, Biotechnical control, Plant-based insecticides, Phytochemicals

## 1.GİRİŞ

Günümüzde kimyasal ilaçların yoğun ve bilinçsizce kullanımından kaynaklanan çevre ve insan sağlığı sorunları, böceklerde oluşan direnç ve besin maddelerindeki kalıntı sorunları kimyasal ilaçlara alternatif olabilecek yöntemler aramasına yol açmıştır. Bu doğrultuda bitkilerin bünyelerinde çeşitli organizmalardan kaynaklanan zararlara karşı savunma ve abiyotik faktörlerden kaynaklanan strese karşı dayanıklılık oluşturmak için üretilen fitokimyasallar zararlı böcek mücadelesinde kimyasal ilaçlara alternatif bir çözüm sunmaktadır. Bitkilerin bünyelerinde sentezlediği bazı organik maddeler vardır. Bitki bünyesindeki bu organik maddeler primer ve sekonder metabolizma tarafından sentezlenir. Sentezlenen primer metabolikler nükleik asitler, proteinler, karbonhidratlar, yağlar ve lipitler olup büyüme, üreme ve fotosentez gibi yaşamsal faaliyetlerde kullanılır (Tiring ve ark., 2021). Fitokimyasallar olarak da bilinen sekonder metabolitlerin yaşamsal faaliyetlerle doğrudan bir ilişkisi yoktur (Bakır, 2020). Bitkilerde bulunan fitokimyasallar, bitki bünyesinde biyolojik olarak aktif bileşikler olarak da tanımlanabilir (Ingle ve ark., 2017). Fitokimyasallar görevi mantar, virüs, bakteri, böcek vb. çeşitli organizmalardan kaynaklanan zararlara karşı savunma sağlamaktır (Kaufman ve ark., 1999). Ayrıca su, sıcaklık, pH gibi abiyotik faktörlerin neden olduğu strese karşı dayanıklılık oluşturmaktadır (Böttger, 2018). Bunlarla birlikte ayrıca fitokimyasallar bitkilerde renk, koku, aroma ve tat vb. özelliklerinin oluşmasında rol oynarlar (Demirci, 2018). Sebzeler, meyveler, aromatik bitkiler, ağaçlar, tahıllar ve daha birçok bitki çeşidinde fitokimyasallar bulunur (Almodaifer ve ark., 2017). Dünya genelinde tespit edilen 8.000'den fazla fitokimyasal olduğu bilinmektedir. En çok kullanılan ve bilinen fitokimyasallar fenolik bileşikler (polifenoller), tanenler, saponinler, karotenoidler, kumarinler, tokoferoller, terpenler, izotiyosiyanatlar, sülfidler, sülforafanlar, terpenoidler, alkaloidler, flavonoidler, fitosteroller, fitoestrogenler ve indoller olarak sıralanabilir (Demir ve Akpınar, 2020). Fitokimyasalları genellikle karotenoidler, alkaloidler, azot içeren fitokimyasallar, sülfür içeren fitokimyasallar ve fenolik bileşikler olmak üzere 5 farklı grupta incelemiştir (Balbaba ve Bağcı, 2021).

İnsanlar ilk zamanlardan beri bitkileri birçok farklı hastalığı tedavi etmek içinde kullanmaktadır (Demir ve Akpınar, 2020). Fitokimyasallar antioksidan aktivite, antimikrobiyal etki, antikanser, bağışıklık sisteminin uyarılması ve bunun gibi daha birçok insan sağlığına faydalı etkileri olduğu tespit edilmiştir (Saxena ve ark.,2013). Bu doğrultuda bitki bünyesinde bulunan fitokimyasalların kanser, diyabet, kalp-damar hastalıkları, felç gibi birçok hastalığı tedavi etme ve önleme özelliğine sahip olduğu bilinmektedir (Sharma ve Kaushik, 2021). Bununla birlikte fitokimyasallar yalnızca insan sağlığı için değil, binlerce yıldır bitkisel üretimde hastalık ve zararlı kontrolü amacıyla da kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda yoğun ve bilinçsizce kullanılan kimyasal ilaçların insan ve çevre sağlığına karşı artan olumsuz etkileri nedeniyle; tamamen bitkilerden elde edilen fitokimyasallara olan ilgi artmıştır. Fitokimyasallara karşı ilginin artmasının nedeni; çevre ve insan sağlığına zararsız olması, direnç ve kalıntı sorunu olmaması gibi doğa dostu özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

## 2. BİTKİ ZARARILARI İLE MÜCADELEDE FİTOKİMYASALLAR

Ekosistemde böceklerin hem zararlı hem de faydalı rollerde bulunmaktadır. Bu nedenle, zararlı böceklerin mücadelelerinde ve ekosistemlerdeki faydalı böcek türlerinin korunmasında etkili ve stratejik için, tarımsal uygulamaların ve yöntemlerin geliştirilmesi önemlidir. Sürdürülebilir tarım için kimyasal madde kullanımında insan ve çevre sağlığı olan olumsuz etkilerden dolayı zararlılarla mücadelede alternatif çözüm arayışlarını da beraberinde getirmiştir. Bu çözümlerden bir tanesi de bitkilerdeki bulunan ve böceklerin davranışı değiştiren bazı fitokimyasalların biyoteknik mücadelede kullanılmasıdır. Bitkilerde bulunan bazı fitokimyasallar, böcek öldürücü etkiye sahip kimyasal bileşiklerdir. Bitkilerde savunma amaçlı üretilen biyolojik olarak aktif bileşikler böcekler üzerinde doğrudan toksik veya dolaylı olarak böcek davranışlarını değiştirerek etkili olurlar. Bu özellikleri nedeniyle bitkiler ve bitkilerden elde edilen ürünler asırlardır böcekler ile mücadelede kullanılmaktadır. Günümüzde de yapılan pek çok çalışma ile fitokimyasalların böcekler üzerindeki etkileri tespit edilmiştir (Dohouonan ve Yao, (2020); Harizia ve ark., (2021); Czarnobai ve ark., 2022; Vicenço ve ark., 2021; Hutapea ve ark., 2021). Özellikle son yıllarda kimyasal ilaçların çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkiler ve direnç sorunları nedeniyle artan alternatif arayışına çözüm sunmaktadır. Bitkisel kaynaklı bu insektisitler böcekler üzerin de farklı etki şekilleri vardır. Çeşitli bitkisel kökenli insektisitlerin bileşenleri altı gruba ayrılabilir; kovucular, beslenme caydırıcıları/beslenme önleyiciler, toksik maddeler, büyüme geciktiriciler, kemosterilantlar ve cezbediciler (Rajashekar ve ark., 2012). Fitokimyasalların toksik etkilerinin yanı sıra pek çok farklı kimyasalın böceklerin davranışları üzerinde neden oldukları değişiklikler ile insektisidal etki gösterirler. Koul (2004) böcekler üzerinde beslenmeyi engelleyici etkiye sahip 900 fitokimyasalın olduğunu tespit etmiştir. Bitkilerden elde edilen fitokimyasal içeren uçucu yağlar ve ekstraktlar yaprak biti, thrips, lepidoptera takımına bağlı türleri, akarlar vb. tarımsal zararlılar üzerinde beslenmeyi engelleyici etkiye sahiptir. Beslenme engelleyiciler böceklerde bulunan beslenme mekanizmasının bozulmasına ve beslenme davranışlarının engellenmesine neden olur (Koul, 2008). Birçok bitkinin yapısında Böcek Büyüme Düzenleyici (IGR) olarak görev yapan fitoekdisonlar, fitojuvenoidler ve anti-juvenil hormonlarını içeren fitokimyasallar bulunur (Varma ve Dubey, 1999). Bu bitkilerden elde edilen bitkisel ürünler böceklerin gelişim dönemi, büyüme, yetişkinlerin ortaya çıkışı, doğurganlık ve yumurtadan çıkma gibi üreme ve büyüme esnasındaki olaylar üzerinde etkilidir (Shaalan ve ark., 2005). Yüz yıllardır bünyesinde birçok farklı böcek kovucu özelliğe sahip fitokimyasal bulunduran bitkileri değişik formlarda böcekleri uzaklaştırmak için kullanılır. Bu maddeler böceklerin koku alma reseptörlerini etkileyerek bitkilerden caymalarına neden olurlar (Nawrot ve Harmatha, 2012). Alkaloidler grubundan nikotin, anabazin, veratrin, ryanodin; Terpenoidler grubundan mirsen, geraniol, sineol, linalol gibi fitokimyasallar ile bitkisel ekstraktlar ve uçucu yağlar böcekler üzerinde kovucu (repellent) etkiye sahiptir (Moore ve Lenglet, 2004).

## 3. FİTOKİMYASALLARIN ZARARLI BÖCEK TÜRLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİ MEKANİZMALARI

Son yıllarda ekonomik öneme sahip birçok kültür bitkisinde verim kayıplarına neden olan zararlı türleri kontrolünde etkili olabilecek fitokimyasallar, fitokimyasal içeren ekstraktlar ve

uçucu yağlar gibi bitkisel kökenli insektisitlerin etkinliği tespit etmek için pek çok çalışma yapılmıştır (Yang ve ark., 2010; Sheibani ve Hassani, 2014; Kumar ve ark., 2015). Böcek davranışlarını değiştiren fitokimyasalların zararlı böcek türleri üzerinde etkilerini araştıran bazı çalışmalar ise Tablo 1’ de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Böcek davranışlarını değiştiren fitokimyasalların zararlı böcek türleri üzerinde etkileri

Fitokimyasal	Zararlı tür	Biyolojik dönem	Etki Şekli
Limonoidler, Triterpenoidler ve Flavonoidler	<i>Nezara viridula</i>	Ergin ve nimf dönemleri	Büyüme ve gelişme engelleyici
Poliasetilenler, Terpenler ve Kumarinler	<i>Spodoptera littoralis, Myzus persicae, Rhopalosiphum padi</i>	Ergin ve nimf	Beslenme engelleyici
Eugenol	<i>Psylla pyri</i>	Ergin ve nimf	Repellent
Citronellol	<i>Bemisia tabaci</i>	Ergin ve nimf	Üreme engelleyici ve repellent
Klorojenik, Fitol, Kumarin, Rosmarinik asit	<i>Culex pipiens</i>	Ergin	Beslenme engelleyici ve repellent
Fenol ve Flavonoid	<i>Plutella xylostella ve Spodoptera litura</i>	Larva	Beslenme engelleyici
Alkaloidler, Tanen, Saponin, Terpenoid ve Antrakininon	<i>Helicoverpa armigera</i>	Larva	Büyüme, gelişme ve üreme engelleyici

Bu konuda yapılan araştırma sonuçlarında, Mitchell ve ark., (2004) yaptığı çalışmada bünyesinde limonoidler, triterpenoidler ve flavonoidler gibi böceklerde büyüme ve gelişme engelleyici fitokimyasallar *Melia volkensii* (Neem) bitkisinden elde ettiği ekstraktı pek çok kültür bitkisinde zararlı olan *Nezara viridula* ya karşı uygulanmış. Çalışmanın sonucunda ergin bireylerde beslenme önleyici etki gözlemlenirken, nimflerde ise skutellum, pronotum, bacaklar ve antenlerde gelişimsel anormalliklerin yani gelişme engelleyici etki gözlemlenmiştir. Barrero ve ark., (2013), birçok kültür bitkisinde zararlı olan *Spodoptera littoralis* Bois, *Myzus persicae* Sulzer ve *Rhopalosiphum padi* L., karşı yapısında poliasetilenler, terpenler ve kumarinler içeren *Artemisia granatensis* çiçeğinden elde edilen ekstraktlar uygulanmıştır. Uygulama sonucunda nimf ve ergin bireylerde beslenme engelleyici etki tespit edilmiştir. Saad ve ark., (2017) yaptığı çalışmada yüksek miktarda Citronellol fitokimyasal bileşimini içerdiği bilinen *Cymbopogon nardus* (Limon çimeni) bitkisinden elde edilen Citronella yağının *Bemisia tabaci* üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. Araştırma sonucunda Citronella yağının dişi ergin bireyler üzerinde yumurtlama engelleyici ve nimfler üzerinde kovucu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada Czarnobai ve ark., (2022) yüksek miktarda Eugenol (Öjenol) içeren karanfil uçucu yağının armut üretim alanlarında ciddi verim kayıplarına neden *Psylla pyri* L. (Armut psillidi)

üzerindeki etkisini belirlemek için çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Eugenol içeren karanfil uçucu yağının *P. pyri*'nin nimf ve ergin bireyleri üzerinde kovucu (Repellent) etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir. Hadidy ve ark., (2022) yaptığı çalışmada Klorojenik, Fitol, Kumarin, Rosmarinik asit gibi fitokimyasallar içeren *Ageratum houstonianum* bitkisinin yaprak sap ve çiçeklerinden elde edilen ekstraktları; çeşitli insan hastalıklarının vektörü olan *Culex pipiens*'in ergin dişilerine uygulanmıştır. Uygulama sonucunda *Ageratum houstonianum* ekstraktlarının sivrisinekler üzerinde beslenme engelleyici ve repellent etki gösterdiği tespit edilmiştir. Sivakumar ve ark., (2022) yaptığı çalışmada Alkaloidler, Tanen, Saponin, Terpenoid, Antrakınon gibi fitokimyasallar bakımından zengin olan *Nerium zakkum* bitkisinden elde edilen bitki özlerini pamuk bitkisinde önemli bir zararlı olan *Helicoverpa armigera*'nın larva dönemine karşı kullanılmış. Yapılan çalışma sonucuna *Nerium zakkum* özlerinin *H. armigera*'nın larvalarına karşı büyüme, gelişme ve üreme engelleyici olduğu tespit edilmiştir. Başka Langast olarak da *Lansium Domesticum*, Fenol ve Flavonoid bileşenlerince zengin olan bu bitkinin yapraklarında elde edilen ekstraktın pek çok kültür bitkisinde zararlı olan *Plutella xylostella* ve *Spodoptera litura* larvalarına uygulanmış ve gözlemlenmiştir. Gözlemler sonucunda langast ekstraktının *Plutella xylostella* ve *S. litura* larvaları üzerinde beslenme engelleyici etkisi olduğu belirlenmiştir (Rahayu ve ark., 2023).

Bu yaklaşımlar, zararlı popülasyonlarını kontrol etme ve ekosistemdeki diğer faydalı türlerin sağlığını ve çeşitliliğini koruma amacıyla entegre zararlı yönetimi (IPM) ve sürdürülebilir tarım uygulamaları için önemlidir.

#### 4. ZARARLI MÜCADELESİNDE FİTOKİMYASALLARIN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Bitkisel kökenli insektisitlerin genel avantajları memelilere düşük oranda toksisitesi, kalıntı probleminin olmaması, hedef zararlılara karşı seçicilik ve direnç oluşturmaması şeklinde sıralanabilir. Ancak bitkisel kökenli insektisit olarak kullanılan bazı fitokimyasallar bu özelliklerin dışına çıkar. Örneğin tütün bitkisinden elde edilen ve bitkisel kökenli insektisit olarak kullanılan nikotinin memeliler için oldukça toksik olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra bir başka fitokimyasal olan Rotenon'un da balıklara ve suda yaşayan diğer canlılara karşı son derece toksik olduğu bilinmektedir (Odeyemi ve ark., 2008).

Bitkisel kökenli insektisit olarak kullanılan fitokimyasalların rüzgâr ve ışık gibi koşullarda birkaç gün içerisinde hızla bir şekilde (bozunma) özelliğini ve etkisini kaybetmektedir. Bu durum her ne kadar kalıntı problemi konusunda avantaj sağlasa da hızlı bozunma nedeniyle uygulama oranı ve sıklığı da artış göstereceği için maliyetin artmasına neden olmaktadır. Fakat bitkisel kökenli ilaçlar, sentetik ilaçlara göre çevre ve insan sağlığına daha az zararlı oldukları için zararlı mücadelesinde kullanılması alternatif bir çözüm sunabilmektedir.

#### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde kimyasal ilaçların yoğun ve bilinçsizce kullanımından kaynaklanan çevre ve insan sağlığı sorunları, böceklerde oluşan direnç ve besin maddelerindeki kalıntı sorunları kimyasal



ilaçlara alternatif olabilecek yöntemler aramasına yol açmıştır. Bu doğrultuda bitkilerin bünyelerinde çeşitli organizmalardan kaynaklanan zararlara karşı savunma ve abiyotik faktörlerden kaynaklanan strese karşı dayanıklılık oluşturmak için üretilen fitokimyasallar zararlı böcek mücadelesinde kimyasal ilaçlara alternatif bir çözüm sunmaktadır. Bitkilerden elde edilen bazı ekstraktlar yüzyıllardır çeşitli bitki zararlılarına karşı mücadelede kullanıldığı bilinmektedir. Böceklerin çoğu barınma, beslenme ve gelişme için uygun konukçu bitkilerini bulmak için bazı duyuşsal sistemler geliştirmişlerdir. Böceklerin bu duyuşsal sistemlerini dikkate alan birçok araştırmacı, bitkideki bazı fitokimyasalların böceklerin üreme, büyüme ve beslenme gibi faaliyetlerinin değiştirmesine ve engellenmesine neden olduğunu tespit edilmiştir. Bitkilerde savunma amaçlı üretilen biyolojik olarak aktif bileşikler böcekler üzerinde doğrudan toksik veya dolaylı olarak böcek davranışlarını değiştirerek etkili olurlar. Böceklerin davranışını değiştiren bazı fitokimyasallar tarımsal üretimde zararlı böceklere karşı biyoteknik mücadele kapsamında kullanılmaktadır. Her ne kadar fitokimyasalların kullanım ve üretim aşamasında belli başlı engeller ve dezavantajlarla karşılaşılırsa da tespit edilen özellikleri ile sürdürülebilir ve çevre dostu bir tarımsal üretimde zararlı böcek türleriyle mücadelede umut vadeci bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır. Bu yüzden gelecekte yapılacak çalışmalar, zararlı böceklerin mücadelesinde etkin ve sürdürülmesi mümkün olan yenilikçi metotların geliştirilmesine ve ekosistemde yararlı böcek türlerinin korunmasına yoğunlaşmalıdır.

## KAYNAKÇA

- Almodaifer, S., Alsibaie, N., Alhoumendan, G., Alammari, G., Kavita, M. S. (2017). Role of phytochemicals in health and nutrition. *BAO J Nutr*, 3, 28-34.
- Bakır, Ö., (2020) Sekonder metabolitler ve rolleri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 2(4):39-45.
- Balbaba, N. ve Bağcı, S. (2021). Besni Üzüm Çeşidinin Salkım, Tane ve Bazı Fitokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(4), 784-794.
- Barrero, A. F., del Pino, M. M. H., Portero, A. G., Burón, P. A., Arteaga, J. F., Alquézar, J. B., Coloma, A. G. (2013). Terpenes and polyacetylenes from cultivated *Artemisia granatensis* boiss (Royal chamomile) and their defensive properties. *Phytochemistry*, 94, 192-197.
- Böttger, A., U. Vothknecht, C. Bolle & A. Wolf, (2018). “Plant secondary metabolites and their general function in plants, 3-17”. In: *Lessons on Caffeine, Cannabis & Co.* (Eds. A. Böttger, U. Vothknecht, C. Bolle & A. Wolf), Learning Materials in Biosciences, Springer, Cham, 217pp.
- Czarnobai De Jorge, B., Hummel, H. E., & Gross, J. (2022). Repellent activity of clove essential oil volatiles and development of nanofiber-based dispensers against Pear psyllids (hemiptera: Psyllidae). *Insects*, 13(8), 743.
- Demir, T., ve Akpınar, Ö. (2020). Bitkilerde bulunan fitokimyasalların biyolojik aktiviteleri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(8), 1734-1746.



- Demirci, D. B. T., (2018). Diyetle Fitokimyasal Alımının Obezite ile İlişkili Parametrelere Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 21-25.
- Dohouonan, D. ve Yao, (2020). T. Control of green peach Aphid *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) on Brassica plants.
- Hadidy, D. E., El Sayed, A. M., Tantawy, M. E., Alfy, T. E., Farag, S. M., & Haleem, D. R. A. (2022). Larvicidal and repellent potential of *Ageratum houstonianum* against *Culex pipiens*. *Scientific Reports*, 12(1), 21410.
- Harizia, A., Benguerai, A., Elouissi, A., Mahi, T., & Bonal, R. (2021). Chemical composition and biological activity of *Salvia officinalis* L. essential oil against *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 128(6), 1547-1556.
- Hutapea, D., Rahardjoa, I. B., Thamrin, M. (2021). Prospects of neem and citronella oil against *Pseudococcus longispinus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on Phalaenopsis. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 948, No. 1, p. 012088). IOP Publishing.
- Ingle, K. P., Deshmukh, A. G., Padole, D. A., Dudhare, M. S., Moharil, M. P., Khelurkar, V. C. (2017). Phytochemicals: Extraction methods, identification and detection of bioactive compounds from plant extracts. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(1), 32-36.
- İlbay Z., (2016). Turunçgil Meyve ve Yapraklarının Farklı Ekstraksiyon Yöntemleriyle Ekstraksiyonu ve Matematik Modellemesi, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 12-15.
- Kaufman, P.B. Cseke L.J., Warber, S., Duke J.A., Briellmann H.L. (1999). Natural Products from Plants. CRC Press Boca Raton, FL.
- Koul, O. (2004). *Insect antifeedants*. CRC Press.
- Koul, O. (2008). Phytochemicals and insect control: an antifeedant approach. *Critical reviews in plant sciences*, 27(1), 1-24.
- Kumar S. & A. Singh 2015. Biopesticides: present status and the future prospects. *Journal of Fertilizers and Pesticides*, 6: e129.
- Mitchell, P. L., Thielen, J. B., Stell, F. M., Fescemyer, H. W. (2004). Activity of *Melia volkensii* (Meliaceae) extract against southern green stink bug (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). *J. Agric. Urban Entomol*, 21(3), 131-141.
- Moore, S. J. ve Lenglet, A. D. (2004). 22 An Overview of Plants Used as Insect Repellents.
- Nawrot, J. ve Harmatha, J. (2012). Phytochemical feeding deterrents for stored product insect pests. *Phytochemistry reviews*, 11, 543-566.
- Odeyemi, O. O., Masika, P., Afolayan, A. J. (2008). A review of the use of phytochemicals for insect pest control. *African Plant Protection*, 14(1), 1-7.
- Rahayu, S. E., Rohman, F., Priambodo, B., Masita, R., Aziz, A. B. A. (2023). Phytochemical screening and antifeedant activities of langsung (*Lansium domesticum* Corr.) leaf extract against lepidopteran larvae. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2634, No. 1). AIP Publishing.
- Rajashekar, Y., Bakthavatsalam, N., Shivanandappa, T. (2012). Botanicals as grain protectants. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2012, 1-13.

- Roy, M., Datta, A., Roy, M., & Datta, A. (2019). Fundamentals of phytochemicals. *Cancer Genetics and Therapeutics: Focus on Phytochemicals*, 49-81.
- Saad, K. A., Roff, M. M., Idris, A. B. (2017). Toxic, repellent, and deterrent effects of citronella essential oil on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on Chili plants. *Journal of Entomological Science*, 52(2), 119-130.
- Saxena, M., Saxena, J., Nema, R., Singh, D., Gupta, A. (2013). Phytochemistry of medicinal plants. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*, 1(6), 168-182.
- Shaan, E. A. S., Canyon, D., Younes, M. W. F., Abdel-Wahab, H., Mansour, A. H. (2005). A review of botanical phytochemicals with mosquitocidal potential. *Environment international*, 31(8), 1149-1166.
- Sharma, M. ve Kaushik, P. (2021). Vegetable phytochemicals: An update on extraction and analysis techniques. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 36, 102149.
- Sheibani, Z., & M. R., Hassani, (2014). The Toxicity Investigation of the Botanical Insecticides on the Common Pistachio Psyllid, *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Psyllidae). *Journal of Nuts* 5(1):57-62.
- Sivakumar, A., Mishra, M., Dagar, V. S., & Kumar, S. (2022). Reduced physiological and reproductive fitness induced by Nerium oleander leaf extracts in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Acta Ecologica Sinica*, 42(3), 156-161.
- Tiring, G., Satar, S., Özkaya, O. (2021). Sekonder metabolitler. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1), 203-215.
- Varma, J., & Dubey, N. K. (1999). Prospectives of botanical and microbial products as pesticides of tomorrow. *Current science*, 172-179.
- Vicenco, C. B., Silvestre, W. P., Pauletti, G. F., de Barros, N. M., Schwambach, J. (2021). *Cinnamomum camphora* var. linaloolifera essential oil on pest control: Its effect on *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Research, Society and Development*, 10(7), e45710716216.
- Yang, X., Yang, L., Zheng, H. (2010). Hypolipidemic and antioxidant effects of mulberry (*Morus alba* L.) fruit in hyperlipidaemia rats. *Food and Chemical Toxicology*, 48(8-9), 2374-2379.

## YAPRAK ÖRNEKLEME

**Dr. Öğr. Üyesi, MELEK GÖKMEN KARAKAYA**

Uşak Üniversitesi, Banaz Meslek Yüksekokulu, melek.karakaya@usak.edu.tr - 0000-0001-7178-6790

### ÖZET

Toprak ve bitki analizleri bitkideki besin maddesi eksikliklerini ve bitki büyümesi ile ilgili sorunları tespit etmekte çok önemli bilgiler sağlar. Bitkilerde makro ve mikro besin maddeleri eksikliğinde yapraklarında görsel olarak farklılaşmalar meydana gelir. Bitki analizleri ile yapraklardaki bu farklılaşmaların hangi besin maddesi eksikliğinden kaynaklandığı birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir. Yapraklardaki anormal şekillerin incelenmesi ile bunların nedeninin hangi besin maddeleri ile ilgili olduğu tahmin edilebilir. Toprak ve yaprak analizleri ile bitkilerin gelişimi için uygun gübre kullanımı belirlenir ve hasadın daha verimli, bitkinin besin maddelerince daha zengin olması sağlanır. Bu çalışmalar Birleşmiş Milletler sürdürülebilir kalkınma hedefleri 2 açlığa son ve 3 sağlıklı ve kaliteli yaşam ile uyumludur. Bitkinin ihtiyacı olan bitki besin maddelerini içeren uygun gübre seçimi sürdürülebilir kalkınma hedefleri 14 sudaki yaşam ve 15 karasal yaşam ile uyumludur. Etkili gübre kullanımı ile çevrenin korunumunun yanı sıra ekonomik kazançlar da sağlanır. Bitki analizlerine başlamadan önce analizi yapılacak bitki materyallerinin doğru bir şekilde örnekleme yapılması gerekir. Örnekleme çalışmaları TS EN ISO/IEC 17025:2017 Standardına uygun bir şekilde gerçekleştirilir. Böylelikle örnekleme sonrasında, örnek ile yapılacak analizler güvence altına alınmış olur. Bu çalışmada Uşak Üniversitesi Banaz Meslek Yüksekokulu Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Laboratuvar Teknolojisi Programı müfredatında yer alan örnek alma metotları dersi kapsamında yaprak örnekleme çalışması gerçekleştirildi. Çalışmalar başlamadan sahada iş sağlığı ve güvenliği kuralları tekrar gözden geçirildi ve örnekleme sırasında uygulandı. İş hijyenine özen gösterildi. Okul bahçesinde bulunan ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*; yaban armudu) ağacından yaprak örneklendi. Bu amaç ile ağacın dört bir yanından, omuz hizasındaki o yıla ait meyvesiz yeni sürgünlerden kanopinin ortasındaki en uçtan beşinci veya altıncı gelişimini tamamlamış yapraklar uygulamalı olarak örneklendi. Örnekler sağlam ve temiz yapraklardan seçildi. Örneklerin toplandığı zarflar örnekleme hazırlıkları aşamasında sağlamlıkları ve temizliği bakımından dikkatlice incelendi. Yaprak örneklerine ait etiketler ve tutanaklar tükenmez kalem ile detaylı ve dikkatli bir şekilde dolduruldu. Çalışmanın fotoğrafları bölümün web sayfasında yayınlandı.

**Anahtar Kelimeler:** Yaprak örnekleme, bitki besin maddeleri, kalkınma hedefleri, Banaz MYO.

## LEAF SAMPLING

**Asst. Prof. Dr. MELEK GÖKMEN KARAKAYA**

Uşak University, Banaz Vocational School, melek.karakaya@usak.edu.tr - 0000-0001-7178-6790

### ABSTRACT

Soil and plant analyzes provide very important information in detecting nutrient deficiencies in the plant and problems with plant growth. When there is a deficiency of macro and micronutrients in plants, visual differences occur in the leaves. Through plant analyses, many scientists have determined which nutrient deficiency causes these differences in the leaves. By examining the abnormal shapes on the leaves, it can be predicted which nutrients are the cause. With soil and leaf analysis, the use of appropriate fertilizer for the development of plants is determined, ensuring that the harvest is more efficient and the plant is richer in nutrients. These studies are compatible with the United Nations sustainable development goals 2 zero hunger and 3 good health and well-being. Choosing the appropriate fertilizer that contains the plant nutrients the plant needs is compatible with sustainable development goals 14 life below water and 15 life on land. With the effective use of fertilizers, economic gains are also achieved as well as environmental protection. Before starting plant analyses, the plant materials to be analyzed must be sampled correctly. Sampling studies are carried out in accordance with TS EN ISO/IEC 17025:2017 Standard. In this way, the analyzes to be carried out with the sample after sampling are secured. In this study, a leaf sampling study was carried out within the scope of the sampling methods course in the curriculum of Uşak University Banaz Vocational School Chemistry and Chemical Processing Technologies (CCPT) Department Laboratory Technology Program. Before the work began, occupational health and safety rules in the field were reviewed and applied during sampling. Attention was paid to occupational hygiene. Leaves were sampled from the wild pear (*Pyrus elaeagnifolia*) tree in the school garden. For this purpose, leaf samples were taken from 360 degrees around the tree, from the fruitless new shoots of that year at shoulder level the fifth or sixth leaves that had completed their development and in the middle of the canopy. Samples were selected from intact and clean leaves. The bags in which the samples were collected were carefully examined for their durability and cleanliness during the sampling preparation phase. Labels and minutes of the leaf samples were filled out in detail and carefully with a ballpoint pen. Pictures of the study were published on the department news website.

**Key Words :** Leaf sampling, plant nutrients, development goals, Banaz VS.

## 1. GİRİŞ

Bitki analizleri kurutulmuş öğütülmüş bitki numuneleri üzerinde yapılan laboratuvar analizlerdir. Bitki analizleri ile toprakta bulunan bitki besin maddelerinin ne kadarının bitkiye geçtiğini teşhis edilebilir. Bitkinin belirli kısımlarındaki örneğin yapraklarındaki, gövdesindeki, köklerindeki, yaprak saplarındaki elementler belirlenir. Daha önceki çalışmalarla bitkilerde belirlenmiş normal değer aralıkları ile bulunan değerler karşılaştırılır [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Elementlerin oranlarını belirleyerek de Teşhis ve Öneri Entegre Sistemi ile (Diagnosis and Recommendation Integrated System: DRIS) yorumlama yapılabilir [7, 8, 9, 10, 11, 12]. Teşhislerin yararlı olabilmesi için Görsel 1. de verilen örnekleme, örnekleri analize hazırlama ve element belirleme analizleri aşamalarının doğru bir şekilde yapılması gerekir.



Görsel 1. Bitki analizleri için aşamalar.

Elde edilen sonuçlar, bitki örneklerinin toplanması, işlenmesi, hazırlanması ve analiz edilmesi sırasında gösterilen özenden daha iyi değildir. Bu aşamaların herhangi birinde gerçekleşebilecek bir hata, hatalı bir yoruma yol açarak gereksiz, maliyetli, hatta ürüne zarar verebilecek önerilere yol açabilir [13]. Bu nedenle bitki analizi uygulamalarında numune alma, numuneleri analize hazırlama ve analiz prosedürlerinin takip edilmesi önemlidir. Bu çalışmada bitki analizlerinin birinci aşaması olan bitki örnekleme, uygulamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

## 2. UYGULAMALAR

Bu çalışmada Laboratuvar Teknolojisi birinci sınıf öğrencileri ile örnek alma dersi kapsamında Banaz Meslek Yüksekokulu bahçesinde bulunan ahlut (yaban armudu; *Pyrus elaeagnifolia*) ağacından yaprak örnekleme çalışması gerçekleştirildi. Örnekleme çalışmasına başlarken, çalışmanın gerçekleştirileceği yer ve örneklenecek ağaç belirlenmesi için bir plan yapıldı. Örnekleme sırasında havanın çok soğuk veya sıcak, aşırı nemli veya kuru olmaması için uygun koşulları sağlayan hava durumu Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfasından bakılarak örnekleme zamanı belirlendi. Örnekleme çalışması sırasında öğrencilerin kullanacağı kişisel koruyucu ekipmanlar, eldivenler, işaretleyici kalem, etiketler ve tutanaklar, örneklerin toplanacağı temiz ve sağlam torbalar hazırlandı. Örnekleme ekibi sahada iş sağlığı ve güvenliği için ıslak zeminde kayarak düşme, yabancı hayvanlara karşı korunma, böcek ısırması veya sokması gibi tehlikelere karşı ve hava durumuna göre uygun kıyafet seçimi yaptı [14]. Hijyen için ıslak mendil, su ve kâğıt havlu bulunduruldu.





**Görsel 2.** Bitki Örnekleme Ekibi ve Bitki Örnekleme Çalışması.

Ahlat ağacının o yıla ait yeni, meyvesiz sürgünlerinden, ortalama güneş ışığı alan (kanopinin ortası) gelişimini yeni tamamlamış, genç sürgünün ucundan beşinci, altıncı yapraklar rastgele örnekledi. Örnekleme ekibindeki her öğrenci ağacın 360<sup>0</sup> etrafından, omuz hizasından 4 adet yaprak örnekledi. Örnekler temiz ve sağlam karton, etiketli torbalara koyuldu. Örneklerin etiket bilgileri ve tutanak tükenmez kalemle ayrıntılı bir şekilde dolduruldu. Karton torbalar karton kutu içerisinde laboratuvara taşındı. Dolu yağması, rüzgârla dalların birbirine çarpması veya başka bir nedenle mekanik olarak zarar görmüş yapraklardan veya böceklerin hasar verdiği yapraklardan örnek alınmadı. Görsel 2. de bitki örnekleme ekibinin fotoğrafı ve bitki örnekleme sırasında çekilmiş bir fotoğraf verilmiştir. Görsel 3. de bitki örnekleme çalışmasına ait Bölümün Türkçe ve İngilizce haberler web sayfaları verilmiştir.



**Görsel 3.** Uşak Üniversitesi Banaz Meslek Yüksekolulu Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümünün Türkçe <https://kimyateknolojisi.usak.edu.tr/haber/7245> [15] ve İngilizce <https://kimyateknolojisi.usak.edu.tr/haber/7246> [16] Web Sayfaları.



### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Laboratuvar teknolojisi programı birinci sınıf öğrencileri ile TS EN ISO/IEC 17025:2017 Standartı “7.3 Numune alma” bölümü göz önünde bulundurularak ve referans örnekleme metodu kullanılarak ahlata meyve ağacından yaprak örnekleme işlemi uygulamalı olarak gerçekleştirildi [17, 18, 19].

### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bitki analizleri ile bitkideki besin maddeleri belirlenir. Eksik besin maddelerinin tespit edilmesi ile uygun gübre seçimi sağlanır. Bitkide bazı besin maddesi fazlalığı var ise birbirini dengeleyen diğer besin maddesi gübrelemede seçilebilir [7, 8, 9, 10, 11, 12]. Sağlığa zararlı metal ve içerik içermesi durumunda gerekli yasalar uygulanır ve halkın sağlığının korunmasına katkıda bulunulur [20]. Uygun besin maddeleri içeren gübre seçimi ile verim yüksek olur. Rastgele gübrelemeden kaynaklanabilecek çevre kirliliği ve ekonomik kayıplar önlenir. Çevreye dost gübreleme seçilir. Bitki besin analizleri ile doğrudan sürdürülebilir kalkınma hedefleri 2 açlığa son ve 3 sağlık ve kaliteli yaşam alanlarına katkı sağlanır. Dolaylı olarak 13 iklim eylemi, 14 sudaki yaşam ve 15 karasal yaşam hedeflerine katkı sağlanır [21].

### KAYNAKÇA

- [1] Smith, P.F. 1962. Mineral analysis of plant tissues. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 13:81-108. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.pp.13.060162.000501?journalCode=arplant.1> (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [2] Goodall, D.W., and F.G. Gregory. 1947. Chemical composition of plants as an index of their nutritional status. *Imp. Bur. Hortic. Plant Crops (GB) Tech. Commun.* 17. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19481403899> (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [3] Chapman, H.D. (ed.). *Diagnostic criteria for plants and soils.* Univ. California Div. Agric. Sci., Riverside, CA, 1966.
- [4] Reuter, D.J., and J.B. Robinson (ed.). *Plant analysis: An interpretation manual.* Inkata Press, Melbourne, Australia, 1986.
- [5] Adriano, D. *Trace elements in the terrestrial environment.* Springer-Verlag New York, New York, 1986.
- [6] Martin - Prevel, P., J. Gagnard, and P. Gautier (ed.). *Plant analysis as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops.* Lavosier Publ., New York, 1987.
- [7] Beaufils, E.R. *Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS).* Soil Sci. Bull. 1. Univ. of Natal, South Africa, 1973.
- [8] Sumner, M.E. 1977. Use of the DRIS system in the foliar diagnosis of crops at high levels. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 8:251-268. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00103627709366718> (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [9] Sumner, M. E., Barbour, N. W. *The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) as an Ecological Indicator for Agricultural and Forest Systems.* In *Ecological Indicators: Volume 1* (pp. 663-674). Boston, MA: Springer US, 1992.

- [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-4659-7\\_37](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-4659-7_37) (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [10] Walworth, J. L., and Sumner, M. E. *The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)*. In *Advances in soil science* (pp. 149-188). New York, NY: Springer New York, 1987. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4612-4682-4\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4612-4682-4_4) (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [11] Bailey, J. S., Beattie, J. A. M., and Kilpatrick, D. J. (1997). The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for diagnosing the nutrient status of grassland swards: I. Model establishment. *Plant and Soil*, 197, 127-135. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1004236521744> (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [12] Villamil-Carvajal, J. E., Pineda-Álvarez, E. O. and Cabezas-Gutiérrez, M. (2021). Diagnosis and recommendation integrated system, its application and use in agriculture. A review. *Ciencia y Agricultura*, 18(3), 29-45. <https://www.redalyc.org/journal/5600/560070818003/html/> (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [13] Jones Jr, J. B., and Case, V. W. *Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples*. *Soil testing and plant analysis*, 3, 389-427. 1990. <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2136/sssabookser3.3ed.c15> (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [14] Sert, Ö., Nazlıoğlu, A. (2016). *Tarımda İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi*. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Genel Yayını. <https://www.csgb.gov.tr/medias/4604/rehber27.pdf> (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [15] Uşak Üniversitesi Banaz Meslek Yüksekokulu Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Türkçe web sayfası <https://kimyateknolojisi.usak.edu.tr/haber/7245> (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [16] Uşak Üniversitesi Banaz Meslek Yüksekokulu Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri İngilizce web sayfası <https://kimyateknolojisi.usak.edu.tr/haber/7246> (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [17] TS EN ISO/IEC 17025: 2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:17025:ed-3:v1:en> <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073102054065084043080089056112105071> (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [18] Estefan, G., Sommer, R., Ryan, J. *Methods of Soil, Plant, and Water Analysis: A manual for the West Asia and North Africa Region: Third Edition*. Beirut, Lebanon: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, 2013. (ICARDA). (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [19] Miller, R. O., Gavlak, R., and Horneck, D. *Soil, plant and water reference methods for the western region*. Colorado State University: Fort Collins, CO, USA, 155, 2013. (Erişim tarihi: 23.12.2023)

- [20] Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-8.htm> (Erişim tarihi: 23.12.2023)
- [21] Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri <https://turkiye.un.org/tr/sdgs> ve <https://sdgs.un.org/goals> (Erişim tarihi: 23.12.2023)

## THE IMPACT OF IRRIGATION REGIMES ON FOOD SAFETY AND SECURITY IN AGRICULTURE: A CLIMATE CHANGE PERSPECTIVE

**Assoc.Prof. Dr. Havva Eylem POLAT<sup>1</sup>, Assist.Prof.Dr. Yalçın GÜÇER<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara University, Faculty of Agriculture, [epolat@ankara.edu.tr](mailto:epolat@ankara.edu.tr),

ORCID ID: 0000-0002-2159-0666

<sup>2</sup>Ankara University, Beypazarı Vocational School, [yguocer@ankara.edu.tr](mailto:yguocer@ankara.edu.tr),

ORCID ID: 0000-0002-7280-584X

### ABSTRACT

The impacts of climate change on agricultural irrigation systems, food production, food quality and safety are becoming increasingly evident. Climate change is affecting agricultural irrigation systems by, for example, reducing the quality and quantity of water resources or increasing droughts and changing rainfall patterns. As a result, significant changes in irrigation regimes, crop growth, crop yield and crop quality are being observed. Efficient use of water and sustainability of water resources are also important in terms of food safety and security related to agricultural production. The role of agricultural irrigation in the production of safe food and its impact on sustainability has become more important with activities such as irrigation methods that emphasise water saving, soil fertility and control of plant diseases. Under the conditions of climate change, the adaptation potential of agricultural irrigation regimes and the adaptation strategies of these systems should be determined.

The study will discuss the effectiveness of agricultural irrigation policies, the efficient use of water resources and their relationship to food security. The study will provide an important assessment to understand the impacts of agricultural irrigation regimes on food security and safety in the context of climate change, and to identify the strategies needed to adapt to these changes.

**Keywords:** Climate change, Agricultural water management, Türkiye, Food Security, Irrigation, Water policies.

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ PERSPEKTİFİNDE TARIMDA SULAMA REJİMLERİNİN GIDA GÜVENLİĞİ VE GÜVENİLİRLİĞİNE ETKİSİ

### ÖZET

İklim değişikliğinin; tarımsal sulama rejimleri, gıda üretimi, gıda kalitesi ve güvenliği üzerindeki etkileri giderek daha fazla kendini hissettirmektedir. İklim değişikliği, tarımsal sulama sistemleri üzerinde, su kaynaklarının kalite ve miktar olarak azalması veya artan kuraklık ve değişen yağış periyotları gibi etkiler göstermektedir. Bu etki ile birlikte sulama rejimleri, bitki gelişimi, ürün verimi ve ürün kalitesi üzerinde önemli değişimler gözlemlenmektedir. Suyun verimli kullanımı ve su kaynaklarının sürdürülebilirliği, tarımsal üretimle ilişkili olan gıda güvenliği ve güvenilirliği açısından da önemlidir. Su tasarrufunu ön plana çıkaran sulama yöntemleri, toprak verimliliği, bitki hastalıklarıyla mücadele gibi faaliyetlerden hareketle, tarımsal sulamanın, güvenilir gıda üretimindeki rolü ve sürdürülebilirliği üzerindeki etkileri daha da önem kazanmıştır. İklim değişikliği koşullarında tarımsal sulama rejimlerinin uyum sağlama potansiyeli ve bu rejimlerin adaptasyon stratejileri belirlenmelidir.

Bu çalışmada, tarımsal sulama politikalarının etkinliği, su kaynaklarının etkili kullanımı ve gıda güvenliği açısından ilişkileri tartışılacaktır. Çalışma, iklim değişikliği perspektifinde tarımsal sulama rejimlerinin gıda güvenliği ve güvenilirliği üzerindeki etkilerini anlamak ve bu değişikliklere uyum sağlamak için gerekli stratejileri belirlemek adına önemli bir değerlendirme sunacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** İklim değişikliği, Tarımsal Su Yönetimi, Türkiye, Gıda Güvenliği, Sulama, Su Politikaları

### 1. INTRODUCTION

Water plays a crucial role in ensuring food security for the growing global population. It is the most significant factor in sustaining agriculture and producing food. From the field to the consumer, ensuring the safety and reliability of food during this journey requires an adequate supply of good-quality water.

Agricultural irrigation is the largest consumer of water, utilizing 70% of freshwater sources<sup>1,2</sup>. Without intervention, agricultural water usage is projected to increase by 35% by 2050 to ensure sufficient food supply. Climate change-related water resource issues are causing increasingly negative consequences in economic, social, and environmental dimensions. In addition to

climate change, population growth, changing lifestyles, and shifts in water consumption habits are also contributing to the strain on water resources.

To ensure the sustainability of adequate and healthy water, it is imperative to preserve natural resources and use them judiciously. The United Nations' 17 Sustainable Development Goals include water and sanitation as a crucial indicator of water scarcity. Within this goal, water stress is defined as the ratio of withdrawn freshwater from sources to the available freshwater sources. The World Resources Institute has classified countries into five different groups based on their level of water stress, ranging from extremely high to low. For example, Turkey is classified as a country with high water stress<sup>3,4</sup>.

Climate change is causing rising summer temperatures, reduced winter rainfall (especially in western provinces), loss of surface water, frequent droughts, soil degradation, erosion along the coasts, floods, and water inundation, all of which directly threaten Turkey's water resources<sup>5</sup>. Turkey receives an average annual precipitation of approximately 574 mm, which equates to an average of 450 billion cubic meters of water per year. In our country, the average total usable surface and groundwater potential amounts to 112 billion cubic meters annually<sup>6</sup>. The Gediz Basin receives an average annual precipitation of about 571.8 mm, which is similar to the Turkish average. The basin's total water potential, including surface and groundwater, is 3132.11 hm<sup>3</sup>/year<sup>5</sup>.

By the end of 2021, Turkey's annual water consumption for various purposes was 58.41 billion cubic meters. Of this, 77% (45.05 billion cubic meters) was used for irrigation, while 23% (13.36 billion cubic meters) was used for drinking, household, and industrial purposes. In 2021, the per capita annual water availability in Turkey was 1323 cubic meters. Turkey is one of the countries experiencing water stress in terms of per capita available water potential<sup>6</sup>.

Adapting agricultural production systems to rapidly changing ecological conditions worldwide is crucial to ensuring adequate and healthy nutrition for the growing population. Activities that adapt to climate change play a significant role in mitigating its adverse effects. Irrigation practices are a primary adaptation strategy in the agricultural sector, and are considered the most crucial measure taken by producers against climate change. By adjusting irrigation practices, producers can mitigate potential risks associated with insufficient rainfall<sup>7</sup>. Therefore, it is essential to develop and implement adaptation strategies for climate change in irrigated agriculture to limit damages incurred in the agricultural sector.

The management of water in agriculture has a positive impact on productivity in terms of time, quality, and quantity. Smooth food production is crucial for food security and ensuring access



to food in societies. Climate change, which has become increasingly prominent in recent years, poses a significant threat to agricultural production, affecting issues such as plant health and food safety. Projection studies indicate that global yields of crops such as maize, wheat, and soybeans are expected to decrease by 4.1%, 1.8%, and 4.5%, respectively, due to climate changes between 1981 and 2010. Additionally, increased greenhouse gas emissions will make C3 plants (such as soybeans, wheat, rice, and oats) more sensitive to higher temperatures compared to C4 plants<sup>8,9</sup>.

In addition to ensuring food security, it is essential to guarantee the reliability of food for the health of humans and other living organisms. It is vital to maintain hygiene conditions from the initial stages of plant or animal production until the food reaches the consumer. Therefore, the importance of water in food production becomes evident once again.

This study examines the relationship between water management, a critical input in agricultural production, and food security and reliability, particularly in the context of climate change. It highlights the negative impact of climate change and human activities on global and Turkish water resources and proposes solutions to address these issues.

## **2. IRRIGATION AND WATER MANAGEMENT**

Due to the extensive use of water in agriculture worldwide, one of the most important measures to mitigate the adverse effects of climate change on crop production is the choice of irrigation method. One scientifically proven approach to reduce the total water required for irrigation is the use of irrigation methods such as drip and sprinkler irrigation, which can increase crop yield per unit of water used<sup>10</sup>. Drip irrigation, which delivers water directly to the root zone, is an efficient method. It minimises losses that occur with other surface irrigation methods, such as deep percolation, surface runoff and soil erosion. Unlike surface irrigation, drip irrigation is considered more suitable and economically viable in areas with rugged topography, shallow and sandy soils, and regions facing water scarcity for high-value crops<sup>11</sup>. Studies have shown that irrigation efficiency is around 40% for surface irrigation, 70% for sprinkler irrigation and 90% for drip irrigation. The adoption of irrigation technologies that increase irrigation efficiency and reduce water demand can save up to half of the water used in irrigated agriculture<sup>12,13</sup>.

However, solving the current problems does not depend solely on the choice of irrigation method. It also requires the adoption of technical measures to solve water management problems. Water management involves the planned development, distribution and use of water

resources. Irrigation management problems include excessive water use, ageing irrigation networks, water pollution and the use of open systems for water conveyance and distribution. Policies that include practices such as the reuse of drainage water for irrigation, the use of wastewater, the diversion of surface water from water-abundant areas to water-scarce areas, and the encouragement of farmers to adopt pressure-based irrigation methods that promote water conservation need to be emphasised.

Measures must be taken to minimise the potential impact of a water problem on the agricultural sector, and due importance should be given to irrigation management. Therefore, the following actions should be taken

- Implementation of limited irrigation,
- Designing irrigation systems based on pressurised irrigation methods,
- Developing alternative water sources (such as recycling wastewater, diverting surface water to water-scarce areas, improving water-efficient irrigation methods and techniques, using wastewater and drainage water),
- Monitoring and assessing the quality of irrigation water,
- Placing greater emphasis on farmer education and expanding training programmes.

Agricultural water use leads to contamination of soil, groundwater and surface water. Pollutants that cause water pollution include sediments, plant nutrients, soluble and insoluble salts, agricultural chemicals, toxic trace elements and pathogens. Chemicals, fertilizers and pesticides transported with irrigation water can pose a pollution threat <sup>14</sup>.

Changes in irrigation regimes lead to differences in yield and quality in crop production. Many studies have examined the effects of water scarcity practices and changes in irrigation timing on productivity and quality in production. Baştuğ et al. (2016) pointed out the need to grow sesame under drip irrigation conditions, otherwise there would be a significant decrease in certain unsaturated fatty acid levels in sesame<sup>15</sup>. Erdal et al. (2016) applied restricted irrigation practices at 100%, 75%, 50% and 25% levels in different maize genotypes<sup>16</sup>. They found that full irrigation practices had a positive effect during the flowering period, which was reflected in the yield. Different irrigation levels were effective during the flowering and harvesting periods in soybean, where reduced irrigation led to a decrease in dry matter and grain yield <sup>17</sup>. Another researcher<sup>18</sup> investigated the effect of different irrigation intervals on the growth and yield of pepper in a tropical semi-arid region. They recorded a maximum yield of 30.93 t/ha in plots with a 3-day irrigation interval, while the minimum yield was 11.02 t/ha in the control plot and 11.91 t/ha in the plot with a 6-day interval. Consequently, it was found that a 3-day

irrigation interval gave the best pepper yield, while the 6-day and 9-day intervals caused excessive water stress to the pepper plants <sup>19</sup>.

Healthy plant development is ensured when, in addition to climatic factors, adequate and available amounts of water and nutrients are available in the growing environment. One of the most important abiotic stresses affecting plant growth and yield is drought stress. Indeed, in arid and semi-arid regions, the most limiting factor for plant growth and productivity is inadequate water availability. In general, drought stress is becoming increasingly important in plant cultivation every day due to the decrease in both the quantity and quality of water resources <sup>19,20</sup>.

Drought stress leads to disturbances in the normal physiological functions of economically important plants. Inadequate soil moisture leads to water stress. Plants under water stress reduce both transpiration and photosynthesis by closing their stomata <sup>19,21</sup>. In regions with limited or no irrigation, it's crucial to store rainfall or irrigation water in the soil so that the plant can use it when needed.

Under drought conditions, water becomes the most important factor in determining yield, especially during generative periods such as flowering and pod formation. Water scarcity during flowering and pod formation reduces the flowering rate and thus the number of pods in the plant, which has been shown to be one of the most important factors affecting crop yield <sup>22</sup>.

## **2.1. Water Pollution**

Today, more than 80% of the world's wastewater is discharged into the environment untreated. As a result, the resulting water pollution negatively affects the lives of aquatic organisms and at least 600 million fishermen who depend on fishing for their livelihoods <sup>23</sup>.

In addition, excessive increases in nutrients, particularly nitrogen and phosphorus compounds, from polluting sources cause eutrophication problems. These problems not only affect fish production, but also have a negative impact on the ecosystem and pose a risk to food security.

## **2.2. Wastewater Irrigation**

With rapidly growing populations and diminishing freshwater resources, the proper treatment and reuse of wastewater is now recognised as a priority environmental issue. Global concerns about water scarcity have led to various studies and approaches advocating the beneficial reuse of treated wastewater. In particular, the reuse of treated wastewater as irrigation water is considered to be a widely applicable solution.

Currently, there are numerous reuse areas for used water, including agricultural irrigation, green space irrigation, industrial reuse, recreational and environmental purposes, non-potable urban uses, groundwater recharge, and direct or indirect potable use. Considering that about 80% of the world's wastewater reaches water sources untreated, unplanned reuse, including indirect use for drinking water purposes, appears to be much more widespread than generally recognised. Risk assessment, epidemiological studies and data on waterborne diseases have facilitated the establishment of a general framework that has led to the development of effective, feasible and reliable standards and guidelines. The basic approach in WHO guidelines is to prevent microbiological contamination and thereby reduce potential health problems. It is therefore essential to ensure that wastewater is properly treated and disinfected, and that hygienic precautions are taken by people at risk of contact with these waters. Particularly in situations where people may come into direct contact with used water or consume untreated food that may have been exposed to used water, it is essential to ensure that this contact does not lead to health problems. Proper operation of treatment plants, proper operation of disinfection equipment and ensuring that effluent is disinfected are the primary measures to be taken.

In general, the use of sprinkler irrigation increases health risks. This is mainly due to the fact that potential contaminants are spread not only on the soil but also on the surface of the plants, allowing aerosols carrying pathogens such as bacteria and viruses to reach nearby residential areas. Therefore, if irrigation with used water is an option, it is advisable to avoid sprinkler irrigation as much as possible. If this is unavoidable, it is necessary to apply stricter quality standards and to opt for irrigation systems that produce relatively coarse droplets to prevent wind-driven droplet dispersal. In addition, such practices should not be allowed near residential areas, roads or parks. One of the major risks associated with the reuse of wastewater for agricultural irrigation is its use for irrigation of vegetables that are consumed raw <sup>14</sup>.

### **2.3. Use of Treated Wastewater in Agriculture**

The use of treated wastewater in agriculture contributes primarily to increased production. This is because treated wastewater contains minerals and elements that serve as nutrients for plants. The nutrient-rich nature of treated wastewater has led to an increase in its use in agriculture. The use of reclaimed water for irrigation can improve soil fertility. In addition, nitrogen and phosphorus present in treated water are mostly in available forms that can be easily utilised by plants. Due to changes in the levels of relevant elements in the soil, enzyme activities in the soil can be improved with recycled irrigation. As reclaimed water contains many nutrients such as

nitrogen, phosphorus and potassium, agricultural irrigation with reclaimed water can reduce the need for fertiliser.

In the case of reuse of reclaimed domestic wastewater as irrigation water, the most important pathogenic microorganism in terms of water quality is the concentration of coliforms used as indicators. There are criteria to consider when reusing wastewater for agricultural irrigation. These include the potential accumulation in the irrigated crop, the continued risk of pathogenic micro-organisms and the accumulation of chemical substances. In the case of irrigation of green areas, there are risks such as human entry, accumulation of trace elements and more. These aspects should be taken into account when reusing wastewater.

The sample of treated wastewater studied can be classified as class two irrigation water on the basis of the parameters studied. In other words, the degree of damage caused by the use of this water is classified as low to moderate. In addition, based on the classification system of the US Salinity Laboratory, taking into account the EC and SAR values, the water sample tested falls into class C3S1 and requires careful use due to its high salt content. Measurements taken at the packaged effluent treatment plant as part of this study indicate minor fluctuations in the effluent quality over time, but no significant changes affecting the irrigation water class. The investigated treated effluent from the packaged treatment plant is disposed of by deep sea discharge, thus demonstrating the potential of using treated effluent as irrigation water. When assessing the suitability of treated effluent for irrigation, the assessment should not only be based on compliance with regulatory limits, but should also consider factors such as soil characteristics where irrigation will take place, crop patterns and irrigation methods to be used. Before making a final decision, laboratory studies and greenhouse trials should be carried out to assess the impact of treated effluent on soil and crops. It should not be forgotten that water scarcity will become an issue in our country as well, due to reasons such as industrialisation, rapid population growth and climate change. The inevitable use of treated wastewater as an alternative source of irrigation water should not be ignored and comprehensive studies should be carried out. Studies conducted indicate that treated domestic and industrial wastewater can be used for agricultural, aquaculture, industrial, domestic, and recreational purposes in various parts of the world, especially in drought-prone areas<sup>24</sup>. The reuse of treated wastewater for irrigation purposes in agricultural activities is emerging as a method that can be used particularly in arid and semi-arid regions where access to water sources is limited. It is currently known that the amount of water used for agricultural purposes worldwide is approximately 3100 km<sup>3</sup>, which represents about 70% of the total water used. If effective measures for

efficient water use are not taken, it is projected that by 2030 the amount of water used in the agricultural sector will reach 4500 km<sup>3</sup>, accounting for 65% of global water use<sup>25</sup>. Given this substantial agricultural water demand, the reuse of wastewater from wastewater treatment plants, after treatment through various purification methods, as irrigation water will undoubtedly contribute significantly to the sustainability of agricultural activities.

According to Aşık and Katkat (2005), wastewater from beer, malt, wine, potato, vegetable, canning, jam, fruit canning, milk and potato starch factories can be used as irrigation water, while wastewater from sugar, rice and cereal starch, slaughterhouses, meat processing plants, margarine, paper, fish meal, canned fish, mining and similar facilities can be treated and used under controlled conditions<sup>26</sup>. However, wastewater from polishing and paint factories, soap, inorganic chemicals, pharmaceuticals, metals, mineral oil, viscose, artificial silk factories are not suitable for irrigation.

### 3. FOOD SAFETY AND SECURITY

Rural populations in developing countries are the most vulnerable to climate change. The sector that depends on activities such as agriculture, livestock and fisheries is the first to feel the effects of this crisis. As a result, countries dependent on this sector are experiencing the effects faster, such as reduced agricultural productivity and yields, lower livestock yields, increased disease and reduced fish diversity.

To produce healthy food, activities from the farm to the table must create the right conditions for production. Good Agricultural Practices (GAP): In the Regulation on Good Agricultural Practices published by the Ministry of Agriculture and Forestry, these practices are defined as "the procedures that need to be implemented to make the agricultural production system socially liveable, economically profitable and efficient, protective of human health, caring for animal health and welfare, and environmentally sound"<sup>27,28</sup>.

Furthermore, criticisms and counter-arguments focus on changes in food quality, increased food-related allergic reactions, potential food safety hazards, possible toxic effects of these foods, unknown effects on the immune system, potential increase in cancer cases, and the development of microorganisms resistant to antibiotics widely used by humans<sup>27,29</sup>.

Food safety would have a more accurate definition if it were described as 'food prepared in the intended manner, suitable for consumption in terms of its physical, chemical and microbiological properties, without loss of nutritional value'.



Conventional agricultural practices involving intensive chemical inputs not only lead to the destruction of natural resources, but also pose a significant threat to food safety<sup>27,30</sup>.

Organic agriculture aims to improve production quality and ensure food safety through practices such as green manuring, maintaining soil microbiota stability, preventing erosion, avoiding the use of pesticides or using natural pesticides, and prohibiting the use of genetically modified organisms<sup>31,32</sup>. Studies show that organic products have higher nutrient content (vitamins and minerals) compared to conventional agricultural products, between 10-50% higher nutrient content than conventional products<sup>33</sup>.

#### 4. RESULTS&OVERALL ASSESSMENT

To ensure sustainable water and food security, human, industrial, agricultural and other pollutants on water resources should be reduced, while maintaining and improving the quantity and quality of water sources. The rapid growth of the population, combined with the equally rapid degradation of natural resources, threatens food safety and security. In particular, the depletion and degradation of water sources, leading to insufficient production, may result in communities lacking adequate food or consuming unhealthy foods, inevitably leading to health and growth problems for all living beings. Water is life and the only source that ensures the continuity of life. That's why it's essential to implement all technical measures for the efficient use of water, especially in agriculture.

#### 5. REFERENCES

- [1] Sertyeşilışık, E. (2017). Türkiye'nin Su Kaynaklarının Ekonomi Politikası Üzerine Bir İnceleme. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 10(1), 28-30.
- [2] Taştan, M. (2019). Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Sulama ve Uzaktan İzleme Sistemi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (15), 229-236.
- [3] FAOSTAT, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> 05.12.2023
- [4] Atış, E., Salalı, H. E., Akyüz, Y., 2019. İklim Değişikliği Koşullarında Su Kaynakları ve Tarımda Su Kullanımı, I. Uluslararası Türk Dünyası Tarım ve Gıda Sempozyumu Bildiri Kitabı, Aralık 2019. EÜ Türk Dünyası Araştırmaları Enstitüsü, İzmir.
- [5] Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2019. Gediz Havzası Sektörel Su Tahsis Planı Hazırlanması Projesi: Sektörel Su Tahsisi Eylem Planı ve Genelgesi (2020-2025), Ankara.

- [6] DSİ, 2022. DSİ 2021 Yılı Faaliyet Raporu, Tarım ve Orman Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü. ([https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/Sayfa/759/1107/Do\\_syaGaleri/2021\\_yili\\_faaliyet\\_raporu.pdf#page=42](https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/Sayfa/759/1107/Do_syaGaleri/2021_yili_faaliyet_raporu.pdf#page=42)). [www.dsi.gov.tr](http://www.dsi.gov.tr)
- [7] Cunha, D.A., Coelho, A.B., Féres, J.G., Braga, M.J., 2014. Effects of climate change on irrigation adoption in Brazil, *Acta Scientiarum. Agronomy, Maringa*, v. 36, n. 1, p. 1-9, Jan.-Mar., 2014.
- [8] Mbow, C., Rosenzweig, C., Barioni, L.G., Benton, T.G., Herrero, M., Krishnapillai, M. Liwenga, E., Pradhan, P. Rivera-Ferre, M.G., Sapkota, T., Tubiello, F.N., Xu, Y., 2019. Food Security. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla et al. (eds.)].
- [9] Yiğit, A., Ereku, O. And Yaraşır, N. (2021). Kısıtlı Sulama ve Kükürt Dozu Uygulamalarının Soya Fasulyesinde Bitki Gelişimi ve Klorofil (SPAD) İçeriğine Etkisi. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)* 2021: 9 (1): 105–117 ISSN: 2147–8384 / e-ISSN: 2564–6826 doi: 10.33202/comuagri.879199.
- [10] ATIŞ, E., GÜNDEM, C., SALALI, H. E., AKYÜZ, Y., vd. (2023). İklim Değişikliği Koşullarında Üreticilerin Sulama Yöntemi Tercihi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 28(2), 241-247. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.1187457>.
- [11] Chandran, K.M., Surendran, U. 2016. Study on factors influencing the adoption of drip irrigation by farmers in humid tropical Kerala, India, *International Journal of Plant Production* 10 (3), July 2016, 347-364.
- [12] Seckler, D., 1996. *The New Era of Water Resources Management: From “Dry” to “Wet” Water Savings*. IIMI Research Report 1, 17p., Sri Lanka.
- [13] Shiklomanov, A.I. 1998. *World Water Resources “A New Appraisal and Assessment for the 21st Century”*. Unesco Publications 37p., Paris.
- [14] Yıldırım, M. ve Çakmak, B. 1999. Sulama ve Çevre Kirliliği. 7. Kültürteknik Kongresi, s.253-259, Nevşehir.
- [15] Baştuğ, R., Karaca, C., Büyüktaş, D., Aydınşakir, K., Dinç, N., 2016. Lizimetre koşullarında yetiştirilen susamda (*Sesamum indicum L.*) kısıtlı sulama uygulamalarının bitki su tüketimi, verim ve kalite özelliklerine etkileri. 13. Ulusal Kültürteknik Kongresi. Akdeniz Üniv. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. *Bildiriler Kitabı*: 256-266. 12-15 Nisan, Antalya.
- [16] Erdal, Ş., Aydınşakir, K., Pamukçu, M. 2016. Kısıtlı sulama uygulamalarının mısır genotiplerinin morfo-fizyolojik özelliklerine etkisi. 13. Ulusal Kültürteknik Kongresi

- Akdeniz Üniv. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 12-15 Nisan 2016, Antalya
- [17] Delice, H. & Ödemiş, B. 2016. Farklı gelişme dönemlerinde bölünmüş gübre uygulamalarının su kısıtı altında yetiştirilen soya bitkisinin bazı verim özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. 13. Ulusal Kültürteknik Kongresi Akdeniz Üniv. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 12-15 Nisan 2016, Antalya.
- [18] Adeoye, P. A., Adesiji, R. A., Oloruntade, A. J., & Njemanze, C. F. (2014). Effect of irrigation intervals on growth and yield of bell pepper (*Capsicum annuum*) in a tropical semi-arid region. *Journal of Experimental Agriculture International*, 4(5), 515-524.
- [19] Yılmaz, S. 2022. Farklı Sulama Seviyelerinin Sivri Biber (*Capsicum Annuum L.*) Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı Bursa
- [20] Ors, Selda & EKİNCİ, Melek. (2015). Kuraklık stresi ve bitki fizyolojisi. *Derim*. 32. 237. 10.16882/derim.2015.90060.
- [21] Abedi-Koupai, J., Sohrab, F. and Swarbrick, G. 2008. Evaluation of Hydrogel Application on Soil Water Retention Characteristics. *J. Plant Nutr.*, 31: 317–331.
- [22] He, J., Du, Y.L., Wang, T., Turner, N.C., Yang, R.P., Jin, Y., Xi, Y., Zhang, C., Cui, T., Fang, X.W., Li, F.M., 2017. Conserved water use improves the yield performance of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under drought. *Agricultural Water Management*, 179: 236-245.
- [23] FAO. 2023. Safe food for everyone – FAO's work on food safety: science, standards and good practices. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc4347en>.
- [24] U.S.EPA. (2012). Guidelines for Water Reuse. U.S. Environmental Protection Agency, EPA/600/R-12/618, Washington DC.
- [25] Muluk, Ç.B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan M.A., Balkız, Ö., Gümrükçü, S., Sarıgül, G., Zeydanlı, U. 2013. Türkiye’de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif. İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği - Doğa Koruma Merkezi.
- [26] Aşık, B.B. and Katkat, A.V. 2005. Gıda Sanayii Arıtma Tesisi Atık Suyu’nun Sulama Suyu Olarak Kullanım Olanığı. *Uludag.Üniv.Zir.Fak.Derg.*, (2005) 19(2): 23-3.
- [27] Parlak, T, 2020. Gıda Ürünleri Üretiminde Hijyen Kavramına Farklı Bir Bakış/ A Different View on The Concept of Hygiene in the Production of Food Products. *OHS ACADEMY*, 3(2), ISSN: 2630-578X , <https://doi.org/10.38213/ohsacademy.740235>

- [28] Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, İyi Tarım Uygulamaları Hakkında Yönetmelik, Resmî Gazete Tarihi: 07.12.2010 Resmî Gazete Sayısı: 27778.
- [29] Özdin, M., (2019). Genetiği Değiştirilmiş Gıdaların İnsan ve Diğer Canlıların Sağlığı Üzerine Etkileri, Helal Yaşam Tıbbi Dergisi, 2019/1-2/31-44.
- [30] Kılıç, O., Boz, İ., Eryılmaz, G. A. 2020. Comparison of conventional and good agricultural practices farms: A socio-economic and technical perspective. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120666. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120666>.
- [31] Fagwalawa, L.D., Yayaha, S.M. 2016. Effect Organic Manure On The Growth And Yield Of Okra. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*, 2(3), 130-133. ISSN: 2454-1362.
- [32] Yılmaz, D. S. 2019. Organik Tarım Tartışması: Bir Literatür İncelemesi. *Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2(1): 52-74.
- [33] Yılmaz, T. (2019). Bir Gıda İşletmesinde Fine & Kinney Metodu ile İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Risk Değerlendirmesi, T.C. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s:1-38

## HIGH PRESSURE APPLICATIONS IN FOOD PRESERVATION IN THE PERSPECTIVE OF FOOD SAFETY

, Assoc.Prof.Dr. Havva Eylem POLAT<sup>1</sup>, Assist.Prof.Dr. Yalçın GÜÇER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ankara University, Faculty of Agriculture, [epolat@ankara.edu.tr](mailto:epolat@ankara.edu.tr),

ORCID ID: 0000-0002-2159-0666

<sup>2</sup>Ankara University, Beypazarı Vocational School, [yguocer@ankara.edu.tr](mailto:yguocer@ankara.edu.tr),

ORCID ID: 0000-0002-7280-584X

### ABSTRACT

High-pressure processing (HPP) is an innovative technology used in the food industry to ensure microbial safety and stability while extending the shelf life of foods. This method relies on subjecting food to specific pressures to protect it from pathogenic microbial activity and the effects of enzymes that cause spoilage. Within the scope of food processing using this method, foods are kept under high pressure, effectively resulting in the death of pathogenic microorganisms or a significant reduction in their activities. High-pressure processing finds application in various food processing procedures, ranging from pasteurization to thawing frozen meats, solidifying chocolate, gelatinizing starches and proteins, peeling vegetable skins, tenderizing meats, and marinating meats for the preparation of frozen foods. High-pressure processing has a significant technical advantage over traditional thermal treatments as it can be executed at much lower temperatures. This preserves the nutritional values and natural flavors of minimally processed foods, resulting in high-quality end products. However, like any emerging technology, high-pressure processing also has certain drawbacks. Alterations in the structures of some foods undergoing high-pressure processing may lead to decreased bioavailability. In addition, the operational costs and commercial scalability of this method need to be considered. Therefore, careful evaluation of the technical aspects of treated foods and processing conditions, as well as the sustainability of the method from an operational perspective, is crucial.

**Keywords:** High-pressure processing, food preservation, food safety, thermal treatment

## GIDA GÜVENLİĞİ PERSPEKTİFİNDE MUHAFAZADA YÜKSEK BASINÇ UYGULAMALARI

### ÖZET

Yüksek basınç uygulamaları, gıda endüstrisinde mikrobiyel güvenlik ile stabiliteyi sağlamak ve bu yolla gıdaların raf ömrünü uzatmak için kullanılan yenilikçi bir teknolojidir. Bu yöntem gıdaları patojen mikroorganizma aktivitelerinden ve bozulmaya neden olan enzimlerin etkilerinden korumak için gıdaya belirli bir basınç uygulanması mantığına dayanmaktadır. Gıdaların işlenmesinde kullanılan bu yöntem çerçevesinde gıdalar yüksek basınç altında tutulur ve böylece patojen mikroorganizmaların ölümü ya da aktivitelerinin önemli ölçüde azaltılması sağlanmış olur. Yüksek basınç uygulaması, pastörizasyondan donmuş etlerin çözülmesine, çikolatanın sertleştirilmesinden nişastaların ve proteinlerin jel haline getirilmesine, sebzelerin kabuklarının soyulmasından etlerin daha gevrek olmasına, dondurma yapımından etin marine edilmesine kadar çeşitli gıda işleme süreçlerinde kullanılır. Yüksek basınç uygulamalarının en önemli teknik avantajı, bu uygulamanın geleneksel ısı işlemlere kıyasla çok daha düşük sıcaklıklarda gerçekleşmesi ile az işlenmiş olarak üretilen bu gıdaların, besin değerlerinin ve doğal tatlarının korunması ile son ürünlerin yüksek kaliteli olmasıdır. Ancak, her yeni teknolojiye olduğu gibi yüksek basınç uygulamalarının da bazı olumsuz yanları bulunmaktadır. Özellikle, bazı gıdaların bu işleme maruz kalırken yapılarında meydana gelebilen değişikliklere bağlı olarak biyoyararlılıklarında azalmalar görülebilmektedir. Ayrıca, uygulanan bu yöntemin işletme maliyeti ve ticari ölçekte uygulanabilirliği de değerlendirilmesi gereken konulardır. Sonuç olarak, yüksek basınç uygulamaları gıda güvenliği açısından etkili bir yöntem olarak öne çıkmakla birlikte, kullanıldığı gıdaların teknik özellikleri ile işlem koşulları dikkatlice değerlendirilmeli ve yöntemin işletme açısından sürdürülebilirliği de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Yüksek basınç uygulaması, gıda muhafazası, gıda güvenliği, ısı işlem

### 1. INTRODUCTION

High-pressure processing is a technology used in the food industry to ensure microbial safety and product stability. The technique aims to reduce the activities of pathogenic microorganisms and prevent the effects of enzymes that cause spoilage by applying a specific pressure to foods.<sup>1,2</sup>

Foods are placed in a specialized vessel, and changes in the food's structure due to the applied high pressure result in either the death of microorganisms or a reduction in their activities. In



contrast to traditional thermal methods, this technique operates at lower temperatures, which helps to preserve the nutritional value and natural flavours of food while also enhancing freshness and durability.<sup>3</sup>

As a result, the shelf life of food is extended. The changes in the cellular structure of pathogenic microorganisms caused by pressure changes disrupt their metabolism and affect the integrity of their cell walls. As a result, microbial growth is halted or significantly decreased, leading to longer food freshness and improved food safety.<sup>4</sup>

High-pressure applications are essential in extending the preservation and shelf life of food. This is achieved by reducing enzyme activity, slowing down chemical reactions, and controlling oxidation and spoilage processes.<sup>5</sup>

In industrial applications, high pressure is commonly used in various processes such as pasteurisation, meat thawing, chocolate hardening, starch and protein gelation, vegetable skin removal, tenderisation of meats, and ice cream production. These processes render pathogenic microorganisms in foods ineffective and extend the shelf life of products.<sup>2,6</sup>

Regarding food safety, high-pressure processing occurs at lower temperatures compared to traditional thermal methods, which helps to preserve nutritional values and natural flavors. However, it is important to note that in some cases, structural changes during this process may lead to reductions in nutrient components. Additionally, factors such as operational costs and commercial feasibility should also be taken into consideration.<sup>7</sup>

## **2. HIGH-PRESSURE APPLICATIONS IN FOOD TECHNOLOGY**

High pressure is widely used in various industrial processes, such as pasteurization, meat thawing, chocolate hardening, starch and protein gelation, vegetable skin removal, tenderization of meats, and ice cream production.<sup>2,6</sup>

In pasteurization, high-pressure applications are commonly used to stabilize liquid foods, such as fruit juices and dairy products, by controlling microbial growth.<sup>8</sup>

High-pressure applications are commonly used in meat thawing processes, particularly for frozen meats, to dissolve the frozen structure of the meat. The meat products are placed in a pressure chamber and subjected to pressure to facilitate rapid thawing. This method enables faster and more controllable thawing compared to conventional methods, while preserving the quality and texture of the meat.<sup>9</sup>

High-pressure applications are used to achieve the desired solid state of chocolate during the hardening process. The melted chocolate is rapidly solidified under high pressure, which stabilises its molecular structure and accelerates the freezing and solidification process. This

method is employed to attain the desired form and durability of chocolate, potentially enhancing its quality and expediting the production process.<sup>10</sup>

Processes that convert starch and proteins into a gel state use high pressure to induce changes in molecular structures. This is achieved by subjecting these components to specific temperatures and durations, resulting in the absorption of water by starch and proteins, leading to a gel-like consistency. This process is known as gelatinization, which produces the desired gel consistency in foods. It is commonly used as a texture enhancer in various food products, improving their quality and structure.<sup>11,12</sup>

High-pressure applications are an effective method for vegetable skin removal processes. Vegetables are held under specific pressure, which softens the skin and facilitates easier peeling. Changes in cellular structure under high pressure make the skin easier to peel. This method simplifies vegetable processing, enabling the acquisition of cleaner and smoother vegetables without their skins before processing.<sup>13,14</sup>

To obtain a crispier texture in meats, high-pressure applications are used to alter the tissue structure, resulting in a more brittle texture. The meat is held under specific pressure, inducing changes in its cellular structure and relaxing the meat fibers for easier chewing. This application improves the texture of meat, making it both softer and crispier, resulting in better cooking outcomes.<sup>15</sup>

High-pressure techniques are commonly used in ice cream production to induce molecular-level changes in. Similarly, this method involves subjecting the ice cream mixture to pressure, inducing molecular-level changes that influence its texture and density. The application of high pressure facilitates the formation of smaller ice crystals, resulting in a smoother texture and achieving the desired consistency of the final product. This method aims to enhance the quality of ice cream during production.<sup>16</sup>

### **3. RESULTS&OVERALL ASSESSMENT**

High-pressure processing is a crucial technique in the food industry and is used in various food processing procedures. This non-thermal method operates at lower temperatures than traditional thermal processes, which extends the shelf life of food products and preserves their nutritional value. By inducing changes in the cellular structures of microorganisms and reducing enzyme activity, it enhances the microbial safety of foods.<sup>17</sup>

High-pressure processing has been successfully used in various industrial applications, including pasteurization, meat thawing, chocolate hardening, starch and protein gelation,

vegetable peeling, meat tenderization, and ice cream production. These processes not only extend the shelf life of food but also play a crucial role in ensuring food safety.<sup>2</sup>

However, the use of this non-thermal technology may be limited in certain cases due to factors such as operational costs and feasibility. Furthermore, alterations to the structure of food components may result in the depletion of nutrients, potentially leading to negative consequences. As a result, a thorough assessment of the implementation of high-pressure processing is essential, taking into account the unique features of each application.<sup>18</sup>

This investigation emphasises the overall advantages, uses, and possible constraints of high-pressure processing. High-pressure applications in the food industry could be a significant step towards food preservation and safety. However, potential costs and alterations in nutrient content must be taken into account despite its successful use in various processes. Therefore, it is crucial to assess the place of high-pressure processing in the food industry in balance with food quality and safety.

## REFERENCES

- [1] Considine, K. M., Kelly, A. L., Fitzgerald, G. F., Hill, C., & Sleator, R. D. (2008). High-pressure processing—effects on microbial food safety and food quality. *FEMS microbiology letters*, 281(1), 1-9.
- [2] Özcan, D., & Obuz, E. (2006). Yüksek basınç uygulamasının gıda endüstrisinde kullanımı. *Türkiye*, 9, 24-26.
- [3] Nema, P. K., Sehrawat, R., Ravichandran, C., Kaur, B. P., Kumar, A., & Tarafdar, A. (2022). Inactivating food microbes by high-pressure processing and combined nonthermal and thermal treatment: a review. *Journal of Food Quality*, 2022.
- [4] Sehrawat, R., Kaur, B. P., Nema, P. K., Tewari, S., & Kumar, L. (2021). Microbial inactivation by high pressure processing: Principle, mechanism and factors responsible. *Food Science and Biotechnology*, 30, 19-35.
- [5] Amit, S. K., Uddin, M. M., Rahman, R., Islam, S. R., & Khan, M. S. (2017). A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing. *Agriculture & Food Security*, 6, 1-22.
- [6] Bolumar, T., Orlie, V., Sikes, A., Aganovic, K., Bak, K. H., Guyon, C., ... & Brüggemann, D. A. (2021). High-pressure processing of meat: Molecular impacts and industrial applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(1), 332-368.

- [7] Alvarez-Ordóñez, A., Bolton, D., Bover-Cid, S., Chemaly, M., Davies, R., De Cesare, A., ... & Allende, A. (2022). The efficacy and safety of high-pressure processing of food. *EFSA J*, 20, e07128.
- [8] Chandrakala, R., Lakshmi E, J., Anjineyulu, K., Pandiselvam, R., & Balasubramaniam, V. M. (2023). Influence of high pressure pasteurization on nutritional, functional and rheological characteristics of fruit and vegetable juices and purees-an updated review.
- [9] Külçü, D. B., & Gürbüz, Ü. (2018). Use of Ohmic Heating System in Meat Thawing and Its Effects on Microbiological Quality. *MANAS Journal of Engineering*, 6(2), 129-142.
- [10] Beckett, S. T. (Ed.). (2011). *Industrial chocolate manufacture and use*. John Wiley & Sons.
- [11] Nilsson, K., Johansson, M., Sandström, C., Röhnisch, H. E., Hedenqvist, M. S., & Langton, M. (2023). Pasting and gelation of faba bean starch-protein mixtures. *Food Hydrocolloids*, 138, 108494.
- [12] Mohamed, I. O. (2021). Effects of processing and additives on starch physicochemical and digestibility properties. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 2, 100039.
- [13] Aydın, Ö., Bayındırlı, L., & Artık, N. (2010). MATHEMATICAL ANALYSIS OF PEELING OF CARROTS. *GIDA/The Journal of FOOD*, 35(2).
- [14] Llavata, B., García-Pérez, J. V., Simal, S., & Cárcel, J. A. (2020). Innovative pre-treatments to enhance food drying: A current review. *Current Opinion in Food Science*, 35, 20-26.
- [15] Yven, C., Culioli, J., & Mioche, L. (2005). Meat bolus properties in relation with meat texture and chewing context. *Meat Science*, 70(2), 365-371.
- [16] Huppertz, T., Smiddy, M. A., Goff, H. D., & Kelly, A. L. (2011). Effects of high pressure treatment of mix on ice cream manufacture. *International Dairy Journal*, 21(9), 718-726.
- [17] Tao, Y., Sun, D. W., Hogan, E., & Kelly, A. L. (2014). High-pressure processing of foods: An overview. *Emerging technologies for food processing*, 3-24.
- [18] Jadhav, H. B., Annature, U. S., & Deshmukh, R. R. (2021). Non-thermal technologies for food processing. *Frontiers in Nutrition*, 8, 657090
- [19]

## FARKLI DOZLARDA UYGULANAN SİLİSYUM VE KALSİYUMUN DOMATES (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) FİDELERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

### EFFECTS OF SILICON AND CALCIUM APPLIED IN DIFFERENT DOSES ON SOME PHYSICAL CHEMICAL PROPERTIES OF TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.) SEEDLINGS

Doç.Dr. Özlem ÜZAL<sup>1</sup>, Prof.Dr. Fikret YAŞAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı Anabilim Dalı, [ozlemuzal@yyu.edu.tr](mailto:ozlemuzal@yyu.edu.tr), ORCID No: 0000-0002-1538-820X

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı Anabilim Dalı, [fvasar@yyu.edu.tr](mailto:fvasar@yyu.edu.tr), ORCID No: 0000-0001-6598-8580

#### ÖZET

Bu çalışmada, farklı dozlarda kalsiyum (Ca) ve silisyum (Si) elementi uygulamalarının domates fidelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada Falcon domates tohumu kullanılmıştır. Torf+perlit karışımı ile hazırlanan fide yetiştirme harcı viyollere doldurulduktan sonra tohumlar bu ortama aynı derinlikte olacak şekilde ekilmiştir. Ekim sonrası kaplar  $24\pm 2$  °C’de sıcaklık, 16 saat ışık ( $450 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ışık şiddeti) ve 8 saat karanlık ve % 50-60 hava oransal nem bulunan iklim odasına alınmıştır. Tohumlar çimleninceye kadar saf su ile sulama yapılmıştır. Viyollerin üzeri kağıtla örtülmüştür, çimlenme başlangıcında bu örtüler kaldırılmıştır. Gerçek yaprakları görülmeye başlayan fidelerde ondört farklı besin solüsyonu uygulaması ile sulanmıştır. Hazırlanan besin solüsyonlarında N, P, K, Mg, S, Fe, B, Cu ve Zn sabit tutulurken, Ca ve Si ise artan ve azalan oranlarda uygulanmıştır. Dikim olgunluğuna gelen fidelerin; yapraklardaki klorofil değerleri, yapraklarda renk ölçümleri, net fotosentez oranı ve fotosentez etkinliği ölçümleri yapılmıştır. Klorofil okuma değerleri Minolta SPAD metre cihazı, ile yaprak renk değerleri Minolta CR-200 marka renk ölçerle ve fotosentez değerleri ise EARS Mini PPM cihazı ile ölçülmüştür.

Verilerin değerlendirilmesinde Statgraphics istatistik analiz paket programı kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre yapılan uygulamaların bakılan fizikokimyasal özellikler üzerine etkilerinin farklı olduğu, özellikle kalsiyumun düşük dozda uygulamalarına ilave olarak yapılan silisyum uygulamalarının bitkilerin fizikokimyasal özellikleri üzerine olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kalsiyum, Klorofil, Net fotosentez oranı, Silisyum

## Abstract

In this study, the effects of different doses of calcium (Ca) and silicon (Si) element applications on some physicochemical properties of tomato seedlings were investigated. Falcon tomato seeds were used in the study. After the seedling growth mortar prepared with peat + perlite mixture was filled into the vials, the seeds were planted in this medium at the same depth. After planting, the containers were taken to the climate room with a temperature of  $24\pm 2$  °C, 16 hours of light ( $450 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  light intensity) and 8 hours of darkness, and 50-60% air relative humidity. The seeds were irrigated with pure water until they germinated. The vials were covered with paper, and these covers were removed at the beginning of germination. The seedlings, whose true leaves began to appear, were watered with fourteen different nutrient solutions. While N, P, K, Mg, S, Fe, B, Cu and Zn were kept constant in the prepared nutrient solutions, Ca and Si were applied in increasing and decreasing rates. Seedlings that have reached planting maturity; Chlorophyll values in the leaves, color measurements in the leaves, net photosynthesis rate and photosynthesis efficiency were measured. Chlorophyll reading values were measured with a Minolta SPAD meter device, leaf color values were measured with a Minolta CR-200 brand color meter, and photosynthesis values were measured with an EARS Mini PPM device.

Statgraphics statistical analysis package program was used to evaluate the data. According to the results of the research, it was determined that the effects of the applications on the physicochemical properties examined were different, and especially silicon applications in addition to low-dose applications of calcium had a positive effect on the physicochemical properties of plants.

**Key words:** Calcium, Chlorophyll, Net photosynthesis rate, Silicon

## 1. GİRİŞ

Fide ile üretim sebzeçilikte, başarılı bir üretimin temelini oluşturur. Gerek açıkta yetiştiricilikte ve gerekse örtü altı sebzeçiliğinde çoğu türün fideleri elde edildikten sonra yetiştiricilik yapılacak yerlerine dikilmektedirler. Üreticiler; doğrudan tohum ekimiyle yetiştiricilik yapmaktansa üretime fide ile başlayarak arazi, enerji ve tohumdan tasarruf sağlamakta, erkenci, sağlıklı ve homojen bir üretim gerçekleştirmektedir [1].

Fide üretiminin üretici koşullarında zorluğundan dolayı üreticilerin hazır fideye olan talebi son yıllarda artmaktadır. Fidelere özel bakım işlemleri uygulandığından dolayı, güçlü kök sistemine sahip fideler araziye dikildiğinde tamamı tutar ve hızlı bir büyüme ve gelişme gösterirler [2].

Kalsiyum, tohumun çimlenmesine, büyüme ve gelişmenin iyileştirmesine, bitki su ilişkileri, fotosentez ve daha pek çok konuda düzenleyici rol oynamaktadır. Ayrıca kalsiyum, abiyotik stresler (tuzluluk, kuraklık, sel, ısı, soğutma ve ağır metal stresi) üzerine ürünlerin



verim iyileştirmesini sağlayabilmektedir. Kalsiyum ilavesi, bitkilerin morfolojisini ve fizyolojik olaylarını iyileştirmenin yanında, ayrıca verimi de önemli ölçüde artırır [3].

Bitkilerin gelişim ve fonksiyonları üzerine silisyum elementinin direkt veya indirekt olumlu etkilerinden dolayı son yıllarda silisyuma artan bir ilgi oluşmuştur. Silisyumun aşırı sıcaklık ve kuraklık stresinde, mineral toksisitesinde, yıpranmaya karşı dayanıklılığın sağlanmasında (abiyotik stres); bitki hastalıkları ve böcek zararlılarına karşı koruyucu etkileri gibi (biyotik) stres türlerine karşı bitkiyi koruyan ve gelişimini artıran potansiyel etkilere sahip olduğu bildirilmiştir [4,5] (Sistani ve ark., 1997; Ma, 2004).

Silisyum bitkide immobil olduğu için transpirasyonla bitkinin üst yapraklarına taşınır. Alınan silisyum özellikle yaprak kutikülü altında birikerek yaprakların daha dik durmasını sağlamakta, fotosentetik aktiviteyi artırmakla beraber transpirasyonda iyileştirmektedir. Bitki sapının stabilitesini güçlendirerek bitkinin yatmaya karşı direncini ve fide dikimi sonrasında kardeşlenmeyi artırmaktadır [6,7,8,9].

Bu bilgilerden yola çıkarak yapılan bu çalışma, farklı dozlarda kalsiyum (Ca) ve silisyum (Si) elementi uygulamalarının domates fidelerin bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, split klimalı iklim odasında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak, Bursa Tohum firmasının Falcon standart domates çeşidine ait tohumlar kullanılmıştır. Falcon standart domates çeşidi; açık tarla yetiştiriciliğine uygun, yer domatesi olup, meyveler yuvarlak yapıda, sert kabuklu ve kırmızı renktedir. Meyveler dalından saplı kopar, ortalama 200-250 gr. ağırlığındadır. Orta erkenci bir çeşittir (80-85 gün). Sofralık olarak kullanılır.

Yetiştirme alanı olan iklim odasında; % 70 nem, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık fotoperiyodunda, 22±2 °C sıcaklığa ayarlanan kontrollü koşullar altında çalışma yürütülmüştür.

Fideleri yetiştirmede 60 mm ağız çapı ve 65 mm derinlikteki plastik viyoller kullanılmıştır. 3:1 oranında torf+pomza karışımı fide yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre her bir uygulama 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 20 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Viyollere torf+pomza karışımı eklendikten sonra tohumlar aynı derinlikte ve birer adet olarak ekilerek tohumların üzeri 0.5 - 1 cm kalınlık oluşturacak şekilde harç karışımı ile örtülmüştür. Tohumlar çimleninceye kadar sulamalar saf su ile yapılmıştır fideler dikim olgunluğuna gelinceye kadar belli periyotlarda Çizelge 1’de miktarları belirtilen besin solüsyonu uygulamalarıyla sulanmıştır. Kullanılan silisyum kaynağının özellikleri ise;

Nanokar firmasından temin ettiğimiz Silisyum dioksit veya silika, oksijen ve silisyum içeren kimyasal bileşiktir. Firma katalogundan ve yetkilerinden elde ettiğimiz bilgilere göre, Silisyum Dioksit 200 m<sup>2</sup>/g spesifik bir yüzeye sahip hidrofilik dumanlı bir silika’dır. Kimyasal sembolü SiO<sub>2</sub>’dir. 16. yüzyıldan beri bilinmektedir. 2 Oksijen ve 1 Silisyum atomundan oluşur. 22 nm tanecik boyutlarında %99.95 saflığa sahiptir ve suda kolaylıkla çözülmemektedir [10].

Son aşamada isedikim olgunluğuna gelen fidelerin; yapraklardaki klorofil değerleri, yapraklarda renk ölçümleri, net fotosentez oranı ve fotosentez etkinliği ölçümleri yapılmıştır.

### 2.1.Klorofil Okuma Değeri

Yaprakların klorofil ölçümleri SPAD metre ile (Minolta SPAD 502) yapılmıştır.

### 2.2.Yaprak Renk Ölçümü

Fidelerin dış yapraklarının üst yüzeyindeki farklı noktalardan ve renk değişimleri Minolta CR-200 (Minolta Camera Co, LTD Ramsey, NJ) marka renkölçer ile tespit edilmiştir.

### 2.3. Net Fotosentez Oranı ve Fotosentez Etkinliği Ölçümleri

EARS Mini PPM cihazı ile yaprakların üst yüzeyinden net fotosentez oranı ve fotosentez etkinliği (verimliliği) ölçülmüştür.

### 2.4.İstatistiksel Analizler

Çalışma sonunda elde edilen veriler Statgraphics istatistik analiz paket programında varyans analizine tabi tutulmuş ve deneme konuları %5 önem seviyesinde Duncan testi ile gruplandırılmıştır.

## 3. BULGULAR

### 3.4.Net Fotosentez Oranı, Fotosentez Etkinliği ve Klorofil (SPAD) Okuma Değerleri

Çalışma sonunda fide yapraklarında belirlenen net fotosentez oranı, fotosentez etkinliği ve klorofil (SPAD) değerleri Çizelge 2' de verilmiştir.

Net fotosentez oranında en yüksek değer sırasıyla 13. Ve 14. Uygulamalarda (% 36.33 ve %35.66), en düşük net fotosentez oranı ise 1. Uygulama (% 22.66) da ölçülmüştür.

**Çizelge 2. Uygulamaların Net Fotosentez Oranı, Fotosentez Etkinliği Ve Klorofil (SPAD) Değerleri Üzerine Etkileri**

Uygulamalar	Net Fotosentez oranı (%)	Fotosentez etkinliği (%)	Klorofil (SPAD)
1.	22.66±1.63 F	71.65±1.13 FG	30.36±2.47 E
2.	27.0±2.36 DE	72.2±0.68 D-G	33.6±2.99 D
3.	29.0±1.67 B-D	73.1±0.86 B-E	32.84±2.12 D
4.	32.5±1.87 B	73.75±0.61 A-C	37.85±2.09 AB
5.	30.16±5.23 B-D	71.86±0.91 E-G	34.05±2.63 CD
6.	25.33±3.50 EF	72.21±1.09 D-G	34.08±2.27 CD

7.	29.83±2.78 B-D	73.85±0.55 A-C	38.52±3.76 A
8.	30.83±2.63 BC	73.33±2.07 B-D	38.47±3.18 A
9.	30.83±2.31 BC	71.26±0.40 G	33.75±1.79 CD
10.	31.0±2.0 BC	72.83±0.67 C-F	35.1±1.78 B-D
11.	29.16±0.40 B-D	72.7±1.42 C-F	37.15±1.62 AB
12.	28.5±0.83 C-E	74.98±1.22 A	36.45±2.94 A-C
13.	35.66±2.65 A	74.15±1.14 AB	37.4±4.13 AB
14.	36.33±3.88 A	73.58±1.10 BC	35.65±1.71 B-D
<b>Ortalama</b>	29.91±4.28	72.802±1.718	35.38±3.41
<b>P değeri</b>	0.000	0.000	0.000

\* Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.05$ )

Elementler	Uyg.1 (ppm)	Uyg.2 (ppm)	Uyg.3 (ppm)	Uyg.4 (ppm)	Uyg.5 (ppm)	Uyg.6 (ppm)	Uyg.7 (ppm)	Uyg.8 (ppm)	Uyg.9 (ppm)	Uyg.10 (ppm)	Uyg.11 (ppm)	Uyg.12 (ppm)	Uyg.13 (ppm)	Uyg.14 (ppm)
Azot (N)	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186
Fosfor (P)	39.02	39.02	39.02	39.02	39.02	39.02	39.02	39.02	39.02	39.02	39.02	39.02	39.02	39.02
Potasyum (K)	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166
Magnezyum (Mg)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Kalsiyum (Ca)	<b>180</b>	<b>200</b>	<b>220</b>	<b>240</b>	<b>180</b>	<b>200</b>	<b>220</b>	<b>240</b>	<b>180</b>	<b>200</b>	<b>220</b>	<b>240</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
Demir (Fe)	8.35	8.35	8.35	8.35	8.35	8.35	8.35	8.35	8.35	8.35	8.35	8.35	8.35	8.35
Mangan (Mn)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Bor (B)	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457
Bakır (Cu)	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Çinko (Zn)	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
Kükürt (S)	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34

---

Silisyum (Si)	100	200	300	400	400	300	200	100	-	-	-	-	200	300
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	---	---	---	-----	-----

---

**Çizelge 1. Kullanılan Besin Solüsyonlarının Konsantrasyonları (ppm)**

12. Uygulama fotosentez etkinliği bakımından en yüksek değeri almışken (%74.98), en düşük değer ise 9. Uygulamada belirlenmiştir (%71.26).

Klorofil (SPAD) okuma değerleri bakımından istatistiksel açıdan önemli ( $p<0.05$ ) farklılıklar bulunmuştur. En yüksek klorofil (SPAD) okuma değeri sırasıyla 7. Ve 8. Uygulamalarda (38.52 ve 38.47) en düşük SPAD değeri ise ortalamanın çok altında bir değer ile 1. uygulamada (30.36) belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda SPAD değerleri 32.84 ile 37.85 arasında değişmiştir.

#### 4.4 Bitki Yaprak Renk Değerleri

Fide yapraklarında belirlenen renk değerleri Çizelge 3’ de verilmiştir. L renk değerleri bakımından Uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu, 1. Uygulamada en yüksek L değeri (40.49) ni aldığı, sırasıyla 4. ve 11. Uygulamalar da ise ( 37.5, 37.523) en düşük L değerleri belirlenmiştir.

a renk değerleri bakımından 11. Uygulama en yüksek değer ölçülürken (-15.67), diğer uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmamıştır. En düşük a renk değeri 1. Uygulamada (-19.17) belirlenmiştir.

b renk değerleri bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiş, 1. Uygulama en yüksek değerde (29.003), en düşük b değeri ise 4. Uygulamada (21.13) ölçülmüştür.

Çizelge 3. Bitki Yaprak Renk Değerleri

Uygulamalar	L*	a*	b*
1.	40.49±0.27 A	-19.17±0.07 G	28.31±0.23 A
2.	39.10±0.47 BC	-16.83±0.18 B-D	22.70±1.22 DF
3.	38.43±0.40 C	-17.36±0.83 C-E	22.64±0.21 DF
4.	39.11±0.19 BC	-16.09±0.20 AB	21.13±0.73 F
5.	38.39±1.15 C	-15.73±0.59 A	21.81±0.62 EF
6.	39.19±0.70 BC	-17.50±0.42 DE	24.41±0.39 B-D
7.	39.38±0.44 BC	-18.54±0.28 FG	25.12±2.98 BC
8.	39.02±0.75 BC	-18.19±0.69 EF	26.37±0.57 B
9.	38.95±0.24 BC	-17.51±0.39 DE	23.98±0.96 CD
10.	33.76±0.28 BC	-16.68±0.17 A-D	24.20±1.33 CD
11.	36.52±0.97 C	-15.67±0.83 A	21.55±1.00 EF
12.	37.24±0.38 C	-16.40±1.02 A-C	22.78±1.05 DF
13.	37.15±0.60 C	-15.82±0.92 AB	23.51±0.69 C-E
14.	36.88±0.39 C	-16.10±0.14 AB	23.17±0.25 C-F
<b>Ortalama</b>	38.94±1.33	-16.97±1.17	23.69±2.11
<b>P değeri</b>	0.000	0.000	0.000

\* Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p\leq 0.05$ )

(\*:L: parlaklık; a: + kırmızı renk, - yeşil renk; b:+ sarı renk, - mavi rengi göstermektedir.)



#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tarımsal üretimde konvansiyonel gübrelerin uzun süre yoğun bir şekilde uygulanması dünya çapında yeraltı suyu kirliliğine toprak kalitesinin bozulmasına ve hava kirliliği gibi ciddi çevresel kısıtlamalara neden olmaktadır [11]. Ayrıca kimyasal gübrelerin gereğinden fazla uygulanmasından kaynaklanan maliyet artışları da yetiştiricilerin kar marjlarını düşürmektedir. Bütün bu sebeplerden dolayı gübre kullanım etkinliğini artırmak için yeni yenilikçi gübre kaynaklarının geliştirilmesine büyük bir ilgi vardır [12].

Bitkide makro elementler kadar yüksek konsantrasyonlarda biriken Silisyum [13] bitki gelişiminde mutlak gerekli elementler arasında yer almamaktadır. Silisyum fonksiyonel olarak kabul edilir [14] ve bitkiler üzerindeki rolü henüz az anlaşılmış durumdadır. Silisyum bitkide immobil olduğundan dolayı, transpirasyonla bitkinin üst yapraklarına taşınmaktadır. Alınan silisyum özellikle yaprak kutikülü altında birikmekte, yaprakların daha dik durmasını sağlamakta, fotosentetik aktiviteyi artırmakta ve transpirasyonu iyileştirmektedir. Böylece bitki sapını güçlendirerek bitkinin yatmaya karşı direncini artırmakta ve fide dikiminin sonrasında kardeşlenme sayısını artırmada olumlu etkileri bulunmaktadır [15].

Sebze yetiştiriciliğinde; ismine doğru, sağlıklı ve pişkin fide eldesi başarılı üretimin temel unsurlarından biridir. Bitki bünyesinde bulunan besin element miktarlarının minimum kuralına uygun, gerekli besin elementlerinden yeterince bulunması istenir. Bütün bu bilgilerin ışığında yapmış olduğumuz çalışmanın sonuçlarını değerlendirecek olursak;

Bitkinin fotosentez ve klorofil miktarları bitki gelişimi bakımından önemli bir husustur [16]. Çalışmamızda klorofil okuma değerleri en yüksek çıkan uygulamalar 7. ve 8. Uygulamalar olup, fotosentez değerleri açısından en yüksek değerler ise 13., 14., 12. uygulamaların yapıldığı bitkilerde ölçülürken diğer uygulamalara nispetle önemli bir fark belirlenmiştir. Bu uygulamaların yapıldığı bitkilerin yaprakları daha koyu renkte olduğu resimlerden de bakılarak anlaşılabilir. Bu sonuçların silisyumun en fazla uygulandığı fidelerde ölçüldüğü hususu da dikkat çekicidir. Uygulamalar arasındaki L, a, b yaprak renk değerlerinde ise en yüksek değer 1. Uygulamada ölçülmüştür.

Bitkilerin besin elementlerinin alımları belirli bir denge içinde olmalıdır. Aksi takdirde bu oranların artış veya azalışı dengenin değişmesine sebep olmakta ve bu durumunda bitkilerin gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Kısacası bitki gelişiminin iyi olması için, bitki besin elementlerinin ortamda fazla bulunması bitkiler için her şartta olumlu olacağı anlamına gelmez. Bitki besin elementlerinin yarayışlılıklarını birçok faktör yönlendirir. Toprakta gereğinden fazla kalsiyum bulunması halinde potasyum, demir, fosfor ve diğer elementler bitkilerin

yararlanamayacağı formlara dönüşür [17, 18]. Yine toprak çözeltisinde yüksek miktarda bulunan hidrojen, potasyum, amonyum, kalsiyum gibi iyonlar magnezyum alımını azaltarak noksanlığa neden olabilmektedir. Ayrıca pH değeri 5 ve daha düşük olan topraklarda bulunan yüksek miktardaki alüminyum iyonları da magnezyum alımını azaltarak noksanlık meydana getirmektedir [17]. Bu çalışmadan elde ettiğimiz klorofil, fotosentez ve yaprak renk farklılıklarının oluşmasında bu antagonistik etkilerden kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Günümüzde artan nüfusun gıdalarının temininde üretim kaynaklarının verimin artırılması oldukça önem arz etmektedir. Tarımsal üretimde verimin artırılması birim alandan yüksek verimin alınmasıyla ve kısa zamanda ürün elde edilmesiyle mümkün olmaktadır. Bundan dolayı tarımsal yetiştiricilikte de fide ile üretim önemli yer teşkil etmektedir. Gerek ekonominin canlanması ve gerekse insanların besin kalitesinin artması bakımından domates fidesi yetiştiriciliği önem arz etmektedir. Araştırma bulguları değerlendirildiğinde iyi kalitede ve pişkin domates fidesi yetiştirmede en uygun besin reçetelerinin sırasıyla 12., 13., 14. ve 11. uygulamaların olduğu sonucuna varılmıştır. 13. Ve 14.Uygulamanın Silisyumun 200 ppm. 300 ppm uygulandığı bitkiler olduğu, 11. Ve 12.uygulamaların ise silisyum ilave edilmemiş ve kalsiyumun en yüksek iki dozunun uygulandığı bitkiler olduğu dikkat çekmektedir. Biyotik ve abiyotik stres şartlarına karşı uygulanan silisyumun bitki gelişimi, antioksidan ezim aktiviteleri, fotosentez ve klorofil miktarları üzerine olumlu etkisinin olduğu yönünde çalışmalar mevcuttur [19-27]. Yaptığımız çalışmanın sonucu ile ilişkilendirdiğimizde silisyumun bitkilerin tüm metabolik etkileri üzerinde; özellikle besin elementlerinin alınmasında, fotosentez üzerinde olumlu etkilerinin yanı sıra antioksidan enzim miktarlarının artırmada ve dolayısıyla asimilatların birikiminde olumlu etki yaptığı yönde fikir oluşturmuştur. Son yıllarda silisyum elementinin biyotik ve abiyotik stres üzerine etkileri ve stresin etkilerinin azaltılması amacıyla kullanımı konusunda yapılan araştırmalar giderek artmaktadır. Yapılan kapsamlı literatür taramalarında silisyumun fide gelişimi üzerine etkileri ve gerekse kalsiyum ve silisyumun fide gelişimi üzerine etkileri ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Böyle bir çalışmaya rastlanılmamış olması bilimsel kaynaklar bakımından önemli bir eksikliklerdir. Elde edilen sonuçlara göre uygun dozda silisyum uygulamalarının gerek fide gelişimine ve gerekse kalitesine olumlu etkilerinin olduğu yöndedir. Tarımsal üretimde önem arz eden ve özgün olan bu konunun diğer sebze türleri içinde yapılması önerilmektedir. Gelecekte yapılacak olan çalışmalar, sürdürülebilir tarımda bu tür uygulamalarla ilgili kapsamlı bilgi üretmeye odaklanmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2021-9470 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Demir, İ., Balkaya, A., Yılmaz, K., Onus, A. N., Uyanık, M., Kaycıoğlu, M., Bozkurt, B. Sebzelelerde tohumluk ve fide üretimi. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 11, 15, 2010.
- [2] Balkaya, A., Kandemir, D., Sarıbaş, Ş. Türkiye sebze fidesi üretimindeki son gelişmeler. TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 4(13), 4-8, 2015.
- [3] Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J. K., Bohnert, H. J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Biology, 51(1): 463-499, 2000.
- [4] Sistani, K. R., Savant, N. K., Reddy, K. C. Effect of rice hull ash silicon on rice seedling growth". Journal of Plant Nutrition, 20(1), 195-201, 1997.
- [5] Ma, J. F., "Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses". Soil science and plant nutrition, 50(1), 11-18, 2004.
- [6] Savant, N. K., Snyder, G. H., Datnoff, L. E. Silicon management and sustainable rice production". Advances in agronomy, 58, 151-199, 1996.
- [7] Epstein, E., The anomaly of silicon in plant biology. Proceedings of the National Academy of Sciences, 91(1), 11-17, 1994.
- [8] Ma, J. F., Miyake, Y., Takahashi, E., Silicon as a beneficial element for crop plants. Studies in plant Science, 8, 17-39, 2001.
- [9] Liang, Y., Sun, W., Zhu, Y.-G., Christie, P., Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review. Environmental pollution, 147(2), 422-428, 2007.
- [10] Anonim. <https://www.nanokar.com/bolum/Nano-silisyum-171.html> 2022.
- [11] Congreves, K. A., Van Eerd, L. L. Nitrogen cycling and management in intensive horticultural systems. Nutrient cycling in agroecosystems, 102, 299-318, 2015.
- [12] Van Eerd, L. L., Turnbull, J. J. D., Bakker, C. J., Vyn, R. J., McKeown, A. W., Westerveld, S. M. Comparing soluble to controlled-release nitrogen fertilizers: storage cabbage yield, profit margins, and N use efficiency. Canadian Journal of Plant Science, 98(4), 815-829, 2017.
- [13] Ma, J. F., Goto, S., Tamai, K., Ichii, M. Role of root hairs and lateral roots in silicon uptake by rice. Plant physiology, 127(4), 1773-1780, 2001.
- [14] Kacar, B., İnal, A. Bitki Analizleri. Nobel Yayın No: 1241. Fen Bilimleri, 63(1), 2008.
- [15] Liang, Y., Sun, W., Zhu, Y.-G., Christie, P. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review. Environmental pollution, 147(2), 422-428, 2007.
- [16] Zeren, I., Cantürk, U., Yaşar, M. O. Bazı peyzaj bitkilerinde klorofil miktarının değişimi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(2), 174-182, 2017.
- [17] Aktas, M. Bitkilerde beslenme bozuklukları: Nedenleri ve Tanınmaları. Engin Yayınevi, 1998.

- [18] Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ. İ., Savaşçı, S., Paslı, N. Ekoloji-II (Toprak). Başkent Klişe Matbaacılık, Kızılay-Ankara, 2001.
- [19] Hattori, T., Inanaga, S., Araki, H., An, P., Morita, S., Luxová, M., Lux, A. Application of silicon enhanced drought tolerance in Sorghum bicolor. *Physiologia Plantarum*, 123(4), 459-466, 2005.
- [20] Liang, Y., Wong, J. W. C., Wei, L. Silicon-mediated enhancement of cadmium tolerance in maize (*Zea mays* L.) grown in cadmium contaminated soil. *Chemosphere*, 58(4), 475-483, 2005.
- [21] Haghighi, M., Pessarakli, M. Influence of silicon and nano-silicon on salinity tolerance of cherry tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) at early growth stage. *Scientia Horticulturae*, 161, 111-117, 2013.
- [22] Tantawy, A. S., Salama, Y. A. M., El-Nemr, M. A., Abdel-Mawgoud, A. M. R. Nano silicon application improves salinity tolerance of sweet pepper plants. *Int. J. ChemTech Res*, 8(10), 11-17, 2015.
- [23] Çelik, Y. *Kavunda Tuz Stresi Koşullarında Silisyum Uygulamalarının Fide Gelişimi Ve Bazı Besin Elementi İçeriklerine Etkileri.* , Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2016.
- [24] Artyszak, A. Possibilities of using silicon for foliar fertilization of sugar beet. *Wies Jutra: Warsaw, Poland*, 128, 2017.
- [25] Hřivna, L., Joany, K. H., Machálková, L., Burešová, I., Sapáková, E., Kučerová, J., Šottníková, V. Effect of foliar nutrition of potassium and silicon on yield and quality of sugar beet in unusual windy conditions in 2014 and 2015. *Listy Cukrovarnicke a Reparske*, 133(5-6), 182, 2017.
- [26] Kalteh, M., Alipour, Z. T., Ashraf, S., Marashi Aliabadi, M., Falah Nosratabadi, A. Effect of silica nanoparticles on basil (*Ocimum basilicum*) under salinity stress. *Journal of Chemical Health Risks*, 4(3), 2018.
- [27] Trawczyński, C. The effect of biostimulators on the yield and quality of potato tubers grown in drought and high temperature conditions. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 289, 11-19, 2020

## TUZ STRESİ VE GERİ KAZANIM SÜRECİNDE DOMATES BİTKİSİNİN GELİŞİMİNDEKİ DEĞİŞİMLER

### CHANGES IN THE DEVELOPMENT OF TOMATO PLANT DURING SALT STRESS AND RECOVERY PROCESS

Fikret YAŞAR<sup>1</sup>, Özlem ÜZAL<sup>2</sup>, Ömer ÖZTAŞ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Prof.Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı  
Anabilim Dalı, [fyasar@yyu.edu.tr](mailto:fyasar@yyu.edu.tr), ORCID No: 0000-0001-6598-8580

<sup>2</sup> Doç.Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı  
Anabilim Dalı, [ozlemuzal@yyu.edu.tr](mailto:ozlemuzal@yyu.edu.tr), ORCID No: 0000-0002-1538-820X

<sup>3</sup> Yük. Zir.Müh., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri  
Anabilim Dalı, [omer\\_30@hotmail.com.tr](mailto:omer_30@hotmail.com.tr), ORCID No: 0000-0001-9034-5675

#### ÖZET

Çalışma, domates fidelerinin tuz stresi altındaki tepkilerini ve geri kazanım sürecinde geliştirdikleri uyum mekanizmalarını anlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, 19T1.8648 F1 domates çeşidi kullanılmıştır. Çalışma, 24±2 °C sıcaklık, 16 saat ışık (450 µmol/m<sup>2</sup>/s ışık şiddeti) ve 8 saat karanlık, %50-60 hava oransal nem içeren iklim odasında yürütülmüştür. Çimlendirilen ve 2 gerçek yapraklı fideler, pomza ortamına ekildikten sonra su kültürüne alınmıştır. Fidelerin 4-5 yapraklı dönemde olduğu sırada tuz uygulamalarına başlanmıştır. Tuz uygulaması öncesinde (0. gün), bitki örnekleri alınarak, tuz uygulanacak fideler için besin çözeltisine 25, 50, 75,100 mM tuz konsantrasyonunu sağlamak amacıyla NaCl eklenmiştir. Tuz uygulamasının 9. gününde bir örnek alma işlemi daha gerçekleştirilmiş, ardından tuz uygulaması durdurulmuş ve bitkiler hogland çözeltisinde yetiştirilmeye devam edilmiştir. Geri kazanım sürecinde, bitkilerin tuz stresine karşı gösterdiği tepkileri izlemek adına 15 günlük süre içinde 7 günde bir olmak üzere iki kez örnek alma işlemi yapılmıştır. Hasat edilen bitkilerin kök ağırlığı, gövde ağırlığı, yaprak sayısı, yaprak ağırlığı ve bitki boyu gibi temel büyüme parametreleri ölçülmüştür. Verilerin analizi için JMP Statistical Discovery LLC (ver. 17) istatistik analiz paket programı kullanılmıştır. Fiziksel ölçümler sonucunda, tuz stresinin bitki gelişim parametrelerini olumsuz yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Ancak, bitkilerin gelişiminde geri kazanım döneminin 15. gününde, stresin etkisinden kurtularak normal gelişim metabolizmasına geçebildikleri görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Domates, Geri kazanım, NaCl, tuz stresi

## ABSTRACT

In the study; It was aimed to understand how tomato seedlings respond to salt stress under salt stress, during the recovery process and what adaptation mechanism they develop in their development.. 19T1.8648 F1 tomato variety was used in the study. The study was conducted in climate room with a temperature of  $24\pm 2$  °C, 16 hours of light ( $450 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  light intensity) and 8 hours of darkness, and 50-60% air relative humidity. Seedlings with 2 true leaves, germinated in pumice medium, were placed in water culture, salt applications were started to seedling when they had 4-5 leaves. Before salt application (day 0), plant samples were taken and NaCl was added to the nutrient solution to provide 25, 50, 75 mM salt concentration for the seedlings to be salted. Another sample was taken on the 9th day of salt application, then the salt application was stopped and plants continue to grow in Hoagland solution and were taken into recovery process. During the recovery process, sampling was done twice, once every 7 days within a 15-day period. Some basic growth parameters of the harvested plants, such as root weight, stem weight, number of leaves, leaf weight and plant height, were measured. JMP Statistical Discovery LLC (ver. 17) statistical analysis package program was used to evaluate the data. As a result of physical measurements, it was seen that salt stress had a negative effect on plant development parameters. On the 15th day of the plant growth recovery process, it was able to get rid of stress metabolism and switch to normal development metabolism.

**Key words:** Tomato, Recovery, NaCl, salt stress,

## 1. GİRİŞ

Ekonomik açıdan büyük öneme sahip olan bitkilerden biri olan domates, toprak ve sulama suyundan kaynaklanan tuzluluk sorunu nedeniyle verim ve kalite üzerinde önemli etkilere yol açmaktadır. Tuzlu ortamlarda yetiştirilen bitkilerin büyümesini engelleyen faktörler şunlardır: a) Kök bölgesinde düşük su potansiyeli nedeniyle su alımında azalma veya su stresi, b) Artan  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının bitkinin bünyesinde birikmesine neden olan iyon toksisitesi, c) Besin maddelerinin alımında ve taşınımında dengesizlikler, özellikle  $\text{K}^+$  ve kısmen  $\text{Ca}^{+2}$  eksiklikleri [1, 2, 3, 4]. Bu etmenler, domatesin büyüme ve gelişmesini ciddi şekilde engellemektedir.

Domates, geniş iklim kuşağında yetişse de, sıcak ve kuru alanlarda tuzlu toprakların kısıtlayıcı bir faktör olduğu yerlerde üretimi yoğunlaşmıştır. Bu alanlar, domates için uygun koşullar sunsa da, tuzluluk ciddi bir sorun teşkil etmektedir. Ticari domates genotipleri genellikle tuzluluğa duyarlıdır ve tohum çimlenmesi, vejetatif ve generatif gelişme tuz stresi altında azaldığı için ürün kaybına neden olmaktadır [5, 6, 7]. Toprak çözeltisindeki EC'nin 2.5 dS/m'yi geçtiği durumlarda domates meyve verimi düşmeye başlar [8, 9]. Bu eşik değere göre her 1 dS/m'lik EC artışı, domates veriminde yaklaşık %10'luk bir düşüşe neden olabilir [9].

Tuz stresine dayanıklı domates (*Solanum lycopersicum*) türlerini geliştirmek için yapılan çalışmalarda, bazı türlerin genotiplerinde tuzluluğa dayanımı sağlayan genlerin bulunamaması ve bir karakterin birçok gen tarafından kontrol edilmesi gibi zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu çalışma, F1 domates çeşidinde tuz stresine maruz kalmanın neden olduğu zararları ve geri



kazanım sürecinde meydana gelen iyileşmeleri belirleyerek, farklı dozlar arasındaki morfolojik farklılıkları ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu şekilde, domates bitkisinin tuz stresi ve geri kazanım sürecinde geliştirdiği mekanizmalar açıklanarak, bitki gelişim performansındaki değişikliklerin anlaşılması hedeflenmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma, normal atmosfer koşullarının sağlandığı bir split klimalı iklim odasında gerçekleştirilmiştir. İklim odasında sıcaklık sabit bir şekilde  $24\pm 2$  °C olarak ayarlanmış ve 16 saat boyunca ışık ( $450 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ışık şiddeti) ile 8 saat boyunca karanlık süreleri titizlikle sağlanmıştır. Ayrıca, çalışma süresince %50-60 hava oransal nem seviyesi korunmuştur, bu da deneyin güvenilirliğini artırmıştır.

Çalışmada kullanılan bitkisel materyal, özel bir firma olan Argeto Sebze Tohumları tarafından tedarik edilen 19T1.8648 F1 domates tohum çeşididir. Firmanın temin ettiği tohumlar, iklim odasında torf ve pomza ortamında çimlendirilmiş ve daha sonra durgun su kültürüne alınmıştır, bu da bitkilerin sağlıklı bir şekilde yetişmesini sağlamıştır. Çizelge 1’de kullanılan besin elementi konsantrasyonları verilmiştir.

Çimlenen ve en az 2 gerçek yaprağı olan fideler, özel plastik plakalara yerleştirilmiş küvetlere aktarılmıştır. Bu küvetlerde, fidelerin havalandırılması için hava pompasından uzatılan hava hortumları aracılığıyla delikler bulunmaktadır, bu da bitkilerin sağlıklı bir ortamda büyümesine katkıda bulunmuştur. Fidelerin 4-5 yaprağı ulaştığı dönemde, tuz uygulamalarına başlanmıştır, bu da çalışmanın temel bir aşamasını oluşturmuştur.

Tuz uygulanacak fidelerin besin çözeltisine, farklı konsantrasyonlarda (25, 50, 75 ve 100 mM) tuz eklenmiştir. Tuz uygulamasının 9. gününde bir örnek alma işlemi daha gerçekleştirilmiş, ardından tuz uygulaması sonlandırılmış ve bitkiler, hoagland çözeltisinde yetiştirilmeye devam edilerek geri kazanım sürecine alınmıştır.

### Çizelge 1 Hoagland Solüsyonunda Kullanılan Bitki Besin Elementleri Konsantrasyonları

Bitki Besin Elementi	Miktarı (ppm)
Azot (N)	186
Fosfor (P)	31
Potasyum (K)	146
Kalsiyum (Ca)	200
Magnezyum (Mg)	49.28
Demir (Fe)	3.30
Mangan (Mn)	0.031
Bor (B)	0.205
Bakır (Cu)	0.015
Çinko (Zn)	0.023

Geri kazanım sürecinde, bitkilerin temel büyüme parametreleri üzerindeki etkileri belirlemek amacıyla 15 günlük süre içinde 7 günde bir olmak üzere iki kez örnek alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen bitkilerin kök ağırlığı, gövde ağırlığı ve yaprak ağırlığı hassas

terazi kullanılarak ölçülmüş, gövde çapı kumpasla belirlenmiş, bitki boğum arası mesafe cetvelle ölçülmüş ve bitkilerin yaprak sayısı ile boyu detaylı bir şekilde belirlenmiştir.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Kök Ağırlığı

Çizelge 2, 9 günlük tuz uygulama dönemi boyunca (25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM) ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan bitkilerin kök ağırlıklarındaki değişimleri göstermektedir.

Tuz uygulaması dönemi ve geri kazanım dönemleri boyunca yapılan periyodik bitki örneklemeleri, tuzun bitkiler üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu örneklemelerin sonuçlarına göre, tuz uygulanan bitkilerle kontrol bitkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Uygulama döneminde, tuz uygulanan bitkilerle kontrol bitkilerinin kök ağırlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu durum, tuzun bitkilerin kök ağırlığı üzerinde uygulama döneminde belirgin bir etki yaratmadığını göstermektedir. Ancak, geri kazanım sürecinde, bitkilerin kök ağırlıklarında gözlemlenen artışlar, özellikle geri kazanımın ikinci periyodunda belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Geri kazanım döneminde tespit edilen kök ağırlığı artışları, bitkilerin tuz stresinden kurtulmaya başladığını ve normal büyümelerine geri dönmeye başladığını göstermektedir. Bu süreçte, tuz uygulanan bitkilerin kontrol bitkileriyle aynı kök ağırlığı aralığına gelmesi, bitkilerin normale dönmeye başladığını doğrulamaktadır. Sonuçlar, tuz uygulamasının bitkiler üzerinde etkili olduğunu ve tuz stresine karşı bitkilerin belirgin bir tepki verdiğini göstermektedir. Tuz stresi altında bitkilerin kök ağırlıklarında değişiklikler yaşandığı, ancak uygun şartlar sağlandığında bitkilerin normale dönebileceği sonucuna varılabilir. Bu bulgular, tuz stresinin bitki büyümesi üzerinde geçici etkilere sahip olduğunu ve uygun koşullar sağlandığında bitkilerin normale dönebileceğini destekler.

**Çizelge 2. 9 Günlük Tuz Uygulama Dönemi Ve Geri Kazanım Döneminde Belirlenen Kök Ağırlıkları (g)**

DÖNEMLER	UYGULAMALAR				
	0 mM (Kontrol)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM
Uygulama Dönemi	4.92 CD	4.80 CD	5.32 CD	4.41 D	6.89 BC
G.K.D. 7.GÜN	5.74 CD	5.35 CD	5.44 CD	8.49 B	5.50 CD
G.K.D.15.GÜN	11.57 A	6.92 BC	5.18 CD	7.00 BC	6.09 B-D

\*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.( $p \leq 0.001$ ) (G.K.D.: Geri kazanım dönemi)

#### 3.2.Gövde Ağırlığı

Çizelge 3, 9 günlük tuz uygulama dönemi (25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM) ve geri kazanım sürecindeki dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin gövde ağırlıklarındaki değişimleri göstermektedir.

Tuz uygulama dönemi ve geri kazanım dönemleri boyunca, her iki grupta (kontrol bitkileri ve tuz uygulanan bitkiler) periyodik aralıklarla alınan bitkilerin gövde ağırlıklarında istatistiksel

olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Tuz uygulanan bitkilerde, uygulama dönemi boyunca gövde ağırlıklarında bir azalma gözlemlenmiştir. Ancak, geri kazanım sürecinde, özellikle bu artışların ikinci periyotta belirgin bir şekilde olduğu belirlenmiştir. Bu durum, tuz stresinin etkilerinin geri kazanım sürecinde gövde ağırlıklarında olumlu bir değişime neden olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 3. 9 Günlük Tuz Uygulama Dönemi Ve Geri Kazanım Döneminde Belirlenen Gövde Ağırlıkları (g)**

DÖNEMLER	UYGULAMALAR				
	0 mM (Kontrol)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM
Uygulama Dönemi	13.59 B-D	10.34 DE	6.05 E	5.90 E	5.70 E
G.K.D. 7.GÜN	18.21 BC	14.52 B-D	11.37 C-E	18.37 B	10.42 DE
G.K.D.15.GÜN	32.99 A	17.18 B-D	11.91 B-E	16.78 B-D	12.53 B-E

\*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.( $p \leq 0.001$ ) (G.K.D.: Geri kazanım dönemi)

### 3.3.Gövde Çapı

Çizelge 4, 9 günlük tuz uygulama dönemi (25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM) ve geri kazanım sürecindeki dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin gövde ağırlıklarındaki değişimleri içermektedir.

Tuz uygulama dönemi ve geri kazanım dönemlerinde alınan bitki örneklerinin gövde çapları üzerinde yapılan analizlerde, istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Tuz uygulanan bitkilerde uygulama dönemi boyunca gövde çaplarında belirgin artışlar gözlemlenmiştir. Geri kazanım süreci ise özellikle birinci ve ikinci periyotlarda, tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövde çaplarında önemli ölçüde artış yaşandığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, tuzun bitkilerin büyüme süreçlerine dönemsel olarak farklı etkiler yaptığını göstermektedir. Özellikle geri kazanımın birinci periyodunda, tuz uygulanan bitkilerin gövde çaplarındaki artışların belirgin olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4. 9 Günlük Tuz Uygulama Dönemi Ve Geri Kazanım Döneminde Belirlenen Gövde Çapı (mm)**

DÖNEMLER	UYGULAMALAR				
	0 mM (Kontrol)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM
Uygulama dönemi	8.13 AB	7.15 B-D	7.19 B-D	6.49 CD	6.01 D
G.K.D. 7.GÜN	7.34 B-D	7.32 B-D	6.64 CD	7.10 B-D	6.50 CD
G.K.D.15.GÜN	9.55 A	7.31 B-D	6.89 B-D	7.57 BC	7.56 BC

\*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.( $p \leq 0.001$ ) (G.K.D.: Geri kazanım dönemi)

### 3.4.Yaprak Ağırlığı

Çizelge 5, 9 günlük tuz uygulama dönemi (25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM) ve geri kazanım sürecindeki periyodik bitkilerin yaprak ağırlıklarındaki değişimleri içermektedir.

Tuz uygulaması dönemi ile geri kazanım dönemlerinde, belirli aralıklarla örneklenen bitkilerin yaprak ağırlıklarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Tuz uygulanan bitkilerde, uygulama döneminde yaprak ağırlıklarında azalmalar gözlenmiştir.

Ancak geri kazanım sürecinin birinci ve ikinci periyotlarında, tuz uygulanan bitkilerin yaprak ağırlıklarında artışlar meydana gelmiştir. Farklı tuz dozlarının kullanıldığı geri kazanım sürecinde, her dört dozda da yaprak ağırlıklarında artışlar gözlemlenmiş ve bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, tuzun bitkilerin yaprak büyümesini belirli dönemlerde olumsuz yönde etkileyebileceğini, ancak geri kazanım dönemlerinde bu etkilerin tersine döndüğünü göstermektedir. Dolayısıyla, tuz uygulaması döneminde ve geri kazanım dönemlerinde bitkilerin yaprak ağırlıklarında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiş ve tuzun bitki büyümesi üzerinde dönemsel etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Geri kazanım sürecinde farklı tuz dozlarının kullanılması, yaprak ağırlıklarında önemli artışlara neden olmuştur.

**Çizelge 5. 9 Günlük Tuz Uygulama Dönemi Ve Geri Kazanım Döneminde Belirlenen Yaprak Ağırlıkları (g)**

DÖNEMLER	UYGULAMALAR				
	0 mM (Kontrol)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM
Uygulama Dönemi	21.33 B-F	18.61 D-F	11.69 EF	9.95 F	11.94 EF
G.K.D. 7.GÜN	28.54 B-D	28.08 B-D	17.88 D-F	33.89 BC	20.82 C-F
G.K.D.15.GÜN	50.71 A	33.02 BC	21.50 B-F	34.22 B	23.25 B-E

\*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.( $p \leq 0.001$ ) (G.K.D.: Geri kazanım dönemi)

### 3.5. Yaprak Sayısı

Çizelge 6, 9 günlük tuz uygulama dönemi (25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM) ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan bitkilerin yaprak sayılarındaki değişimleri içermektedir.

Tuz uygulaması dönemi ile geri kazanım dönemleri arasında yapılan bitki yapraklarının detaylı bir incelenmesi, belirli bir zaman diliminde düzenli olarak alınan bitkilerin yaprak sayıları üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlara göre, düzenli tuz uygulamasına tabi tutulan bitkilerin yaprak sayıları, benzer bir süre boyunca takip edilen kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı benzerlikler göstermiştir. Ancak, dikkat çekici bir şekilde, tuz uygulanan bitkilerin yaprak sayılarında dönemsel olarak istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Tuz uygulanan bitkilerin yaprak sayıları, hem uygulama döneminde hem de geri kazanım dönemlerinde ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Uygulama döneminde, tuz uygulamasına maruz kalan bitkilerin yaprak sayılarında, kontrol bitkilerine göre belirgin farklılıklar saptanmıştır. Bu durum, tuzun bitkilerin büyüme süreçleri ve yaprak gelişimi üzerinde etkili olduğunu işaret etmektedir. Geri kazanım süreci incelendiğinde ise, tuz uygulamasına tabi tutulan bitkilerin yaprak sayılarında artışlar gözlemlenmiştir. Özellikle geri kazanımın ikinci periyodunda, tuz uygulanan bitkilerdeki yaprak sayılarında belirgin bir artış tespit edilmiştir. Bu durum, tuzun bitkilerin dönemsel olarak iyileşme ve yenileme yeteneklerini desteklediğini göstermektedir. Sonuç olarak, tuz uygulamasının bitkilerin yaprak sayıları üzerinde belirli dönemlerde etkili olduğu ve geri kazanım süreçlerinde bitkilerin yapraklarında gözle görülür bir artış sağladığı sonucuna

varılmıştır. Bu bulgular, tuzun bitkilerin büyüme ve iyileşme süreçlerine olan karmaşık etkilerini anlamamıza katkı sağlamaktadır.

**Çizelge 6. 9 Günlük Tuz Uygulama Dönemi Ve Geri Kazanım Döneminde Belirlenen Yaprak Sayıları (adet)**

DÖNEMLER	UYGULAMALAR				
	0 mM (Kontrol)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM
UYGULAMA DÖNEMİ	7.25 C-F	7.00 D-F	6.00 EF	5.75 F	6.00 EF
G.K.D. 7.GÜN	9.00 BC	8.00 CD	7.00 D-F	8.50 B-D	7.00 D-F
G.K.D.15.GÜN	11.50 A	10.00 AB	7.75 C-E	9.00 BC	7.50 C-F

\*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.( $p \leq 0.001$ ) (G.K.D.: Geri kazanım dönemi)

### 3.6. Bitki Boyu

Çizelge 7, 9 günlük tuz uygulama dönemi (25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM) ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan bitkilerin boyundaki değişimleri içermektedir.

Tuz uygulama dönemi ve geri kazanım dönemleri arasındaki periyodik ölçümler, bitkilerin uzunlukları üzerine yapılan detaylı incelemelerle gerçekleştirilmiştir. Bu incelemelerde, tuz uygulaması yapılan bitkilerin uzunlukları, kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında ve tuz uygulanan bitkiler arasında belirli aralıklarla ölçüldüğünde, periyodik olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Tuz uygulaması yapılan bitkilerin uzunlukları, uygulama döneminde gözle görülür bir artış göstermiştir. Özellikle geri kazanımın ikinci periyodunda, bu artış belirgin bir şekilde daha fazla olmuştur. Bu durum, tuz uygulamasının bitkilerin büyüme süreçlerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Uygulama döneminde, tuz uygulaması yapılan bitkilerin uzunlukları, istatistiksel olarak kontrol bitkileriyle aynı grupta yer almıştır. Ancak, geri kazanım sürecinin birinci periyodunda, tuz uygulaması yapılan bitkiler arasındaki uzunluk farklılıkları, istatistiksel olarak aynı grupta bulunmuştur. Bu durum, tuzun bitkilerin erken büyüme aşamasında etkili olduğunu ve bu dönemde uzunluk farklılıklarının gözlemlenmediğini göstermektedir. Geri kazanım sürecinin ikinci periyodunda ise, tuz uygulaması yapılan bitkiler arasındaki uzunluk farklılıkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu durum, tuzun bitkilerin olgunlaşma sürecinde daha belirgin bir etkisi olduğunu ve bu süreçte uzunluk farklılıklarının ortaya çıktığını göstermektedir. Overall, yapılan analizler tuz uygulamasının bitki büyüme süreçlerini dönemsel olarak etkilediğini ve bu etkinin özellikle geri kazanım dönemlerinde belirginleştiğini göstermektedir.

**Çizelge 7. 9 Günlük Tuz Uygulama Dönemi Ve Geri Kazanım Döneminde Belirlenen Bitki Boyu (cm)**

DÖNEMLER	UYGULAMALAR				
	0 mM (Kontrol)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM
UYGULAMA DÖNEMİ	31.12 D	30.15 DE	21.80 F	21.65 F	22.42 EF

G.K.D. 7.GÜN	46.53 B	35.80 CD	36.32 CD	47.10 B	30.12 DE
G.K.D.15.GÜN	64.00 A	43.07 BC	39.62 BC	42.00 BC	35.02 CD

\*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.( $p \leq 0.001$ ) (G.K.D.: Geri kazanım dönemi)

### 3.7.Boğum Arası Mesafe

Çizelge 8, 9 günlük tuz uygulama dönemi (25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM) ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan bitkilerin boğum aralarındaki değişimleri içermektedir.

Tuz uygulama ve geri kazanım dönemlerinde yapılan deneylerde, belirli aralıklarla örneklenen bitkilerin boğum arası mesafeleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu araştırma kapsamında, tuz uygulanan bitkiler ile kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Tuz uygulanan bitkilerin boğum arası mesafelerinde önemli değişiklikler meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca, tuz uygulanan bitkiler arasında yapılan karşılaştırmalarda, 9 günlük tuz uygulama döneminde 25 mM, 50 mM, 75 mM ve 100 mM tuz seviyelerinin boğum arası mesafeleri üzerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Ancak, geri kazanım sürecinin ikinci aşamasında, dört farklı dozda boğum arası mesafeleri arasında istatistiksel olarak belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu bulgular, tuz uygulamasının bitkilerin büyüme ve gelişimini etkileyebileceğini ve geri kazanım dönemlerinin bitkilerin tepki verme süreçlerini çeşitli şekillerde etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, bu çalışma, tuz uygulama ve geri kazanımın bitkilerin fizyolojik özellikleri üzerinde karmaşık etkileri olduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgular, tarım uygulamalarının bitki büyümesi ve verimliliği üzerindeki etkilerini anlamak ve optimize etmek için önemli bir temel sağlamaktadır.

**Çizelge 8. 9 Günlük Tuz Uygulama Dönemi Ve Geri Kazanım Döneminde Belirlenen Boğum Arası Mesafe (mm)**

DÖNEMLER	UYGULAMALAR				
	0 mM (Kontrol)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM
UYGULAMA DÖNEMİ	40.38 BC	40.96 BC	25.13 D	26.27 D	27.82 D
G.K.D. 7.GÜN	43.72 BC	41.09 BC	44.99 B	48.83 AB	33.45 CD
G.K.D.15.GÜN	58.46 A	45.77 B	41.75 BC	49.50 AB	38.81 BC

\*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.( $p \leq 0.001$ ) (G.K.D.:Geri kazanım dönemi)

## 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Tuzluluk, su potansiyelini azaltarak hücrelerin iyon dengesini bozar ve buna bağlı olarak bitki gelişimini olumsuz etkiler. Irshad ve ark. [10] tarafından yapılan bir çalışmada, tuz stresinin bitki köklerinde su alım yeteneklerinin azalması sonucunda kök gelişiminde ve gövde uzamasında gerilemeye neden olduğu belirtilmiştir. Bu stres altında bitki gövdelerinin çapının azaldığı, boylarının kontrol bitkilerine kıyasla küçük kaldığı, yaprak alanının ve çiçeklenmenin olumsuz etkilendiği bildirilmiştir. Benzer şekilde, farklı bitki türlerinde yapılan çalışmalar [11,



12, 13, 14, 15] tuz stresinin bitkilerin gelişimini olumsuz etkilediğini göstermiştir. Yürüttüğümüz çalışmanın sonuçları da tuz stresinin bitki gelişimi parametrelerini olumsuz etkilediğini doğrulamaktadır. Özellikle 75 mM ve 100 mM tuz konsantrasyonlarının uygulandığı bitkilerde olumsuz etkiler belirgin olarak görülmüştür.

Geri kazanım sürecinde, ilk periyotta düşük konsantrasyonda tuz uygulanan bitkilerde kısmi iyileşmeler gözlemlenmiştir. Özellikle ikinci periyotta, bitkilerin gelişiminde tam bir toparlanmanın gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, tuz uygulamasının bitkilerin büyüme ve gelişimini etkilediğini ve geri kazanım dönemlerinin bitkilerin tepki verme süreçlerini farklı şekillerde etkileyebileceğini göstermektedir.

Tuz stresinin bitkiler üzerinde sadece olumsuz etkileri olmadığı; kalite ve hastalıklara direncin artırılmasında, ürünler üzerinde olumlu etkileri olduğu da belirtilmiştir. Bu kapsamda, tuzluluğun bitki türlerine göre farklı etkiler gösterdiği ve bu etkilerin ürün özellikleri üzerinde değişikliklere neden olduğu rapor edilmiştir [16]. Yaptığımız literatür taramalarında domates bitkisinin tuz stresi süreci ve geri kazanım sürecindeki içsel mekanizmalarını inceleyen benzer bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın özgün bir değere sahip olması, domates bitkisinin tuz stresine karşı geliştirdiği mekanizmaların anlaşılması için yapılan fizyolojik parametrelerle gelişim verilerinin birlikte değerlendirilmesi ve farklı bitki türlerinde benzer çalışmaların yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2019-7940 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Munns, R., Termaat, A. Whole-plant Responses to Salinity. *Aust. J. Plant Physiol.*, 13: 143-160, 1986.
- [2] Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London, 1995.
- [3] Karanlık, S. *Değişik buğday genotiplerinde tuz stresine dayanıklılık ve dayanıklılığın fizyolojik nedenlerinin araştırılması.*(doktora tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adana, 2001.
- [4] Yaşar, F. *Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin Invitro Ve In Vivo Olarak İncelenmesi.* (Doktora Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bil. Enst., Van, 2003.
- [5] Wyn Jones, R.G. Salt tolerance. In: Physiological processes limiting plant productivity, pp. 271-292, Johnson, C.B. ed. Butterworths, London, 1981.
- [6] Maas, E. V. Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research*.1: 12-26, 1986.
- [7] Bolarin, M. C., Cuartero, E. G., Cruz, V., Cuartero, J. Salinity tolerance in four wild tomato species using vegetative yield-salinity response curves. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 116: 286-290, 1993.
- [8] Maas, E.V. Crop Salt tolerance. In *Salinity Assessment and Management*, Chap. 13. Ed. K K Tanji. pp. 262–304. Am Soc. Civil Eng. Manuals and Reports on Engineering Practice No 71. ASCE, New York, 1990.

- [9] Saranga, Y., Zamir, D., Marani, A., Rudich, J. Breeding tomatoes for salt tolerance—field-evaluation of *Lycopersicon* germplasm for yield and dry-matter production. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116,1067–1071, 1991.
- [10] Irshad, M., Yamamoto, S., Eneji, A.E., Endo, T., Hona, T. Urea and Manure Effect on Growth and Mineral Contents of Maize Under Saline Conditions. *J Plant Nutrit*, 25(1): 189-200, 2002.
- [11] Üzal, Ö. *Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Bazı Çilek Çeşitlerinde Jasmonik Asitin Bitki Gelişimi ve Antioksidant Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi*. (Doktora Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 2009.
- [12] Şevgin Zirek, N. *Biber Bitkisinde Tuz stresi Üzerine Magnezyumun Etkileri*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 2017.
- [13] Öztaş, Ö. *Tuz Stresi Altındaki Biber Bitkisine Potasyum Uygulamalarının Etkisinin Araştırılması*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 2018.
- [14] Yıldırım, Ö. *Tuz Stresi Altındaki Biber Bitkisine Kalsiyum Uygulamalarının Etkisinin Araştırılması*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 2019.
- [15] Bayram, N. *Tuz Stresi Ve Geri Kazanım Sürecinde Hıyarın Morfolojik, Fizyolojik Ve Biyokimyasal Değişimlerinin İncelenmesi*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 2019.
- [16] Shannon, M. C., Grieve, C. M. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*, 78: 5-38, 1999.

## THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF MACROALGAE

Prof. Dr. Sevim Polat<sup>1</sup>, Prof. Dr. Abdurahman Polat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çukurova University, Faculty of Fisheries, Department of Marine Biology, Adana, Türkiye,  
e-mail: [sevcan@cu.edu.tr](mailto:sevcan@cu.edu.tr) <https://orcid.org/0000-0002-4756-1177>

<sup>2</sup>Çukurova University, Faculty of Fisheries, Department of Seafood Processing Technology,  
Adana, Türkiye, e-mail: [apolat@cu.edu.tr](mailto:apolat@cu.edu.tr) <https://orcid.org/0000-0002-7381-2507>

### Abstract

Macroalgae are one of the most important communities of coastal ecosystems and have very important role in coastal habitats as they produce oxygen through photosynthesis and provide food and shelter for other organisms. In addition to being an important source of food for humans, they are an important source of raw materials for many industries due to their valuable biochemical components. Macroalgae also play an important role in mitigating the impact of climate change owing to their potential to absorb and store carbon dioxide. Since macroalgae are sessile organisms, they are highly affected by temperature increase and changes in environmental conditions. It has been revealed that climatic changes, which have shown their effects more in recent years, affect the distribution and community structures of macroalgae. Climatic changes may also cause changes in the nutritional content and bioactive substances of macroalgae. Experimental studies have shown that the level of impact varies according to the species and the level of stress factor. In this review, the effects of climatic changes on macroalgae were investigated by examining studies on the subject and the changes in their biochemical content were discussed on the basis of different species.

**Key words:** macroalgae, climate change, temperature, biochemical composition.

### 1. Introduction

Macroalgae (or seaweeds) are multicellular, photosynthetic primitive plant organisms that do not have roots, leaves or seeds, and are distributed in coastal ecosystems. They are divided into three groups as red, brown and green algae according to their colors, and their sizes can vary from a few centimeters to meters in length [1, 2, 3]. There are about 6000 red, 2000 brown and 1200 green algae species on earth [4]. In addition to their contribution to marine primary production, macroalgae have a supporting role in the ecosystem as they provide living and breeding habitat for other organisms. Macroalgae have been consumed as human food since ancient times. The first written records show that the use of macroalgae dates back to 1700

years ago [5]. Their use is especially common in Far Eastern countries. Although their early use was mostly in the form of human food and feedstuffs, in later years, with the realisation that they have very valuable nutritional ingredients and bioactive substances, their use has increased in European countries and their industrial use has become widespread. Changes in environmental conditions can affect aquatic organisms such as macroalgae in different ways. In this regard, it is important to investigate how climate changes affect macroalgae. The aim of this study is to review the effects of climate changes on macroalgae by examining the studies on the subject and to discuss the changes in their biochemical content.

## 2. Method

This study reviewed the available literatures regarding the information about macroalgae and the effects of climate change on the content of macroalgae. Scientific literatures were obtained from electronic databases such as Google Scholar, PubMed, ResearchGate and ScienceDirect, and library search. The topics macroalgae, seaweeds and their importance in the ecosystem, their nutritional content, and the effects of climate change on biochemical content were investigated.

## 3. The Importance of Macroalgae for Marine Ecosystems

Macroalgae are one of the most important communities of marine ecosystems. Their most important ecological functions are to produce organic matter by photosynthesis and to release oxygen during this process. Macroalgae, other marine plants and phytoplankton are responsible for approximately 50-80% of oxygen production on earth [6]. As macroalgae use carbon dioxide in photosynthesis, carbon dioxide produced by the respiration of animal organisms and fossil fuels, etc. is withdrawn from the atmosphere and included in the carbon cycle. It is estimated that macroalgae globally hold 173 T grC/year of carbon, and this value is stated to be higher than that held by seed plants in coastal habitats [7]. It is accepted that macroalgae have a climate-regulating effect because they play a role in reducing the amount of CO<sub>2</sub> in the atmosphere. Although macroalgae communities constitute a very small part of the coastal area, these habitats are considered an important component of adaptation to climate change and mitigation [6, 8]. On the other hand, many aquatic animals depend on macroalgae for their nutrition. For this reason, macroalgae have a strategic importance in the food chain as they convert inorganic matter into organic matter and form nutrients for higher trophic groups. In recent years, eutrophication has become an important environmental problem due to the increase in nitrogen and phosphorus in the coastal waters, and industrial and domestic wastes are among the most important factors of eutrophication. Macroalgae have the potential to remove excess nutrients from water due to their bioremediation properties. For this reason, it has been reported that macroalgae culture in coastal waters can reduce eutrophication [9]. In addition to these contributions, macroalgae reduce coastal erosion and help protect the coastline as they act as a physical barrier that minimizes the effects of waves [6]. As can be understood from all this, macroalgae contribute greatly to the ecosystem and therefore it is important to protect and evaluate them with a sustainable management approach.

#### 4. Nutritional Properties of Macroalgae

Macroalgae have been used as food by humans for many years, in addition to their vital roles in marine ecosystems such as photosynthesis, oxygen production, and providing food and living environment for other organisms. In recent years, their use has become more widespread due to detailed analysis of their contents and the understanding that they contain very valuable nutritional elements. Macroalgae are rich in various biochemical compounds such as proteins, lipids, dietary fiber, polysaccharides, vitamins and minerals [10, 11, 12]. It has been reported that the protein level in some red algae species can reach to 47% by dry weight, and it can reach to 33% in green algae [13]. Studies have revealed that some green algae species have higher protein levels and higher quality essential amino acids than rice, corn and wheat [14]. While macroalgae generally contain 1-5% oil, in some species this rate can be over 10% [15, 16]. The mineral content of macroalgae has also been found to be higher than many terrestrial plants [17]. Studies have revealed that microelements such as iron (3501 mg kg<sup>-1</sup>), iodine (957.6 mg kg<sup>-1</sup>), and zinc (153.62 mg kg<sup>-1</sup>) can be found at high levels in some macroalgae species [18]. These values in macroalgae are higher than the values reported for plants such as banana, potato, corn and pomegranate [19]. Se-Kwon [20] reported that the amount of iodine in macroalgae can be 10-20 times higher than in land plants. Today, macroalgae are not only consumed as food, but also can be used to obtain minerals, colorants, and polysaccharides such as agar, alginate, fucoidan, laminaran and carrageenan [21]. Macroalgae polysaccharides are products of high commercial value and have a wide range of uses, especially in the food, cosmetic and pharmaceutical industry, due to their gelling, thickening, stabilizing, emulsifying properties [22, 23]. In addition, it has been determined that many macroalgae species are rich in bioactive substances such as polyphenols, pigments and unsaturated fatty acids [2, 13, 24]. Studies have revealed that secondary metabolites such as phenolic compounds, terpenes and sterols produced by macroalgae have various bioactive properties, including anticancer, anti-inflammatory, antidiabetic and antimicrobial effects, and all these developments have increased the potential use of macroalgae for human health [25, 26].

#### 5. The Effects of Climatic Changes on Aquatic Habitats

It has been reported that changes in sea level, salinity, temperature, atmospheric CO<sub>2</sub> and UV radiation caused by climate change may alter the distribution and composition of aquatic vegetation such as macroalgae and seagrasses [27]. Of these, temperature is one of the most important factors controlling the biogeographic distribution of algae. Since temperature is a very effective factor in processes such as survival, nutrition, growth and reproduction of macroalgae, their biogeographic distribution is affected by changes in temperature [28, 29]. To understand the ecological effects of global climate change, not only direct effects on species but also indirect effects need to be investigated [30]. It has been reported that the direct and indirect effects of climate changes will alter plant productivity, distribution and function [27]. Increases in seawater temperature can also have secondary effects such as changes in water depth, tide levels and circulation patterns. The amount of atmospheric CO<sub>2</sub>, which was 315 ppm in 1958, reached 418.56 in 2022 [31]. The effects of increasing CO<sub>2</sub> levels and UV-B radiation may also alter seagrass and seaweed photosynthesis and productivity [27]. It has been reported

that reductions in *Fucus vesiculosus* growth as a result of ocean acidification may reduce the species' capacity to cope with intense herbivorism, potentially resulting in reductions in biomass. It was determined that *Fucus vesiculosus* growth and the C:N ratio in algal tissue decreased at high CO<sub>2</sub> levels [30]. Wilson et al. [32] tested the effects of increasing water temperature on the survival, growth and nutrient content of *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus*, *Chondrus crispus*, *Laminaria digitata* and *Codium fragile ssp tomentosoides* in a laboratory environment and reported that temperature increases may have species-specific consequences. They reported that this may cause changes in species composition, ecosystem structure, functions and services they provide along the Atlantic coast of Canada.

## 6. The Influence of Climate Changes on the Biochemical Composition of Macroalgae

In marine environments, the increase in temperature and UV and the decrease in pH due to climate change could affect the distribution, growth and biochemical composition of macroalgae [29, 32, 33]. Especially temperature and irradiance are known to have major role in influencing the biochemical composition of algae [34, 35, 36]. Optimal growth temperatures for macroalgae vary between species and important for survival and growth. Crucial question is how macroalgae adopt and response to global warming and climate changes. There are not much findings in situ field on the effects of abiotic factors like temperature and UV while there are some reports and existing results derived from controlled laboratory experiments. In many studies, the physiological and biochemical responses of some macroalgae species to temperature increases have been reported. Chen et al. [37] examined the effects of predicted ocean acidification on carbon and nitrogen accumulation and amino acid contents in *Gracilaria lemaneiformis*. They found that *Gracilaria lemaneiformis* showed higher growth rates at high temperature than at low temperature, regardless of CO<sub>2</sub> levels. They also reported that acidified seawater levels had a significantly positive effect on the increase of nitrogen and amino acid content at high temperature while low temperature did not show a significant effect on C and N accumulation. Diehl et al. [38] investigated the morphological and biochemical characteristics of *Saccharina latissima* sporophytes collected from 16 different locations, including the coasts of the Atlantic Ocean and the Baltic Sea. At the end of the study, strong intraspecific variability was observed among *Saccharina latissima* sporophytes in terms of some morphological characteristics, mannitol and phlorotannin contents, and molar C:N ratio, depending on individual local abiotic drivers. It was reported that despite the obvious effect of local abiotic factors on the morphology of the specimens, habitat-specific signs could not be detected in biochemical phenotypes. Lowman et al. [39] studied on giant kelp *Macrocystis pyrifera*, which forms large forests on temperate reefs, and reported that tissue nitrogen content had decreased by 18% over the past 19 years. They also found an increase in carbon content. They stated that kelp biomass declined in response to increase of sea temperature and all these responses will affect the kelp forest food webs and ecosystems. Climatic changes may pose serious threats to marine life [40, 41, 42]. Kumar et al. [43] studied on *Kappaphycus alvarezii* (one of the most important seaweed in carrageenan production) and reported that incubated seaweeds at 32-40°C significantly less carrageenan yield and quality compared to incubated seaweeds at 28°C. They also reported that growth rates, photosynthetic performance and



pigment content (chlorophyll-a, carotenoids and phycobiliproteins) decreased with increasing temperature, while reactive oxygen species production increased. Marambio ve Bischof [35] collected arctic species *Desmarestia aculeata* (brown algae) and *Palmaria palmata* (red algae) and used two different PAR and temperature for 21 days. Pigment contents of two species were declined when the PAR value increased. While the antioxidant activity of *Desmarestia aculeata* increased with high irradiance and temperature, it increased only with high irradiance in *Palmaria palmata*. They reported that *Desmarestia aculeata* was more sensitive to the changes in PAR and temperature. Wilson et al. [32] found that temperature stress did not affect carbon content in five macroalgae species (*Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus*, *Chondrus crispus*, *Laminaria digitata* and *Codium fragile ssp tomentosoides*), but the amount of nitrogen in algal tissue increased in some species. As a result, they reported that the nutritional quality and the ability to store and cycle nutrients potentially changed. Vinuganesh et al. [44] studied the physiological and biochemical response of the intertidal green algae *Ulva compressa* to high pCO<sub>2</sub>-induced acidification. An increase in primary productivity of acidified samples was observed, associated with increased levels of photosynthetic pigments. Tallus grown at low pH values were reported to have increased levels of primary metabolites and were rich in various minerals and polyunsaturated fatty acids. This indicated that low pH improves the nutritional quality of *Ulva compressa*. They found a decrease in total antioxidant capacity and an overall decrease in most enzymatic and non-enzymatic antioxidants in tallus grown under acidified conditions. The results suggest that *Ulva compressa* may benefit from seawater acidification by increasing its productivity. Figueroa et al. [45] investigated the effects of increasing pCO<sub>2</sub> and temperature at different nitrogen levels on protein, mycosporine-like amino acids (MAA), phenolic compounds, total fatty acids, antioxidant activity, calcification and C:N ratios in three Mediterranean macroalgae (*Cystoseira tamariscifolia*, *Ulva rigida* and *Ellisolandia elongata*). Increasing temperature and pCO<sub>2</sub> caused changes in the biochemical composition of three macroalgae species. In *Ulva rigida*, short-term changes in protein levels were observed and values decreased in high CO<sub>2</sub> and low nitrogen values. In *Cystoseira tamariscifolia*, decreased protein levels were reported after temperature increase only at low CO<sub>2</sub> level. In conclusion, three algal species are reported to show high biochemical plasticity to changes in nutrient concentration and temperature. It was also noted that the responses are species-specific and may be related to differences in biooptical traits and ecological strategies.

## 7. Conclusion

It is stated by many researchers that macroalgae respond to climate changes by changing their physical and biochemical structures. Depending on the increase in temperature and UV radiation, the distribution of algae may change and biomass loss may also occur. On the other hand, changes can be observed in the nutritional components of macroalgae such as protein, lipids, carbohydrates and fatty acids, as well as in other biochemical contents. Many studies suggest that multiple stressors have different effects than a single stress factor and that more detailed studies are needed on how macroalgae species respond to climate changes.

## References

- [1] Silva, A., Silva, S.A., Carpena, M., Garcia-Oliveira, P., Gullón, P., Barroso, M.F., Prieto, M.A. and Simal-Gandara, J., Macroalgae as a Source of Valuable Antimicrobial Compounds: Extraction and Applications. *Antibiotics*, 9 (10): 642, 2020. doi.org/10.3390/antibiotics9100642.
- [2] Choudhary, B., Chauhan, O.P. and Mishra, A., (2021). Edible Seaweeds: A Potential Novel Source of Bioactive Metabolites and Nutraceuticals With Human Health Benefits. *Frontiers in Marine Sciences* 8: 740054, 2021. doi: 10.3389/fmars.2021.740054.
- [3] Gomes, L., Monteiro, P., Cotas, J., Gonçalves, A.M.M., Fernandes, C., Gonçalves, T. and Pereira, L., Seaweeds' pigments and phenolic compounds with antimicrobial potential. *Biomol Concepts*, 13 (1): 89-102, 2022. doi.org/10.1515/bmc-2022-0003
- [4] Venugopal, V., *Marine Polysaccharides Food Applications*. CRC Press Taylor & Francis Group, New York, 2011.
- [5] Yang, L.-E., Lu, Q.-Q. and Brodie, J., A review of the bladed Bangiales (Rhodophyta) in China: history, culture and taxonomy. *European Journal of Phycology*, 52: 1-13, 2017. doi.org/10.1080/09670262.2017.1309689
- [6] Cotas, J., Gomes, L., Pacheco, D. and Pereira, L., Ecosystem Services Provided by Seaweeds. *Hydrobiology*, 2: 75-96, 2023. doi.org/ 10.3390/hydrobiology 2010006.
- [7] Krause-Jensen, D. and Duarte, C.M., Substantial role of macroalgae in marine carbon sequestration. *Nature Geoscience*, 9: 737–742, 2016. doi.org/10.1038/ngeo2790
- [8] Farghali M, Mohamed IMA, Osman AI. and Rooney DW., Seaweed for climate mitigation, wastewater treatment, bioenergy, bioplastic, biochar, food, pharmaceuticals, and cosmetics: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 21(1): 97-152, 2023. doi: 10.1007/s10311-022-01520-y
- [9] Meirinawati, H. and Wahyudi, A.J., Seaweed as Bioadsorbent for Nitrogen and Phosphorus Removal. *Journal of Environmental Science and Sustainable Development*, 6(1): 183-209, 2023. doi.org/10.7454/jessd.v6i1.1159.
- [10] Kostas, E.T., D.A., White, C., Du, C. and Cook, D.J., Selection of yeast strains for bioethanol production from UK seaweeds, *Journal of Applied Phycology*, 28: 1427–1441, 2016. doi.org/10.1007/s10811-015-0633-2
- [11] Fouda, W.A., Ibrahim, W.M., Ellamie, A.M. and Ramadan, G., Biochemical and mineral compositions of six brown seaweeds collected from Red Sea at Hurghada Coast, *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 48 (4): 484-491, 2019.
- [12] Milinovic, J. L. F., Ana, C., Bruno, L., Bruno, M., Paulina et al., Nutritional Benefits of Edible Macroalgae from the Central Portuguese Coast: Inclusion of Low-Calorie ‘Sea Vegetables’ in Human Diet,” *Int J Environ Sci Nat Res.*, 28(5): 556250, 2021.

- [13] Thiviya, P., Gamage, A., Gama-Arachchige, N.S., Merah, O. and Madhujith, T., Seaweeds as a Source of Functional Proteins. *Phycology*, 2(2): 216-243, 2022. MDPI AG. doi.org/10.3390/phycolgy2020012.
- [14] Mæhre, H. K., Malde, M.K., Eilertsen, K.E. and Elvevoll, E.O., Characterization of protein, lipid and mineral contents in common Norwegian seaweeds and evaluation of their potential as food and feed, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94 (15), 3281-3290, 2014. doi.org/10.1002/jsfa.6681
- [15] Miyashita, K., Mikami, N. and Hosokawa, M., Chemical and nutritional characteristics of brown seaweed lipids: A review, *Journal of Functional Foods*, 5(4): 1507-1517, 2013. doi.org/10.1016/j.jff.2013.09.019.
- [16] Gosch, B.J., Magnusson, M., Paul, N.A. and De Nys, R., Total lipid and fatty acid composition of seaweeds for the selection of species for oil-based biofuel and bioproducts. *GCB Bioenergy*, 4: 919-930, 2012. doi:10.1111/j.1757-1707.2012.01175.
- [17] Ruperez, P., Mineral content of edible marine seaweeds, *Food Chemistry*, 79: 23-26, 2002. doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00171-1
- [18] Cabrita, A.R.J., Mai, M.R.G., Oliveira, H.M., Sousa-Pinto, I., Almeida, A.A., Edgar Pinto, E. and Fonseca, A.J.M., Tracing seaweeds as mineral sources for farm-animals. *Journal of Applied Phycologia*, 28: 3135-3150, 2016. doi.org/10.1007/s10811-016-0839-y
- [19] Leterme, P., Buldgen, A., Estrada, F. and Londono, A.M., Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain forest of Colombia. *Food Chemistry*, 95: 644-652, 2006. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.02.003
- [20] Se-Kwon, K., *Handbook of Marine Macroalgae*, Biotechnology and Applied Phycology, Wiley-Blackwell, 567 p, 2012.
- [21] Holdt, S.L. and Kraan, S., Bioactive compounds in seaweed: Functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*, 23: 543-597, 2011. [doi.10.1007/s10811-010-9632-5](https://doi.org/10.1007/s10811-010-9632-5).
- [22] Wells, M.L., Potin, P., Craigie, J.S., Raven, J.A., Merchant, S.S., Helliwell, K.E., Smith, A.G., Camire, M.E. and Brawley, S.H., Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. *Journal of Applied Phycology*, 29(2): 949-982, 2017. doi.10.1007/s10811-016-0974-5
- [23] Hentati, F., Tounsi, L., Djomdi, D., Pierre, G., Delattre, C., Ursu, A.V., Fendri, I., Abdelkafi, S. and Michaud, P., Bioactive Polysaccharides from Seaweeds. *Molecules* 25 (14): 3152, 2020. doi: 10.3390/molecules25143152

- [24] Pereira, L., Seaweeds as Source of Bioactive Substances and Skin Care Therapy- Cosmeceuticals, Algotherapy and Thalassotherapy, *Cosmetics*. 5(4), 68. 2018. doi.org/10.3390/cosmetics5040068
- [25] Cotas, J., Pacheco, D., A.M.M., Silva, P., Carvalho, L.G. and Pereira, L., Seaweeds' nutraceutical and biomedical potential in cancer therapy: a concise review. *Journal of Cancer Metastasis Treatment* 7, 13, 2021. /doi.org/10.20517/2394-4722.2020.134.
- [26] Polat, S., Trif, M., Rusu, A., Šimat, V., Čagalj, M., Alak, G. et al., Recent advances in industrial applications of seaweeds. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(21): 4979-5008, 2023. doi.org/10.1080/10408398.2021.2010646
- [27] Sunny, A.R., A review on effect of global climate change on seaweed and seagrass. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(6): 19-22, 2017.
- [28] Müller, R., Laepple, T., Bartsch, I. and Wiencke, C., Impact of oceanic warming on the distribution of seaweeds in polar and cold-temperate waters. *Botanica Marina* 52: 617-638, 2009. doi: 10.1515/BOT.2009.080.
- [29] Harley, C.D.G., Anderson, K.M., Demes, K.W., Jorve, J.P., Kordas, R., Coyle, T.A. and Graham, M.H., Effects of climate change on global seaweed communities. *Journal of Phycology*, 48: 1064–1078, 2012. doi.org/10.1111/j.1529-8817.2012.01224.x
- [30] Gutow, L., Rahman, M.M., Bartl, K., Saborowski, R., Bartsch, I. and Wienck, C., Ocean acidification affects growth but not nutritional quality of the seaweed *Fucus vesiculosus* (Phaeophyceae, Fucales). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 453: 84–90, 2014. doi.org/10.1016/j.jembe.2014.01.005
- [31] Lindsey, R., Climate change: Atmospheric carbon dioxide. NOAA, Climate.gov. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>. (accessed October, 2023).
- [32] Wilson, K.L., Kay, L.M., Schmidt, A.L. and Lotz, H.K., Effects of increasing water temperatures on survival and growth of ecologically and economically important seaweeds in Atlantic Canada: implications for climate change. *Marine Biology*, 162: 2431–2444, 2015. doi:10.1007/s00227-015-2769-7.
- [33] Park, E., Yu, H., Lim, J.H., et al., Seaweed metabolomics: A review on its nutrients, bioactive compounds and changes in climate change. *Food Research International*. 163: 112221, 2023. doi: 10.1016/j.foodres.2022.112221.
- [34] Converti, A., Casazza, A.A., Ortiz, E.Y., Perego, P., and Del Borghi, M., Effect of temperature and nitrogen concentration on the growth and lipid content of *Nannochloropsis oculata* and *Chlorella vulgaris* for biodiesel production. *Chemical Engineering and Processing*, 48: 1146-1151, 2009. doi.org/10.1016/j.cep.2009.03.006

- [35] Marambio, J. and Bischof, K., Differential acclimation responses to irradiance and temperature in two co-occurring seaweed species in Arctic fjords, *Polar Research*, 40, 5702, 2021. doi.org/10.33265/polar.v40.5702.
- [36] Azani, N., Ghaffar, M.A., Suhaimi, H., Azra, M.N., Hassan, M.M., Jung, L.H. and Rasdi, N.W., *Earth and Environmental Science, The impacts of climate change on plankton as live food: The impacts of climate change on plankton as live food: A review* n.d. IOP Conference Series, 2021. doi.org/10.1088/1755-1315/869/1/012005.
- [37] Chen, B., Zou, D., Du, H. and Ji, Z., Carbon and nitrogen accumulation in the economic seaweed *Gracilaria lemaneiformis* affected by ocean acidification and increasing temperature. *Aquaculture*, 482: 176-182, 2018. doi.org/10.1016/j.aquaculture.
- [38] Diehl, N., Steiner, N., Bischof, K., Karsten, U. and Heesch, S., Exploring intraspecific variability – biochemical and morphological traits of the sugar kelp *Saccharina latissima* along latitudinal and salinity gradients in Europe. *Frontiers in Marine Sciences*, 2023. 10:995982. doi: 10.3389/fmars.2023.995982
- [39] Lowman, H.E., Emery, K.A., Dugan, J.E. and Miller, R.J., Nutritional quality of giant kelp declines due to warming ocean temperatures. *OIKOS*, 00: 1-14, 2021, doi: 10.1111/oik.08619
- [40] Wu, H.Y., Zou, D.H. and Gao, K.S., Impacts of increased atmospheric CO<sub>2</sub> concentration on photosynthesis and growth of micro- and macro-algae, 2008 *Sci. China Ser. C Life Sci.* 5112, 51:1144-1150, 2008. doi.org/10.1007/S11427-008-0142-5.
- [41] d'Alcal`a, M.R., Similarities, differences and mechanisms of climate impact on terrestrial vs. Marine ecosystems. *Nature Conservation*, 34: 505-523, 2019. doi.org/10.3897/Natureconservation.34.30923.
- [42] Chen, D., Impact of climate change on sensitive marine and extreme terrestrial ecosystems: recent progresses and future challenges. *Ambio* 506 (50): 1141-1144, 2021. doi.org/10.1007/S13280-020-01446-1.
- [43] Kumar, Y.N., Poong, S-W., Gachon, C., Brodie, J., Sade, A. and Lim, P-E., Impact of elevated temperature on the physiological and biochemical responses of *Kappaphycus alvarezii*(Rhodophyta), *Plos One*, 2020. doi.org/10.1371/journal.pone.0239097
- [44] Vinuganesh A., Kumar A., Prakash S., Alotaibi M. O., Saleh A. M., Mohammed A. E., et al., Influence of seawater acidification on biochemical composition and oxidative status of green algae *Ulva compressa*. *Science of the Total Environment*, 806, 150445, 2022. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.150445
- [45] Figueroa, F., Malta, E., Bonomi-Barufi, J., Conde-Álvarez, R., Nitschke, U. and Arenas, F., Short-term effects of increasing CO<sub>2</sub>, nitrate and temperature on three Mediterranean macroalgae: Biochemical composition. *Aquatic Biology*, 22: 177-193, 2014. doi: 10.3354/ab00610



## ROLE OF ORGANIC FERTILIZERS AS A MITIGATOR OF FREEZING STRESS IN MAIZE

Imren KUTLU <sup>1</sup>, Nurdilek GULMEZOGLU <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Eskişehir, Türkiye, [ikutlu@ogu.edu.tr](mailto:ikutlu@ogu.edu.tr), ORCID ID: 0000-0002-3505-1479, Assoc. Prof. Dr.

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Eskişehir, Türkiye, [dgulmez@ogu.edu.tr](mailto:dgulmez@ogu.edu.tr), ORCID NO: 0000-0002-5756-526X, Prof. Dr.

### ABSTRACT

Low soil temperature in spring and daily variations in climate are a major constraint to maize cultivation. This effect leads to impaired seedling development, inhibition of root growth and root activity, and reduced yields. In this study, changes in physiological traits of maize were investigated by applying organic fertilizer to freezing stress caused by low temperatures during vegetative development. In the experiment, a maize variety (P0937) was grown with control (no fertilizer), three organic fertilizers (vermicompost, seaweed manure and amino acid) and chemical fertilization according to factorial experimental design with three replications until the three-leaf stage. Until the maize plants had three leaves were grown in controlled condition (25/18°C, 14 h day/10 h night). Then, plants were exposed to stress at -1°C for 3 hours by decreasing the temperature by 2°C every 1 hour. Plants subjected to freezing stress were compared with non-stressed plants in terms of chlorophyll content, plant fresh and dry weight, electrolyte leakage, membrane damage, membrane durability index, leaf relative water content and loss of turgidity. The results of the study revealed that fertilizer treatments and their interactions with freezing stress were statistically significant in the examined traits, freezing stress decreased plant weight, chlorophyll content and relative water content, and increased loss of turgidity and membrane damage. It was observed that organic fertilizer applications were effective in maintaining plant weight, chlorophyll content, leaf water content, improved plant turgor status and increased membrane durability. Among the organic fertilizers, vermicompost improved the physiological characteristics of the plant under both control and freezing stress. In addition, chemical fertilization was found to cause increased membrane damage when plants were exposed to freezing. In conclusion, based on the results that vermicompost application to maize plants can increase the tolerance under freezing stress by improving some characteristics, it can be recommended to areas with low temperatures in the early stages of maize.

**Key Words:** Freezing stress, organic fertilizer, physiological traits.

### 1. INTRODUCTION

One of the most significant crops in the world for food, feed, and biofuel is maize (*Zea mays* L.). In recent years, global climate change has resulted in maize plants being exposed to extreme temperatures,



both low and high, during their growing period. Maize is a temperate climate cereal and its optimal temperature range for germination and plant growth is between 25-30°C (Li et al., 2022). Delaying maize planting to wait for ideal temperatures for germination and growth may result in maize suffering from extreme high temperatures and drought during the flowering period. Planting maize early in the spring can increase the yield, prevent water deficits and fungal growth, and reduce drying costs (Riva-Roveda et al., 2016). However, this may result in the plants experiencing suboptimal temperature (chilling or freezing) conditions during their early development.

The maize plant is extremely sensitive to cold, especially in the early stages of seedling development. Early spring cold damage to maize seedlings typically occurs at temperatures between 10 and 15°C, or even lower at 2 to 8°C and it is named chilling stress (Sobkowiak et al., 2014). Freezing (<0°C) is also the biggest obstacle to early planting in temperate locations and is considered a high abiotic stress for maize (Li et al., 2016). This typically results in low biomass production and seedling retardation of emergence uniformity or growth, and occasionally irreversible tissue damage (Avila et al., 2018). Therefore, it is important to identify practices that can improve freezing tolerance for longer growth periods. This will enable cultivation in areas with high latitudes to fully realize their productivity potential under low temperatures. The common practices are stimulated plant growth by using some organic fertilizers/biostimulant/phytostimulators. They can be used as an intervention method to increase plant tolerance and recovery in situations that are difficult to predict, such as chemical contamination with herbicides or pesticides, drought, low temperatures during and even after stress (Ratajczak et al., 2023).

Aminoacid fertilizers, seaweed manure and vermicompost etc. are called as organic fertilizer, biostimulants or phytostimulators and mentioned some benefits to improve yield and crop quality, as well as help plants to cope with abiotic stress and promote plant yield and health in recent researches (Bradáčová et al., 2016; Ratajczak et al., 2023; Tóth et al., 2022; Vambe et al. 2023).

The best types of nitrogen fertilizer for plants are amino acids. Compared to the absorption of nitrate or ammonium ions, plants require less energy to absorb amino acids. Amino acids can be absorbed by plants like maize as a source of nitrogen (Rácz et al., 2021). Amino acid fertilizers increase the levels of carbohydrates and chlorophyll in various plant species, including maize, and promote the accumulation of dry matter (Brankov et al., 2020). The effects of foliar fertilization containing amino acids were studied primarily under abiotic stress conditions. According to Bahari et al. (2013), the application of foliar fertilizer containing amino acids increased the amount of photosynthetic pigment in wheat grown under normal and salt stress conditions. Toth et al. (2022) mentioned the using the combination of Zn and amino acid-containing foliar spray is improved the relative chlorophyll content and antioxidant enzyme activity, providing protection against cold stress in maize.

Seaweed extracts are a highly effective alternative to chemical pesticides and fertilizers in agriculture. Previous studies have shown that seaweeds promote plant growth and development by enhancing various physiological functions. Additionally, seaweed extracts have been used as biostimulants to increase crop yields and improve nutrient and water absorption. The application of biostimulants based on seaweed extract has reduced the abiotic and biotic challenges that plants face, including salt, drought, temperature changes, and disease invasions (Nanda et al., 2022). The treatment of durum wheat plants with *K. alvarezii* sap increased their tolerance to salt and drought stress. This treatment

improved the chlorophyll and water content of cells while reducing cell electrolyte leakage (Patel et al., 2018). Bradáčová et al. (2016) discovered that extracts from seaweed effectively mitigate the negative effects of cold stress on maize plants.

Vermicompost is an organic amendment that is rich in nutrients and microbiologically active. It is created through the collaboration of earthworms and microbes to break down organic waste. Vermicompost, which contains humic compounds, phytohormones, and other humic chemicals, can increase microbial activity, nutrient uptake, and soil health, leading to improved crop production and soil health (Toor et al., 2023). Vermicomposting technology can effectively manage biotic and abiotic stressors. Voko (2020) evaluated the effectiveness of vermicompost, seaweed, and smoke water in aiding cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) to withstand the effects of drought. The vermicompost treatment produced the highest number of nodules under the lowest watering regime compared to the control and other biostimulants tested. In addition, compared to the control group, the vermicompost treatment resulted in a more than threefold increase in fresh weight, dry weight, stem diameter, and number of flowers. Recent studies have shown that vermicompost can enhance plant growth in conditions of salinity, temperature, and water deficit stress (Makkar et al., 2023).

The advantage of using organic fertilizers is that they are more environmentally friendly than chemical fertilizers and also improve the physical and microbiological structure of the soil. Research is ongoing to determine how organic fertilizers regulate phytohormones to target plant growth and increase plant tolerance to adverse conditions. However, the effects of organic fertilizers on the physiological responses of plants after application require further investigation. This study is the first to compare the physiological responses of maize to freezing stress after the application of chemical fertilizer, amino acid fertilizer, seaweed manure, and vermicompost.

## 2. MATERIAL AND METHODS

A maize cultivar (P0937, obtained from Pioneer Seed Company), commonly cultivated in Eskisehir, Turkey, were selected for freezing tolerance evaluation applying chemical and organic fertilizers. The soils used in the experiment had a sandy-loam texture and a slightly alkaline pH, and were free of salt problem. The levels of lime and Cu were adequate, while the organic matter, K, P, Mn, Zn, and Fe contents were insufficient.

Maize plants were grown in 3-liter plastic pots filled with a mixture of soil, sand, peat, and perlite in a ratio of 2:1:1:1. The research followed a factorial experimental design with three replications. After sowing the seeds, the plants were irrigated to maintain field capacity soil moisture throughout their growth period. Before planting, the soil for the plants with chemical fertilizers was mixed with a chemical solution containing 200 mg N kg<sup>-1</sup> (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 100 mg P kg<sup>-1</sup>, 125 mg K kg<sup>-1</sup> (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), 2.5 mg Fe kg<sup>-1</sup> (Fe-EDTA), and 5 mg Zn kg<sup>-1</sup> (ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O). Amino acid fertilizer 1000 ml ha<sup>-1</sup>, seaweed manure 2000 cc ha<sup>-1</sup>, vermicompost 10 L ha<sup>-1</sup> were calculated for 1 kg of soil based on the amounts recommended by the manufacturer.

Maize plants were cultivated in a growth room under controlled conditions with a 14-hour photoperiod, 60/70% relative humidity, and a temperature range of 25/18°C (day/night) until they reached the 3-leaf

stage. Seedlings at the 3-leaf stage were subjected to a 3-hour temperature shock at  $-1^{\circ}\text{C}$ . The temperature was decreased by  $2^{\circ}\text{C}$  per hour, starting from  $25^{\circ}\text{C}$ , until it reached  $-1^{\circ}\text{C}$ .

The chlorophyll content of the leaves was measured using a 'Spectrum Field Scout CM 1000' chlorophyll meter at the end of each treatment and just before harvesting the plants. The devices were held at a distance of 30 cm from the leaf during the measurements (Wenkel et al., 2003). The plants' fresh weights were measured with a precision balance ( $\pm 0.01$  g), and their dry weights were determined by weighing them after reaching a constant weight at  $65^{\circ}\text{C}$  in an oven while placed in paper bags.

Harvested maize plants were washed with deionized water, afterward 2 cm in diameter discs were taken from fresh leaf samples for physiological analysis. The electrolyte leakage (EL) was measured using the Gulen and Eris (2004) method. Leaf discs were placed in test tubes with 20 milliliters of deionized water and shaken for four hours at  $25^{\circ}\text{C}$  on a lab shaker. The first electrical conductivity (EC1) value was determined. After equilibrating the solution at  $25^{\circ}\text{C}$  and incubating it in an autoclave at  $120^{\circ}\text{C}$  for 15 minutes, the final electrical conductivity (EC2) was measured. The electrolyte leakage was calculated using the following formula:

$$\text{EL\%} = \text{EC1} - \text{EC2} / 100$$

The formulas used to calculate membrane damage (MD) and membrane durability index (MDI) in the samples, for which electrolyte leakage values were determined, are as follows:

$$\text{MD\%} = (\text{EL}(\text{stress}) - \text{meanEL}(\text{nonstress})) / (100 - \text{meanEL}(\text{nonstress}))$$

$$\text{MDI\%} = (1 - \text{EC1} / \text{EC2}) \times 100$$

Leaf relative water content (RWC) (%) and loss of turgidity (LOT) were determined using the Gulen and Eris (2003) methods. Five leaf discs with a diameter of 2 cm were weighed to obtain their fresh weight (FW). The leaf discs were then incubated for four hours on petri plates containing 20 milliliters of distilled water. After the incubation period, the turgid weight (TW) was measured, and the leaves were dried in an oven set at  $70^{\circ}\text{C}$  for 24 hours to determine their dry weight (DW). The RWC and LOT were calculated using the following formulas:

$$\text{RWC\%} = ((\text{FW} - \text{DW}) / (\text{TW} - \text{DW})) / 100$$

$$\text{LOT\%} = ((\text{TW} - \text{FW}) / \text{TW}) / 100$$

Analysis of variance (ANOVA) in a factorial experimental design was used to analyze the results of the experiment. All measured variables and research results were analyzed using IBM SPSS 20 statistical analysis software. The figures display the mean and standard error values of the data using bar graphs and error bars. The Tukey test was used for the comparison of variations in the means.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of variance (Table 1) revealed that the fertilizer treatment had a significant impact on all parameters studied, except for membrane damage. Freezing stress was also considered and showed strong statistical significance across all parameters. The interaction between fertilizer treatment and

freezing stress were not affected electrolyte leakage, membrane damage, or membrane durability index. However, strong interaction effect was observed in the others.

Table 1. Analysis of variance for the effect of fertilizer treatment and freezing stress in maize.

Source of Variance	Fertilizer	Freezing Stress	Interaction	Error
<i>Degree of Freedom</i>	4	1	4	20
Chlorophyll Content	8953.7**	7905.6**	611.1*	157.8
Plant Fresh Weight	273.53**	792.38**	28.78**	3.00
Plant Dry Weight	67.34**	140.79**	5.09*	1.45
Electrolyte Leakage	60.05**	559.68**	21.99ns	11.48
Membrane Damage	45.10ns	1133.49**	45.10ns	22.46
Membrane Durability Index	60.05**	559.68**	21.99ns	11.48
Leaf Relative Water Content	639.1**	5524.0**	443.9**	14.0
Loss of Turgidity	568.33**	4668.53**	404.25**	11.38

\* =  $p \leq 0.05$ , \*\* =  $p \leq 0.001$ , ns = not significant.

Low temperature stress leads to the production of excessive reactive oxygen species (ROS), which can cause severe structural and functional damage to chloroplasts, including thylakoid membranes. Furthermore, chlorophyll is fragile and can be easily damaged by ROS, resulting in a significant reduction in photosynthesis efficiency (Banerjee and Roychoudhury. 2019). Exposure to freezing stress caused in a decrease in chlorophyll content (Figure 1). Several studies have shown that exposure to cold temperatures can negatively impact chlorophyll concentrations (Ramazan et al., 2021; Meng et al., 2022; Ratajczak et al., 2023). The application of fertilizer led to an increase in the chlorophyll content of maize plants. These fertilizers increase the rates of nutrients, particularly nitrogen and phosphorus, which in turn increases their absorption by the roots and their percentage in the leaves. The increase in chlorophyll content resulting from the addition of organic fertilizer may be attributed to the presence of amino acids and growth regulators. These substances can enhance the vital processes of the plant, leading to increased growth and chlorophyll content in the leaves. Chemical fertilization resulted in the highest chlorophyll content under both stressed (323.7 CM) and non-stressed (367.3 CM) conditions. Amino acid and seaweed treatments minimized chlorophyll loss during freezing stress. Toth et al. (2022) and Ratajczak et al. (2023) reported that treatments with amino acids and seaweed protected the chlorophyll content of maize plants under cold stress.

The fresh weight of maize plants was measured to be 31.06 g in plants without fertilizer under freezing stress. The highest fresh weight of 57.62 g was obtained from chemical fertilization

under stress-free conditions. Plant fresh weights increased with fertilization in both conditions and decreased with freezing stress in each fertilizer application. However, the application of vermicompost resulted in the lowest decrease in fresh weight (Figure 1). Organic fertilizers contain minerals or natural substances that have various mechanisms and effects on crop growth. Seaweed, amino acid, and vermicompost fertilizers are utilized as agricultural biostimulants to enhance yields and increase productivity of crop without any negative impacts. Research has demonstrated that these bioregulators prevent crop destruction under stress and stimulate the growth of somatic tissue (Sharma et al., 2014; Makkar et al., 2022; Calderón-Tomás et al., 2023).

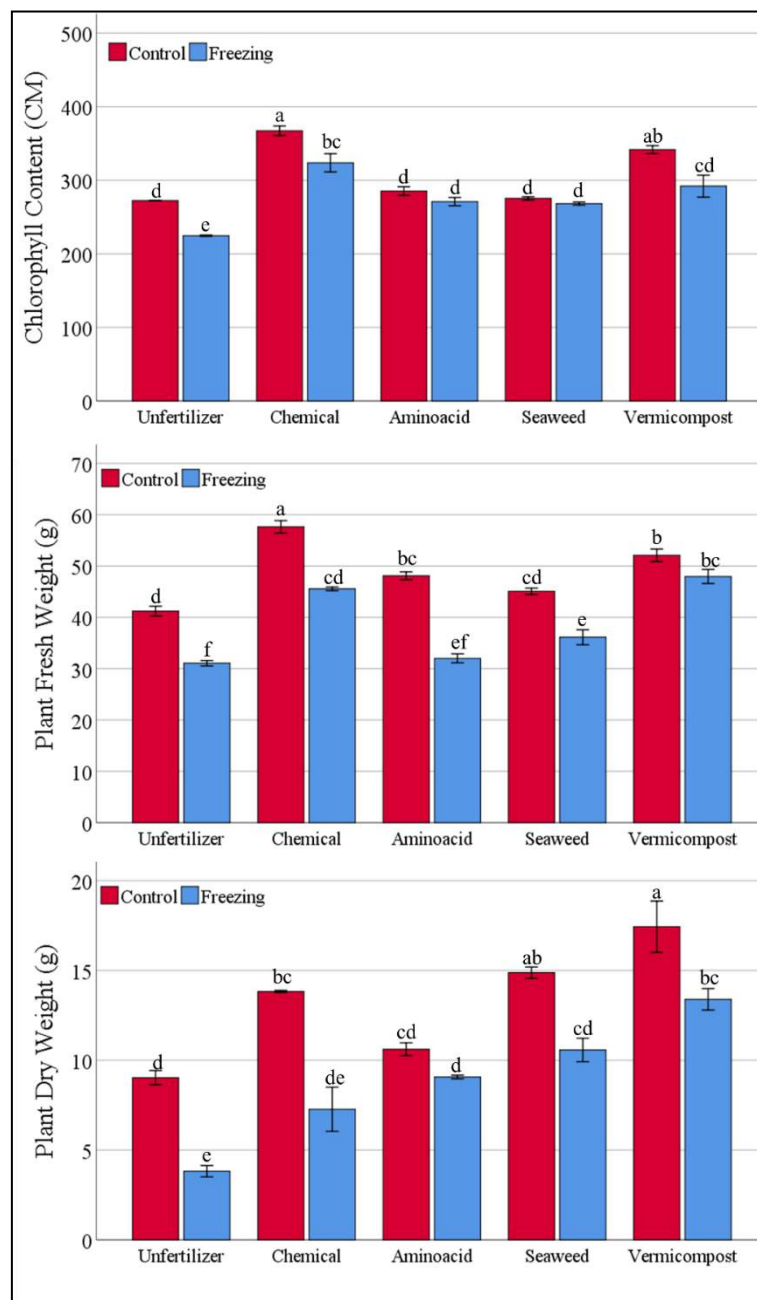


Figure 1. Effects of fertilizers and freezing stress on chlorophyll content, fresh and dry weight of maize plants

Dry weights decreased with freezing stress similarly to fresh weights and were the lowest under both conditions in the unfertilized plants. The highest dry weight (17.43 g) was obtained from vermicompost application. Numerous studies have reported that vermicompost increases dry matter accumulation in plants under both stress and non-stress conditions (Gholami et al., 2018; Aslam and Ahmad, 2020; Makkar et al., 2023). The application of chemical fertilizers resulted in the greatest loss of dry matter under freezing stress. Amino acid-treated plants had lower dry weights than other fertilization treatments under both conditions, but they were able to maintain dry matter accumulation when exposed to stress (Figure 1).



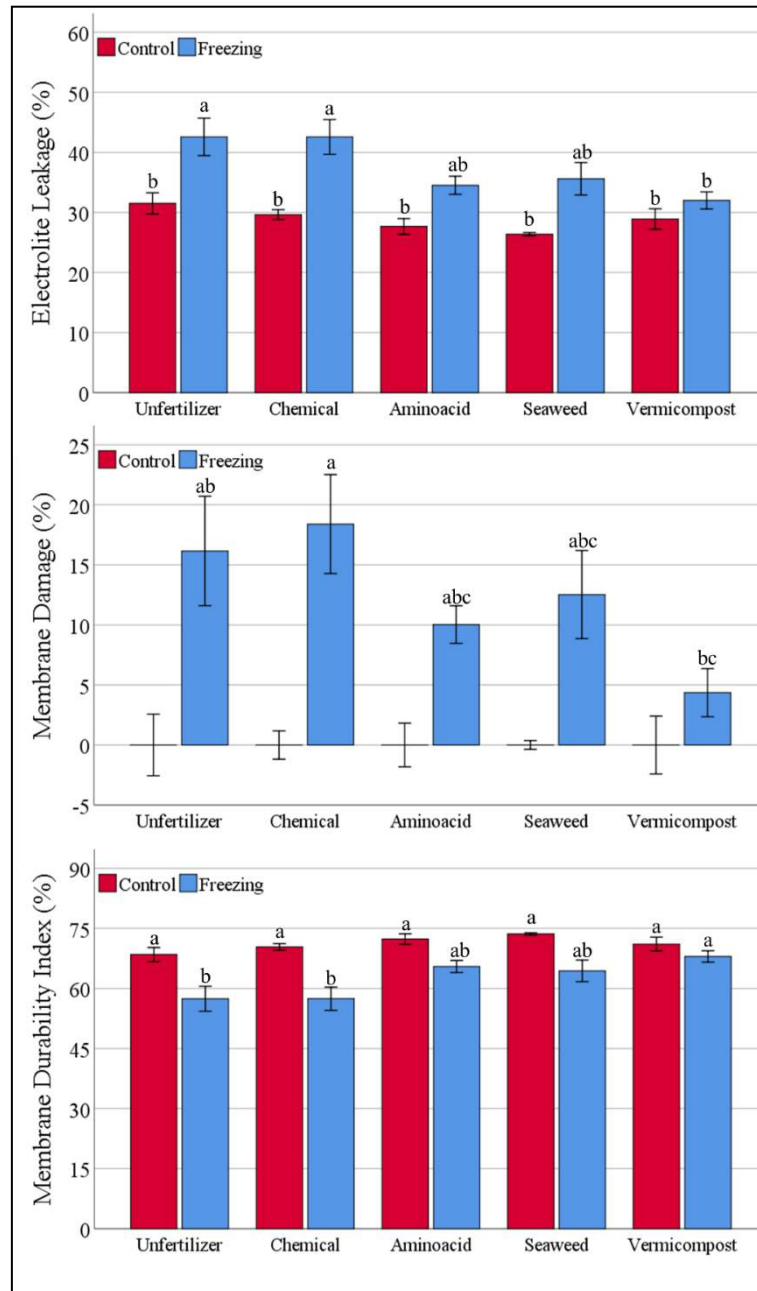


Figure 2. Effects of fertilizers and freezing stress on elektrolite leakage, membrane damage and membrane durability index of maize plants

Freezing causes extreme dryness, which is the main source of membrane damage in plants. This damage primarily affects the cell's membrane systems (Steponkus et al. 1993). It is widely recognized that the formation of contractures between intercellular ice and cell walls and membranes can cause cell rupture. Additionally, the creation of ROS during freezing is known to contribute to membrane damage (Latif and Mohamed, 2016). Under freezing stress, the membrane durability index decreased in all applications due to an increase in elektrolite leakage rate (Figure 2). The highest eletrolite leakage and membrane damage were observed in the chemical fertilization application, resulting in the lowest membrane durability index. In contrast, the vermicompost application resulted in minimal membrane damage and the highest

membrane durability index. The use of organic fertilizers reduced membrane damage in maize plants under freezing stress, while chemical fertilization caused more damage. Seaweed and vermicompost have been shown to effectively reduce membrane damage under various stress conditions, including freezing (Moyo et al., 2021).

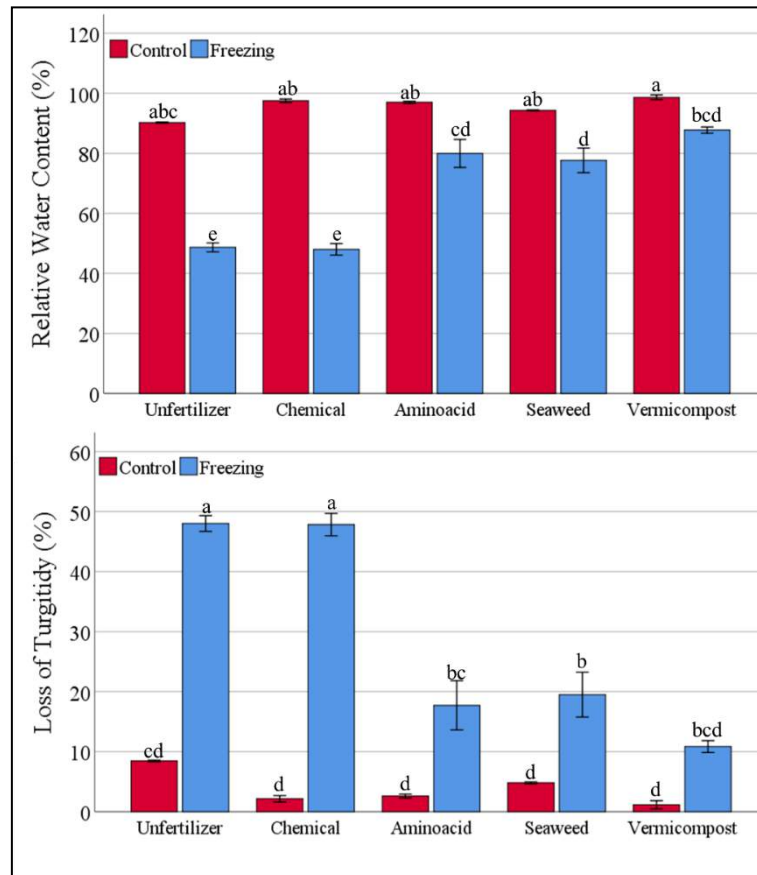


Figure 3. Effects of fertilizers and freezing stress on relative water content and loss of turgidity of maize plants

The relative water content (RWC) changed to 90.23% (unfertilized) and 98.66% (vermicompost) in non-stressed conditions. Under the freezing stress, the highest (87.73%) RWC was gained to vermicompost application and it was the lowest (48.00%) in chemical fertilization. The leaf RWC decreased under freezing stress (Figure 3). Maize plants exposed to low temperatures often exhibit symptoms of water stress due to the freezing-induced reduction in water availability (Bhattacharya, 2022). The application of organic fertilizers to plants under stress helps to maintain the water content of the leaves. In contrast, plants treated with chemical fertilizers experience a greater decrease in leaf RWC. The protective effect of organic fertilizers, also known as biostimulants, on the water content of plants has been highlighted when applied under various stress conditions, including freezing (Malik et al., 2020; Baltazar et al., 2021).

Plant turgor loss increased with freezing stress and decreased with fertilizer application in parallel with leaf relative water content (Figure 3). Although similar turgor loss was observed in chemical-fertilized and unfertilized plants, organic-fertilized plants were able to maintain their turgor when stressed. Mineral uptake or metabolic synthesis increase the osmotic potential by modifying the water potential of the plant. Therefore, the use of organic fertilizers increases the water potential of cells and with the regulation of stomatal guard cells maintains the turgor pressure of the leaves (Bhatla and Lal, 2023).

#### 4. CONCLUSIONS

Exposure to freezing stress significantly reduced chlorophyll content, plant fresh and dry weights, as well as membrane durability index and leaf relative water content of maize plants. These results indicate strong inhibition of photosynthesis in the light phase and water transport in maize leaves. There was a significant increase in electrolyte leakage, membrane damage and turgor loss in maize leaves regardless of the treatment. Application of fertilizers promoted growth, development, leaf water status, cell stability, and photosynthetic activity in maize, and organic fertilizers have the potential to enhance crop production. In light of the current study results, applying vermicompost may be an effective method to reduce the adverse impacts of cold stress on maize plants, especially during the early development period. The results of this research will be valuable for future studies using organic fertilizers such as amino acid, seaweed, and vermicompost under field conditions.

#### REFERENCES

- Aslam, Z., & Ahmad, A. (2020). Effects of vermicompost, vermi-tea and chemical fertilizer on morpho-physiological characteristics of maize (*Zea mays* L.) in Suleymanpasa District, Tekirdag of Turkey. *Journal of Innovative Sciences*, 6(1), 41-46.
- Avila, L. M., Obeidat, W., Earl, H., Niu, X., Hargreaves, W., & Lukens, L. (2018). Shared and genetically distinct *Zea mays* transcriptome responses to ongoing and past low temperature exposure. *BMC genomics*, 19(1), 1-18.
- Bahari, A., Pirdashti, H., & Yaghubi, M. (2013). The effects of amino acid fertilizers spraying on photosynthetic pigments and antioxidant enzymes of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(4), 787-793.
- Baltazar, M., Correia, S., Guinan, K. J., Sujeeth, N., Bragança, R., & Gonçalves, B. (2021). Recent advances in the molecular effects of biostimulants in plants: An overview. *Biomolecules*, 11(8), 1096.
- Bhatla, S. C., & Lal, M. A. (2023). *Plant physiology, development and metabolism*. Springer Nature.
- Banerjee, A., & Roychoudhury, A. (2019). Cold stress and photosynthesis. *Photosynthesis, productivity and environmental stress*, 27-37.

Bhattacharya, A. (2022). Low temperature stress and plant-water relationship: A review. *Physiological processes in plants under low temperature stress*, 107-197.

Bradáčová, K., Weber, N. F., Morad-Talab, N., Asim, M., Imran, M., Weinmann, M., & Neumann, G. (2016). Micronutrients (Zn/Mn), seaweed extracts, and plant growth-promoting bacteria as cold-stress protectants in maize. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 3(1), 1-10.

Brankov, M., Simić, M., Dolijanović, Ž., Rajković, M., Mandić, V., & Dragičević, V. (2020). The response of maize lines to foliar fertilizing. *Agriculture*, 10(9), 365.

Calderón-Tomás, C., Díaz-Ruiz, R., Contreras-Ramos, J., & Pérez-Ramírez, E. (2023). Protection against frosts by antifreeze, amino acids, and vermicompost in phenological stages of the bean. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 14(SPE29).

Gholami, H., Saharkhiz, M. J., Fard, F. R., Ghani, A., & Nadaf, F. (2018). Humic acid and vermicompost increased bioactive components, antioxidant activity and herb yield of Chicory (*Cichorium intybus* L.). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 14, 286-292.

Gulen, H., & Eris, A. (2003). Some physiological changes in strawberry (*Fragaria× ananassa* ‘Camarosa’) plants under heat stress. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78(6), 894-898.

Gulen, H., & Eris, A. (2004). Effect of heat stress on peroxidase activity and total protein content in strawberry plants. *Plant Science*, 166(3), 739-744.

Latif, H. H., & Mohamed, H. I. (2016). Exogenous applications of moringa leaf extract effect on retrotransposon, ultrastructural and biochemical contents of common bean plants under environmental stresses. *South African journal of botany*, 106, 221-231.

Li, Z., Hu, G., Liu, X., Zhou, Y., Li, Y., Zhang, X., ... & Zhang, Z. (2016). Transcriptome sequencing identified genes and gene ontologies associated with early freezing tolerance in maize. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1477.

Li, X., Hu, H., Hu, X., Wang, G., Du, X., Li, L., ... & Gu, R. (2022). Transcriptome analysis of near-isogenic lines provides novel insights into genes associated with seed low-temperature germination ability in Maize (*Zea mays* L.). *Plants*, 11(7), 887.

Makkar, C., Singh, J., Parkash, C., Singh, S., Vig, A. P., & Dhaliwal, S. S. (2023). Vermicompost acts as bio-modulator for plants under stress and non-stress conditions. *Environment, Development and Sustainability*, 25(3), 2006-2057.

Malik, A., Mor, V. S., Tokas, J., Punia, H., Malik, S., Malik, K., ... & Karwasra, A. (2020). Biostimulant-treated seedlings under sustainable agriculture: A global perspective facing climate change. *Agronomy*, 11(1), 14.

Meng, A., Wen, D., & Zhang, C. (2022). Maize seed germination under low-temperature stress impacts seedling growth under normal temperature by modulating photosynthesis and antioxidant metabolism. *Frontiers in plant science*, 13, 843033.

Moyo, M., Aremu, A. O., & Amoo, S. O. (2021). Potential of seaweed extracts and humate-containing biostimulants in mitigating abiotic stress in plants. In *Biostimulants for Crops from Seed Germination to Plant Development* (pp. 297-332). Academic Press.

Nanda, S., Kumar, G., & Hussain, S. (2022). Utilization of seaweed-based biostimulants in improving plant and soil health: current updates and future prospective. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(12), 12839-12852.

Patel, K., Agarwal, P., & Agarwal, P. K. (2018). *Kappaphycus alvarezii* sap mitigates abiotic-induced stress in *Triticum durum* by modulating metabolic coordination and improves growth and yield. *Journal of Applied Phycology*, 30, 2659-2673.

Rácz, D., Szőke, L., Tóth, B., Kovács, B., Horváth, É., Zagy, P., ... & Széles, A. (2021). Examination of the productivity and physiological responses of maize (*Zea mays* L.) to nitrapyrin and foliar fertilizer treatments. *Plants*, 10(11), 2426.

Ramazan, S., Qazi, H. A., Dar, Z. A., & John, R. (2021). Low temperature elicits differential biochemical and antioxidant responses in maize (*Zea mays*) genotypes with different susceptibility to low temperature stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 27(6), 1395-1412.

Ratajczak, K., Sulewska, H., Panasiewicz, K., Faligowska, A., & Szymańska, G. (2023). Phytostimulator Application after Cold Stress for Better Maize (*Zea mays* L.) Plant Recovery. *Agriculture*, 13(3), 569.

Riva-Roveda, L., Escalé, B., Giauffret, C., & Périlleux, C. (2016). Maize plants can enter a standby mode to cope with chilling stress. *BMC plant biology*, 16(1), 1-14.

Sangha, J. S., Kelloway, S., Critchley, A. T., & Prithiviraj, B. (2014). Seaweeds (macroalgae) and their extracts as contributors of plant productivity and quality: the current status of our understanding. *Advances in botanical research*, 71, 189-219.

Sharma, H. S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J. R., & Martin, T. (2014). Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of applied phycology*, 26, 465-490.

Sobkowiak, A., Jończyk, M., Adamczyk, J., Szczepanik, J., Solecka, D., Kuciara, I., ... & Sowiński, P. (2016). Molecular foundations of chilling-tolerance of modern maize. *BMC genomics*, 17, 1-22.

Steponkus, P. L., Uemura, M., Webb, & M. S. (1993) A contrast of the cryostability of the plasma membrane of winter rye and spring oat two species that widely differ in their freezing tolerance and plasma membrane lipid composition. In: Steponkus P. L. (ed). *Advances in Low-Temperature Biology*, 1 2. JAI Press, London, 211–312

Toor, M. D., Kizilkaya, R., Ullah, I., Koleva, L., Basit, A., & Mohamed, H. I. (2023). Potential Role of Vermicompost in Abiotic Stress Tolerance of Crop Plants: a Review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1-23.

Tóth, B., Moloi, M. J., Mousavi, S. M. N., Illés, Á., Bojtor, C., Szőke, L., & Nagy, J. (2022). The Evaluation of the Effects of Zn, and Amino Acid-Containing Foliar Fertilizers on the Physiological and Biochemical Responses of a Hungarian Fodder Corn Hybrid. *Agronomy*, 12(7), 1523.

Vambe, M., Coopoosamy, R. M., Arthur, G., & Naidoo, K. (2023). Potential role of vermicompost and its extracts in alleviating climatic impacts on crop production. *Journal of Agriculture and Food Research*, 100585.

Voko, M. P. (2020). *Impacts of climate change on cowpea (Vigna unguiculata L. Walp) treated with biostimulants* (Doctoral dissertation).

Wenkel, K. O., Brozio, S., Gebbers, R., Mirschel, W. (2003). Approaches to site-specific nitrogen fertilization. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 49(2), 149-162.



## FARKLI YAZDIRMA PARAMETRELERİNDE 3B BASKI VERİ SETİNİN DOĞRUSAL REGRESYON ANALİZ PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Hakan YÜKSEL\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

ORCID ID: 0000-0003-2186-533X

### Özet

Eklemeli üretim bir diğer adıyla üç boyutlu (3B) baskı, imalat endüstrisinde hızla büyümektedir. Karmaşık özelliklere sahip parçaları üretme yeteneği nedeniyle farklı sektörlerden de büyük ilgi görmektedir. 3B baskılı parçaların güvenilirliği, araştırmacıların eklemeli üretimi, son parça üretim aracı olarak gerçekleştirmeye yönelik odak noktası olmuştur. Ancak üretim süreçlerinin optimizasyona ihtiyacı bulunmaktadır. Sonuç olarak, uygulama alanlarına bakılmaksızın istenen özelliklere sahip nesnelerin üretilmesi için 3B baskı işlem parametrelerinin doğru bir şekilde kalibre edilmesi gerekir. 3B baskılı bir nesnenin istenen özelliklerinden biri de çekme dayanımıdır. Tahmine dayalı modeller olmadan, istenen çekme dayanımını elde etmek için 3B baskı sürecini optimize etmek yorucu ve pahalı bir çalışma olabilmektedir. Bu çalışma, 3B baskıların farklı yazdırma parametrelerini içeren bir veri setindeki değerleri, 3B nesnelerin gerilme mukavemetini ve uzama durumunu tahmin etmek için doğrusal regresyon yöntemini kullanmıştır. Makine öğrenimi modelinden elde edilen sonuçlar, çeşitli istatistiksel ölçümler kullanılarak karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** 3B baskı, doğrusal regresyon, gerilme mukavemeti

### Examining the Linear Regression Analysis Performance of 3D Printing Dataset at Different Printing Parameters

### Abstract

Additive manufacturing, also known as three-dimensional (3D) printing, is growing rapidly in the manufacturing industry. It attracts great interest from different sectors due to its ability to produce parts with complex features. The reliability of 3D printed parts has been the focus of researchers to realize joint manufacturing as a final part production tool. However, production processes need optimization. As a result, 3D printing process parameters need to be accurately calibrated to produce objects with desired properties, regardless of application areas. One of the desired properties of a 3D printed object is tensile strength. Without predictive models, optimizing the 3D printing process to achieve the desired tensile strength can be a tedious and expensive exercise. This study used the linear regression method to predict the values in a data set containing different printing parameters of 3D prints, tensile strength and elongation state of 3D objects. The results obtained from the machine learning model were compared using various statistical measures.

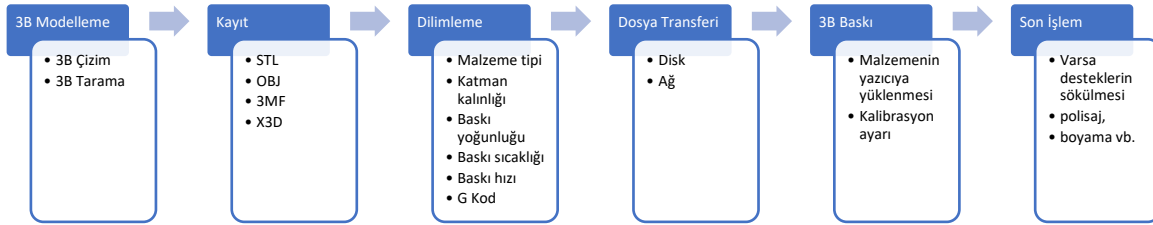
**Keywords:** 3D printing, linear regression, tensile strength

## 1. GİRİŞ

Eklemeli imalat, metal, plastik ve kompozit gibi malzemelerin katmanlar halinde birbirine eklenmesiyle gerçek 3 boyutlu bir ürün oluşturulması prensibine dayanan bir üretim yöntemidir. Bu yöntem ilk olarak 1980'li yıllarda 3B Systems firması tarafından Stereolitografi (SLA) teknolojisi temel alınarak geliştirilmiştir [1,2]. SLA teknolojisinin gelişmesini takiben 1990'lı yılların ilk yarısında Erimiş Biriktirme Modelleme (FDM), Seçici Lazer Sinterleme (SLS) ve Doğrudan Metal Lazer Sinterleme (DMLS) gibi yöntemler geliştirilmiş ve markalaşmıştır [3, 4].

Eklemeli imalat yöntemlerinin çeşitlenmesi ve günümüzde masaüstü makinelerle birlikte kullanılabilir hale gelmesiyle birlikte bu makineler halk arasında "Üç Boyutlu (3D) Yazıcı" olarak anılmaya başlamış ve bu isim yaygınlaşarak günümüzde önemli bir yer edinmiştir [5]. 3B baskı adımları Şekil 1' de gösterilmiştir.

Şekil 1. 3B Baskı Adımları



ASTM standardına göre, eklemeli imalat (eklemeli imalat, eklemeli imalat, 3D baskı), geleneksel gibi çıkarımlı imalat metodolojilerinin aksine, genellikle üst üste katmanlanan malzemeleri 3D model verilerinden nesnel oluşturmak için birleştirme işlemidir. [6]. Diğer bir deyişle, 3 boyutlu model verilerinden çeşitli nesnel üretmek amacıyla malzemelerin katman katman birleştirilmesi işlemi olup, malzemenin işlenerek çıkarılması esasına dayanan üretim yöntemlerinin tam tersidir. Son yıllarda imalat teknolojileri alanında klasik yöntemlere kıyasla eklemeli imalat yöntemlerinin yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Eklemeli üretim ile model, prototip veya nihai ürün üretmek mümkündür [6, 7].

3D yazıcılar üretim yöntemine göre mekanik, elektrik ve fotokimyasal olarak sınıflandırılmaktadır. Bunlara örnek vermek gerekirse: erimiş biriktirme yöntemi (FDM) [8], seçici lazer sinterleme (SLS) [9], doğrudan metal lazer sinterleme (DMLS) [10], lazer metal biriktirme (LMD) [11], bağlayıcı püskürtme [12], malzeme püskürtme [13], stereolitografi (SLA) [14] ve dijital ışık işleme (DLP) [15] en yaygın kullanılan yöntemlerdir.

3B yazıcılar, üretim alanlarında yedek parça üretimi, hızlı prototipleme, tıbbi protezler, mimari modeller, inşaat projeleri ve eğitim süreçlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. FDM yönteminde birçok değişik parametre bulunmaktadır. Karaman vd. (2019), ABS-plus termoplastik malzemesiyle üretilmiş ve çekme testine tabi tuttuğu deneylerin analizini gerçekleştirmiştir. Yapılan çalışma bu parametreler arasındaki korelasyonun kurulması ve hangi parametrenin önem arz ettiğini göstermiştir [16]. Zhang vd., (2019) ise derin öğrenme algoritmalarıyla FDM yöntemi kullanarak 3B baskı parametrelerini incelemiştir. Bu çalışmada veriye dayalı bir model ortaya konulmuştur [17]. Rajpurohit vd., (2019), PLA malzemesiyle elde ettiği numunelerini çekme deneyine tabi tutmuştur. Doluluk oranının mukavemet ilişkisini ortaya koymuştur. [18].

Bu çalışma, 3B baskıların farklı yazdırma parametrelerini içeren bir veri setindeki değerleri, 3B nesnelerin gerilme mukavemetini ve uzama durumunu tahmin etmek için doğrusal regresyon yöntemini kullanmıştır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

### 2.1. Veriseti

Veriseti “3B Yazdırma Parameterleri” adından Kaggle isimli veriseti platformundan alınmıştır [19]. Veriseti 12 sütun içermektedir. Verisetinin ilk 9 sütünü özelliklerdir. Geriye kalan 3 sütun ise pürüzsüzlük, gerilme mukavemeti ve uzama katsayısıdır. Yapılacak olan doğrusal regresyon analizinde ilk 9 sütuna göre son 3 sütunun tahminlemesi ve en iyi model ortaya çıkartılması sağlanacak. İlgili ilk 9 sütun özellikleri Tablo 1’ de, son 3 sütun etiketleri ise Tablo 2’ de verilmiştir.

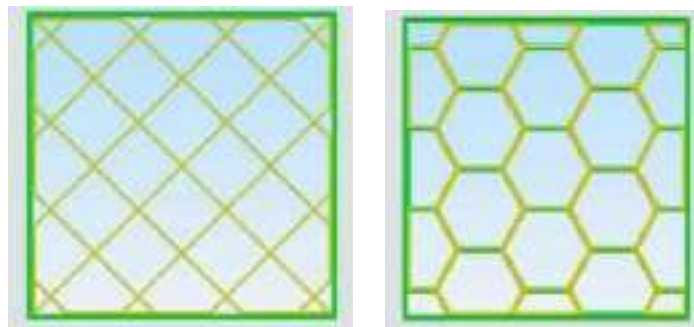
Tablo 1. Veriseti özellikleri

Sıra	Veriseti Özellikleri
1	Katman Yüksekliği (mm)
2	Duvar Kalınlığı (mm)
3	Dolgu Yoğunluğu (%)
4	Izgara veya Petek Şeklinde Dolgu Deseni
5	Nozül Sıcaklığı (° C)
6	Yatak Sıcaklığı (° C)
7	Yazdırma hızı mm/s
8	Malzeme abs veya pla olarak
9	Fan Hızı (%)

Tablo 2. Veriseti etiketleri

Sıra	Veriseti Özellikleri
1	Pürüzlülük (mm)
2	Gerilme Dayanımı (MPa)
3	Uzama (%)

Veri setinde kullanılan 4 numaralı özelliğin desenleri ızgara ve petek şeklindedir. İlgili desenleri Şekil 1’ de gösterilmiştir.



Şekil 1. Izgara ve Petek desenleri

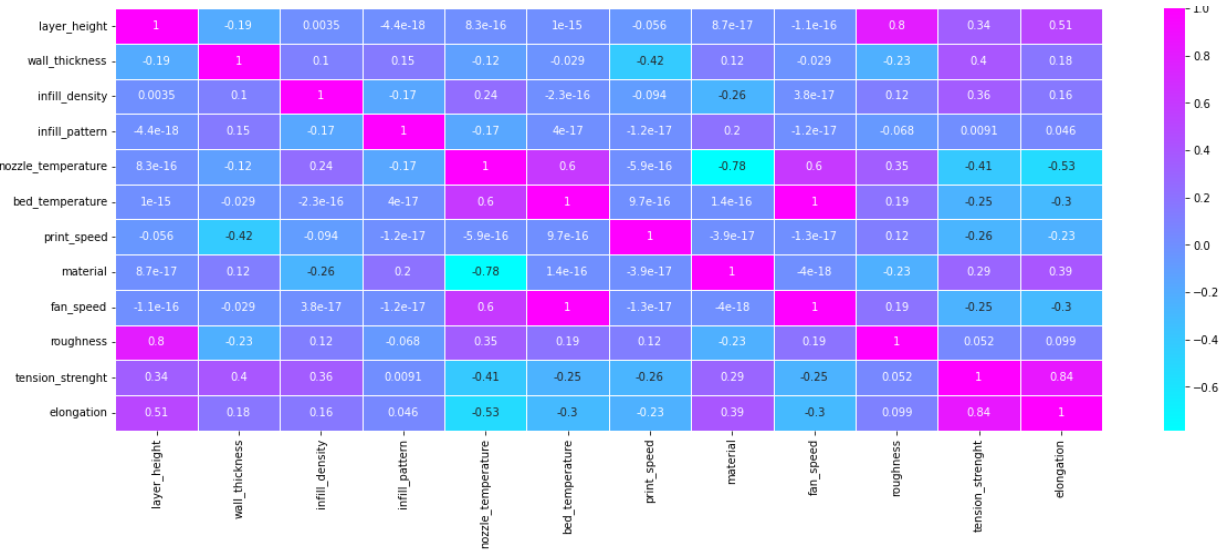
## 2.2. Veri ön işleme

Veriseti, yaklaşık olarak 50 satırlık veri içermektedir. Makine öğrenmesi uygulaması için gerekli kayıt sayısı oldukça azdır. Suni veri üretme yöntemleriyle verisetinin büyütülmesi değerlendirilmemiştir. Dolayısıyla ilgili verisetinden regresyon modelleri elde edilmesi sağlanmıştır.

Verisetinden yer alan infill\_pattern alanı ızgara veya petek olarak yer alacağını ifade etmiştik. Ancak verilerin daha net analiz çıkarı için ızgara değeri “0” ve petek değeri ise “1” olarak belirlenmiştir. Aynı işlem material özelliği içinde gerçekleştirilmiştir. Material özelliğinde abs “0” değerini alırken pla ise “1” değerini almıştır. Bu süreçlerde Python yazılım dilinde numpy kütüphanesinden yararlanılmıştır.

## 2.3. Karşılaştırma Analizleri

Verisetinde ki değerler kategorik değişkenler haline geldiğinde her bir değer kendi içerisinde karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen karşılaştırma matrisi Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Verisetinin karşılaştırma matrisi

Karşılaştırma matrisi incelendiğinde pürüzsüzlüğün katman yüksekliği ile yüksek oranda ilişkili olduğu, yani katman yüksekliği arttıkça pürüzsüzlüğünde artacağı gözlenmiştir. Ayrıca malzeme durumu ise nozül sıcaklığı ile negatif ilişkili çıkmıştır. Yani nozül sıcaklığı artarsa malzeme kalitesi düşmektedir. Yine yatak sıcaklığının nozül sıcaklığı ile ilişkili olduğu, nozül sıcaklığı arttıkça yatak sıcaklığının da artacağı görülmüştür. Bunların yanı sıra fan hızının nozül sıcaklığıyla da pozitif ilişkili olduğu, yine fan hızının yatak sıcaklığıyla tam pozitif korelasyona sahip olduğu tespit edilmiştir. Son olarak, uzama yüzdesinin ve gerilim kuvvetinin kendi içinde pozitif yönde ilişkili olduğu söylenebilmektedir.

## 2.4. Doğrusal Regresyon Analizi

Doğrusal regresyon analizleri için ortaya koyulacak modeller için karşılaştırma matrisi dikkate alınacaktır. Verisetindeki 3 etiket (pürüzsüzlük, gerilme mukavemeti ve uzama yüzdesi) için bütün özellikler dikkate alınacaktır. Doğrusal regresyon analizini gerçekleştirmek için

“statModels” kütüphanesi kullanılacaktır. Verisetinde 50 kayıt bulunduğundan modelin eğitimi için bütün veriseti değerlendirilecektir.

#### 2.4.1. Model 1: Pürüzlülüğün Tahmini

Modeli oluşturmak için verisetinde bulunan 9 özelliğin tamamı kullanılacaktır. İlgili modele ait pürüzsüzlüğün matematiksel modelini geliştirmek için ilgili özelliklerin tespit edilmesi ve modelin yeniden sağlanması gerçekleştirilecektir. Pürüzsüzlük 3B nesnenin yüzeysel olarak sorunsuz bir şekilde elde edildiğini gösteren bir parametredir. Verisetinden, pürüzsüzlük için elde edilen doğrusal regresyon analizinin değerleri Tablo 3’ te verilmiştir.

Tablo 3. Pürüzsüzlük Tahmini için Doğrusal Regresyon Analiz Sonuçları

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-0.9534	0.159	-6.006	0.000	-1.274	-0.633
layer_height	12.694.449	87.648	14.483	0.000	1.092.437	1.446.453
wall_thickness	23.342	2.189	1.066	0.293	-2.087	6.756
infill_density	-0.0423	0.234	-0.181	0.857	-0.515	0.430
infill_pattern	-0.1255	11.280	-0.011	0.991	-22.907	22.656
nozzle_temperature	150.562	2.529	5.953	0.000	9.948	20.164
bed_temperature	-556.225	9.279	-5.995	0.000	-74.362	-36.883
print_speed	0.6496	0.206	3.153	0.003	0.233	1.066
material	2.984.514	58.364	5.114	0.000	180.582	416.321
fan_speed	78.989	1.238	6.379	0.000	5.398	10.399

R-kare, bir model değerlendirmesi için en önemli parametrelerden sadece biridir. Değeri ne kadar yüksek çıkarsa model uyumu aynı oranda iyi çıkmaktadır. Modelin R-kare değeri %87,5’tir. Bu, verilerdeki değişkenlik oranının yaklaşık %87,5’inin bu doğrusal regresyon modeliyle açıklanabileceğini belirtmektedir.

P değeri çeşitli değişkenleri değerlendirmek için önemli bir ölçüdür. P değeri 1’e yaklaştıkça özellik değişkeninin etiket değişkeniyle ilgisi azalmaktadır. Model 1 incelendiğinde duvar kalınlığı, dolgu yoğunluğu ve dolgu desen değerlerinin 1’e yakın olduğu ve pürüzlülükte fazla bir rol oynamadığını göstermektedir. Model 1’ in matematiksel ifadesi şu şekildedir (1):

$$\begin{aligned} \text{Pürüzlülük} = & -0,9534 + 1269,4449 \cdot \text{layer\_height} + 2,3342 \cdot \text{wall\_thickness} - 0,0423 \cdot \text{infill\_density} - \\ & 0,1255 \cdot \text{infill\_pattern} + 15,0562 \cdot \text{nozzle\_temperature} - 55,6225 \cdot \text{bed\_temperature} + \\ & 0,6496 \cdot \text{print\_speed} + 298,4514 \cdot \text{malzeme} + 7,8989 \cdot \text{fan\_speed} \end{aligned} \quad (1)$$

Matematiksel model incelendiğinde parametrelerin yokluğunda pürüzlülük sabit terim kadar 0,9534 mm azalmaktadır. Bunun sebebi, model için verisetinde yer alan 9 özelliğinde dışındaki baskı sürecinde etkisi olan parametreler (ortam sıcaklığı vb.) olabilmektedir. Pozitif bir katsayı değeri, duvar kalınlığındaki 1 mm artışın, pürüzlülükte 2,3342 mm artışa yol açtığını ifade etmektedir. Yine negatif bir katsayı değeri, yatak sıcaklığındaki C derecelik artışın pürüzlülükte 55.6225 mm bir azalmaya neden olduğunu görülmektedir.

P değerinin 1’e yakın olan duvar kalınlığını, dolgu yoğunluğunu ve dolgu desenini ilgili modelden çıkarım yaparak tekrar bir analiz oluşturulmaktadır. Model 1’ in yeni analizi sonucunda, R-kare değeri %87,2’ye düşmektedir. Karşılaştırma matrisi dikkate alınarak model

içerisinde daha fazla özellik kazandırmak etiketin tahmin edilmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Bu noktada etkileşimler iyi olan;

- Malzeme ve nozul sıcaklığı (-0,78)
- Yatak sıcaklığı ve nozul sıcaklığı (0,6)
- Fan hızı ve nozul sıcaklığı (0,6)
- Fan hızı ve yatak sıcaklığı (1) özellikleri verisetine eklenmiştir.

Doğrusal regresyon analizi için Model 1' i tekrar çalıştırdığımızda R-kare değerinin %92,5'lik bir değer verdiği bununda model sürecinde başarı oranının arttığını göstermektedir. Analiz sonucunda elde edilen yeni matematiksel ifade şu şekildedir (2):

$$\begin{aligned} \text{Pürüzlülük} = & -1.0735 + 1246.5353\text{layer\_height} + 0.0050\text{nozzle\_temperature} - \\ & 57.8032\text{bed\_temperature} + 0.5538\text{print\_speed} + 5516.1791\text{material} + 33.0427\text{fan\_speed} - \\ & 25.7036\text{interaction\_material\_nozz\_temp} + 0.2588\text{interaction\_bed\_temp\_nozz\_temp} - \\ & 0.2032\text{fan\_speed*nozz\_temp} + 0.1662\text{interact\_fan\_speed\_bed\_temp} \end{aligned} \quad (2)$$

#### 2.4.2. Model 2: Gerilme Mukavemeti Tahmini

Çekme mukavemeti, malzemenin çekme (gerilme) kuvvetine dayanma kabiliyetidir. Malzemenin aynı anda, sabit bir uzama/yük oranında kırabilen bir kuvvet uygulandığında ki basınç malzemenin kırılma mukavemetini ifade etmektedir. Model 2' ye ait gerilme mukavemeti MPa biriminde elde edilecektir. Verisetinden, gerilme mukavemeti için elde edilen doğrusal regresyon analizinin değerleri Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3. Gerilme Mukavemeti Tahmini için Doğrusal Regresyon Analiz Sonuçları

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	0.0663	0.023	2.863	0.007	0.020	0.113
layer_height	555.972	12.788	4.348	0.000	29.772	81.423
wall_thickness	10.687	0.319	3.346	0.002	0.424	1.714
infill_density	0.1629	0.034	4.769	0.000	0.094	0.232
infill_pattern	-11.427	1.646	-0.694	0.491	-4.466	2.181
nozzle_temperature	-10.468	0.369	-2.837	0.007	-1.792	-0.302
bed_temperature	38.647	1.354	2.855	0.007	1.131	6.599
print_speed	-0.0156	0.030	-0.519	0.607	-0.076	0.045
material	-173.051	8.515	-2.032	0.049	-34.502	-0.108
fan_speed	-0.5719	0.181	-3.166	0.003	-0.937	-0.207

Model 2' nin R-kare değeri %67,3 olup verilerdeki değişkenliğin yaklaşık %67,3'ünün bu doğrusal regresyon modeliyle açıklanabileceğini belirtmektedir. Model 2'nin duvar kalınlığı, yazma hızı ve materyal değerlerinin 1'e yakın olduğu ve gerilme mukavemetinde etkin bir özellik olmadığını göstermektedir. Model 2' nin matematiksel ifadesi şu şekildedir (3):

$$\begin{aligned} \text{Gerilme Mukavemeti} = & 0,0663 + 55,5972*\text{layer\_height} + 1,0687*\text{wall\_thickness} + \\ & 0,1629*\text{infill\_density} - 1,1427*\text{infill\_pattern} - 1,0468*\text{nozzle\_temperature} \\ & + 3,8647*\text{bed\_temperature} - 0,0156*\text{print\_speed} - 17,3051*\text{malzeme} - 0,5719*\text{fan\_speed} \end{aligned} \quad (3)$$

Matematiksel model incelediğinde, parametrelerin yokluğunda gerilme mukavemetinin sabit terim kadar 0,0663 MPa arttırdığı görülmektedir. Yine model için dikkate alınmayan faktörler



söz konusu olabilmektedir. Pozitif bir katsayı değeri, duvar kalınlığındaki 1 mm artışında, gerilme mukavemetinde 1,0687 MPa artışa, benzer şekilde negatif bir katsayı değeri, uç sıcaklığındaki C derecelik artışın gerilme mukavemetinde 1,0468 MPa bir azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir.

P değerinin 1' e yakın olan duvar kalınlığı, yazma hızı ve materyal özelliklerini modelden kaldırarak modelin tekrar eğitilmesi gerçekleştirilmiştir. Model 2' nin analizi sonucunda R-kare değeri %63,4' ye düşmektedir. Model 1' de olduğu gibi karşılaştırma matrisi dikkate alınarak model içerisinde daha fazla özellik kazandırmak etiketin tahmin edilmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Bu noktada etkileşimler iyi olan;

- Malzeme ve nozul sıcaklığı (-0,78)
- Yatak sıcaklığı ve nozul sıcaklığı (0,6)
- Fan hızı ve nozul sıcaklığı (0,6)
- Fan hızı ve yatak sıcaklığı (1) özellikleri verisetine eklenmiştir.

İlgili düzenlemelerden sonra Model 2 tekrar çalıştırıldığında R-kare değeri %71,8 çıkmıştır. Bu sonu diğer elde edilen R-kare değerlerini göre modelin pozitif yönde bir kazanım elde ettiğini söylenebilir. Analiz sonucunda elde edilen yeni matematiksel ifade şu şekildedir (4):

$$\begin{aligned} \text{Gerilme Mukavemeti} = & -0,0870 + 56,6017\text{layer\_height} + 0,0004\text{nozzle\_temperature} - \\ & 4,7917\text{bed\_temperature} + 1,1373\text{wall\_thickness} + 0,1587\text{infill\_density} + 2,1355\text{fan\_speed} \\ & + 0,1191\text{intercation\_material\_nozz\_temp} + 0,0221\text{interaction\_bed\_temp\_nozz\_temp} - \\ & 0,0138\text{fan\_speed*noz\_temp} + 0,0077\text{interact\_fan\_speed\_bed\_temp} \end{aligned} \quad (4)$$

### 2.4.3. Model 3: Uzama Katsayısı Tahmini

Uzama, bir malzemenin kırılma veya yırtılma noktasına kadar deforme olmadan önce ne kadar zorlanmaya dayanabileceğinin ölçüsüdür. Birçok tasarım plastik veya reçine malzemeleri gerektirdiğinden, tasarımcı bir malzemenin uzama sınırlarını bilinmek istenebilir. Bir malzemenin bu özelliği çekme testi kullanılarak ölçülür. Model 3' e ait uzama katsayısı (%) olarak elde edilecektir.

Model 3' te R-kare değeri %69,4 olup verilerdeki değişkenliğin yaklaşık %69,4' ünün bu doğrusal regresyon modeliyle açıklanabileceğini belirtmektedir. Model 3' ün dolgu deseni ve yazma hızı değerleri 1' e yakın olduğundan, uzama katsayısında fazla bir rol oynamamaktadırlar. Dolgu deseni ve yazma hızı özellikleri Model 3' ten çıkartığımızda Model 3' ün analizi sonucunda R-kare değeri %66,7' ye düşmektedir. Model 1 ve Model 2' de olduğu gibi karşılaştırma matrisi dikkate alınarak model içerisinde daha fazla özellik kazandırmak etiketin tahmin edilmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Bu noktada etkileşimler iyi olan;

- Malzeme ve nozul sıcaklığı (-0,78)
- Yatak sıcaklığı ve nozul sıcaklığı (0,6)
- Fan hızı ve nozul sıcaklığı (0,6)
- Fan hızı ve yatak sıcaklığı (1) özellikleri verisetine eklenmiştir.

Model 3 tekrar analiz edildiğinde, %71,8' lik R-kare değeri elde edilmektedir. Bu R- kare değerinin arttığını göstermektedir. Model için en iyi matematiksel ifade ise şu şekildedir (5):

$$\begin{aligned} \text{Uzaman Katsayısı} = & -0,0781 + 56,6034\text{layer\_height} + 0,0004\text{nozzle\_temperature} - \\ & 4,3166\text{bed\_temperature} + 1,1375\text{wall\_thickness} + 0,1587\text{infill\_density} + 1,8551\text{fan\_speed} - \\ & 29,9509\text{material} + 0,2557\text{intercation\_material\_nozz\_temp} + \\ & 0,0199\text{interaction\_bed\_temp\_nozz\_temp} - 0,0120\text{fan\_speed} * \text{nozz\_temp} + \\ & 0,0062\text{interact\_fan\_speed\_bed\_temp} \end{aligned} \quad (5)$$

### 3. SONUÇ

Bu çalışmada 9 özellik ile 3 etiket arasındaki ilişkiyi 3B baskı parametrelerinin doğrusal regresyon analizi incelenmiştir. Etiketler incelendiğinde; pürüzlülüğü 9 özellik ile mükemmel bir şekilde davranırken gerilim mukavemeti ve uzama her biri yalnızca yaklaşık %72 oranında doğrusal olarak davrandı; bu oldukça iyi bir yüzde olmasını rağmen istenilen daha yüksektir.

Sonuç olarak gerilme direnci ve uzama mukavemetinin birbirleriyle güçlü bir şekilde ilişkilidir ve her ikisi de doğrusal olarak davranmamaktadır. Gerilim direnci ve uzama mukavemetinin her biri doğrusal olarak davranır; bu oldukça iyidir ancak tam olarak doğru değerlendirilmemektedir. Dolayısıyla modellerin incelemesi polinom regresyonuyla da iyi sonuçlar alınabileceğini öngörmektedir.

### KAYNAKLAR

- [1] Danforth, S. C., & Safari, A. (1996). Solid freeform fabrication: novel manufacturing opportunities for electronic ceramics. ISAF '96. Proceedings of the Tenth IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics, 1, 183–188 vol.1. <https://doi.org/10.1109/ISAF.1996.602732>
- [2] Çelik, K., & Özkan, A. (2017). Eklemeli imalat yöntemleri ile üretim ve onarım uygulamaları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1), 107-121.
- [3] Sürmen, H. K. (2019). Eklemeli İmalat (3B Baskı): Teknolojiler ve Uygulamalar. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 24(2), 373–392. <https://doi.org/10.17482/uumfd.519147>
- [4] Özsolak, O. (2019). Eklemeli imalat yöntemleri ve kullanılan malzemeler. *International Journal of Innovative Engineering Applications*, 3(1), 9-14.
- [5] Su, A., & Al'Aref, S. J. (2018). History of 3D printing. In *3D printing applications in cardiovascular medicine* (pp. 1-10). Academic Press.
- [6] Monzón, M. D., Ortega, Z., Martínez, A., & Ortega, F. (2015). Standardization in additive manufacturing: activities carried out by international organizations and projects. In *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* (Vol. 76, Issues 5–8, pp. 1111–1121). Springer London. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-6334-1>
- [7] Wong, K. V., & Hernandez, A. (2012). A Review of Additive Manufacturing. *ISRN Mechanical Engineering*, 2012, 1–10. <https://doi.org/10.5402/2012/208760>
- [8] Kim, S., Seong, H., Her, Y., & Chun, J. (2019). A study of the development and improvement of fashion products using a FDM type 3D printer. *Fashion and Textiles*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40691-018-0162-0>
- [9] Geng, L. C., Ruan, X. L., Wu, W. W., Xia, R., & Fang, D. N. (2019). Mechanical Properties of Selective Laser Sintering (SLS) Additive Manufactured Chiral Auxetic Cylindrical Stent. *Experimental Mechanics*, 59(6), 913–925. <https://doi.org/10.1007/s11340-019-00489-0>
- [10] Sedlak, J., Rican, D., Piska, M., & Rozkosny, L. (2015). Study of materials produced by powder metallurgy using classical and modern additive laser technology. *Procedia Engineering*, 100(January), 1232–1241. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.488>

- [11] Lei, Z., Bi, J., Chen, Y., Chen, X., Tian, Z., & Qin, X. (2020). Effect of TiB<sub>2</sub> content on microstructural features and hardness of TiB<sub>2</sub>/AA7075 composites manufactured by LMD. *Journal of Manufacturing Processes*, 53, 283–292. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2020.02.036>
- [12] Ziaee, M., & Crane, N. B. (2019). Binder jetting: A review of process, materials, and methods. In *Additive Manufacturing* (Vol. 28, pp. 781–801). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.05.031>
- [13] Yap, Y. L., Wang, C., Sing, S. L., Dikshit, V., Yeong, W. Y., & Wei, J. (2017). Material jetting additive manufacturing: An experimental study using designed metrological benchmarks. *Precision Engineering*, 50, 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2017.05.015>
- [14] Yan, Z., & Peng, H. (2021). FabHydro: Printing Interactive Hydraulic Devices with an Affordable SLA 3D Printer. *UIST 2021 - Proceedings of the 34th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 298–311. <https://doi.org/10.1145/3472749.3474751>
- [15] Alsandi, Q., Ikeda, M., Arisaka, Y., Nikaido, T., Tsuchida, Y., Sadr, A., Yui, N., & Tagami, J. (2021). Evaluation of mechanical and physical properties of light and heat polymerized udma for dlp 3d printer. *Sensors*, 21(10). <https://doi.org/10.3390/s21103331>
- [16] E. Karaman ve O. Çolak, “Eriyik biriktirme yönteminde farklı üretim parametrelerinin mekanik özelliklere etkisi,” *ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, c. 1, s. 2, ss. 90-99, 2019.
- [17] J. Zhang, P. Wang and R.X. Gao, “Deep learning-based tensile strength prediction in fused deposition modeling,” *Computers in Industry*, vol. 107, pp. 11-21, 2019.
- [18] H. K. Dave, N.H. Patadiya, A.R. Prajapati and S.R. Rajpurohit, “Effect of infill pattern and infill density at varying part orientation on tensile properties of fused deposition modeling-printed poly-lactic acid part,” *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, vol. 235, no. 10, pp. 1811-1827, 2021.
- [19] <https://www.kaggle.com/code/aniruddhasarkar/decision-tree-3d-printing-dataset>

## 3B BASKI PARAMETRELERİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN SİSTEMATİK LİTERATÜR TARAMASI

Hakan YÜKSEL\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

ORCID ID: 0000-0003-2186-533X

### ÖZET

Eklemeli imalat, üretilecek olan parçanın son geometrisine iş parçası üzerinden malzeme kaldırma işlemi ile ulaşılan talaşlı imalat yöntemlerinin aksine, üretilecek olan parçaların son geometrisine katmanlar halinde malzeme ekleyerek ulaşmaktadır. Geleneksel imalat yöntemlerinde kullanılan kesici takımlar ve kalıplar, üretilecek parça tasarımlarını oldukça sınırlamaktadır. Eklemeli imalatla herhangi bir kesici takım ve kalıba ihtiyaç duyulmaması sebebiyle oldukça karmaşık geometriye sahip parçalar üretilebilmektedir. Eklemeli imalatın birçok avantaja sahip olması, özellikle üretilecek parçaların tasarım serbestliği konusunda sağlamış olduğu avantaj, her geçen gün onun imalat sanayisindeki kullanımını arttırmaktadır. Eklemeli imalat yöntemleri içerisinde birçok teknik mevcuttur. Bu tekniklerden birisi de eriyik biriktirme modellemesidir. Eriyik biriktirme modelleme tekniğinde polimer termoplastik malzemeler ile üretim işlemi gerçekleştirilmektedir. Çok çeşitli sayıda termoplastik malzemenin kullanılabilirdiği bu teknikte, genellikle PLA ve ABS filament malzemeler tercih edilmektedir. Eriyik biriktirme modelleme tekniğinde kullanılabilen malzeme çeşitliliğinin artırılabilmesi adına, termoplastik malzemelere farklı katkı malzemeleri ilave edilebilmektedir. İlave edilen malzemeler ile yeni özelliklere sahip kompozit termoplastik malzemeler üretilmektedir. Bu çalışmada, PLA ve ABS filamentlerin baskı esnasında farklı parametrik değerleri kullanan çeşitli çalışmaları incelemiştir. Araştırma sonucunda baskı parametrelerinin en çok desen, dolgu yoğunluğu ve baskı sıcaklığının etkilediği görülmüştür. Son yıllarda yayınlanan çalışmaların sistematik bir incelemesi gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** 3B, baskı parametreleri, mekanik özellikler

### ABSTRACT

Additive manufacturing reaches the final geometry of the part to be produced by adding material in layers, unlike machining methods, which reach the final geometry of the part to be produced by removing material from the workpiece. The cutting tools and molds used in traditional manufacturing methods greatly limit the part designs to be produced. Since there is no need for any cutting tools and molds in additive manufacturing, parts with very complex geometry can be produced. The fact that additive manufacturing has many advantages, especially the advantage it provides in terms of freedom of design of the parts to be produced, increases its use in the manufacturing industry day by day. There are many techniques among additive manufacturing methods. One of these techniques is melt deposition modeling. In the melt deposition modeling technique, the production process is carried out with polymer thermoplastic materials. In this technique, where a wide variety of thermoplastic materials can be used, PLA and ABS filament materials are generally preferred. In order to increase the

variety of materials that can be used in the melt deposition modeling technique, different additives can be added to thermoplastic materials. Composite thermoplastic materials with new properties are produced with the added materials. In this study, various studies using different parametric values of PLA and ABS filaments during printing were examined. As a result of the research, it was seen that the printing parameters were mostly affected by the pattern, filling density and printing temperature. A systematic review of studies published in recent years was conducted.

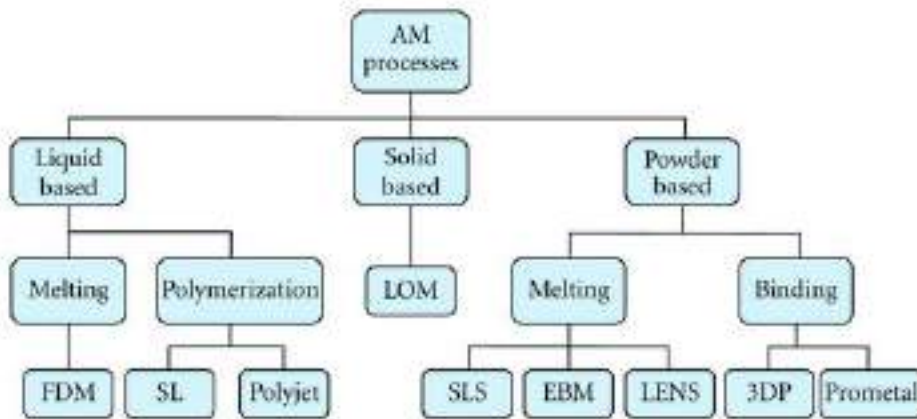
**Keywords:** 3D, printing parameters, mechanical properties

## 1. GİRİŞ

Endüstride yaygın olarak kullanılan geleneksel imalat yöntemleri, talaşlı imalat yöntemleri olarak torna, freze, delme, şekil verme, taşlama vb., talaşsız imalat yöntemleri olarak ise döküm, plastik şekillendirme ve kaynak şeklinde geliştirilebilir. Bunların dışında elektroerozyon, lazer, ultrasonik, basınçlı su jeti ve plazma işleme gibi alışılmamış ileri imalat yöntemleri de kullanılmaktadır. Son yıllarda imalat sektörüne giren, hızla gelişen imalat yöntemlerinden biri de eklemeli imalat teknolojileridir [1].

Eklemeli üretim (3B baskı), geleneksel işleme gibi çıkarımlı üretim metodolojilerinin aksine, genellikle üst üste katmanlanan malzemeleri 3B model verilerinden nesnelere oluşturmak için birleştirme işlemidir. Eklemeli imalat yöntemlerinin yaygınlaşması ve günümüzde masaüstü makinelerde de kullanılabilir hale gelmesiyle birlikte bu makineler halk arasında "Üç Boyutlu (3B) Yazıcı" olarak anılmaya başlamış ve bu isim yaygınlaşarak günümüzde önemli bir yer edinmiştir [2,3].

3D yazıcılar üretim yöntemine göre mekanik, elektrik ve fotokimyasal olarak sınıflandırılmaktadır. Bunlara örnek vermek gerekirse: erimiş biriktirme yöntemi (FDM) [4], seçici lazer sinterleme (SLS) [5], doğrudan metal lazer sinterleme (DMLS), lazer metal biriktirme (LMD) [6], bağlayıcı püskürtme [7], malzeme püskürtme [8], stereolitografi (SLA) [9] ve dijital ışık işleme (DLP) [10] en yaygın kullanılan yöntemlerdir. Eklemeli imalat yöntemlerindeki kategorik yapı Şekil 1’de gösterilmiştir [11].



Şekil 1. Eklemeli İmalat Yönteminin Sınıflandırması

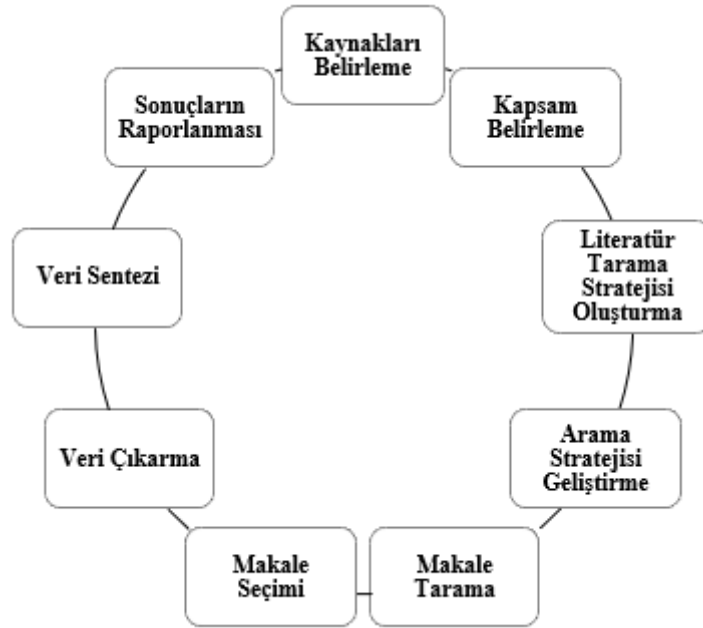
FDM, termoplastik malzemelerin eritilmesiyle oluşan tabakanın aniden soğuyarak bir önceki tabakaya yapıştırılması prensibine dayanan bir sistemdir. Bu işlemde, parçanın kesit geometrisini takip eden bir nozülünden plastik veya balmumu bir malzeme ekstrüzyonlanmaktadır. Model malzemesi ince plastik filament formundadır. Bazen filaman yerine hazneden beslenen plastik granüller de kullanılmaktadır [12].

3B baskılı objeler oluşturmak için pek çok farklı malzeme kullanmak mümkündür. Eklemeli imalat teknolojisi ile gelişmiş metal alaşımlarından jet motoru parçaları üretilmekte, uçak endüstrisi, havacılık, tıbbi cihazlar yapılabilmekte ve gıda maddelerine kadar parçalar oluşturulabilmektedir. Birçok malzeme grubu için eklemeli imalat yöntemi bulunmaktadır [13].

Bu çalışmada, PLA ve ABS filamentlerin baskı esnasında farklı parametrik değerleri kullanan çeşitli çalışmaları incelemiştir. Araştırma sonucunda baskı parametrelerinin en çok desen, dolgu yoğunluğu ve baskı sıcaklığının etkilediği görülmüştür. Son yıllarda yayınlanan çalışmaların sistematik bir incelemesi gerçekleştirilmiştir.

## 2. YÖNTEM

Araştırmada kullanılan sistematik literatür taraması, belirli bir araştırma sorusunu veya hipotezini yanıtlamak için mevcut tüm ilgili literatürün sistematik olarak toplanması, değerlendirilmesi, sentezlenmesi ve raporlanması sürecidir. Bu işlem sırasında önceden tanımlanmış bazı adımlar izlenir. Bu adımlar; kaynakların belirlenmesi, kapsamın tanımlanması, arama stratejilerinin geliştirilmesi, makalelerin seçilmesi, makalelerin seçilmesi, verilerin alınması, verilerin derlenmesi ve sonuçların raporlanmasıdır. Bu adımlar, araştırma sorusunu yanıtlamaya yönelik yapılandırılmış bir yaklaşım için bilgi sağlar.



Şekil 2. Literatür Tarama Süreci



Bu yöntemler sistematik literatür taramalarının doğruluğunu, eksiksizliğini ve tekrarlanabilirliğini sağlamak için geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin aşamaları; anahtar kelimeler kullanılarak bir arama stratejisinin geliştirilmesi, veritabanlarındaki ve seçilen kaynaklardaki makalelerin analizi, seçilen makalelerin dikkatli bir şekilde analiz edilmesi ve konunun incelenmesi için ilgili makalelerin seçilmesi, verilerin çıkarılması, veri sentezi ve sonuç raporlarıdır. . . Bu yöntemler kullanılarak araştırma sorularına cevap veren sonuçlar elde edilmiş ve doğru bir şekilde raporlanmıştır.

## 2.2 Verilerin Toplanması

Bu çalışmada veri toplama yöntemi olarak metin analizi tercih edilmiştir. Veriler şu adımlarla toplanmıştır:

veri tabanını kullanarak literatür araştırması, kaynakların belirlenmesi, literatür tarama stratejisinin hazırlanması, arama stratejisinin geliştirilmesi ve literatür taraması. Veriler, seçilen makalelerden alınan bilgilerin veri çıkarma ve sentezleme süreci yoluyla birleştirilmesiyle elde edilmiştir.

## 2.3 Verilerin Analizi

Bu çalışmada veri analizi seçilen makalelerin yakından okunması ve incelenmesiyle başlamıştır. Bu adımda her makaleden toplanan veriler belirlenen ana temalara göre ayrıştırılır ve aynı konuyla ilgili diğer makalelerle karşılaştırılır. Veri analizi aşamasında makalelerin sonuçları dikkatle incelenerek benzerlikler ve farklılıklar tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar bir araya getirilir ve sonuç çıkarmak için birleştirilir.

## 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Literatür incelendiğinde 3B baskı ve eklemeli imalat yöntemleri ile üretilen numunelerin çekme mukavemeti, bükülme mukavemeti, basınç mukavemeti ve darbe mukavemeti gibi mekanik özelliklerinin belirlenmesine yönelik birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir [14-22]. Polimer malzemelerin mekanik özellikleri belirlenirken üzerinde çalışılan çalışmalarda çekme, basma, eğilme ve darbe gibi yüklerin genellikle malzemenin akma veya kopma mukavemetinin üzerine çıkarıldığı ve malzeme akma noktasına gelinceye kadar testlere devam edildiği görülmüştür [22-32]. Bu noktada 3B yazıcılarla yapılan çalışmalarda kullanılan parametreler Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1. 3B Yazıcılarda kullanılan Parametrik Özellikler

Sıra	3B Baskı Özellikleri
1	Katman Yüksekliği (mm)
2	Duvar Kalınlığı (mm)
3	Dolgu Yoğunluğu (%)
4	Izgara veya Petek Şeklinde Dolgu Deseni
5	Nozül Sıcaklığı (° C)
6	Yatak Sıcaklığı (° C)
7	Yazdırma hızı mm/s
8	Malzeme abs veya pla olarak
9	Fan Hızı (%)

Çalışmalar çok farklı alanlar ve sektörler için geliştirilmiştir. Bunlar; havacılık, otomotiv, medikal, kalıpcılık, nano-üretim, yapı ve inşaat, enerji ve sanat ve hobi olmak üzere değerlendirilmiştir. Bu çalışmalardan bazıları şu şekildedir;

Senthilkumar vd. (2019), Cu2O ve PLA kompozit malzemelerin iki farklı sıcaklıkta nasıl aşındığına odaklandı. Bu çalışmada değişken test parametreleri ortam sıcaklığı ve dönme hızı olarak seçilmiştir. Uygulanan aşındırıcı kuvvet 10 N olarak seçilmiştir. Sıcaklığın etkisinin PLA ve Cu2O katkılı PLA filamentlerinin aşınma oranlarını arttırdığı görülmüştür. Katkılı PLA filamanına kıyasla, sıradan PLA filamanının aşınma oranı daha düşük oranda arttı. Oda koşullarında sürtünme katsayısı (CoF) değeri 0,2 olarak bulunurken, 65 santigrat derecede 0,1 CoF değeri gözlemlendi. Bu incelemede sıcaklık nedeniyle CoF değerinin düştüğü, aşınma oranının arttığı tespit edilmiştir [33].

Roy ve Mukhopadhyay (2020), ABS ve %20 karbon fiber PLA'nın tribolojik davranışlarının karşılaştırmasını araştırdı. Numunelerin tabaka kalınlığı, dolgu deseni ve yoğunluk özellikleri, incelemeleri için değiştirildi. Bir ipin olağan gerilimi ve kayma hızı altında, disk üzerinde pin testi gerçekleştirdiler. Tabaka kalınlığının incelenmesi, bunun aşınmayla doğru, dolgu deseniyle ise dolaylı orantılı olduğunu ortaya çıkardı [34].

Hanon ve Zsidai (2021), PLA termoplastik malzemelerin yapısının ve tribolojik performansının proses değişkenlerinden ve filament renginden nasıl etkilendiği üzerine bir çalışma gerçekleştirdi. Baskı yönelimi ve rengin (150 ve 200 N) etkilerini belirlemek için uygulanan iki farklı ağırlıkta ileri geri hareket eden tribolojik araştırmalar yoluyla çeşitli yönlerde (yatay, 45 derece ve dikey) ve filamentlerde numuneler oluşturulur. En yüksek aşınma derinliği, 45 derece yönelimli ve siyah filament rengindeki test parçalarıyla ilişkiliyken, maksimum sürtünme eğilimi, analiz edilen parametrelerin beyaz filament rengiyle ilişkilidir. Yüksek yüklerin aşınma oranının azalmasına neden olacağını, düşük kesme yüklerinin ise kavrama-kayma olgusunun olasılığını artıracığını keşfettiler [35].

Zhang vd. (2017), ABS malzemeleri ve baskı özelliklerini kullanarak bir 3D yazıcı tarafından üretilen test numunelerinin aşınma, sünme ve yorulma davranışlarını araştırdılar [36]. Tezel vd. (2019), PLA ve PLA'dan yapılmış test numunelerinin sürünme davranışını 3 boyutlu işleme ile araştırdılar. Deneyde baskı açısı, katman yüksekliği ve voltaj seviyesi değişken parametreler olarak kabul edildi [37]. Mohamed vd. (2017), PC-ABS malzemelerden yapılmış numunelerin uzama dayanımını eklemeli imalat yöntemiyle araştırdılar [38]. Al-Rashid ve Koç (2021), güçlendirilmiş 3 boyutlu kompozitlerin sürünme ve iyileşme davranışını araştırdılar [39].

#### 4. SONUÇ

Katmanlı üretime yönelik malzeme ve teknoloji yelpazesi genişlemeye devam ettikçe birçok şirket de aynı yolu izleyecektir. Ders dışı etkinlikler gelecekteki yaşamlarımızda daha büyük bir rol oynayacak. Üretim noktasında kritik parçalar geleneksel imalat yöntemleriyle üretilebildiği gibi, daha küçük parçalar da firma tarafından katmanlı imalat yöntemleriyle üretiliyor.

PLA ve ABS filamentlerin baskı esnasında farklı parametrik değerleri kullanan çeşitli çalışmaları incelemiştir. Bu kapsamda çok farklı baskı özelliklerinin parametrik değerlerinin

incelendiği gözlenmiştir. Bu parametrik eğriler genelde çekme ve basma deneyleri gerçekleştirilmiştir. Birçok çalışma malzemenin dayanımını ortaya koyarken birçok çalışma ise yeni malzemelerin mukavemeti ortaya konmuştur. Genel olarak mevcut ve üretilen malzemelerin mukavemetleri, gerilme dirençleri ve uzama katsayıları çalışmaların ortak deney sonuçları oluşturmuştur.

## KAYNAKLAR

- [1] Wong, K. V., & Hernandez, A. (2012). A Review of Additive Manufacturing. *ISRN Mechanical Engineering*, 2012, 1–10. <https://doi.org/10.5402/2012/208760>
- [2] Sürmen, H. K. (2019). Eklemeli İmalat (3B Baskı): Teknolojiler ve Uygulamalar. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 24(2), 373–392. <https://doi.org/10.17482/uumfd.519147>
- [3] Yao, R., Xu, G., Mao, S. S., Yang, H. Y., Sang, X. T., Sun, W., & Mao, Y. L. (2016). Three-dimensional printing: review of application in medicine and hepatic surgery. *Cancer Biology and Medicine*, 13(4), 443–451. <https://doi.org/10.20892/j.issn.2095-3941.2016.0075>
- [4] Surange, V. G., & Gharat, P. v. (2016). 3D Printing Process Using Fused Deposition Modelling (FDM). *International Research Journal of Engineering and Technology*. [www.irjet.net](http://www.irjet.net)
- [5] Fina, F., Goyanes, A., Gaisford, S., & Basit, A. W. (2017). Selective laser sintering (SLS) 3D printing of medicines. *International Journal of Pharmaceutics*, 529(1–2), 285–293. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2017.06.082>
- [6] Azarniya, A., Colera, X. G., Mirzaali, M. J., Sovizi, S., Bartolomeu, F., St Weglowski, M. k., Wits, W. W., Yap, C. Y., Ahn, J., Miranda, G., Silva, F. S., Madaah Hosseini, H. R., Ramakrishna, S., & Zadpoor, A. A. (2019). Additive manufacturing of Ti–6Al–4V parts through laser metal deposition (LMD): Process, microstructure, and mechanical properties. In *Journal of Alloys and Compounds* (Vol. 804, pp. 163–191). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.04.255>
- [7] Ziaee, M., & Crane, N. B. (2019). Binder jetting: A review of process, materials, and methods. In *Additive Manufacturing* (Vol. 28, pp. 781–801). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.05.031>
- [8] Yap, Y. L., Wang, C., Sing, S. L., Dikshit, V., Yeong, W. Y., & Wei, J. (2017). Material jetting additive manufacturing: An experimental study using designed metrological benchmarks. *Precision Engineering*, 50, 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2017.05.015>
- [9] Yan, Z., & Peng, H. (2021). FabHydro: Printing Interactive Hydraulic Devices with an Affordable SLA 3D Printer. *UIST 2021 - Proceedings of the 34th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 298–311. <https://doi.org/10.1145/3472749.3474751>
- [10] Alsandi, Q., Ikeda, M., Arisaka, Y., Nikaido, T., Tsuchida, Y., Sadr, A., Yui, N., & Tagami, J. (2021). Evaluation of mechanical and physical properties of light and heat polymerized udma for dlp 3d printer. *Sensors*, 21(10). <https://doi.org/10.3390/s21103331>
- [11] Wong, K. V., & Hernandez, A. (2012). A review of additive manufacturing. *International scholarly research notices*, 2012.
- [12] Gordelier, T. J., Thies, P. R., Turner, L., & Johanning, L. (2019). Optimising the FDM additive manufacturing process to achieve maximum tensile strength: a state-of-the-art review. In *Rapid Prototyping Journal* (Vol. 25, Issue 6, pp. 953–971). Emerald Group Holdings Ltd. <https://doi.org/10.1108/RPJ-07-2018-0183>
- [13] Fowler, P. A., Hughes, J. M., and Elias, R. M., "Biocomposites: technology, environmental credentials and market forces", *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 86 (12): 1781–1789 (2006).

- [14] Doğan, O., & Kamer, M. S. (2023). Farklı üretim parametreleri kullanılarak 3B yazıcı ile üretilen test numunelerinin sürünme davranışlarının deneysel olarak incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 38(3), 1839-1848.
- [15] Ayran, M. M. (2023). *Doku Mühendisliği İçin Multiferroik Nanopartikül Yüklü Doku Iskelelerin 3B Yazıcı Ile Üretimi ve Karakterizasyonu* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- [16] Özkan, Ö. Z., & Öztürk, F. H. (2023). Yazdırma açısının 3B yazıcıda üretilen PLA numunenin mekanik özellikleri üzerine etkisinin deneysel ve sonlu elemanlar metodu ile incelenmesi. *Politeknik Dergisi*, 1-1.
- [17] Polat Çoban, N., Anaç, N., & Mert, F. (2023). Eklemeli İmalat ile Üretilen PLA Parçaların Yapıştırılmasında Yapıştırma Parametrelerinin Mekanik Dayanımına Etkisinin İncelenmesi. *Journal of Polytechnic*, 26(3).
- [18] Altıparmak, T., Emre, K. U. R. T., & Özdemir, S. N. (2023). Üç Boyutlu İmalat Yöntemi ile Farklı Çözünürlüklerde Malzeme Üretimi ve Mekanik Davranışlarının İncelenmesi. *TOGU Career Research Journal*, 4(1), 1-12.
- [19] Agrawal, A. P., Kumar, V., Kumar, J., Paramasivam, P., Dhanasekaran, S., & Prasad, L. (2023). An investigation of combined effect of infill pattern, density, and layer thickness on mechanical properties of 3D printed ABS by fused filament fabrication. *Heliyon*, 9(6).
- [20] Turan, S. R., Ülkir, O., Kuncan, M., & Buldu, A. (2022). Stereolithografi Eklemeli İmalat Yöntemiyle Farklı Doluluk Oranlarında Üretilen Numunelerin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. *International Journal Of 3d Printing Technologies And Digital Industry*, 6(3), 399-407.
- [21] Kamer, M. S., Temiz, Ş., YAYKAŞLI, H., Ahmet, K. A. Y. A., & Orhan, A. K. A. Y. (2022). 3B yazıcıda farklı yazdırma hızlarında ABS ve PLA malzeme ile üretilen çekme test numunelerinin mekanik özelliklerinin karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 37(3), 1197-1212.
- [22] Koç, H. B. (2022). *Üç Boyutlu Yazıcılarda Kullanılmak Üzere Geri Dönüştürülmüş pla Filamentle Basılan Parçaların Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- [23] Ergene, B., Atlıhan, G., & Pınar, A. (2022). Investigation of the effect of taper angle and boundary condition on natural frequency of the 3D printed PET-G beams. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 6(1), 31-39.
- [24] Chen, W., Zhang, X., Tan, D., Xu, P., Yang, B., Shi, K., ... & Xue, L. (2022). Improvement in mechanical properties of 3D-printed PEEK structure by nonsolvent vapor annealing. *Macromolecular Rapid Communications*, 43(7), 2100874.
- [25] Dhinesh, S. K., Arun, P. S., Senthil, K. K., & Megalingam, A. (2021). Study on flexural and tensile behavior of PLA, ABS and PLA-ABS materials. *Materials Today: Proceedings*, 45, 1175-1180.
- [26] Sepahi, M. T., Abusalma, H., Jovanovic, V., & Eisazadeh, H. (2021). Mechanical properties of 3D-printed parts made of polyethylene terephthalate glycol. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 30, 6851-6861.
- [27] Hsueh, M. H., Lai, C. J., Wang, S. H., Zeng, Y. S., Hsieh, C. H., Pan, C. Y., & Huang, W. C. (2021). Effect of printing parameters on the thermal and mechanical properties of 3d-printed pla and petg, using fused deposition modeling. *Polymers*, 13(11), 1758.
- [28] Algarni, M., & Ghazali, S. (2021). Comparative study of the sensitivity of pla, abs, peek, and petg's mechanical properties to fdm printing process parameters. *Crystals*, 11(8), 995.
- [29] Abeykoon, C., Sri-Amphorn, P., & Fernando, A. (2020). Optimization of fused deposition modeling parameters for improved PLA and ABS 3D printed structures. *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture*, 3(3), 284-297.

- [30] Popescu, D., Baci, F., Vlceanu, D., Cotru, C. M., & Marinescu, R. (2020). Effects of multiple sterilizations and natural aging on the mechanical behavior of 3D-printed ABS. *Mechanics of Materials*, 148, 103423.
- [31] Uzun, M. & ERDODU, Y. E. (2020). Eriyik yığma modellemesi ile üretimde takviyesiz ve takviyeli PLA kullanımının mekanik özelliklere etkisinin araştırılması. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(4), 2800-2808.
- [32] Narlıolu, N. (2021). 3B yazıcı kullanılarak odun-PLA kompozit filamentinden mobilya bağlantı elemanlarının yazdırılması ve katman kalınlıklarının mekanik özelliklere etkisinin incelenmesi. *Mobilya ve Aşap Malzeme Aratırmaları Dergisi*, 4(2), 183-192.
- [33] Senthilkumar, K., Rajini, N., Karthikeyan, S., Siengchin, S., Yorseng, K., Balamanikandan, K., Harikrishnan, M. & Ponsivaraman, S. P. (2019). Wear behaviour of the PLA and Cu2O composite under different temperature. *AIP Conference Proceedings*, 2057.
- [34] Roy, R. & Mukhopadhyay, A. (2020). Tribological studies of 3D printed ABS and PLA plastic parts. *Materials Today: Proceedings*, 41, 856–862.
- [35] Hanon, M. M. & Zsidai, L. (2021). Comprehending the role of process parameters and filament color on the structure and tribological performance of 3D printed PLA. *Journal of Materials Research and Technology*, 15, 647–660.
- [36] Zhang H., Cai L., Golub M., Zhang Y., Yang X., Schlarman K., Zhang J., Tensile, creep, and fatigue behaviors of 3D-printed acrylonitrile butadiene styrene, *Journal of Materials Engineering and Performance*, 27, 57–62, 2017.
- [37] Tezel T., Kovan V., Topal E.S, Effects of the printing parameters on short-term creep behaviors of three-dimensional printed polymers, *Journal of Applied Polymer Science*, 136, 47564, 2019.
- [38] Mohamed O.A., Masood, S.H., Bhowmik, J.L., Investigation on the flexural creep stiffness behavior of PC–ABS material processed by fused deposition modeling using response surface definitive screening design, *JOM*, 69, 498–505, 2016.
- [39] Al-Rashid A., Ko M., Creep and recovery behavior of continuous fiber-reinforced 3DP composites, *Polymers*, 13, 1644, 2021.

## PSİKİYATRİK HASTALIKLARIN BEYİN SİNYALLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN TOPLULUK ALGORİTMASI İLE ANALİZİ

Yaman RAMADAN<sup>1</sup>, Doç. Dr. MUSTAFA TOSUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

yaman.ramadan0@ogr.dpu.edu.tr-0009-0002-0665-864X

<sup>2</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknoloji Fakültesi,

mustafa.tosun@dpu.edu.tr- 0000-0001-7167-4561

### ÖZET

Son yıllarda, psikiyatrik bozukluklardan mustarip insanların sayısı artmıştır. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) verilerine göre, dünyada her yıl yaklaşık 1 milyar kişide çeşitli psikiyatrik hastalıklar görülmektedir. Bu bozukluklara sahip bireylerin aile üyeleri, stres, endişe, yorgunluk gibi duygusal ve fiziksel sorunlar yaşayabilir. Bu durum, toplum ve aile bağları için bir risk oluşturmaktadır. Bu alanda bilimsel çalışmalar yürütülmekte olup, özellikle son yıllarda EEG (Elektroensefalogram) verileri ile ilgili yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Özellikle yapay zeka ve makine öğrenmesine dayalı araştırmalar, psikiyatrik bozuklukların EEG sinyallerinin frekans bandlarında neden olduğu farklılıklara göre tanı destek sistemlerinin geliştirilebileceğini göstermiştir. Böylelikle psikiyatrik bozuklukların erken teşhisinde ve tedavisinde yeni yaklaşımların geliştirilmesi mümkün hale gelebilecektir. Yapılan çalışmalarda Konvolüsyonel sinir ağı (CNN), Uzun kısa süreli bellek ağı (LSTM), Destek vektör makinesi (SVM) ve Rastgele orman (RF) gibi çeşitli yapay zeka ve makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmıştır. Bu algoritmaların başarıları, belirli doğruluk oranlarına sahip olmalarına rağmen, tanı destek sistemlerinde kullanılmak için henüz yeterli bilimsel kanıt teşkil etmemektedirler. Bu nedenle bu alanda çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada duygu durum bozukluğu, bağımlılık bozukluğu, travma ve strese bağlı bozukluk, şizofreni, anksiyete bozukluğu, Obsesif kompulsif bozukluk tanısı konulmuş hastalardan ve sağlıklı kontrol grubundan elde edilen EEG sinyallerinin güç spektrum yoğunlukları (PSD) kullanılmıştır. PSD değerlerinden elde edilen Delta, teta, alfa, beta, yüksek beta ve gamma bandlarının güçleri Topluluk algoritmasına uygulanmıştır. Topluluk algoritmasındaki SVM and RF algoritmaları ile altı hastalığa ve sağlıklı gruba ait EEG sinyalleri aynı anda sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma sonucunda %99,1 lik test başarısı elde edilmiştir. Bu araştırmada uygulanan yöntem, bu yüksek başarı oranıyla, psikiyatrik bozuklukların erken teşhisinde ve tedavisinde yeni yaklaşımların geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

**Anahtar kelimeler:** Psikiyatrik bozukluklar, EEG, Makine öğrenmesi, Topluluk algoritması.



## ANALYSIS OF THE EFFECTS OF PSYCHIATRIC DISEASES ON EEG SIGNALS USING AN ENSEMBLE ALGORITHM

**Yaman RAMADAN<sup>1</sup>, Doç. Dr, MUSTAFA TOSUN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,  
yaman.ramadan0@ogr.dpu.edu.tr-0009-0002-0665-864X

<sup>2</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknoloji Fakültesi,  
mustafa.tosun@dpu.edu.tr- 0000-0001-7167-4561

### ABSTRACT

In recent years, the number of people suffering from psychiatric disorders has increased. According to the data of the World Health Organization (WHO), various psychiatric diseases are seen in approximately 1 billion people in the world every year. Family members of individuals with these disorders may experience emotional and physical problems such as stress, anxiety, and fatigue. This situation poses a risk to society and family ties. Scientific studies are being carried out in this field, and especially in recent years, intensive research has been carried out on EEG (Electroencephalogram) data. In particular, research based on artificial intelligence and machine learning has shown that diagnostic support systems can be developed according to the differences caused by psychiatric disorders in the frequency bands of EEG signals. Thus, it will be possible to develop new approaches in the early diagnosis and treatment of psychiatric disorders. Various artificial intelligence and machine learning algorithms such as Convolutional neural network (CNN), Long short-term memory network (LSTM), Support vector machine (SVM) and Random forest (RF) have been used in the studies. Although the success of these algorithms has certain accuracy rates, they do not yet constitute sufficient scientific evidence to be used in diagnostic support systems. Therefore, studies are needed in this field. In this study, power spectrum densities (PSD) of EEG signals obtained from patients diagnosed with mood disorder, addiction disorder, trauma and stress-related disorder, schizophrenia, anxiety disorder, Obsessive-compulsive disorder and a healthy control group were used. The powers of Delta, theta, alpha, beta, high beta and gamma bands obtained from PSD values were applied to the Ensemble algorithm. EEG signals belonging to six diseases and healthy groups were classified simultaneously with the SVM and RF algorithms in the ensemble algorithm. As a result of the classification, a test success of 99.1% was achieved. With this high success rate, the method applied in this research may contribute to the development of new approaches in the early diagnosis and treatment of psychiatric disorders.

**Keywords:** Psychiatric disorders, EEG, Machine learning, Ensemble algorithm.

## 1. GİRİŞ

Psikiyatrik bozukluklar, bireylerin yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen ve toplum için de önemli bir yük oluşturan bir halk sağlığı sorunudur. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) verilerine göre, dünyada her yıl yaklaşık 1 milyar kişi psikiyatrik bozukluklardan muzdariptir. Bu bozukluklar, bireylerin günlük yaşam aktivitelerini yerine getirmesini, sosyal ilişkilerini sürdürmesini ve üretken olmasını engelleyebilmektedir. Ayrıca, artan işgücü kaybı, erken emeklilik, sağlık harcamaları gibi toplumsal maliyetlere de neden olmaktadır [1].

Psikiyatrik bozuklukların aile ve toplum üzerindeki etkileri de oldukça önemlidir. Bu bozukluklara sahip bireylerin aile üyeleri, stres, endişe, yorgunluk gibi duygusal ve fiziksel sorunlar yaşayabilir. Ayrıca, bu bozukluklar aile içi şiddet, boşanma, iş kayıpları gibi olumsuz sonuçlara da yol açabilir [2].

Psikiyatrik bozuklukların erken teşhisi, etkili tedavinin sağlanması ve olumsuz sonuçların önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Erken teşhis, bu bozuklukların daha şiddetli hale gelmesini ve kalıcı hasarlara yol açmasını önleyebilir. Ayrıca, erken teşhis ile bireylerin yaşam kalitesini iyileştirmek ve topluma kazandırmak mümkün olmaktadır [3].

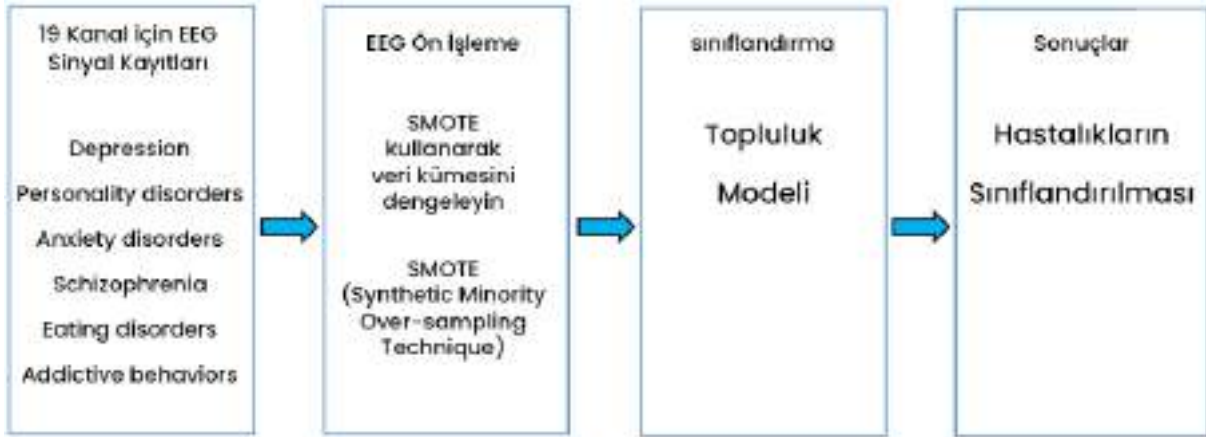
Ancak, ruh sağlığı alanında veri ve hesaplama bilimleri hızla ilerlemektedir. Nöral mekanizmalar ve objektif belirteçler hakkında ölçebileceğimiz kanıtların kapsamı genişlemiştir. Yapay zeka gibi makine öğrenmesi (ML) kullanımı da artmıştır. ML, örneklem dışı tahminler kullanarak, model eğitimi için kullanılmayan veriler (test verileri) üzerinde tahminlerin performansını önceden değerlendirebilir. Makine öğrenmesinin, tanı, öngörü, prognoz veya tedavi sonuçları gibi klinik kararları yardımcı olması veya hatta potansiyel olarak yerini alması beklenmektedir [3].

EEG, dinlenme halindeki beyin aktivitesini doğal ortamda ölçmek için non-invaziv ve uygun maliyetlidir. Bu özellik, büyük miktarda verinin kolayca elde edilmesini sağlar. Ayrıca, EEG kayıt teknolojisi basitleştirildikçe ve hesaplama yöntemleri ilerledikçe, beyin-bilgisayar arayüzü (BCI) için çekirdek teknoloji olarak ilgi görmektedir [5]. Yapılan bir çalışmada lineer ayırım analizi öğrenme yöntemini kullanarak EEG spektrumlarının, şizofreni hastası kişileri sağlıklı kontrol grubu gönüllülerden %80,66 doğrulukla ayırt edebileceğini öne sürmektedir [4].

Bu çalışmada, altı ana psikiyatrik bozukluk kategorisine (depresyon, kişilik bozuklukları, anksiyete bozuklukları, şizofreni, yeme bozuklukları) sahip hastaların EEG verileri incelendi [13]. Hastalık tanısında çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılan ML(makine öğrenmesi) yöntemleri olan SVM ve rastgele orman yöntemlerinin birlikte kullanıldığı topluluk algoritması kullanıldı.

Sonuçlar, uygulanan yöntemin psikiyatrik bozuklukların tanısında klinik olarak uygulanabilir doğruluk seviyelerine ulaşabileceğini göstermektedir. Bu bulgular, ruh sağlığı alanındaki tanı desteğine önemli katkılar sağlayabileceğini düşündürmektedir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

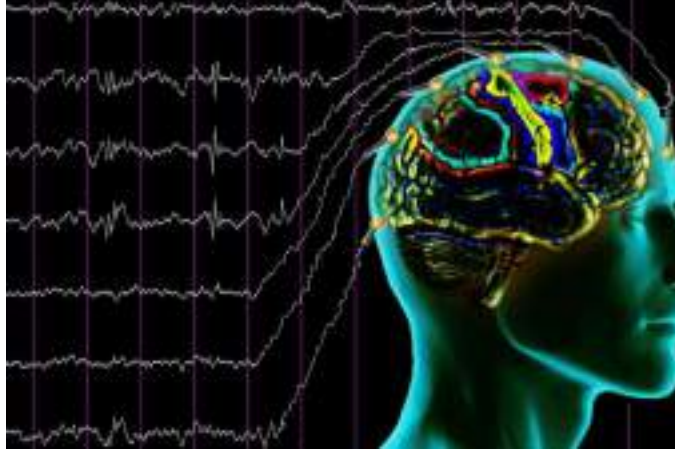


Görsel 2.1 Önerilen Yöntem

Şekil 2.1’de Önerilen yöntemin blok diyagramı gösterilmiştir.

### Veri Toplama

Veriler, Seul, Güney Kore'deki Seul Metropolitan Hükümeti-Seul Ulusal Üniversitesi (SMG-SNU) Boramae Tıp Merkezi'nden Ocak 2011'den Aralık 2018'e kadar ger retrospectif olarak tıbbi kayıtlar, psikolojik değerlendirme bataryaları ve dinlenme halindeki nicel EEG (QEEG) kayıtlarından toplandı. Son analizler 945 denek içermektedir. Dahil olma kriterleri şöyledi: 18 ila 70 yaş arasında olmak; aşağıdaki altı ana kategori tanı ve dokuz spesifik tanıya ait birincil tanılardan birine sahip olmak: şizofreni (n = 117), duygudurum bozuklukları [(n = 266); depresyon bozukluğu (n = 119) ve bipolar bozukluklar (n = 67)], anksiyete bozuklukları [(n = 107); panik bozukluğu (n = 59) ve sosyal anksiyete bozuklukları (n = 48)], obsesif-kompulsif bozukluk (n = 46), bağımlılık bozuklukları [(n = 186); alkol kullanım bozukluğu (n = 93) ve oyun bağımlılığı dahil olmak üzere davranışsal bağımlılıklar (n = 93)], ve travma ve stresle ilişkili bozukluklar [(n = 128); PTSD (n = 52), akut stres bozukluğu (n = 38) ve uyum bozukluğu (n = 38)]. EEG verileri, Neuroscan EEG cihazı aracılığıyla 500-1000 Hz örnekleme hızı ve 0.1-100 çevrimiçi filtre ile 19 kanallı, 5 dakikalık göz kapalı dinlenme halini içermektedir. Kayıtlar esnasında elektrot dirençleri elektriksel iletken bir jel kullanılarak 5 kΩ'nin altında tutuldu. 19 kanal : FP1, FP2, F7, F3, Fz, F4, F8, T7, C3, Cz, C4, T8, P7, P3, Pz, P4, P8, O1, O2. Toprak kanalı FPz ve Fz elektrotları arasında konumlandırılmıştır. Her bir EEG parametresi aşağıdaki frekans bantlarında hesaplanmıştır: delta (1–4 Hz), theta (4–8 Hz), alfa (8–12 Hz), beta (12–25 Hz), yüksek beta (25–30 Hz) ve gamma (30–40 Hz) [6]. EEG sinyallerinin elde edilmesi ile ilgili görsel şekil 2.1 de verilmiştir.



Şekil 2.2 Veri toplama [14]

## Ön işleme

Elektroensefalogram (EEG), beynin elektriksel aktivitesini kaydeden bir tekniktir. EEG sinyalleri, beyin aktivitesinin çeşitli yönlerini yansıtan karmaşık sinyallerdir. Bu sinyaller, nörolojik bilgilere ek olarak, çeşitli gürültü kaynaklarını da içerebilir. EEG sinyallerinin düşük genlikli olması, bu hassas verilerin çeşitli gürültülerle kolayca karışmasına yol açabilir. Ölçümler sırasında çevresel etkenler ve kişisel fiziksel aktiviteler (örneğin göz kırpma, kalp atışları) EEG sinyallerini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, EEG verilerinin güvenilir bir şekilde yorumlanabilmesi ve beyin aktivitesinin doğru bir şekilde analiz edilebilmesi için gürültü faktörlerinin giderilmesi gereklidir. Gürültü temizleme işlemi, EEG sinyallerinin işlenmesinde kritik bir öneme sahiptir ve sonuçların güvenilirliğini artırabilir [7].

Bu çalışmada, EEG sinyallerinin ön işleminde smoth filtre kullanılmıştır [7]. Smoth filtre, sinyallerin frekans spektrumunda bir yumuşatma işlevi uygulayarak çalışır. Bu filtre, EEG sinyallerindeki düşük ve yüksek frekanslı gürültüyü azaltarak beyin aktivitesinin daha doğru bir şekilde analiz edilmesini sağlamıştır. Genel olarak, smoth filtrenin EEG sinyallerindeki gürültüyü etkili bir şekilde azalttığını ve beyin aktivitesinin daha doğru bir şekilde analiz edilmesine yardımcı olduğunu göstermiştir.

## Sınıflandırma

### Topluluk modeli

Topluluk (SVM ve Random Forest), destek vektör makineleri (SVM) ve rastgele ormanlar gibi farklı makine öğrenimi modellerini bir araya getiren bir topluluk öğrenme modelidir. Topluluk öğrenme modelleri, birden fazla modelin tahminlerini birleştirerek daha iyi performans elde etmeyi amaçlar [8].

Topluluk modeli aşağıdaki adımları kullanır [9]:

1. Veri kümesi: Topluluk modeli eğitim verisi olarak bir dizi giriş ve çıkış verisinden oluşan bir veri kümesi kullanır.
2. SVM modelleri oluşturma: Topluluk modeli eğitim verilerinden bir dizi SVM modeli oluşturur. SVM modelleri, veri kümesini sınıflandırmak için kullanılan bir tür makine öğrenimi modelidir.

3. Rastgele orman modelleri oluşturma: Topluluk modeli, eğitim verilerinden bir dizi rastgele orman modeli oluşturur. Rastgele orman modelleri, veri kümesini sınıflandırmak veya tahmin etmek için kullanılan bir tür makine öğrenimi modelidir.
4. Tahmin: Topluluk modeli, bir yeni veri için tahmin yapmak için aşağıdaki adımları kullanır [10]:
  - o SVM modellerinden tahminler alma: Topluluk (SVM ve Random Forest), her SVM modelinden bir tahmin alır.
  - o Rastgele orman modellerinden tahminler alma: Topluluk (SVM ve Random Forest), her rastgele orman modelinden bir tahmin alır.
  - o Tahminleri birleştirme: Topluluk (SVM and Random Forest), SVM ve rastgele orman modellerinden alınan tahminleri birleştirir.

Topluluk (SVM and Random Forest)'nin formülasyonu, aşağıdaki gibi matematiksel olarak ifade edilebilir [11]:

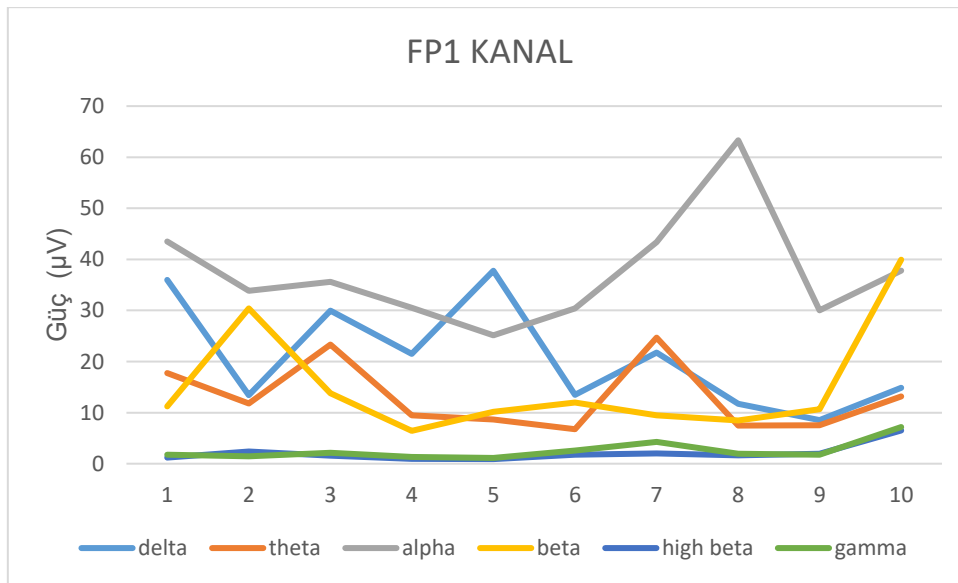
$$\text{tahmin} = (w_1 * \text{tahmin}_1 + w_2 * \text{tahmin}_2 + \dots + w_n * \text{tahmin}_n) / n$$

Bu formülde,

- tahmin: Yeni veri için tahmin
- $w_1, w_2, \dots, w_n$ : SVM ve rastgele orman modellerinin ağırlıkları
- $\text{tahmin}_1, \text{tahmin}_2, \dots, \text{tahmin}_n$ : SVM ve rastgele orman modellerinden alınan tahminler

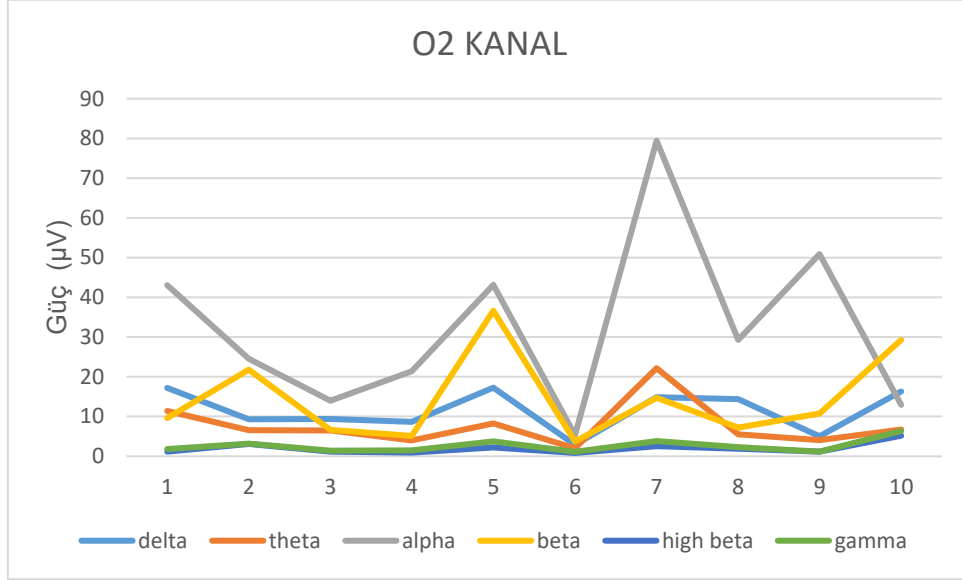
Topluluk (SVM ve Random Forest)'nin ağırlıkları, eğitim verileri kullanılarak belirlenir.

Genel olarak, Topluluk (SVM ve Random Forest), SVM ve rastgele orman modellerinin güçlü yönlerini birleştirerek, çeşitli uygulama alanlarında daha iyi performans elde edebilen güçlü ve etkili bir makine öğrenimi modelidir [12]. Şekil 2.3 psikolojik bozukluğu olan ilk 10 bireyin örnekleri için FP1 kanalındaki spektral band güç yoğunluklarını (delta, theta, alpha, beta, yüksek beta, gama) göstermektedir.



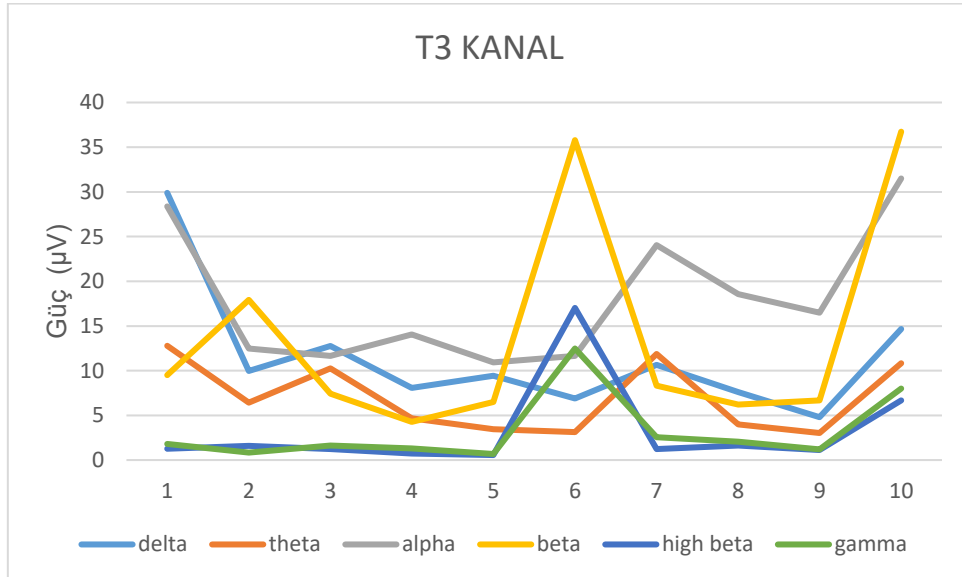
Şekil 2.3 Psikolojik bozukluğu olan ilk 10 bireyin FP1 kanalındaki Frekans band güçleri (delta, theta, alpha, beta, yüksek beta, gama).

Şekil 2.4 Aşağıda, görüntüler psikolojik bozukluğu olan ilk 10 bireyin örnekleri için O2 kanalındaki spektral güç yoğunluğunu (delta, theta, alpha, beta, yüksek beta, gama) göstermektedir.



Şekil 2.4 Psikolojik bozukluğu olan ilk 10 bireyin O2 kanalındaki Frekans band güçleri (delta, theta, alpha, beta, yüksek beta, gama).

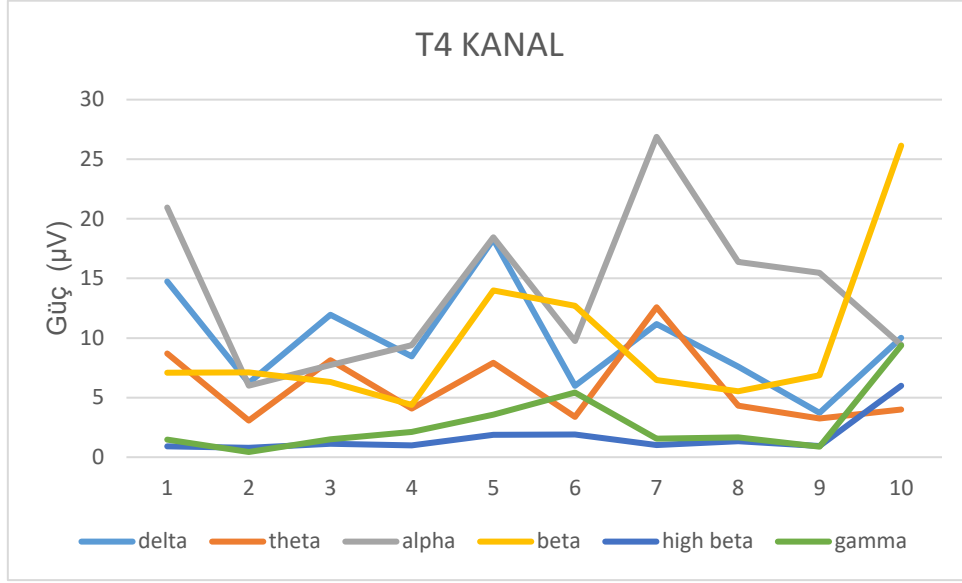
Şekil 2.5 Aşağıda, görüntüler psikolojik bozukluğu olan ilk 10 bireyin örnekleri için T3 kanalındaki spektral bandların güç yoğunluklarını (delta, theta, alpha, beta, yüksek beta, gama) göstermektedir.



Şekil 2.5 Psikolojik bozukluğu olan ilk 10 bireyin T3 kanalındaki Frekans band güçleri (delta, theta, alpha, beta, yüksek beta, gama).

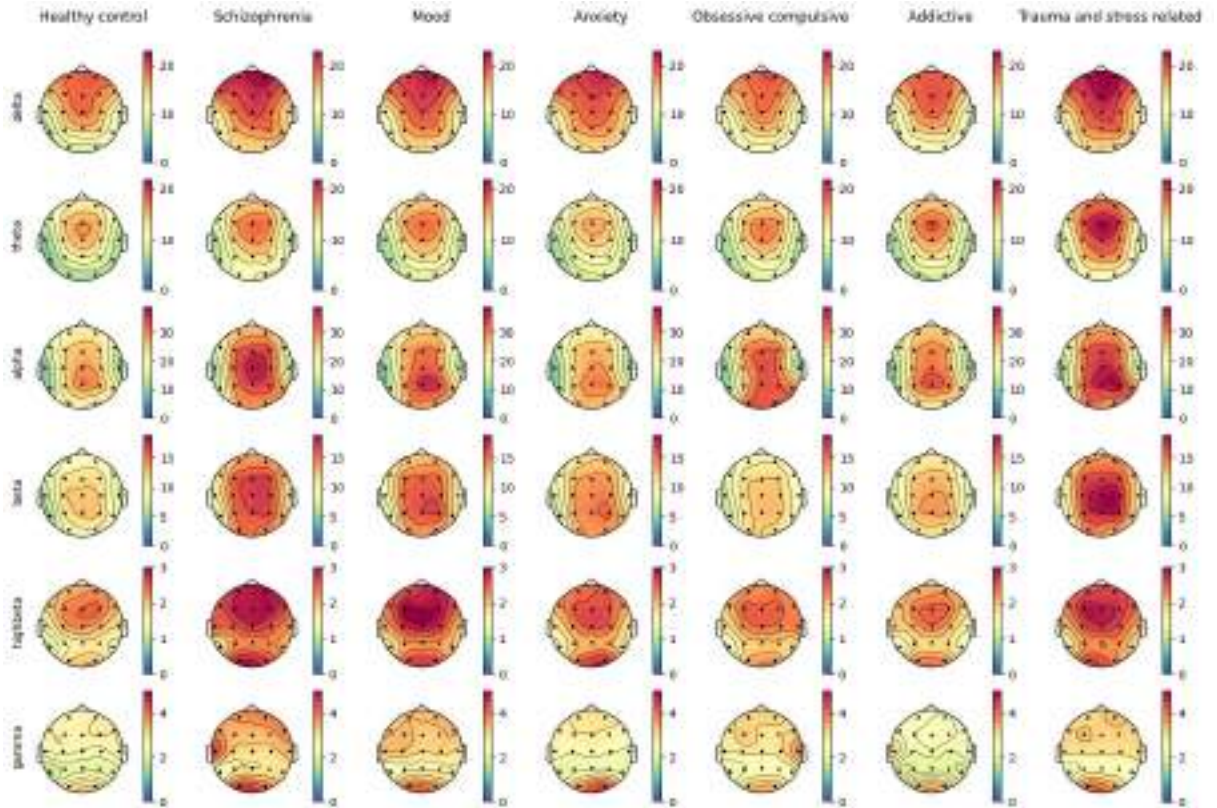
Şekil 2.6 Aşağıda, görüntüler psikolojik bozukluğu olan ilk 10 bireyin örnekleri için T4 kanalındaki spektral bandların güç yoğunluğunu (delta, theta, alpha, beta, yüksek beta, gama) göstermektedir.





**Şekil 2.6** Psikolojik bozukluğu olan ilk 10 bireyin T4 kanalındaki Frekans band güçleri (delta, theta, alpha, beta, yüksek beta, gama).

Şekil 2.7 de çalışmada yer alan ruhsal bozuklukların her birisinin frekans bantlarındaki etkileri gösterilmiştir. Veriler, DSM-IV veya DSM-5 kriterlerine göre yapılan tanıları dayanmaktadır.



**Şekil 2.7** Çalışmada yer alan ruhsal bozuklukların her birinde frekans bantlarının etkisini

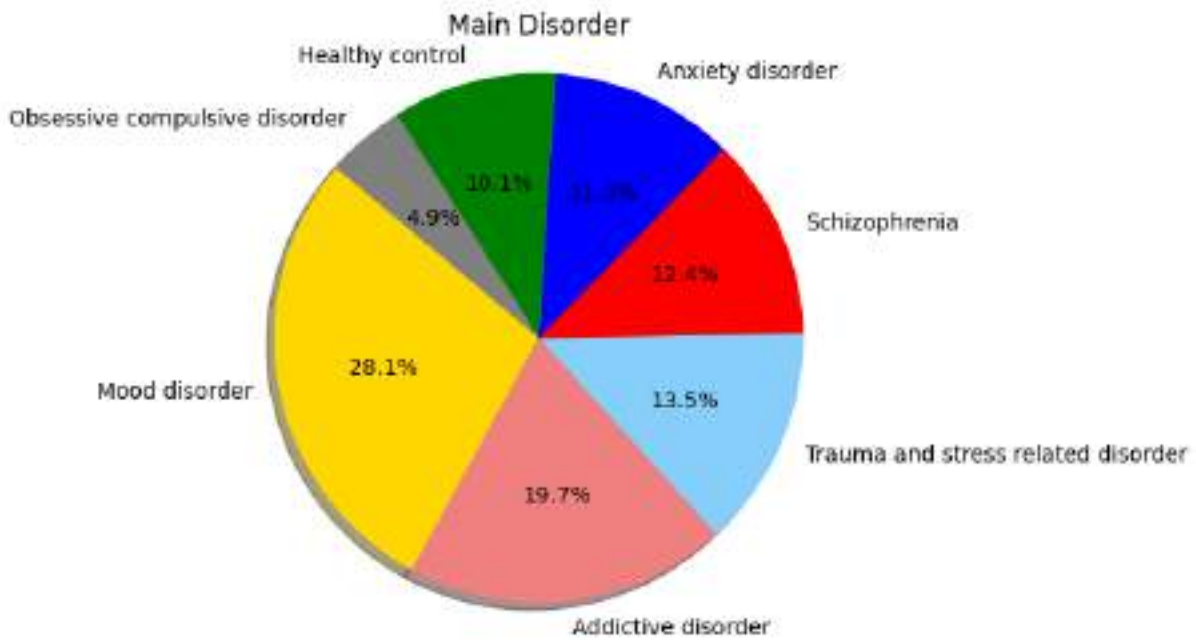
Şekil 2.7 de delta (1-4 Hz) ve teta (4-8 Hz) frekans bantlarındaki güç değerleri, şizofreni ve bipolar bozukluk gibi bazı ruhsal bozukluklarda artmakta olduğu görülmektedir. Bu, bu bozuklukların beyin aktivitesinin yavaşlamasıyla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

Alfa (8-12 Hz) frekans bandındaki güç değerleri, depresif bozukluk ve obsesif-kompulsif bozukluk gibi bazı ruhsal bozukluklarda azalmaktadır. Bu, bu bozuklukların beyin aktivitesinin yavaşlamasıyla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

Beta (12-25 Hz) frekans bandındaki güç değerleri, anksiyete bozuklukları ve travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) gibi bazı ruhsal bozukluklarda artmaktadır. Bu, bu bozuklukların beyin aktivitesinin artmasıyla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

Yüksek beta (25-30 Hz) ve gama (30-40 Hz) frekans bantlarındaki güç değerleri, tüm ruhsal bozukluklarda benzer seviyelerdedir.

Şekil 2.7 nin bulguları, frekans bantlarının ruhsal bozuklukların patofizyolojisinde rol oynayabileceğini düşündürmektedir. Ancak, bu bulguların doğrulanması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.



Şekil 2.8 Ruhsal Bozukluklara sahip bireylerin toplam veri içerisindeki oranları

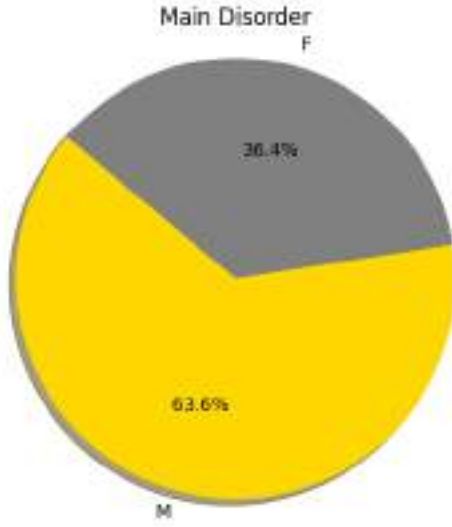
Şekil 2.8 çalışmada yer alan ruhsal bozuklukları olan kişilerin toplam verideki oranlarını göstermektedir.

Tablo 2.1 de Ana hastalıklara ait örnek sayıları verilmiştir.

Tablo 2.1 Çalışmada yer alan Ana hastalıklara ait örnek sayıları.

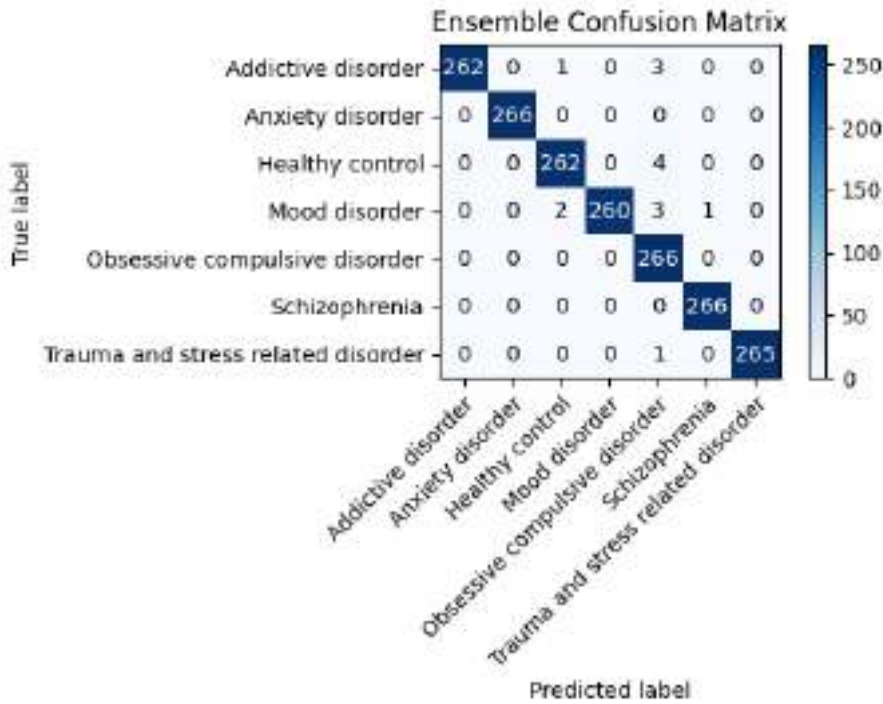
Main Disorder	NO
Mood disorder	266
Addictive disorder	186
Trauma and stress related disorder	128
Schizophrenia	117
Anxiety disorder	107
Healthy control	95
Obsessive compulsive disorder	46
TOTAL	945

Şekil 2.9 da çalışmada yer alan ruhsal bozukluklardan muzdarip olan kişilerin cinsiyete göre dağılımını gösterilmiştir.



Şekil 2.9 Çalışmada yer alan kadın ve erkekler bireylerin oranı

### 3.SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR



Şekil 3.1 Ana hastalıkların sınıflandırma sonuçlarına ait karışıklık matrisi

Şekil 3.1 ve Tablo 3.1, Topluluk modeli kullanılarak makine öğrenimi sınıflandırma sonuçlarını göstermektedir. Model, altı farklı ruhsal bozukluğu temsil eden 1862 örnekten oluşan bir veri kümesi üzerinde eğitilmiştir. Model, 266 örnekten oluşan bir test veri kümesi üzerinden değerlendirilmiştir.

Main Disorder	precision	recall	f1-score	support
Mood disorder	1	0.99	0.99	266
Addictive disorder	1	1	1	266
Trauma and stress related disorder	0.99	0.98	0.99	266
Schizophrenia	1	0.98	0.99	266
Anxiety disorder	0.96	1	0.98	266
Healthy control	1	1	1	266
Obsessive compulsive disorder	1	0.99	0.99	266
Accuracy			0.99	1862
Macro Avg	0.99	0.99	0.99	1862
Weighted Avg	0.99	0.99	0.99	1862

Sonuçlar, modelin toplamda %99 başarı oranı elde ettiğini göstermektedir. Sonuçlar ayrıca modelin altı ruhsal bozukluğun tümü için mükemmel performans gösterdiğini göstermektedir.

Modelin sonuçlarının detayları şu şekildedir:

- Doğruluk: Doğruluk, doğru sınıflandırılan örneklerin toplam örnek sayısına oranıdır. Bu durumda, doğruluk %99'dur, bu da modelin toplam örnek sayısının %99'unu doğru sınıflandırdığını gösterir.
- Geri çağırma: Geri çağırma, doğru sınıflandırılan pozitif örneklerin toplam pozitif örnek sayısına oranıdır. Bu durumda, geri çağırma %99'dur, bu da modelin toplam pozitif örnek sayısının %99'unu doğru sınıflandırdığını gösterir.
- F1 puanı: F1 puanı, doğruluğu ve geri çağırılmayı birleştirir. Bu durumda, F1 puanı %99'dur, bu da modelin genel olarak örnekleri doğru sınıflandırdığını gösterir.
- Destek: Destek, her sınıftaki örnek sayısını gösterir.

Şekil 3.1 ve Tabla 3.1'de sunulan sonuçlar, Topluluk modelinin altı ruhsal bozukluğun tümü için mükemmel performans gösterdiğini göstermektedir. Ancak, bazı kategorilerde diğerlerinden daha iyi performans gösterdiğini belirtmek önemlidir. Örneğin, model "depresyon" kategorisinde %100'lük bir doğruluk elde ederken, "anksiyete bozukluğu" kategorisinde yalnızca %98'lik bir doğruluk elde etmiştir.

Genel olarak, sonuçlar Topluluk modelinin EEG verileri kullanılarak ruhsal bozuklukların tespiti için etkili bir model olduğunu göstermektedir. Bu model, klinik uygulamalarda teşhis doğruluğunu önemli ölçüde iyileştirme potansiyeline sahiptir.

## KAYNAKÇA

- [1] Dünya Sağlık Örgütü. (1992). Ruhsal ve Davranışsal Bozuklukların ICD-10 Sınıflaması: Klinik Tanımlar ve Tanısal Rehberler.
- [2] Amerikan Psikiyatri Derneği. (2013). Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal El Kitabı. 5. basım.
- [3] Huys, Q. J. M., Maia, T. V., & Frank, M. J. (2016). Computational psychiatry as a bridge from neuroscience to clinical applications. *Nature Neuroscience*, 19(4), 404-413. doi:10.1038/nn.4238

- [4] Simon, G. E. (2019). Akıl sağlığı hizmetlerinde sağlık kayıtlarından gelen büyük veri: neredeyse görmezden gelinemez ama zaten faydalı. *JAMA Psychiatry*, 76(5), 349-350.  
doi:10.1001/jamapsychiatry.2018.4510
- [5] Kim, J. Y., Lee, H. S., & Lee, S. H. (2020). EEG Source ağı için şizofreni tanısı ve semptom şiddetine göre alt tiplerin belirlenmesi- Bir makine öğrenimi yaklaşımı. *Journal of Clinical Medicine*, 9(12), 3934. doi:10.3390/jcm9123934
- [6] Park, S. M., Jeong, B., Oh, D. Y., Choi, C. H., Jung, H. Y., Lee, J. Y., ... & Choi, J. S. (2021). Identification of major psychiatric disorders from resting-state electroencephalography using a machine learning approach. *Frontiers in Psychiatry*, 12, 707581.
- [7] Zhang, X., Zhang, Y., & Wang, Z. (2023). EEG signal denoising using a smooth filter. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 60(3), 791-800.
- [8] Yang, J., & Zhang, X. (2023). A hybrid SVM-random forest model for medical image classification. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 60(3), 791-800.
- [9] Li, J., Chen, Y., & Wang, S. (2022). A hybrid SVM-random forest model for natural language processing. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 33(12), 4376-4389.
- [10] Liu, Y., Sun, Y., & Liu, X. (2021). A hybrid SVM-random forest model for financial forecasting. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 32(12), 4376-4389.
- [11] Wang, Y., Zhang, X., & Zhang, Y. (2020). A hybrid SVM-random forest model for EEG-based emotion recognition. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 10(3), 382-394.
- [12] Wang, J., Yang, X., & Wang, S. (2019). A hybrid SVM-random forest model for medical image segmentation. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 66(12), 3323-3332.
- [13] Tiwaria, S. (2021, May 21). EEG Psychiatric Disorders Dataset. Kaggle. Retrieved from <https://www.kaggle.com/datasets/shashwatwork/eeg-psychiatric-disorders-dataset/>
- [14] Arıkan, K. (2022, May 20). EEG Hakkında Temel Bilgiler. Retrieved from <https://www.kemalarikan.com/eeg-hakkinda-temel-bilgiler.html>



## BORSA OKUR YAZARLIĞI BAĞLAMINDA AÇIK KAYNAK KODLU YAZILIMLAR: R PROGRAMINDA BİR UYGULAMA

**Dr.Öğr. Üyesi,Orhan ECEMİŞ**

Gaziantep Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, oecemis@gantep.edu.tr,-  
ORCID ID 0000-0002-8270-0857

### ÖZET

Günümüzde dijitalleşme ve küreselleşmenin etkisi ile yatırım araçlarının çeşitlendiği ve yatırımcıların bu çeşitlenen yatırım araçlarına daha kolay erişim sağladığı görülmektedir. Bunun yanı sıra borsa okuryazarlık konusunda yapılan akademik çalışmalarla birlikte yatırımcı sayılarının ve yatırım hacimlerinin arttığı gözlemlenmektedir. Veri Analizi Kayıt Kuruluşu verilerine göre Türkiye'de 2023 yılı Kasım ayı dönemine göre pay senedi yatırımcı sayısı 8.525.768 kişiye, portföy değeri ise 2.880.755 MTL'ye ulaşmıştır. Borsanın doğasından kaynaklanan risklerin varlığına ek olarak son yıllarda yatırımcı sayısında ve yatırım hacminde gözlemlenen önemli artışların borsa okuryazarlığının yaygınlaşması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Borsa okuryazarlığı, bireylerin bu riskleri yönetmesine katkı sağlayabilir. Bireyler, farklı hisse senedi fiyatlarını etkileyebilecek faktörlere göre yatırım kararları alabilir, kararlarını gözden geçirebilir ve stratejilerini değiştirerek önemli kayıpları önleyebilirler. Diğer bir açıdan bakıldığında borsa okuryazar oranının artması, piyasanın etkinliğini ve likiditeyi artırabilir. Bu nedenlerden dolayı yatırımcıların temel ve teknik analiz bilgilerini, beceri düzeyine taşınması önemlidir. Bu çalışmada, R yazılımında yer alan finansal analiz paketleriyle (tidyquant, TTR, quanmod, PerformanceAnalytics xts) hisse senedi yatırım kararlarına yönelik bir uygulama gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Borsa Okuryazarlığı, Açık Kaynak Yazılımlar, Teknik Analiz



## 1. GİRİŞ

Borsa, geçmişten günümüze kadar -uzun vadeli yatırım stratejisi ile- gelir artırma yöntemleri arasında ilk sıralarda geldiği yer aldığı söylenebilir. Borsa okuryazarlığının doğrudan bireylere ve dolaylı olarak toplum refahına katkı sağlamasına yönelik katkıları sunmaktadır. Doğrudan etkileri açısından bireylerin bilinçli yatırım kararları vermesini, risk-getiri, portföy, piyasa dinamikleri gibi temel kavramları anlamasını kolaylaştırmaktadır. Hisse senetleri, yerel ve küresel gelişmelerden etkilendiğinden dolayı yatırımcılar için borsada çeşitli riskler bulunmaktadır. Borsalarda hisse senetleri hareketleri düzensiz ve belirsiz olabilmekte ayrıca hisse bazlı hareketlerde işlem günü içerisinde yüksek volatilité görülebilmektedir (Mohammed A, 2019). Yerel ve küresel şartlara göre yatırım yapılması muhtemel başarılı yatırım kararlarının alınmasına katkı sağlayabilmektedir (Bozkurt & Akman, 2016). Borsa okuryazarlığı, bireylerin bu riskleri yönetmesine katkı sağlayabilir. Bireyler, farklı hisse senedi fiyatlarını etkileyebilecek faktörlere göre yatırım kararları alabilir, kararlarını gözden geçirebilir ve stratejilerini değiştirerek önemli kayıpların önleyebilirler.

Ekonomik açıdan bakıldığında borsa okuryazar oranının artması, toplumda daha fazla kişinin borsayı anlayabilmesi ve borsaya katılabilmesi, piyasanın etkinliğini ve likiditeyi artırabilir. Böylece şirketler için yeterli/gerekli sermaye oluşumu ve büyümeyi ve nihayetinde ekonomik istikrara yönelik olumlu katkılar sağlayabileceği düşünülebilir. Diğer bir ifadeyle borsa okuryazarlığı; bireyleri yatırımcıya dönüştürmesi, şirketlerin finansal yapısına destek olması, ekonomik büyümeye katkı sağlamasıyla, topluma katkı sağlayan önemli bir kavram olduğu düşünülebilir.

Spekülatörlerin yanı sıra son yıllarda borsa okuryazarlığı olmayan yatırımcıların BİST’de portföy oluşturarak sürekli al-sat yapmaları spekülatif oluşmasını sağlayan nedenler arasında yer aldığı görülmektedir (İşıldak, 2022). Bu olumsuz durumun önlenmesi için borsa okuryazarlığının yaygınlaştırılması, finansal katılım düzeyine olumlu katkı sağlayabilir ayrıca yatırımcıların, fırsatları görme, nitelikli finansal danışman/bilgiye ulaşma yeteneklerini geliştirebilir. Bu çalışmada R programı ile Borsa İstanbul’da (BIST) teknik analiz uygulaması gerçekleştirilmiştir.

## 2. LİTERATÜR

Literatürde Borsa ile ilgili R programı ile gerçekleştirilen yer alan bazı çalışmalar şunlardır. (Coşkun, 2021) çalışmasında BIST’te elde edilen pozitif getirilerin ve CDS’in gecikmeli değerlerinin işlem hacmi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. (Çelik, 2022) yapmış olduğu çalışmada, çok değişkenli Copula yöntemi kullanılarak finansal risk tahmini gerçekleştirmiştir. (Ayrancı & Gürel, 2020)BIST’te işlem gören Gayrimenkul Yatırım Ortaklık şirketlerinin finansal performansını ele almıştır. (Asghar, Rahman, Kundi, & Kundi, 2019) yapmış oldukları çalışmada çoklu regresyon yöntemiyle trend tahmin sistemi gerçekleştirmişlerdir. (Yao, Cai, & Wang, 2022) yapmış oldukları çalışmada Çin Borsasında LASSO-EGARCH yöntemleriyle oluşturdukları tahmin modelini Teknik Analiz Göstergeleriyle karşılaştırmışlardır. (Sultan, Fatima, & Ahmed, 2019) yapmış oldukları çalışmada Pakistan Borsasındaki fiyat hareketlerini incelemişlerdir.

## 3. VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Borsa İstanbul da işlem gören hisse senetlerine ait veriler kullanılmıştır. Çalışma yöntemi olarak benimsenen teknik analiz, başta fiyat ve hacim olmak üzere geçmiş piyasa verilerinin incelenmesi yoluyla fiyatların yönünü tahmin etmek için kullanılan uygulamalı matematiksel model ve yöntemlerin bir kombinasyonunu temsil eden yaygın olarak kullanılan bir metodoloji olarak ifade edilebilir (Pirnac, 2015). Teknik analiz, bilanço analizinin (temel analiz) aksine, fiyat hareketinin temel eğilimlerini kullanarak belirli bir hisse senedinin değerini tahmin eder. Bu yöntemin arkasındaki temel varsayım, temel bilgilerin (finansal tablolardan elde edilen bilgiler) fiyat dalgalanmasında dikkate alındığı, dolayısıyla dalgalanmadan gelen kalıpların ve sinyallerin tespit edilmesinin gelecekteki performans için yeterli gösterge sağlaması gerektiğidir (Lo & Hasanhodzic, 2010). Çalışmada, verilerin elde edilmesi ve analizi R programında gerçekleştirilmiştir.

### 3.1 R Programı

R, ekonometrik, istatistiksel ve veri madenciliği analizlerine yönelik çözümler üreten bir programlama dilidir; aynı zamanda veri işleme ve görselleştirme alanında güçlü bir programlama ortamı sunmaktadır. Genel Kamu Lisansı ile lisanslanmış olması, R'in ücretsiz olarak toplumun hizmetine sunulmasına imkân tanımaktadır. Ayrıca, Linux, Windows ve MacOS gibi farklı işletim sistemlerinde sorunsuz çalışabilme özelliğine sahiptir. R platformu, geniş bir geliştirici ve kullanıcı topluluğuna sahiptir (*Chambers, 2008*) (*Satman, 2010*). R yazılımıyla, tekrarlanabilir senaryolar ve raporlar oluşturulması, görselleştirme, dinamik belgelere entegre edilmesi ve geliştirici topluluk tarafından üretilen paketlerle güncel analizlerin kolaylıkla yapılabilmektedir. Finansal analiz ve borsa teknik analize yönelik R programında yer alan paketler aşağıda ifade edilmiştir.

- Tidyquant: Hadley Wickham tarafından öne sürülen "Tidy" kavramı, veri analizi ve manipülasyonunda temiz, düzenli ve düzenli bir formatta veri kullanımını ifade etmektedir. Tibble terimi ise geleneksel R veri çerçevelerinin (data frames) modern bir versiyonudur. Tidyquant paketi iş ve finansal analizlerin 'düzenli evrene' (tidyverse) taşınarak gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. 'tidyquant' diğer TTR, quantmod, PerformanceAnalytics, xts, zoo paket işlevlerine uygun bir sarmalayıcı sağlar ve nesnelere düzenli 'tibble' formatında döndürmektedir (Dancho, 2023).
- TTR (Technical Trading Rules): Teknik ticaret kuralları/stratejileri oluşturmak için hareketli ortalamalar, momentum göstergeleri ve oynaklık ölçümleri gibi 50'den fazla teknik gösterge üzerinden analiz yapılmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda zaman serilerindeki verilerin belirli bir pencere incelenebildiği hareketli pencere fonksiyonlarının hızlı uygulamalarını ve volatilité hesaplamasını içermektedir. (Joshua Ulrich, 2023).
- Quantmod(quantitative financial modeling): İstatistiksel temelli ticaret modellerinin geliştirilmesi, test edilmesi ve uygulanması gerçekleştirilebilmektedir. Bu paketle hisse senetlerine ait verilerin elde edilmesi, bu verilerle teknik analiz, sinyal üretmek için verileri kullanma ve görselleştirme işlemleri yapılmaktadır (Jeffrey A. Ryan, 2023).
- PerformanceAnalytics: Performans ve risk analizi için ekonometrik fonksiyonların yer aldığı bu pakette standart risk ve performans metriklerine ek olarak, normal olmayan getiri akış analizlerinin yapılması sağlanmaktadır (Peterson, ve diğerleri, 2023).

- xts: R'deki farklı zaman tabanlı veri sınıflarının tutarlı bir şekilde işlenmesini sağlayan zoo paketini genişleterek, yerel format bilgilerini maksimum düzeyde koruma imkanı sağlamakta ve kullanıcı düzeyinde özelleştirme ve genişletmektedir (Ryan, Ulrich, Bennett, & Joy, 2023).

## UYGULAMA

1. Veri Setinin Oluşturulması: Uygulamanın ilk aşamasında hisse senedine ait verilerin elde edilmesi ve bu verilerin belirli tarih aralığına göre zaman serisi şeklinde ifade edilmesine yönelik R kodları aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 1 Hisse Senedi Verilerinin elde edilerek Mum Grafiğinin Hazırlanması

```
# install.packages('quantmod') //quantmod paket olarak yüklenir.  
library(quantmod) //quantmod kütüphanesi çağrılır  
hisse_senedi = c("AKBNK.IS") // hisse senedi  
getSymbols(hisse_senedi,  
           from = "2023-01-01",  
           to = "2023-12-16") // Hisse senedine ait 01 Ocak-16 Aralık dönemi  
verileri elde edilir.  
fiyat<- AKBNK.IS['2023-01-28/2023-12-16']  
candleChart(price, theme='white') // mum grafiği çizilir
```

Yukarıda yazılan kodlardan mum grafiğine ait görsel aşağıda Şekil 1'de yer almaktadır. Şekil 1 incelendiğinde hisse senedi zaman serisi ve hacmine ait bilgiler yer almaktadır.

Şekil 1 Hisse Senedi Mum Grafiği



2. Teknik göstergelerin eklenmesi: Teknik göstergeler hisse senedi fiyat hareketlerinin analizini, al-sat-tut kararların verilmesini, piyasa trendlerini anlaşılmasına yönelik sonuçlar üretebilmektedir. Basit hareketli ortalamalar (SMA), Üstel Hareketli Ortalama (SMA), Göreceli Güç Endeksi (RSI) ait R kodları aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 2 Teknik Göstergeler

```
library(quantmod) //quantmod kütüphanesi çağrılır
library(tidyquant)
hisse_senedi = c("AKBNK.IS") // hisse senedi
getSymbols(hisse_senedi, from = "2023-01-01" to = "2023-12-16")
AKBNK<-as.xts(AKBNK.IS)
sma <-SMA(CI(AKBNK),n=20) //Basit Hareketli Ortalamalar
tail(sma,n=5)
ema <-EMA(CI(AKBNK),n=20) // Üssel Hareketli Ortalamalar
tail(ema,n=5)
tail(macd,n=5)
rsi = RSI(CI(AKBNK), n=14) //RSI
tail(rsi,n=5)
```

4. Hisse Senedine Yönelik Al-Sat-Tut Sinyali Üretme: Bu adımda Relative Strength Index (RSI) değerlerine ( al kararı rsi<30;sat kararı>50; değilse tut) birim göre alım-satım kararlarına yönelik R kodu aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 3 RSI Değerlerine Göre Basit Al-Sat-Tut Stratejisine Yönelik R kodu

```
# Gerekli kütüphaneleri yükle
library(quantmod)
library(tidyquant)
library(xts)

# İlgili hisse senedi sembolünü ve tarih aralığını belirle
tickers = c("KCHOL.IS")
getSymbols(tickers,
  from = "2015-01-01",
  to = "2023-12-22")

# Hisse senedi fiyatlarını belirtilen tarih aralığı ile sınırla
fiyat <- KCHOL.IS[2015-01-28/2023-12-22]
# Mum grafiğini çiz
candleChart(fiyat, theme='white')
# Kapanış fiyatlarını al
fiyat <- CI(KCHOL.IS) # kapanış fiyatı
adet <- 300
gun <- 14

# Ticaret sinyali, hisse senedi tutma ve nakit değişkenlerini tanımla
sinyal <- c() # ticaret sinyali
sinyal[1:(gun+1)] <- 0
portfoiyadet <- c() # portfoy adet
portfoiyadet[1:(gun+1)] <- 0
nakit <- c()
nakit[1:(gun+1)] <- 10000

# RSI (Relative Strength Index) hesapla
rsi <- RSI(fiyat, gun) # rsi is the lag of RSI

# RSI'ye göre ticaret sinyalleri oluştur
for (i in (gun+1):length(fiyat)) {
  if (rsi[i] < 30) { # 30'un altıngunsa birim daha al
    sinyal[i] <- 1
  } else if (rsi[i] < 50) { # 50'nin altıngunsa değişiklik yok
    sinyal[i] <- 0
  } else { # 50'nin üzerindeyse sat
    sinyal[i] <- -1
  }
}

# Sinyali tekrar sınıflandır
sinyal <- reclass(sinyal, fiyat)
# Ticaret sinyalini bir gün geciktir
ticaret <- Lag(sinyal)

# Ticaret stratejisi uygula
for (i in (gun+1):length(fiyat)) {
  if (ticaret[i] >= 0) {
    portfoiyadet[i] <- portfoiyadet[i-1] + adet * ticaret[i]
    nakit[i] <- nakit[i-1] - adet * ticaret[i] * fiyat[i]
  } else {
    portfoiyadet[i] <- 0
    nakit[i] <- nakit[i-1] + portfoiyadet[i-1] * fiyat[i]
  }
}

# Hisse senedi, nakit ve toplam sermaye değerlerini sınıflandır
portfoiyadet <- reclass(portfoiyadet, fiyat)
nakit <- reclass(nakit, fiyat)
# Toplam sermaye değerini hesapla
toplamdeger <- c()
toplamdeger[1:(gun+1)] <- 10000

# Günlük getiriyi ve toplam getiriyi hesapla
return <- c()
return[1:(gun+1)] <- 0

for (i in (gun+1):length(fiyat)) {
  toplamdeger[i] <- portfoiyadet[i] * fiyat[i] + nakit[i]
  return[i] <- toplamdeger[i] / toplamdeger[i-1] - 1
}

# Grafiği çizdir
toplamdeger <- reclass(toplamdeger, fiyat)
return <- reclass(return, fiyat)
# Performans özeti grafiği çizdir
charts.PerformanceSummary(return,
  main="Non-Gun-Trading")

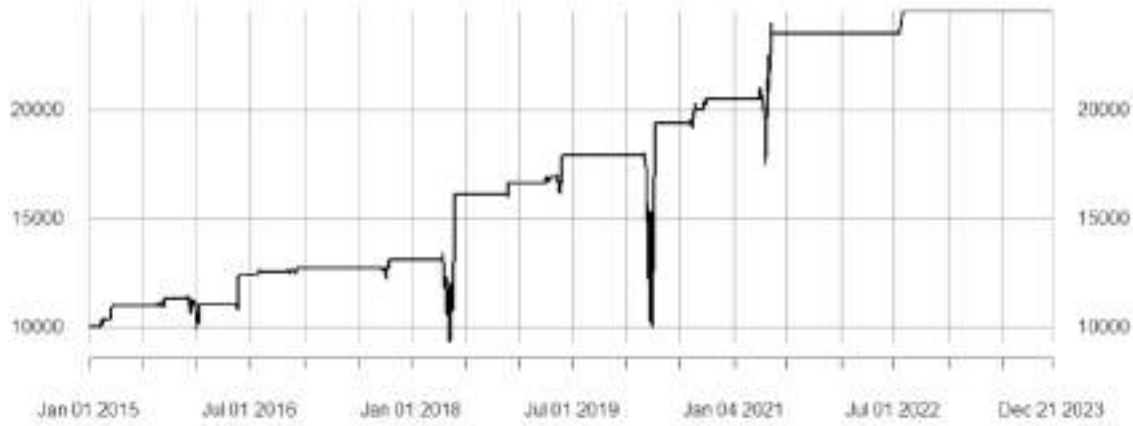
# Toplam sermaye çizgisini gösteren grafik
chart_Series(toplamdeger, main="toplamdeger line")

# Nakit durumunu gösteren grafik
chart_Series(nakit, name="Nakit")

# Hisse senedi durumunu gösteren grafik
chart_Series(portfoiyadet, name="Portfoiyadet")
```

Yukarıda yer alan basit strateji sonucunda toplam değere ait grafik aşağıda yer almaktadır.

Şekil 2. Toplam Değer Getirisi



## 5. SONUÇ

Yaklaşık bir asır önce Charles Dow ve onun ardılları tarafından öne sürülen ilkelerle inşa edilen teknik analiz, günümüzde yaşanan gelişmeler doğrultusunda temel ilkelerini koruyarak ancak daha karmaşık bir hale evrilmiştir (Lo & Hasanhodzic, 2010). Bu bağlamda, özellikle küçük yatırımcıların borsa okur yazarlık becerilerini artırmaları, günümüzde çok sayıda platform üzerinde üretilen yoğun bilgilerden olumsuz etkilenmemeleri açısından önemlidir.

Bu çalışmada R programında yer alan tidyquant, TTR, quantmod, PerformanceAnalytics ve xts paketleriyle borsa okuryazarlığı bağlamında teknik analizin uygulanabilirliği ele alınmıştır. R programı, ve kullanım kolaylığı, açık kaynak yazılım olması ve güncel analiz yöntemlerinin paketler halinde eklenebilmesiyle ön plana çıkmaktadır. Bu tür yazılımların kullanımın yaygınlaşması yatırımcılara ve toplumsal hayata katkı sağlayabileceği ifade edilebilir.

## KAYNAKÇA

- Asghar, M. Z., Rahman, F., Kundi, F. M., & Kundi, F. M. (2019). Development of stock market trend prediction system using multiple regression. *Computational and mathematical organization theory*, 25, s. 271-301.
- Ayrancı, A. E., & Gürel, C. A. (2020). Gayrimenkul Yatırım Ortaklıklarının Finansal Performansı: BİST İşletmeleri Örneği. *International Journal of Applied Economic and Finance Studies* 5(1), s. 1-14.
- Bozkurt, İ., & Akman, E. (2016). MENKUL KIYMET YATIRIMLARINA YÖN VEREN FAKTÖRLERİN ÖNEM DÜZEYİNE GÖRE TESPİTİ: ÖĞRENCİ GÖZÜYLE BİR BAKIŞ. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9 (1), s. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/hititsosbil/issue/45202/566089>.
- Chambers, J. M. (2008). *Software for Data Analysis Programming with R*. New York: Springer.

- Coşkun, E. A. (2021). Borsa İstanbul'da Aşırı Güven Davranışının Algoritmik/Yüksek Frekanslı İşlemlerin Etkisi Altında İncelenmesi Ve Cds İlişkisi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 58(655), , s. 59-90.
- Çelik, S. (2022). Copula ile Portföy Riskinin Hesaplanması: BİST100 ve USD Kuru Üzerine Bir Uygulama. *International Journal of Applied Economic and Finance Studies Vol. 7, No.2*.
- Dancho, M. (2023, 20 10). *tidyquant: Tidy Quantitative Financial Analysis*. The Comprehensive R Archive Network: <https://cran.r-project.org/web/packages/tidyquant/index.html> adresinden alındı
- Işıldak, M. S. (2022). Dolar, Altın ve BİST-Tüm Endeksinde Spekülatif Balonlar. *Ekonomi İşletme ve Maliye Araştırmaları Dergisi* , 4 (3), s. 194-205 . DOI: 10.38009/ekimad.1150814.
- Jeffrey A. Ryan, J. M. (2023, 10 20). *Package 'quantmod'*. The Comprehensive R Archive Network: <https://cran.hafro.is/web/packages/quantmod/quantmod.pdf> adresinden alındı
- Joshua Ulrich, E. B. (2023, 10 20). *Technical Trading Rules:Package 'TTR'*. The Comprehensive R Archive Network: <https://cran.r-project.org/web/packages/TTR/TTR.pdf> adresinden alındı
- Lo, A. W., & Hasanhodzic, J. (2010). *The evolution of technical analysis: financial prediction from Babylonian tablets to Bloomberg terminals*. Hoboken, New Jersey: (Vol. 96). John Wiley & Sons.
- Mohammed A. (2019). The Role of Technical Analysis Indicators over Equity Market (NOMU) with R Programing Language. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications(IJACSA)*, 10(6), s. <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100660>.
- Peterson, B. G., Carl, P., Boudt, K., Bennett, R., Ulrich, J., Zivot, E., . . . Christidis, A. A. (2023, 10 20). *PerformanceAnalytics: Econometric Tools for Performance and Risk Analysis*. The Comprehensive R Archive Network: <https://cran.r-project.org/web/packages/PerformanceAnalytics/> adresinden alındı
- Pirnac, S. M. (2015). Technical Analysis of Ftse 100 Index Using Quantmod Package. *Annals of the University of Craiova, Economic Sciences Series*, 2., 114-122.
- Ryan, J. A., Ulrich, J. M., Bennett, R., & Joy, C. (2023, 10 20). *xts: eXtensible Time Series*. The Comprehensive R Archive Network: <https://cran.r-project.org/web/packages/xts/index.html> adresinden alındı
- Satman, M. H. (2010). *İstatistik ve Ekonometri Uygulamaları ile R*. İstanbul: Türkmen Yayınevi.
- Sultan, Q.-u.-A., Fatima, K., & Ahmed, J. (2019). Application of Markov Chain to Model and Predict Share Price Movements: A Study of HBL Share Price Movements in Pakistan's Stock Market. *BALUCHISTAN REVIEW*, s. 100-113.



Yao, Y., Cai, S., & Wang, H. (2022). Are technical indicators helpful to investors in china's stock market? A study based on some distribution forecast models and their combinations. *Economic Research-Ekonomiska Istraživanja*, 35(1), s. 2668-2692.

## UZMAN SİSTEM YÖNTEMİYLE YAPAY ZEKÂDA ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Prof.Dr.Mustafa Bozdemir

Kırıkkale Üniversitesi KMYO Makine ve Metal Tek. Bölümü Kırıkkale/ Türkiye  
[mustafabozdemir@kku.edu.tr](mailto:mustafabozdemir@kku.edu.tr) Orcid: 0000-0002-9332-2054

### ÖZET

Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemenin, son yıllarda baş döndürücü bir hıza erişmesi, beraberinde yeni çalışma alanlarını da gündeme getirmiştir. Bilgisayar teknolojisinin ortaya çıkması ile bilgi derleme, değerlendirme, saklama ve benzeri beyin gücü gerektiren faaliyetlere yardımcı olan araçlar ve algoritmalar geliştirilmiştir. Yapay zekâ ve alt gruplarına dahil edilebilecek bir çok çalışma alanları araçları bulunmaktadır. Bu araçlardan birisi de uzman sistemlerdir. Uzman sistem yapısına uygun geliştirilen algoritmaların, bilgisayar donanım ve yazılımlarına uygulanarak, düşünce üretim sistemleri oluşturma çalışmalarının bütünüdür.

Bu çalışmada bir yapay zeka uygulamasının yapısı anlatılacaktır. Uzman sisteme dayalı bir yapay zekada en öncelikli aşamalardan birisi karar verme yapısıdır. Uzman sistem karar mekanizmasının çalışması sırasında ilk olarak, kullanıcıyla iletişimin sağlayan arayüz sayesinde şartname bilgileri elde edilmektedir. Bu bilgiler çıkarım mekanizması aracılığıyla, bilgi tabanı ve veri tabanı kayıtlarını değerlendirir. Kural bilgi tabanı ve tasarım veri tabanı kılavuzunda ne tür tasarımın yapılacağına ve hangi elemanlarının seçileceğine çıkarım mekanizması tarafından karar verilmektedir. Bu işlemler sayesinde hızlı, kontrol edilebilir, hesaplanabilir sonuçlara ulaşmak mümkün olabilecektir.

**Anahtar kelimeler:** Yapay zeka, Uzman sistemler, Karar verme.

### MULTI-CRITERIA DECISION MAKING IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE WITH EXPERT SYSTEM METHOD

#### ABSTRACT

The progress in computer technology has reached a dizzying speed in recent years, and this has brought new areas of study to the agenda. With the emergence of computer technology, tools and algorithms have been developed to assist in information compiling, evaluation, storage and similar brain power-requiring activities. There are many workplace tools that can be included in artificial intelligence and its subgroups. One of these tools is expert systems. It is the whole of the work to create thought generation systems by applying algorithms developed in accordance with the expert system structure to computer hardware and software.

In this study, the structure of an artificial intelligence application will be explained. One of the most important stages in an artificial intelligence based on an expert system is the decision-making structure. During the operation of the expert system decision mechanism, firstly, specification information is obtained through the interface that provides communication with the user. This information evaluates the knowledge base and database records through the extraction mechanism. In the rule knowledge base and design database guide, the inference mechanism decides what type of design will be made and which elements will be selected. Thanks to these processes, it will be possible to achieve fast, controllable and calculable results.

**Keywords:** Artificial intelligence, Expert systems, Decision mechanism

## 1. GİRİŞ

Tasarım işlemi mesleki eğitim çalışmalarında vazgeçilmez unsurlardan birisidir. Tasarım kelime anlamı olarak fikir, kavram ve bir soruna uygun çözüm bulmak olarak kısaca özetlenebilir. Normal süreçteki bir tasarım işlemi, tasarımdan sorumlu kişinin yetenek ve deneyimlerine bağlı olarak şekillenir. Bu şartlarda bir öğrencinin eğitimi sırasında ya da mezun olduktan sonra belli bir dönem mesleğiyle ilgili bir konuda tasarımlar geliştirmesi beklenemeyebilir. Bu yöntemle yapılan işleme klasik ya da geleneksel tasarım adı verilmektedir.

Yüzyıllar boyunca oluşturulmuş bir tasarım ürününün geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkması durumunda, ürün biçiminin tamamen değişmesi ihtimalide oluşabilmektedir. Geleneksel bir tasarımın temeli, tasarımın yapılması, kullanılması ve sonra da yeni ürünün geliştirilmesi ilkesine dayanmaktadır (Bayazıt, 1994).

Klasik tasarım tekniklerindeki eksiklerin görülerek, düzeltilmesi için tasarım işleminin formülize edilmesine yönelik ilk çalışmalar özellikle 2.Dünya savaşı sıralarına rastlar. Bundan sonraki zaman dilimlerinde sürekli gelişerek, yeni daha esnek temsil teknikleri olan tasarım yöntemleri üzerine araştırmalar yoğunlaşmıştır. Şekil 1’de örnek bir tasarım işlem modeline ait işlem basamakları görülmektedir (Bozdemir ve Eldem, 2002).

Problemlerin optimum çözümü olarak özetlenebilen tasarım kavramının uygulanmasına yönelik kullanılan yöntem ve metotlarında, teknolojik gelişim süreci içerisinde sürekli yenilikler meydana gelmektedir. Belirli bir dönem tasarım işlemi sırasında esas olarak kullanılan süsleme ve sanatsal anlayışların yerine, bilimsel yöntem ve tasarım tekniklerinin kullanılmaya başlanmış olması bu gelişmeler içerisinde önemlidir.

Ürün veya sistemlerin tasarımı sırasında kullanılan yeni teknikler ile mevcut tasarım tekniklerinin aynı türden tasarım problemine ait tanımlama ve çözüm yaklaşımlarının belirgin olarak farklılaşması sonrasında, tasarım kavramında klasik tasarım ve modern tasarım teknikleri ayırımı yapılmıştır. Sistematik tasarımın değişik aşamalarında bilgisayar teknolojisi ve özellikle yapay zekâ uygulamalarının kullanımıyla birlikte özellikle kullanılan bilgi temsil teknikleri ve bu bilgilerin paylaşımı büyük önem kazanmaktadır (Bozdemir, 2003).

Üç boyutlu ve doğrudan etkileşilebilir görsel elementleri ağır basan sanal gerçeklik yazılımları öğretim için, benzeşim ve çoklu ortam yazılımlarından daha fazla avantaja ve özelliğe sahiptir (Hartley, 1993). Fakat çoklu ortamlarda, bilgi temsillerinin işleniş sırası, şekli ve ilişkilerin belirginleştirilerek verilmesi durumunda bu tür yazılımlar başarılı olabilmektedir (Bagui, 1998). Bu nedenle sistematik tasarım teknikleri kullanılarak yapılacak bilgisayar uygulamalarında başarının artırılması amacıyla tasarım işleminin sistematik basamaklarına ve ana fonksiyon yapılarına uyum sağlanmalıdır.

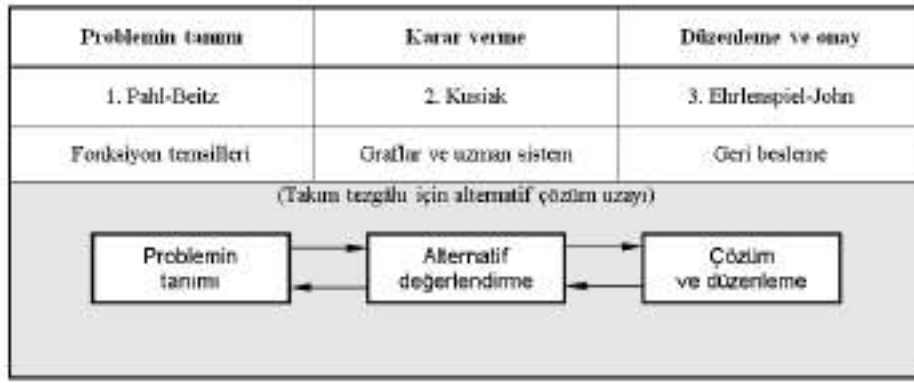
Mekanik sistemlerin sistematik tasarımı içerisinde elde edilen tüm bilgiler; fonksiyonlar, formüller, çizimler, grafikler, katı modeller vb. şekillerde temsil edilebilir. Tasarım esnasında problemin yapısına uygun seçilmeyen bir temsil biçimi kullanılacak olur ise, elde edilecek çözümün gerçekleştirilme başarısını etkileyecektir. Bu nedenle bilgi temsillerinin seçiminde tasarım işlemi merkezinde bulunan bilgisayar veya insan karar vericinin durumuna göre uygun bir seçim yapılmalıdır. Bilgisayar merkezli insan merkezli temsil modellerine doğu şu şekilde bir sıralama yapılabilir. İnsana yönelik olan bilgi temsillerinde ise, ilgili temsil yöntemlerini kullanarak problemin çözümünde etkin rol oynayan tasarımcı insan olmaktadır (Hsu and Woon, 1998).

Unsur kullanarak yapılan temsillerde ilkel olarak oluşturulan nesnelere kullanılarak imalatı istenilen model oluşturulur. Unsur tabanlı bir tasarım yaklaşımının kullanılabilmesi için, tasarımcı hazırladığı unsurları bir unsur kütüphanesine yerleştirir. Graflar ve ağaç yapıları,

kavramsal tasarım aşamasında sık olarak kullanılan temsillerdir. Graflardaki düğümler unsur kümeleridir ve farklı fiziksel özelliklerle ilişkilendirilmiş olabilirler.

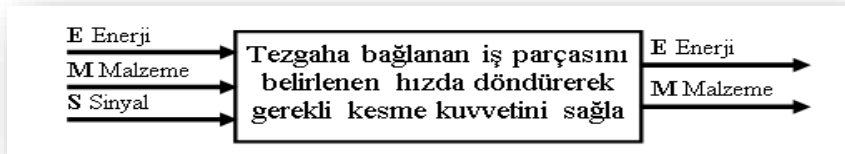
## 2. TASARIM MODELİ

Takım tezgâhlarının yapay zekâ tekniklerine dayalı sistematik tasarımının yapılması amacıyla hazırlanan tasarım işlem modelin yapısı oluşturulurken, daha önceden mevcut olan üç farklı sistematik tasarım tekniğinin, istediğimiz özellikleri bulunduran yönleri dahil edilmiştir. Bu tasarım işlem modelinin hangi aşamasında, hangi sistematik tasarım tekniğinin kullanıldığı Şekil 1’ de görülmektedir.



Şekil 1. Hazırlanan sistematik tasarım modelinin

Problemin genel amacı, kullanıcı istekleri, tasarım sınırlandırmaları bilgilerine bakılarak, takım tezgâhının türüne ait tüm fonksiyon yapısı belirlenir. Tüm fonksiyon yapısı oluşturulurken, istenilen tezgâh yapısının iş parçası ve kesicisine ait özellikleri belirtilir. Sisteme giren enerjinin biçimi, malzeme, sinyal gibi bilgiler ile bu sistemden çıkan bilgiler tüm fonksiyon üzerinde belirtilmelidir. Bu şekilde hazırlanan tüm fonksiyon yapısı, karakutu ya da IDEF(0) modeliyle benzer bir sistem yapısındadır. Şekil 2’ de torna tezgâhı için geliştirilen tüm fonksiyon yapısı görülmektedir.



Şekil 2. Sistematik tasarım tüm fonksiyon yapısı

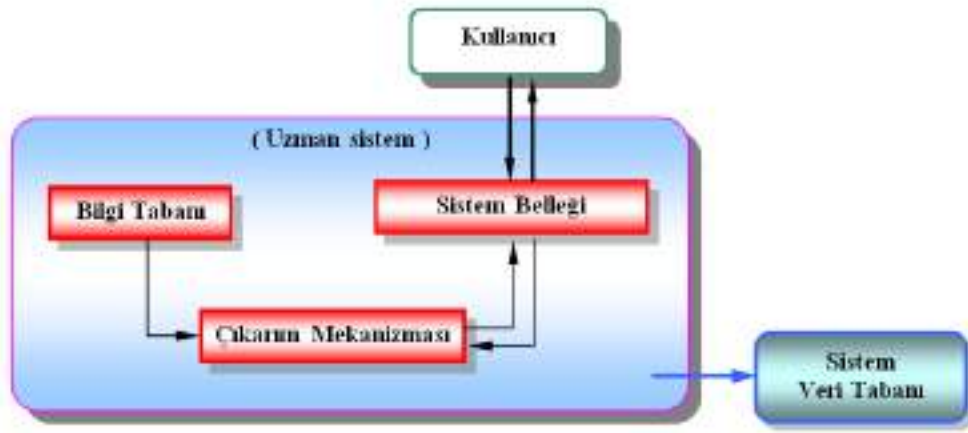
Şartnamede belirlenen istekler, ihtiyaçlar ve sınırlandırmalar sonrasında fonksiyon yapıları kullanılarak en uygun çözüm için karar verme aşamasında bir değerlendirme yapılır. Verilen karar sonrasında, takım tezgâhı tasarımı için uygun alt sistem elamanlarının seçimi bu aşamada gerçekleşir.

Oluşturulan tasarım modelinin karar verme aşamasında, uzman sistem esaslı karar verme yapısı kullanılmaktadır. Takım tezgâhı tasarımında kullanılacak fonksiyon ve ihtiyaç ilişkileri, oluşturulan graf temsilleriyle tanımlanır. Graflar kullanılarak yapılacak tanımlamalardaki ağaç yapılarını, “Eğer - O Halde” kalıbı içerisinde kural cümleleri haline getirmek oldukça kolaydır. “Eğer O Halde” kural cümleleri kullanılarak hazırlanan bilgi tabanının, yapay zekâ uygulaması

olarak geniş bir kullanım alanı bulunan uzman sistemlerin tasarımında ihtiyaç duyulan, tasarım bilgi tabanının kurallarının oluşturulmasında kullanılır. Şekil 4’de graf yapısı kullanılarak yapılan uygulama görülmektedir.

### 3. UZMAN SİSTEM

Uzman sistem karar mekanizmasının çalışması sırasında ilk olarak, kullanıcıyla iletişimin sağlayan arayüz sayesinde şartname bilgileri elde edilmektedir. İlgili bilgiler çıkarım mekanizması aracılığıyla, bilgi tabanı ve veri tabanı kayıtlarını değerlendirir. Kural bilgi tabanı ve tasarım veri tabanı kılavuzunda ne tür tasarımın yapılacağına ve hangi elemanlarının seçileceğine çıkarım mekanizması tarafından karar verilir. Genel olarak uzman sistemlerde bulunması gereken üç ana modül Şekil 3’de görülmektedir.



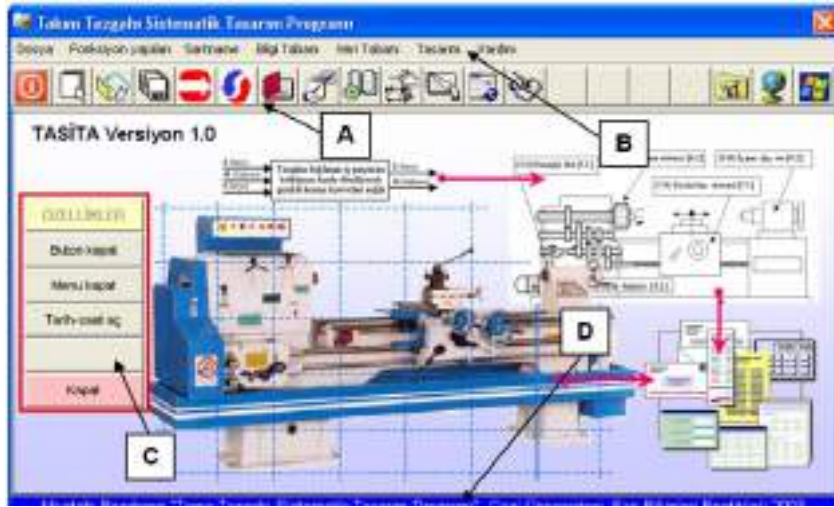
Şekil 3. Uzman sistemin yapısı

Bilgi Tabanı, uzmanlardan, yayınlanmış veya yayınlanmamış kaynaklardan, kitaplardan ve diğer literatürden elde edilen bilginin bulunduğu, saklandığı ve kullanılması gerektiğinde kolaylıkla erişilebilen bir yapıdır. Bilgi tabanı kurallar, gerçekler, şebekeler ve çerçevelerden oluşur. Bilgisayar programı uygulamasında karar verme modülünde uzman sistem kullanılmıştır. Uzman sistem içerisinde kullanılan bilgi tabanı içerisinde tasarım kural tabanı ve sistem veri tabanı bulunmaktadır. Karar verme aşamasında çıkarım mekanizması şartname bilgilerini değerlendirirken bu iki bilgi tabanının kılavuzunda sonuca ulaşmaktadır. Programa ait kural bilgi tabanı ulaşım menüsü Şekil 4’de görülmektedir. Tasarım bilgi tabanı, tasarım uzmanı veya yetkili öğretim elemanı dışında sisteme yanlış bilgi kuralı girilmesini engellemek amacıyla, kullanıcı yetki kontrolü sınırlandırması yapılmıştır.



Şekil 4. Uzman sistem kural bilgi tabanı editörleri

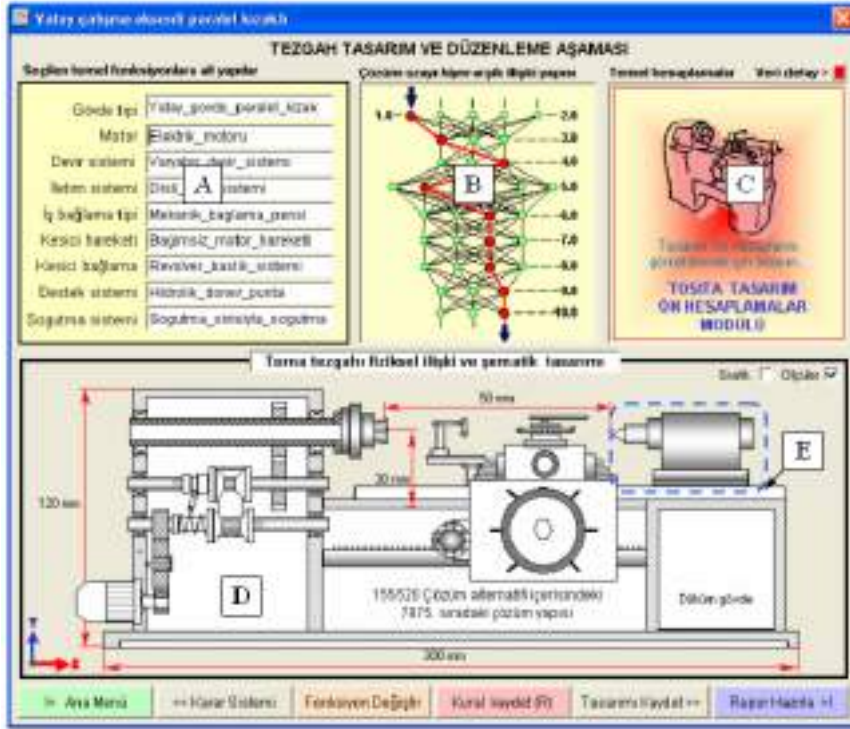
Geliştirilen bu model içerisinde karar verme olarak adlandırılan aşamada çok sayıdaki alternatif çözümlerin üretilmesi ve bunlardan o andaki problemi en iyi çözebileni bulmak amacıyla yapay zekâ tekniklerinden faydalanılmıştır. Hazırlanan bu model torna tezgâhı tasarımına Visual Basic 6.0 programı kullanılarak Windows çalışma ortamında kullanılabilir bir uygulama haline getirilmiş ve adına “Takım Tezgâhı Tasarım Programı” (TASİTA) denilmiştir. Şekil 5’ de TASİTA programının çalışma ekranı görülmektedir.



Şekil 5. Program ana kullanım menüsü

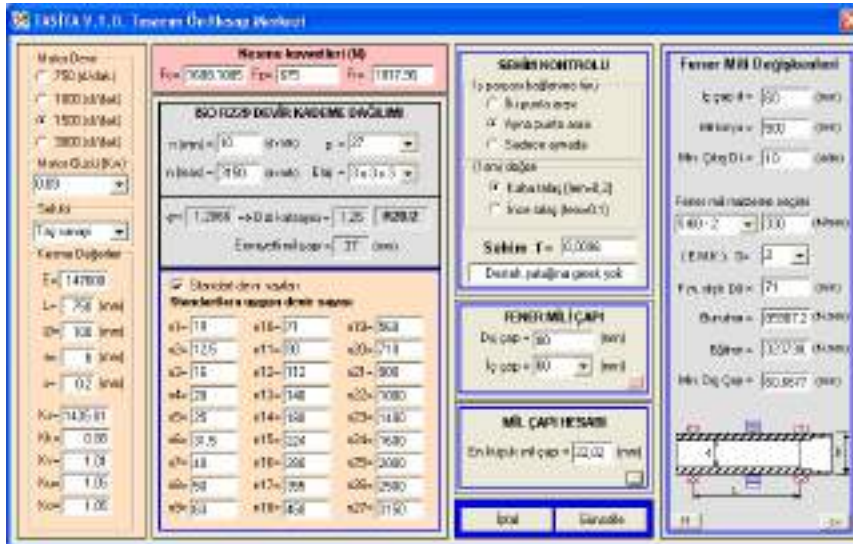
Bilgisayar programı bünyesinde oluşturulan tasarım işlem modelinin uygulanması sırasında, yapılacak tüm aşamaların işlem basamakları tanımlanmış ve temel problem tarif edilmiş durumdadır. Kullanıcı veya uzman sistem tarafından karar verilerek alt sistem yapıları belirlenen tasarıma ait fiziksel ilişkilerin oluşturulması için, TASİTA programında Şekil 6’ da görülen şekillendirme formu kullanılmaktadır.





Şekil 6.TASİTA fiziksel ilişkileri belirleme aşaması

Tasarımı yapılan tezgâha ait seçim ve değişiklik isteklerinin tamamlanması sonrasında, tasarımda kullanılması uygun bulunan sistem elemanların ön hesaplarının yapılması ve uygunluklarının kontrolü gereklidir. Bu aşamada yapılan hesaplamalar öğrenciye yol gösterici nitelik taşımaktadır. Şekil 7’ de görülen fonksiyon-şekil ilişki sayfası üzerinde, tasarlanacak torna tezgâhına ait temel hesaplamalar otomatik olarak yapılmaktadır.



Şekil 7.Tasarım ön hesapları

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, uzman sistem destekli tasarım uygulaması yapısı anlatılmıştır. Bu işlem sırasında ortaya çok kriterli problemlerin çözümünde yapay zeka kullanılmıştır. Bilgisayar teknolojisine yönelik geliştirilen bir model ve bu modelin uzman sistem destekli karar mekanizmasına sahip

bilgisayar programının genel yapısı açıklanmıştır. Geliştirilen programın kazandıracığı faydalar şu şekilde özetlenebilir:

- Karmaşık tasarım problemlerine, sistematik çözüm uygulaması sağlamaktadır.
- Nesneye dayalı hazırlanmış program ara yüzüyle çözümler üretilmektedir.
- Veri tabanlarının geliştirilebilir, çoğaltılabilir ve dağıtılabilir olması avantaj sağlar.
- Tüm işlemler, programı tarafından kaydedilebilir ve istenildiğinde belgelenebilir.
- Geri besleme imkânı vardır.

## KAYNAKLAR

1. Bagui, J. (1998) Reasons for increased learning using multimedia, *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 7(1), 3-19.
2. Bayazıt, N., (1994) Endüstri ürünlerinde ve mimarlıkta tasarlama metotlarına giriş. Literatür yayıncılık, İstanbul.
3. Bozdemir, M., Eldem, C., (2002) Modern tasarım teknikleri, 10. Uluslararası makine tasarım ve imalat konferansı UMTİK 2002, Kapadokya, 55-63.
4. Bozdemir, M., (2003) Takım tezgahlarının yapay zeka tekniklerine dayalı sistematik tasarımı, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
5. Hartley, J. R. (1993), *Interacting with multimedia*, *Univ. Computing*, 15, 129-136.
6. Hsu, W. and Woon, M., (1998), *Current research in the conceptual design of mechanical products*, *Computer Aided Design*, 30(5), 377-389.

## PLASTİK MALZEMELERİN İŞLEME ŞARTLARININ BELİRLENMESİNDE YAPAY SİNİR AĞI KULLANIMI

Prof.Dr. Mustafa Bozdemir

Kırıkkale Üniversitesi, KMYO Makine ve Metal Tek. Bölümü, Kırıkkale/ Türkiye  
[mustafaboazdemir@kku.edu.tr](mailto:mustafaboazdemir@kku.edu.tr) - Orcid: 0000-0002-9332-2054

### ÖZET

Polyamid türü plastiklerin, hafif, yüksek korozyon dayanımı, yağsız ve sessiz çalışma özelliklerinden dolayı kullanım alanı geniştir. Polyamidler bu özelliklerine rağmen, su ve nemden etkilenme gibi olumsuz sayılabilecek özelliği vardır. Bu çalışmada, farklı nem ortamlarında buldurulan Polyamid malzemeler, aynı kesme şartlarında işlenerek oluşan yüzey pürüzlüğü değerleri ölçülmüştür. Daha sonra elde edilen deney sonuçları yapay sinir ağları yöntemiyle (YSA) işlenerek bilgisayar öğrenmesi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen öğrenme sonrasında yapılmayan deney sonuçlarının tahmini kabul edilebilir bir hata payıyla tahmini yapılabilmektedir. Yapay sinir ağları yöntemiyle deney maliyetleri azaltılarak farklı deneysel işlemlerin sonuçlarının bilgisayar yardımıyla belirlenebilmesi sağlamıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yüzey pürüzlüğü, Polyamid malzeme, Yapay sinir ağları

### ABSTRACT

Polyamide type plastics have a wide range of usage due to their light weight, high corrosion resistance, oil-free and quiet operation properties. Despite these properties, polyamides have the negative feature of being affected by water and moisture. In this study, the surface roughness values of Polyamide materials kept in different humidity environments were measured under the same cutting conditions. Then, the experimental results obtained were processed with the artificial neural networks method (ANN) and computer learning was carried out. After the learning obtained, the results of the experiments that were not performed could be predicted with an acceptable margin of error. With the artificial neural networks method, experimental costs have been reduced and the results of different experimental procedures can be determined with the help of computers.

**Keywords:** Surface roughness, Polyamide material, Artificial neural networks

## 1. GİRİŞ

Günümüzde plastik kullanımı hızla artmaktadır. Uzay sanayinden inşaat sanayine kadar plastiklerinin farklı çeşitleri bu alanlarda yaygın olarak kullanılır [1].

PA6G kısaltmasıyla bilinen döküm polyamid malzemeler diğer malzemelere göre ucuzdur ve işlenmesi kolaydır. Ayrıca dayanımları yüksek ve sessiz çalışabilen bu plastiklerin gelecekte birçok metalin yerini alacağı düşünülmektedir. Plastiğe göre yüksek fiyatlı olan alüminyum, bronz, bakır, vb., metallere göre avantaj oluşturmaktadır.

1960'lardan beri kullanılmaya başlayan plastikler üzerine birçok araştırma yapılmıştır [2]. Yağlayıcı bulundurmaya PA6G malzemenin sürtünme direnci düşüktür. Sürtünmeyi azaltmak için farklı yağlayıcıların katıldığı deneysel çalışmalarda vardır. [3–6]. Polyamid malzemelerin talaşlı imalat yöntemleriyle işlenmesinde, kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülükleri başka biiirrr araştırma alanıdır. Kesici türleri, kesme hızı, talaş derinliği, kullanılan malzeme niteliği vb., gibi bir çok parametre kesme kuvvetleri ve yüzey kalitesi üzerine etkili olmaktadır [1,7].

Yüzey pürüzlülüğü ve kesme şartlarının ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla farklı çalışmalar mevcuttur. Wang W., ve diğ., takım tezgahlarında mikro kesicilerle kesme şartlarının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini çalışmışlardır [8]. Davim P. ve diğ., cam fiber takviyeli PA66 polyamid malzemenin torna tezgahından işleme şartlarını incelemişlerdir [1]. Kobalt alaşımli sert metallerin işlenebilirliği ve yapılan deneysel sonuçların Taguchi yöntemi gibi teknikler kullanılarak optimizasyonunun yapıldığı çalışmalar bulunmaktadır [9,10]. Özcelik B. ve Bayramoglu M., ise yüzey pürüzlülük değerinin istatistiksel yöntemle incelendiği model oluşturmuşlardır [11]. Kontrollü kesme şartlarıyla yüzey pürüzlülük ilişkileri arasında bağıntılar kurulmaya çalışılırken, bazen de oluşan talaş formları incelenmiştir [12]. Talaşlı imalat işlemlerinde kesme şartları, kesici takım geometrisi, kesici takım cinsi, soğutma sıvısını kullanılıp kullanılmaması, ortalama yüzey pürüzlülüğü oluşumunu etkiler. İlerleme hızı, kesme derinliği, kesme hızı ve kesici takımın kesme kenar sayısı gibi parametrelerin kesme kuvvetleri oluşumuna etkileri vardır [13,14].

Poliamidler katı, opak, bazen de saydam görünümlü, bağıl yoğunluğu 1.07-1.18 arasında değişebilen termoplast malzemelerdir. Tablo 1' de bazı PA tiplerinin nem ve mekanik özellik bağıntıları görülmektedir [15].

Bu çalışmada, PA6G plastik malzemenin, CNC dik işlem tezgahında kesme parametreleri kontrollü değiştirilmiştir. Elde edilen ortalama yüzey pürüzlülük değerleri deneysel olarak

ölçülmüştür. Farklı çapta ve türde kesicilerle, PA6G numuneler işlenmiştir. Kesme hızı, ilerleme hızı ve kesme derinliği kontrollü değiştirilerek, yüzey pürüzlüğüne etkisi incelenmiştir.

Tablo 1. Polyamid malzemelerde nem etkisi [16].

PA tipi	Erime °C	Nem Ortamı		Akma Dayanımı		Esneklik Modülü	
		%50 BN(*)	Doygun	Kuru	% 50 NN	Kuru	% 50 NN
			n	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup> x10 <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup> x10 <sup>3</sup>
6/6	255	2,5	8,5	82,6	58,5	282	120
6	218	2,7	9,5	81,2	44,1	272	96
6/9	210	1,6	5,0	58,5	50,9	199	107
6/10	215	1,5	3,5	58,5	49	192	110
6/12	212	1,3	3,0	60,6	51	203	124

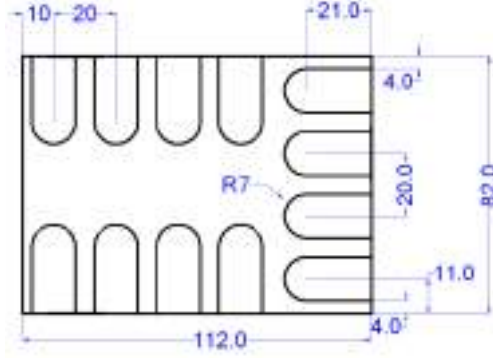
## 2. DENEYSEL ÇALIŞMA

Nemli ve kuru PA6G malzemenin, CNC tezgahında ortalama yüzey pürüzlülük değerleri deneysel olarak incelenmiştir. Ortalama yüzey pürüzlülük değerini (Ra) elde etmek için, kesme hızı (V<sub>c</sub>), ilerleme hızı (f), ve kesme derinliği (a<sub>p</sub>) değiştirilmiştir. Kuru ve nemli PA6G malzemelerde aynı kesme parametrelerinde talaşlı imalat deneyleri tekrarlanmıştır. Nemli ve kuru saklama ortamlarında bekletilen numuneler, bekleme kaplarından çıkarıldıktan sonra seri halde tezgah tablasına mengene aracılığıyla bağlanarak belirlenmiş kesme şartlarında yüzey işlemleri yapılmıştır. PA6G plastik malzemesi ürün katalogunda POLİKES® (PA6G) olarak tanımlanmıştır. Levha halinde alınan PA6G 112x82x46 mm boyutlarında kesilmiştir. Nemli ve nemsiz ortamlarda tutularak, deneylere hazır hale getirilmiştir. PA6G plastiğe ait özellikler Tablo 2’ de gösterilmiştir.

Tablo 2. Kullanılan PA6G fiziksel özellikleri

Özellik	Birim	Değer
Özgül ağırlık	(g/cm <sup>3</sup> )	1,15
Ergime noktası	(°C)	190
Termal uzama	(1/K*105)	8–9
Çekme dayanımı	(N/mm <sup>2</sup> )	55–85
Kopma dayanımı	(N/mm <sup>2</sup> )	88–90
Elastiklik modülü	(N/mm <sup>2</sup> )	3900–4200
Su emme	(%)	6–7

Şekil 1’de de deneyde kullanılan malzeme resmi görülmektedir. Bu CAD modeli kullanılarak farklı kesme parametrelerinde CNC kodları üretilmiştir.



Şekil 1. Numune resmi CAD modeli

Kesme işleminde sert madenden yapılmış 14 mm çapında parmak freze kesici takım kullanılmıştır. Frezeleme işleminde kesme parametreleri kesme hızı, ilerleme hızı, kesme derinliği, takım malzemesi türü ve nemli/nemsiz PA6G malzemeden yararlanılarak ortalama yüzey pürüzlülükleri elde edilmiştir. Tablo 3’de kesme parametreleri görülmektedir.

Tablo 3. CNC frezeleme için kesme parametreleri

Kesme şartları	Birimi	Veriler	Veri sayısı
İlerleme hızı, [f]	mm/dk	100, 120, 140 ve 160	4
Talaş derinliği, [a <sub>p</sub> ]	mm	1; 1,5; 2; 2,5;3	5
Kesme hızı, [V <sub>c</sub> ]	m/dk	90, 110 ve 130	3
Çaplar, [Ç]	mm	14	1
Takım cinsi, [T]	-----	Karbür	1
Malzeme, [M]	-----	Nemli, Nemsiz	2

Deneylerin yapılmasında 14mm çapında TEMAK 81800 4FLSQ karbür parmak freze kullanılmıştır. Yaklaşık 120 farklı deney kombinasyonu kullanılarak, nemli ve kuru PA6G malzemenin talaşlı imalat kesme parametrelerinde oluşan farklı yüzey pürüzlüğü elde edilmiştir.

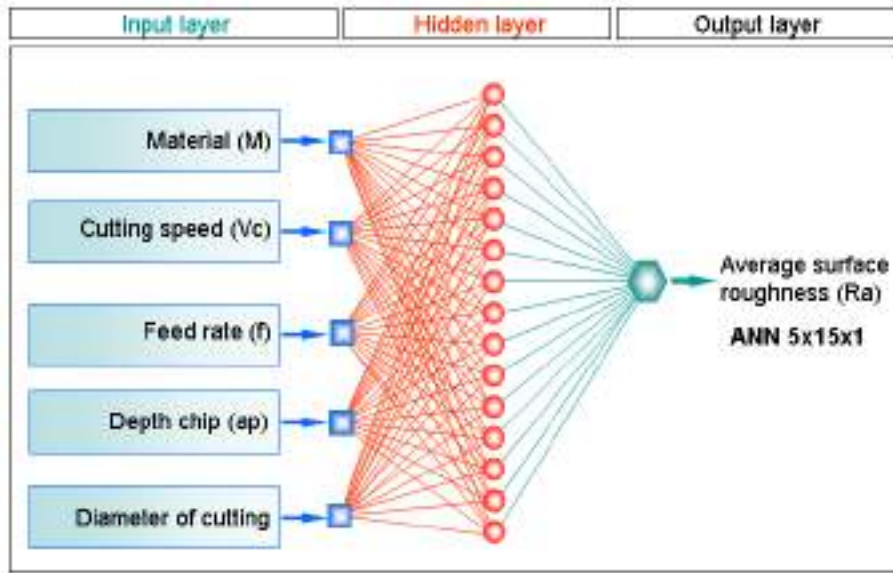
### 3.YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay sinir ağları (YSA), geleneksel olarak insan beynindeki sinir sisteminin basitleştirilmiş modelleri olarak tanımlanabilir. Sinir ağlarının kökenleri, biyolojik sistemlerdeki bilgi işlemeyi modelleme çabalarına dayanmaktadır. Bu çabalar, büyük ölçüde paralel işlemin yanı sıra, dış kaynaklardan gelen "duyusal" girdi kalıplarının tanınmasına dayanan örtülü talimatlara da



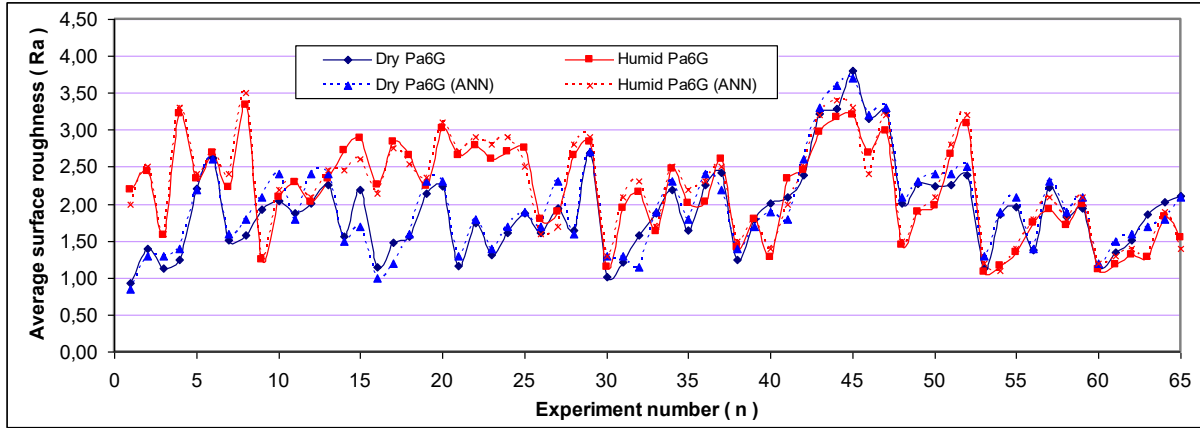
dayanabilmektedir. İnsan vücudu trilyonlarca hücreden oluşur. Bir kısmı da “nöron” adı verilen sinir hücreleridir.

Nöron, bir sinir ağının temel işlem elemanıdır. Yapay sinir ağları, mühendislik, ekonomi, nöroloji, matematik, tıp, meteoroloji ve daha pek çok alanda karmaşık problemlerin çözümünde başarıyla kullanılmaktadır. Bunlardan en önemlilerinden bazıları desen, ses ve konuşma tanıma gibi konulardır. Bir sinir ağı çok sayıda nörondan oluşur ve tipik bir ağda giriş katmanı, gizli katman/ katmanlar ve çıkış katmanı bulunur. Basit biçiminde, her bir nöron, uyarlanabilir sinaptik ağırlıklar aracılığıyla bir önceki katmanın diğer nöronlarına bağlanır. Şekil 2’de kullanılan YSA yapısı görülmektedir. Giriş katmanı, izli katman ve çıkış katmanından oluşan bu yapıya, deneylerden elde edilen 162 deney sonucu öğretilmiştir. Ortalama yüzey pürüzlülüğünü tahmin etmek için oluşturulan bu YSA modeli, 5x15x1 yapısındadır.



Şekil 2. Geliştirilen YSA model yapısı

Kuru ve nemli malzemelerin deneysel sonuçlarının YSA modeliyle eğitilmesi sonrasında elde edilen sonuçların karşılaştırma grafiği Şekil 3’ de verilmiştir.



Şekil 3. YSA sonuçlarının deney sonuçlarıyla karşılaştırılması

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, PA6G plastik malzemenin CNC tezgahında kesme parametreleri deneysel olarak araştırılmıştır. Kesme hızı, ilerleme, talaş derinliği kontrollü değiştirilerek ortalama yüzey pürüzlülüğü bulunmuştur.

Deneysel yapılan çalışma sonuçları geliştirilen YSA modeli yardımıyla işlenmiştir. Toplam 162 deney sonucundan 130 tanesi sisteme veri seti olarak, 32 sonuç ise test verisi olarak kullanılmıştır. Verileri test etmek için kök ortalama kare hata (RMSE), varyans kesri (R<sup>2</sup>) ve ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE) sırasıyla %0,0681, 0,9999 ve 0,1563 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla YSA'nın tahmin ettiği bu sonuçlar kabul edilebilir sınırlar içerisinde değerlendirilebilir. Sonuçlar tahmin edilen ve ölçülen değerler arasında iyi bir uyum olduğunu göstermektedir.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma; 109M031 numaralı “PA6G Malzemelerde Nem Faktörünün Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin İncelenmesi” adlı TÜBİTAK projesi desteği ile gerçekleştirilmiştir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Davim J. P., Silva L.R., Festas A., Abrão A.M., “Machinability study on precision turning of PA66 polyamide with and without glass fiber reinforcing”, **Materials and Design**, 30: 228–234 (2009).
- [2] Adams N., “Friction and deformation of nylons”, **J. Appl. Polym. Sci.**, 7: 2075–2103 (1963).

- [3] Samyna P., Baets P., Schoukens G., Van Driessche I., “Friction, wear and transfer of pure and internally lubricated cast polyamides at various testing scales”, **Wear**, 262: 1433–1449 (2007).
- [4] Palabiyik M., Bahadur S., “Mechanical and tribological properties of polyamide 6 and high density polyethylene polyblends with and without compatibilizer”, **Wear**, 246: 149–158 (2000).
- [5] Samyn P., Tuzolana T. M., “Effect of test scale on the friction properties of pure and internal-lubricated cast polyamides at running-in”, **Polymer Testing**, 26: 660–675 (2007).
- [6] Liu C.Z., Wu J.Q., Li J.Q., Ren L.Q., Tong J., Arnell R.D., “Tribological behaviours of PA/UHMWPE blend under dry and lubricated condition”, **Wear**, 260: 109–115 (2006).
- [7] Mata F., Reis P., Davim J.P., “Physical cutting model of polyamide composites (PA66 GF30)”, **Mater Sci Forum**, 514–516: 643–647 (2006).
- [8] Wang W., Kweon S.H., Yang S.H., “A study on roughness of the micro-end-milled surface produced by a miniaturized machine tool”, **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 162–13: 702–708 (2005).
- [9] Bağcı E., Aykut Ş., “A study of Taguchi optimization method for identifying optimum surface roughness in CNC face milling of cobalt-based alloy (stellite 6)”, **Int J Adv Manuf Technol.**, 29: 940–947 (2006).
- [10] Aykut Ş., Demetgül M., Tansel İ.N., “Selection of optimum cutting condition of cobalt based super alloy with GONN”, **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 46: 957–967 (2010).
- [11] Ozcelik B., Bayramoglu M., “The statistical modeling of surface roughness in high-speed flat end milling”, **Int J Mach Tools Manuf.**, 46: 1395–1402 (2006).
- [12] Kishawy H.A., Dumitrescu M., Ng E.G., Elbestawi M.A., “Effect of coolant strategy on tool performance, chip morphology and surface quality during high-speed machining of A356 aluminum alloy”, **Int J Mach Tools Manuf.**, 45: 219–227 (2005).
- [13] Ertakin Y.M., Kwon Y., Tseng T.L., “Identification of common sensory features for the control of CNC milling operations under varying cutting conditions”, **Int J Mach Tools Manuf.**, 43: 897–904 (2003).
- [14] Dabade U.A., Joshi S.S., Ramakrishnan N., “Analysis of surface roughness and cross-sectional area while machining with self propelled round inserts milling cutter”, **J Mater Process Technol.**, 132: 305–312 (2003).

[15] Atakök G., **Döküm polyamid malzemelerin CNC tezgahlarında işlenebilirliği**, M.Sc.,  
Marmara Ün. Fen Bilimleri Enst., (2003).

[16] Yaşar H., **Plastikler dünyası**, MMO yayınları, İstanbul Türkiye (2001).

## CATEGORY PREDICTION OF TURKISH POEMS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND NATURAL LANGUAGE PROCESSING METHODS WITH MLP AND SVM ALGORITHMS

**Dr.Öğr.Üyesi, Sedat KORKMAZ <sup>1</sup>, Emre YÖNET <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,  
Konya/TURKEY, skorkmaz@ktun.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-7690-5979

<sup>2</sup> Konya Technical University, Institute of Graduate Studies, Konya/TURKEY,  
emreyonet@gmail.com - ORCID ID: 0000-0002-7236-4589

### ABSTRACT

People are able to communicate with each other through language. The languages that people use are called natural languages. Natural languages such as English, Turkish, French, etc. are used for communication. Similarly, people can communicate with machines, and for this purpose, natural languages can be made understandable by machines by subjecting them to a series of processes. For this purpose, it is necessary to analyze the canonical structures of natural languages and make them understandable. This process is basically carried out on four levels of analysis: Lexical Analysis, Syntactic Analysis, Semantic Analysis, and Discourse Analysis. Natural Language Processing (NLP) is a branch of artificial intelligence that deals with the processing of natural language input in the form of speech and text. The use of NLP is prevalent in a variety of fields, such as intelligent virtual assistants, search engines, social media monitoring platforms, automatic translation systems, text summarization systems, and text categorization systems.

This study presents a model for predicting the categories of Turkish poems using natural language processing and machine learning methods. The project code was written in Python using the Anaconda development environment. The Zemberek library was used to perform various operations on Turkish texts. The dataset used consisted of 4198 poems taken from a website and categorized into 21 categories. During the data preprocessing stage, the texts were converted to lower case, punctuation marks, spaces, and stop-words were removed and root extraction was performed. The Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF) method was used for text representation and evaluated the success rates of models created using Support Vector Machine (SVM) and Multilayer Perceptron (MLP) classifiers. The findings indicated that the SVM classifier outperformed the MLP classifier.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Classification, Machine Learning, Natural Language Processing, Turkish Poem

## 1. INTRODUCTION

Artificial intelligence and natural language processing have been extensively studied in computer science and related fields. Artificial intelligence refers to the ability of a computer or a computer-controlled system to perform tasks that are typically associated with humans. It enables us to perform tasks faster and more efficiently, making our lives easier. Artificial intelligence is ubiquitous in our daily lives, with applications ranging from virtual assistants and language translation to recommendation systems, navigation, social security, health services, e-commerce, and robotic assistants [1].

Natural language processing is a branch of artificial intelligence that focuses on solving two main problems. The first major problem is to enhance or enrich human-to-human interaction, and the second is to enable human-to-computer interaction by processing natural language. Natural language processing can be summarized as making natural languages used by humans understandable to machines [2].

Many sciences and disciplines are used in natural language processing. Linguistics, statistics, and machine learning techniques are often used. Some of the studies in the field of natural language processing include question answering, text and speech translation, text summarization, meeting tracking and summarization, automatic e-mail response, execution of commands given to machines, spell checking, automatic question generation, text categorization. In this study, a model is proposed to predict the categories of poems using natural language processing and machine learning methods.

## 2. MATERIAL AND METHODS

The coding of the project was done in Anaconda version 2.2.0 development environment using Python version 3.10.4 and Jupyter Notebook version 6.4.8. The Java-based Zemberek library version 0.17.1 was downloaded as a jar file and the Jpype library version 1.3 was used to integrate the zipfile library into Python to read the modules in the jar file. The Pandas library was used for data processing and analysis, the NumPy library for high-level mathematical operations, and the Scikit-learn library for machine learning models and some preprocessing modules.

A data set consisting of a total of 4198 poems taken from a website and divided into 21 categories was used as the data set. The data was obtained from the website by web scraping method. The data set was used in CSV file format. The dataset includes; poem name, poet name, link to the poem, poem category and poem. Table 1 displays the categories used, while Table 2 presents some sample poems from the dataset.

**Table 1: Categories in the poetry dataset**

<b>1.</b> Mother	<b>8.</b> Soldier	<b>15.</b> Ataturk
<b>2.</b> Love	<b>9.</b> Father	<b>16.</b> Flag
<b>3.</b> Eid	<b>10.</b> Sea	<b>17.</b> Patient
<b>4.</b> Woman	<b>11.</b> Money	<b>18.</b> War



5. Sport	12. God	19. Turkey
6. Homeland	13. Food	20. Journey
7. Anger	14. Teacher	21. Martyr

**Table 2: Some poems in the dataset**

	Poem Title	Poet	Category	Poem
1	Bayram	Mehmet Akif Ersoy	Eid	Âfâk bütün hande, cihan başka cihandır;
2	Bayram	Necip Fazıl Kısakürek	Eid	Ölüm ölene bayram, bayrama sevinmek var;
3	Bayram Duası	Ozan Arif	Eid	Ya Rabbi tadına bütün milletin

### 2.1. Data Preprocessing

Large amounts of data need to be pre-processed before they can be used. This is done to make the data better. Failure to do so can lead to unrealistic results. In the data preprocessing phase of this study, the following procedures were carried out [3].

1- One poem from each of the two authors was removed from the data set. While it was planned to use a dataset consisting of 200 poems in each of 21 categories and 4200 poems in total, a dataset consisting of 4198 poems was used after removing two poems that were erroneously removed during data scraping.

2- Line spaces have been removed, text has been converted to lower case and punctuation has been removed. These operations are important for obtaining reliable results when calculating vector values.

3- The Zemberek library's stop-word list was used to remove stop-words from the text, a process known as stop-word removal. The data set's words were compared to the 1797 words in the stopwords.txt file, and any matches were removed. In Turkish, stop words are generally general words such as conjunctions, pronouns, prepositions, or question affixes that do not have any meaning related to the subject of the text. Removing these words that do not affect the text helps to reduce the size of the data to be studied without changing the meaning [4]. Table 1 includes a selection of stop words.

**Table 3: Some words in stopwords.txt**

acaba	sırasıyla	töskürü	vasıtasıyla
abes	sonradan	tükenik	velhâsıl
hatta	süratle	tümüyle	vesselâm
yallah	zahiren	yekpare	zarifane

4- The Zemberek library was used to obtain word roots. When a word is suffixed, the computer treats it as a different word, which may result in a change in meaning. To avoid this issue, the process is based on the root word. This eliminates any potential discrepancies in word frequencies.

After completing the data preprocessing steps, the dataset needs to be represented. This study utilizes the commonly used TF-IDF (Term Frequency - Inverse Document Frequency) method in natural language processing.

## 2.2. Term Frequency - Inverse Document Frequency (TF-IDF)

The concept of TF-IDF, which is used for statistical analysis of texts, is derived from the initials of the English words Term Frequency - Inverse Document Frequency. Essentially, it involves identifying the words in a text and performing various calculations based on their frequency of occurrence [5]. These calculations include calculating the TF and IDF values and multiplying these values to get the TF-IDF value. Thus, a statistical value of how much a word represents the document in which it is found. The TF-IDF matrix is the calculation of these values for all words and texts. To give an example, let's assume that we have a dataset of 200 documents. Let's assume that the TF-IDF value will be calculated first for the word school. In the first step, the number of occurrences of the word school in the first document is found. Assume that the value found is 8. In the second step, it is found how many times the word school occurs in the 200 documents we have. The point to be noted here is that the word is checked for occurrence. In other words, in the second step, the number of occurrences of the word school in 200 documents is found, not how many times it occurs in other documents. The value found is assumed to be 20 and the TF and IDF values are calculated separately and the TF-IDF value is calculated by multiplying the values found.

Another value needed to calculate the TF value is the number of times the most frequently occurring word occurs in the document under study (assumed to be the first document under study). This value is needed to calculate the TF-IDF value of the word to be calculated (the word school was assumed to occur 8 times) so that the number of repetitions of the word to be calculated can be proportioned to this value. Assuming that this value is 160, let's proceed with the calculation. The TF value is calculated as 0.05, which is the result of the  $8/160$  operation.

The IDF value is then calculated. The IDF value can be calculated by taking the logarithm of the ratio of the total number of documents to the number of documents containing the relevant word. According to this formula, since the total number of documents is 200 and the number of documents containing the term is 20, the ratio is calculated as 10 from  $200/20$ . When the logarithm is also taken, the IDF value will be found as 1. It should be noted here that it is not important what the base is when calculating the logarithm. In other words, since the TF-IDF value is used for comparison between words, choosing the same base for all words will not affect the result. Another point to note is the probability that the number of documents containing the term is zero. Since this value is in the denominator, there is a possibility of ambiguity. To solve this problem, adding 1 to this value is a frequently used method. As a result, the TF-IDF value (TF=0.05, IDF=1) will be calculated as 0.05.

## 2.3. Support Vector Machine (SVM)

SVM is one of the supervised learning methods used in linear and nonlinear classification problems. It is based on the estimation of the optimal function to separate the data. A line drawn between two groups in a plane allows to separate the groups. The line drawn here should be at maximum distance from the members of both groups. How this boundary is drawn is determined by SVM. After drawing a line tangent to the two groups (taking into account the maximum distance), the line drawn in the middle of these two lines will be the line used in the

classification. SVMs are now used in many classification problems, ranging from face recognition systems to speech analysis [6].

#### 2.4. Multilayer Perceptron (MLP)

Multilayer Perceptron is commonly referred to as MLP in the literature. MLP is a machine learning algorithm that works effectively in classification problems. Basically, it aims to perform two functions: learning and decision making. MLP performs learning and decision making functions through weighting activation function and bias. The data arriving at the input layer is multiplied by a weight value to be passed to the next layer. All inputs are multiplied by their specific weight values and summed. The activation function makes a decision based on the value it receives. The bias value is a user-added parameter that can vary from user to user, according to the way the system works or its purpose [7].

### 3. EXPERIMENTAL RESULTS

As the number of people accessing the Internet increases, the size of the data generated increases at the same rate. This situation has brought about the need for data processing and automatic classification by computers. One of the fields of natural language processing is text classification applications. Providing such a solution provides great convenience for internet users. In this study, we tried to categorize poems in different categories according to the appropriate category (flag, martyr, etc.).

Within the scope of the study, a data set obtained by web scraping method consisting of 4200 records was used. There are 5 attributes in the dataset consisting of poem title, poet name, category, link and poem text. One poem belonging to each of the two categories was found to be inaccurate and was removed from the dataset. In total, a data set consisting of 4198 poems was used. There are 21 categories in the data set.

After obtaining the dataset, various data preprocessing techniques were applied. The processes applied at this stage are as follows; converting the entire text to lower case, separating the sentence into words, finding the roots of the words with suffixes, removing the stop-words from the text, separating the text into sentences, extracting the root length distributions, extracting the average number of words in the sentences, extracting the average number of words in the sentences, extracting the average number of words in the sentences, the average of the roots found in the text, the average sentence length in words, extracting the total number of punctuation marks in the text, finding the total number of stop-words used in the text and extracting the number of words written entirely in upper case.

After the data preprocessing steps, we proceeded to the stemming stage, which is important for text representation. Although there are different algorithms for this process, the open source Zemberek library was used. The roots of affixed words were found by detecting their affixes. This process is to prevent words with affixes from being perceived as a different word by the computer. For example, the root of the word "ilişkilendiremiyoruz" can be found thanks to this library. The reason why they are perceived as different words by the computer is the comparison on the basis of letters. This reduces the representation capability in the step of extracting the frequency of words.

Various operations can be performed on the text using the Zemberek library. These operations can be exemplified as breaking the text into words and sentences, finding word roots, finding the length distribution of words as letters, finding the length distribution of words as letters, finding the length distribution of sentences as words, finding the ratio of words to the total number of words, finding the average word length, finding the average sentence length, finding the number of punctuation marks in the text, finding the number of stop-words in the text, finding the number of words written in all capital letters.

After applying natural language processing methods to the text, the text representation method was applied. In order to find this representation, "Term Frequency-Inverse Document Frequency", referred to as TF-IDF in the literature, was used. The TF-IDF value is calculated mathematically and statistical results are obtained. Scikit Learn, a Python library, was used to calculate these values. The word with a high TF-IDF value is considered to be more representative of the relevant text, while the word with a low TF-IDF value is considered to be less representative of the relevant text since it is accepted that it may also occur in other texts.

In the classification process, 80% of the dataset was used as training data and 20% as test data. As a result of the model created with SVM, 87% accuracy rate was achieved. With the model created using MLP classifier, 85% accuracy rate was achieved. It is observed that SVM classifier has higher accuracy rate than MLP classifier.

**Table 4: The parameter values used for SVM and MLP algorithms**

Algorithm	Parameters
SVM	C : 1.0 kernel : rbf degree : 3 gamma : scale
MLP	hidden_layer_sizes : 100 activation : relu solver : adam alpha : 0.0001

Table 4 presents the parameter values utilized in the classification process for SVM and MLP algorithms.

#### 4. CONCLUSION

Natural language processing offers many advantages. For example, natural language processing facilitates human-human interaction and human-computer communication. One of these facilities is the automatic classification of large amounts of data by computers. Automatic classification of data means that access to data is realized in a very short time. Thanks to the models developed, it becomes possible to identify and categorize the category in which a text written in natural language is written. However, categorization of texts involves various difficulties. For example, since poems are a type of writing in which poets express their feelings, it is not an easy process to categorize these texts. A model was created by using natural language processing methods and supervised machine learning methods together. It has been observed

that successful results are obtained when natural language processing methods and supervised machine learning methods are used together.

Experimental results show that SVM algorithm gives better results than MLP algorithm. When the reasons that reduce the classification success are analyzed, it is concluded that the categories that are related to each other are predicted instead of each other. For example, since the poems written in the Homeland and Flag categories express similar emotions, it was determined that the category of the poem written in the Flag category was predicted as Homeland. As a result, when studying the problem of text classification, attention should be paid to the application of natural language processing methods and whether the machine learning method to be used is suitable for the classification problem.

## REFERENCES

- [1] Pirim, A. G. H. (2006). Artificial intelligence. *Yasar University E-Journal*, 1(1), 81-93.
- [2] Chowdhary, K., & Chowdhary, K. R. (2020). Natural language processing. *Fundamentals of artificial intelligence*, 603-649.
- [3] Famili, A., Shen, W. M., Weber, R., & Simoudis, E. (1997). Data preprocessing and intelligent data analysis. *Intelligent data analysis*, 1(1), 3-23.
- [4] Taşkıran, S. F. (2021). Clustering of academic texts with natural language processing, Konya Technical University.
- [5] Trstenjak, B., Mikac, S., & Donko, D. (2014). KNN with TF-IDF based framework for text categorization. *Procedia Engineering*, 69, 1356-1364.
- [6] Noble, W. S., 2006, What is a support vector machine? *Nature biotechnology*, 24(12), 1565-1567.
- [7] Bulut, F., 2016, Correct Vocational Choice with Multi-Layer Perceivers, *Anadolu University Journal of Science and Technology A-Applied Sciences and Engineering*, 17 (1), 97-109.

## ATAMA PROBLEMLERİ İÇİN PHYTON UYGULAMASI

**Dr.ONUR MESUT ŞENARAS<sup>1</sup>, Dr. ŞAHİN İNANÇ<sup>2</sup>, Doç.Dr. ARZU EREN**

**ŞENARAS<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü; osenaras@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4295-801X>

<sup>2</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi, Keles Meslek Yüksek Okulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, [sahininanc@uludag.edu.tr](mailto:sahininanc@uludag.edu.tr) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0603-1604>

<sup>3</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü; [arzueren@uludag.edu.tr](mailto:arzueren@uludag.edu.tr), ORCID: [orcid.org/0000-0002-3862-4551](https://orcid.org/0000-0002-3862-4551)

### ÖZET

Yöneylem Araştırması, karar verme süreçlerinde matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin kullanılmasını içeren bir disiplindir. Atama problemleri, genellikle kaynakları belirli kısıtlamalar altında belirli görevlere veya elemanlara atama yapma sürecini ifade eder. Atama problemleri, sınırlı kaynakların en etkili şekilde kullanılması amacıyla en iyi eşleşmeyi bulma amacı taşıyan karmaşık optimizasyon problemleridir. Bu tür problemler genellikle işçi ve görevleri, kaynak ve hedefleri eşleştirmeyi hedefler. Macar yöntemi, bu atama problemlerini çözmek için etkili bir algoritmadır ve Python programlamada bu yöntemi kullanarak atama problemleriyle başa çıkmak, karmaşıklığı azaltmak ve çözüm süreçlerini optimize etmek için avantajlıdır. Macar yöntemi, özellikle Kuhn-Munkres Algoritması olarak bilinir. Bu algoritma, genellikle  $n \times n$  boyutundaki bir maliyet matrisine dayanır. Bu matris, işçi ve görevleri, kaynak ve hedefleri temsil eder. Örneğin, belirli görevlere işçi atanması veya kaynakların belirli hedeflere yönlendirilmesi gibi durumları içerebilecek atama problemlerini çözmek için ideal bir çözüm sunar. Python programlamada Macar yöntemi, atama problemlerini çözmek için etkili bir araç seti sağlar. Bu çözüm stratejisi, maliyet matrisinin oluşturulması, normalize edilmesi, çözümün bulunması ve sonuçların yorumlanması aşamalarını içerir. Maliyet matrisinin oluşturulması aşamasında, işçi ve görevleri temsil eden bir matris kullanılarak maliyetler belirlenir. Bu matris, atama probleminin temelini oluşturur ve problem bağlamına uygun bir şekilde özelleştirilebilir. Ardından, maliyet matrisi normalize edilir, böylece en uygun eşleştirmeler daha belirgin hale gelir. Çözümün bulunma aşamasında, normalize edilmiş maliyet matrisi üzerinde Kuhn-Munkres Algoritması uygulanır. Bu adım, atama problemlerini etkili bir şekilde çözmek için önemlidir ve en iyi atamaları belirler. Sonuçların yorumlanması aşamasında, elde edilen atamaların işlevsel ve pratik anlamını anlamak için çaba harcanır. Bu, atama probleminin özgün bağlamına bağlı olarak yapılır ve çözümün işlevselliği üzerinde derinlemesine bir anlayış sağlar. Bu çalışma, atama problemlerini çözmek isteyenler için Python programlamada Macar yöntemi kullanmanın detaylı bir rehberini sunar. Hem teorik



hem de pratik açıdan ele alınarak, atama problemleriyle başa çıkmak isteyenlere kapsamlı bir kaynak oluşturur.

**Anahtar Kelimeler:** Atama Modeli, Macar Yöntemi, Python Programlama.

## 1. GİRİŞ

Atama problemleri konusu yöneylem araştırmasının en önemli konularından biridir. Atama modelleri sayesinde işletmeler atama işlemlerinde maliyeti minimize ederek optimum atama işlemini yapabilmektedirler (Kahveci ve Gidersoy, 2007: 94). Atama modellerinde işçi sayısı ile iş sayısı eşit sayıda olduğu kabul edilmektedir. Doğrusal atama problemi,  $n$  işi  $n$  kişiye bire bir esasa göre atamayı temel alan bir problemdir.  $J$ . işi  $i$ 'nci kişiye atamanın maliyeti  $c_{ij}$  olsun ( $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$ ). Görevlendirme probleminin amacı, işleri kişilere (bir işi yalnızca bir kişiye) en az toplam maliyet veya maksimum toplam kârla tayin etmektir. Dolayısıyla, atama problemi aşağıda verildiği gibi  $n \times n$  maliyet matrisi ( $c_{ij}$ ) şeklinde temsil edilebilir (Dutta ve Pal, 2015: 451).

## 2. MACAR YÖNTEM

Macar algoritması yöntemi (Hungarian Algorithm), Kuhn (1955) tarafından geliştirilmiş olup sade ve kolayca anlaşılabilen çok etkili bir çözüm yöntemidir (Öner ve Ülengin, 2003). Macar Yöntemi: Eğer makine ve işçi sayısı eşit değilse;  $m$  işçi sayısını ve  $n$  de makine sayısını göstermek üzere, eğer  $m > n$  ise;  $(m-n)$  kadar kukla makine modele eklenir. Eğer tam tersine  $m < n$  ise;  $(n-m)$  kadar kukla işçi modele eklenerek eşitlik sağlanır. Kukla makine veya işçilerin maliyetleri ( $c_{ij}$ ) sıfırdır.

Macar yönteminde her satır için en az maliyetli eleman bulunup satırın tüm elemanlarından çıkarılır. Aynı işlem daha sonra her sütun için tekrar edilir. Daha sonra her satır ve sütuna sadece bir sıfır denk gelecek şekilde sıfırlar işaretlenir ve çözüm bulunmuş olur. Eğer uygun bir çözüm yok ise; matriste sıfır olan elemanlar en az çizgi ile kaplanacak şekilde işaretlenir. Kalan elemanlar içerisinde en küçük eleman diğer elemanlardan çıkarılıp çizgilerin kesişim noktalarına eklenir. Daha sonra da tekrardan baştaki yöntem uygulanarak her satır ve sütun için tek sıfır olacak şekilde işaretlenerek çözüm bulunur (Öztürk, 2016).

## 3.UYGULAMA

# Örnek maliyet matrisi (örnek: 4 işçi, 4 iş)

maliyet\_matrisi = [

[6, 8, 9, 8],

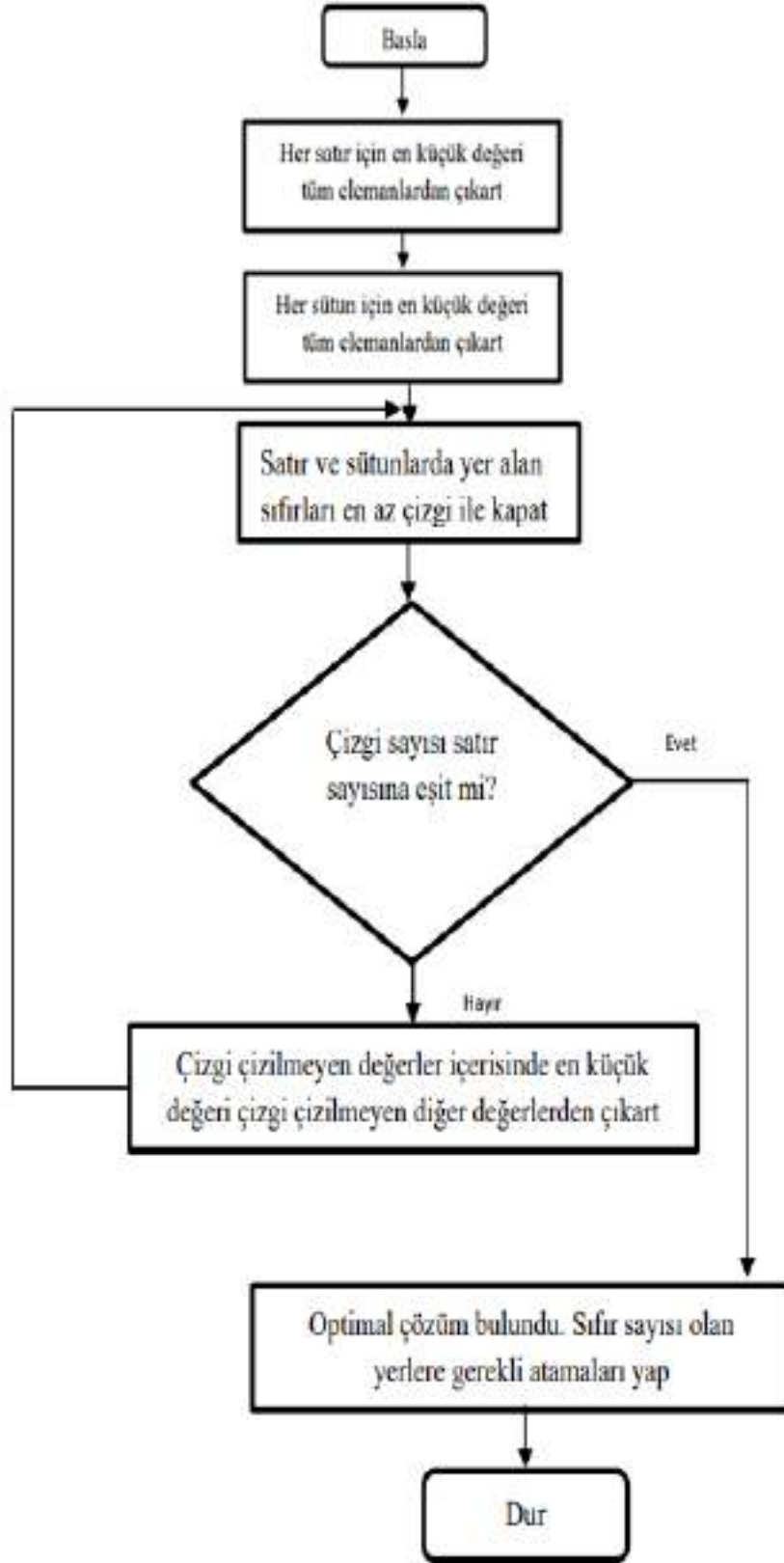
[3, 5, 5, 3],

[4, 3, 2, 4],

[7, 1, 5, 3]

]

Macar yöntem için akış çizgesi Görsel 1'deki gibidir.



Görsel 1. Macar Yöntem için Akış Çizgesi

Atama Sonuçları:

İşçi 0 => İş 0

İşçi 1 => İş 3

İşçi 2 => İş 2

İşçi 3 => İş 1

Toplam Maliyet: 12

#### 4.BULGULAR

Python programlama ile geliştirilen Macar yöntem uygulama sonuçları aşağıdaki gibidir.

✓ Atama Sonuçları:

İşçi 0 => İş 0

İşçi 1 => İş 3

İşçi 2 => İş 2

İşçi 3 => İş 1

Toplam Maliyet: 12

Atama sonuçlarına göre; İşçi 0, İş 0'a; İşçi 1 İş 3'e; ; İşçi 2, İş 2'ye; İşçi 3 İş 1'e atanmıştır. Minimum toplam maliyet ise 12 birim olarak hesaplanmıştır.

#### 5.SONUÇ

Atama problemleri, tanımları, çözüm yöntemleri ve geniş uygulama alanlarıyla, çeşitli endüstrilerde kaynak tahsisini optimize etmek için önemli bir araçtır. Yöneylem araştırması ve Macar yöntem, iş gücü atama problemlerini çözmek ve optimize etmek için güçlü bir kombinasyon sunar. Sonuç olarak, Python'un esnek yapısı ve optimizasyon kütüphaneleri, bu sürecin etkili bir şekilde uygulanmasını sağlar, böylece organizasyonlar kaynaklarını daha verimli bir şekilde yönetebilirler.

#### KAYNAKÇA

[1] Dutta, J., & Pal, S. C., (2015). A note on hungarian method for solving assignment problem. Journal of Information and Optimization Sciences, 36(5), 451- 459.

[2] Kahveci, M., & Gidersoy, B., (2007). İşletme yönetiminde maliyet-kar hedeflerine yönelik atama modelleri ve macar algoritması tekniğiyle analitik bir yaklaşım. Sosyal Bilimler Dergisi, 2, 93-105.

[3] Kuhn, H. W., (1955). The Hungarian method for the assignment problem, Naval Research Logistics, Quarterly, 2, 83-97.

- [4] Öner, A., Ülengin, F., (2010). Atama problemi için yeni bir çözüm yaklaşımı. İtüdergisi/D, 2(1), 73-79
- [5] Öztürk, A., (2016). Yöneylem araştırması. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.

## SİSTEM DİNAMIĞI MODELİ İÇİN VBA UYGULAMASI

Dr. ŞAHİN İNANÇ<sup>1</sup>, Dr.ONUR MESUT ŞENARAS<sup>2</sup>, Doç.Dr. ARZU EREN

ŞENARAS<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi, Keles Meslek Yüksek Okulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü,  
[sahininanc@uludag.edu.tr](mailto:sahininanc@uludag.edu.tr) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0603-1604>

<sup>2</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü;  
[osenaras@gmail.com](mailto:osenaras@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4295-801X>

<sup>3</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü;  
[arzueren@uludag.edu.tr](mailto:arzueren@uludag.edu.tr), ORCID: [orcid.org/0000-0002-3862-4551](https://orcid.org/0000-0002-3862-4551)

### ÖZET

Sistem dinamiği, zaman içindeki sistem davranışlarını anlamak ve modellemek için kullanılan bir metodoloji olarak öne çıkar. Bu yöntem, bir sistemin bileşenleri arasındaki bağlantıları ve bu bağlantıların nasıl evrilebileceğini inceleyerek, sistemin dinamik davranışlarını kavramamıza yardımcı olur. VBA (Visual Basic for Applications), genellikle Microsoft Excel gibi uygulamalarda kullanılan bir programlama dilidir. Sistem dinamiği modellemesi ile birleştirildiğinde, VBA'nın esnek ve kullanıcı dostu yapısı, sistem dinamiği modellerini oluşturmak ve analiz etmek için güçlü bir araç haline gelir. Sistem dinamiği modeli oluşturulurken, sistemin değişkenleri arasındaki ilişkileri ifade eden matematiksel bir model içerir. Bu modeller genellikle karmaşık olabilir, çünkü gerçek dünya problemlerini yansıtır. VBA'nın bu bağlamdaki rolü, karmaşık modelleri oluşturmak, güncellemek ve analiz etmek için kullanıcı dostu bir platform sağlamaktır. Örneğin, nüfus dinamiklerini modellemek amacıyla bir sistem oluşturmak isteyebiliriz. Bu modelde, doğumlar, ölümler ve göçler gibi faktörlerin yanı sıra nüfusun zaman içindeki değişimini ifade eden bir diferansiyel denklem içerebilir. VBA kullanarak bu tür bir modeli oluşturabilir ve sistemin çeşitli senaryolara nasıl tepki verdiğini gözlemleyebiliriz. VBA'nın Excel ile bütünleşik olması, modelin görselleştirilmesi, kullanıcı ara yüzleri oluşturulması ve sonuçların hızlı bir Görselde analiz edilmesi gibi avantajlar sunar. Bu da, sistem dinamiği modellerini etkili bir Görselde kullanarak karar vericilerin karmaşık sistemler üzerinde bilinçli bir Görselde hareket etmelerine olanak tanır. Sonuç olarak, VBA ile oluşturulan sistem dinamiği modelleri, karmaşık sistemlerin anlaşılmasına ve gelecekteki davranışlarının tahmin edilmesine katkıda bulunabilir. Bu çalışmanın amacı nüfus modeline ilişkin sistem dinamiği modelini VBA ile geliştirilmesidir. Bu modeller, gerçek dünya problemlerine uygulanabilir ve karar alıcıları, karmaşık sistemler üzerinde daha bilinçli ve etkili bir Görselde hareket etmelerine yardımcı olabilir.

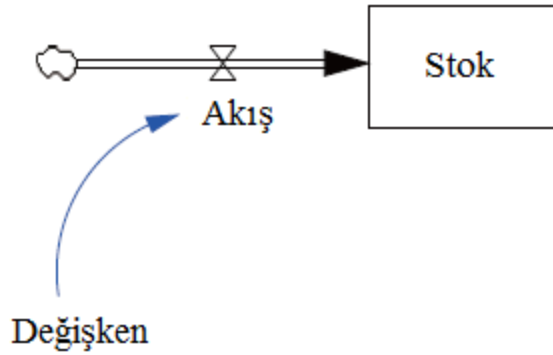
**Anahtar Kelimeler :** Sistem Dinamiği, Modelleme, VBA ile Programlama.



## 1.GİRİŞ

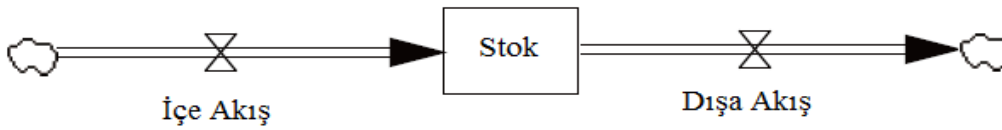
Sistem Dinamiği yaklaşımı 1950’li yıllarda MIT’ den Jay Forrester tarafından sosyal bilimlerde, özellikle yönetimdeki karmaşık davranışların bilgisayar benzetimiyle analizi için geliştirilmiştir. Sistem dinamiği karmaşık sistemlerin dinamik davranışlarını anlamaya yarayan bir yöntem olarak sistem düşüncesinin bir şeklidir. Sistem dinamiğinin temelini, sistem yapılarının sistem davranışı ve sistem olaylarına nasıl yol açtıklarını anlamak oluşturmaktadır (Sezen, 2009: 298).

Forrester, sistem davranışını tanımlayabilmek için Sistem Dinamiği olarak adlandırılan dili yaratmıştır. Bu dil; stoklar, akışlar, karar fonksiyonları ve bilgi akışı olmak üzere dört bileşenden oluşmaktadır. Bu sayede, sistem ne kadar karmaşık olursa olsun sistemi tanımlamak için tek ihtiyacımız olan dört bloğu oluşturmaktır. Görsel 1’de sistem dinamiği dili gösterilmektedir.



**Görsel 1. Sistem Dinamiği Dili**

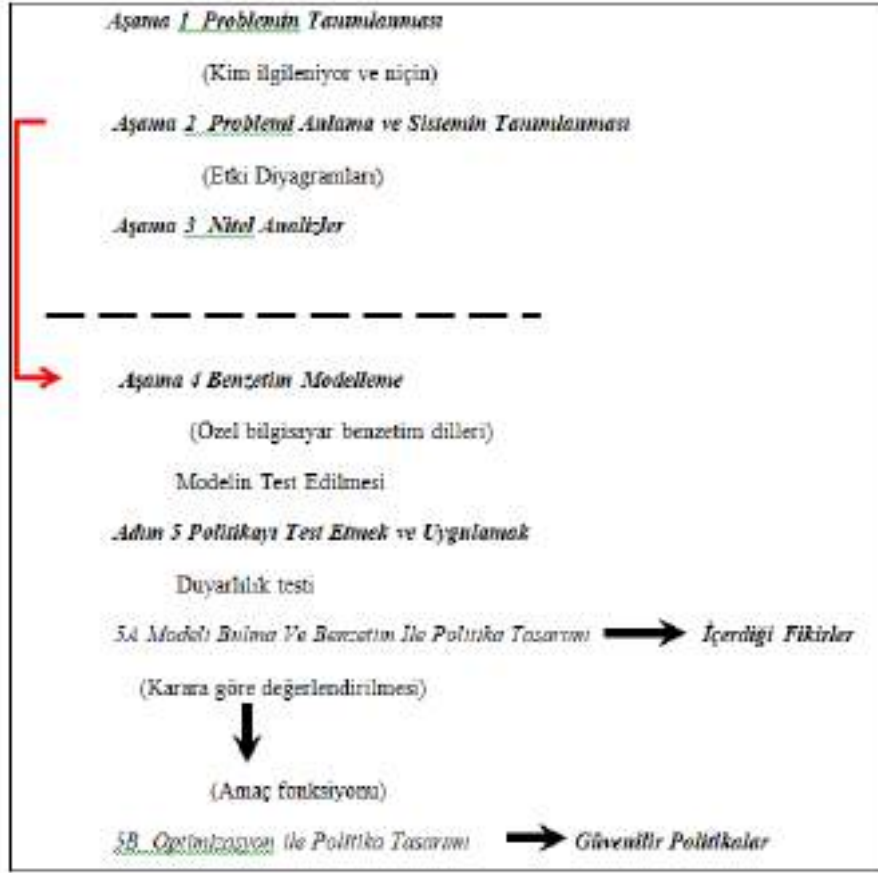
Sistem dinamiğinin temelini oluşturan dört bileşenden en önemlisi stoklardır. Sistem; stokların bileşimi olarak tanımlanabilir. Stok, belirli bir  $\tau$  zamanında var olan nesnelere toplamıdır. Stoğu belirli bir  $\tau$  zamanında  $x$  ile ifade edersek,  $\tau$  ’nun gerçek sayı olması koşuluyla stokları  $x(\tau)$  ile ifade edebiliriz (Yamaguchi, 2013: 23). Görsel 2’de stok yapısı gösterilmektedir.



**Görsel 2. Stok ve Akış İlişkisi**

Akış ise, stoktaki birim zaman aralığındaki artış veya azalış olarak tanımlanır ve  $f(t)$  ile gösterilir. Akış, kesikli akış olarak adlandırılan her bir kesikli zaman periyodunda tanımlanabilir.

Sistem dinamiği yaklaşımının yapısı Görsel 3’de gösterilmiştir.



**Görsel 3. Sistem Dinamiği Yaklaşımının Yapısı**

(Kaynak: Coyle, 1996: 11)

## 2.UYGULAMA

Bu çalışmanın temel hedefi, nüfus modellemesi üzerinde odaklanarak, Visual Basic for Applications (VBA) programlama dilini kullanarak bir sistem dinamiği modeli geliştirmektir. VBA'nın esnek yapısı, nüfus dinamiklerini daha derinlemesine anlama ve kapsamlı bir analiz gerçekleştirme konusunda güçlü bir araç sağlar. Bu modelin oluşturulması, nüfusun değişken dinamikleri üzerinde bilgi sahibi olmayı sağlamla kalmaz, aynı zamanda karar alıcılar için stratejik bilgi sunan değerli bir kaynak oluşturabilir. Bu bağlamda, nüfus modellerinin karmaşıklığını anlama ve yönetme sürecinde VBA'nın rolü, analitik yetenekleriyle ön plana çıkmaktadır.

Sistem Dinamiği için VBA kodları Görsel 4'teki gibidir.

```
Ln 9, Col 28
CommandButton1
Private Sub CommandButton1_Click()
Dim baslangicNufus As Double
Dim yil As Integer
Dim nufusArtisHizi As Double
Dim dogumOrani As Double
Dim olumOrani As Double

' Baslangic nufusu
baslangicNufus = 100000

' Nufus artis hizzi
nufusArtisHizi = 0.02

' Dogum orani
dogumOrani = 0.03

' Olum orani
olumOrani = 0.01

' Simulasyon icin yil sayisi
For yil = 2024 To 2033
' Dogumlar
Dim dogumlar As Double
dogumlar = baslangicNufus * dogumOrani

' Olumlar
Dim olumlar As Double
olumlar = baslangicNufus * olumOrani

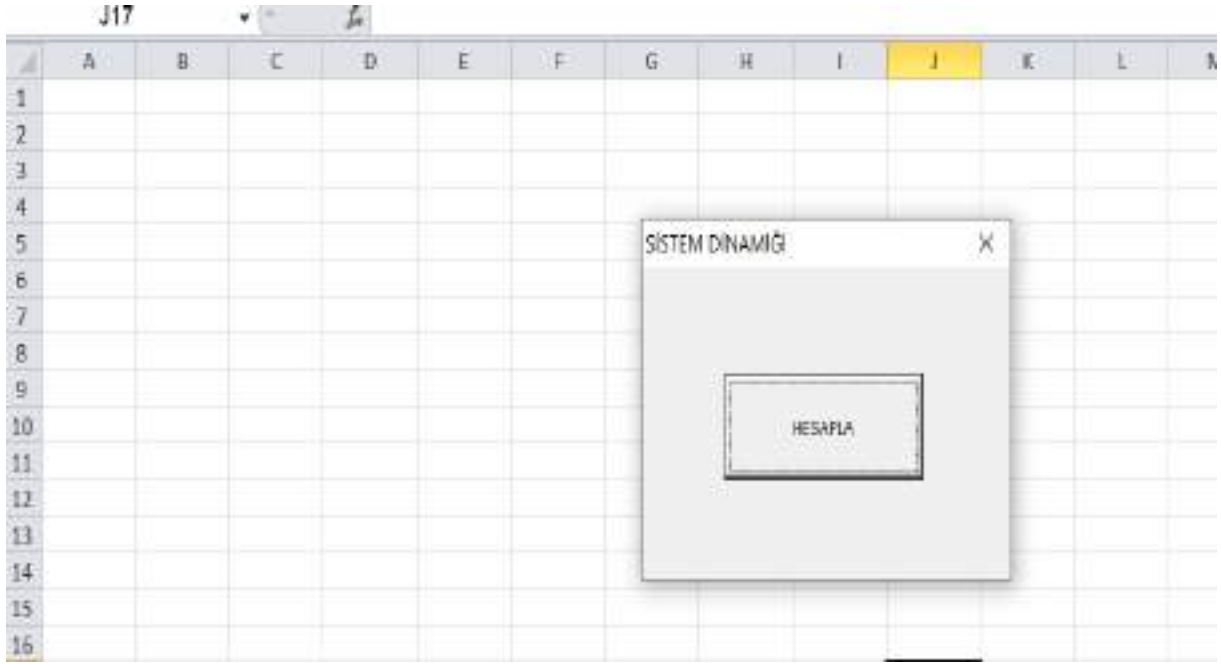
' Nufus artisiz
baslangicNufus = baslangicNufus + dogumlar - olumlar
baslangicNufus = baslangicNufus * (1 + nufusArtisHizi)

' Sonuclari yazdir
Cells(yil - 2023, 1).Value = yil
Cells(yil - 2023, 2).Value = baslangicNufus
Cells(yil - 2023, 3).Value = dogumlar
Cells(yil - 2023, 4).Value = olumlar

Next yil
End Sub
```

Görsel 4. Sistem Dinamiği VBA Kodları

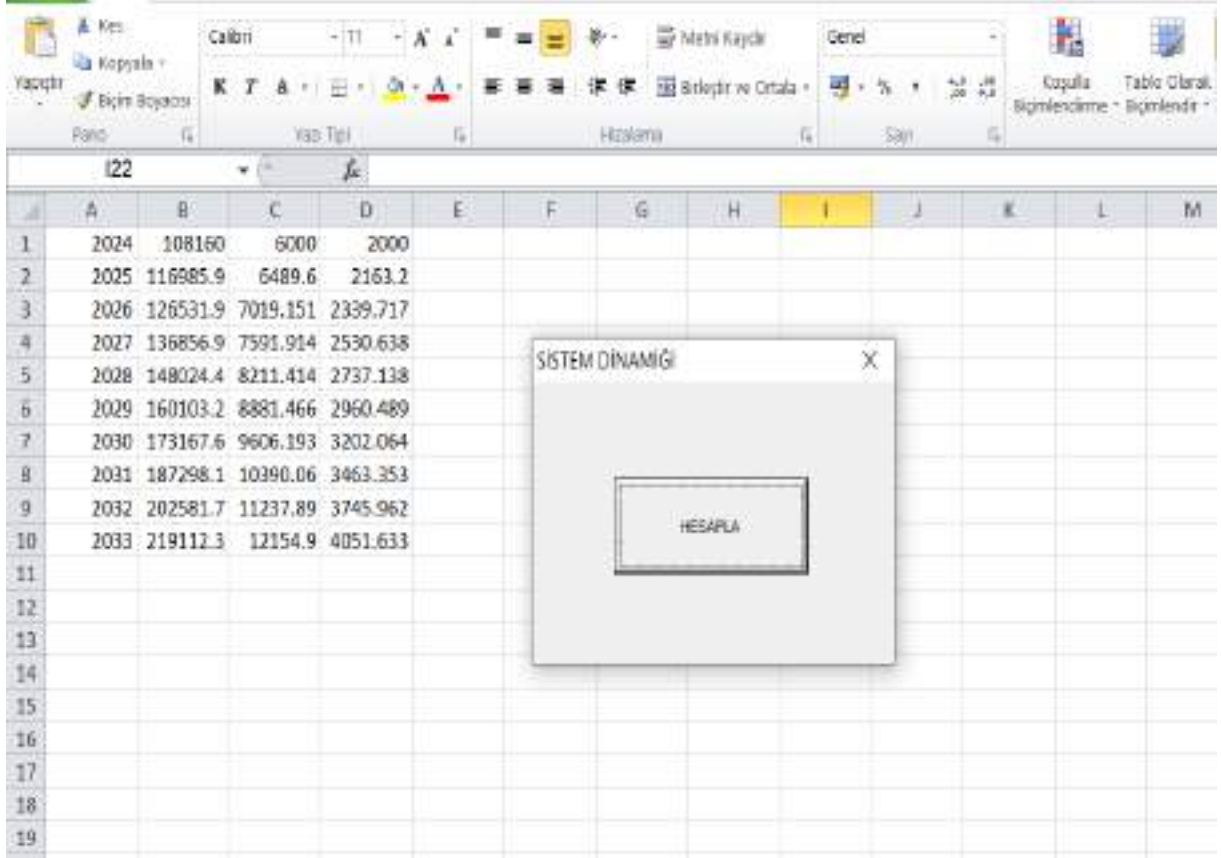
Sistem Dinamiği için User Form Görsel 5'teki gibidir.



**Görsel 5. Sistem Dinamiği için User Form**

### **3.BULGULAR**

Sistem Dinamiği için sonuç ekranı Form Görsel 6'daki gibidir.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	2024	108160	6000	2000									
2	2025	116985.9	6489.6	2163.2									
3	2026	126531.9	7019.151	2339.717									
4	2027	136856.9	7591.914	2530.638									
5	2028	148024.4	8211.414	2737.138									
6	2029	160103.2	8881.466	2960.489									
7	2030	173167.6	9606.193	3202.064									
8	2031	187298.1	10390.06	3463.353									
9	2032	202581.7	11237.89	3745.962									
10	2033	219112.3	12154.9	4051.633									
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													

Görsel 6. Sonuç Ekranı

#### 4.SONUÇ

Sistem Dinamiği ve VBA kodları aracılığıyla geliştirilen nüfus modeli, what-if analizleri yapma yeteneği sunarak önemli bir araç haline gelmiştir. Bu program, Excel üzerinde kullanıcıya, değişik koşullar ve parametreler altında nüfusun nasıl evrilebileceğini gösterme imkanı tanımaktadır. Kullanıcılar, belirli senaryolar altında nüfusun gelecekteki gelişimini daha iyi anlayabilir ve olası değişiklikleri öngörebilirler. Sistem Dinamiği ve VBA'nın birleşimi, nüfusun karmaşık dinamiklerini anlama ve analiz etme sürecinde güçlü bir araç seti sunmaktadır. Bu sayede, planlama ve stratejik kararlar daha bilinçli bir Görsele alınabilir.

#### KAYNAKÇA

- [1] Coyle Roger G. (1996), Systems Dynamics Modeling, Chapman & Hall, London.
- [2] Sezen H. Kemal., Günal Murat. (2009), *Yöneylem Araştırmasında Benzetim*, Ekin Yayınevi, Bursa.
- [3] Yamaguchi Kaoru (2013), *Money and Macroeconomic Dynamics- Accounting System Dynamics Approach*, Awaji Island, Japan: Japan Future Research Center.

## MAKİNE ÖĞRENMESİ İLE BEYİN KLAVYESİ UYGULAMASI

MELİH DEMİR<sup>1</sup>, Doç. Dr, MUSTAFA TOSUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,  
demirmelih19@hotmail.com -0009-0004-7054-9733

<sup>2</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknoloji Fakültesi,  
mustafa.tosun@dpu.edu.tr- 0000-0001-7167-4561

### ÖZET

Beyin-Bilgisayar Arayüzleri (BBA), bilim dünyasında önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu konu kapsamında farklı alanlarda araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışma alanlarından biri de beyin klavyesi ile ilgili çalışmalardır. Beyin klavyesi ile ilgili farklı metotlar uygulanarak yapılan çalışmalar güncelliğini korumaya devam etmektedir. Beyin klavyesinde önemli problemlerden biri, hayal edilen karakterlerin sınıflandırılmasının uzun zaman almasıdır. Bunun yanı sıra, P300 ve Sabit Durum Görsel Uyarılmış Potansiyeller (SSVEP'ler) ile ilgili yöntemlerin kullanımında ortaya çıkan sürekli görsel ve işitsel uyarıcılar, kullanıcıları hızla yorabilmekte ve dikkat durumunu olumsuz etkilenmektedir. Bu çalışmada hayal etme, dudaklar hareketsiz dil hareketli, dudak ve dil hareketli sessiz, dil ve dudak hareketli ses yüksek olmak üzere dört paradigma tasarlanmıştır. Paradigmalarda C, R, D harfleri kullanılmıştır. Elektroensefalogram (EEG) verilerinin analizi için Ampirik Mod Ayrıştırması (EMD) ve Welch yöntemleri kullanılmıştır. EEG sinyallerinin analizinde veriler, öncelikle gürültülerden arındırılması için 8-30 Hz band geçiren butterworth filtresi kullanılmıştır. EMD ve Welch yöntemleriyle elde edilen öznelik vektörleri, Destek Vektör Makinesi (SVM) makine öğrenme modeli kullanılarak sınıflandırıldığında, yüksek doğruluk oranlarına ulaşılmıştır. Özellikle dördüncü paradigmadaki harfleri dudak ve dil hareketleriyle sesli bir şekilde söylenmesi esnasında kaydedilen EEG verilerinin sınıflandırılmasında %95,18'lik başarı oranı elde edilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada, kullanılan yöntemin beyin klavyesi uygulamaları için etkin bir yöntem olabileceği ve sınıflandırma işleminde hayal edilen karakterin pek çok kez tekrarına gerek duyulmadan yüksek sınıflandırma başarıları elde edilebileceği gösterilmiştir. Bu çalışma ile beyin klavyesi uygulamalarında kullanılan yöntemlerdeki tekrarlamaların sonucunda ortaya çıkan dikkat dağınıklığı gibi olumsuzluklar da önlenilecektir. Ayrıca P300 sinyallerinin elde edilmesi için gerekli tekrarlar nedeniyle harcanan zaman, bu yöntemle daha verimli hale gelebilecektir.

**Anahtar kelimeler:** Beyin-bilgisayar arayüzü, Elektroensefalogram, Destek vektör makinesi, Güç spektral yoğunluk, EEG sinyal işleme, Makine öğrenmesi



## BRAIN KEYBOARD APPLICATION WITH MACHINE LEARNING

MELİH DEMİR<sup>1</sup>, Assoc. Dr, MUSTAFA TOSUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kütahya Dumlupınar University, Graduate Education Institute,  
demirmelih19@hotmail.com - 0009-0004-7054-9733

<sup>2</sup> Kütahya Dumlupınar University, Simav Technology Faculty,  
mustafa.tosun@dpu.edu.tr- 0000-0001-7167-4561

### ABSTRACT

Brain-Computer Interfaces (BCI) have become an important research field in the scientific world. Research is being conducted in different areas within the scope of this subject. One of these areas of study is studies on the brain keyboard. Studies on the brain keyboard using different methods continue to remain up-to-date. One of the major problems with the brain keyboard is that it takes a long time to classify imagined characters. In addition, the constant visual and auditory stimuli that occur when using methods related to P300 and Steady-State Visual Evoked Potentials (SSVEPs) can quickly tire users and negatively affect their attention. In this study, four paradigms were designed: imagination, lips still, tongue moving, silent with lips and tongue moving, and loud voice with tongue and lips moving. Letters C, R, D are used in paradigms. Empirical Mode Decomposition (EMD) and Welch methods were used to analyze electroencephalogram (EEG) data. In the analysis of EEG signals, an 8-30 Hz bandpass Butterworth filter was used to first purify the data from noise. When the feature vectors obtained by EMD and Welch methods were classified using the Support Vector Machine (SVM) machine learning model, high accuracy rates were achieved. Especially, a success rate of 95.18% was achieved in classifying the EEG data recorded while saying the letters in the fourth paradigm aloud with lip and tongue movements. As a result, it has been shown in this study that the method used can be an effective method for brain keyboard applications and that high classification success can be achieved without the need to repeat the imagined character many times in the classification process. With this study, negativities such as distraction that arise as a result of repetition in the methods used in brain keyboard applications can be prevented. In addition, the time spent due to the repetitions required to obtain P300 signals can be more efficient with this method.

**Keywords:** Brain-Computer Interface, Electroencephalogram, Support Vector Machine, Power Spectral Density, EEG Signal Processing, Machine Learning

## 1. GİRİŞ

Teknolojinin sürekli gelişimi, insanoğlunun yaşamını dönüştüren bir dizi yenilikçi cihaz ve arayüzün ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır. Bu ilerlemeler, insanların yaşam kalitesini artırmak ve çeşitli engelleri aşmak için çeşitli yollar sunmaktadır. Bu gelişmelerden biri olan beyin-bilgisayar arayüzleri (BBA), bireylerin düşüncelerini doğrudan harici cihazlara ileterek fiziksel bir etkileşim olmaksızın çeşitli görevleri gerçekleştirmelerine olanak tanımaktadır[1].

BBA teknolojisi, düşünce veya motor hayali kullanılarak bilgisayarlara mesaj gönderme ve komut verme yeteneği sunar. Bu teknolojilerde herhangi bir kas kuvvetine ihtiyaç duyulmadan istenilen cihazların kontrolü de gerçekleştirilebilmektedir. Beyin klavyesi, kullanıcıların beyin sinyallerini kullanarak sanal bir klavye üzerinde harfler yazmalarına ve bilgisayarlarına komutlar göndermelerine imkân sağlar. Bu teknolojiler, özellikle motor fonksiyon kaybı yaşayan veya felçli bireylerin hayatlarını iyileştirmelerine yardımcı olurken, yaşam kalitelerini artırma potansiyeline sahiptir. [1]-[2].

BBA uygulamalarında, gerekli özneliklerin belirlenip sınıflandırılması, çok önemlidir. Çünkü EEG sinyalleri, beyindeki milyarlarca nöronun karşılıklı etkileşiminden doğan düzensiz ve doğrusal olmayan sinyallerden oluşmaktadır. Bu sebeple, bu sinyallerin çeşitliliği ve karmaşıklığı, öznelik çıkarma ve sınıflandırma süreçlerinin büyük bir öneme sahip olmasını sağlamaktadır[3].

EEG sinyallerinden özneliklerin çıkartılmasında; welch spektral analiz yöntemi [4] , multitaper spektral analiz yöntemi [5] , Periodogram yöntemi [6] ve Ayrık dalgacık dönüşümü(DWT) [7] gibi birçok farklı yöntem kullanılmıştır. Belirlenen öznelikleri sınıflandırmada ise; random forest (RF) [8] , destek vektör makineleri (SVM) [9], uzun kısa süreli hafıza (LSTM) [10] gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Diğer cihazlardan gelen sinyallere göre daha yüksek çözünürlüklü olması nedeniyle, beyin-bilgisayar arayüzü çalışmalarında elektroensefalogram (EEG) sinyalleri sıklıkla kullanılmaktadır[11].

Literatürde bu konuyla ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Hwang ve arkadaşları farklı frekansta yanıp sönen bir QWERTY klavye kullanarak geliştirdikleri bir zihinsel yazma sistemi hakkında bilgi vermektedir. Bu sistem, kullanıcının birden çok geleneksel zihinsel yazma düzeyini seçmesine gerek kalmadan, her bir hedef karakteri belirli bir frekanstaki LED'lerle doğru bir şekilde eşleştirmesine olanak tanımıştır[12].

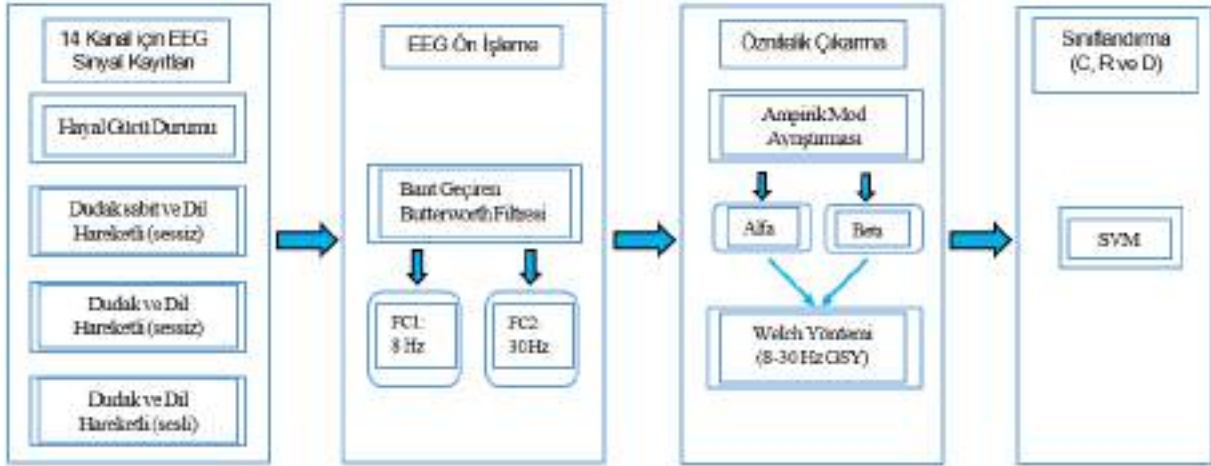
Karakuş ve ekibi (2019), 32 kanallı Beyin-Ürünü cihazıyla kaydedilen EEG sinyallerini kullanarak sanal bir klavye üzerinde harf seçimi yapma yeteneğini araştırmışlardır. Analiz sonuçları, belirlenen özellikler kullanılarak rastgele girilen değerlere karşı doğru seçimlerin yapılabildiğini göstermektedir. Ancak, sanal klavye ile etkileşim sağlanamadığı için başarı oranı belirlenememiştir [13].

Cecotti (2010), üç aşamalı bir SSVEP heceleyici geliştirmiştir. Her aşamada beş komut bulunmakta olup, kullanıcılar istedikleri karakterlere üç katmanın her birindeki komutları kullanarak erişebilirler. Çalışma, %92,25 doğruluk ve dakikada 37,62 bit veri aktarım hızı elde edildiğini raporlamıştır, bu da dakikada ortalama 5,51 harfe denk gelmiştir [14].

Bu çalışmada, beyin-bilgisayar arayüzleri (BBA) ve beyin klavyesi teknolojilerinin farklı paradigmasını incelemeyi amaçlanmaktadır. Ayrıca, alfa ve beta frekans bandındaki güç değişimlerinin, destek vektör makinesi (SVM) sınıflandırması için nasıl kullanılabilirliği üzerine odaklanılmaktadır. Çalışmada Elektroensefalogram (EEG) verilerinin analizi için Ampirik Mod Ayrıştırması (EMD) ve Welch yöntemleri kullanılmıştır. EEG sinyallerinin analizinde verilere, gürültülerden temizlemek için 8-30 Hz band geçiren butterworth filtresi uygulanmıştır. Elde edilen öznelik vektörleri, Destek Vektör Makinesi (SVM) makine öğrenme modeli kullanılarak sınıflandırıldığında %95,18 başarı oranı elde edilmiştir.

Bu çalışma, aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır: "Deneysel Çalışmalar" bölümünde, veri toplama, sinyal ön işleme, öznelik çıkarmada ampirik mod ayrıştırması ve Welch yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Sınıflandırma bölümünde ise SVM algoritması hakkında bilgiler sunulmuştur. Önerilen yöntemin sınıflandırma çıktıları, "Sonuç ve Gelecek Çalışmalar" bölümünde detaylı bir şekilde sunulmuştur.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

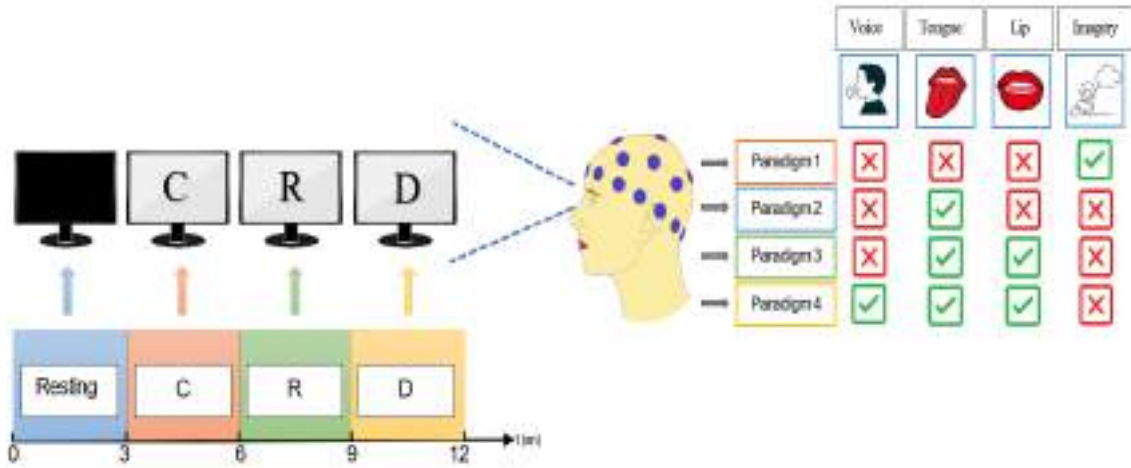


Görsel 2.1 Önerilen Yöntem

Şekil 2.1’de Önerilen yöntemin blok diyagramı gösterilmiştir.

### Veri Toplama

Bu çalışmada, 18-22 yaş arasındaki erkek gönüllüler yer almıştır. EEG sinyalleri, 14 kanallı Emotiv epoch-X cihazıyla 128 Hz örnekleme frekansı kullanılarak kaydedilmiştir. Katılımcılara 4 farklı paradigmada üçer saniyelik zaman dilimlerinde C, R ve D harfleri gösterilmiş ve her paradigma için EEG kayıtları alınmıştır. İlk paradigmada katılımcılardan harfleri hayal gücüyle olarak düşünmeleri istenmiş, ikinci paradigmada dudaklarını sabit tutup harfleri iç sesle söylemeleri istenmiştir. Üçüncü paradigmada ise katılımcılardan harfleri hem dudak hem de dil hareketleriyle iç sesle söylemeleri talep edilmiştir. Dördüncü paradigmada ise harfleri dudak ve dil hareketleriyle sesli bir şekilde söylemeleri istenmiştir. EEG sinyalleri bu paradigmalar doğrultusunda elde edilmiştir. EEG veri toplama prosedürü görsel 2.2’de sunulmuştur.



**Görsel 2.2** Her paradigmaya ait veri alma prosedürü

## Ön işleme

EEG sinyalleri, nörolojik bilgilere ek olarak çeşitli gürültü kaynaklarını içermektedir. EEG sinyallerinin düşük genlikli olması, bu hassas verilerin çeşitli gürültülerle kolayca karışmasına yol açar. Ölçümler sırasında çevresel etkenler ve kişisel fiziksel aktiviteler (örneğin göz kırpması, kalp atışları) EEG sinyallerini olumsuz etkilemektedir[1].

Bu nedenle, EEG verilerinin güvenilir bir şekilde yorumlanabilmesi ve beyin aktivitesinin doğru bir şekilde analiz edilebilmesi için gürültü faktörlerinin giderilmesi gereklidir. Gürültü temizleme işlemi, EEG sinyallerinin işlenmesinde kritik bir öneme sahiptir ve sonuçların güvenilirliğini artırır. Bu çalışmada EEG sinyallerine FC1(alt kesim frekansı) 8 hz, FC2(üst kesim frekansı) 30 hz olan band geçiren butterworth filtre uygulanmıştır.

## Öznitelik çıkarma

### Ampirik mod ayrıştırması (EMD)

Ampirik mod ayrıştırması, Huang ve ekibi tarafından geliştirilen bir sinyal işleme yöntemidir ve bu yöntem, bir sinyali içselleştirilmiş mod fonksiyonlarına ayıran bir yaklaşım sunmaktadır. EMD yöntemi, temelde herhangi bir durağan olmayan giriş sinyalinin, değişen frekansta titreşen basit bileşenlerin bir araya gelmesiyle oluştuğu bir ilkeye dayanmaktadır. Bu basit bileşenlerin her biri için içsel mod fonksiyonları (İMF) olarak adlandırılır. Bu sinyalden İMF çıkarılma işlemine “ayrıştırma” adı verilmektedir. Öncelikle giriş sinyalinde belirlenen tüm yerel minimum ve maksimum noktaları bulunur. Ardından giriş sinyalindeki maksimum noktalar üst zarf, minimum noktalar alt zarf oluşturacak şekilde birleştirilir. Maksimum ve minimum zarfların ortalaması hesaplanır ve giriş sinyalinden çıkartılır ve bir sonraki İMF işlemi için giriş sinyali olarak kullanılır. Eleme işlemi, maksimum ve minimum zarflar arasında simetrik bir denge sağlanana kadar sürer. Bir sonraki adımda yeni giriş sinyali için yukarıdaki benzer adımlar takip edilir. Daha sonra birçok kez tekrarlanan ayrıştırma işleminden sonra simetrik denge sağlanır. Yeni İMF’ler bir önceki İMF’lerden elde edilir[15]. Ampirik Mod Ayrıştırma (EMD) yöntemi, sinyalleri ayrıştırarak bileşenlerine ayırma ve analiz etme konusunda güçlü bir araç sunmaktadır.

$m_1$  değişkeni, maksimum ve minimum zarfların ortalamasıdır.  $x(t)$  değişkeni, giriş sinyalidir.  $h_1$  değişkeni ise giriş sinyali ve maksimum ve minimum zarfların ortalamasının farkıdır ve Eşitlik 1’de olduğu gibi gösterilir[16].

$$h_1 = x(t) - m_1 \quad (1)$$

Ayrıştırma işlemi, maksimum ve minimum zarflar simetrik hale gelene kadar devam eder. Elde ettiğimiz  $h_1$  değişkeni, Eşitlik 1’den türetilen yeni giriş sinyali olarak kullanılır ve bu sinyal üzerinden bir sonraki İMF bulunur. Eşitlik 1’deki işlem tekrarlanır ve bu adımda elde edilen değer  $m_{11}$  olarak isimlendirilir. Eşitlik 1’den elde edilen  $h_1$  giriş sinyalinden  $m_{11}$  çıkartılarak elde edilen yeni değer  $h_{11}$  olarak adlandırılır. Bu adımlar, Eşitlik 2’de olduğu gibi gösterilir[16].

$$h_{11} = h_1 - m_{11} \quad (2)$$

n kez yapılan ayrıştırma işleminden sonra simetrik olma şartı karşılanır. Birinci İMF  $c_{1k}$  olarak isimlendirilir. Diğer İMF’ler için ise, eğer giriş sinyali mevcutsa, önceki İMF üzerinden türetilir[16].

$$c_{1k} = h_{1(k-1)} - m_{1k} \quad (3)$$

### Welch yöntemi

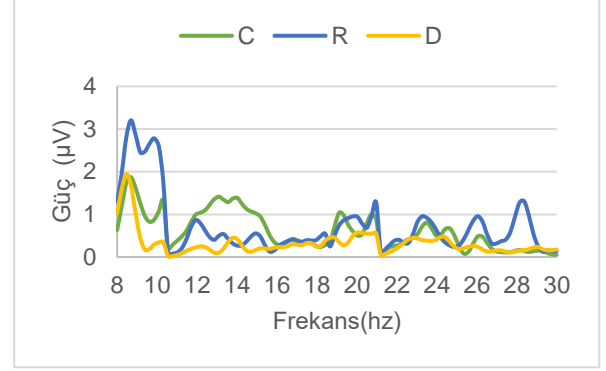
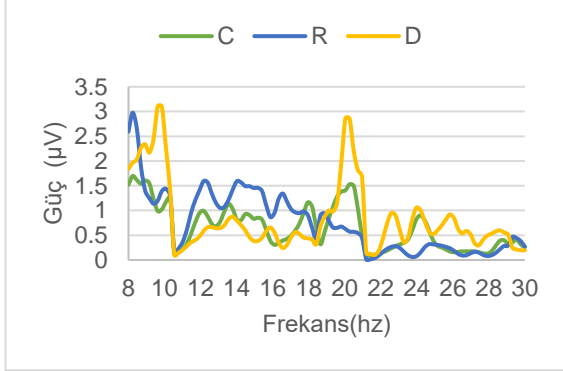
Welch yöntemi, kesikli sinyal girişi üzerinde frekans içeriğini analiz etmek için giriş sinyali bölümlere ayrılır. Her bir bölüm, herhangi bir pencere fonksiyonuyla çarpıldıktan sonra yumuşatılmış periodogramları hesaplamak için işleme tabi tutulur bu da yaygın olarak kullanılan bir spektral analiz yöntemidir.

Sonuç olarak, Welch ‘in güç spektral tahmini, her bir dilimin isteğe bağlı bir pencere fonksiyonuyla çarpıldıktan sonra oluşturulan yumuşatılmış periodogramların ortalamasının alınmasıyla elde edilir ve Eşitlik 4’te olduğu gibi gösterilir. Eşitlikte gösterilen dilim sayısı, S parametresi ile ifade edilen bir değerdir, bu değer toplam veri uzunluğunun dilim uzunluğuna bölünmesiyle hesaplanmaktadır[17].

$$\hat{P}_{welch}(f) = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S \hat{P}_i(f) \quad (4)$$

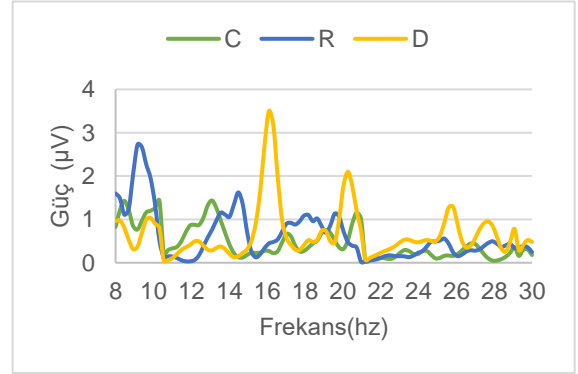
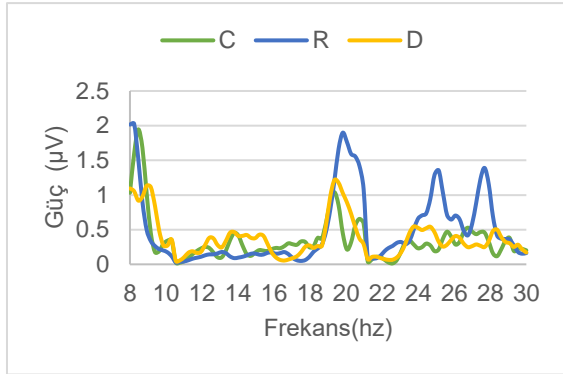
Filtrelenmiş EEG sinyallerinden öznelik çıkarımı amacıyla, ampirik mod ayrıştırması ve Welch yöntemi birleştirilerek kullanılmıştır. Ampirik mod ayrıştırması, sinyali ampirik mod fonksiyonlarına (İMF) ayrıştırarak, zaman-frekans uzayında adaptif bir temsil sağlar. Bu yöntem, sinyalin içsel zaman-frekans özelliklerini vurgular, böylece EEG sinyallerinden elde edilen İMF’lere ait frekans bantları daha özgün bir biçimde belirlenebilir. Özellikle delta (0-4 Hz), teta (4-8 Hz), alfa (8-16 Hz) ve beta (16-32 Hz) frekans aralıkları, ampirik mod ayrıştırması sonucunda belirlenen İMF’lere özgü karakteristik bantlardır. Elde edilen her bir İMF için welch yöntemi uygulanarak PSD (Spektral güç yoğunluk) değerleri elde edilir. Çalışmada uygulanan dört paradigmaya ait spektral güç yoğunluğu değerleri görsel 2.3, görsel 2.4, görsel 2.5 ve görsel 2.6 da verilmiştir.

Birinci kişinin harflerin paradigmalara ait 5.kanallarının güç spektral yoğunlukları aşağıdaki görsellerde gösterilmiştir.



**Görsel 2.3** 1.Paradigma EMD+Welch PSD grafiği

**Görsel 2.4** 2.Paradigma EMD+Welch PSD grafiği



**Görsel 2.5** 3.Paradigma EMD+Welch PSD grafiği

**Görsel 2.6** 4.Paradigma EMD+Welch PSD grafiği

## Sınıflandırma

### Destek vektör makinesi (SVM)

Destek Vektör Makinesi (SVM), Vladimir Vapnik ve ekibi tarafından ortaya atılmış bir sınıflandırma yöntemidir[18]. Destek Vektör Makineleri, sınıflandırmayı gerçekleştirmek amacıyla doğrusal veya doğrusal olmayan bir fonksiyon kullanarak destek vektörleri ile veri noktalarını sınıflandıran bir makine öğrenimi algoritmasıdır. İki veya çoklu sınıflı sınıflandırma problemlerine odaklanan SVM, istatistiksel öğrenme teorisi ve yapısal risk minimizasyonuna dayanarak geliştirilmiştir. SVM, sınıflandırma görevini yerine getirirken destek vektörlerini kullanarak veri noktalarını sınıflandırma sürecini optimize eder. Bu, hem doğrusal hem de doğrusal olmayan fonksiyonlar aracılığıyla gerçekleştirilebilir, bu da SVM'nin geniş bir uygulama yelpazesi içinde etkili bir şekilde kullanılabilmesine olanak tanır. Destek Vektör Makineleri, sınıflandırma problemlerini çözerken matematiksel temellere dayanır ve çeşitli uygulama alanlarında başarıyla kullanılmaktadır[19]-[20].



Destek Vektör Makineleri,  $\{-1, +1\}$  olarak tanımlanan sınıf etiket örneklerini eğitim veri kümesi üzerinde en uygun hiper düzlemle alt gruplara ayırır[20].

T olarak adlandırılan eğitim veri kümesi  $\{\{x_1, y_1\}, \dots \dots \{x_n, y_n\}\}$  örneklerini içerir. Burada  $y$  sınıf etiketlerini  $(-1, 1)$  aralığında alır. Veri boyutunu ise  $k$  değişkeni ifade eder. Destek Vektör Makineleri bağlamında temel amaç, veri kümesindeki sınıfları en etkili biçimde birbirinden ayıracak en uygun hiper düzlemi belirlemektir[20].

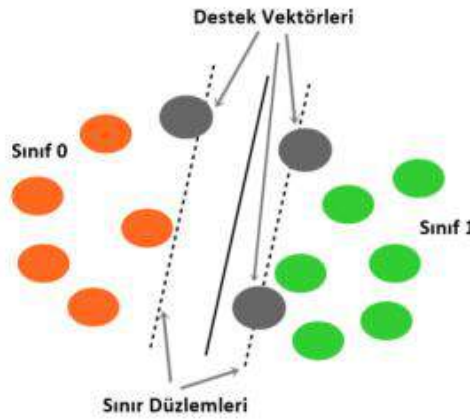
$i = 1, 2, \dots, n$  kabul edilirse en uygun hiper düzlemin seçilmesi Eşitlik 5'te olduğu gibi gösterilir. Bu bağlamda  $g$  ağırlık vektörünü  $p$  ise bias(sapma) terimini temsil etmektedir.

$$g \cdot b_i + p = 0 \quad (5)$$

Hiper düzlem için diğer denklemler ise Eşitlik 6'da olduğu gibi gösterilir[20].

$$g \cdot b_i + p \geq 0 \ \& \ g \cdot b_i + p \leq 0 \quad (6)$$

İki sınıflı bir problemin destek vektörleri ve hiper düzlemi görsel 2.7'de gösterilmektedir (yeşil daireler sınıf 1'i, turuncu daireler sınıf 0'ı belirtir).



**Görsel 2.7** SVM için 2 sınıflı problem örneği[20].

Bu örnekte, sınıf örnekleri arasında oluşturulan iki paralel sınır çizgisi, sınıfların ayrımını sağlamak üzere yaklaştırılır ve birleştirilir. Sınır düzlemleri üzerinde yer alan her iki sınıf örneği, destek vektörleri olarak adlandırılır; çünkü bu örnekler, hiper düzleme en yakın konumda bulunan sınıfları temsil eder. Hiper düzlem ise sınır çizgilerine eşit uzaklıkta olup tam ortadan geçen ana düzlemdir[20].

### 3.SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR

**Çizelge 3.1. Paradigmalara ait SVM algoritmasının sınıflandırma sonuçları**

Kanallar	Doğruluk oranı (%)			
	1.Paradigma	2.Paradigma	3.Paradigma	4.Paradigma
1	82.59	82.76	83.14	84.66
2	86.71	89.14	89.33	88.44
3	86.43	89.47	<b>93.66</b>	92.77
4	87.46	89.73	88.44	90.78
5	89.18	<b>92.69</b>	92.00	<b>95.18</b>
6	75.17	77.72	74.78	74.44
7	83.18	81.82	81.42	84.44
8	87.47	92.57	90.77	93.84
9	85.48	87.73	85.76	91.33
10	<b>90.13</b>	91.42	91.57	93.33
11	88.55	90.73	92.26	92.88
12	89.67	88.17	88.95	90.77
13	88.54	91.78	92.78	92.48
14	80.42	78.54	79.86	78.00

Çizelge 3.1’de EMD+Welch yöntemi ile elde edilen özneliklerin, SVM sınıflandırıcısının girişine uygulanması sonucunda, kanallara özgü doğruluk oranları sunulmuştur.

Buna göre 1.paradigmada en yüksek doğruluk oranına 10.kanalda %90.13 elde edilirken en düşük doğruluk oranına ise 6.kanalda %75.17 elde edilmiştir. 2.paradigmada en yüksek doğruluk oranına 5.kanalda %92.69 elde edilirken en düşük doğruluk oranına ise 6.kanalda %77.72 elde edilmiştir. 3.paradigmada en yüksek doğruluk oranına 3.kanalda %93.66 elde edilirken en düşük doğruluk oranına ise 6.kanalda %74.78 elde edilmiştir. 4.paradigmada en yüksek doğruluk oranına 5.kanalda %95.18 elde edilirken en düşük doğruluk oranına ise 6.kanalda %74.44 elde edilmiştir.

Bu çalışmada, beyin klavyesi için harflerin sınıflandırılmasında yeni bir yöntem ve yeni paradigmlar önerdik. Bu yöntem ile her kanala ait sınıflandırma yapılarak kanal bazında SVM sınıflandırıcısının başarısı ve paradigmların etkinliği incelenmiştir. 4. kanalda dil ile dudağın hareket ettiği ve harflerin sesle telaffuz edildiği kayıt durumunda EEG güç spektral yoğunluk değerleri SVM sınıflandırıcısına uygulandığında en yüksek doğruluk elde edilmiştir. Elde edilen sınıflandırma sonuçları, bu yöntemin felçli veya kas-iskelet sistemi fonksiyonlarını kaybetmiş bireyler için yaşam kalitesini artırmada yardımcı olabileceğini göstermektedir.

## KAYNAKÇA

- [1] Aydemir, Ö., & Kayıkçıoğlu, T. EEG tabanlı beyin bilgisayar arayüzleri. XI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri,11-13, Şanlıurfa,2009
- [2] Mayaud, L., Filipe, S., Petegnief, L., Rochecouste, O., & Congedo, M. Robust Brain-computer interface for virtual Keyboard (RoBIK): project results. *Irbm*, 34(2), 131-138, January,15,2013.
- [3] Kam, T. E., Suk, H. I., Lee, S. W. Non-homogeneous spatial filter optimization for Electroencephalogram (EEG)- based motor imagery classification. *Neurocomputing*, 108, 58-68,2013.
- [4] Şahin Sadık, E., Saraoğlu, H. M., Canbaz Kabay, S., Tosun, M., Keskinliç, C., & Akdağ, G. Investigation of the effect of rosemary odor on mental workload using EEG: an artificial intelligence approach. *Signal, Image and Video Processing*, 16(2), 497-504,2022.
- [5] Göker, H. Multi-channel EEG-based classification of consumer preferences using multitaper spectral analysis and deep learning model. *Multimedia Tools and Applications*, 1-19,2023.
- [6] Kasim, Ö., & Tosun, M. Biometric authentication from photic stimulated EEG records. *Applied Artificial Intelligence*, 35(15), 1407-1419,2021.
- [7] Kumar, Y., Dewal, M. L., & Anand, R. S. Epileptic seizures detection in EEG using DWT-based ApEn and artificial neural network. *Signal, Image and Video Processing*, 8, 1323-1334,2014.
- [8] Donos, C., Dümpelmann, M., & Schulze-Bonhage, A. Early seizure detection algorithm based on intracranial EEG and random forest classification. *International journal of neural systems*, 25(05), 1550023,2015.
- [9] TUNCER, E., & BOLAT, E. D. Destek Vektör Makinaları ile EEG Sinyallerinden Epileptik Nöbet Sınıflandırması. *Politeknik Dergisi*, 1-1,2021.
- [10] Kasim, Ö. (2022). A Robust DNS flood attack detection with a hybrid deeper learning model. *Computers and Electrical Engineering*, 100, 107883.
- [11] Tosun, M., Erginli, M., KASIM, Ö., Uğraş, B., TANRIVERDİ, Ş., & Kavak, T. EEG verileri kullanılarak fiziksel el hareketleri ve bu hareketlerin hayalinin yapay sinir ağları ile sınıflandırılması. *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*, 1(2), 1-9,2018.
- [12] Hwang, H. J., Lim, J. H., Jung, Y. J., Choi, H., Lee, S. W., Im, C. H. Development of an SSVEP-based BCI spelling system adopting a QWERTY-style LED keyboard. *Journal of neuroscience methods*, 208(1), 59-65, April,16,2012.
- [13] Karakuş, D. C. Sanal Klavye Kontrolü İçin Beyin-Bilgisayar Arayüzü Tasarımı Design of Brain-Computer Interface for Controlling A Virtual Keyboard. *Tıp Teknolojileri Kongresi*,343-345,İzmir,2019.
- [14] Cecotti, H. A. Self-Paced and Calibration-Less SSVEP-Based Brain-Computer Interface Speller. *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* 2010, 18, 127–133, April,2010.

- [15] Pigorini, A., Casali, A. G., Casarotto, S., Ferrarelli, F., Baselli, G., Mariotti, M., ... & Rosanova, M. Time–frequency spectral analysis of TMS-evoked EEG oscillations by means of Hilbert–Huang transform. *Journal of neuroscience methods*, 198(2), 236-245, April,8,2011.
- [16] Martis, R. J., Acharya, U. R., Tan, J. H., Petznick, A., Yanti, R., Chua, C. K., ... & Tong, L. Application of empirical mode decomposition (EMD) for automated detection of epilepsy using EEG signals. *International journal of neural systems*, 22(06), 1250027,2012.
- [17] Alkan, A., & Kıymık, M. K. Comparison of AR and Welch methods in epileptic seizure detection. *Journal of Medical Systems*, 30, 413-419, November,3,2006.
- [18] Özbeyaz, A., Gürsoy, M. İ., & Çoban, R.. Regularization and kernel parameters optimization based on PSO algorithm in EEG signals classification with SVM. In 2011 IEEE 19th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) (pp. 399-402). IEEE, April,2011.
- [19] Akben S., Subasi A., Kıymık M. EEG işaretleri ile migren tanısında yapay sinir ağları ve destek vektör makineleri sınıflandırma yöntemlerinin karşılaştırılması. IEEE 18. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı Bildiri Kitabı, Diyarbakır, 2010.
- [20] Ergün, E., & Aydemir, Ö. . Etkin epoklar ile motor hayaline dayalı EEG işaretlerinin sınıflandırma doğruluğunun artırılması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(5), 817-823, February,22,2018.

## HEMATOPOETİK KÖK HÜCRE TRANSPLANTASYONU ALICILARINDA AEROBİK EGZERSİZ EĞİTİMİ

Fzt, CANSU ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Doç. Dr. GÜLŞAH BARĞI<sup>2</sup>, Prof. Dr. BETÜL TAŞPINAR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, ozdemircnsu@gmail.com - ORCID  
ID: 0009-0000-8908-5941

<sup>2</sup>İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, gulsahbargi35@gmail.com -  
ORCID ID: 0000-0002-5243-3997

<sup>3</sup>İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, ptbetul@gmail.com – ORCID ID:  
0000-0002-3106-2285

### ÖZET

Hematopoetik kök hücre transplantasyonu (HKHT), çeşitli yollarla kök hücrelerin toplanarak saklanması ve intravenöz yolla aktarılması işlemidir. HKHT öncesinde, nakil döneminde ve sonrasında hastalar çeşitli komplikasyonlar açısından risk altındadır. HKHT sonrası erken ve/veya geç dönem komplikasyonlarının tedavisinde egzersiz ve rehabilitasyon, semptomları azaltmak ve yaşam kalitesini artırmak için önerilmektedir. Bu derlemenin amacı, HKHT alıcılarında aerobik egzersiz uygulamasının etkinliğini araştırmaktır. Ağustos 2023 - Kasım 2023 tarihleri arasında "hematopoetik kök hücre transplantasyonu, aerobik egzersiz, fiziksel aktivite, yaşam kalitesi" anahtar kelimeleri kullanılarak PubMed, Scopus ve Google Akademik üzerinden elektronik veri tabanları tarandı. HKHT öncesinde uygulanan yüksek doz kemoterapi, hastanın klinik durumundaki değişkenlik, immünolojik ve hematolojik değişiklikler gibi faktörler hastaların yaşam kalitesi, fiziksel fonksiyonları ve egzersiz kapasitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu sebeple hastaların tedavi sürecinde mobilizasyon ve egzersiz oldukça önemlidir. Egzersiz eğitimi, hastaların egzersiz kapasitesini artırarak yaşam kalitelerini iyileştirir ve olası komplikasyonların önlenmesine yardımcı olur. Özellikle aerobik egzersiz eğitimi, kas kuvveti, yorgunluk, egzersiz kapasitesi, fonksiyonel kapasite ve yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkilere sahiptir. Literatürde yapılan incelemeler, genellikle çok bileşenli egzersiz müdahalelerinin yaygın olduğunu, özellikle aerobik egzersiz temelli uygulamaların bu hastalarda güvenle uygulanabildiğini göstermektedir. Sonuç olarak, aerobik egzersiz eğitimi, HKHT geçiren hastalarda uygulanabilecek güvenli ve etkili bir yöntemdir. Ancak, her hasta farklıdır, bu nedenle bireyselleştirilmiş bir egzersiz planı oluşturulmalı, uygun denetimler sağlanarak, hastanın genel sağlık durumu sürekli olarak takip edilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Hematopoetik kök hücre transplantasyonu, aerobik egzersiz, fiziksel aktivite, yaşam kalitesi.

### 1. HEMATOPOETİK KÖK HÜCRE TRANSPLANTASYONU

Hematopoetik kök hücre transplantasyonu (HKHT), 60 yıldan uzun bir süre önce tedavi stratejisi olarak önerilmiştir (1). Bu yöntem; hastanın kendisinden (otolog HKHT), tek yumurta ikizinden (sinjenik HKHT) veya bir donörden (allojenik HKHT) alınan kök hücrelerin toplanarak saklanması ve ardından hastaya intravenöz yolla aktarılması işlemidir (2). Bu tedavinin temel amacı kemik iliğinin içinde bulunan hücrelerin toplanıp hastaya transfer edilmesiyle hastanın hematopoetik sistemini yeniden yapılandırmaktır (3). Dünya genelinde her yıl yaklaşık olarak 50.000 HKHT gerçekleştirilmekte olup, HKHT sonrası hayatta kalma oranı geçmiş yıllara kıyasla daha yüksektir (4). Bu alanda son yıllarda elde edilen büyük ilerlemeler ve teknolojik gelişmeler sayesinde HKHT, tedavi potansiyeli olan hemato-onkolojik, immünolojik ve kalıtsal durumların tıbbi tedavisinde kullanılan etkili bir yöntem haline gelmiştir (1).

### 1.1. HKHT Uygulama Aşamaları

- I. Uygun donör seçimi:** Donör uygunluğunun araştırılmasına, genellikle aile içi tarama ile başlanır. Eğer aile içinde uygun bir donör bulunamazsa, kan veya kemik iliği bankaları ile iletişime geçilir. Donörün uygunluğuna, kronolojik/biyolojik yaş, komorbiditeler, performans düzeyi, genel sağlık durumu gibi faktörler dikkate alınarak karar verilir (5). Ayrıca, sigara, alkol ve uyuşturucu madde kullanımı da tedavi başarısını etkileyebileceğinden, donörün bu alışkanlıkları da değerlendirilmeli ve gerekirse donörlere uygun yönlendirmeler yapılmalıdır. Uygun bir donör seçiminin ardından, donörler kapsamlı bir sağlık muayenesinden geçirilir. Muayene sonuçları uygun bulunursa donörlerden kök hücre toplama işlemine geçilir.
- II. Kök hücre toplanması:** Bu süreç, kemik iliği veya periferik kandan hematopoetik kök hücre toplanması yoluyla gerçekleştirilir. Kemik iliğinden hücre toplanmasına karar verilmiş ise işlem genel anestezi altında yapılır. Toplama işlemi, donörün posterior ya da anterior iliak kristasından standart teknikle yapılır (6). Hastanın kanında kök hücreler ayrılır. İki veya daha fazla aferez işlemine mobilizasyon rejimine bağlı yeterli kök hücre için ihtiyaç duyulabilir (7).
- III. HKHT öncesi hastanın değerlendirilmesi:** HKHT öncesi hazırlık rejimleri, standart kemoterapi tedavilerinden daha yoğun olduğundan, HKHT planlanan hastaların bu tedavilere nasıl yanıt verebilecekleri ve tolere edebilecekleri önemlidir. Bu nedenle, hastaların yaşları, sağlık durumları, komorbiditeleri, performansları ve sosyal faktörleri dikkatlice değerlendirilmelidir. Ayrıca, hastaların tedavi seçenekleri hakkında bilgilendirilmesi ve özel durumlarına göre uygun bir tedavi planı oluşturulması gerekmektedir. Bu yaklaşımla, hastaların tedaviye en iyi şekilde yanıt vermesi ve başarılı sonuçlar elde edilmesi amaçlanır. Bunların yanı sıra HKHT öncesi hastalarda aktif enfeksiyon durumu bulunmamalıdır. Hastaların alkol, sigara ve madde kullanımı gibi alışkanlıklarının bulunması, tedaviyi olumsuz yönde etkiler bu yüzden değerlendirmede yer verilerek hastalara uygun yönlendirmeler yapılmalıdır (8).
- IV. Hazırlama rejimlerinin uygulanması:** Otolog veya allojenik HKHT öncesi radyoterapi, kemoterapi ve/veya biyolojik tedavilerin birlikte antineoplastik veya immünoşüpresif ajan olarak kullanılmasına 'hazırlama rejimi' denir (9). Hazırlama



rejimleri dozlarına göre nonmiyeloablatif, miyeloablatif, ve azaltılmış yoğunluklu olmak üzere üç gruba ayrılır. Miyeloablatif rejim, yüksek dozda kemoterapi ve bazen radyoterapi uygulamasını içerir ve amacı kemik iliğini neredeyse tamamen yok ederek donörden gelen kök hücrelerin veya hastanın kendisinin kök hücrelerinin kabulünü kolaylaştırmaktır. Ancak bu yüksek dozların uygulanması hastalarda ciddi yan etkiler görülmesine neden olabilir. Nonmiyeloablatif rejim ise daha düşük dozlarda kemoterapi ve radyoterapi uygulanmasını içerir ve kemik iliğini tamamen yok etmez. Bu yaklaşım, donörden gelen kök hücrelerin hastaya yerleşmesini kolaylaştırırken bir yandan da hastanın kemik iliği fonksiyonunu korumayı hedefler. Azaltılmış yoğunluklu rejim ise daha hafif bir hazırlık sağlayan düşük dozlardaki kemoterapi ve radyoterapi uygulamasını içerir (10). Hangi hazırlık rejiminin kullanılacağı, hastanın genel sağlık durumu, yaş, hastalık tipi ve diğer faktörlere bağlı olarak tedavi ekibi tarafından belirlenir. Son dönemlerde, her hasta için bireysel faktörlere dayalı olarak hazırlanan özel hazırlık rejimleri uygulanmaktadır. Bu özel rejimler, her hastanın özgün ihtiyaçlarına ve durumuna daha iyi uyum sağlamayı amaçlar (11).

**V. Transplantasyon işlemi ve takip:** Hazırlık rejimi uygulanarak kemik iliği myeloablasyona uğratılmış olan alıcıya kök hücrenin verilmesi işlemi; kök hücreler alıcıya önceden takılmış olan santral kateterle 2-3 saatte enfüze edilir (12). İşlem sonrasında hem donörler hem de HKHT alıcıları, hastane ortamında izole koşullarda yakından takip edilir. Bu aşama, HKHT sürecinin kritik bir parçasıdır ve hastaların yakından izlenmesi ve tedavi edilmesi gereken bir dönemi ifade eder (13).

**VI. Engrafman:** Hazırlama rejimlerine tabi tutulan hastalar, hematolojik veya immünolojik sistemlerinin neredeyse tamamen baskılandığı bir süreci yaşarlar. Bu süreç sonrasında, verilen kök hücrelerin hastanın kemik iliğine yerleşip işlevlerini geri kazanmaya başladığı aşama olan engrafman gelir. Engrafman, yeni hücrelerin vücuda başarıyla yerleştiğini ve işlev görmeye başladığını işaret eder (14). Engrafman süresi kök hücre kaynağına bağlı değişir. Örneğin; kemik iliği transplantasyonunda 2-3 hafta, periferik kan kök hücre naklinde 11-16. günde, kordon kanı naklinde en uzun 42 günde gerçekleşebilir (15).

**VII. Kimerizm:** Farklı genetik özelliklere sahip iki hücre serisinin aynı organizmada bulunma durumudur. Bu, donör kaynaklı lenfohematopoetik hücrelerin alıcıda bulunduğu bir durumu ifade eder. Kimerizm değerlendirmesi, HKHT sonrası greftin kabul edilip edilmediğini veya reddedildiğini belirlemede önemlidir. Alıcının hematopoetik dokularında hücrelerin %95'i veya daha fazlası donör kaynaklı ise bu durum "tam kimerizm" olarak adlandırılırken, %5 ile %95 arasında bir oran söz konusu olduğunda ise "karma kimerizm" olarak tanımlanır. Kimerizm, transplantasyon sonrasında değişebilen bir durumdur. Başlangıçta tam kimerizm gözlemlense bile, zaman içinde karma kimerizm durumuna dönüşebilir veya tam tersi bir senaryo yaşanabilir (16).

**VIII. Uzun süreli takip:** Bireyler, engrafman geliştikten ve tam kimerizm sağlandıktan sonra, ek bir komplikasyon olmadığı durumda hastaneden taburcu edilebilir. Özellikle ilk 100

gün, HKHT geçiren hastalar için kritik bir dönemdir ve bu süre boyunca hastaların düzenli olarak hastane kontrollerine gitmeleri gereklidir (17).

## 2. HKHT ALICILARINDA REHABİLİTASYON UYGULAMALARININ AMAÇLARI

Hastalar, komplikasyonlar açısından HKHT'den önce, nakil dönemi ve sonrasında risk altındadır. Bu komplikasyonlar morbiditeye sebep olarak, yaşam kalitesini bozabilir ve HKHT alıcılarında mortaliteye neden olabilir (18). HKHT erken dönem komplikasyonları, tedavi sürecinin hemen sonrasında veya birkaç hafta içinde ortaya çıkabilir. Bu komplikasyonlar, uygulanan tedavilerinin yan etkileri veya vücudun HKHT'ye tepkisi olarak gelişebilir. Kemoterapi ve radyoterapinin yüksek doz olması gibi yoğun tedaviler, bulantı, kusma, saç dökülmesi gibi yaygın yan etkilere neden olabilir. Ayrıca, bağışıklık sisteminin zayıflaması enfeksiyon riskini artırabilir ve akciğer, karaciğer, böbrek, gibi organlarda ciddi sorunlar sorunlar yaşanabilir. HKHT sürecinde hastalar yakından takip edilir ve bu komplikasyonların erken teşhisi ve tedavisi sağlanır. Bu yakın izleme süreci, alıcıların HKHT sonrası iyileşme sürecini en iyi şekilde atlattıklarını sağlar (19). HKHT geç dönem komplikasyonlarıysa, transplantasyondan aylar veya yıllar sonra ortaya çıkan tıbbi sorunlardır. Bu komplikasyonlar, tedavi sonrası uzun vadeli etkileri içerir ve alıcıların yaşam kalitesini ciddi düzeyde etkileyebilir. Kronik greft versus host hastalığı, allojenik HKHT durumunda donör hücrelere karşı gelişen kronik bir reaksiyon olarak karşımıza çıkar. Bu hastalık akut greft versus host hastalığı olarak erken dönem komplikasyon olarak da görülebilir. Ayrıca, HKHT bağımlı endokrinolojik komplikasyonlar, alıcılarda hormonal dengesizliklere yol açarak hipotiroidi, sterilite ve hipogonadizm gibi sorunlara neden olabilir. Gözle ilgili komplikasyonlar arasında mikrovasküler retinopati, katarakt, hemorajik komplikasyonlar, enfeksiyöz retinit, gibi durumlar görülebilir. Bunun yanı sıra, kardiyak, pulmoner, karaciğer, böbrek ve iskelet sistemi komplikasyonları da görülebilir. Santral sinir sistemi komplikasyonları, vasküler sorunlar, oral sağlık komplikasyonları ve ikincil malign hastalıklar, HKHT sonrası dönemin zorlukları arasındadır. Bu komplikasyonlar, uzun vadeli takip ve tedavi gerektirebilir ve alıcıların yaşam kalitesini etkileyebilir (20–22). Tüm bu HKHT sonrası erken ve/veya geç dönem komplikasyonlarının tedavisi arasında fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları da önemli bir yer tutmaktadır.

Transplantasyon öncesi dönemde hastaların fiziksel fonksiyonları bozulmuştur. Hematolojik maligniteli hastalarda görülen fiziksel fonksiyonlarda bozulmanın en önemli sebepleri arasında kemoterapi, radyoterapi, immobilizasyon, dinlenme ve yoğun egzersizden kaçınma tavsiyeleri, şiddetli anemi ve trombositopeni gibi sebepler yer almaktadır (23). Özellikle sarkopeni yaşayan hastalarda kas kuvveti azalabilir ve bu hastalar genellikle sarkopenisi olmayanlara göre daha fazla yorgunluk yaşayabilirler. Sarkopenili hastaların yaşam kalitesi de sarkopenisi olmayanlara göre daha düşük bulunmuştur (24). HKHT öncesi dönemde başlanan egzersiz tedavisinin güvenilir ve uygulanabilir olduğu bildirilmiştir. Hastalığın tanısı konulduktan sonra mümkün olduğunca erken bir aşamada egzersiz programlarına başlanması,

fiziksel fonksiyon kaybını önlemek ve hastaların uzun tedavi ve takip sürecinde daha iyi olmalarını sağlamak için önemlidir (25).

Transplantasyon sürecinde hastanede yatış dönemi, birçok önemli hedefi içeren kritik bir aşamadır. Bu dönemdeki temel hedef, semptomları etkin bir şekilde yöneterek, hastaların rahatsızlıklarla baş etmelerini kolaylaştırmak ve bu sorunları en aza indirmektir. Ayrıca, fonksiyonel kayıpları en aza indirmek, hastaların bu süreci en iyi şekilde atlatabilmelerini sağlar. Fiziksel hareketsizlik ve ilişkili riskleri azaltmak için hastaların mümkün olduğunca fiziksel olarak aktif olmalarını sağlamak önemlidir. Bu sayede hastaların bağımsızlık düzeylerini sürdürmeleri sağlanırken bağımsızlık seviyesi azalanlarda da fonksiyonel bağımsızlık düzeyinin artırılması sağlanır. Bu dönemin diğer en önemli hedefleri arasında hastalarda kas atrofisi oluşumunu önlemek, kas kuvveti ve dayanıklılığını artırmak, kardiyopulmoner dayanıklılığını sürdürmek veya artırmak, eklem hareketlerinde oluşabilecek kısıtlılıkları engellemek, eklem hareketlerini artırmak, kardiyovasküler ve solunum fonksiyonlarını korumak veya varsa kardiyorespiratuar problemleri azaltmak, fiziksel ve psikososyal iyilik halini artırmak ve hastaların yaşam kalitesini yükseltmek yer alır.

Transplantasyon sonrası iyileşme süreci ise, hastaların sağlık durumlarını en iyi şekilde yeniden kazanmalarını amaçlayan bir süreçtir. Bu dönemde hedef, bireylerin sürekli semptomlarını, özellikle yorgunluk düzeylerini etkili bir şekilde yönetmelerini ve bu sorunlarla başa çıkmalarını sağlamaktır. Aynı zamanda, bu dönemde bireylerin fonksiyonel iyileşmelerini hızlandırarak yaşama daha kolay uyum sağlamalarına destek olunur. Fiziksel aktivite düzeylerini yükseltmek, kas kuvvetini ve dayanıklılığını artırmak, kardiyopulmoner dayanıklılığı iyileştirmek de bu sürecin hedeflerindedir. Ayrıca, kardiyovasküler ve solunum fonksiyonlarını korumak ve iyileştirmek önemlidir. Günlük yaşam aktivitelerini bağımsız bir şekilde sürdürebilmek, greft versus host hastalığı durumunda eklem hareket açıklığını, yumuşak dokuların hareketliliğini ve kas-iskelet sistemi fonksiyonlarını korumak, miyopatiyi engellemek bu dönemin amaçları arasındadır. Duyusal, algısal ve bilişsel problemleri azaltmak da bu sürecin bir hedefidir. Son olarak, bireylerin tıbbi durumları izin verdiğinde mesleki aktivitelerine geri dönüşlerini kolaylaştırmak da önemlidir. Bu süreç, hastaların sağlıklarını yeniden kazanmalarına yardımcı olur ve yaşamlarını daha iyi bir şekilde sürdürebilmelerini destekler (26–29).

Son yıllarda, HKHT işlemlerinin başarısını artırmaya yönelik tedavi yöntemlerinde önemli gelişmeler yaşanmış olsa da HKHT sonrası dönemde hastaların pek çok komplikasyonla karşılaşması olasıdır. HKHT öncesi yüksek doz kemoterapinin yan etkileri, hastanın klinik durumundaki değişkenlik, immünolojik ve hematolojik değişiklikler gibi faktörler hastaların tedavi sürecini olumsuz yönde etkileyebilir. Ayrıca, hastane izolasyonu ve fiziksel hareketsizlik gibi unsurlar da bu komplikasyonların riskini artırabilir. Bu nedenle, bu tür problemleri en aza indirmek amacıyla bireylere yönelik çeşitli uygulamalar ve multidisipliner yaklaşımlar büyük önem taşımaktadır. Fizyoterapi ve rehabilitasyon değerlendirme ve uygulamaları bu bağlamda kritik bir rol oynar. Son yıllarda bu alandaki araştırmalar ve uygulamalar hızla artmıştır (30,31). Literatürde yapılan incelemeler, genellikle çok bileşenli egzersiz müdahalelerinin yaygın

olduğunu, özellikle aerobik egzersiz temelli uygulamaların bu hastalarda güvenle uygulanabildiğini göstermektedir.

### 3. HKHT ALICILARINDA AEROBİK EGZERSİZ EĞİTİMİ

Yapılan çalışmalarda kullanılan egzersizlerin çoğunluğunu aerobik egzersizler oluşturmaktadır. Aerobik egzersizler, geniş kas gruplarını içeren sürekli, ritmik ve dinamik egzersizlerdir ve genellikle bireylerin oksijen kullanma kapasitelerini artırmayı hedefler. Aerobik egzersizler, oksijen metabolizmasını geliştirirler ve kalp ile akciğerlerin kapasitesini artırarak daha fazla çalışmalarına yardımcı olurlar. Aerobik egzersiz tipleri; yüzme, yürüyüş, koşu, bisiklet sürme, merdiven çıkma ve dans gibi fiziksel aktiviteleri içerebilir. Bu aktiviteler, bireylerin maksimum oksijen tüketimini ve dayanıklılığını artırır (32). Kılavuzlar hastaların aerobik egzersize uyum sağlayarak egzersizlerini güvenli bir şekilde yapabilmesi için egzersiz şiddetinin kademeli olarak artırılmasını önermektedir (33). Özellikle kardiyovasküler semptomları olmayan hareketsiz yetişkinler için, düşük ile orta şiddetteki egzersizler genellikle güvenli olarak kabul edilir. Egzersiz programları, bireylerin egzersizi tolere edebilecekleri bir düzeyde başlamalıdır ve ardından zamanla kademeli bir ilerleme sağlanmalıdır (34). Egzersiz programının süresi ve sıklığı, herhangi bir hastalığa sahip olan bireyin klinik durumuna bağlıdır. Transplantasyon sürecinin hangi aşamasında olduğuna ve fonksiyonel kapasitesine bağlı olarak HKHT alıcılarında da aerobik egzersiz eğitiminin süresi ve sıklığı değişebilir, ancak literatürde genellikle 1-2 kez, haftada 3 gün, 15-40 dk/seans olarak aerobik egzersizlerin yapılması tavsiye edilmektedir (35).

Transplantasyon sürecinde hastaların yaşadıkları sorunlar ve semptomlar nedeniyle bazı durumlarda aerobik egzersiz eğitimi kontrendikedir. Bu durumlar aşağıdaki şekildedir (36–38):

- Akut kanama
- Trombosit sayısının  $<10,000 \text{ mm}^3$  veya  $10,000-20,000 \text{ mm}^3$  arasında olması (kanamaya kişisel yatkınlığa bağlı olarak)
- Hemoglobin seviyesinin  $<7 \text{ g/dl}$  olması
- Şiddetli ağrı
- Yüksek ateş ( $>38^\circ\text{C}$ )
- Şiddetli enfeksiyon
- Bilinç bulanıklığı
- Uyuklama veya halsizlik
- Konfüzyon
- Baş dönmesi, mide bulantısı/kusma

Literatür incelendiğinde, tarihsel olarak, HKHT rehabilitasyonu ile ilgili ilk rapor, 1986 yılında Cunningham ve ark. tarafından yayımlanmıştır. Bu çalışmada transplantasyon sonrası akut lösemi hastaları fizik tedavi uygulanmayan kontrol grubu, haftada üç kez fizik tedavi alan grup ve haftada beş kez fizik tedavi alan grup olarak üç gruba ayrılmıştır. Fizik tedavi seansları, 15 tekrarlı olarak biceps-triceps curls, bench press, düz bacak kaldırma, kalça ekstansiyonu,

kalça abdüksiyonu ve diz ekstansiyonu egzersizlerinden oluşmuştur. Her bir seans 30 dakika sürmüştür. Çalışmanın sonunda kol bölgesi kaslarında ve biyokimyasal parametrelerde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak, egzersizin herhangi bir zararlı etkisinin olmaması uygulamanın güvenli olduğunu düşündürmüştür (39). 2011 yılında egzersiz eğitiminin etkinliğinin incelendiği bir diğer çalışmada ise, HKHT üzerinden 6 ay geçmiş 64 katılımcıya 12 haftalık denetimli bir program uygulanmıştır. Programın içeriğini koşma-yürüme gibi aerobik egzersizlerle birlikte squat, oturma kalkma ve rotasyonları içeren dirençli egzersizler oluşturmuştur. Katılımcılar, başlangıçta ısınma amacıyla 10 dakika boyunca bisiklet ergometresi veya treadmillde yürüyüş yapmışlardır. Daha sonra, aerobik ve dirençli egzersizleri gerçekleştirmişlerdir. Bu egzersizler, katılımcıların tahmini maksimum kalp atış hızının %70-80'ine ulaşana kadar en az 20 dakika boyunca devam etmiştir. Çalışmanın sonucunda egzersiz grubunun fiziksel performans ölçümlerinde hem tedavi sonrası hem de takipte iyileşmeler bildirilmiştir (40). Hematolojik malignite hastalarına uygulanan egzersiz eğitimi ile ilgili çok sayıda çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalar, egzersizin bu hastaların tedavi süreçlerindeki rolünü ve etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Geleneksel tedaviye kıyasla transplantasyon sonrası egzersiz eğitiminin etkisini incelemek amacıyla 2013 yılında bir sistematik derleme yayınlanmıştır. Bu çalışmada, HKHT ile tedavi edilen hematolojik maligniteli hastalarda egzersiz eğitiminin etkileri incelenmiştir. 8 farklı çalışma incelenmiştir. Bu çalışmalardan altısı aerobik ve kuvvetlendirme egzersizlerinin veya aerobik ve günlük yaşam aktivitelerinin etkinliğini değerlendirmiştir. Bir çalışma kuvvetlendirme programının, bir diğeri ise yalnızca aerobik egzersizin etkinliğini incelemiştir. Çoğu programda egzersizler düşük ile orta şiddette gerçekleştirilmiş olup, seans süresi 20 ile 70 dakika, seans sayısı haftada 2 ile 10 seans ve program süresi 4 hafta ile 6 ay arasında değişmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada, uygulanan egzersiz programlarının kardiyorespiratuar uygunluk, alt-üst ekstremitte kas kuvveti ve yaşam kalitesini arttırdığı, aynı zamanda yorgunluğu azalttığı gözlemlenmiştir (41). 2015 yılında, hastane öncesi, yatarak tedavi sırasında ve taburcu olduktan sonra 6-8 hafta boyunca egzersiz eğitimi alan 103 katılımcının dahil edildiği bir çalışma yapılmıştır. Çalışma grubuna, haftada 3-5 kez yürüme veya bisiklet ergometresi programı, haftada 2 kez de her biri 20-40 dakika süren theraband ile büyük kas gruplarına uygulanan dirençli egzersizler uygulanmıştır. Katılımcılar, hastaneye kabul edilmeden önceki 1-4 hafta içinde egzersizlere başlamışlardır. Egzersiz programları, taburcu olduktan sonra ortalama 8 hafta boyunca devam etmiştir. Allojenik HKHT sonrasında 2 yıllık gözlem süresi boyunca hem total mortalite hem de nüks olmayan mortalite takibi yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları, egzersiz eğitiminin mortaliteyi düşürdüğünü göstermiştir (42). 2017 yılında bir çalışmada 30 hastada HKHT öncesi ve sonrası fiziksel aktivite farklılıkları ve fiziksel aktivite ile fiziksel fonksiyon ve sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi arasındaki ilişki araştırılmıştır. Egzersizler HKHT öncesinde başlamış ve hastaneden taburcu olana kadar devam etmiştir. Programın içeriği, germe egzersizleri, direnç ve endurans eğitimini içermiştir. Haftada 5 gün, günde 20-40 dakika uygulama yapılmıştır. Sonuç olarak, alıcıların günlük 3 MET üzeri fiziksel aktivite sürelerini ve seviyelerini yükseltebileceği, egzersiz kapasitesi ile birlikte yaşam kalitelerini de iyileştirebileceği kaydedilmiştir (43). Bir tez çalışmasında ise 6 hafta süresince eğitim grubuna



kol ergometresiyle aerobik egzersiz, haftada 3-4 gün, 30 dk süreyle, toplam 18 seans yapılmıştır. Kontrol grubuna ise kol hareketleri ve solunum egzersizlerini içeren ev programı verilmiştir. Çalışmanın sonucunda, inspiratuar kas kuvveti, ekspiratuar kas kuvveti ve egzersiz kapasitesinde artış belirlenmiş, periferik kas ve öksürük kuvvetini korumuştur (44). 2018 yılında Liang ve ark. tarafından yapılan bir meta-analizde 10 çalışma incelenmiştir. Yapılan çalışmaların içeriğini aerobik, dayanıklılık ve endurans egzersizleri oluşturmuştur. Bu meta-analizin sonuçları, egzersiz müdahalesinin düşük kas kuvveti, yorgunluk ve yaşam kalitesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ve normal bakımla karşılaştırıldığında hastaların kardiyorespiratuar zindeliği, üst kas kuvveti, psikososyal uygunluğu ve advers olaylar üzerinde hiçbir etkisi olmadığını göstermiştir. Alt grup analizi, HKHT'dan önce egzersize başlarken egzersizin üst/alt kas kuvveti, yorgunluk ve yaşam kalitesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu, ancak HKHT sonrası egzersize başlarken yaşam kalitesi dışında egzersizin hiçbir etkisi olmadığını göstermiştir (45). Van Dongen ve ark., 2019 yılında 109 hastada dirençli egzersizler ve aralıklı aerobik egzersizden oluşan 18 haftalık egzersiz müdahalesi ve fiziksel aktivite danışmanlığı uygulamışlardır. Her egzersiz seansı yaklaşık 60 dakika sürmüştür. Çalışmanın sonunda kardiyorespiratuar uygunluğun arttığı ve genel yorgunluğun azaldığı gözlenirse de anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (46). 2020 yılında yapılan bir çalışmada ise, HKHT öncesi başlayan ve taburcu olduktan 100 gün sonrasına kadar evde egzersiz eğitimi alan 50 hasta incelenmiştir. Egzersiz programı aerobik, kuvvetlendirme ve gevşeme egzersizlerinden oluşmuştur. Egzersiz seansları 20 ile 30 dakika, günde 1 ile 2 kez ve haftada 5 kez yapılmıştır. Hastanede yatış sırasında aerobik eğitim için yürüme ve portatif bisiklet ergometresi kullanılmıştır. Aerobik antrenmanın ardından üst ve alt ekstremiteler ile gövdedeki büyük kas gruplarına yönelik kuvvetlendirme egzersizleri uygulanmıştır. Ayrıca egzersiz programında squat, basamak çıkma/inme, köprü kurma, parmak ucunda yükselme gibi fonksiyonel egzersizler de yer almıştır. Taburculuk sonrası ev egzersiz programı ise haftada en az 3 gün yürüyüş ve kuvvetlendirme egzersizlerinden oluşmuştur. Sonuç olarak bu çalışma, egzersiz eğitiminin HKHT geçiren bireylerde fiziksel fonksiyonları, klinik durumu, yorgunluğu ve yaşam kalitesini olumlu etkilediğini göstermiştir. Ayrıca, 100. günde evde egzersiz eğitiminin, yaşam kalitesi, yorgunluk düzeyi, periferik kas kuvveti ve egzersiz kapasitesini içeren etkileri devam etmiştir (47). Kisch ve ark., transplantasyondan 4 hafta önce kuvvetlendirme aerobik egzersizden oluşan bir programa başlamış ve hastalar taburcu olduktan sonra programa devam etmişlerdir. Dayanıklılık egzersizleri günde 20-30 dakika yürüme, koşma veya bisiklete binmekten oluşuyordu. Kuvvetlendirme egzersizleri, direnç bantları, baldır kaldırma, mekik, kalça kaldırma ve başta bacaklar olmak üzere çeşitli germe egzersizleri kullanılarak kollar, omuzlar, sırt ve karın için uyarlanmıştır. Çalışmanın sonucunda, yorgunluğu azaltmak ve hastaları hem fiziksel hem de mental olarak transplantasyona hazırlamak için egzersize HKHT öncesi başlamanın daha faydalı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca taburculuktan sonra devam edilen egzersiz hastaların yorgunluk algısını azaltmaya devam etmiştir (48). Mina ve ark. yaptıkları bir çalışmada planlı allojenik HKHT'li kişilerde hastaneye yatıştan önce, yatan hasta sırasında ve taburculuktan sonra solunumla kombine dirençli egzersizler, aerobik egzersizler, esneme ve yogadan oluşan bir program uygulamışlardır. Dirençli egzersizler için



theraband, aerobik egzersiz içinse, sabit bir bisiklet, koşu bandı, eliptik bisiklet veya yürüyüş kullanılmıştır. HKHT öncesi hastalar egzersizler 8-10 set 2-3 tekrarlı olacak şekilde toplamda 30-40 dk dirençli, 60-80 dk aerobik olmak üzere toplamda 90-150 dk egzersiz yapmışlardır. Hastanede yatış sırasında ise direnç eğitimi, theraband kullanılarak egzersiz başına 10-30 set 1-2 tekrar olacak şekilde 4-6 dakikaya düşürülmüştür. Aerobik eğitim, hasta odalarında seans başına 15-60 dakika ünite etrafında yürüyüş ile tamamlanmıştır. HKHT sonrası ise hastalar taburcu olduktan sonra her katılımcının durumuna göre bireysel program hazırlanmış ve 100 gün devam etmeleri istenmiştir. Çalışmanın sonucunda HKHT öncesi hastaların fonksiyonel kapasitesinde artış gözlenmiştir. Taburculuk sonrası egzersiz uygulamaları yorgunluğu azaltmış ve yaşam kalitesini arttırmıştır. Ek olarak, elde edilen bulgular allojenik HKHT alıcıları için tedavinin çeşitli aşamalarında egzersizin tolere edilebilirliğini ve güvenliğini desteklemektedir (49). 2021 yılındaki bir çalışmada ise allojenik HKHT veya otolog HKHT geçiren bireylerde bireyselleştirilmiş bir egzersiz programının uygulanabilirliği araştırılmıştır. Egzersiz eğitim programı hastanede kalış süresi boyunca günde bir kez uygulanmıştır. Program, 2 ile 5 dakikalık esneme, koordinasyon ve denge egzersizleri içeren ısınma seansını ve ardından alt ekstremitte bisiklet ergometresi kullanılarak 10 ile 20 dakikalık orta yoğunlukta aerobik egzersizi içermiştir. Sonuç olarak, hastane içi egzersiz eğitim programını takiben fonksiyonel kapasiteyi ve üst ve alt ekstremitte kas gücünü artırabileceği bildirilmiştir (50). Ayrıca literatürdeki çalışmalardan farklı olarak, otolog HKHT öncesinde sabah ve öğleden sonra 7 dakikalık treadmillde uygulanan sürekli ve aralıklı aerobik egzersiz eğitiminin kök hücreler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu araştırma, sürekli egzersiz eğitiminin, aralıklı egzersize göre kök hücre mobilizasyonunu daha fazla artırdığını göstermiştir. Bu durumun, transplantasyon sürecini kolaylaştırabileceği düşünülmektedir (51). 2022 yılında güncel bir sistematik derleme, HKHT hastalarına uygulanan egzersiz müdahalelerini içeren 25 çalışmayı incelemiştir. Analiz edilen programların çoğu denetlenen, çok bileşenli (birincil unsur olarak kuvvetlendirme ve aerobik eğitim, ikincil olarak germe, gevşeme ve günlük yaşam aktiviteleri), haftada 2 ile 7 gün arasında bir frekans aralığında, 5 ile 18 hafta süren, 15 ile 60 dakikalık seanslarla gerçekleştirilmiştir. Sistematik derlemenin en önemli sonucu, egzersiz programı müdahalelerinin güvenli olması ve kanserli ve HKHT geçiren yetişkin hastalarda kardiyorespiratuar uygunluk, kas kuvveti ve fonksiyonel hareketlilik durumunda olumlu değişiklikler yaratmasıdır. Ayrıca, egzersiz eğitim programları, kardiyolojik ve kas koruyucu bir etkiye sahip olabileceği gibi, HKHT komplikasyonlarının önlenmesi ve kontrolü üzerinde de etkiye sahiptir (52).

Dimeo ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, çocuklarda aerobik egzersizler için bisiklet ergometresi kullanılmıştır. Sonuç olarak çocuklarda aerobik egzersizlerin herhangi bir komplikasyona yol açmadığı vurgulanmıştır. Bununla birlikte egzersizin immün sistemi olumlu yönde etkilediği ancak daha fazla çalışma yapılmasının yararlı olduğu rapor edilmiştir (35). Yine 8 hafta süresince çocuklarla yapılan bir çalışmada, top ve grup oyunları, yürüme, koşma, zıplama, bisiklet ergometresinde aerobik egzersiz yaptırılmıştır. Sonuçta yaşam kalitesinin arttığı belirtilmiştir (53). 2010 yılında 3 haftalık allojenik HKHT için hastane içi egzersiz müdahalesinin bağışıklık hücresi iyileşmesi ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkisi

incelenmiştir. Çocuklara hastanede kaldığı süre boyunca aerobik ve dirençli egzersizler uygulanmıştır. Seanslar ortalama 10-40 dakika sürmüştür. Ayrıca katılımcılar haftada 2 kez arm curl, bench press, squat, köprü kurma gibi kuvvetlendirme egzersizleri yapmışlardır. Her bir egzersiz 12-15 tekrarlı yapılmıştır. Aerobik egzersiz eğitimi de bisiklet ergometresi ile verilmiş ve yağsız vücut kütleinde artma sayesinde vücut kütle indeksinde artmanın görüldüğü öne sürülmüştür. Bununla birlikte vücut kompozisyonunda da egzersizin etkili olabileceği rapor edilmiştir (54). 2011 yılında yapılan bir çalışmada ise, çocuklara 10 dakikalık bir bisiklet ergometresi uygulanmış ardından da kuvvetlendirme egzersizleri yapılmıştır. Tipi, süresi ve yoğunluğu ise her çocuğun performansına göre bireysel olarak ayarlanmıştır. Bu program ortalama 11 seans uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda çocuklarda yorgunluk algısı azalmış, yaşam kalitesi artmıştır (55). Güncel çalışmalar incelendiğinde, çocukluk döneminde tüm vücut ışınlama ile HKHT geçiren bireylere transplantasyondan 8,4 yıl sonra 6 aylık haftada 3 kez, 45-60 dakikadan oluşan aerobik ve dirençli egzersiz eğitimi almışlardır. En az 15 dakika kendi seçtikleri bir orta şiddetli aerobik aktiviteyi gerçekleştirmişler ardından en az 30 dakika olacak şekilde progresif dirençli egzersizlerden oluşmuştur. Her bir set 18-20 tekrar ile başlamış ve performansa göre artırılmıştır. Denetimli 6 aylık kombine direnç ve aerobik egzersiz eğitimi, katılımcılarda kardiyorespiratuar dayanıklılığı, insülin direncini ve yaşam kalitesini önemli ölçüde iyileştirmiştir. Vücut kompozisyonunda ise herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir (56). Kanseri çocuklarda hastane içinde yapılan denetimli egzersizin etkisinin incelendiği bir çalışmaya 118 çocuk dahil edilmiştir. Program yaklaşık 60 dakikalık beş haftalık seanslardan oluşmuştur. Her seans 10 dakikalık bir ısınmayla başlamış ve aynı özelliklerde bir soğuma ile bitirilmiştir. Aerobik eğitim 25 dakika bisiklet ergometresinden veya alt ekstremitesi ampute olan çocuklarda kol hareket ettirme egzersizinden oluşmuştur. Ardından 15 dakika bacak uzatma, yarım squat, diz üzerinde plank, köprü kurma, dirsek ekstansiyonu, sınav gibi kuvvetlendirme egzersizleri yapmışlardır. Setler arasında 1 dakikalık dinlenme ile egzersiz başına 12-15 tekrardan oluşan üç set gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonunda her iki transplantasyon türü için de egzersiz eğitiminin güvenli ve iyi tolere edilebilir olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, allojenik HKHT sonrası enfeksiyon riskinin azaldığı da belirtilmiştir (57). 2021 yılında yayınlanan bir sistematik derleme, 3-19 yaşları arasında HKHT uygulanan çocuk ve ergenlerle yapılan çalışmaları değerlendirmiştir. Aerobik ve kuvvetlendirme egzersizlerini içeren toplam 7 çalışma incelemeye dahil edilmiştir. Seansların sıklığı haftada 3 ile 5 kez arasında değişmiş ve her biri 20 ile 50 dakika sürmüştür. İncelenen çalışmalara göre egzersiz uygulaması kardiyopulmoner kapasite ve kas iskelet sistemi fonksiyonunu iyileştirmiştir. Bu çalışma da doğru şekilde uyarlanmış bir programın hastaneye yatıştan bu yana haftada 3-5 kez aerobik, esneklik ve kuvvetlendirme egzersizlerinden oluşmasının yararlı olacağı ve bunların hastaneden taburcu olduktan sonra da güvenli ve uygulanabilir olduğunu göstermektedir (58).

Elde edilen veriler, çocuklar ve yetişkinler için HKHT öncesi ve sonrası egzersiz eğitiminin güvenli olmasının yanında, çeşitli modalitelerin kullanıldığını, egzersiz programlarının içeriğinin farklılık gösterdiğini ve egzersiz sürelerinin değişebildiğini göstermektedir. Bu bulgular, hastaların özel ihtiyaçlarına ve fiziksel durumlarına uygun egzersiz programlarının tasarlanması için önemli bir çeşitlilik sunmaktadır. Ayrıca, literatürde

yapılan incelemeler ve klinik gözlemler, bireylerin egzersiz kapasitesi ile üst ekstremitte kas kuvveti ve fonksiyonlarının, alt ekstremitteye göre daha çok etkilendiğini göstermektedir. Bununla birlikte, egzersizin hangi aşamada başladığının da önemli bir faktör olduğunu ve özellikle transplantasyon öncesinde veya ardından uygulandığında daha etkili olduğu sonucuna ulaşmaktadır. Bu erken başlama yaklaşımının, hastaların tedavi süreçlerini daha etkili bir şekilde destekleyebileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, aerobik egzersizlerin kas kuvvetini artırma, egzersiz kapasitesini geliştirme ve yaşam kalitesini yükseltme konularında olumlu etkilere sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, hematolojik malignite hastalarına uygulanan egzersiz programlarının tasarımında ve yönlendirilmesinde önemli bir rehber sunmaktadır. Bu rehberler, hastaların daha iyi bir yaşam kalitesine ve tedavi süreçlerinin daha etkili bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayabilir.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

HKHT, hematolojik hastalıkların tedavisinde ve hastaların sağlıklarını yeniden kazanmasına büyük katkı sağlayan bir yöntem haline gelmiştir. Ancak transplantasyon sonrası çeşitli komplikasyonlar gelişebilir ve hastaların yaşam standartlarında düşüş gözlenebilir. Rehabilitasyon uygulamalarındaki temel amaç bu komplikasyonları yöneterek, bireylerin rahatsızlıklarla baş etmesini kolaylaştırmak ve bu sorunları en aza indirmektir. Araştırmalar, transplantasyon sonrası fiziksel aktivite ve egzersiz programlarının, hastaların egzersiz kapasitesini artırarak yaşam kalitelerini iyileştirebileceğini ve olası komplikasyonların önlenmesine yardımcı olabileceğini göstermektedir. Bu noktada, özellikle aerobik egzersizlerin kullanılması büyük önem taşır. Aerobik egzersiz eğitimi, kas kuvveti, yorgunluk, egzersiz kapasitesi, fonksiyonel kapasite ve yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkilere sahiptir. Bu sebeple HKHT geçiren hastalar için aerobik egzersiz eğitimi, bu zorlu sürecin başarıyla atlatılmasına yardımcı olabilecek güçlü bir tedavi yaklaşımı olup tedavinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Sonuç olarak, aerobik egzersiz eğitimi HKHT geçiren hastalarda uygulanabilecek güvenli ve etkili bir yöntemdir.

#### KAYNAKÇA

- [1] Balassa, K., Danby R, Rocha V., Haematopoietic stem cell transplants: principles and indications, Br J Hosp Med., January,2,01,2019.
- [2] YEŞİLİPEK, M.A., Çocuklarda hematopoetik kök hücre nakli, Turk Pediatri Ars., June,1,06,2014.
- [3] Andrykowski, M.A., Mcquellon, R.P., *Psychosocial issues in hematopoietic cell transplantation*, Thomas, hematopoietic cell transplantation, Blackwell, 2004.
- [4] Gratwohl, A., Baldomero, H., Aljurf, M., Pasquini, MC., Bouzas, LF., Yoshimi, A., Hematopoietic stem cell transplantation: a global perspective, JAMA, April, 28,04,2010.
- [5] Schoemans, H., Theunissen, K., Maertens, J., Boogaerts, M., Verfaillie, C., Wagner, J., Adult umbilical cord blood transplantation: a comprehensive review, Bone Marrow Transplant, July, 2,07,2006.

- [6] Majolino, I., Aversa, F., Bacigalupo, A., Bandini, G., Arcese, W., Reali, G., Allogeneic transplants of rhG-CSF-mobilized peripheral blood stem cells (PBSC) from normal donors, GITMO, January,01,1995.
- [7] Akpek, G., Allojenik kök hücre nakli kararı öncesinde değerlendirilmesi gereken hususlar, Türk Hematoloji Derneği Dergisi, 2011.
- [8] Majhail, N.S., Mothukuri, J.M., Brunstein, C.G., Weisdorf, D.J., Costs of hematopoietic cell transplantation: comparison of umbilical cord blood and matched related donor transplantation and the impact of posttransplant complications, Biol Blood Marrow Transplant, May,9,05,2009.
- [9] Lekakis, L., Silva, L., de Lima, M., Novel preparative regimens in hematopoietic stem cell transplantation, Curr Pharm Des., July, 19,07,2008.
- [10] Carreras, E., Dufour, C., Mohty, M., Kröger, N., The EBMT Handbook: Hematopoietic Stem Cell Transplantation and Cellular, Cham (CH), Springer, 2019.
- [11] Körbling, M., Flidner, TM., The evolution of clinical peripheral blood stem cell transplantation, Bone Marrow Transplant,May,05,1997.
- [12] Özkan, A., Primer İmmün Yetmezlik Hastalıkları ve Hematopoetik Kök Hücre Nakli. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, March,1,03,2014.
- [13] Can, A., Kök hücre biyolojisi, türleri ve tedavide kullanımları, Akademisyen Tıp Kitabevi, Ankara,2014.
- [14] Dilek, İ., Arslan, Ö., Gürman, G., Allogeneik Periferik Kök Hücre Transplantasyonu, Van Tıp Dergisi,1998.
- [15] Ural, U., HEMATOPOETİK KÖK HÜCRE, 7. ULUSAL KEMİK İLİĞİ TRANSPLANTASYONU ve KÖK HÜCRE TEDAVİLERİ KONGRESİ, 1-4, Antalya, 2012.
- [16] Yenilmez, E.D., Tuli, A., Kemik İliği Transplantasyonunda Kimerizm Analizi, Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, March,1,03,2014.
- [17] Van Haren, IEPM., Staal, J.B., Potting, C.M., Atsma F., Hoogeboom, T.J., Blijlevens, NMA., Physical exercise prior to hematopoietic stem cell transplantation: A feasibility study, Physiother Theory Pract., October, 3,10,2018.
- [18] Tomblyn, M., Chiller, T., Einsele, H., Gress, R., Sepkowitz, K., Storek, J., Guidelines for preventing infectious complications among hematopoietic cell transplantation recipients: a global perspective, Biol Blood Marrow Transplant, September,9,09,2009.
- [19] Battiwalla, M., Tichelli, A., Majhail, N.S., Long-Term Survivorship after Hematopoietic Cell Transplantation: Roadmap for Research and Care, Biol Blood Marrow Transplant, February,1,02,2017.
- [20] Kirchhoff, A.C., Leisenring, W., Syrjala, K.L., Prospective predictors of return to work in the 5 years after hematopoietic cell transplantation, J Cancer Surviv, March,1,03,2011.
- [21] Syrjala, K.L., Langer, S.L., Abrams, J.R., Storer, B., Sanders, J.E., Flowers, M.E.D., Recovery and long-term function after hematopoietic cell transplantation for leukemia or lymphoma, JAMA, May,19,05,2004.

- [22] Paul, K.L., Rehabilitation and exercise considerations in hematologic malignancies, *Am J Phys Med Rehabil.*, May,2011.
- [23] Bergenthal, N., Will, A., Streckmann, F., Wolkewitz, K.D., Monsef, I., Engert, A., Aerobic physical exercise for adult patients with haematological malignancies, *Cochrane Database Syst Rev.*, November, 11,11,2014.
- [24] Morishita, S., Kaida, K., Tanaka, T., Itani, Y., Ikegame, K., Okada, M., Prevalence of sarcopenia and relevance of body composition, physiological function, fatigue, and health-related quality of life in patients before allogeneic hematopoietic stem cell transplantation, *Support Care Cancer*, April, 12,04,2012.
- [25] Rupnik, E., Skerget, M., Sever, M., Zupan, I.P., Ogrinec, M., Ursic, B., Feasibility and safety of exercise training and nutritional support prior to haematopoietic stem cell transplantation in patients with haematologic malignancies, *BMC Cancer*, December,1, 12,2020.
- [26] James, M.C., Physical therapy for patients after bone marrow transplantatio,. *Phys Ther.*, June, 1, 06, 1987.
- [27] Cunningham, B.A., Hutchinson, M., Buerge, N., Effects of physical therapy on body composition during nutritional support in bone marrow transplantation, *JPEN*, 1980.
- [28] Dimeo, F.C., Tilmann, M.H., Bertz, H., Kanz, L., Mertelsmann, R., Keul, J., Aerobic exercise in the rehabilitation of cancer patients after high dose chemotherapy and autologous peripheral stem cell transplantation, *Cancer*, May, 1,05, 1997.
- [29] Dittmer, D.K., Teasell, R., Complications of immobilization and bed rest. Part 1: Musculoskeletal and cardiovascular complications, *Can Fam Physician*, June,06,1993.
- [30] Wiskemann, J., Huber, G., Physical exercise as adjuvant therapy for patients undergoing hematopoietic stem cell transplantation, *Bone Marrow Transplant*, November,19,11,2007.
- [31] Steinberg, A., Asher, A., Bailey, C., Fu, J.B., The role of physical rehabilitation in stem cell transplantation patients, *Supportive Care in Cancer*, August, 14,08,2015.
- [32] Beyazova, M., Kutsal, Y.G., Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon, Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2016.
- [33] Riebe, D., Franklin, B.A., Thompson, P.D., Garber, C.E., Whitfield, G.P., Magal, M., Updating ACSM's Recommendations for Exercise Preparticipation Health Screening, *Med Sci Sports Exerc.*, November,1,11,2015.
- [34] Ardıç, F., Egzersiz Eğitiminin Temel İlkeleri, Kardiyopulmoner Rehabilitasyon, US Akademi, İzmir,2022.
- [35] Dimeo, F., Fetscher, S., Lange, W., Mertelsmann, R., Keul, J., Effects of aerobic exercise on the physical performance and incidence of treatment-related complications after high-dose chemotherapy, *Blood*, November, 1,11,1997.
- [36] Elter, T., Stipanov, M., Heuser, E., Von Bergwelt-Baildon, M., Bloch, W., Hallek, M., Is physical exercise possible in patients with critical cytopenia undergoing intensive chemotherapy for acute leukaemia or aggressive lymphoma?, *Int J Hematol*, July,24,07,2009.



- [37] Baumann, F.T., Zopf, E.M., Nykamp, E., Kraut, L., Schüle, K., Elter, T., Physical activity for patients undergoing an allogeneic hematopoietic stem cell transplantation: benefits of a moderate exercise intervention, *Eur J Haematol.*, May,4,05,2011.
- [38] Dimeo, F., Bertz, H., Finke, J., Fetscher, S., Mertelsmann, R., Keul, J., An aerobic exercise program for patients with haematological malignancies after bone marrow transplantation, *Bone Marrow Transplant.*, December,12, 1996.
- [39] Cunningham, B.A., Morris, G., Cheney, C.L., Buerger, N., Aker, S.N., Lenssen, P., Effects of resistive exercise on skeletal muscle in marrow transplant recipients receiving total parenteral nutrition, *JPEN J Parenter Enteral Nutr.*, November,1,11,1986.
- [40] Knols, R.H., de Bruin, E.D., Uebelhart, D., Aufdemkampe, G., Schanz, U., Stenner-Liewen, F., Effects of an outpatient physical exercise program on hematopoietic stem-cell transplantation recipients: a randomized clinical trial, *Bone Marrow Transplant.*, September,06,09,2011.
- [41] Persoon, S., Kersten, M.J., van der Weiden, K., Buffart, L.M., Nollet, F., Brug, J., Effects of exercise in patients treated with stem cell transplantation for a hematologic malignancy: a systematic review and meta-analysis, *Cancer Treat Rev.*, March, 1,03,2013.
- [42] Wiskemann, J., Kleindienst, N., Kuehl, R., Dreger, P., Schwerdtfeger, R., Bohus, M., Effects of physical exercise on survival after allogeneic stem cell transplantation, *Int J Cancer*, December, 19,12,2015.
- [43] Morishita, S., Kaida, K., Yamauchi, S., Wakasugi, T., Ikegame, K., Ogawa, H., Relationship of physical activity with physical function and health-related quality of life in patients having undergone allogeneic haematopoietic stem-cell transplantation, *Eur J Cancer Care*, July,1,07,2017.
- [44] Barđı, G., Güçlü, M., Hematopoetik kök hücre nakli alıcılarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin egzersiz kapasitesi ve yaşam kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2017.
- [45] Liang, Y., Zhou, M., Wang, F., Wu, Z., Exercise for physical fitness, fatigue and quality of life of patients undergoing hematopoietic stem cell transplantation: a meta-analysis of randomized controlled trials, *Jpn J Clin Oncol.*, December,01,12,2018.
- [46] van Dongen, J.M., Persoon, S., Jongeneel, G., Bosmans, J.E., Kersten, M.J., Brug, J., Long-term effectiveness and cost-effectiveness of an 18-week supervised exercise program in patients treated with autologous stem cell transplantation: results from the EXIST study, *J Cancer Surviv.*, August, 15, 08,2015.
- [47] Yildiz, V., Goker, H., Duger, T. Effects of partly supervised and home-based exercise program in patients undergoing hematopoietic stem cell transplantation: a case-control study, *Support Care Cancer*, December,01,12,2020.
- [48] Kisch, A., Jakobsson, S., Forsberg, A., Implementing a Feasible Exercise Programme in an Allogeneic Haematopoietic Stem Cell Transplantation Setting-Impact on Physical Activity and Fatigue, *Int J Environ Res Public Health*, June,2,6,2020.



- [49] Mina, D.S., Dolan, L.B., Lipton, J.H., Au, D., Pérez, E.C., Franzese, A., Exercise before, during, and after Hospitalization for Allogeneic Hematological Stem Cell Transplant: A Feasibility Randomized Controlled Trial, *J Clin Med.*, June, 1,06,2020.
- [50] Fioritto, A.P., Oliveira, C.C., Albuquerque, V.S., Almeida, L.B., Granger, C.L., Denehy, L., Individualized in-hospital exercise training program for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation: a feasibility study, *Disabil Rehabil.*, February,2,2021.
- [51] Kasravi, K., Ghazalian, F., Gaeini, A., Hajifathali, A., Gholami, M., A Comparison of the Effect of Two Types of Continuous and Discontinuous Aerobic Exercise on Patients' Stem Cell Mobilization before Autologous Hematopoietic Stem Cell Transplantation, *Int J Hematol Oncol Stem Cell Res.*, January,1,01,2021.
- [52] Morales-Rodriguez, E., Pérez-Bilbao, T., San Juan, A.F., Calvo, J.L., Effects of Exercise Programs on Physical Factors and Safety in Adult Patients with Cancer and Haematopoietic Stem Cell Transplantation: A Systematic Review, *Int J Environ Res Public Health*, January,24,01,2022.
- [53] San Juan, A.F., Chamorro-Viña, C., Maté-Muñoz, J.L., Fernández Del Valle, M., Cardona, C., Hernández, M., Functional capacity of children with leukemia, *Int J Sports Med.*, September,18,09,2007.
- [54] Chamorro-Vina, C., Ruiz, J.R., Santana-Sosa, E., González Vicent, M., Madero, L., Pérez, M., Exercise during hematopoietic stem cell transplant hospitalization in children. *Med Sci Sports Exerc.*, June,2010.
- [55] Rosenhagen, A., Bernhörster, M., Vogt, L., Weiss, B., Senn, A., Arndt, S., Implementation of Structured Physical Activity in the Pediatric Stem Cell Transplantation, *Klin Padiatr.*, May,1,05,2011.
- [56] Davis, N.L., Tolfrey, K., Jenney, M., Elson, R., Stewart, C., Moss, A.D., Combined resistance and aerobic exercise intervention improves fitness, insulin resistance and quality of life in survivors of childhood haemopoietic stem cell transplantation with total body irradiation, *Pediatr Blood Cancer*, December,1,12,2020.
- [57] Morales, J.S., Vicent, M.G., Valenzuela, P.L., Castillo-García, A., Santana-Sosa, E., Lassaletta, A., Tailored Exercise during Hematopoietic Stem Cell Transplantation Hospitalization in Children with Cancer: A Prospective Cohort Study, *Cancers (Basel)*, October,1,10,2020.
- [58] Lago, ASD., Zaffarani, C., Mendonça, J.F.B., Moran, C.A., Costa, D., Gomes, ELFD., Effects of physical exercise for children and adolescents undergoing hematopoietic stem cell transplantation: a systematic review and meta-analysis, *Hematol Transfus Cell Ther.*, July,07,2021.

## OBSTRÜKTİF UYKU APNE SENDROMLU EPİLEPTİK HASTALARDA FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON UYGULAMALARI

Fzt, CANSU ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Prof. Dr. BETÜL TAŞPINAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, ozdemircnsu@gmail.com – ORCID ID: 0009-0000-8908-5941

<sup>2</sup>İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, ptbetul@gmail.com – ORCID ID: 0000-0002-3106-2285

### ÖZET

Obstrüktif uyku apne sendromu (OUAS), gece boyunca tekrarlayan tam veya kısmi üst solunum yolu tıkanıklıkları ile tanımlanan bir solunum uyku bozukluğudur. Klinik semptomları arasında horlama, huzursuz uykular, gündüz aşırı uykululuk, gece uykusundan sık uyanma ve çeşitli duygudurum bozuklukları bulunur. Epilepsi ve OUAS arasındaki ilişki karmaşık olup henüz tam olarak anlaşılacak kadarla birlikte epilepsi hastalarının yüksek oranda OUAS'a sahip olduğu belirlenmiştir. Literatürde uyku apnesi tedavisinin epilepsi kontrolünü kolaylaştırabileceğine dair kanıtlar bulunmaktadır. OUAS'lı epilepsi hastalarında, hastalık yönetimi, uyku ve yaşam kalitesini artırmak için çeşitli modaliteler kullanılabilir. Bu derlemenin amacı OUAS'lı epileptik hastalarda fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının etkinliğini incelemektir. Ekim 2023-Kasım 2023 tarihleri arasında 'uyku apne sendromları, epilepsi, solunum terapisi, egzersiz' anahtar kelimeleri kullanılarak 'PubMed, Scopus ve Google Akademik' üzerinden elektronik veri tabanları tarandı. OUAS ve epilepsinin eşlik ettiği bu kombine durumda fizyoterapi uygulamalarının etkisi literatürde açıkça belirtilmemekle birlikte OUAS kontrolünün epilepsi hastalarının yaşam kalitesini olumlu yönde etkileyebileceği belirtilmektedir. Solunum kas eğitimi ve egzersiz eğitimi bu süreçte oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Literatürde yapılan çalışmalar genellikle aerobik egzersizlerin bireylerin fiziksel ve mental sağlığını iyileştirmenin yanı sıra daha iyi bir konfor ve fiziksel kapasite sağladığını göstermektedir. Sonuç olarak, egzersiz programları hazırlanırken, epilepsi hastalarının risk faktörleri göz önünde bulundurularak, hafif-orta şiddette aerobik egzersizlere odaklanılmalıdır. Ancak, bu alandaki çalışmaların sayısının sınırlı olması ve her bireyin durumunun farklı olması nedeniyle, solunum kas eğitimi ve egzersizin OUAS'lı epileptik hastalarda uygulama yöntemine dair daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Uyku apne sendromları, epilepsi, solunum terapisi, egzersiz.

### Obstrüktif Uyku Apne Sendromu

Obstrüktif uyku apne sendromu (OUAS), gece boyunca meydana gelen üst solunum yolu kollapsının kısmi veya tam tekrarlayan atakları ile karakterize bir solunum uyku bozukluğudur (1,2). OUAS, solunum eforu ile ilişkili olarak hipopne veya apne ile kendini gösterir. Obstrüktif olaylar, üst solunum yolundaki hava akımının 10 saniye boyunca en az %30 azalmasına ve kandaki oksijen saturasyon değerinin en az %4 düşmesine (hipopne) veya 10 saniye süre ile tamamen kesilmesine (apne) neden olur. Bu durumda, oksihemoglobinin desaturasyonu ve uykunun bölünmesi meydana gelir (3). Hipopne/apne olayları sırasında, zayıf alveolar

ventilasyon arteriyel kandaki oksijen saturasyonunu azaltır ve karbondioksitte kademeli bir artış olur (4,5). OUAS, kardiyovasküler problemler, diyabet, inme, erken ölüm, bilişsel işlevlerin azalması ve yaşam kalitesi için bir risk faktörü haline gelir (6–8). Tüm bunların yanı sıra gündüzleri bireyde aşırı uykululuk haline sebep olabilir. OUAS için birçok risk faktörü bulunmaktadır. Öne çıkan risk faktörleri:

- 1. Erkek cinsiyet:** Erkeklerde, kadınlara göre OUAS gelişme riski daha yüksektir. Ancak, postmenopozal dönemde vücut kütle indeksi (VKİ), yaş veya diğer risk faktörleri sebebiyle kadınlarda bu risk artabilir (9).
- 2. Obezite:** Obezite, OUAS için temel bir risk unsuru olarak öne çıkmaktadır. Vücut kütle indeksinin (VKİ) yüksek olması, genellikle boynun çevresindeki yağ birikiminin artmasıyla ilişkilidir. Bu durum, üst solunum yolu tıkanıklığına neden olabilir (10).
- 3. İleri yaş:** Yaş ilerledikçe, kas tonusu azalabilir ve genel olarak OUAS gelişme riski artabilir. Orta yaştakilere (30-64 yıl) kıyasla yaşlı bireylerde 2 ile 3 kat daha yüksek prevalans vardır. Hastalık prevalansının yaşla birlikte istikrarlı bir şekilde arttığı ancak 60 yaşından sonra bir platoya ulaştığı gösterilmiştir (11).
- 4. Anatomik faktörler:** Visseral obezite, retrognati, yumuşak damak gevşekliği ve makroglossi gibi anatomik faktörler de OUAS için risk oluşturabilir. Bu faktörler, üst solunum yolu tıkanıklığına sebebiyet verebilir (12).
- 5. Genetik yatkınlık:** OUAS'a ailesel yatkınlık, etkilenen akrabaların sayısı ile artış gösterir. Yani, bireyin OUAS riski, etkilenen akraba sayısı arttıkça istikrarlı bir şekilde artmaktadır (13).
- 6. Sigara ve alkol tüketimi:** Sigara içmek ve aşırı alkol tüketimi, üst solunum yolu kas tonusunu olumsuz etkileyebilir ve OUAS riskini artırabilir (14,15).

### OUAS Klinik Semptomları

Uzun yıllar boyunca tekrarlanan uyku apnesi atakları, periyodik hipoksi ve uykunun bölünmesi; özellikle beyin ve kardiyovasküler sistemler de dahil olmak üzere farklı organ ve sistemlerin fonksiyonlarını olumsuz etkileyebilir. Uyku apnesinin genellikle görülen belirtileri arasında horlama, huzursuz uykular, gündüz aşırı uykululuk, gece uykusundan sık uyanma, sinirlilik, depresyon, hafıza eksiklikleri, konsantrasyon zorlukları ve azalmış uyanıklık bulunmaktadır. Bu belirtilerin klinik sonuçları arasında iş verimliliğinde azalma ve yaşam kalitesinde düşüşler yer almaktadır (16). Uyku apnesi olan bireylerle aynı yaş ve cinsiyetteki sağlıklı bireyler karşılaştırıldığında, uyku apnesi olan bireylerde yaşam kalitesinde azalma gözlenmiştir (17). Hafif şiddette uyku apnesi olan vakalarda, hastalığa bağlı olarak davranışsal bozulmalar, daha düşük işlevsellik ve zayıf psikolojik uyumla ilişkilendirilen yaşam kalitesinde bir düşüş bulunmuştur (18). Ayrıca, birçok hasta bilişsel ve nörodavranışsal işlev bozuklukları, konsantrasyon eksikliği, hafıza bozukluğu, sinirlilik ve depresyon gibi duygusal değişikliklere maruz kalabilir. Bu durum, yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyerek bireyin performansını olumsuz yönde etkileyebilir (19).

## OUAS Tanı ve Tedavi Yöntemleri

OUAS şüphesi olan olguların değerlendirilmesi için detaylı bir hikâye alımı ve klinik muayene önemlidir. Hasta hikayesi ve klinik muayene, semptomların şiddeti, sıklığı, uyku düzeni ve genel sağlık durumu gibi önemli bilgileri sağlar. Ancak, teşhisin doğrulanması ve tedavi planının belirlenmesi için objektif verilere dayalı testlerin kullanılması kritik öneme sahiptir (20). Radyolojik olarak tıkanıklık seviyesini belirlemek için lateral sefalometri, floroskopi, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans gibi çeşitli yöntemler kullanılabilir. Ancak, altın standardın polisomnografi olduğunu belirtmek önemlidir. Bu prosedürde, özel hazırlanan odalarda teknisyen nezaretinde uykuya dalan hastaların EKG, EEG, solunum hızı ve amplitüdü, kan oksijen saturasyonu, göğüs ve ayak hareketleri kaydedilir. Bu işlem, hastalığın kesin tanısını koymakla kalmaz, aynı zamanda apne-hipopne indeksi (AHI) oluşturularak hastalığın tipi ve derecesini standardize eder (21). Bu indekse göre OUAS;

**AHI 5-15:** Hafif derece

**AHI 16-30:** Orta derece

**AHI>31:** Ağır derece olarak sınıflandırılabilir.

Tedavinin ilk aşaması, OUAS'a yönelik risk faktörlerini azaltmaya yönelik önlemleri içerir. Ayrıca, OUAS ile ilişkilendirilen kronik hastalıkların etkili bir şekilde tedavi edilmesi de önemlidir. Orta veya şiddetli OUAS, artmış mortalite riski nedeniyle her zaman tedavi edilmelidir. Semptomatik hastalarda veya kronik hastalıklara sahip bireylerde hafif OUAS tedavisi düşünülmelidir. Amerikan Uyku Tıbbı Akademisi (AASM), OUAS'ın tüm şiddetleri için tercih edilen tedavi yöntemi olarak pozitif hava yolu basıncını (PAP) önermektedir. Bu tedavi genellikle sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP) olarak uygulanır (22). Ancak belirli hastalar için otomatik titrasyon (APAP) ve iki seviyeli (BPAP) PAP modları da mevcuttur. CPAP'a ek olarak, alternatif tedaviler arasında oral cihazlar, cerrahi prosedürler ve davranışsal tedaviler bulunmaktadır. Bu çeşitli tedavi seçenekleri, hastanın durumuna ve ihtiyaçlarına göre kişiselleştirilebilir bir tedavi planının oluşturulmasına olanak tanır (23).

- ✓ **Pozitif Hava Yolu Basıncı (PAP):** Pozitif havayolu basıncı (PAP) tedavisi OUAS tedavisinde en temel tedavi yaklaşımıdır. Gece boyunca meydana gelen apne olaylarını ve aralıklı hipoksiyi ortadan kaldırmak, OUAS'ı etkili bir şekilde kontrol etmenin temel hedefidir. PAP cihazları, üst hava yolundaki basıncı belirli bir kritik değerin üzerine çıkararak, kişinin üst hava yolunun açık kalmasına destek olur (24). PAP tedavisi, AHI >15 olan tüm hastalarda endikedir, bu durum komorbiditelerin varlığı, meslek ve semptom şiddetinden bağımsızdır. AHI 5-20 arasında olan bireylerde, eşlik eden semptomlara bağlı olarak CPAP tedavisi düşünülmektedir. AHI >20 olan bireylerde ise CPAP kullanımı önerilir (25).
- ✓ **Davranışsal Terapi:** Kilo kaybı, pozisyonel terapi ve alkol/sakinleştiricilerden kaçınma gibi davranışsal tedaviler OUAS için yardımcı olabilir. VKİ'nin 25 veya daha az olması ideal kabul edilir (26). Pozisyon tedavisi, özellikle pozisyonel OUAS olanlarda semptomları azaltmada etkili bir yöntemdir. Sırt üstü yatışı önlemek için kullanılan araçlar arasında alarm, yastık, tenis topu ve sırt çantası bulunur. Sırt üstü pozisyonunda uyku, OUAS

semptomlarını %56 oranında artırabilir. Sırt üstü belirtisi olan OUAS hastalarında pozisyonel tedavinin etkinliği, diğer pozisyonlarda rahatça uyuyabilme becerisine bağlıdır. CPAP tedavisini tolere edemeyen hafif ve orta şiddetli OUAS hastalarında ise yaygın olarak ikincil tedavi olarak kullanılır (27,28).

- ✓ **Ağız İçi Araç Uygulamaları:** Oral veya mandibular repozisyonlama araçları, mandibulayı öne doğru ilerleterek üst solunum yolunu genişleterek OUAS'ı tedavi etmek üzere tasarlanmıştır. Oral aparatların, etkisi CPAP kadar güçlü olmasa da horlama, hafif OUAS ve hatta orta derecede OUAS için kabul edilebilir bir alternatif tedavi olarak değerlendirilebilir (29). Ancak düşük etkinlik nedeniyle, şiddetli OUAS'lı hastalarda yalnızca CPAP denemesi yapıldıktan ve başarısız olduktan sonra ikinci basamak tedavi olarak düşünülmelidir. Bu araçlar, uyku sırasında üst solunum yolu kollaps riskini azaltmak amacıyla çeneyi genişleterek çalışır (30).
- ✓ **Cerrahi Tedavi:** OUAS tedavisinde ilk tercih edilen yöntemler genellikle cerrahi tedavilerdir. Bu tedaviler, çeşitli üst solunum yolu rekonstrüktif veya bypass prosedürlerini içerir ve genellikle bölgesel veya aşamalı bir yaklaşımı benimser. Hafif şiddetli OUAS'lı hastalarda, özellikle ciddi obstrüksiyona neden olan anatomik özelliklere sahip olanlarda, cerrahi müdahale düşünülebilir (31). Genel olarak, trakeostomi OUAS'ın altın standart tedavisi olarak kabul edilir, ancak çeşitli etkileri nedeniyle çoğu hasta tarafından tercih edilmez (32).

### OUAS ve Epilepsi

Epilepsi, genellikle beyindeki nöronların aşırı veya hipersenkron uyarılabilirliği sonucu ortaya çıkan, sınırlı süreli nöbetlerle karakterize klinik bir durumdur (33). Gelişmekte olan ülkelerde epilepsi prevalansı yılda 61-121/100.000 arasında değişmektedir; bununla birlikte, gelişmiş ülkelerde bu oran 41-50/100.000 aralığındadır. (34). Epileptik sendromlar, kendine özgü nörolojik ve elektroensefalografik (EEG) bulgularla tanımlanan belirtiler ve semptomlar bütünüdür. Bu sendromlar arasında ortak bir etiyoloji ve prognoz bulunmaz. Epilepsi tanımından ayrı tutulan durumlar arasında sistemik metabolik bozukluğa bağlı akut semptomatik nöbetler, febril nöbetler ve yenidoğan nöbetleri bulunmaktadır (35).

Uyku ve epilepsi, birbirini etkileyen kompleks bir ilişki içindedir. Sadece epilepsi hastalığı değil, antiepileptik ilaçların kullanımı da uyku düzenini ve organizasyonunu etkileyebilir (33). Bu durum, uykuya dalma zorluğu, sık uyanmalar, uykulu kalkma ve gün içinde aşırı uykulu olma gibi yaygın şikayetlere neden olabilir. Uyku bozuklukları, nöronal uyarılabilirliği kolaylaştırabilir, serebral kan akımını azaltabilir, hipoksemi ve uyku depresyonuyla birlikte epileptik nöbet sıklığını ve şiddetini artırabilir (36). Çeşitli araştırmalarda, epilepsi hastalarının yüksek oranda obstrüktif uyku apne sendromuna sahip olduğu belirlenmiştir (37,38). Bunun yanında, epileptik çocuk hastalarının %83'ünde horlama, %32,5'inde obstrüktif uyku apnesi ve %20'sinde üst hava yolu rezistansı sendromu gözlemlenmiştir (39). Literatürdeki çalışmalar, epilepsi ile OUAS arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu iki hastalık arasında sebep-sonuç ilişkisi kurulamamış olmasına rağmen, birbirlerini olumsuz etkileyen resiprokal süreçlerle sıklıklarını artırdıkları düşünülmektedir. OUAS, epilepsiyi şiddetlendirebilecek bir faktör olarak ortaya çıkabilir, çünkü uyku yoksunluğu, nöronal uyarılabilirliği artırarak nöbet sıklığını artırabilir (40-42). Ayrıca,



OUAS'ın doğal uyku-uyanıklık döngüsünü bozabilmesi, nöbet riskini daha da artırabilir. OUAS'ın epilepsiyi etkileme mekanizmalarından biri de hipoksemiye yol açabilmesidir. Özellikle OUAS'daki apneik ataklar sırasında hava yolu çöktüğünde ve solunum birkaç saniye durduğunda, hipoksemi ortaya çıkabilir. Bu durum beyin hücrelerine zarar verebilir ve bu durum, nöbetlerin daha sık ortaya çıkmasına sebep olabilir (43,44). Epilepsi, OUAS'ı şiddetlendirebilecek bir diğer faktördür. Nöbetler, özellikle gece, uykuyu bozabilir ve uykusuzluğa sebep olabilir. Ayrıca, nöbetler üst solunum yolu kaslarını zayıflatabilir, bu da OUAS'ı daha da kötüleştirir (45). Ek olarak, anti-epileptik ilaçların OUAS'ı kötüleştirilebileceği bilinmektedir (46,47).

### **OUAS'lı Epileptik Hastalarda Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Uygulamaları**

Epilepsi ve OUAS arasındaki mekanizma çözülememekle birlikte, gerçekleştirilen araştırmalara göre, uyku apnesi tedavisinin epilepsi kontrolünü kolaylaştırabileceğine dair kanıtlar bulunmaktadır. Epilepsi cerrahisi öncesinde yapılan polisomnografi sonuçlarına göre, hastaların %13'ünde orta-ağır düzeyde OUAS tespit edilmiştir. Bu hastalarda uygulanan CPAP tedavisinin dirençli epilepsi durumlarında tedaviye katkı sağladığı gösterilmiştir (38,48). OUAS'lı epilepsi hastalarında, semptomları hafifletmek, semptomların şiddetini azaltmak, hastalık yönetimi ve önemi hakkında hastaları eğitmek, terapatik egzersiz ve günlük fiziksel aktiviteyi teşvik etmek, semptomları şiddetlendirmemek adına gelişmiş uyku hijyenini desteklemek, uyku kalitesini artırmak ve yaşam kalitesini iyileştirmek için çeşitli modaliteler kullanılabilir (49). Ancak, tedavi planı bireyin özel durumuna ve semptomlarına bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu kombine durumda fizyoterapi uygulamalarının etkisi literatürde açıkça belirtilmemiştir ancak rehabilitasyon sürecinde OUAS'ın kontrolünün sağlanması, epilepsi hastalarının yaşam kalitesini olumlu yönde etkileyebilir.

### **Solunum Kas Eğitimi**

OUAS hastalarında solunum kaslarının eğitimi, bilimsel temellere dayalı olarak desteklenmektedir. Bu eğitim, faringeal, interkostal ve diyafragma kaslarını güçlendirerek, uyku sırasında üst solunum yolu obstrüksiyonunu azaltmayı hedefler (50). Epilepsili bireylerde, genel popülasyona göre uykuda solunum bozukluğu prevalansının artmış olabileceği öne sürülmüştür. Ayrıca, epilepsi hastalarında nefes darlığı da ortaya çıkabilen bir semptom olarak gözlenmektedir. Bu durumlar, solunum kas eğitiminin, OUAS'lı epileptik hastalarda semptomların yönetimi için etkili bir strateji olabileceği fikrini desteklemektedir (51).

2016 yılında bir çalışmada CPAP kullanmayan bireylerde inspiratuar kas eğitiminin etkisi araştırılmıştır. Eğitim grubu, P<sub>I</sub>max'ın %75'ine ayarlanmış bir dirence karşı eğitim yapmıştır. Kontrol grubundaki katılımcılar ise, günlük olarak P<sub>I</sub>max'ın %15'ine ayarlanmış bir dirence karşı eğitim yapmışlardır. Eğitim, 6 hafta boyunca sürmüş ve günde 30 nefesi içermiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, eğitim grubunda kan basıncında ve uyku kalitesinde belirgin iyileşmeler rapor edilmiştir (52). 2017 yılında, farklı seviyelerde OUAS olan hastalarda 5 haftalık ekspiratuar kas kuvveti antrenmanının (EMST) uyku apnesi, uyku kalitesi ve solunum kas kuvveti üzerine etkileri araştırılmıştır. Her bir gruba haftada 5 gün boyunca, P<sub>E</sub>max skorunun %75'i seviyesinde eğitim uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda, orta derecede OUAS'lı



katılımcılar, hafif olanlara göre, uyku kalitesi ve ekspiratuar kas kuvvetinde daha büyük bir iyileşme göstermiştir. (53). 2018 yılında OUAS tanılı bireylerde inspiratuar kas eğitiminin egzersiz kapasitesine etkisi incelenmiştir. İMT (Inspiratuar Kas Eğitimi), 12 hafta boyunca orta derecede bir yük (maksimum inspiratuar basıncın %50-60'ı-MIP) gerçekleştirilirken, kontrol grubunda <%20 bir yük kullanılmıştır. Her iki grup için toplam günlük İMT süresi 7 gün/hafta, 2 kez/gün, 30 dakika/gün olarak belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, her iki grupta uyku kalitesinde artış bildirilmiştir ancak fonksiyonel egzersiz kapasitesi veya gündüz aşırı uykululuk üzerinde önemli bir etki bulunamamıştır (54). 2020 yılında gerçekleştirilen bir randomize kontrollü çalışmada, 16 katılımcı inspiratuar kas eğitimi grubu ve kontrol grubu olarak iki ayrı gruba randomize edilmiştir. Eğitim grubu, 8 hafta boyunca progresif direnç kullanılarak eğitim almıştır (eğitimin ilk 2 haftasında maksimal inspiratuar basınç (MIP) %50, üçüncü ve dördüncü haftada %60 MIP, ve son 4 haftada %75 MIP seviyesinde). Çalışmanın sonuçlarına göre, 8 hafta boyunca orta derecede direnç ile yapılan inspiratuar kas eğitimi, AHI ve uyku kalitesinde belirgin iyileşmelere neden olmuş, ayrıca gündüz aşırı uykululuğunu azaltmıştır (55). 2020 yılında yapılan bir sistemik derleme ve meta-analiz, solunum kaslarının eğitiminin OUAS tedavisine yardımcı bir yöntem olabileceğini göstermiştir. Ancak solunum kaslarının eğitiminin OUAS'lı bireylerde uygulanması için etkinlik, endikasyonlar ve protokoller henüz tam olarak belirlenemediğinden kesin bir kanıt bulunmamaktadır (56). Literatürde epilepsili bireylerin solunum fonksiyonları, fiziksel aktiviteleri ve uyku kalitesinin etkilendiği bildirilmiştir (57). Solunum kas eğitimi, solunum kaslarını güçlendirmeyi ve solunum tekniklerini optimize etmeyi amaçlayan bir terapi türüdür. Bu eğitim, hem uykuda solunum bozukluklarının yönetimine yardımcı olabilir hem de nefes darlığı semptomlarını azaltabilir (56). Epilepsili bireylerde solunum kaslarının güçlendirilmesi, genel solunum fonksiyonlarını artırabilir ve bu da yaşam kalitesini olumlu yönde etkileyebilir. Bu bağlamda, solunum kas eğitimi hem uykuda solunum bozukluklarının yönetimi hem de ortaya çıkan semptomların azaltılması açısından OUAS'lı epileptik hastalar için potansiyel bir destekleyici tedavi yöntemi olarak düşünülebilir.

### **Egzersiz Eğitimi**

OUAS'ın yönetiminde birincil tedavi yöntemi olan CPAP'ın yanı sıra, egzersizlerin de OUAS tedavisinde etkili bir yöntem olduğuna dair birçok araştırma bulunmaktadır. Egzersiz, faringeal, interkostal ve diyafragma kaslarını güçlendirerek üst solunum yolu obstrüksiyonunu azaltmayı amaçlar. Yani egzersizler, OUAS semptomlarını hafifletmeye yardımcı olabilir ve tedavi sürecinde destekleyici bir rol oynayabilir (58). Epilepsi hastaları genellikle sedanter bir yaşama sahiptir (59). Düşük fiziksel aktivite, kilo artışına ve obezitenin gelişimine katkıda bulunabilir. Obezite de OUAS riskini artırabilen bir faktördür. Ayrıca, düşük fiziksel aktivite, uyku sırasında solunum yollarının kollaps riskini artırabilir. Yapılan çalışmalarda düşük fiziksel aktivite seviyesinin artmış AHI ile ilişkilendirildiği de gösterilmiştir (60). Ayrıca egzersizin uyku esnasındaki solunum olaylarını iyileştirebileceği ve OUAS'lı hastalarda yaşam kalitesi, uyku kalitesi ve aşırı uykululuk durumunda etkili olabileceği öne sürülmüştür (61). Bu nedenle, OUAS'lı epileptik hastalar için fiziksel aktivitenin artırılması önemli olabilir.

Literatürdeki bazı çalışmalar, çeşitli egzersiz protokollerini içermekle birlikte, özellikle aerobik egzersizlerin, bazı durumlarda kuvvetlendirme egzersizleriyle birleştirildiğinde, OUAS tedavisinde etkili olabileceğini göstermektedir. Aerobik egzersizler, kalp ve akciğer fonksiyonlarını artırarak genel aerobik kapasiteyi artırabilir. Bunun yanı sıra, kilo kontrolüne de katkıda bulunabilir. Kuvvetlendirme egzersizleri ise, solunum kaslarını güçlendirerek uyku sırasında solunum problemlerini azaltabilir. (58,62). 2011 yılında 20 hafif-orta şiddette OUAS'lı katılımcılara aerobik ve solunum egzersizlerinden oluşan bir eğitim verilmiştir. Nefes ve aerobik egzersizlerden oluşan egzersiz programı 12 hafta, 3 gün/hafta, 1.5 saat/gün olarak uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda 12 hafta süreli eğitimin, hafif ve orta şiddetli OUAS olgularında AHI, sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi, uyku kalitesi ve egzersiz kapasitesini iyileştirmede etkili olduğu bildirilmiştir (63). 2012 yılında egzersiz eğitiminin etkisinin incelendiği bir çalışmada, katılımcılar 2 gün/hafta treadmillde aerobik egzersiz, 4 gün/hafta bench press, leg press, squat, biceps curls, bacak ekstansiyonu gibi egzersizleri içeren dirençli egzersiz eğitimi almışlardır. Sonuç olarak, aerobik ve direnç egzersizlerinden oluşan egzersiz eğitiminin, OUAS'lı olgularda gündüz fonksiyonlarını iyileştirdiği, depresif semptomları ve yorgunluğu azalttığı gözlenmiştir (64). Daha güncel çalışmalar incelendiğinde, 2018 yılındaki bir çalışmada katılımcılara 30 dakika boyunca bisiklet ergometresinde egzersiz eğitimi verilmiştir. 12 hafta boyunca devam edilen bu çalışmanın sonucunda katılımcıların vücut kitle indeksi, fonksiyonel kapasite ve aralıklı hipoksi değerlerinde olumlu gelişmeler kaydedilmiştir (65). 2020 yılındaki bir çalışmada ise yürüyüşe dayalı bir egzersiz programının etkinliği incelenmiştir. Katılımcılar 6 ay boyunca doğrudan gözetim olmaksızın temposu ve süresi artan yürüyüşlere dayalı bir egzersiz programını uygulamışlardır. Çalışmanın sonunda katılımcıların vücut ağırlığı ve uykululuğu azalmış ve algılanan iyilik hali iyileşmiştir (66). 2022 yılında dirençli egzersizlerin uygulandığı bir çalışmada ise 70 yaşın üzerindeki hafif-orta şiddetli OUAS'lı bireylere alt ekstremitte, üst ekstremitte, göğüs, sırt ve karın egzersizlerini içeren bir program uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda katılımcıların solunum değerlerinde iyileşmeler kaydedilmiştir (67).

Amerikan Tabipler Birliği (AMA), 1968'de, yaralanma korkusu veya nöbet aktivitesine neden olma korkusuyla epilepsi hastalarında fiziksel aktivite ve egzersizin kısıtlanmasını önermiştir (68). Artan tartışmalar nedeniyle, AMA, 1974'te, hastanın okula, arkadaşlarına ve nöbet bozukluğuna uyum sağlamasında önemli bir iyileştirici faktör olarak kabul edilmesi şartıyla temas sporlarına katılma izin vermiştir (69). Ardından yapılan çalışmaların artmasıyla nöbetlerin nadiren fiziksel aktivite ile tetiklendiği bildirilmiştir (70). Bu durumun egzersiz sonrası yorgunluk ile ilişkili olduğu düşünülse de net bir sonuca ulaşılamamıştır (71,72). Epilepsi hastalarında bir egzersiz türünün diğerine üstünlüğünü gösteren herhangi bir belirti olmamakla birlikte genellikle aerobik egzersizlerin epilepsi yönetiminde ve genel sağlık üzerinde olumlu etkileri olduğuna dair birçok gözlem ve araştırma bulunmaktadır (73,74). Bazı çalışmalar, düzenli egzersizin epilepsi nöbetlerini azaltabileceğini ve nöbet kontrolünde olumlu etkiler sağlayabileceğini öne sürmektedir. Egzersizin, sinir sistemi üzerindeki düzenleyici etkileri nedeniyle nöbetlere karşı koruyucu bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, egzersizin antiepileptik ilaçlarla birlikte kullanılması durumunda, ilaçla ilişkili yan etkileri azaltmada da potansiyel faydaları olabileceğini gösteren bazı bulgular vardır (70,75). McAuley

ve ark., 12 haftalık bir süreçte egzersiz (endurans, direnç ve esneklik egzersizleri) yapan grubun yaşam kalitesinde ve duygudurumda artış gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, egzersizin sadece fiziksel sağlıkta değil, aynı zamanda genel yaşam kalitesinde ve psikolojik iyilik hali üzerinde olumlu etkileri olabileceğini göstermektedir (74). Amjad ve ark., hafif kognitif bozukluğu olan bireylerde aerobik egzersizin kognitif fonksiyonlar üzerine etkisini incelemiştir. Egzersiz grubu 6 hafta boyunca, 3 gün/hafta, 20-40 dakika/gün arasında sabit bisiklet ile egzersiz yapmışlardır. Kontrol grubu da, aynı periyotta evde genel vücut germe egzersizleri yapmıştır. Çalışmanın sonunda aerobik egzersizin, özellikle sabit bisiklet kullanılarak yapılan düzenli bir egzersiz programının, kognitif alanlarda iyileşmeye katkı sağladığı görülmüştür (76). Hafele ve ark. ise 5 dakikalık bir ısınma süreci, 15-25 dakika süren aerobik egzersiz, 2-3 setten oluşan 10-15 tekrarlı dirençli egzersiz ve esneme egzersizlerini içeren toplam 60 dakikalık yapılandırılmış bir fiziksel egzersiz programının, epilepsi hastalarının genel sağlığını iyileştirmekte ve nöbet sıklığını azaltmada etkili olduğunu bildirmiştir (77). Her iki gruptaki olumlu etkilerinden dolayı hafif-orta şiddette yapılan kontrollü bir egzersiz programının, genel sağlığı destekleyerek OUAS'lı epileptik hastaların semptomları üzerinde olumlu etkiler sağlama potansiyelinin bulunabileceği bildirilmiştir.

OUAS'li hastalarda orofaringeal egzersiz eğitiminin, OUAS şiddetini, gündüz uyku kalitesini iyileştirdiği ve orta şiddetli OUAS'ın tedavisi için umut verici bir alternatif olduğu bildirilmektedir (78). OUAS'lı hastalarda, orofaringeal bölge kaslarını kuvvetlendirmek için uygulanan 3 ay süreli konuşma terapisi eğitiminin, CPAP ile birlikte ve tek olarak uygulandığında, sadece CPAP kullanımına göre yaşam kalitesinde iyileşme sağladığı, OUAS'lı hastalarda konuşma terapisinin, yaşam kalitesini iyileştirmek için alternatif ve ikincil bir tedavi olarak düşünülmesi gerektiği belirtilmektedir (79). Hastaların bireysel ihtiyaçlarına uygun olarak uygulanan orofaringeal egzersizler ve konuşma terapisi, tedavi seçenekleri arasında değerlendirilmelidir. Bu, sadece belirli semptomların hafifletilmesine değil, aynı zamanda genel yaşam kalitesinin artırılmasına da katkı sağlayabilir. Bu nedenle, OUAS'lı hastalarda bu tür terapilerin entegre edilmesi, holistik bir yaklaşımın benimsenmesine ve hastaların yaşam deneyimlerinin daha olumlu bir yönde şekillenmesine yardımcı olabilir.

### **CPAP ve Egzersiz Eğitimi**

CPAP, OUAS hastaları için standart bir tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir. Çeşitli araştırmalar, CPAP tedavisinin OUAS hastalarında subjektif gündüz uykuluğunu azalttığını göstermektedir (80,81). Ayrıca, hafif ile orta şiddetli OUAS hastalarında CPAP tedavisinin objektif olarak gündüz uyanıklıkta iyileşme sağladığı bildirilmiştir (82). CPAP tedavisinin bırakılması, solunum yollarının tekrar tıkanmasına ve uyku sırasında hava akışının kesilmesine yol açabilir. Bu durum, OUAS semptomlarının hızla geri dönmesine ve hasta tarafından hissedilen uyku bozukluklarına neden olabilir. Bu sebeple tedavinin sürekli ve düzenli bir şekilde uygulanması önemlidir (83). OUAS'da CPAP tedavisinin fiziksel aktivite üzerine etkisi belirsizliğini korumaktadır. Jean ve ark. tarafından planlanan bir çalışmada, CPAP tedavisinin fiziksel aktivitede progresif artan bir iyileşme sağladığı belirtilmiştir. Bu çalışma, CPAP tedavisinin uygulanmasının ardından hastaların fiziksel aktivite seviyelerinde artış gösterdiğini

öne sürmektedir (84). Öte yandan, West ve ark. yaptığı bir çalışmada ise CPAP tedavisinin fiziksel aktivite üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı sonucuna varmıştır (85).

Güncel bilgilere göre OUAS yönetimi için radikal bir tedavi bulunmamakta ve genellikle kapsamlı tedavi, birincil tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir. Literatürdeki çalışmalar da OUAS tedavisinde etkili ve kabul edilebilir alternatif tedavilere olan ihtiyaca vurgu yapmaktadır (86). OUAS hastalarında kardiyovasküler komplikasyon riskini azaltmak için kombine terapatik modalitelere ihtiyaç olduğu belirtilmektedir (87). İzole egzersiz eğitiminin OUAS hastalarının subjektif gündüz uykululuğu üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (88). Ancak, CPAP ile birlikte egzersiz eğitimi uygulayan çalışma sayısı sınırlıdır (89–91). CPAP ile birlikte uygulanacak egzersiz eğitimlerinin hastalarda daha iyi subjektif yanıtlar sağlayabileceği ve OUAS hastalarının izole tedavilerle tedavi edildiğinde yaşadıklarından daha yüksek bir yaşam kalitesine sahip olabilecekleri belirtilmektedir (88). Düzenli egzersiz eğitiminin, nazal CPAP ile birlikte kullanıldığında OUAS'lı bireylerin konservatif tedavisinde etkili bir yardımcı tedavi olma potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir (91). Bu yaklaşım, OUAS ve epilepsi yönetimini birleştirerek bireyin yaşam kalitesini artırmaya yönelik kişiselleştirilmiş bir tedavi stratejisi olarak düşünülebilir.

## SONUÇ

OUAS ve epilepsi hastalıkları, günlük yaşamda çeşitli sorunlara sebep olmaktadır. Bu iki hastalık bir araya geldiğinde, bireyin yalnızca fiziksel sağlığı değil mental sağlığı da olumsuz etkilenmektedir. Solunum kas eğitimi ve egzersizin rehabilitasyon uygulamalarındaki potansiyel etkilerine dair yapılan çalışmalar, önemli sonuçlara işaret etmektedir. Bu araştırmalar, solunum kas eğitimi ve egzersiz programlarının hem OUAS hem de epilepsi semptomları üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceğini öne sürmektedir. Bu programlar, sadece solunum sistemi üzerinde değil, aynı zamanda genel sağlığı destekleyerek, bireyin günlük yaşamında daha iyi bir konfor ve fonksiyonel kapasite elde etmesine yardımcı olabilir. Egzersiz programları hazırlanırken, epilepsi hastalarının risk faktörleri göz önünde bulundurularak, hafif-orta şiddette aerobik egzersizlere odaklanılmalıdır. Ancak, bu alandaki çalışmaların sayısının sınırlı olması ve her bireyin durumunun farklı olması nedeniyle, solunum kas eğitimi ve egzersizin OUAS'lı epileptik hastalarda uygulanma yöntemine dair daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu şekilde, daha spesifik ve etkili tedavi protokolleri geliştirilebilir ve bu hastalardaki solunum ve uyku problemlerine yönelik daha kişiselleştirilmiş yaklaşımlar benimsenebilir.

## KAYNAKÇA

- [1] De Vito, A., Woodson, B. T., Koka, V., Cammaroto, G., Iannella, G., Bosi, M., Pelucchi, S., Filograna-Pignatelli, G. R., El Chater, P., & Vicini, C., OSA Upper Airways Surgery: A Targeted Approach, *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, July,6,7,2021.
- [2] Iannella, G., Magliulo, G., Maniaci, A., Meccariello, G., Cocuzza, S., Cammaroto, G., Gobbi, R., Sgarzani, R., Firinu, E., Corso, R. M., Pace, A., Gulotta, G., Visconti, I. C., Di Luca, M., Pelucchi, S., Bianchi, G., Melegatti, M., Abita, P., Solito, C., La Mantia, I., ... Vicini, C., Olfactory function in patients with obstructive sleep apnea: a meta-analysis

- study, *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery*, March,3,2021.
- [3] Stavrou, V. T., Astara, K., Tourlakopoulos, K. N., Papayianni, E., Boutlas, S., Vavougiou, G. D., Daniil, Z., Gourgoulialis, K. I., Obstructive Sleep Apnea Syndrome: The Effect of Acute and Chronic Responses of Exercise, *Frontiers in medicine*, December,24,12,2021.
- [4] Bosi, M., De Vito, A., Eckert, D., Steier, J., Kotecha, B., Vicini, C., & Poletti, V., Qualitative Phenotyping of Obstructive Sleep Apnea and Its Clinical Usefulness for the Sleep Specialist, *International journal of environmental research and public health*, March,20,3,2020.
- [5] Magliulo, G., Iannella, G., Polimeni, A., De Vincentiis, M., Meccariello, G., Gulotta, G., Pasquariello, B., Montevecchi, F., De Vito, A., D'Agostino, G., Gobbi, R., Cammaroto, G., & Vicini, C., Laryngopharyngeal reflux in obstructive sleep apnoea patients: Literature review and meta-analysis, *American journal of otolaryngology*, November,11,2018.
- [6] Young, T., Finn, L., Peppard, P. E., Szklo-Coxe, M., Austin, D., Nieto, F. J., Stubbs, R., & Hla, K. M., Sleep disordered breathing and mortality: eighteen-year follow-up of the Wisconsin sleep cohort, *Sleep*, August,31,8,2008.
- [7] Kendzerska, T., Gershon, A. S., Hawker, G., Tomlinson, G., & Leung, R. S., Obstructive sleep apnea and incident diabetes. A historical cohort study, *American journal of respiratory and critical care medicine*, July,15,7,2014.
- [8] Jean-Louis, G., Zizi, F., Clark, L. T., Brown, C. D., McFarlane, S. I., Obstructive sleep apnea and cardiovascular disease: role of the metabolic syndrome and its components, *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, June,15,6,2008.
- [9] Gabbay, I. E., & Lavie, P., Age- and gender-related characteristics of obstructive sleep apnea, *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*, June,16,6,2012.
- [10] Stanchina, M. L., Malhotra, A., Fogel, R. B., Trinder, J., Edwards, J. K., Schory, K., White, D. P., The influence of lung volume on pharyngeal mechanics, collapsibility, and genioglossus muscle activation during sleep, *Sleep*, November,01,11,2003.
- [11] Launois, S. H., Pépin, J. L., & Lévy, P., Sleep apnea in the elderly: a specific entity?, *Sleep medicine reviews*, April,11,4,2007.
- [12] Lawati, N. M., Patel, S. R., & Ayas, N. T., Epidemiology, risk factors, and consequences of obstructive sleep apnea and short sleep duration, *Progress in cardiovascular diseases*, January,1,2009
- [13] Redline, S., Tishler, P. V., Tosteson, T. D., Williamson, J., Kump, K., Browner, I., Ferrette, V., & Krejci, P., The familial aggregation of obstructive sleep apnea, *American journal of respiratory and critical care medicine*, March,15,3,1995.
- [14] Wetter, D. W., Young, T. B., Bidwell, T. R., Badr, M. S., & Palta, M., Smoking as a risk factor for sleep-disordered breathing, *Archives of internal medicine*, October,10,9,1994.
- [15] Taasan, V. C., Block, A. J., Boysen, P. G., Wynne, J. W., Alcohol increases sleep apnea and oxygen desaturation in asymptomatic men, *The American journal of medicine*, August,8,1981.



- [16] Sharma, S. K., Agrawal, S., Damodaran, D., Sreenivas, V., Kadhiraavan, T., Lakshmy, R., Jagia, P., & Kumar, A., CPAP for the metabolic syndrome in patients with obstructive sleep apnea, *The New England journal of medicine*, December,15,12,2011.
- [17] Flemons, W. W., & Tsai, W., Quality of life consequences of sleep-disordered breathing, *The Journal of allergy and clinical immunology*, February,2,1997.
- [18] Moyer, C. A., Sonnad, S. S., Garetz, S. L., Helman, J. I., & Chervin, R. D., Quality of life in obstructive sleep apnea: a systematic review of the literature, *Sleep medicine*, November,2,11,2001.
- [19] Vaessen, T. J., Overeem, S., Sitskoorn, M. M., Cognitive complaints in obstructive sleep apnea, *Sleep medicine reviews*, February,2,2015.
- [20] McNicholas W. T., Diagnosis of obstructive sleep apnea in adults, *Proceedings of the American Thoracic Society*, February,15,2,2008.
- [21] Kara, E., Obstrüktif Uyku Apne Sendromu: Patofizyoloji, Tanı ve Tedavi, *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*,2011.
- [22] Epstein, L. J., Kristo, D., Strollo, P. J., Jr, Friedman, N., Malhotra, A., Patil, S. P., Ramar, K., Rogers, R., Schwab, R. J., Weaver, E. M., Weinstein, M. D., Adult Obstructive Sleep Apnea Task Force of the American Academy of Sleep Medicine, Clinical guideline for the evaluation, management and long-term care of obstructive sleep apnea in adults, *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, June,15,6,2009.
- [23] Laratta, C. R., Ayas, N. T., Povitz, M., & Pendharkar, S. R., Diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea in adults, *CMAJ: Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*, December,4,12,2017.
- [24] Sullivan, C. E., Issa, F. G., Berthon-Jones, M., Eves, L., Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares, *Lancet (London, England)*, April,18,4,1981.
- [25] Stasche N., Selective indication for positive airway pressure (PAP) in sleep-related breathing disorders with obstruction, *GMS current topics in otorhinolaryngology, head and neck surgery*, October,05,10,2006.
- [26] Goyal, M., & Johnson, J., Obstructive Sleep Apnea Diagnosis and Management, *Missouri medicine*, April,4,2017.
- [27] Srijithesh, P. R., Aghoram, R., Goel, A., & Dhanya, J., Positional therapy for obstructive sleep apnoea, *The Cochrane database of systematic reviews*, May,01,5,2019.
- [28] Mador, M. J., Kufel, T. J., Magalang, U. J., Rajesh, S. K., Watwe, V., & Grant, B. J., Prevalence of positional sleep apnea in patients undergoing polysomnography, *Chest*, October,10,2005.
- [29] Ferguson, K. A., Ono, T., Lowe, A. A., al-Majed, S., Love, L. L., & Fleetham, J. A., A short-term controlled trial of an adjustable oral appliance for the treatment of mild to moderate obstructive sleep apnoea, *Thorax*, April,01,4,1997.
- [30] Chan, A. S., Lee, R. W., Cistulli, P. A., Non-positive airway pressure modalities: mandibular advancement devices/positional therapy, *Proceedings of the American Thoracic Society*, September,14,9,2007.



- [31] Tuğçe Oğuz, H., Contemporary Treatment Approaches to Obstructive Sleep Apnea Syndrome. IntechOpen, 2019.
- [32] Littner, M., Kushida, C. A., Hartse, K., Anderson, W. M., Davila, D., Johnson, S. F., Wise, M. S., Hirshkowitz, M., & Woodson, B. T., Practice parameters for the use of laser-assisted uvulopalatoplasty: an update for 2000, *Sleep*, August,01,8,2001.
- [33] Foldvary-Schaefer, N., Grigg-Damberger, M., Sleep and epilepsy. *Seminars in neurology*, September,29,9,2009.
- [34] Coşkun, A., Aslan, S., Oral, G., Management and Care of Epilepsy During Pregnancy, Birth and Postpartum, *Zeynep Kamil Tıp Bülteni*, March,3,2018.
- [35] Panayiotopoulos C.P., The Epilepsies: Seizures, Syndromes and Management, Bladon Medical Publishing, Oxfordshire,2005.
- [36] Devinsky, O., Ehrenberg, B., Barthlen, G. M., Abramson, H. S., Luciano, D., Epilepsy and sleep apnea syndrome, *Neurology*, November,01,11,1994.
- [37] Özol, D., Boynukalın, U., Bozkurt,B., Yıldırım,Z., Karaman,H., Uyku Apnesi ve Epilepsi: Bir olgu nedeniyle, *Solunum*, 2012.
- [38] Malow, B. A., Fromes, G. A., & Aldrich, M. S., Usefulness of polysomnography in epilepsy patients, *Neurology*, May,01,5,1997.
- [39] Kaleyias, J., Cruz, M., Goraya, J. S., Valencia, I., Khurana, D. S., Legido, A., & Kothare, S. V., Spectrum of polysomnographic abnormalities in children with epilepsy, *Pediatric neurology*, Sepmteber,9,2008.
- [40] Wen, Z. W., Liang, D. S., Cai, X. H., & Chen, J., The role of AMPK/mTOR signal pathway in brain injury following chronic intermittent hypoxia in growing rats, *European review for medical and pharmacological sciences*, February,22,2,2018.
- [41] Wang, D., Thomas, R. J., Yee, B. J., & Grunstein, R. R., Hypercapnia is more important than hypoxia in the neuro-outcomes of sleep-disordered breathing, *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, June,15,6,2016.
- [42] Li, G., Bauer, S., Nowak, M., Norwood, B., Tackenberg, B., Rosenow, F., Knake, S., Oertel, W. H., Hamer, H. M., Cytokines and epilepsy. *Seizure*, April,20,4,2011.
- [43] Proserpio, P., Cossu, M., Francione, S., Tassi, L., Mai, R., Didato, G., Castana, L., Cardinale, F., Sartori, I., Gozzo, F., Citterio, A., Schiariti, M., Lo Russo, G., & Nobili, L., Insular-opercular seizures manifesting with sleep-related paroxysmal motor behaviors: a stereo-EEG study, *Epilepsia*, August,29,8,2011.
- [44] Cho, J. W., Kim, D. J., Noh, K. H., Kim, S., Lee, J. H., & Kim, J. H., Nocturnal frontal lobe epilepsy presenting as obstructive type sleep apnea, *Journal of epilepsy research*, December,30,12,2011.
- [45] St-John, W. M., Rudkin, A. H., Homes, G. L., & Leiter, J. C., Changes in respiratory-modulated neural activities, consistent with obstructive and central apnea, during fictive seizures in an in situ anaesthetized rat preparation. *Epilepsy research*, August,8,2006.
- [46] Manni, R., & Tartara, A., Evaluation of sleepiness in epilepsy, *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, September,01,9,2000.

- [47] Sivathamboo, S., Perucca, P., Velakoulis, D., Jones, N. C., Goldin, J., Kwan, P., & O'Brien, T. J., Sleep-disordered breathing in epilepsy: epidemiology, mechanisms, and treatment, *Sleep*, April,1,04,2018.
- [48] Chihorek, A. M., Abou-Khalil, B., & Malow, B. A., Obstructive sleep apnea is associated with seizure occurrence in older adults with epilepsy, *Neurology*, November,05,11,2007.
- [49] Andrade, F. M., Pedrosa, R. P., The role of physical exercise in obstructive sleep apnea, *Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia*, November,11,2016.
- [50] Chien, M. Y., Wu, Y. T., Lee, P. L., Chang, Y. J., & Yang, P. C., Inspiratory muscle dysfunction in patients with severe obstructive sleep apnoea, *The European respiratory journal*, February,01,2,2010.
- [51] Foldvary-Schaefer, N., Andrews, N. D., Pornsriniyom, D., Moul, D. E., Sun, Z., & Bena, J., Sleep apnea and epilepsy: who's at risk?, *Epilepsy & behavior : E&B*, November,11,2012.
- [52] Vranish, J. R., & Bailey, E. F., Inspiratory Muscle Training Improves Sleep and Mitigates Cardiovascular Dysfunction in Obstructive Sleep Apnea, *Sleep*, June,1,7,2016.
- [53] Kuo, Y. C., Song, T. T., Bernard, J. R., & Liao, Y. H., Short-term expiratory muscle strength training attenuates sleep apnea and improves sleep quality in patients with obstructive sleep apnea, *Respiratory physiology & neurobiology*, June,08,6,2017.
- [54] Souza, A. K. F., Dornelas de Andrade, A., de Medeiros, A. I. C., de Aguiar, M. I. R., Rocha, T. D. S., Pedrosa, R. P., & de Lima, A. M. J., Effectiveness of inspiratory muscle training on sleep and functional capacity to exercise in obstructive sleep apnea: a randomized controlled trial, *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*, September,22,9,2018.
- [55] Nóbrega-Júnior, J. C. N., Dornelas de Andrade, A., de Andrade, E. A. M., Andrade, M. D. A., Ribeiro, A. S. V., Pedrosa, R. P., Ferreira, A. P. L., & de Lima, A. M. J., Inspiratory Muscle Training in the Severity of Obstructive Sleep Apnea, Sleep Quality and Excessive Daytime Sleepiness: A Placebo-Controlled, Randomized Trial, *Nature and science of sleep*, December,02,12,2020.
- [56] Hsu, B., Emperumal, C. P., Grbach, V. X., Padilla, M., & Enciso, R., Effects of respiratory muscle therapy on obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis, *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, May,15,5,2020.
- [57] Gökçek, Ö., Hüzmeli, İ., Hallaceli, H., Melek, I., Okuyucu, E., Evaluation of Respiratory Function in Patients with Epileptic Seizures, *Epilepsi*, November,21,11,2019.
- [58] Iftikhar, I. H., Kline, C. E., & Youngstedt, S. D., Effects of exercise training on sleep apnea: a meta-analysis, *Lung*, February,1,2,2014.
- [59] Hinnell, C., Williams, J., Metcalfe, A., Patten, S. B., Parker, R., Wiebe, S., Jetté, N., Health status and health-related behaviors in epilepsy compared to other chronic conditions- a national population-based study, *Epilepsia*, January,7,1,2010.
- [60] Quan, S. F., O'Connor, G. T., Quan, J. S., Redline, S., Resnick, H. E., Shahar, E., Siscovick, D., & Sherrill, D. L., Association of physical activity with sleep-disordered breathing. *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*, September,11,9,2007.

- [61] Yamamoto, U., Mohri, M., Shimada, K., Origuchi, H., Miyata, K., Ito, K., Abe, K., Yamamoto, H., Six-month aerobic exercise training ameliorates central sleep apnea in patients with chronic heart failure, *Journal of cardiac failure*, December,13,12,2007.
- [62] Yilmaz Gokmen, G., Akkoyunlu, M. E., Kilic, L., & Algun, C., The Effect of T'ai Chi and Qigong Training on Patients with Obstructive Sleep Apnea: A Randomized Controlled Study. *Journal of alternative and complementary medicine*, March,25,3,2019.
- [63] Sengul, Y. S., Ozalevli, S., Oztura, I., Itil, O., & Baklan, B., The effect of exercise on obstructive sleep apnea: a randomized and controlled trial, *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*, January,15,1,2011.
- [64] Kline, C. E., Ewing, G. B., Burch, J. B., Blair, S. N., Durstine, J. L., Davis, J. M., & Youngstedt, S. D., Exercise training improves selected aspects of daytime functioning in adults with obstructive sleep apnea, *Journal of clinical sleep medicine: JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, August,15,8,2012.
- [65] Yang, H., Liu, Y., Zheng, H., Liu, G., & Mei, A., Effects of 12 weeks of regular aerobic exercises on autonomic nervous system in obstructive sleep apnea syndrome patients, *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*, December,22,12,2018.
- [66] Jurado-García, A., Molina-Recio, G., Feu-Collado, N., Palomares-Muriana, A., Gómez-González, A. M., Márquez-Pérez, F. L., & Jurado-Gamez, B., Effect of a Graduated Walking Program on the Severity of Obstructive Sleep Apnea Syndrome. A Randomized Clinical Trial, *International journal of environmental research and public health*, September,17,9,2020.
- [67] da Silva, R. P., Martinez, D., Uribe Ramos, J. M., Martins, E. F., Tedesco-Silva, L. M., Lopez, P., & Cadore, E. L., The effects of resistance exercise on obstructive sleep apnea severity and body water content in older adults: A randomized controlled trial. *Sleep medicine*, July,07,2022.
- [68] The American Medical Association, Convulsive disorders and participation in sports and physical education, *JAMA*, November,4,11,1968.
- [69] Corbitt, R. W., Cooper, D. L., Erickson, D. J., Kriss, F. C., Thornton, M. L., Craig, T. T., Editorial: Epileptics and contact sports. *JAMA*, August,12,8,1974.
- [70] Pimentel, J., Tojal, R., & Morgado, J., Epilepsy and physical exercise, *Seizure*, February,2,2015.
- [71] Howard, G. M., Radloff, M., & Sevier, T. L., Epilepsy and sports participation. *Current sports medicine reports*, February,3,2,2004.
- [72] Arida, R. M., Scorza, F. A., Terra, V. C., Scorza, C. A., de Almeida, A. C., Cavalheiro, E. A., Physical exercise in epilepsy: what kind of stressor is it?, *Epilepsy & behavior : E&B*, November,11,2009.
- [73] Eriksen, H. R., Ellertsen, B., Grønningsaeter, H., Nakken, K. O., Løyning, Y., & Ursin, H., Physical exercise in women with intractable epilepsy, *Epilepsia*, November,11,1994.
- [74] McAuley, J. W., Long, L., Heise, J., Kirby, T., Buckworth, J., Pitt, C., Lehman, K. J., Moore, J. L., & Reeves, A. L., A Prospective Evaluation of the Effects of a 12-Week Outpatient Exercise Program on Clinical and Behavioral Outcomes in Patients with Epilepsy, *Epilepsy & behavior : E&B*, December,02,12, 2001.

- [75] Arida, R. M., de Almeida, A. C., Cavalheiro, E. A., Scorza, F. A., Experimental and clinical findings from physical exercise as complementary therapy for epilepsy, *Epilepsy & behavior : E&B*, March,3,2013.
- [76] Amjad, I., Toor, H., Niazi, I. K., Afzal, H., Jochumsen, M., Shafique, M., Allen, K., Haavik, H., & Ahmed, T., Therapeutic effects of aerobic exercise on EEG parameters and higher cognitive functions in mild cognitive impairment patients, *The International journal of neuroscience*, April,01,4,2019.
- [77] Häfele, C. A., Rombaldi, A. J., Feter, N., Häfele, V., Gervini, B. L., Domingues, M. R., & da Silva, M. C., Effects of an exercise program on health of people with epilepsy: A randomized clinical trial, *Epilepsy & behavior : E&B*, March,16,3,2021.
- [78] Diaferia, G., Badke, L., Santos-Silva, R., Bommarito, S., Tufik, S., Bittencourt, L., Effect of speech therapy as adjunct treatment to continuous positive airway pressure on the quality of life of patients with obstructive sleep apnea. *Sleep medicine*, May,20,5,2013.
- [79] Guimarães, K. C., Drager, L. F., Genta, P. R., Marcondes, B. F., & Lorenzi-Filho, G., Effects of oropharyngeal exercises on patients with moderate obstructive sleep apnea syndrome, *American journal of respiratory and critical care medicine*, May,15,5,2009.
- [80] Kushida, C. A., Littner, M. R., Hirshkowitz, M., Morgenthaler, T. I., Alessi, C. A., Bailey, D., Boehlecke, B., Brown, T. M., Coleman, J., Jr, Friedman, L., Kapen, S., Kapur, V. K., Kramer, M., Lee-Chiong, T., Owens, J., Pancer, J. P., Swick, T. J., Wise, M. S., American Academy of Sleep Medicine, Practice parameters for the use of continuous and bilevel positive airway pressure devices to treat adult patients with sleep-related breathing disorders. *Sleep*, March,01,3,2006.
- [81] Yeghiazarians, Y., Jneid, H., Tietjens, J. R., Redline, S., Brown, D. L., El-Sherif, N., Mehra, R., Bozkurt, B., Ndumele, C. E., & Somers, V. K., Obstructive Sleep Apnea and Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association, *Circulation*, July,20,7,2021.
- [82] Marshall, N. S., Barnes, M., Travier, N., Campbell, A. J., Pierce, R. J., McEvoy, R. D., Neill, A. M., Gander, P. H., Continuous positive airway pressure reduces daytime sleepiness in mild to moderate obstructive sleep apnoea: a meta-analysis, *Thorax*, April,28,4,2006.
- [83] Kohler, M., Stoewhas, A. C., Ayers, L., Senn, O., Bloch, K. E., Russi, E. W., & Stradling, J. R., Effects of continuous positive airway pressure therapy withdrawal in patients with obstructive sleep apnea: a randomized controlled trial, *American journal of respiratory and critical care medicine*, November,15,11,2011.
- [84] Jean, R. E., Duttuluri, M., Gibson, C. D., Mir, S., Fuhrmann, K., Eden, E., & Supariwala, A., Improvement in Physical Activity in Persons With Obstructive Sleep Apnea Treated With Continuous Positive Airway Pressure, *Journal of physical activity & health*, March,14,3,2017.
- [85] West, S. D., Kohler, M., Nicoll, D. J., & Stradling, J. R., The effect of continuous positive airway pressure treatment on physical activity in patients with obstructive sleep apnoea: A randomised controlled trial. *Sleep medicine*, October,10,9,2009.
- [86] Pavwoski, P., & Shelgikar, A. V., Treatment options for obstructive sleep apnea, *Neurology. Clinical practice*, February, 07,2,2017.

- [87] Pépin, J. L., Tamisier, R., & Lévy, P., Obstructive sleep apnoea and metabolic syndrome: put CPAP efficacy in a more realistic perspective, *Thorax*, December,12,2012.
- [88] Schütz, T. C., Cunha, T. C., Moura-Guimaraes, T., Luz, G. P., Ackel-D'Elia, C., Alves, E.daS., Pantiga, G., Jr, Mello, M. T., Tufik, S., & Bittencourt, L., Comparison of the effects of continuous positive airway pressure, oral appliance and exercise training in obstructive sleep apnea syndrome, *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, August,8,2013.
- [89] Lins-Filho, O. L., Pedrosa, R. P., Gomes, J. M. L., Dantas Moraes, S. L., Vasconcelos, B. C. E., Lemos, C. A. A., & Pellizzer, E. P., Effect of exercise training on subjective parameters in patients with obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis, *Sleep medicine*, February,08,2,2020.
- [90] Ackel-D'Elia, C., da Silva, A. C., Silva, R. S., Truksinas, E., Sousa, B. S., Tufik, S., de Mello, M. T., & Bittencourt, L. R., Effects of exercise training associated with continuous positive airway pressure treatment in patients with obstructive sleep apnea syndrome, *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*, July,30,07,2011.
- [91] Norman, J. F., Von Essen, S. G., Fuchs, R. H., & McElligott, M., Exercise training effect on obstructive sleep apnea syndrome, *Sleep research online: SRO*, 2000.



## TÜRKİYE’DE PANKREAS KANSERİ MORTALİTE TRENDLERİ, 2009-2021

Prof. Dr. Nurhan DOĞAN<sup>1</sup>, Prof. Dr. İsmet DOĞAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp fakültesi, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı, nurhandogan@hotmail.com - ORCID ID: 0000000172246091

<sup>2</sup>Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp fakültesi, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı, ismet.dogan@afsu.edu.tr - ORCID ID: 0000000192513564

### ÖZET

Pankreas kanseri Dünya çapında ölümcül kanserlerden biridir ve görülme sıklığı giderek artmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye’de 2009-2021 yılları arasındaki pankreas kanserine bağlı ölümlerin cinsiyet ve yaş gruplarına göre trend analizlerinin yapılması amaçlandı. Çalışmada kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu ölüm veri tabanından elde edildi. Yaşa göre standardize edilmiş mortalite oranlarını hesaplamak için referans olarak dünya standart nüfusu kullanıldı. Yaşa özel mortalite oranlarının değerlendirilmesinde dört farklı yaş grubu (40-54, 55-64, 65-74, 75+) dikkate alındı. Pankreas kanseri mortalite trendlerini tahmin etmek için Joinpoint Regresyon Analizi’nden yararlanıldı. Yıllık yüzde değişim (YYD) ortalama yıllık yüzde değişim (OYYD) ve bunlara ait güven aralıkları (GA) verildi. 2009-2021 döneminde 55.000’den fazla kişi pankreas kanserinden hayatını kaybetmiş. 13 yıllık dönemde Türkiye’de standartlaştırılmış mortalite oranı 100,000 kişide ortalama 4,5’dir. Joinpoint Regresyon Analizi’ne göre erkeklerde, 2009-2013 yılları arasında pankreas kanseri mortalitesinde istatistiksel olarak anlamlı artış (YYD: 5,9 (GA: 2,6;4,3), p=0.003) daha sonrasında ise periyod sonuna kadar anlamlı (YYD: 1,3 (GA: -2,3;-2,9), p=0.019) düşüş gözlemlendi. Kadınlar da ise 2009-2016 yılları arasında istatistiksel olarak anlamlı artış (YYD: 3,9 (GA: 3,0;4,8), p<0.001) gözlenirken 2016 yılından dönem sonuna kadar anlamlı (YYD: 3,4 (GA: -4,8;-1,9), p=0.001) bir düşüş olduğu görüldü. Yaş gruplarına göre değerlendirildiğinde erkeklerde periyod boyunca 40-54 yaş grubunda anlamlı düşüş 75+ yaş grubunda ise anlamlı artış ortaya çıktı. Diğer yaş gruplarında ise anlamlı olmayan artışlar mevcuttu. Kadınlarda ise sadece 75+ yaş grubunda anlamlı artış gözlenirken diğer yaş gruplarında anlamlı olmayan artış ve düşüşler ortaya çıktı. Bu çalışma, 75+ yaş grubunda her iki cinsiyet için pankreas kanseri mortalitesinde anlamlı artışlar olduğunu gösterdi.

**Anahtar kelimeler:** Joinpoint Regresyon Analizi; pankreas kanseri; ölüm oranı



## PANCREATIC CANCER MORTALITY TRENDS IN TURKEY, 2009-2021

Prof. Dr. Nurhan DOĞAN<sup>1</sup>, Prof. Dr. İsmet DOĞAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Afyonkarahisar Health Sciences University, Faculty of Medicine, Department of Biostatistics and Medical Informatics, nurhandogan@hotmail.com - ORCID ID: 0000000172246091

<sup>2</sup>Afyonkarahisar Health Sciences University, Faculty of Medicine, Department of Biostatistics and Medical Informatics, ismet.dogan@afsu.edu.tr - ORCID ID: 0000000192513564

### ABSTRACT

Pancreatic cancer is one of the deadliest cancers worldwide and its incidence is increasing. In this study, we aimed to analyze the trend of deaths due to pancreatic cancer in Turkey between 2009 and 2021 by gender and age groups. The data used in the study were obtained from the Turkish Statistical Institute mortality database. The world standard population was used as a reference to calculate age-standardized mortality rates. Four different age groups (40-54, 55-64, 65-74, 75+) were considered in the evaluation of age-specific mortality rates. Joinpoint Regression Analysis was used to estimate trends in pancreatic cancer mortality. Annual percentage change (APC), mean annual percentage change (AAPC) and their confidence intervals (CIs) were given.

More than 55,000 people died from pancreatic cancer in the period 2009-2021. Over the 13-year period, the standardized mortality rate in Turkey was 4.5 per 100,000 people. According to Joinpoint Regression Analysis, in men, there was a statistically significant increase in pancreatic cancer mortality between 2009 and 2013 (APC: 5.9 (CI: 2.6;4.3),  $p=0.003$ ), followed by a significant decrease until the end of the period (APC: 1.3 (CI: -2.3;-2.9),  $p=0.019$ ). In women, a statistically significant increase was observed between 2009 and 2016 (APC: 3.9 (CI: 3.0;4.8),  $p<0.001$ ), followed by a significant decrease from 2016 to the end of the period (APC: 3.4 (CI: -4.8;-1.9),  $p=0.001$ ). When evaluated by age groups, there was a significant decrease in the 40-54 age group and a significant increase in the 75+ age group. There were non-significant increases in other age groups. In women, a significant increase was observed only in the 75+ age group, while non-significant increases and decreases were observed in other age groups. This study showed significant increases in pancreatic cancer mortality for both sexes in the 75+ age group.

**Key words:** Joinpoint Regression Analysis; pancreatic cancer; mortality

## 1. GİRİŞ

Pankreas kanseri, tespiti ve tedavisindeki ilerlemelere rağmen Dünya’da 5 yıllık sağ-kalım oranı %12 olan son derece ölümcül bir hastalıktır [1] ve kansere bağlı ölümlerde ise 7. sırada yer almaktadır [2]. Pankreas kanseri Dünya’da kanser ölümlerinin önde gelen nedenidir ve küresel yükü son 25 yılda iki kattan fazla artmıştır. Pankreas kanserinin en yüksek görüldüğü bölgeler Kuzey Amerika, Avrupa ve Avustralya’dır [3].

2020’de 185 ülkeyi kapsayan çalışmada pankreas kanserinden tahmini 459,000 yeni vaka 466,000 ölüm kaydedilmiştir. Pankreas kanseri nedeniyle ölümlerin yarısından fazlası en gelişmiş ülkelerde görülmektedir [4] Pankreas kanserinden kaynaklanan yüksek ölüm oranları ile yüksek/çok yüksek gelişmişlik indeksine sahip ülkelerde bu oran 5 kat daha yüksek iken, düşük/orta gelişmişlik indeksine sahip bölgelerinde daha düşük oranlar mevcuttur [5].

Kanserin lokalize olduğu durumlarda semptomların olmaması veya belirsiz olması nedeniyle hastalığın ileri evresine kadar nadiren semptom gösterdiğinden pankreas kanseri, en ölümcül malign neoplazmlardan biri olmayı sürdürmektedir [4, 6]. Dünya’da, insidans ve mortalitenin daha yüksek olduğu ülkelerdeki artış yaşanan nüfustan kaynaklansa da sigara içimi, obezite, diyabet ve alkol alımı gibi pankreas kanseri için değiştirilebilir temel risk faktörleri vardır ve kalıtsal genetik faktörler, doğrudan değiştirilemese de, pankreas kanseri riskinin önemli bir bileşenidir [3, 6, 7]. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, insan mikroorganizmalarının anormal metabolizmasının, kan grubunun, glikoz ve lipit düzeylerinin de pankreas kanseri gelişiminde önemli faktörler olduğunu göstermiştir. Erken tanı seçeneklerini belirlemek, pankreas kanserinin tespitini ve hayatta kalma oranlarını iyileştirmenin önemli bir yoludur [4, 8].

Türkiye’de kanser insidansı ile ilgili ilk adım 1991’de ‘Kanser İnsidansı Veri Toplama Projesi’ ile atılmış ve pilot il olarak İzmir belirlenmiş, 1993 yılında İzmir Kanser İzlem ve Denetim Merkezi kurulmuş ve 2013 yılında tüm Türkiye’de aktif yöntemle veri toplanmasına başlanmıştır [9].

Bu çalışmada, Türkiye’de 2009-2021 yılları arasındaki pankreas kanserine bağlı mortalitenin cinsiyet ve yaş gruplarına göre trend analizleri ile incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOD

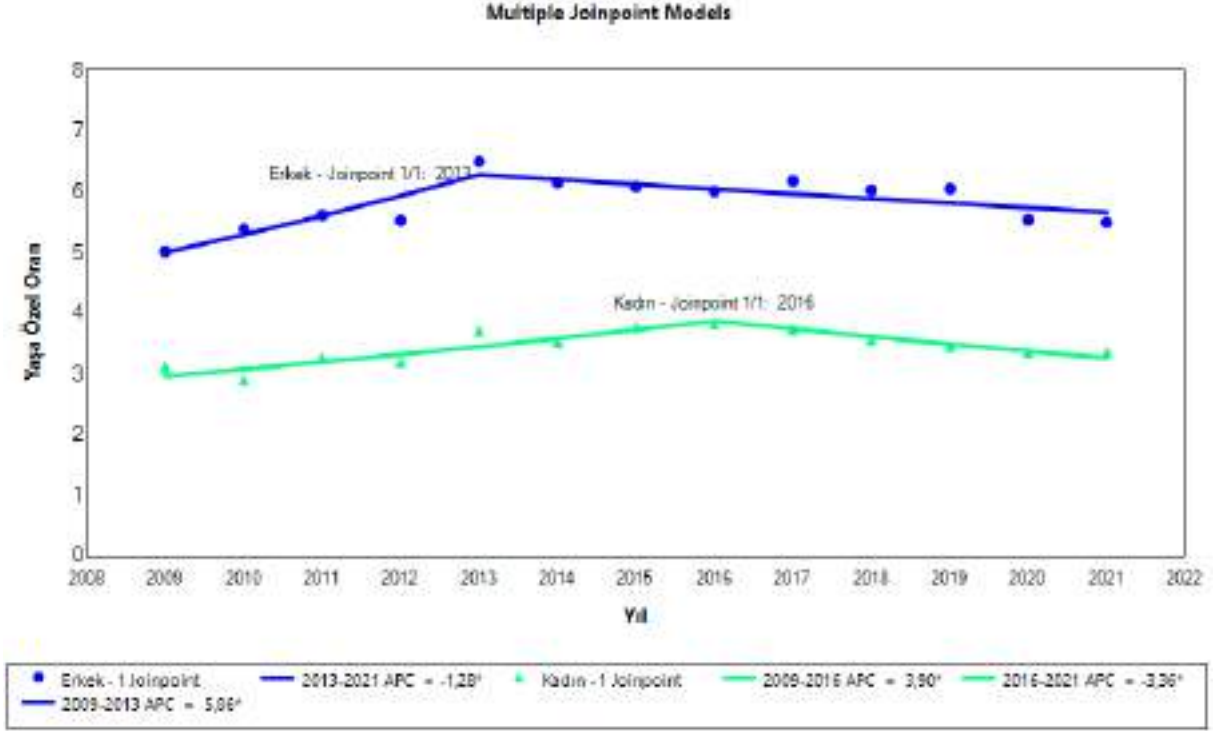
Türkiye’de 1931 yılından bu güne kadar ulusal düzeydeki ölüm kayıtları Türkiye İstatistik Kurumu [10] tarafından yıllık olarak toplanmakta ve yayınlanmaktadır. Ölüm kayıtları 2009’dan önce sadece il ve ilçe merkezlerini kapsarken sonraki yıllarda köyden gelen ölüm listeleri dahil edilerek tüm Türkiye’yi kapsamaktadır. Ayrıca 2009 yılından itibaren ölüm nedenleri sınıflandırma sisteminde Uluslararası Hastalık Sınıflandırması, Onuncu Revizyon (ICD-10) [11] kullanılmaya başlanmış, Pankreas kanserinden ölüm nedeni ICD-25 kodu ile değerlendirilmeye alınmıştır. Yaşa göre standardize edilmiş ölüm oranlarını hesaplamak için dünya standart popülasyonu referans olarak kullanılmış, oranlar, 100,000 kişi başına ölüm olarak ifade edilmiştir. Cinsiyete göre, farklı yaş grupları (40-54, 55-64, 65-74 ve 75+) için spesifik oranlar hesaplanmıştır.

## İstatistiksel Analiz

Joinpoint Regresyon Analizi (JRA), iki değişken arasındaki ilişkiyi, parçalı doğrusal bir regresyon aracılığıyla açıklayan istatistiksel bir modelleme tekniğidir. Bu teknik, epidemiyolojik çalışmalarda mortalite veya insidans serilerindeki trendleri modellemekte yaygın olarak kullanılmaktadır. JRA’da değişim noktası “joinpoint” olarak tanımlanmakta ve bu değişim noktalarının bulunmasında Lerman tarafından önerilen Grid Serch metodu kullanılmaktadır. Analiz, minimum değişim (joinpoint) noktası ile başlar ve her seferinde değişim noktasının anlamlı olup olmadığını ve modele eklenmesi gerekip gerekmediğini test eder. Değişim nokta sayısı Monte Carlo Permutasyon testi ile belirlenir [12]. Elde edilen son model oranın önemli ölçüde değiştiği/değişmediği en uygun değişim noktalarını gösterir. İstatistiksel olarak anlamlı olan her bir değişim noktası için yıllık yüzde değişim (YYD), ortalama yıllık yüzde değişim (OYYD) ve bunlara ait %95 güven aralıkları hesaplanır. OYYD, tüm kırılma noktalarındaki YYD değerlerinin ortalamasıdır. Bu çalışmada yapılan analizler, ABD Ulusal Kanser Enstitüsü tarafından hazırlanan Joinpoint Regresyon Programı (versiyon 4.9.1.0–2021) kullanılarak gerçekleştirilmiş,  $P<0.05$  değerini istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

### 3. BULGULAR

Türkiye’de, 2009-2021 döneminde 55 bin kişi pankreas kanserinden hayatını kaybetmiştir. 13 yıllık dönemde Türkiye’de standartlaştırılmış mortalite oranı 100,000 kişide ortalama 4,5’dir. Joinpoint Regresyon Analizi’ne göre 2009-2014 yılları arasında pankreas kanseri mortalitesinde yıllık 4,5’lik istatistiksel olarak anlamlı artış (YYD: 4,5 (GA: 2,1;7,1),  $p=0.003$ ), 2014 yılından periyod sonuna kadar ise yıllık 1,5’lik istatistiksel olarak anlamlı düşüş (YYD: -1,5 (GA: -2,9;-0,1),  $p=0.042$ ) gözlemlendi. Erkeklerde, 2009-2013 yılları arasında istatistiksel olarak anlamlı artış (YYD: 5,9 (GA: 2,6;4,3),  $p=0.003$ ) daha sonrasında ise periyod sonuna kadar anlamlı (YYD: 1,3 (GA: -2,3;-2,9),  $p=0.019$ ) düşüş belirlenirken, kadınlarda 2009-2016 yılları arasında istatistiksel olarak anlamlı artış (YYD: 3,9 (GA: 3,0;4,8),  $p<0.001$ ) gözlenirken 2016 yılından dönem sonuna kadar anlamlı (YYD: 3,4 (GA: -4,8;-1,9),  $p=0.001$ ) bir düşüş olduğu görülmüştür (Görsel 1).



Görsel 1. Türkiye'de Cinsiyete Göre Pankreas Kanseri Mortalite Trendleri, Joirpoint Regresyon Analizi Sonuçları, 2009–2021.

Yaş gruplarına göre değerlendirildiğinde erkeklerde 40-54 yaş grubunda periyod boyunca istatistiksel olmayan anlamlı düşüş vardı. 55-64 ve 65-74 yaş gruplarında 2013 yılına kadar anlamlı artışlar, 2013 yılından dönem sonuna kadar ise anlamlı olmayan düşüşler gözlemlendi. 75+ yaş grubunda ise 2016 yılına kadar anlamlı artış bu yıldan periyod sonuna kadar ise anlamlı düşüş ortaya çıktı ( $p < 0.001$ ). Kadınlarda ise, 40-54 yaş grubunda 2016 yılı öncesinde anlamlı artış gözlenirken sonrasında anlamlı düşüş ortaya çıktı. 55-64 yaş grubunda anlamlı olmasa da periyod boyunca anlamsız düşüş meydana geldi. 64-74 yaş grubunda ise 2016 yılına kadar anlamlı artış sonrasında ise anlamlı olmayan düşüş gözlemlendi. 75+ yaş grubunda periyod boyunca anlamlı artış oluştu (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Cinsiyet ve Yaş Gruplarına Göre Yıllık Yüzde Değişim ve Ortalama Yıllık Yüzde Değişim, (2009-2021)

	OYYD (GA%95) (2009-2021)	Trend 1		Trend 2	
		Period	YYD (GA%95)	Period	YYD (GA%95)
<b>Erkek</b>					
<b>40-54</b>	-1,4 (-2,3;-0,6) (p=0.003)	-	-	-	-
<b>55-64</b>	0,9 (-1,6;3,5) (p=0.490)	2009-2013	6,7 (-0,9;14,9) (0.008)	2013-2021	-1,9 (-4,3;0,6) (0.112)
<b>65-74</b>	1,0 (-0,4;2,4) (p=0.158)	2009-2013	4,4 (0,3;8,6) (p=0.040)	2013-2021	-0,6(-2,0;0,8) (p=0.321)
<b>75+</b>	1,6 (0,5;2,7) (p=0.004)	2009-2016	6,8 (5,4;8,3) (p<0.001)	2016-2021	-5,3(-7,5;-3,0) (p<0.001)
<b>Kadın</b>					
<b>40-54</b>	-0,2 (-1,9;1,5) (p=0.803)	2009-2016	2,7 (0,5;4,9) (p=0.021)	2016-2021	-4,2 (-7,7;-0,5) (p=0.033)
<b>55-64</b>	-0,4 (-2,6;1,8) (p=0.705)	-	-	-	-
<b>65-74</b>	0,9 (-0,9;2,7) (p=0.350)	2009-2016	4,0 (1,6;6,4) (p=0.004)	2016-2021	-3,3(-7,1;0,5) (p=0.082)
<b>75+</b>	3,2 (1,5;5,1) (p<0.001)	2009-2013	9,4 (3,8;15,3) (p=0.004)	2013-2021	0,3(-1,3;1,9) (p=0.694)

GA: Güven Aralığı

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Elde edilen sonuçlar 2014 yılından sonra pankreas kanseri mortalitesinde anlamlı düşüşler olduğunu gösterdi. Bu düşüş oranı kadınlarda daha (YYD: 3,4 (GA: -4,8;-1,9) yüksekti. Erkeklerde tüm yaş gruplarında düşüşler gözlenirken kadınlarda 40-74 yaş gruplarında düşüş 75+ yaş grubunda ise artış olduğu gözlemlendi. 2013 yılından itibaren Türkiye’de kanser verilerinin toplanmaya başlanması erken tanı seçeneklerini belirlemek, pankreas kanserinin tespitini ve hayatta kalma oranlarını iyileştirmenin önemli bir adımıdır. Ayrıca sağlık eğitimi ve tanıtımına

erişim kolaylığı, erken teşhis, daha etkili teşhis araçları ve iyi tıbbi kaynaklar da hayatta kalmada önemli faktörlerdir [13].

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre erkeklerde pankreas kanseri mortalite oranı kadınlardan daha yüksektir ve yaşla birlikte artmaktadır. Pankreas kanseri, çoğunlukla erkeklerde ve yaşlı erişkinlerde (60-85 yaş) görülen, ölümcül riski olan bir tümördür. Pankreas kanseri artık genç hastalarda giderek daha fazla görülmektedir [8, 14]. 184 ülkenin dahil edildiği Huang ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, pankreas kanserinde özellikle kadınlar ve 50 yaş ve üzeri toplumlarda ve aynı zamanda genç bireylerde de artan insidans ve mortalite eğilimleri tespit edilmiştir [15]. Genç yaşta tanı alan ya da ailesinde birden fazla kanser hastası olan bireylere ve ailelerine yönelik genetik tanı testleri yapılması ve bu konularda hasta ve yakınlarına danışmanlık hizmeti sunulması yaygınlaştırılmalıdır.

Pankreas kanserinin en yüksek görüldüğü bölgeler Kuzey Amerika, Avrupa ve Avustralya'dır ve bu artışın büyük bir kısmı Dünya çapındaki yaşlanan nüfustan kaynaklansa da sigara içimi, obezite, diyabet ve alkol alımı gibi pankreas kanseri için değiştirilebilir temel risk faktörleri vardır. Bu risk faktörlerinin prevalansı birçok küresel bölgede artmaktadır [3].

Kanser mortalite oranlarının bir miktar azalması beklense de çoğu kanser türünün yükü, nüfusun yaşlanmasıyla birlikte artmaya devam edecektir. Dünya'da, tüm çabalara rağmen pankreas kanseri, tüm ulusları etkileyen, giderek artan bir yüküdür. Etkili ve etkin tanı ve tedavi araçlarının yokluğunda, pankreas kanseriyle ilişkili değiştirilebilir risk faktörlerini ortadan kaldırarak önlemeye odaklanmak önemlidir [14].

Pankreas kanseri, kötü prognozu nedeniyle neredeyse vakalar (496.000) kadar ölüme (466.000) neden olur ve her iki cinsiyette de kanserden ölümlerin yedinci önde gelen nedenidir [2]. Pankreas kanserleri insidanslarına kıyasla yüksek mortalite göstermektedir. 28 Avrupa ülkesinde yapılan bir araştırmada, pankreas kanserinin 2025 yılına kadar kanserden ölümlerin üçüncü önde gelen nedeni olarak meme kanserini geride bırakacağı öngörülmektedir [16].

Pankreas kanseri ile ilgili sadece ölüm verileri olduğu için komorbiditeler, diyet, ilaç kullanımı ve diğer kofaktörler ile ilgili veri bulunmadığından dolayı bu hesaplama dahil edilememiş olması çalışmamızın sınırlılıklarıdır. Çalışmada sunulan tahminler, 2009-2021'deki pankreas kanser yükünün bir görüntüsünü sağlamanın yanı sıra, ulusal düzeyde kanser kontrolü çabalarının planlanmasını ve önceliklendirilmesini de destekleyebilir.



## 5. KAYNAKLAR

- [1] NIH National Cancer Institute SEER Program. Cancer Stat Facts: Pancreatic Cancer. Available at: <https://seer.cancer.gov/statfacts/html/pancreas.html>
- [2] Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: a cancer journal for clinicians*, 71(3), 209-249.
- [3] Klein, A. P. (2021). Pancreatic cancer epidemiology: understanding the role of lifestyle and inherited risk factors. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 18(7), 493-502.
- [4] Rawla, P., Sunkara, T., & Gaduputi, V. (2019). Epidemiology of pancreatic cancer: global trends, etiology and risk factors. *World journal of oncology*, 10(1), 10.
- [5] Silva DRME, Oliveira MM, Fernandes GA, Curado MP. (2023). Pancreatic Cancer Mortality Trends And Correlation With Human Development Index (HDI) In Brazil Over 40 Years. *Arq Gastroenterol.* 60(1):30-38.
- [6] Mizrahi, J. D., Surana, R., Valle, J. W., & Shroff, R. T. (2020). Pancreatic cancer. *The Lancet*, 395(10242), 2008-2020.
- [7] Koçatakan, p., & Ataseven, H. (2021). Pankreas Kanseri. *Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi*, 54(1), 59-65
- [8] Zhao, Z., & Liu, W. (2020). Pancreatic cancer: a review of risk factors, diagnosis, and treatment. *Technology in cancer research & treatment*, 19, 1533033820962117.
- [9] Ergin I. Dünya’da ve Türkiye’de güncel kanser istatistikleri. Özentürk MG, editör. *Kanser Kontrolü ve Disiplinlerarası Yaklaşım*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2021. p.6-10.
- [10] TurkStat, Turkish Statistical Institute,” Data Portal For Statistics”, (2022); <https://data.tuik.gov.tr>.
- [11] World Health Organization. (2004). *International Statistical Classification of Diseases and related health problems: Alphabetical index* (Vol. 3). World Health Organization.
- [12] Kim, H. J., Fay, M. P., Feuer, E. J., & Midthune, D. N. (2000). Permutation tests for joinpoint regression with applications to cancer rates. *Statistics in medicine*, 19(3), 335-351.
- [13] Yin, M. Y., Xi, L. T., Liu, L., Zhu, J. Z., Qian, L. J., & Xu, C. F. (2022). Pancreatic cancer incidence and mortality patterns in 2006-2015 and prediction of the epidemiological trend to 2025 in China. *World Journal of Clinical Cases*, 10(14), 4404.
- [14] Kavaliauskas, P., Dulskas, A., Kildusiene, I., Arlauskas, R., Stukas, R., & Smailyte, G. (2022). Trends in Pancreatic Cancer Incidence and Mortality in Lithuania, 1998–2015. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2), 949.

[15] Huang, J., Lok, V., Ngai, C. H., Zhang, L., Yuan, J., Lao, X. Q., ... & Wong, M. C. (2021). Worldwide burden of, risk factors for, and trends in pancreatic Cancer. *Gastroenterology*, *160*(3), 744-754.

[16] Ferlay, J., Partensky, C., & Bray, F. (2016). More deaths from pancreatic cancer than breast cancer in the EU by 2017. *Acta oncologica*, *55*(9-10), 1158-1160.

## MARMARA BÖLGESİ RULO ÇİM FİRMALARININ GENEL YAPILARININ DEĞERLENDİRİLMESİ<sup>1</sup>

Yüksek Lisans Öğr. Doruk Alp AYTEKİN<sup>2</sup>, Prof. Dr. Murat ZENCİRKİRAN<sup>3</sup>

<sup>2</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı,

[aytekindorukalp@gmail.com](mailto:aytekindorukalp@gmail.com) - BURSA – ORCID: 0009-0006-4269-8787

<sup>3</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü,

[mzencirkiran@uludag.edu.tr](mailto:mzencirkiran@uludag.edu.tr) - BURSA – ORCID: 0000-0003-0051-8937

### ÖZET

Marmara bölgesinde yer alan rulo çim üretimi yapan firmaların değerlendirildiği bu çalışmada firmalar ile yüz yüze anket çalışması gerçekleştirilmiş olup firmaların genel yapıları ile ilgili değerlendirmeler bu çalışma kapsamında ortaya konulmuştur. Elde edilen veriler; firmaların %100'ünün öz sermaye ile kurulduklarını, 6-10 yıl ve üzeri bir süredir sektör içerisinde faaliyet gösterdiklerini, üretim yaptıkları alanların %40'ının kiralık araziler olduğunu göstermiştir. Faaliyette olan firma sahiplerinin %80'inin lise ve üzeri okul bitirdikleri tespit edilmiştir. Sektörde yer alan firmaların %32'sinin yıllık satış kapasitesinin 0-100.000m<sup>2</sup> arasında olduğu ve firmaların sadece %20'lik bir kesiminin ihracat yaptıkları belirlenmiştir. İç pazarda ise en büyük pazar alanının İstanbul ili olduğu bunu Bursa ilinin izlediği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Rulo çim, Üretim, Marmara bölgesi.

## GENERAL STRUCTURES OF MARMARA REGION ROLL GRASS COMPANIES EVALUATION

### ABSTRACT

In this study, in which the companies producing rolled grass in the Marmara region were evaluated, a face-to-face survey was carried out with the companies and the evaluations about the general structures of the companies were put forward within the scope of this study. The data obtained; It has shown that 100% of the companies were established with equity capital, that they have been operating in the sector for 6-10 years or more, and that 40% of the areas they produce are rented lands. It has been determined that 80% of the company owners in operation have completed high school or higher. It has been determined that 32% of the companies in the sector have an annual sales capacity between 0-100,000m<sup>2</sup> and only 20% of

<sup>1</sup> Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi BAP birimi tarafından desteklenen FYL-2023-1495 nolu “Rulo Çim Üretimi ve Marmara Bölgesi Rulo Çim Firmalarının Değerlendirilmesi” isimli Lisansüstü Tez Projesinden üretilmiştir.<sup>1</sup>

the companies export. In the domestic market, it has been observed that the largest market area is Istanbul, followed by Bursa.

**Keywords:** Roll grass, Production, Marmara region

## 1. GİRİŞ

Ortaya çıkışı ortaçağ sonlarına kadar ulaşan çim alanlar bir güç, asalet ve prestij ölçüsü olarak Avrupa aristokrat sınıfının yaşam alanları arasında yer alan şatolarda yer bulmuştur. Sonraki süreçte sanayi devriminin gerçekleşmesi ile üretim imkânlarının artması, toplum refahında sağladığı iyileşme ve çim bakım ekipmanlarında ki gelişme sonucunda seçkin sınıfın bu özel zevki tüm kamuya mal olmuş ve toplumda geniş bir yer bulmuştur [6].

Son yıllarda artan dünya nüfusu ve sanayileşmeye bağlı olarak kent merkezlerinde yaşayan insan sayısında ciddi artışların meydana gelmiş olması [1] giderek betonlaşan şehirler için daha yüksek oranda yeşil alan ihtiyaçlarının ortaya çıkmasına yol açmıştır.

Bu ihtiyaçların giderilebilmesi amacıyla çok sayıda park, bahçe, spor alanları ve mesire yeri gibi çok farklı özelliklere sahip rekreasyonel alanların yapımı gerçekleştirilmiştir. Kent merkezlerinde yer alan yeşil alanların en önemli yapı taşları arasında ise estetik ve fonksiyonel [2] bazı özelliklere sahip olan ve örtü elemanı olarak değerlendirilen çim alanlar önemli bir yer tutmaktadır.

Bu alanlar, mimari teknikler ile görsel ve estetik amaçlarla yaygın olarak tesis edilen yeşil örtüler şeklinde hem göze hitap etme hem de ruhsal rahatlama gibi üstünlükleri ile insanların dinlenme ortamını oluşturmaktadır [2]. Bunun yanı sıra çim alanlar doğal bir oksijen üreticisi olarak şehir havasının temizlenmesine ve yağış rejiminin düzenlenmesine katkı sağlamaktadır [3]. Özellikle güneş ışınlarını emerek çağımızın kronik bir sorunu olan küresel ısınmanın etkilerinin azaltılmasında ve yaşamın olumsuz etkilerinden birisi olan çevresel kaynaklı tozların emilmesinde aynı zamanda ortam sıcaklığının düşürülmesinde de önemli faydaları bulunmaktadır [2,4].

Günümüzde şehirler için önemli bir ölçüt olan kişi başına düşen yeşil alan miktarları Dünya sağlık örgütü verilerine göre, en az 9 m<sup>2</sup> olmalıdır. Bu rakamın AB ülkelerinde 8-12 m<sup>2</sup>, ülkemizde ise 2 m<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. Ayrıca dünyanın New York, Paris, Londra, Rio de Janeiro ve İstanbul gibi önde gelen metropollerinde halka açık yeşil alan miktarının sırasıyla %14, %9,4, %38,4, %29 ve %1,5 olduğu bilinmektedir [5,6].

Dünya şehirlerinin yaşam kaliteleri açısından öncelikle bakılan parametreleri arasında yer alan yeşil alanlar içerisinde kendisine yer bulan çim alanlar Dünya ülkeleri için bir endüstri haline dönüşmüş durumda olup çim bitkileri endüstrisi, ABD’de mısırdan sonra en çok gelir getiren bitki gurubu içerisinde yer almaktadır. Diğer yandan, Dünya genelinde çim alanlara olan talebin artması çim tesisinde de birçok yeniliği beraberinde getirmiştir. Bilim insanlarının genetik

çalışmaları ile dünyanın her yerine adapte olablen çim çeşitleri geliştirilirken diğer yandan çim alan kurulumunda tohum ekimi gibi geleneksel yöntemlere alternatif rulo çim, hidroseedng gibi yeni teknikler kullanılarak uygulama avantajları yaratılmaya çalışılmıştır [7].

Bu noktadan hareketle örtü bitkisi olarak çimin tedarik edilmesi ve kullanıcılara hazır çim sağlanması amacıyla ortaya çıkan “Rulo Çim” üretimi hızlı bir gelişme gösteren sektör haline gelmiştir. Bu çalışma hızla büyüyen bu sektörde faaliyet gösteren firmaların genel yapılarını değerlendirmek ve mevcut durumu ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma materyali olarak Marmara bölgesi illerinde (İstanbul, Kocaeli, Yalova, Sakarya, Bursa, Bilecik, Çanakkale, Balıkesir, Edirne, Tekirdağ, Kırklareli) faaliyet gösteren Rulo Çim üretim firmaları değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında bölgede faaliyet gösteren firmalar tespit edilmiştir. İkinci aşamada saha çalışması gerçekleştirilerek firmalar ile yüzyüze anketler gerçekleştirilmiştir. Üçüncü aşamada anket sorularının özelliğine göre frekans dağılımları için SPSS 23 paket programı kullanılarak elde edilen veriler için frekans dağılımları yapılmıştır. Çalışmanın son aşamasında ise öneriler geliştirilmiştir.

## 3. BULGULAR

Çalışma kapsamında Marmara bölgesinde Bursa, Sakarya, Kocaeli, İstanbul, Edirne, Tekirdağ illerinde Rulo Çim üretimi faaliyetinde bulunan 25 firma olduğu belirlenmiş olup firmalar ile gerçekleştirilen yüzyüze anketlerden firmaların genel yapılarına ait bulgular aşağıda verilmiştir.

### 3.1 Sosyo - Ekonomik durum

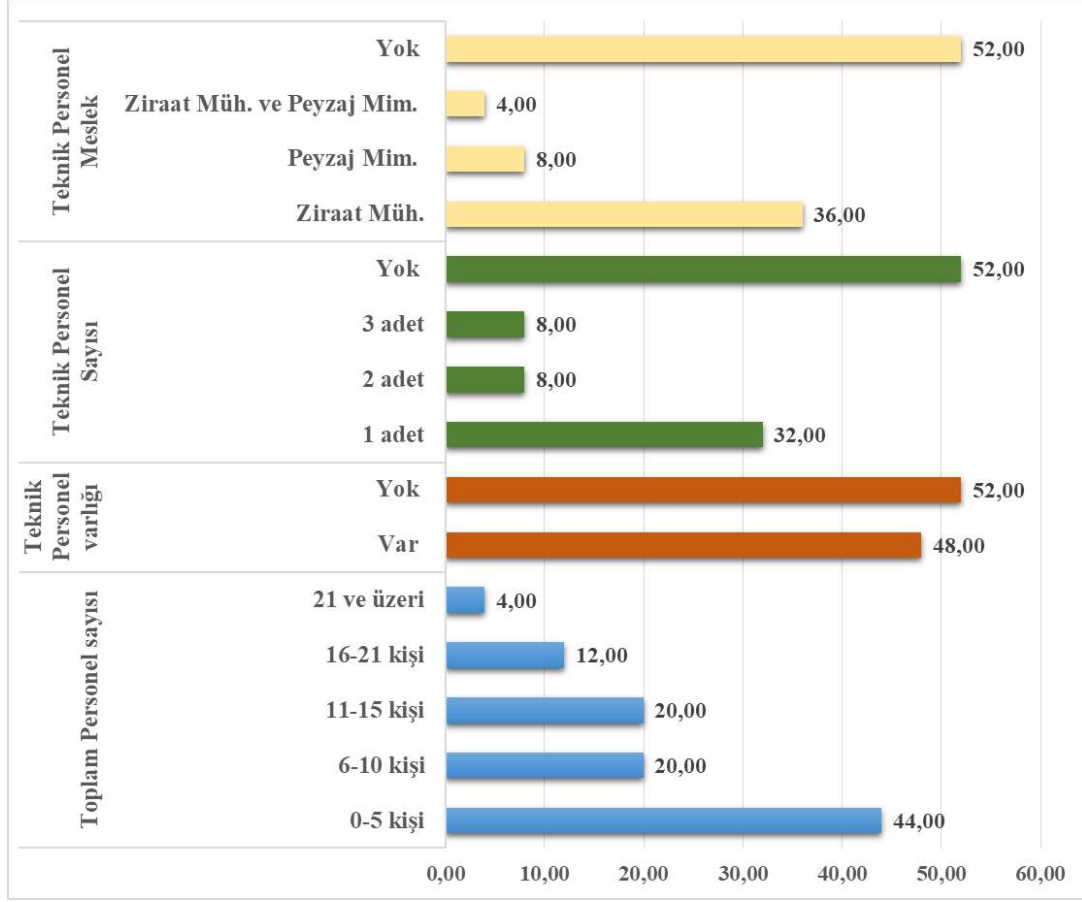
Marmara Bölgesi rulo çim üretimi yapan firmaların genel yapısı değerlendirildiğinde firma yetkilisinin en yüksek oranda %68 ile 30-40 yaş aralığında olduğu görülmüştür. Bunu %34 ile 41-50 yaş aralığı izlemiştir. Öğrenim durumuna bakıldığında yetkili kişilerin en yüksek oranda %36 ve %32 ile lise mezunu ve Lisans mezunu oldukları tespit edilmiştir. Meslek grubu açısından %24 ile bahçıvan – çiftçi, %16 ile jeoloji, elektrik elektronik ve endüstri mühendisi, %12 ile orman-ziraat mühendisi ve %12 ile maliye-ticaret mesleği yapan kişilerin bulunduğu tespit edilirken bu soruya ankete katılanların %28’inin yanıt vermediği görülmüştür. Sektörde faaliyet yılları dikkate alınarak yapılan değerlendirmelerde firmaları %32’lik kesiminin 6-10 yıllık, % 28’inin 16 - 21 yıllık, %20’sinin 11-15 yıllık, %12’sinin 0-5 yıllık ve %8’inin ise 21 yıllık oldukları belirlenmiştir (Çizelge 1 ).

Çizelge 1. Rulo çim firmalarının genel yapısı

Firma Profili		F (%)
Yaş	30-40 yaş	68,0
	41-50 yaş	34,0
	51-60 yaş	4,0
	61 ve üzeri	4,0
Öğrenim Durumu	Ortaokul	20,0
	Lise	36,0
	Ön lisans	4,0
	Lisans	32,0
	Yüksek Lisans	8,0
	Doktora	20,0
Meslek	Bahçıvan - Çiftçi	24,0
	Harita Teknikeri	4,0
	Jeoloji, Elektrik-Elektronik ve Endüstri Müh.	16,0
	Orman – Ziraat Müh.	12,0
	Maliye-Ticaret	12,0
	İnşaat ustası	4,0
	Cevap vermeyen	28,0
Firma kuruluşu	0-5 yıllık	12,0
	6-10 yıllık	32,0
	11-15 yıllık	20,0
	16-21 yıllık	28,0
	21 ve üzeri	8,0

Rulo çim firmalarında çalışan personel sayısı incelendiğinde firmaların %44'ünde çalışan sayısının 0-5 kişi arasında değiştiği, firmaların sadece %4'ünde 21 ve üzeri personel bulunduğu belirlenmiştir. Değerlendirilen firmaların sadece %48'inde teknik personel bulunduğu, var olan teknik personelin %36 lık bir grubunun Ziraat Mühendisi olduğu, %8'inde Peyzaj Mimarının %4'ünde ise hem Ziraat Mühendisi hem de Peyzaj Mimarının bulunduğu görülmüştür (Görsel 1 )

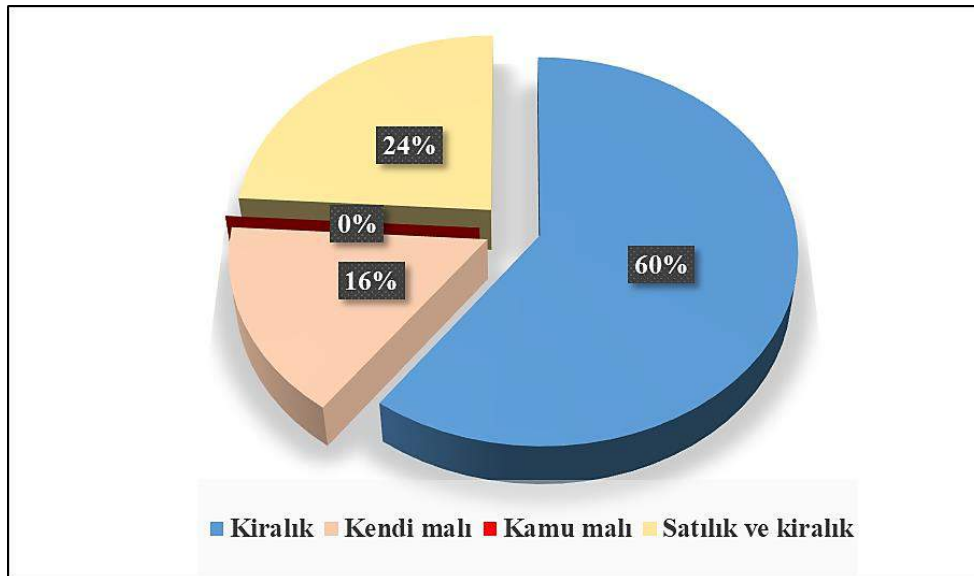




Görsel 1. Rulo Çim Firmalarının Personel Durumu

### 3.2 Arazi varlığı, Faaliyet ve Finansal Durum

Marmara bölgesinde Rulo Çim üretimi yapan firmaların %60'ının kiralık araziler kullanarak faaliyetlerini sürdürdükleri, sadece %16'lık kesimin kendi arazileri üzerinde üretimde buldukları tespit edilmiştir. Diğer yandan, firmaların %24'lük kısmının ise hem kendi arazilerinde hem de kiralık arazilerde ticari faaliyetlerini yürüttükleri görülmüştür (Görsel 2).



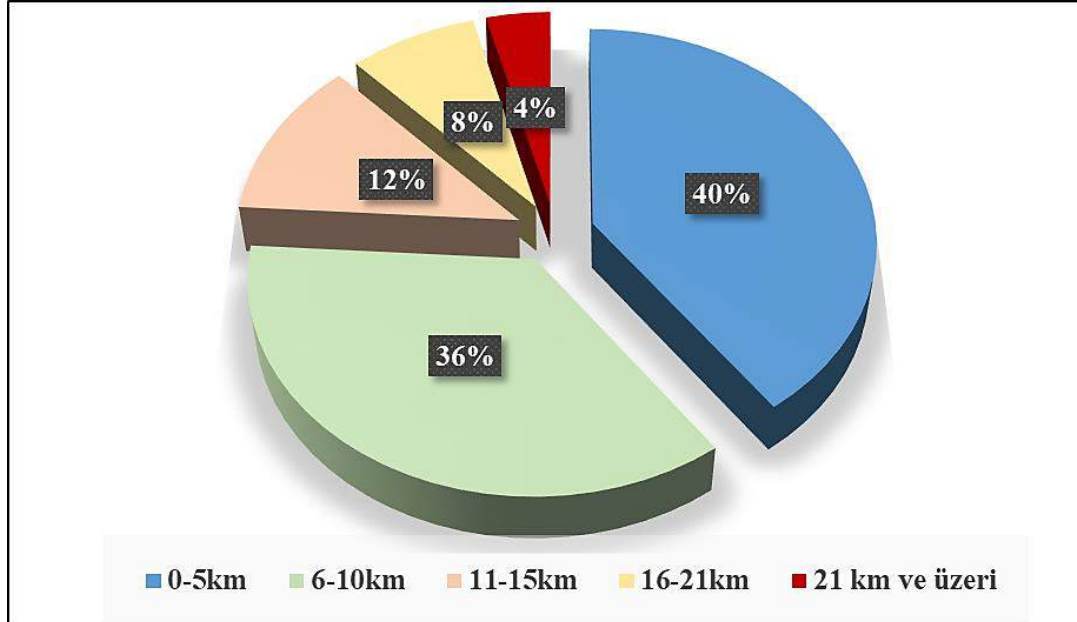
### Görsel 2 Arazi mülkiyet durumu

Firmaların tamamında üretim, pazarlama ve satış faaliyetlerinin bir bütün olarak yürütüldüğü saptanmıştır. Yıllık üretim faaliyeti içerisinde en fazla iş yoğunluğu ve iş gücü ihtiyacının ise Nisan-Ağustos ayları arasında olduğu görülmüştür (Çizelge 2 )

Çizelge 2. Rulo çim firmalarının faaliyet alanları ve işgücü yoğunluğu

Faaliyet alanları ve işgücü yoğunluğu		F(%)
Firmanın faaliyet alanları	Satış	0
	Pazarlama	0
	Üretim	0
	Hepsi	100,0
Firmanın işgücü yoğunluğu	Ocak-Nisan	0
	Nisan-Ağustos	96,0
	Ağustos-Aralık	0
	Hepsi	4,0

Üretim arazilerinin buldukları konum bakımından yapılan değerlendirmeler arazilerin çoğunlukla il ve ilçe merkezlerine yakın konumlarda olduklarını göstermiştir. Üretim yapılan arazilerin %40'ının 0-5 km, %36'sının 6-10 km, %12'sinin ise 11-15 km uzaklıklarda yer aldıkları görülmüştür (Görsel 3 ).



Görsel 3 Firma arazilerinin il veya ilçe merkezlerine uzaklık durumları

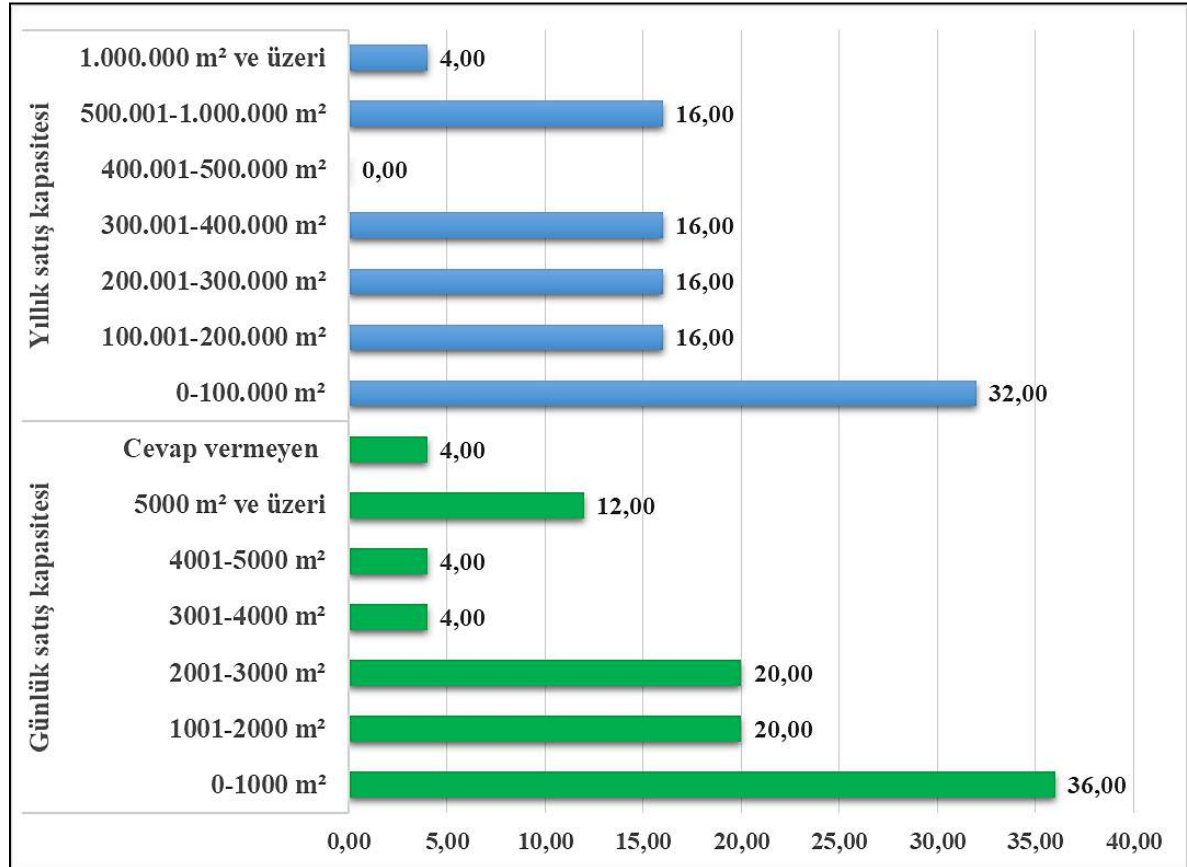
Rulo çim firmalarının büyük bir çoğunluğunun (%48) limited şirket statüsünde olduğu belirlenmiş bunu %40'lık oran ile şahıs %8'lik oran ile anonim şirket yapısındaki firmaların izlediği belirlenmiştir. Rulo çim firmalarının tamamında finansal kaynağın ise öz sermaye olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3 )

Çizelge 3. Rulo çim firmalarının hukuki yapısı ve finansal kaynakları

Parametreler	Firma profili	F(%)
Firmaların hukuki yapısı	Şahıs	40,0
	Limited	48,0
	Anonim	8,0
	Diğer	4,0
Firmanın finansal kaynağı	Öz sermaye	100,0
	Yabancı sermaye	0
	Faktöring	0
	Finansal kiralama(leasing)	0

### 3.3. Satış ve Pazarlama

Rulo çim firmalarının %36'sında günlük satış kapasitesinin 0-1000m<sup>2</sup> arasında değişiklik gösterdiği, bunu %20'lik oran ile 1001-2000 ve 2001-3000 m<sup>2</sup> günlük satış kapasitesine sahip firmaların izledikleri görülmüştür. Yine firmaların %32'sinin yıllık satış kapasitelerinin ise 0-100000 m<sup>2</sup> arasında değişiklik gösterdikleri bulunmuştur (Görsel 4 )



Görsel 4. Günlük ve Yıllık Satış Kapasiteleri

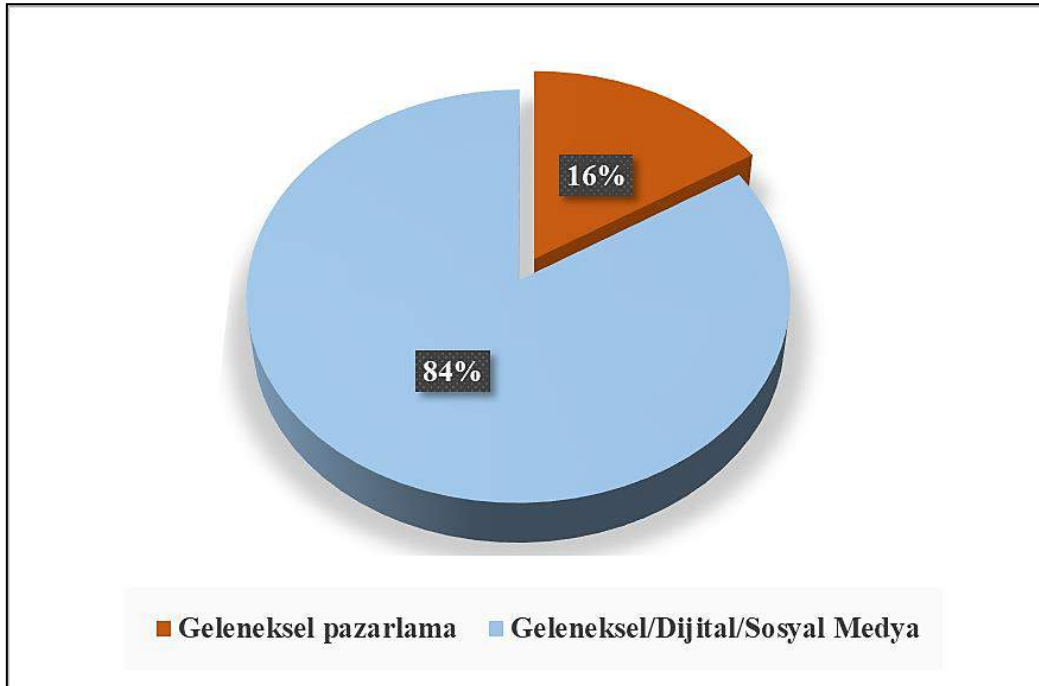
Satış tipi açısından yapılan değerlendirmelerde firmaların %96'lık kesiminin toptan ve perakende satış yaptıkları, firmaların satışlarını %92 gibi büyük bir oran ile İstanbul ilindeki alıcılara gerçekleştirdikleri ve satışlarının sadece %20'lik bir kesimini yurtdışına yaptıkları tespit edilmiştir. Bununla birlikte firmaların tamamının tarım sigortalarından (Tarsim) yararlanmadıkları görülmüştür (Çizelge 4 )

Çizelge 4. Rulo çim firmalarının satış durumları

Parametreler	Firma Profili	F (%)
Satış tipi	Toptan	0
	Perakende	4,0
	Toptan ve Perakende	96,0
Satış yapılan bölge	Bursa	4,0
	İstanbul	92,0
	İzmir	0
	Diğer	4,0
Yurt dışı satış durumu	Y.dışı satış var	20,0
	Y.dışı satış yok	80,0
Sigorta durumu	Tarsim var	0
	Tarsim yok	100

Çizelge 4

Pazarlama yöntemleri açısından firmaların %16'sının geleneksel pazarlama yöntemini kullandıkları, %84'lük bir kesiminin ise dijital ve sosyal medya gibi güncel kaynaklar ile birlikte pazarlama yöntemlerinin tamamını kullandığı (Şekil 5 )



### Şekil 5. Rulo 5 çim firmalarının pazarlama kanalları

### 3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, ülkemizde son 20 yılda önemli bir sektör haline gelen rulo çim üretim ve uygulamalarının incelenmesi amaçlandığı bu çalışmada Marmara bölgesinde yer alan Rulo çim üretimi gerçekleştiren işletmelerin genel yapıları ortaya konulmuştur. Bu konuda bu kapsamda gerçekleştirilen ilk çalışma olma özelliğine sahip olan bu çalışma ile sektörde yer alan firmaların son yıllarda kentleşme ve beraberinde getirdiği talep yoğunluğu nedeniyle nüfusun büyük bir kesiminin yaşadığı illere sahip olan Marmara bölgesinde yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Sektör açısından yapılan değerlendirmeler özellikle üretim gerçekleştirilen arazilerdeki mülkiyet durumu yapısının önümüzdeki süreçlerde ciddi problemlere yol açarak sorunlar doğurabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte sektör açısından teknik personel bulundurma sıkıntısı da temel problemler arasında yer almıştır. Diğer yandan özellikle iç tüketime yönelik olarak sektör satışlarının kurgulanması da önümüzdeki yıllarda karşılaşılabilecek olan iç piyasa daralmasına paralel bir şekilde bundan etkileneneğini düşündürmektedir.

### KAYNAKÇA

- [1] Birer, S. 2021. *Farklı çim karışımlarında çiğnenmenin bitki gelişimi ve çim kalitesine etkileri*. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale.
- [2] Avcıoğlu, R. 1997. *Çim Tekniği, Yeşil Alanların Ekimi Dikimi ve Bakımı*. Ege Üniversitesi Matbaası, 271 s., Bornova, İzmir..
- [3] Oral, N. ve Açıkgöz, E. 2002. *Çim Alanlar İçin Tohum Karışımları*. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Bursa Şube Başkanlığı Yayınları:1, Ön-Mat A.Ş, Bursa, 41s.
- [4] Uzun, G., 1992, *Peyzaj Mimarlığında Çim ve Spor Alanları Yapımı*, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı, 20, Adana, 170
- [5] Önder S. Ve Polat, A. (2012). *Kentsel açık yeşil alanların kent yaşamındaki yeri ve önemi*. Kentsel Peyzaj Alanlarının Oluşumu ve Bakım Esasları Semineri, Konya

- [6] Sözen, N., Halepoğlu, N. Ve Şahin S. (1991). *Ülkemizde Süs Fidancılığının Durumu ve Pazar açısından karşılaşılan sorunlar* . Türkiye 1. Fidancılık Sempozyumu, 411-419.
- [7] Ok, H. 2020. *Stabilize edilmiş ve kurutulmuş arıtma çamurlarunun rulo çim üretiminde kullanımı. Doktora tezi*, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Antalya



## EXAMINING THE EFFECTS OF PH ON STABILITY IN THE FORMULATION USED IN ALUMINIUM DIE-CASTING OPERATIONS CONTAINING SILOXANE DISPERSION WITH LUMISIZER TEST DEVICE

**BURAK KÖKSAL<sup>1</sup>, HANİFE GÜLEN TOM<sup>2</sup>, EBRU ERDOĞAN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Belgin Oil, R&D Center, burak.koksal@belginoil.com- 0000-0001-5208-6625

<sup>2</sup> Belgin Oil, R&D Center, hanife.gulen@belginoil.com- 0000-0003-4599-5403

<sup>3</sup> Belgin Oil, R&D Center, ebru.erdogan@belginoil.com- 0000-0003-2710-0899

### ABSTRACT

The use of aluminium materials instead of steel materials is increasing in sectors that require high quality expectations, such as the automotive industry, defence industry, space and aviation industry. Especially in these sectors where weight reduction is extremely important, aluminium and its alloys; It is widely used in various applications due to its properties such as low density, high strength, corrosion resistance and good formability. Today, processes that produce complex materials at high speed, such as HPDC (High Pressure Aluminium Casting) high pressure casting process, are preferred in the production of aluminium alloys. Increasing machine sizes and changing mold designs in recent years make the operation increasingly complex, and cooling large and complex parts becomes difficult. For this reason, water-based, high-performance mold release products are increasingly needed in HPDC processes. These products include siloxane, a class of chemical compounds containing silicon, oxygen, carbon and hydrogen atoms, and waxes, a stable aqueous mixture containing anionic polyethylene particles. In aluminium pressure casting processes, organic siloxanes are frequently included in formulations due to their beneficial properties such as increasing mold release performance, while waxes provide lubrication in the mold. In formulations containing siloxane and wax dispersion, pH and particle size are the most important factors affecting stability. In this study, the stability of formulations containing siloxane and wax dispersion used in aluminium pressure casting processes under changing pH conditions was investigated. The focus was on the use of the Lumisizer, an effective testing device to assess stability in a short period of time. As a result, it was determined that the stability increased as pH increased in formulations containing siloxane and wax dispersion.

**Keywords:** Siloxane, Wax, Dispersion, Stability, Lumisizer

## 1. INTRODUCTION

Aluminum is an important material widely used in industries where high-quality standards are required, such as Automotive, defense, space and aviation, due to its high strength, low weight and corrosion resistance. Because it naturally forms a protective oxide coating that is resistant to corrosion, it is particularly preferred in industries such as maritime and aviation where exposure to extreme weather conditions is common [1, 2]. Thanks to its easy processability and recyclability compared to steel, aluminum is used in many sectors that adopt sustainable and environmentally friendly strategies, and its use is increasing day by day [3].

Capable of manufacturing a large number of components in serial production and in a much shorter time compared to other methods, the High Pressure Die Casting Method (HPDC) is one of the most preferred methods in the production of aluminium parts. High-performance mass production offers the advantage of lowered costs and an affordable price, while producing the part you need promptly and flawlessly, enabling time savings. In the process, molten aluminium is injected into a mold under intense pressure [4]. The aluminium poured into the mold cools rapidly and solidifies, taking the shape of the mold. Mold release agents are used to facilitate the separation of aluminium from the mold during the casting process. The use of water-based mold release agents is preferred in HPDC casting processes due to their good cooling, sustainability and creation of a smooth casting surface. These mold release agents are used by diluting them with water at rates of 1/50 to 1/200, depending on the size of the aluminium material and the process performed [5,6]. Water-based mold release agents used in HPDC processes are generally formulated with siloxane and wax dispersions.

Siloxanes used in water-based aluminium injection mold release formulations are known as compounds consisting of silicon, oxygen, carbon and hydrogen. Silicones have special qualities such as flexibility, low toxicity, excellent heat stability and water resistance. Methylphenylsiloxane, Fluorosilicone, Polydimethylsiloxane (PDMS), Hydroxy Terminated Siloxanes, and Vinyl Modified Siloxanes are just a few of the various forms of siloxanes. Since PDMS is a non-stick material with low surface energy, it is a preferred compound in mold release formulations.[7]. Waxes containing primary polyethylene dispersion provide good lubricating of the aluminium mold at high temperatures, very good film formation and excellent adhesion to the mold surface. As a result of this film formation, the aluminium mold is protected against damage and the molded materials have an excellent surface quality [8].

Dispersion stability in formulations containing siloxane and wax is important for homogeneous lubrication of the mold in the casting process. The most important factors affecting stability include particle size and pH. The particle size must be appropriate to the nature of the formulation. Because large particles form agglomerations, causing precipitation or phase separation and negatively affecting stability. To achieve the desired formulation stability, the particle sizes must be of equivalent size [9]. Besides particle size, finding the ideal pH range to produce stable dispersions is very important [10]. The pH of the formulation is significantly affected by the use of amines, which are organic substances in which hydrogen atoms are

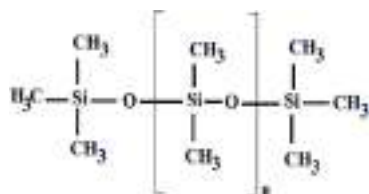
bonded to a nitrogen atom [11]. Surfactant-type amines can aid in the stabilization of hydrophobic components in the formulation.

In this study, the effects of pH on the stability of formulations containing siloxane and wax dispersion used in HPDC processes were examined using an Analytical Centrifuge Device (Lumisizer).

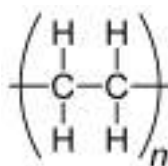
## 2. EXPERIMENTAL STUDIES

### 2.1. Compounds Used and Formulation

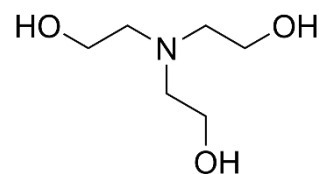
Water-based mold release products; It is formulated using water, polydimethylsiloxane dispersion, primary polyethylene dispersion and other additives. Triethanolamine compound was also used to adjust the pH of the products. In addition to silicone/wax dispersions in Al mold release formulations, since the product contains bactericides are used to prevent the formation of bacteria and fungi, and corrosion inhibitors are used to prevent possible corrosion. These contributions were also included while preparing the formulations in the study. The chemical structures of the compounds used are shown in Figures 1-3.



**Figure 1.**  
**Polydimethylsiloxane**



**Figure 2.**  
**Polyethylene**



**Figure 3.**  
**Triethanolamine**

Formulations created with the compounds in Figure 1-3 are listed in Table 1.

**Table 1. Water-Based Mold Release Formulations**

Formulation No	Polydimethyl siloxane dispersion	Primary polyethylene dispersion	Water	Triethanol amine	Other
Pr.1	25	15	58	-	2
Pr.2	25	15	57,5	0,5	2
Pr.3	60	15	23	-	2
Pr.4	60	15	22,6	0,4	2
Pr.5	83	15	-	-	2
Pr.6	82,9	15	-	0,1	2

### 2.2. Creaming Velocity Test Method with Lumisizer

The analytical centrifuge LUMiSizer® is a dispersion analyzer that allows multiple samples to be tested simultaneously according to STEP technology and allows both quantitative and qualitative measurement of product stability (Figure 5). The device allows dispersions to be accelerated during testing. It achieves this by applying centrifugal force and, if desired, varying the temperature during the test. In the Lumisizer test device, there are various analysis methods for the determination of stability. In general, front tracking method is used for the analysis stability of the siloxane and wax dispersion formulation. In this method, creaming velocity which is the linear integration of light transmission versus time at a constant rate, is calculated. Lower creaming velocity values indicates that better stability.

With the Lumisizer, multiple samples can be tested simultaneously and under the same test conditions with a small amount of sample. In this way, time is saved by testing multiple products in a short time, while efficiency in production work is also increased. Lumisizer Test parameters are in Table 2.



**Figure 5. Lumisizer Test Device**

**Table 2. Lumisizer Device Test Parameters**

Test Parameters	Test Conditions
Speed	3000 rpm (1308 RCA)
Temperature	60°C
Number of Profiles	240
Interval	30s

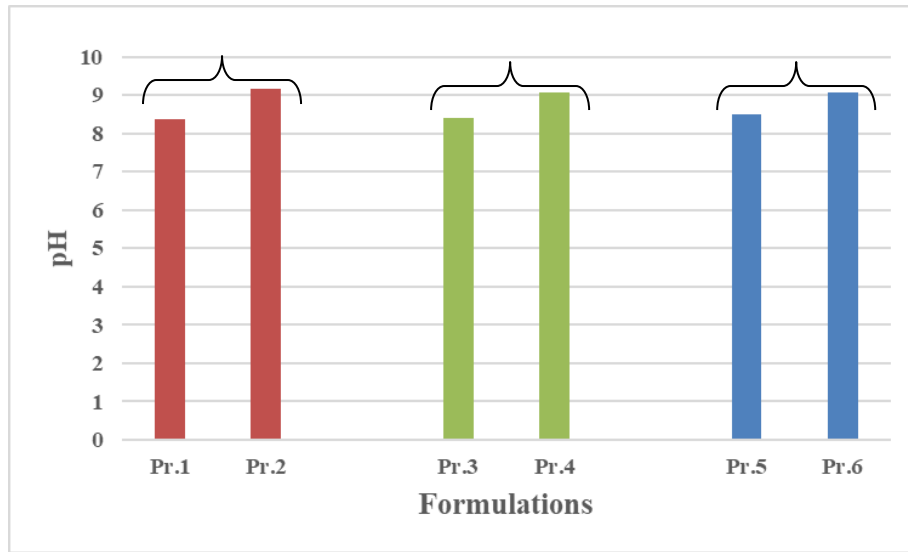
### 3. RESULTS AND EVALUATION

First, Pr.1, Pr.3, Pr.5 formulations were created. After adding the Triethanolamine compound to increase the pH, Pr.2, Pr.4, Pr.6 formulations were created, respectively, and pH changes were observed. pH change results of the formulations are given in Table 3.

**Table 3. pH Results of Formulations**

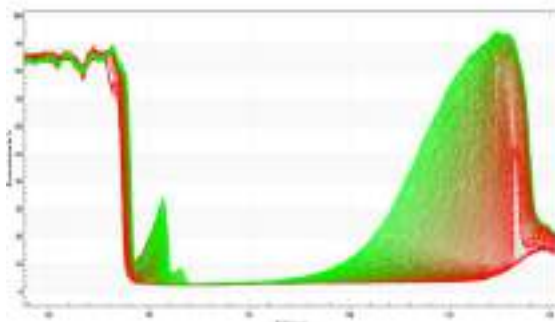
	Pr. 1	Pr. 2	Pr. 3	Pr. 4	Pr. 5	Pr. 6

<b>pH</b>	8,38	9,17	8,40	9,07	8,50	9,07
-----------	------	------	------	------	------	------

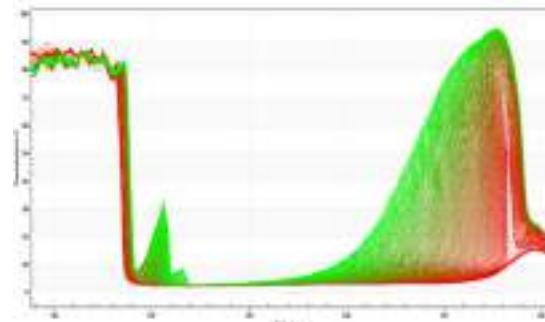


**Figure 6. pH Result Graphs of Formulations**

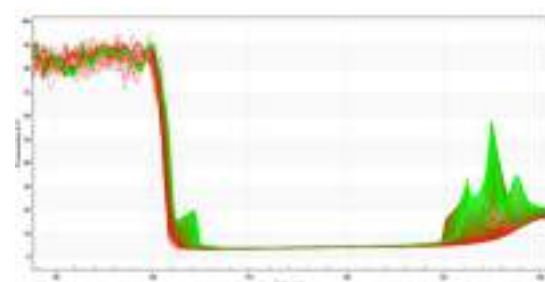
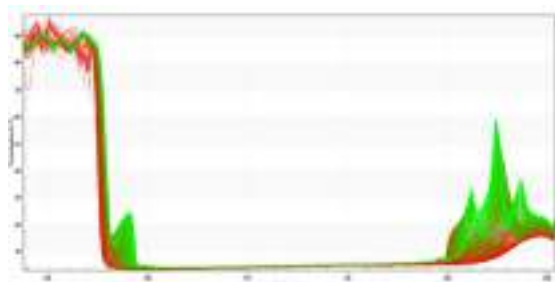
After observing the pH change of the formulations, test was performed to determine the creaming velocity with the Lumisizer test device. In the transmission profiles recorded during the test, the red ones are recorded as the first and the green ones are recorded as the last transmission profiles. As droplets migrate from the bottom of the tube (the right side of the curve) to produce a layer of cream, light transmission profiles acquired from the Lumisizer reflect creaming. The profiles of the Position in mm vs Transmission values of the formulations tested in the Lumisizer are given in Figures 7-12.



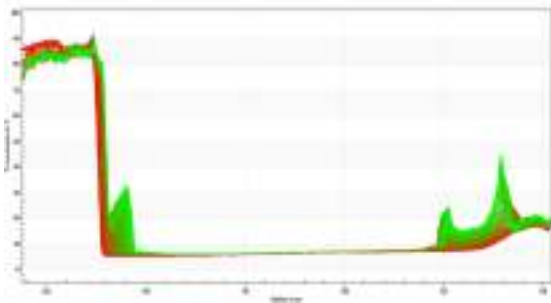
**Figure 7. Transmission profile of Pr.1**



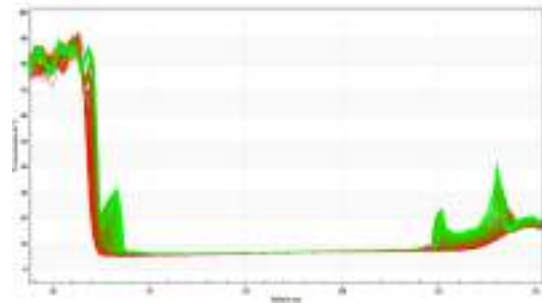
**Figure 8. Transmission profile of Pr.2**



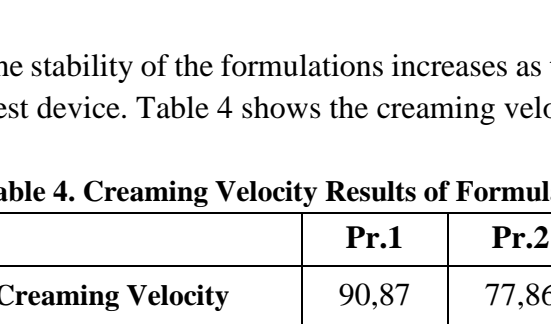
**Figure 9. Transmission profile of Pr.3**



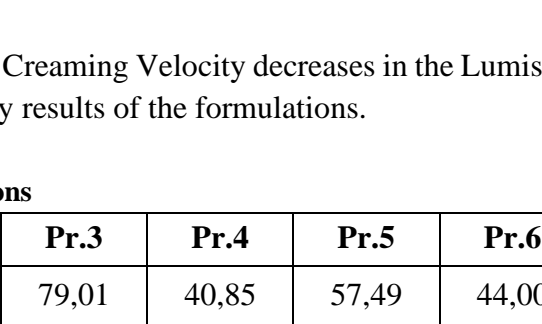
**Figure 10. Transmission profile of Pr.4**



**Figure 11. Transmission profile of Pr.5**



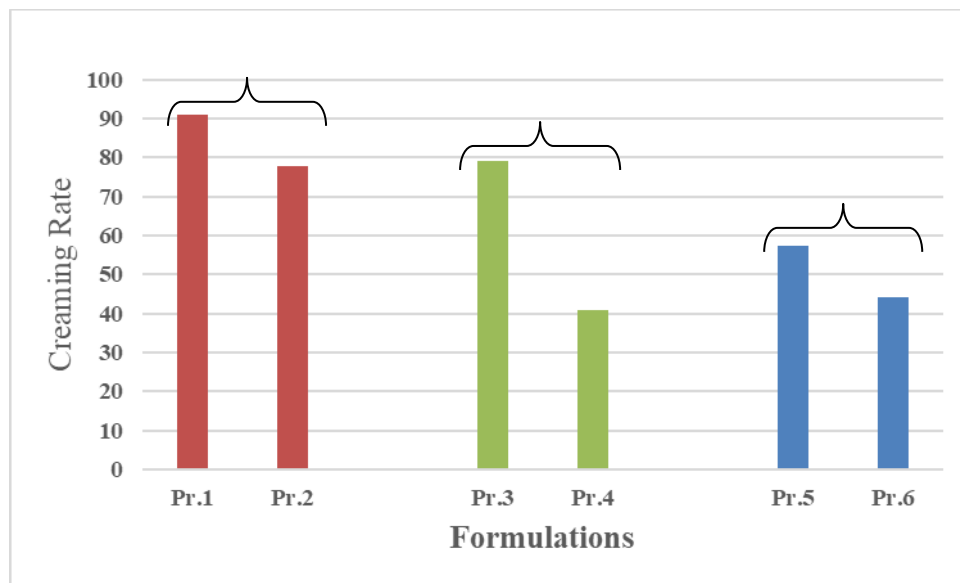
**Figure 12. Transmission profile of Pr.6**



The stability of the formulations increases as the Creaming Velocity decreases in the Lumisizer Test device. Table 4 shows the creaming velocity results of the formulations.

**Table 4. Creaming Velocity Results of Formulations**

	Pr.1	Pr.2	Pr.3	Pr.4	Pr.5	Pr.6
<b>Creaming Velocity</b>	90,87	77,86	79,01	40,85	57,49	44,00



**Figure 13. Result Graphs of Creaming Velocity of Formulations**

#### 4. GENERAL EVALUATION AND RESULTS

In aluminium casting processes, compounds containing siloxane and wax dispersion are used as water-based mold release products. It is essential that obtaining a stable siloxane and wax formulations for achievement of effective operations. This study aims that investigate effect of pH on the stability of formulations.

Studying of the effect of pH on the formulation stability showed that:



- It was determined that stability of the formulation enhanced with increase of the pH. This finding could be attributed to slow down or inhibit of reaction that lead to instability by increasing of pH. Furthermore, solubility of substance may be improved, and precipitation of solution may be improved by adjusting the pH.
- On the other hand, it was observed that improvement percentage was different for each formulation. While examining the creaming speeds of the formulations; While 14% improvement was observed in Pr.1, 49% improvement was found in Pr.3 and a 23% improvement in Pr.5.
- As a result, it was ascertained that formulation composition had also great effect on the stability. Therefore, it was found that high formulation stability can be attained with optimization of the formulation composition and pH range.

### KAYNAKÇA

- [1] <https://kalkanci.com/areas-for-aluminium-utilisation/>  
(Erişim tarihi: 14.12.2022)
- [2] Sukiman, N. L., Zhou, X., Birbilis, N., Hughes, A. E., Mol, J. M. C., Garcia, S. J., ... & Thompson, G. E. (2012). Durability and corrosion of aluminium and its alloys: overview, property space, techniques and developments. *Aluminium Alloys-New Trends in Fabrication and Applications*, 5, 47-97.
- [3] <https://www.aluminum.org/sustainability>  
(Erişim tarihi: 14.12.2023)
- [4] Akkaya, E., Kayır, Y., The Effect of High-Pressure Die-Casting Machine's Parameters on the Mechanical Properties of the Aluminium Alloy Material, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 11,2, 2023.
- [5] <https://wnshaw.com/water-base-versus-solvent-base/>  
(Erişim tarihi: 15.12.2023)
- [6] Liang, B., Yang, Y., Li, J., Research progress of water-based release agents, *MATEC Web of Conferences*, Vol. 358. EDP Sciences, 2022.
- [7] André, C., Curtis, J., *Silicones. Handbook of polymer applications in medicine and medical devices*, William Andrew Publishing, 131-143, 2013.
- [8] [https://www.atamanchemicals.com/wax-emulsions\\_u29126/](https://www.atamanchemicals.com/wax-emulsions_u29126/)  
(Erişim tarihi: 15.12.2023)
- [9] Iyer, V., Cayatte, C., Guzman, B., Schneider-Ohrum, K., Matuszak, R., Snell, A., Muralidhara, B., Impact of formulation and particle size on stability and immunogenicity of oil-in-water emulsion adjuvants, *Human vaccines & immunotherapeutics*, 11,7, 1853-1864, 2015.
- [10] Lotierzo, A., Pifferi, V., Ardizzone, S., Pasqualin, P., Cappelletti, G., Insight into the role of amines in Metal Working Fluids, *Corrosion Science*, 110, 192-199, 2016.
- [11] <https://www.studysmarter.co.uk/explanations/chemistry/organic-chemistry/amine-structure/>  
(Erişim tarihi: 15.12.2023)

## COMPARISON OF THE EFFECTS OF METALWORKING FLUIDS CONTAINING ESTER AND ALKALI SALTS ON THE ROLLING PERFORMANCE OF COPPER BY TAPPING TORQUE METHOD

Tuğçe ÖZPERÇİN<sup>1</sup>, Hanife GÜLEN TOM<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Belgin Oil, R&D, tugce.ozpercin@belginoil.com – 0000-0002-0692-6264

<sup>2</sup> Belgin Oil, R&D, hanife.gulen@belginoil.com - 0000-0003-4599-5403

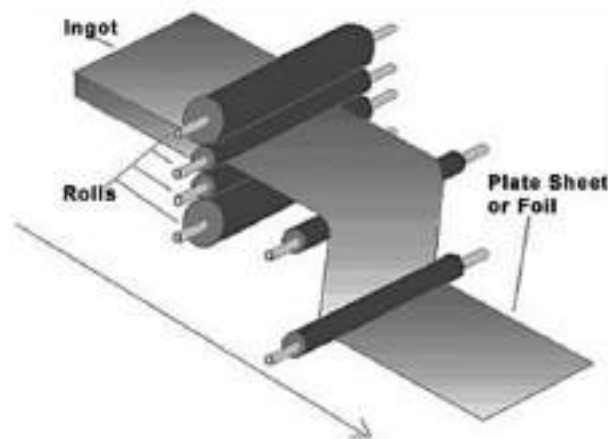
### ABSTRACT

Copper and copper alloys are commonly used in many sectors such as automotive, electronics, electricity, defence, construction, energy and coin production as result of its inherent properties such as high electrical and thermal conductivity, resistance to abrasion, drawability, malleability and anticorrosivity. It is a quite important issue to ensure effective process of transforming copper ores into the final product used in human life in the form of metallic copper or its alloys after being extracted from the mineral deposits. There are various forms of copper alloys which are sheets, strips, flakes, foils, etc according to intent of use and the rolling is one of the most important stages for transforming of copper alloys. Rolling is classified hot or cold rolling according to the temperature of the metal rolled. In cold rolling process, close contact of rollers and the work piece cause friction, wear and energy loss and lubrication is essential to achieve rolling of copper effectively. Lubricity characteristics of metalworking fluids is crucial parameter for the process efficiency and their rolling performance can be improved by using additives such as vegetable oils, esters, fatty oils and alkaline salts. It was evaluated that comparing the effects of esters and alkali salts used in the formulation of metal working fluids on the rolling process would contribute to the literature and this study was prepared. The aim of this study is to investigate the effect of ester and alkali salts on the machining performance of copper using the tapping torque method. As a result, it was determined that increasing the ester percentage increased the processing performance, while increasing the alkali salt percentage did not have any effect on the processing performance. However, the highest performance was obtained by increasing the ester and alkali salt percentages simultaneously.

**Keywords:** Cold Rolling, metal working fluids, esters, alkali salts

## 1. INTRODUCTION

Copper has been an essential material for humans throughout history as a result of its excellent conductivity and as civilization progressed, the need for copper increased. Today, it has been widely used in the many industries such as electrical and electronics, energy, transportation, automotive, construction, jewellery, ornaments and chemical. In this regard, world consumption of copper exceeds 13 million tons annually and it is one of the most used metals, along with iron and aluminium. When it was considered that dependency of industries on copper, construction of an effective process for machining of copper and manufacturing copper strip, sheet and foil is quite important [1,2]. In the production of copper materials, first the liquid metal is taken, it is filled into cast iron molds and left to solidify to produce ingots, and by hot rolling the ingots, blooms, slabs and billets are obtained as the first product. By re-rolling blooms, slabs and billets, products such as profiles, rails, rods, sheets and pipes are obtained. Rolling process can be defined as a shaping of metal into a thin long layer by passing it through a gap between two rollers that rotate in opposite directions. In this operation, metal piece is placed between rollers and it elongates by applying compression of the rollers as shown Figure 1. There are two types of rolling processes as hot rolling and cold rolling and the final shape of the material is generally done by cold rolling due to high surface quality and increase in strength [3,4].



**Figure 1. Illustration of rolling process [3]**

Rolling is widely used in the forming of copper material however it is challenging process. The most common problems in the operations are insufficient surface quality of the product, wear and corrosion of rolling roll. These factors cause production inefficiency and works loss so it creates an economic burden for the companies. In this regard, utilization of suitable metal working fluid is essential to overcome of these problems. Main objectives of the metal working fluids are lubrication and cooling. Nonetheless, degree of lubrication and cooling should be balanced for an effective process. In general, metal working fluids are used by mixing with water in the concentration range of 3-15%, depending on the difficulty of operation and heat

generation can be removed by cooling effect of water. On the other hand, lubrication characteristic affected negatively as a result of mixing with water and it should be enhanced by using additives. These additives can minimize the friction by creating film layer on the metal surfaces. There are numerous types of additives used for this purpose such as vegetable oils, esters, fatty oils and alkali salts [5]. Although vegetable oils are abundant and have low cost, their low oxidation stability limits their utilization. On the other hand, esters have high oxidation stability and provide excellent lubricity. Furthermore, alkali salts can have great effect on the lubricity by providing lipophylic moiety for network formation of lubricity agents. In addition, the metal ions in the alkali salt can increase the stability of the protective film by reacting with the metal surfaces and forming compounds [6]. In this context, utilization of esters and alkali salts can be advantageous in the formulations.

There are many methods to investigate lubricity behaviour of MWFs. Tapping torque is a useful test method for this purpose since it simulates industrial application on a bench scale. In this test, a metalworking fluid is used to lubricate the contact zone between the tap and the hole wall, and threads are cut or formed in a pre-drilled hole in a metal specimen. This machining process gives a torque value and lower torque values indicate better machining performance [7].

As a result of literature survey, it was determined that comparison effect of alkali salts and ester on the lubricity behaviour of formulation would be a comprehensive study. In this regard, the present study aims that investigate the effect of the ester and alkali salts in the MWFs formulation on the machining of copper by using tapping torque test method..

## 2. EXPERIMENTAL METHODS

### 2.1. Material

In this study, paraffinic oil was used as base fluid and it was supplied from Tüpraş. and Sodium salts used as alkali salts was supplied from Additive Chemie and Trimethylolpropane trioleate (TMPTO) used as ester was supplied from Temix. Furthermore, metal working fluids used in the rolling operation should have corrosion protection and high emulsion stability. Therefore, corrosion inhibitor and surfactant were used in the all formulations. They were supplied from Lubrizol and Deteks Kimya, respectively.

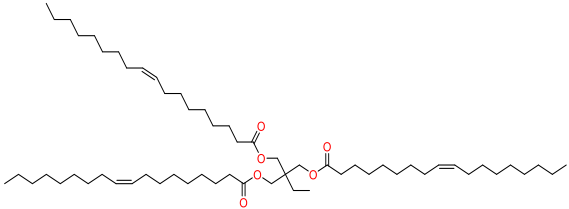
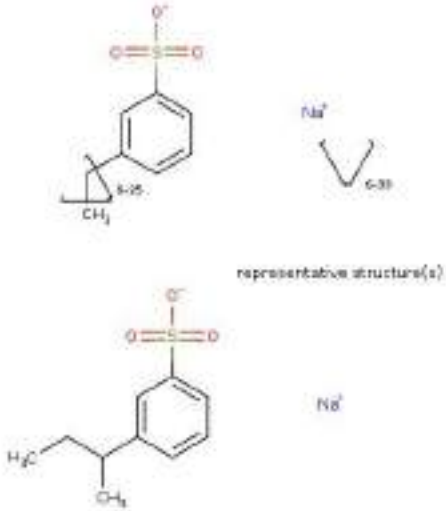
Technical properties of base fluid, ester and alkali salts were given in Table 1.

**Table 1. Technical properties of base oil, ester and alkali salts**

Samples	Kinematic Viscosity (40°C, cSt) (ASTM D 445)	Flash Point (°C) (ASTM D 92)
Base Fluid	18,2	202
Ester	43,4	>300
Alkali Salts	>30	>100

Molecular structure of ester and alkali salts were given in Table 2.

**Table 2. Molecular structure of ester and alkali salts compounds**

	
ESTER	ALKALI SALTS

Formulation compositions were given in Table 3.

**Table 3. Formulation compositions**

Formulation No	Base oil	Alkali Salts	Ester	Surfactant	Corrosion Inhibitor
1	76	5	-	15	4
2	66	5	10	15	4
3	56	5	20	15	4
4	61	10	10	15	4
5	51	10	20	15	4

%10 emulsions were prepared from the formulations to investigate the effect of ester and alkali salts on the machining performance of copper by Tapping Torque Test.

## 2.2. Tapping Torque Method

Tapping torque test (TTT) is one of the method for the analysis of lubricity of MWFs. Figure 2 shows the representation of test system. The test was performed with Labtap G8 (Microtap, Munich, Germany) using TTT-CU-M6F (size M6 with 69 helical channels) test plate. The holes were lubricated with prepared emulsions and tapping process was carried out at 500 rpm, with a 14.4 mm length.

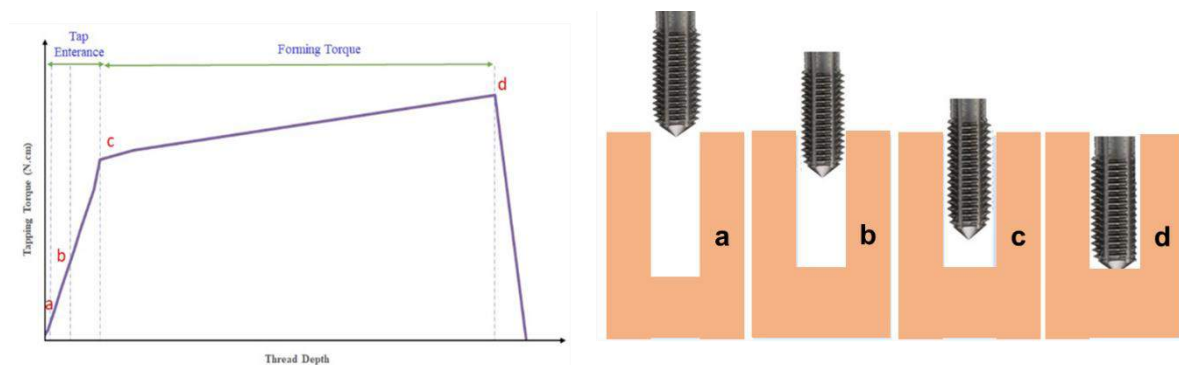


**Figure 2. Tapping Torque Test System**

The machining operation can be represented graphically as shown in Figure 3.

- (a) Forming begins
- (b) The torque increases and the tool penetrates the workpiece since contact surface between the workpiece and the tool increases
- (c) Threads enters the hole completely and forming process is achieved.
- (d) The reversal of the forming tap to bring initial position of tool begins.

Consequently, a tapping torque value is attained and lubricity characteristics of fluids can be determined. Lower tapping torque values implies that better performance.



**Figure 3. Graphical representation of tapping process**



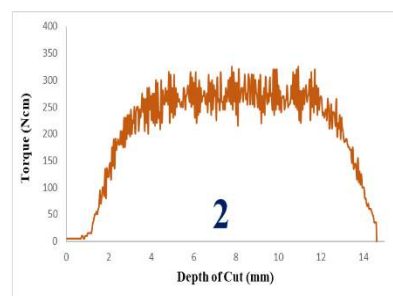
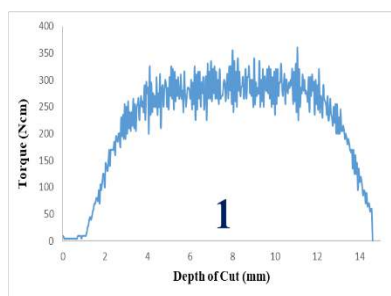
### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1. Results

Tapping torque results of the prepared formulations were given in Table 4. Also, graphs of tapping performance (Torque applied vs depth of cut) were given in Figure 3. As given in Table 4 and Figure 4, first formulation which does not contain ester showed lowest tapping performance and machining performance enhanced with increase of ester percentage in the formulation. On the other hand, increase alkali salts content in formulation affected slightly lubricity behaviour when ester content is %10. Furthermore, machining performance improved significantly with increase alkali salts and ester percentage simultaneously.

**Table 4.** Tapping Torque results of formulations

Test plate	Test Method	Formulations				
		1	2	3	4	5
CU-110 H (500 rpm, Depth: 14,4mm) (Ncm)	ASTM D 8288	221,4	209,8	186,9	206,7	168,2



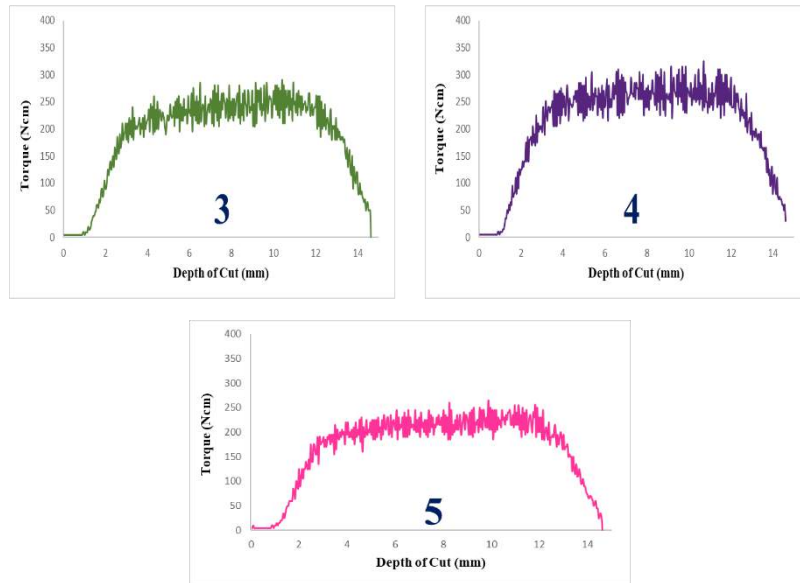


Figure 4. Graphical representation of tapping torque results

Tapping performance of the formulation can be listed as follows;

Formulation 5 > Formulation 3 > Formulation 4 > Formulation 2 > Formulation 1

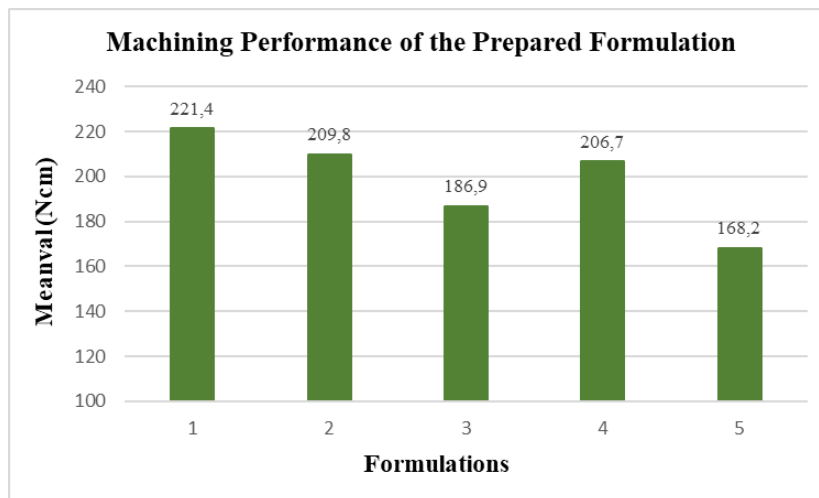


Figure 5. Comparison of machining performance

### 3.2. Discussion

Alkali salts and ester compounds are the most used additives in the MWFs formulation to improve the lubricity behaviour. Achievement of effective lubrication is closely related with film formation ability of additives on the metal surfaces. Objective of this study is the comparison effect of the alkali salts and ester on the lubrication performance and determination suitable formulation model for the machining of copper.

Comparison of alkali salts and ester demonstrated that;

- Ester compounds had great effect on the enhancement lubricity behaviour of the formulations. Better tapping performances were obtained with increase of ester content. Therefore, it was ascertained that utilization of esters in the formulation of MWFs is favourable for the machining process of copper.
- It was observed that contribution of alkali salts on the machining performance is limited when the ester content is %10. However, when the ester content is %20, increase of alkali salt percentage decreased significantly tapping torque values. This outcome could be attributed ability of the metal ions in the alkali salt to increase of stability of lubrication film by combining appropriate ester content.

As a result of studies, it was stated that composition metal working fluids had great effect on their machining performance. It is essential that combination of additives appropriately to ensure effective lubrication and improve machining efficiency by minimizing the friction between tool and work piece.

## REFERENCES

- [1] Copper: An essential resource, copper Alliance. Available at: <https://copperalliance.org/sustainable-copper/about-copper/copper-an-essential-resource/> (Accessed: 18 December 2023).
- [2] Lu, T., Chen, W.-Q., Ma, Y., Qian, Q., & Jia, J. (2023). Environmental impacts and improvement potentials for copper mining and mineral processing operations in China. *Journal of Environmental Management*, 342, 118178.
- [3] Ikumapayi, O. M., Akinlabi, E. T., Onu, P., & Abolusoro, O. P. (2020). Rolling operation in metal forming: Process and principles – A brief study. *Materials Today: Proceedings*, 26, 1644–1649.
- [4] Nagendramma, P., Shukla, B., & Adhikari, D. (2016). Synthesis, characterization and tribological evaluation of new generation materials for aluminum cold rolling oils. *Lubricants*, 4(3), 23.
- [5] Avdeenko, A., Fedorynov, V., Dašić, P., Turmanidze, R., Fedorynov, M., Konovalova, S., Burmistrov, K., & Toropin, N. (2018). Cold rolling of steel strips with metal-working coolants. *Machines*, 6(3), 29.

[6] Oswego, H. L., & Aurora, C. J. Formulation of a metalworking fluid. Patent No: Ep 2 075 319 A1

[7] Demmerling, A.L., Wei, X. and Söffker, D. (2022) 'Extended tapping torque test to differentiate metalworking fluids', Tribology International, 175, p. 107819.

## CORRELATION AND PATH COEFFICIENT STUDIES OF YIELD AND YIELD-ASSOCIATED TRAITS IN DURUM WHEAT (*TRITICUM DURUM* DESF.) ADVANCED LINES AT KONYA, CENTRAL ANATOLIA OF TURKIYE

Sultan Kemal Hussien<sup>1</sup>, Prof. Dr. Ali Topal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Selçuk University, Faculty of Agriculture- 0009-0002-8326-3174

<sup>2</sup>Selçuk University, Faculty of Agriculture--0000-0002-1073-2729

### Abstract

This experiment was carried out in the experimental field of the Agricultural Research and Training Center of Selçuk University with 300 advanced durum wheat (*Triticum durum* Desf.) lines and six standard checks in an augmented design during the 2022/23 cropping season. The overall objective of this study was to assess the association between yield and yield-contributing traits and to identify traits that have the most direct and indirect effects on grain yield. Data on ten quantitative traits viz., grain yield, kernel per spike, spike length, spikelet per spike, harvest index, biological yield, seed weight per spike, plant height, peduncle length, and 1000 seed weight were recorded. Grain yield was positively and significantly correlated with kernel per spike, spike length, spikelet per spike, harvest index, biological yield, seed weight per spike, and plant height, whereas it was positively and non-significantly correlated with peduncle length and 1000 seed weight. In the path coefficient analysis, plant height, spike length, and harvest index had a high positive direct effect and a high positive significant correlation with grain yield. These three characters can be considered for selection. Based on these results, we were unable to reach a final conclusion. However, the findings can be used as a benchmark for further study. Therefore, it needs additional study over several years and multi-locations.

**Keywords:** Durum Wheat, Yield, Yield Components, Correlation and Path Coefficient

### 1. Introduction

Durum wheat (*Triticum turgidum* subsp. *durum* (Desf.) Husnot) is one of the most essential cereal species and is cultivated worldwide over almost 17 million ha, with a global production of 38.1 million tons in 2019 (**Agriculture and Agri-Food Canada,2019**). Approximately 75% of Durum wheat is grown in the Mediterranean region and contributes to 50% of global production. The largest producer of durum wheat is the European Union (9 million tons in 2018) followed by Canada, Turkey, the United States, Algeria, Mexico, Kazakhstan, Syria, and India (**EUROSTAT,2019**).

Durum wheat is mainly used in different food production across various continents; for couscous, bourghul, and various types of bread in North African and West Asian countries, whereas it is used for pasta production in Europe and North America (**Troccoli, Borrelli, De Vita, Fares, & Di Fonzo, 2000**). Global demand for durum wheat for pasta production has significantly increased recent in years (**Beres et al.,2022**) As a result, it is an absolute priority

to ensure the supply of pasta, especially in the main production areas that are sensitive to climate change (Canada and the Mediterranean basin) (Celgar et al,2021).

In Türkiye, the share of durum wheat in wheat sowing areas is 8-10% (Anonymous, 2008). While durum wheat production in the Thrace region was 60% in previous years, it has decreased to a level that will be zero at today's level (Anonymous, 2009). This is due to a low number of varieties used in durum wheat breeding and the lack of variation sources used in breeding. Therefore, it is important to use new genetic resources that have the desired characteristics in the breeding of durum wheat and are well-compatible with each other in crossing (Alp, 2005).

Quantitative traits are the majority of crop plants' agronomic characteristics. Yield is one such character that arises due to the actions and interactions of several component characters. (Grafious, 1960). Wheat's grain yield is an important economic attribute. Yield being a quantitative trait is complex in nature, which is the product of several directly or indirectly affecting factors.

The knowledge of the genetic relationship between grain yield and its components can help the breeders to improve the success and efficiency of the selection. Selecting genotypes that yield well and traits that contribute to yield efficiency is crucial in plant breeding. Studying the relationships between traits and identifying their direct and indirect effects on grain yield is very important (Flexas J et al.,2007).

The degree of dependence between two or more traits is reflected through correlation, which is crucial in plant breeding (Zecevic et al., 2004). Genetically correlated traits can be improved by improving any one of the traits by direct selection. The relationship between traits is influenced by both genetic and environmental factors (Falconer, 1962). Correlation expresses the degree of interrelationship between various traits while path analysis provides a better understanding of the type of effect (Sabit et al., 2017). A correlation coefficient is used to express the existing interrelationship between components and those coefficients can be separated by direct and indirect influence by path analysis (Saif-ur-rasheed et al. 2014).

Less than optimal results in plant breeding are often caused by inadequate knowledge of interrelationships among various traits and unilateral selection for agronomic traits (Bhatt et al.1973). The practical utility of selecting a given character as a means of improving another depends on the extent to which improvement in major characters is facilitated by selection for the indicators. Such improvement depends on the genotypic and phenotypic correlation (Akram et al 2008).

Therefore, the objective of this study was to assess the association between yield and yield-contributing traits and identify traits that have the most direct and indirect effects on grain yield

## 2. Materials and Methods

### Experimental Materials



The study was carried out with 300 advanced durum wheat lines (50 from each backcrossing combination) and six control varieties (Kiziltan 91, Mirzabey 2000, MBH1, AN-110, AU5004 and AU5020) in three blocks with 100 plots each according to the Augmented experimental design.

In a previous study high-affinity potassium transporter (HKT) genes were transferred from AU5004 and AU5020-7' coded of Australian origin genotypes to domestic durum wheat varieties (Kiziltan, Mirzabey, and MBH1). To ensure the purification of HKT genes in the lines, the obtained durum wheat lines were backcrossed four times and then self-crossed two times. High-purity lines obtained at the end of the study were not evaluated in terms of yield and some yield components. In this study, Single spike seeds advanced by backcrossing method were selected from six combinations and sown under field conditions to determine their yield and components.

## Methods

The Augmented experimental design was used to conduct the investigation in three (3) blocks consisting of two combinations and 106 rows each. A total of 100 advanced durum wheat lines in each block and 6 control varieties comprised 318 rows in the experiment. According to the calculation of the experimental error, the control varieties were repeated in each block, whereas the wheat lines included in the experiment were sequentially distributed into blocks. The 100 cm-long rows were sown by hand with a row spacing of 25 cm, at least 25 seeds per row. The cross combination, block, row, and plant were separated by 75 cm, 50 cm, 25 cm, and 4 cm respectively. The experiment was sown manually on October 3, 2022, at a rate of 180-200kg/ha of seed. When there was no rainfall, the Plants were irrigated with the drip irrigation method. Composite fertilizer(12-8-16+3+TE) was applied to the experimental plots at a rate of 120 kg/ha before sowing and then mixed with the soil. In March, urea fertilizer was applied using a broadcasting method with a calculation of 70 kg N/ha. Weeds were controlled by the application of herbicide and hoeing.

## Collected and analyzed data

The following observations and measurements were made in 10 plants in single spike rows of each cross-combination.

### Agronomic Data Collected

**Plant height (cm):** The height of the main stem from the soil surface to the spike tip, excluding the awn, was measured in cm and expressed as the average of ten randomly selected plants per plot.

**Peduncle length (cm):** The Length of the peduncle was measured in cm from the uppermost node of the stem to the lowest node of the spike and expressed as the average of ten plants randomly taken from each plot.

**Spike length (cm):** The distance between the lowest node of the spike and the uppermost spikelet tip (excluding the awns) was taken from the plants whose height was measured.

**Number of spikelets/spike(no.):** The number of spikelets on each spike of the main tiller was counted and expressed them as the average of ten randomly taken plants in each plot.

**Kernel numbers per spike(no.):** Kernel numbers per spike were determined by counting the number of kernels produced on the main tiller of each plant and expressed as an average of ten randomly selected plants in each plot.

**Grain weight per spike (g):** Grains of ten randomly selected spike were weighed and the average was calculated.

**Thousand-grain weight (g):** 100 seeds were counted 4 times from the harvested product in each plot, weighed on a precision balance and the average was calculated and then multiplied by 10 and determined in grams.

**Biological Yield (kg/ha):** plants in each plot were collectively harvested, weighed, and converted into yield per hectare.

**Grain yield (kg/ha):** The product obtained by hand threshing was weighed and converted to hectare yield after the plants in each plot were harvested collectively

**Harvest Index (%):** Plants that reached harvest maturity were cut at the soil level and weighed on a sensitive balance and then the grain weight determined by threshing was divided by the stem weight (grain + stem weight) to determine the percentage [H.I = (Grain weight/grain + stem weight) x 100].

### Statistical analysis

Data entry and processing were carried out using Microsoft Office Excel 2010. Estimation of correlation coefficients (r) was computed using R software Version 4.3.2. To study positively and negatively correlated characters with yield and among themselves. The genotypic (rg) coefficient of correlation was tested for statistical significance against the correlation table values at 5 and 1% levels of significance. The path coefficient analysis was carried out using the R Software Package to study the direct and indirect contributions of the traits to the associations. A measure of the direct and indirect effects of each character on grain yield was estimated using a standardized partial regression coefficient known as path coefficient analysis. Grain yield was assumed to be the dependent variable (effect) which is influenced by all other characters, and the independent variables (causes), directly as well as indirectly through others.

## 3. Results and Discussions

### Correlation Analysis

The correlation analysis table showed that all examined traits were positively correlated with grain yield. Seven were significantly correlated with seed yield, whereas two of them were not significantly correlated with seed yield (Table 1). Seed yield was significantly and positively correlated with biological yield( $r=0.76^{***}$ ), harvest index( $r=0.65^{***}$ ), seed weight per spike ( $r=0.25^{***}$ ), kernel per spike ( $r=0.21^{***}$ ), spikelet per spike( $r=0.19^{**}$ ), spike length( $r=0.13^*$ ), plant height( $r=0.13^*$ ). Plants with a large number of spikelets can produce a large number of s

seeds per spike and produce higher seed yields. On the other hand, seed yield was positively and insignificantly correlated with peduncle length and thousand kernel weight. The works of **Dutamo et al., (2015)** showed grain yield had positive and significant correlation with a number of spikelets per spike, spike length, number of kernels per spike, biomass yield and harvest index at genotypic levels, which support the present study.

Seed weight per spike was positively and significantly correlated with kernel per spike, spike length, spikelet per spike, harvest index, seed yield and it showed positive non-significant correlation with biological yield. Similarly, there was a negative and significant correlation with peduncle length, plant height and thousand seed weight. The works of **OJHA et al., (2018)** showed Spike weight had positive significant correlation with spikelets per spike and number of grains per spike, this agrees with the present study .

kernel per spike showed positive significant correlation with seed weight per spike, spike length, spikelet per spike, harvest index, seed yield and it showed a positive non-significant correlation with biological yield. On the contrary, it showed a significant negative correlation with peduncle length, plant height and thousand seed weight. The present investigation is in agreement with the earlier finding of (**Sharma et al., 2018**)

Spike length showed a significant positive correlation with kernel per spike, spikelet per spike, seed yield, seed weight per spike and showed positive non-significant correlation with biological yield and harvest index. Spike length had significant negative correlation with peduncle length, plant height and 1000 seed weight. Positive correlation of spike length with grain yield was recorded by (**Ayer et al. ,2017**).

Spikelet per spike had positive and significant correlation with all examined traits except for harvest index and thousand kernel weight. **OJHA et al., (2018)**, which reported that the number of spikelets per spike had a positive statistically significant effect on seed weight per spike and kernel per spike counts, also showed similar results.

Highly significant positive correlation was shown by harvest index with kernel per spike, seed weight per spike and seed yield. It had positive non-significant correlation with spike length, spikelet per spike and biological yield. It had negative non-significant correlation with thousand seed per spike and negative significant correlation with peduncle length and plant height.

Biological yield per hectare showed positively significant correlation with peduncle length, plant height, thousand seed weight, seed yield and spikelet per spike. Similarly, it had positive non-significant correlation with seed weight per spike, spike length, kernel per spike and harvest index.

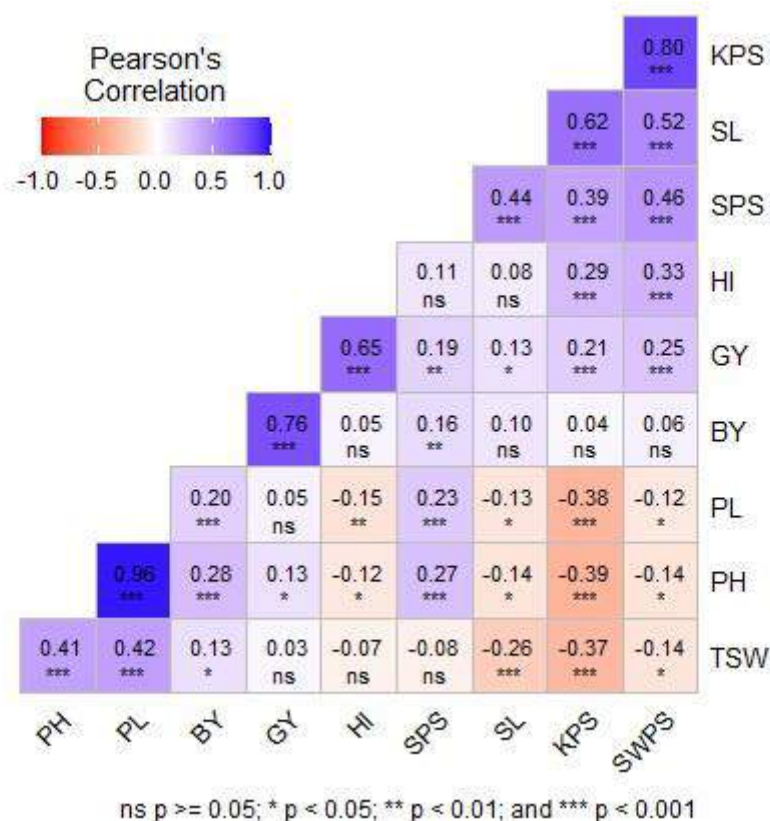
Peduncle length showed significant correlation with all examined characteristics except for seed yield. It had positive significant correlation with spikelet per spike, plant height, thousand k

ernel weight, biological yield and negatively significant correlation was shown by peduncle length with harvest index, spike length, seed weight per spike and kernel per spike.

Plant height showed significant correlation with all examined traits. It had positive significant correlation with spikelet per spike, thousand kernel weight, seed yield, biological yield, peduncle length and negative significant correlation with harvest index, kernel per spike, seed weight per spike and spike length. These findings are partly identical to the results reported by **Singh et al., (2023)**, who claimed that plant height had a significant positive effect on biological yield, peduncle length, spike length and flag leaf area.

1000 kernel weight showed a significant positive correlation with plant height, peduncle length, biological yield, and it had a non-significant positive correlation with seed yield. It had negative significant correlation with spike length, kernel per spike, seed weight per spike and negative non-significant correlation with spikelet per spike and harvest index. Similar results were found by **Okuyama et al. (2004)** and **Aycicek and Yildirim (2006)**.

Figure 1. Pearson's correlation of different agro-morphological traits of 300 advanced durum wheat lines at Konya, Turkiye during 2022-23



PH–Plant height (cm), SL–Spike length (cm), SWPS–Seed weight per spike (g), BY-Biological yield(t/ha), PL-Peduncle length(cm), SPS- Spikelet per spike(no.), KPS- Kernel per spike(no.), TKW–Thousand kernel weight (g), HI-Harvest index (%)–Grain yield per hectare (t/ha).

**Figure 2. Estimate of direct effects (boldface and diagonal) and indirect effects (off-diagonal) at a genotypic level in 300 advanced durum wheat lines tested at Konya, Turkiye (2022/23)**

	PH	PL	SL	SPS	KPS	SWPS	TSW	BY	HI
PH	<b>3.03247</b>	-0.56297	-0.86049	-0.01473	0.21851	-0.44709	0.00977	-0.60790	0.7060
PL	2.20471	<b>-0.43681</b>	-0.18540	-0.37581	0.10527	-0.37741	0.11690	-0.39054	0.4933
SL	2.98909	-0.16445	<b>2.11620</b>	-1.57406	-0.13774	-0.65741	0.15595	-0.96054	1.1116
SPS	-0.14401	0.93818	4.43008	<b>-2.03289</b>	-0.40370	-0.36686	0.23928	-0.77821	0.8000
KPS	2.78440	-0.34251	0.50529	-0.52617	<b>-0.21636</b>	-0.16893	-0.19224	-0.72800	0.5299
SWPS	7.91332	-1.70574	-3.34971	0.66418	0.23464	<b>-0.67123</b>	-0.69779	-1.27698	1.4621
TSW	-0.12572	0.38426	0.57795	-0.31507	0.19421	-0.50751	<b>0.26615</b>	-0.17942	0.8249
BY	2.74815	-0.45082	-1.25005	0.35985	0.25827	-0.32615	-0.06301	<b>-0.67989</b>	0.6955
HI	3.73756	-0.66686	-1.69415	0.43323	0.22015	-0.43734	-0.33923	-0.81448	<b>1.3466</b>

PH–Plant height (cm), SL–Spike length (cm), SWPS–Seed weight per spike (g), BY-Biological yield(t/ha), PL–Peduncle length(cm), SPS- spikelet per spike(no.), KPS- Kernel per spike(no.), TKW–Thousand kernel weight (g), HI–Harvest index (%)–Grain yield per hectare (t/ha).

### Path Coefficient Analysis

The direct and indirect effects of ten examined characters on seed yield were estimated by path coefficient and results presented in Table 2 show path coefficient analysis of all tested traits on grain yield. Path analysis results revealed that plant height had the highest positive direct effect on seed yield followed by spike length, harvest index and thousand seed weight. The highest negative direct effect on seed yield was revealed by spikelet per spike followed by biological yield, seed weight per spike, peduncle length and kernel per spike.

Plant height revealed positive and indirect effects via seed weight per spike, harvest index, spike length, kernel per spike, biological yield and peduncle length while it showed negative indirect effects with spikelet per spike and thousand kernel weight.

Peduncle length showed positive and indirect effects via spikelet per spike and thousand seed weight while it had negative indirect effects through seed weight per spike, plant height, harvest index, biological yield, kernel per spike and spike length.

Spike length showed positive and indirect effects via spikelet per spike, kernel per spike and thousand seed weight while it had negative indirect effects through seed weight per spike, plant height, harvest index, biological yield and peduncle length.

Spikelet per spike showed positive and indirect effects via seed weight per spike, biological yield and harvest index while it had negative indirect effects through spike length, kernel per spike, plant height, thousand seed weight and peduncle length.



For all the evaluated traits except for spike length and spikelet per spike, kernel per spike showed positive and indirect effects, whereas seed weight per spike showed negative and indirect effects on all the evaluated traits except for seed yield.

Thousand seed weight showed positive and indirect effects via spikelet per spike, plant height, peduncle length and spike length while it had negative indirect effects through seed weight per spike, harvest index, biological yield and kernel per spike.

The biological yield was negative for all tested traits, whereas the harvest index showed positive values for every trait.

#### 4. Conclusion

The plant height which had a positive and significant association with yield exerted a maximum direct effect on grain yield. The second direct effect was exerted by spike length which had also a positive and significant association with grain yield. The third direct effect was exerted by harvest index which had a positive and significant association with grain yield. These indicate the true relationship between these traits and grain yield. As a result, these traits could be considered important traits for selection in a breeding program for higher grain yield of the wheat germplasm. Generally, characters that exerted a higher positive direct effect, a positive and significant correlation coefficient with seed yield were known to affect grain yield in a favorable direction and needed much attention during the process of selection process.

#### 5. References

**Akram, Z., S. Ajmal and M. Munir, 2008.** Estimation of correlation coefficient among some yield parameters of wheat under rain-fed conditions Pakistan J. Bot., 40(4): 1777-1781.

**Alp A, (2005).** Güneydoğu Anadolu Bölgesi sulu koşullarına uygun bazı makarnalık buğday çeşitlerinin verim ve kalitelerinin bölge yerel buğday çeşitleriyle karşılaştırılması. Türkiye VI. Tarla bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya, Araştırma Sunusu Cilt II, 707-712. (inTurkish)

**Anonymous, (2008).** Türkiye makarna sektörü. Türkiye Makarna Sanayicileri Derneği. (In Turkish)

**Anonymous, (2009).** Türkiye İstatistik Kurumu. Tarım/ Bitkisel Üretim İstatistikleri. (In Turkish) [http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb\\_id=45&ust\\_id=13](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=45&ust_id=13). Erişim Tarihi: 11.09.2010.

**Anonymous, 2019.** Agriculture and Agri-Food Canada. Canada: Outlook for Principal Field Crops. 19 July. Available online:<http://www.agr.gc.ca/eng/industry-markets-and-trade/canadian-agri-food-sector-intelligence/crops/reports-and-statistics-data-for-canadian-principal-field-crops/d=1378743094676> (accessed on 26 September 2019).

**Aycicek, M. and Yildirim, T. (2006).** Path coefficient analysis of yield and yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Pak. J. Bot. 38: 417-24.



- Ayer DK**, Sharma A, Ojha BR, Paudel A, Dhakal K. Correlation and path coefficient analysis in advanced wheat genotypes. *SAARC Journal of Agriculture*. 2017;15(1):1-12.
- Beres**, B.L.; Rahmani, E.; Clarke, J.M.; Grassini, P.; Pozniak, C.J.; Geddes, C.M.; Porker, K.D.; May, W.E.; Ransom, J.K. A Systematic Review of Durum Wheat: Enhancing Production Systems by Exploring Genotype, Environment, and Management (G × E × M) Synergies. *Front. Plant Sci*. 2020, 11, 568657. [CrossRef]
- Bhatt**, G.M., 1973. Significance of path coefficient analysis in determining the nature of character association. *Euphytica*, 22: 338-343. *Biotechnology and Conventional Approaches*. Narosa Publishing House, New Delhi, pp: 604.
- Ceglar**, A.; Toreti, A.; Zampieri, M.; Royo, C. Global Loss of Suitable Durum Wheat Areas in the Future. *Environ. Res. Lett*. 2021, 16, 104049. [CrossRef]
- Dutamo**, D., Alamerew, S. S., Eticha, F. and Assefa, E. (2015). Path coefficient and correlation studies of yield and yield associated traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Germplasm* 33: 1732-39. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2015.33.11.15617>.
- EUROSTAT**, 2019. Available online: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (accessed on 27 September 2019).
- Falconer**, D.S. (1962). *Introduction to Quantitative Genetics*. Population (French Edition) (Vol. 17) London, pp. 312-324, <https://doi.org/10.2307/1525780> FAO. (2017). *The future of food and agriculture: Trends and challenges*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>.
- Flexas J**, RibasCarbo MIQ, DiazEspejo ANT, Galmes J, Medrano H (2007) Mesophyll conductance to CO<sub>2</sub>: current knowledge and future prospects. *Plant Cell and Environ* 31: 602-621.
- Grafiouis**, J.E. (1960). Does Overdominance Exist for yield in Corn? *Agronomy Journal*, Article No. 2514, Michigan State University.
- Ojha**, R., Sarkar, A., Aryal, A., & Tiwari, S. (2018). Correlation and path coefficient analysis of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Farming & Management*, 3(2). <https://doi.org/10.31830/2456-8724.2018.0002.19>
- Okuyama**, L. A., Federizzi, L. C. and Barbosa Neto, J. F. (2004). Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. *Ciência Rural* 34: 1701-08. <https://doi.org/10.1590/S010384782004000600006>.
- Sabit**, Z., Yadav, B. and Rai, P.K. (2017). Genetic variability, correlation and path analysis for yield and its components in f 5 generation of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(4): 680–687, <https://doi.org/10.9790/2380-1201011723>.

**Saif-ur-Rasheed**, M., Sadaqat, H.A. and Babar, M. (2014). Correlation and path co-efficient analysis for yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*, 5(3): 281–587. Retrieved from <http://sites.google.com/site/ejplantbreeding>.

**Sharma**, P., Kamboj, M. C., Singh, N., Chand, M., & Yadava, R. K. (2018). Path Coefficient and Correlation Studies of Yield and Yield Associated Traits in Advanced Homozygous Lines of Bread Wheat Germplasm. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(2), 51–63. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.702.008>

**Singh**, V., Mishra, A., Sharma, G., Ahalawat, S., & Singh, R. K. (2023). Correlation and Path Coefficient Analysis for Yield and Its Attributing Traits in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(8), 1944–1951. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i82151>

**Troccoli**, A., Borrelli, G. M., De Vita, P., Fares, C., & Di Fonzo, N. (2000). Mini review: Durum wheat quality: A multidisciplinary concept. *Journal of Cereal Science*, 32, 99–113. <https://doi.org/10.1006/jcrs.2000.0322>

**Zecevic**, V., Knezevic, D. and Micanovic, D. (2004). Genetic correlations and path-coefficient analysis of yield and quality component in wheat, *Triticum aestivum* L. *Genetika*, 36(1): 13–21.

## AN ALTERNATIVE WHITE SOLID EP ADDITIVE FOR LUBRICATING GREASES

Kübranur AĞTOPRAK<sup>1</sup>, Dr. Uğur KARAASLAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Belgin Madeni Yağlar, R&D, kubranur.agtoprak@belginoil.com - 0000-0002-9125-5644

<sup>2</sup>Belgin Madeni Yağlar, R&D, ugur.karaaslan@belginoil.com - 0000-0003-2972-4224

### ABSTRACT

Lubricating greases are semi-solid, pseudo-plastic lubricants used in equipment bearings. They reduce friction and wear on metal surfaces. Additionally, their extreme pressure (EP) performance is very important, especially under harsh operating conditions such as heavy loads and low speeds. Lubricating greases must provide effective protection against mechanical wear and surface deformation in such cases. Various liquid and solid additives are used to achieve this performance. The most commonly used solid lubricants for this purpose are black molybdenum disulphide ( $\text{MoS}_2$ ) and graphite. For this reason, lubricating greases containing these additives also appear black. In this study, calcium borate in white colour was developed as a new solid EP additive for the production of lubricating grease. The performance of calcium borate additive was compared with  $\text{MoS}_2$  and graphite. NLGI 2 class lithium complex grease (LitX) was used in this study. In addition, high frequency, linear oscillation tribometer (SRV) and Four-Ball Test devices were used to examine the EP behaviour of the grease formulated with these additives. The results showed that the calcium borate additive has superior performance. In EP welding load tests, calcium borate added grease showed higher EP resistance, lower wear and surface deformation than graphite added grease. Additionally, calcium borate showed almost the same performance as  $\text{MoS}_2$ . Since the calcium borate additive is white in colour, when mixed with grease, the colour of the grease did not change, unlike graphite and  $\text{MoS}_2$ . On the other hand, this new type calcium borate EP additive provide a significant cost advantage in lubricating grease production since Türkiye has high boron and calcium minerals reserves. Experimental results show that the newly developed calcium borate is a good solid EP additive candidate instead of  $\text{MoS}_2$  and graphite additives for lubricating grease.

**Keywords:** Lubricating grease, Solid EP additive, Calcium Borate, SRV, Four Ball Tester.

## 1. INTRODUCTION

Greases are semi-solid lubrication products commonly used in industrial applications. Thanks to this structure, they are used in places where liquid lubricants cannot be used. Like liquid lubricants, lubricating greases have two functions: to prevent wear in bearings and to protect bearings against deformation under excessive load. For this reason, extreme pressure (EP) resistance is of great importance in greases, especially under harsh working conditions. In such conditions, greases are expected to effectively prevent surface deformation and mechanical wear. For these purposes various liquid and solid additives are used to achieve this performance. The most commonly used solid lubricants are molybdenum disulphide ( $\text{MoS}_2$ ) and graphite (Dresel and Heckler., 2017). Since both are in black powder form, lubricating greases containing these additives also appear black.

The visual characteristics of industrial greases play a crucial role in their application. Greases that are black in colour are difficult to clean and can obstruct visibility during machine operation. Consequently, the preference leans towards greases that are their original colour, considering the practical implications associated with maintenance and operational visibility. This study aims to evaluate the EP performance of a new white calcium borate additive. For this reason, lubricating greases containing these additives also appear their original colour. Calcium borate has been compared to popular additives used in grease formulations, such as  $\text{MoS}_2$  and graphite.

Boron compounds have a unique combination of tribological properties. Additionally, it is generally believed that these compounds have minimal harmful effects on machine components or the environment. Therefore, research on boron-based additives has significantly increased in the last decade (Shah, 2009). According to the literature, different forms of calcium borate have been used as EP additives (Zhao et al., 2014). Calcium borates are also known for their high-temperature resistance due to their structure. The objective of this study is to assess how the calcium borate additive affects the EP performance of LitX grease and determine its potential usability for achieving higher performance and economic advantages in industrial equipment bearings.

Adam said on his patent, he has developed sodium and potassium borates containing limited amounts of water for EP additives in lithium greases. The patent mentions that the design of the equipment used in the industry has improved with modern technology. The invention emphasized that lubricating greases should meet this requirement and their properties should be improved (Adam, 2023). In the study of Zhao et al., they developed of nano-sized calcium borate (NCB) particles as a lithium grease additive. They performed friction and wear tests on the Optimol-SRV IV test device. Thus, they reported that the NCB additive significantly improved the anti-wear and load capacities of lithium grease. Also, they said, calcium borate additives form a boundary lubrication film due to the formation of tribological reaction products such as  $\text{BO}_3$ , CaO and iron oxide on the friction surface and improve the tribological properties of the grease (Zhao et al., 2014).

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Materials

LitX grease soap, mineral base oil, newly developed solid calcium borate, commercially available MoS<sub>2</sub> and graphite EP additives were used in this study.

### 2.2. Methods

The kinematic viscosity of the base oil and the penetration of the greases were measured via Kinematic Viscometer and Penetrometer instruments, respectively. High frequency, linear oscillation tribometer (SRV) and Four-Ball Test instruments were used to determine the EP performances of the greases. All tests were measured according to American Society for Testing and Materials (ASTM) test methods.

### 2.3. Experimental

The viscosity of the base oil was adjusted to 150 cSt. NLGI 2 class LitX grease was obtained using mineral base oils as a blend. Afterward, solid calcium borate, MoS<sub>2</sub> and graphite EP additives were added to the LitX grease, separately. All EP additives were added to 3% and 5% as the ratio, respectively. A summary of the formulations for samples are given in Table 1.

**Table 1. Formulation of all samples.**

Sample No	Sample Content
1	LitX grease without any EP additive
2	LitX grease formulated with 3% calcium borate
3	LitX grease formulated with 3% MoS <sub>2</sub>
4	LitX grease formulated with 3% graphite
5	LitX grease formulated with 5% calcium borate
6	LitX grease formulated with 5% MoS <sub>2</sub>
7	LitX grease formulated with 5% graphite

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, solid calcium borate, MoS<sub>2</sub> and graphite EP additives were added separately to NLGI 2 class LitX grease to examine whether it is suitable for use under heavy load conditions.

The technical properties of the LitX grease are given in Table 2.

**Table 2. Technical Properties of LitX grease data.**

Technical Properties	Typical Values	Test Method
Colour	Dark Yellow	-
NLGI Class	2	-
Thickener Type	Lithium complex	-
Base Oil Type	Mineral	-
Base Oil Viscosity (@40°C, cSt)	150	ASTM D 445
Worked Penetration (25°C, 60 strokes, mm/10)	286	ASTM D 217
Four-Ball EP Test, Welding Load, kgf	200	ASTM D 2596

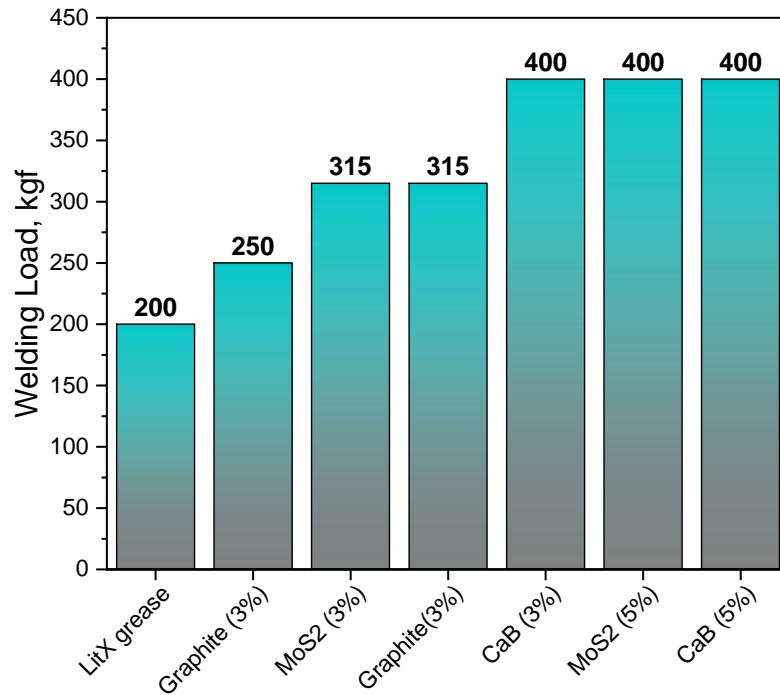
The four-ball welding load test results of all samples are shown in Table 3 and Figure 1.

According to four-ball welding load test results, all additives improve the EP performance of the grease. Calcium borate gave the best performance even in 3% ratio vs. MoS<sub>2</sub> and graphite. MoS<sub>2</sub> is mostly active with a 5% ratio. This explains, why a 5% ratio is enough for this EP additive. However, calcium borate still gave the same performance as MoS<sub>2</sub> with a 3% ratio. In this case, calcium borate is a good EP additive alternative to use as a 3% ratio at less cost for welding load performance.

**Table 3. Four-Ball EP Test results of all samples.**

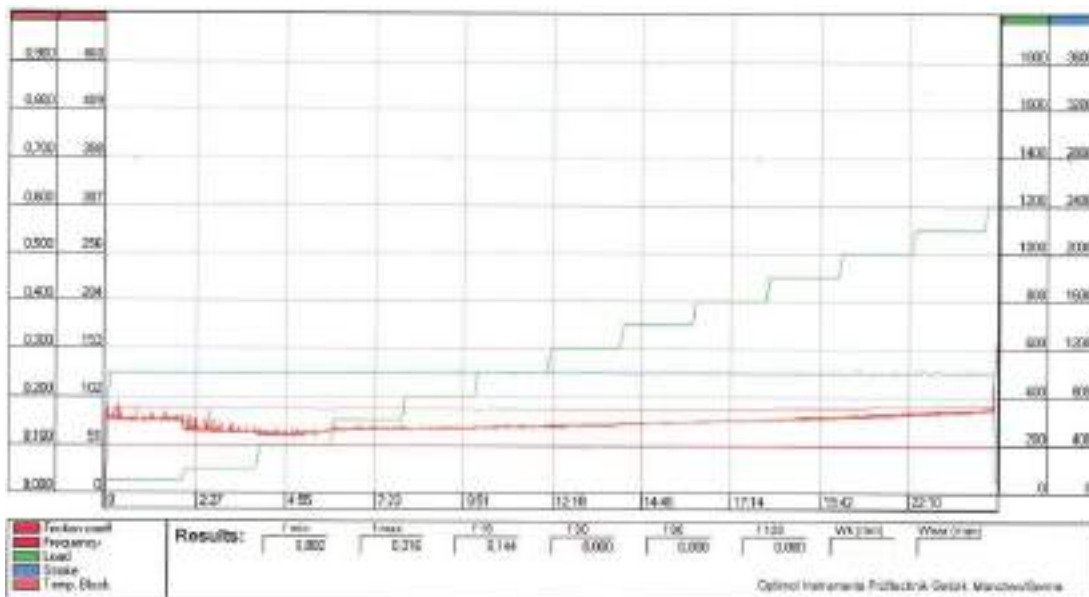
Sample No	EP Type	EP %	Welding Load, kgf
1	na	0	200
2	CaB	3	400
3	MoS <sub>2</sub>	3	315
4	Graphite	3	250
5	CaB	5	400
6	MoS <sub>2</sub>	5	400
7	Graphite	5	315





**Fig. 1. Four-Ball EP test results of all samples (LitX grease and LitX greases formulated with different additives and ratio) as graphically, ASTM D 2596.**

SRV EP test results of sample 5, 6 and 7 are shown in Figure 2, 3 and 4, respectively. The results show that calcium borate additive gave the best performance with a welding load of 1200 kgf. Afterward, MoS<sub>2</sub> and graphite additives gave welding load values of 1100 and 600 kgf, respectively. These results showed parallelism when compared with the Four-ball welding load test.



**Fig. 2. SRV test result of LitX greases formulated with 5% CaB (Sample 5), ASTM D 5706.**

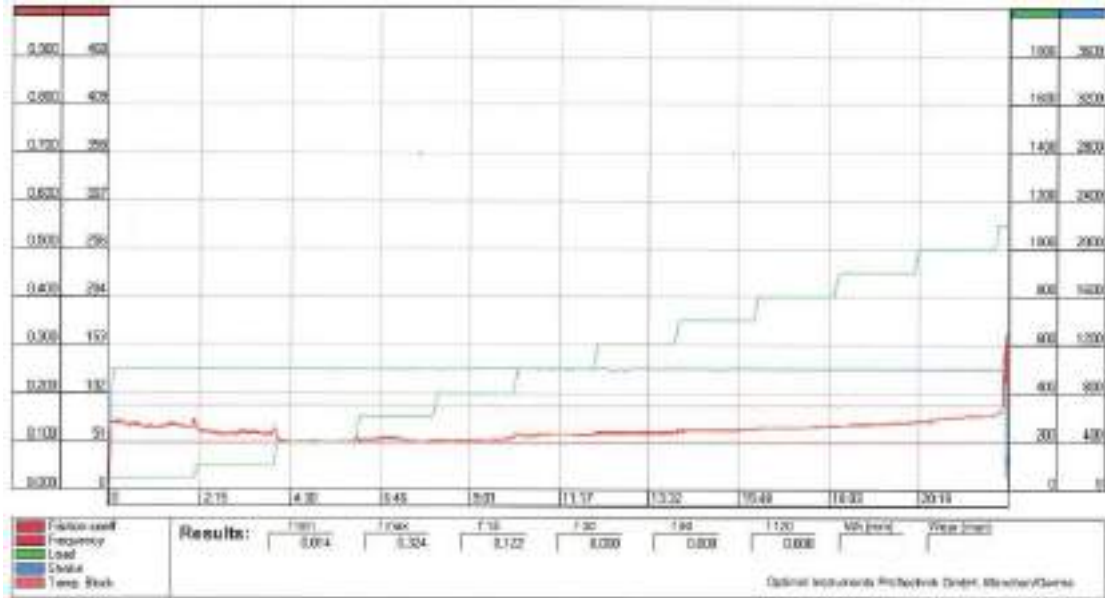


Fig. 3. SRV test result of LitX greases formulated with 5% MoS<sub>2</sub> (Sample 6), ASTM D 5706.

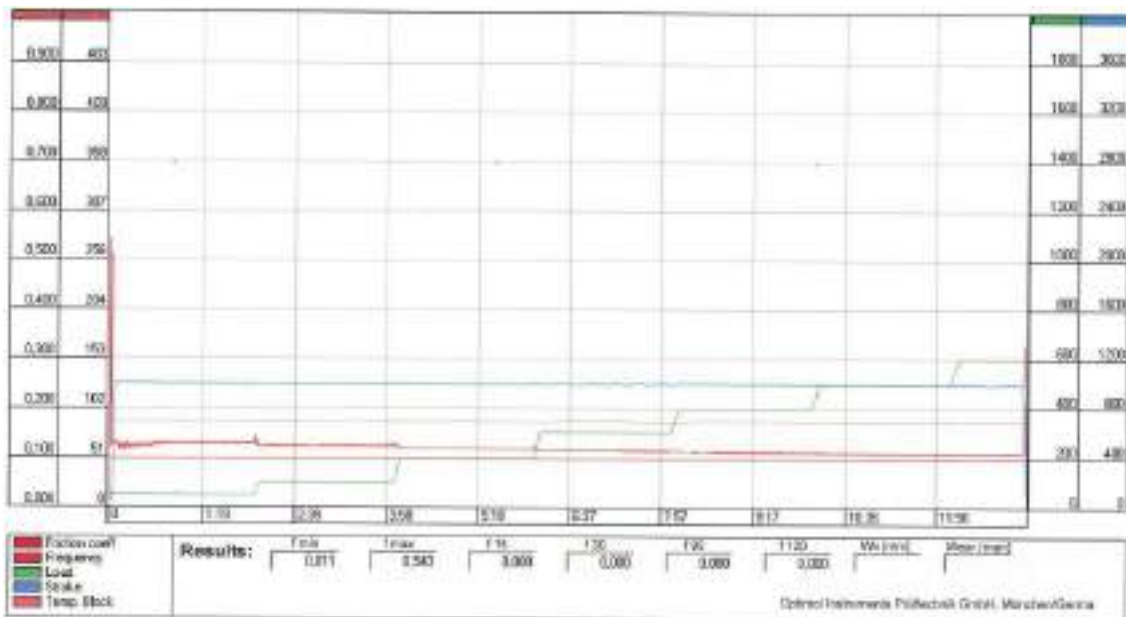


Fig. 4. SRV test result of LitX greases formulated with 5% graphite (Sample 7), ASTM D 5706.

Appearances of LitX grease and LitX greases formulated with calcium borate, MoS<sub>2</sub> and graphite additives are given in Figure 5. LitX grease appearance generally is dark yellow. However, when additives such as MoS<sub>2</sub> and graphite were added to this grease, they appeared black. Since the calcium borate additive is white in colour, when mixed with grease, the colour of the grease did not change, unlike graphite and MoS<sub>2</sub>.

**Table 4. Grease Appearance with and without additives.**

Sample No	EP Type	EP %	Grease Appearance
1	NA	0	Dark yellow
2	CaB	3	Dark yellow
3	MoS <sub>2</sub>	3	Black
4	Graphite	3	Black



**Fig. 5. Appearances of LitX grease and LitX greases formulated with different additives.**

#### 4. CONCLUSION

Overall, the findings of the study, calcium borate is the good alternative to solid EP additives in lubricating grease applications. The Four-Ball welding load tests demonstrated that calcium borate-added grease outperformed graphite-added grease, exhibiting higher EP resistance, lower wear, and reduced surface deformation. Moreover, the calcium borate additive performed comparable to molybdenum disulfide in four-ball welding load tests.

Likewise, calcium borate added grease showed high EP resistance in SRV welding load tests. Calcium borate showed similar EP resistance with MoS<sub>2</sub>, better than graphite. These results showed parallelism when compared with the Four-ball welding load test.

In addition, the calcium borate additive preserved the original colour of the grease, unlike graphite and molybdenum disulfide. In this regard, calcium borate can be an effective alternative to MoS<sub>2</sub> and graphite as it can keep equipment bearings and machines visually clean.

Importantly, the abundance of boron and calcium minerals in Türkiye provides a significant cost advantage in lubricating grease production when using the newly developed calcium borate additive.

## REFERENCES

Zhao, G., Zhao, Q., Li, W., Wang, X., & Liu, W. (2014). Tribological properties of nano-calcium borate as lithium grease additive. *Lubrication Science*, 26(1), 43-53.

John H., Adams. *Grease containing borate EP additives*. Patent. Chevron USA Inc, No. US4155858A, Date 27 October 2023. <https://patents.google.com/patent/US4155858>.

Shah, F. U. (2009). Boron compounds as additives to lubricants: Synthesis, characterization and tribological optimization (Doctoral dissertation, Luleå tekniska universitet).

Dresel, W., & Heckler, R. P. (2017). Lubricating greases. *Lubricants and Lubrication*, 781-842.

## ASSOCIATION BETWEEN *PDYN* VNTR POLYMORPHISM AND IMPULSIVITY IN METHAMPHETAMINE USERS AND HEROIN-METHAMPHETAMINE CO-USERS

Merve Ak<sup>1,2</sup>, Doç. Dr. Dilek Kaya-Akyüzlü<sup>1</sup>, Gizem Özer<sup>1,2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Selin Özkan-Kotiloğlu<sup>3</sup>, Uzm. Dr. Mustafa Danışman<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Ankara University, Institute of Health Sciences, Ankara, Turkey, [d.merveak@gmail.com](mailto:d.merveak@gmail.com)-ORCID ID: 0009-0003-5598-2910, [gzmzr.ikb@gmail.com](mailto:gzmzr.ikb@gmail.com)-ORCID ID: 0000-0002-6439-4200

<sup>1</sup>Ankara University, Institute of Forensic Sciences, Ankara, Turkey, [kayadilek79@gmail.com](mailto:kayadilek79@gmail.com)-ORCID ID: 0000-0002-3305-0587

<sup>3</sup> Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Science and Literature, Molecular Biology and Genetics, Kırşehir, Türkiye, [selin.ozkan@ahievran.edu.tr](mailto:selin.ozkan@ahievran.edu.tr)-ORCID ID: 0000-0002-2262-5613

<sup>4</sup> Ankara Training and Research Hospital AMATEM Clinic, Ankara, Türkiye, [drmustafadanisman@gmail.com](mailto:drmustafadanisman@gmail.com)-ORCID ID: 0000-0002-7403-8840

### ABSTRACT

Heroin use disorder is a public health problem since many people die from heroin overdose each year. Recent studies have shown a significant increase in methamphetamine use among heroin users. Methamphetamine belongs to the amphetamine-type stimulants (ATS) group and is among the most widely consumed illicit substances in the world after cannabis and opioids. Since methamphetamine is a cheap and easily available substance, there have been an increase in heroin-methamphetamine co-use. In addition, individuals with heroin use disorder report that they use methamphetamine to alleviate opioid withdrawal. Impulsivity, known as the tendency to make unplanned reactions, is seen as an important risk factor in the initiation and maintenance of substance use disorder. In this study, we aimed to evaluate the relationship between pro-dynorphin (*PDYN*) 68-bp VNTR polymorphism and impulsivity in Turkish methamphetamine users (n=50) and heroin-methamphetamine co-users (n=50) for the first time. *PDYN* 68-bp VNTR polymorphism were genotyped via PCR as short/short (SS), short/long (SL), and long/long (LL) according to the repeat number of the core sequence. The impulsivity of methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users was measured using the Barratt Impulsivity Scale. The frequencies of SS, SL and LL genotypes were 10%, 46% and 44% and 12%, 42% and 46% in methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users, respectively. There was not a significant difference between methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users in terms of *PDYN* 68-bp polymorphism genotypes ( $p < 0.05$ ). Additionally, no significant association was found between *PDYN* 68-bp polymorphism and the impulsivity level in either methamphetamine user or heroin-methamphetamine co-users ( $p = 0.937$  and  $p = 0.911$ , respectively). On the other hand, the impulsivity level was found significantly higher in methamphetamine users (median:33, IQR:27.0-39.25) as compared to heroin-methamphetamine co-users (median:30.5, IQR:25.0-36.0) ( $p = 0.038$ ). In conclusion, *PDYN* VNTR polymorphism seemed not to effect the level of impulsivity. The impulsivity level seem to be different among methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users.

**Keywords:** Methamphetamine, Heroin, Impulsivity, *PDYN* VNTR polymorphism

## 1. INTRODUCTION

Methamphetamine is one of the most common abused illicit substance. MA users are estimated to be almost more than heroin and cocaine combined users<sup>[1]</sup>. Methamphetamine is a crystalline substance that can easily cross the blood-brain barrier and penetrate the brain rapidly<sup>[2]</sup>. Heroin is a derivative of morphine and is also the most commonly abused opioid substance. Heroin addiction is a chronically recurrent disease characterized by compulsive drug seeking, tolerance and physical dependence. In USA, methamphetamine and heroin concurrent injection using has been increased<sup>[3]</sup>.

Impulsivity is one of the important clinical features of many different psychiatric disorders<sup>[4]</sup> and also is accomplice with elevated risk and severity of different addictive attitudes like substance abuse. People who have high levels of impulsivity have higher risk for substance experimentation, problematic substance use and incompetence to refrain from substance use. Impulsivity does not differ between heroin addicts with and without cocaine comorbidity. Even so, the outcomes may altered because of the existence of numerous drug abuse. In a study conducted with substance addicted Turkish male subjects, it was stated that the dimensions of impulsivity and aggression associated with alcohol and heroin addicts may differ<sup>[5]</sup>.

Substance use disorder is defined as a complex genetic disease in which both genetic and environmental factors are effective<sup>[6]</sup>. Evidences have shown that genetic factors may contribute to susceptibility to substance abuse<sup>[7]</sup>. There is no study in the literature that investigating the relationship between *PDYN* VNTR polymorphism and impulsivity in methamphetamine and heroin-methamphetamine co-users. Hereby, this subject will be studied for the first time in Turkey.

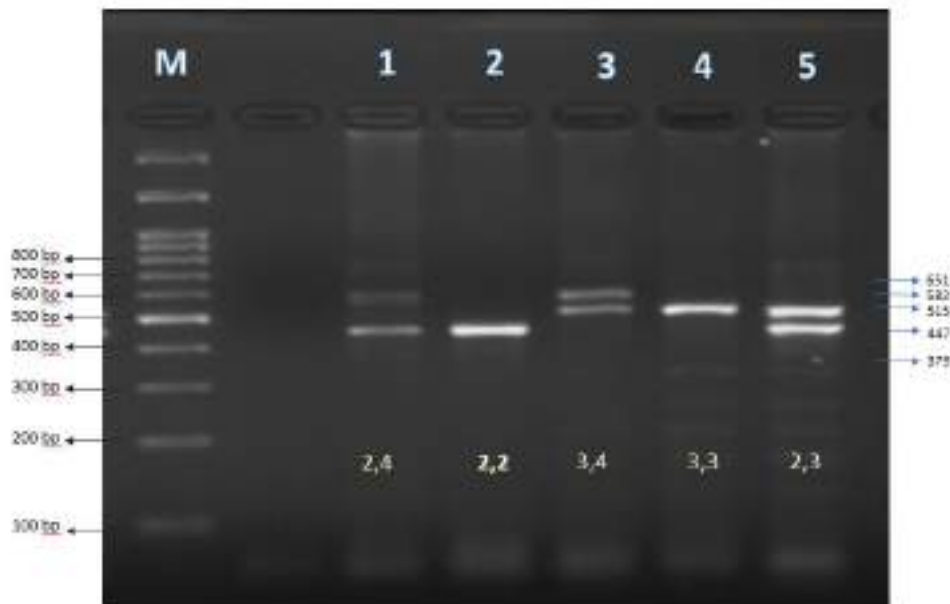
## 2. METHODS

In this study, 50 individuals admitted to the Alcohol and Drug Addicts Treatment and Research Center (AMATEM) and diagnosed with methamphetamine use disorder according to DSM-5 criteria and 50 individuals diagnosed with heroin use disorder who had also use methamphetamine were included. The methamphetamine group was selected from individuals who used only methamphetamine, and the heroin-methamphetamine group was selected from individuals who did not use any additional substances other than heroin and methamphetamine. Inclusion criteria were as follows; (i) being between 18-65 years of age, (ii) being a smoker, (iii) being literate. The study design was approved by the institutional ethics committee (Approval No: I03-109-22).

Each individual participating in the study was given a form containing information about age, height, weight, marital status, educational status, employment status, and substances used. Each individual was also informed about the study and consent was obtained. Each participant completed the Barratt Impulsivity Scale (BIS-11)<sup>[8]</sup>. The Turkish version of the BIS-11 form, which has proven validity and reliability, was used in the study<sup>[4]</sup>.



The blood samples were obtained from all individuals in 1 purple capped (EDTA) tube to genotype PDYN VNTR polymorphism. All venous blood samples were stored at -20°C until DNA isolation. Genomic DNA was extracted from blood samples using QIAamp DNA blood kit (Qiagen, Hilden, Germany) as recommended by the manufacturer. *PDYN* 68-bp VNTR polymorphism was genotyped using Polymerase Chain Reaction (PCR). PCR was performed on Techne Tc 512 PCR System in 25 µl reaction mixture containing 10X Standard Buffer, 10 pmol/ µl forward and 10 pmol/ µl reverse primers, 1,25 U/ µl Taq DNA Polymerase (AMPLIQON, Denmark), 0,16 mM dNTP, 25 mM MgCl<sub>2</sub> and 3 µl genomic DNA. Forward and Reverse primer sequences were 5'-AGCAATCAGAGGTTGAAGTTGGCAGC-3' and 5'-GCACCAGGCGGTTTAGGTAGAGTTTGTGTC-3', respectively. PCR cycles were initial denaturation at 94°C for 10 min-1 cycle, denaturation at 94°C for 1 min-35 cycles, binding at 60°C for 1 min-35 cycles, extension at 72°C for 1 min-35 cycles, and final extension at 72°C for 10 min-1 cycle. Amplified samples were run on 2% agarose gel electrophoresis at 80mA for 90 minutes. The agarose gel was scanned and visualized using UV illuminator and Syngene Monitoring System (Figure 1).



**Figure 1.** Agarose gel electrophoresis showing the sizes of PCR products (M: 100 bp ladder; Lane 1: alleles containing 2 and 4 repeats (447 and 583 bp); Lane 2: alleles containing 2 repeats (447 bp); Lane 3: alleles containing 3 and 4 repeats (515 bp and 583); Lane 4: alleles containing 3 repeats (515 ); Lane 5: 2 and 3 repeats (447 bp and 515 bp).

### Statistical analysis

The SPSS software for Windows (version 26.0) was used for the statistical analyses of the present study. The Kolmogorov-Smirnov test was used to evaluate the normality of the numerical data. The mean and standard deviation (SD) and median and the interquartile range (IQR) were given for the normal- and non-normal-distributed numerical data, respectively. Categorical data were shown as numbers and percentages. The genotypes frequencies of the *PDYN* VNTR genotypes were obtained by direct counting, and departure from the Hardy-Weinberg equilibrium was evaluated by the chi-square test. According to the normality of the

numerical data, parametric Student's t-test or non-parametric Mann-Whitney U test was used to compare 2 independent groups. For 3 independent groups, parametric One-Way ANOVA or non-parametric Kruskal-Wallis tests were used.  $p < 0.05$  was considered as statistically significant.

### 3. RESULTS

There was a total of 100 addicts in the cohort, and of them, 50 were methamphetamine users (40 males and 10 females) and heroin-methamphetamine co-users (42 males and 8 females). The socio-demographic characteristics of 100 addicts were presented on Table 1. The median ages of methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users were 29.0 years (IQR: 25.0-33.25 years) and 29.5 years (IQR: 25.75-32.25 years), respectively. The median height found as 174.5 cm (IQR: 168.75-179.25 cm) for methamphetamine users and 173.5 cm (IQR: 167.75-180.5 cm) for heroin-methamphetamine co-users. The mean weight of methamphetamine users was  $65.5 \pm 13.8$  kg and the mean weight of heroin-methamphetamine co-users was  $66.3 \pm 10.04$  kg. There was no significant difference between methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users in terms of age, weight, and height in ( $p = 0.917$ ;  $p = 0.741$ ;  $p = 0.777$ , respectively). In addition, no significant difference was found between two groups in view of education and occupation status of the addicts ( $p > 0.05$  (Table 1)). On the other hand, there was a significant difference between the studied groups in view of the marital status ( $p = 0.019$ ). In the methamphetamine group, 42% were single, 48% were married, 10% were divorced or widowed, whereas 68% were single, 22% were married, 10% were divorced or widowed in the heroin-methamphetamine group.

*PDYN* 68-bp VNTR polymorphism was genotyped by PCR as short/short (SS), short/long (SL), and long/long (LL) according to the repeat number of the core sequence. The genotype frequency of *PDYN* VNTR polymorphism in individuals with methamphetamine use disorder was found to be 44%, 46%, and 10% for LL, SL, and SS, respectively. In heroin-methamphetamine co-users, the genotype frequency of *PDYN* VNTR polymorphism was found to be 46%, 42%, and 12% for LL, SL, and SS, respectively. The variant allele frequency was calculated as 33% for both groups. Hardy-Weinberg Equilibrium (HWE) was calculated as  $\chi^2 = 0.08$ ;  $p = 0.78$  for methamphetamine group and  $\chi^2 = 0.13$ ;  $p = 0.72$  for heroin-methamphetamine group (Table 2.). No significant difference was observed in terms of genotype frequencies of *PDYN* VNTR between methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users ( $p > 0.05$ ).

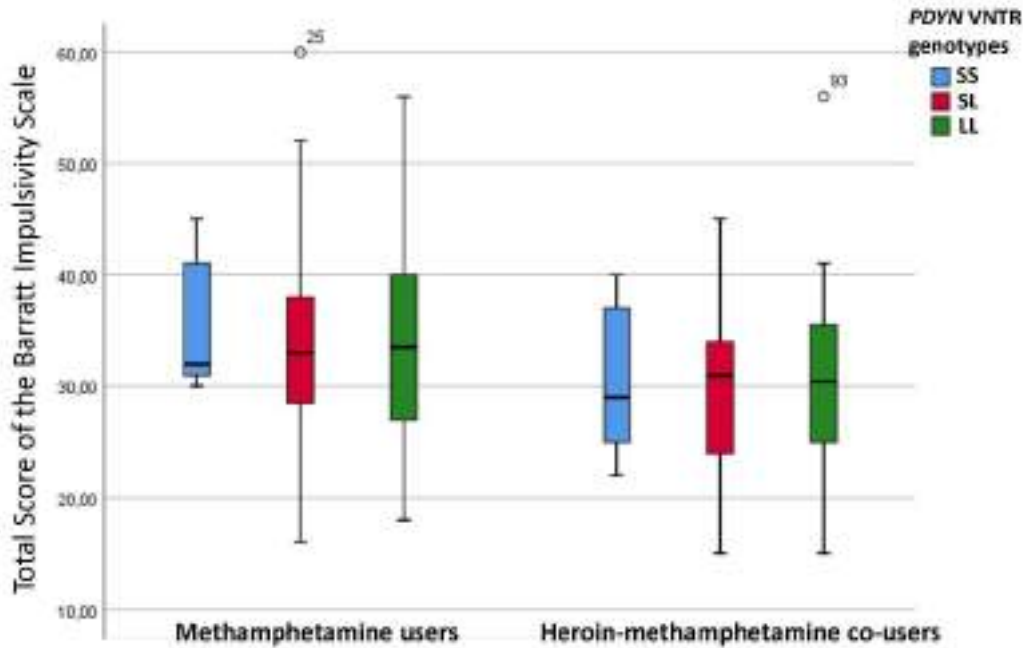
Parameters	Methamphetamine users (n=50)		Heroin-methamphetamine co-users (n=50)		p- value
Age (years) $\bar{x}$ (IQR)	29.0 (25.0-33.25)		29.5 (25.75-32.25)		0.917
Weight (kg) mean $\pm$ S.D.	65.5 $\pm$ 13.8 (70.0-95.0)		66.3 $\pm$ 10.04 (45.0-90.0)		0.741
Height (cm) $\bar{x}$ (IQR)	174.5 (168.75-179.25)		173.5 (167.75-180.5)		0.777
<b>Education</b>	n	% frequency	n	% frequency	0.824
Primary	8	16	6	12	
Secondary	22	44	22	44	
High School	18	36	21	42	
Under-graduate	1	2	1	2	
Graduate	1	2	-	-	
<b>Occupation</b>	n	% frequency	n	% frequency	0.841
Working	26	52	27	54	
Not working	24	48	23	46	
<b>Marital status</b>	n	% frequency	n	% frequency	0.019
Single	21	42	34	68	
Married	24	48	11	22	
Widow/Divorced	5	10	5	10	

**Table 1.** Demographics of the methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users.

**Table 2.** The frequencies of *PDYN* VNTR genotypes, 95% confidence interval and Hardy–Weinberg equilibrium (HWE) in methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users.

<i>PDYN</i> VNTR Genotypes	Methamphetamine users (n=50)		Heroin-methamphetamine co- users (n=50)	
	n	% frequency (95% CI)	n	% frequency (95% CI)
LL	22	44.0 (30.2-57.8)	23	46.0 (32.2-59.8)

SL	23	46.0 (32.2-59.8)	21	42.0 (28.3-55.7)
SS	5	10.0 (1.7-18.3)	6	12.0 (3.0-21.0)
Variant allele freq.	33%		33%	
HWE	$\chi^2=0.08$ ; $p=0.78$		$\chi^2=0.13$ ; $p=0.72$	



**Figure 2.** The comparison of the *PDYN* VNTR genotypes in terms of the total score of the Barratt Impulsivity Scale in both methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users.

Impulsivity levels of methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users were measured using the Barratt Impulsivity Scale. The total score of the Barratt Impulsivity Scale according to the *PDYN* VNTR genotypes and addict groups were given in Table 3. The median impulsivity scores of methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users were 33.0 (IQR: 27.0-39.25) and 30.5 (IQR: 25.0-36.0), respectively. There was a significant difference between methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users in term of the impulsivity scores ( $p=0.038$ ) (Figure 2).

Barratt Impulsivity Scale scores were also compared according to *PDYN* VNTR polymorphism genotypes (Table 3). According to the codominant model, impulsivity levels of methamphetamine users were 33.5 (IQR: 26.5-40.75) for LL genotype, 33.0 (IQR: 26.75-38.25) for SL genotype, and 32.0 (IQR: 30.5-43.0) for SS genotype. Impulsivity levels of heroin-methamphetamine users were 30.5 (IQR: 25.0-36.5) for LL, 31.0 (IQR: 24.0-35.0) for SL, and 29.0 (IQR: 24.25-37.75) for SS. The Kruskal-Wallis test showed that there was not a statistically significant difference between *PDYN* VNTR genotypes in view of impulsivity levels in either for methamphetamine group ( $\chi^2=0.155$ ,  $p=0.937$ ) or for heroin-methamphetamine group ( $\chi^2=0.017$ ,  $p=0.911$ ).

**Table 3.** Association of the *PDYN* VNTR polymorphism with the Barratt Impulsivity Scale in both methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users

<i>PDYN</i> VNTR Genotypes	Methamphetamine users (n=50)		<i>PDYN</i> VNTR Genotypes	Heroin- methamphetamine co- users (n=50)	
	Total Score of the Barratt Impulsivity Scale			Total Score of the Barratt Impulsivity Scale	
	Median	IQR		Median	IQR
<b><i>PDYN</i> VNTR genotypes (Co-dominant model)</b>					
LL (n=22)	33.5	26.5-40.75	LL (n=23)	30.5	25.0-36.5
SL (n=23)	33.0	26.75-38.25	SL (n=21)	31.0	24.0-35.0
SS (n=5)	32.0	30.5-43.0	SS (n=6)	29.0	24.25-37.75
Kruskal- Wallis test	$\chi^2=0.155$ p=0.937		Kruskal- Wallis test	$\chi^2=0.017$ p=0.911	
<b>Total (n=50)</b>	33.0	27.0-39.25	<b>Total (n=50)</b>	30.5	25.0-36.0
Mann- Whitney U test	U=943.5 <b>p=0.038*</b> Z=-2.115				

\*Comparison of methamphetamine users with heroin-methamphetamine co-users in view of the total score of the Barratt Impulsivity Scale.

#### 4. DISCUSSION

Studies on substance use disorders and genetic predisposition have not yielded consistent results regarding the possible involvement of *PDYN* 68-bp VNTR polymorphism in cocaine, methamphetamine, and heroin addiction<sup>[9-14]</sup>. In Iran, individuals with methamphetamine use disorder (n=52) and healthy controls (n=635) were compared in terms of *PDYN* 68-bp VNTR polymorphism, and no significant association was observed<sup>[15]</sup>. In a study investigating the *PDYN* VNTR association between methamphetamine users (n=143) and healthy controls (n=209) in Japan, it was observed that the LL genotype was found more frequently in

methamphetamine users ( $p=0.0021$ )<sup>[16]</sup>. In another study conducted in Iran, *PDYN* VNTR polymorphism was compared between people with heroin use disorder ( $n=442$ ) and healthy controls ( $n=799$ ). It was observed that SL genotypes increased the risk of heroin use disorder compared to LL genotypes and there was no significant association between SS genotype and heroin use disorder ( $p=0.003$ )<sup>[17]</sup>. The association of *PDYN* VNTR polymorphism between individuals with heroin use disorder ( $n=304$ ) and healthy controls ( $n=300$ ) was investigated and it was found that the frequency of S allele was significantly higher in the methamphetamine group compared to the control group ( $p=0.002$ )<sup>[18]</sup>. We did not find any study evaluating the effect of *PDYN* 68-bp VNTR polymorphism on heroin-methamphetamine co-users. In this study, the frequency of the *PDYN* 68-bp VNTR genotypes was not different between the relationship between methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users, which may be due to the small sample size and multifactorial characteristics of substance use disorder. We recommend that this study should be repeated with larger samples in different ethnic groups.

In studies investigating the relationship between methamphetamine use and impulsivity, it has been observed that methamphetamine users have higher impulsivity levels than the control group<sup>[19-20]</sup>. Lee et al. (2009) compared methamphetamine users ( $n=51$ ) and healthy subjects ( $n=66$ ) using tomographic methods to measure BIS-11 and striatal dopamine D2/D3 receptor availability. Methamphetamine users had higher BIS-11 total score than healthy subjects ( $p<0.001$ ), indicating that the presence of low striatal D2/D3 receptors may contribute to impulsivity<sup>[21]</sup>. Ellis et al. (2016) investigated the relationship between impulsivity and methamphetamine use and compared the BIS-11 scores of individuals ( $n=30$ ) treated for methamphetamine use disorder and healthy controls ( $n=24$ ), and significant differences were observed between the groups ( $p<0.050$ ). Methamphetamine users were found to have higher levels of impulsivity compared to the control group<sup>[22]</sup>.

A significant negative correlation was observed between the duration of heroin use and impulsivity of individuals with heroin use disorder<sup>[23]</sup>. In another study investigating the impulsivity characteristics of individuals with heroin use disorder, it was observed that heroin users ( $n=64$ ) had higher BIS-11 scores compared to healthy controls ( $n=61$ )<sup>[24]</sup>. Dissabandra et al. (2014) observed that heroin users ( $n=293$ ) had significantly higher levels of impulsivity compared to healthy controls ( $n=232$ ) ( $p<0.001$ )<sup>[25]</sup>.

In a study conducted with Turkish subjects, a significant relationship was observed between the BIS-11 scores of individuals with heroin use disorder ( $n=100$ ) and healthy controls ( $n=100$ ) ( $p<0.05$ ). It was found that BIS-11 scores of heroin users were higher than healthy individuals<sup>[26]</sup>. In another study conducted in Turkey, it was observed that heroin users ( $n=78$ ) had higher levels of impulsivity compared to healthy controls ( $n=63$ )<sup>[27]</sup>. In a study conducted with a Chinese population, impulsivity levels of heroin ( $n=843$ ), methamphetamine ( $n=232$ ), and polysubstance users ( $n=411$ ) who were diagnosed with substance use disorder and had not used substances for at least two weeks were measured and compared. The total mean BIS-11 scores ( $75.65 \pm 8.17$ ,  $76.13 \pm 8.59$ , and  $75.00 \pm 8.71$ , respectively) of the three groups using only heroin, only methamphetamine, and polysubstance were compared but no significant



relationship was observed ( $p=0.75$ )<sup>[28]</sup>. In our study, the BIS-11 scores of individuals who continued substance use, who used only methamphetamine, and who used heroin-methamphetamine together were compared and a significant relationship was observed. Considering the studies conducted using different populations and sample sizes, we observe that impulsivity is effective in the initiation and maintenance of substance use. In studies using healthy controls, heroin, and methamphetamine users were found to have higher levels of impulsivity compared to controls. Vassileva et al. (2014) compared heroin ( $n=74$ ) and methamphetamine ( $n=58$ ) users in terms of impulsivity levels. While a negative relationship was observed between action impulsivity and response inhibition efficiency in amphetamine users, a positive relationship was observed in heroin users<sup>[29]</sup>. This study suggests that neurobehavioral impulsivity may be shaped according to the type and mechanism of action of the substance used. In parallel with our study, we can conclude that stimulant class substances increase impulsive behavior more than sedative substances. There are also animal studies in which stimulant use was observed to negatively affect impulsive behavior<sup>[30]</sup>. In conclusion, different impulsivity levels of methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users were reported in a Turkish population for the first time.

## REFERENCES

- [1] World Health Organization. (2011). Technical Briefs on amphetamine-type stimulants (ATS). <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272729> (Erişim Tarihi: 23.05.2023)
- [2] Evren, C., & Bozkurt, M. (2018). Update on methamphetamine: an old problem that we have recently encountered. *Dusunen Adam The Journal of Psychiatry and Neurological Sciences*, 31(1), 1. <https://dusunenadamdergisi.org/article/89> (Erişim Tarihi: 23.05.2023)
- [3] Glick, S. N., Klein, K. S., Tinsley, J., & Golden, M. R. (2021). Increasing Heroin-Methamphetamine (Goofball) Use and Related Morbidity Among Seattle Area People Who Inject Drugs. *The American journal on addictions*, 30(2), 183-191. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ajad.13115> (Erişim Tarihi: 23.05.2023)
- [4] Güleç, H., Tamam, L., Güleç, M. Y., Turhan, M., Karakuş, G., Zengin, M., & Stanford, M. S. (2008). Psychometric properties of the Turkish version of the Barratt Impulsiveness Scale-11. *Klinik Psikofarmakoloji Bülteni*, 18(4), 251-8. <https://toad.halileksi.net/wp-content/uploads/2022/07/the-barratt-impulsiveness-scale-11-toad.pdf> (Erişim Tarihi: 23.05.2023)
- [5] Bozkurt, M., Evren, C., Yilmaz, A., Can, Y., & Cetingok, S. (2013). Aggression and impulsivity in different groups of alcohol and heroin dependent inpatient men. *Klinik Psikofarmakoloji Bülteni-Bulletin of Clinical Psychopharmacology*, 23(4), 335-344. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5455/bcp.20130127021314> (Erişim Tarihi: 23.05.2023)

- [6] Edenberg, H. J., & Kranzler, H. R. (2005). The contribution of genetics to addiction therapy approaches. *Pharmacology & therapeutics*, 108(1), 86-93. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0163725805001440> (Erişim Tarihi: 23.05.2023)
- [7] Su, H., Tao, J., Zhang, J., Xie, Y., Han, B., Lu, Y., ... & He, J. (2015). The analysis of BDNF gene polymorphism haplotypes and impulsivity in methamphetamine abusers. *Comprehensive psychiatry*, 59, 62-67. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010440X15000334> (Erişim Tarihi: 24.05.2023)
- [8] Patton, J. H., Stanford, M. S., & Barratt, E. S. (1995). Factor structure of the Barratt impulsiveness scale. *Journal of clinical psychology*, 51(6), 768-774. [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1097-4679\(199511\)51:6%3C768::AID-JCLP2270510607%3E3.0.CO;2-1](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1097-4679(199511)51:6%3C768::AID-JCLP2270510607%3E3.0.CO;2-1) (Erişim Tarihi: 24.05.2023)
- [9] Chen, A. C., LaForge, K. S., Ho, A., McHugh, P. F., Kellogg, S., Bell, K., ... & Kreek, M. J. (2002). Potentially functional polymorphism in the promoter region of prodynorphin gene may be associated with protection against cocaine dependence or abuse. *American journal of medical genetics*, 114(4), 429-435. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11992566/> (Erişim Tarihi: 25.05.2023)
- [10] Dahl, J. P., Weller, A. E., Kampman, K. M., Oslin, D. W., Lohoff, F. W., Ferraro, T. N., ... & Berrettini, W. H. (2005). Confirmation of the association between a polymorphism in the promoter region of the prodynorphin gene and cocaine dependence. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics*, 139(1), 106-108. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ajmg.b.30238> (Erişim Tarihi: 23.05.2023)
- [11] Nikoshkov, A., Drakenberg, K., Wang, X., Horvath, M. C., Keller, E., & Hurd, Y. L. (2008). Opioid neuropeptide genotypes in relation to heroin abuse: dopamine tone contributes to reversed mesolimbic proenkephalin expression. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(2), 786-791. <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.0710902105> (Erişim Tarihi: 24.05.2023)
- [12] Ray, R., Doyle, G. A., Crowley, J. J., Buono, R. J., Oslin, D. W., Patkar, A. A., ... & Berrettini, W. H. (2005). A functional prodynorphin promoter polymorphism and opioid dependence. *Psychiatric genetics*, 15(4), 295-298. [https://journals.lww.com/psychgenetics/Fulltext/2005/12000/A\\_functional\\_prodynorphin\\_promoter\\_polymorphism.13.aspx](https://journals.lww.com/psychgenetics/Fulltext/2005/12000/A_functional_prodynorphin_promoter_polymorphism.13.aspx) (Erişim Tarihi: 24.05.2023)
- [13] Turchan, J., Maj, M., Przewlocka, B., & Przewlocki, R. (2002). Effect of cocaine and amphetamine on biosynthesis of proenkephalin and prodynorphin in some regions of the rat limbic system. *Polish journal of pharmacology*, 54(4), 367- 372. [http://if-pan.krakow.pl/pjp/pdf/2002/4\\_367.pdf](http://if-pan.krakow.pl/pjp/pdf/2002/4_367.pdf) (Erişim Tarihi: 24.05.2023)
- [14] Zimprich, A., Kraus, J., Wöltje, M., Mayer, P., Rauch, E., & Höllt, V. (2000). An allelic variation in the human prodynorphin gene promoter alters stimulus-induced

expression. *Journal of neurochemistry*, 74(2), 472-477.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1471-4159.2000.740472.x> (Erişim Tarihi: 23.05.2023)

[15] Saify, K., & Saadat, M. (2015). Association between VNTR polymorphism in promoter region of prodynorphin (PDYN) gene and methamphetamine dependence. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 3(3), 371.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4877821/> (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[16] Nomura, A., Ujike, H., Tanaka, Y., Otani, K., Morita, Y., Kishimoto, M., ... & Kuroda, S. (2006). Genetic variant of prodynorphin gene is risk factor for methamphetamine dependence. *Neuroscience letters*, 400(1-2), 158-162.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304394006001777> (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[17] Saify, K., Saadat, I., & Saadat, M. (2014). Association between VNTR polymorphism in promoter region of prodynorphin (PDYN) gene and heroin dependence. *Psychiatry research*, 219(3), 690-692. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165178114005708> (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[18] Wei, S. G., Zhu, Y. S., Lai, J. H., Xue, H. X., Chai, Z. Q., & Li, S. B. (2011). Association between heroin dependence and prodynorphin gene polymorphisms. *Brain research bulletin*, 85(3-4), 238-242. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0361923011000761> (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[19] Ballard, M. E., Mandelkern, M. A., Monterosso, J. R., Hsu, E., Robertson, C. L., Ishibashi, K., ... & London, E. D. (2015). Low dopamine D2/D3 receptor availability is associated with steep discounting of delayed rewards in methamphetamine dependence. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 18(7).  
<https://academic.oup.com/ijnp/article/18/7/pyu119/675342> (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[20] Hoffman, W. F., Moore, M., Templin, R., McFarland, B., Hitzemann, R. J., & Mitchell, S. H. (2006). Neuropsychological function and delay discounting in methamphetamine-dependent individuals. *Psychopharmacology*, 188, 162-170.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00213-006-0494-0> (Erişim Tarihi: 23.05.2023)

[21] Lee, B., London, E. D., Poldrack, R. A., Farahi, J., Nacca, A., Monterosso, J. R., ... & Mandelkern, M. A. (2009). Striatal dopamine d2/d3 receptor availability is reduced in methamphetamine dependence and is linked to impulsivity. *Journal of Neuroscience*, 29(47), 14734-14740. <https://www.jneurosci.org/content/29/47/14734.short> (Erişim Tarihi: 25.05.2023)

[22] Ellis, C., Hoffman, W., Jaehnert, S., Plagge, J., Loftis, J. M., Schwartz, D., & Huckans, M. (2016). Everyday problems with executive dysfunction and impulsivity in adults recovering from methamphetamine addiction. *Addictive disorders & their treatment*, 15(1), 1.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4809534/> (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

- [23] Qiu, Y. W., Jiang, G. H., Su, H. H., Lv, X. F., Tian, J. Z., Li, L. M., & Zhuo, F. Z. (2013). The impulsivity behavior is correlated with prefrontal cortex gray matter volume reduction in heroin-dependent individuals. *Neuroscience Letters*, 538, 43-48. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304394013000517> (Erişim Tarihi: 25.05.2023)
- [24] Kang, T., Zhang, Y., Zhao, J., Li, X., Jiang, H., Niu, X., ... & Yuan, T. F. (2022). Characterizing Impulsivity in Individuals with Heroin Use Disorder. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 1-16. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11469-022-00941-8> (Erişim Tarihi: 24.05.2023)
- [25] Dissabandara, L. O., Loxton, N. J., Dias, S. R., Dodd, P. R., Daglish, M., & Stadlin, A. (2014). Dependent heroin use and associated risky behaviour: The role of rash impulsiveness and reward sensitivity. *Addictive behaviors*, 39(1), 71-76. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030646031300169X> (Erişim Tarihi: 25.05.2023)
- [26] Pak, ř. C., Opiyat kullanım bozukluğu olan hastalarda üstbilişlerin duygudurum, dürtüsellik ve aşerme ile ilişkisi. Uzmanlık tezi, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Antalya, 2018. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/28144> (Erişim Tarihi: 25.05.2023)
- [27] Bozkurt, M., Evren, C., Yilmaz, A., Can, Y., & Cetingok, S. (2013). Aggression and impulsivity in different groups of alcohol and heroin dependent inpatient men. *Klinik Psikofarmakoloji Bülteni-Bulletin of Clinical Psychopharmacology*, 23(4), 335-344. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5455/bcp.20130127021314> (Erişim Tarihi: 24.05.2023)
- [28] Luo, D., Tan, L., Shen, D., Gao, Z., Yu, L., Lai, M., ... & Li, J. (2022). Characteristics of depression, anxiety, impulsivity, and aggression among various types of drug users and factors for developing severe depression: a cross-sectional study. *BMC psychiatry*, 22(1), 1-12. <https://bmcp psychiatry.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12888-022-03933-z> (Erişim Tarihi: 25.05.2023)
- [29] Vassileva, J., Paxton, J., Moeller, F. G., Wilson, M. J., Bozgunov, K., Martin, E. M., ... & Vasilev, G. (2014). Heroin and amphetamine users display opposite relationships between trait and neurobehavioral dimensions of impulsivity. *Addictive behaviors*, 39(3), 652-659. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306460313004127> (Erişim Tarihi: 25.05.2023)
- [30] Dalley, J. W., Fryer, T. D., Brichard, L., Robinson, E. S., Theobald, D. E., Lääne, K., ... & Robbins, T. W. (2007). Nucleus accumbens D2/3 receptors predict trait impulsivity and cocaine reinforcement. *science*, 315(5816), 1267-1270. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1137073> (Erişim Tarihi: 25.05.2023)

## EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF WASTE RICE HUSK ON THE PHYSICAL, MECHANICAL AND HIGH TEMPERATURE PROPERTIES OF GEOPOLYMER CONCRETE

Yüksek Lisans Öğrencisi Gizem Korkulu<sup>1</sup>, Dr.Öğr.Üyesi Ali Öz<sup>2</sup>, Doç.Dr. Gökhan Kaplan<sup>3</sup>, Dr.Öğr.Üyesi Barış Bayrak<sup>4</sup>, Prof.Dr. Abdulkadir Cüneyt Aydın<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Atatürk University, Department of Civil Engineering, [gzmkrkl@gmail.com](mailto:gzmkrkl@gmail.com)-

<sup>2</sup>Atatürk University, Department of Civil Engineering, [alioz@atauni.edu.tr](mailto:alioz@atauni.edu.tr)- 0000-0002-6590-3775

<sup>3</sup>Atatürk University, Department of Civil Engineering, [gkaplan@atauni.edu.tr](mailto:gkaplan@atauni.edu.tr)- 0000-0001-6067-7337

<sup>4</sup>Kafkas University, Department of Civil Engineering, [bbayrak@kafkas.edu.tr](mailto:bbayrak@kafkas.edu.tr)- 0000-0002-7438-1227

<sup>5</sup>Atatürk University, Department of Civil Engineering, [acaydin@atauni.edu.tr](mailto:acaydin@atauni.edu.tr)-  
0000-0002-6696-4297

### ABSTRACT

Geopolymer concrete is a type of concrete made with inorganic materials such as fly ash, slag, or metakaolin as binders instead of conventional Portland cement. It offers environmental benefits because its production produces fewer greenhouse gas emissions and it has a longer shelf life compared to conventional concrete. The aim of this study to investigate the effect of rice husk powder on the mechanical and psychical properties of geopolymer concrete. Three different ratio such as %5, %10 and %15 of rice husk powder in geopolymer mixture were used. Moreover, high temperature effect on the geopolymer concrete were investigated experimentally. The compressive strength, flexural strength, water absorption rate, strength under high temperature and weight loss of rice husk powder were investigated experimentally. The test results showed that the increase in rice husk content in the mixture decreased the compressive and flexural strength. In addition, the increase in high temperature value increases both compressive strength loss and weight loss.

**Keyword:** Geopolymer concrete, rice husk powder, mechanical properties, high temperature

### 1. INTRODUCTION

Aluminosilicate minerals, such as fly ash or slag, combine with an alkaline activator solution to create geopolymer concrete, a form of concrete. This procedure, called geopolymerization, creates a binder that can take the place of conventional Portland cement in the manufacture of concrete. Compared to Portland concrete, geopolymer concrete has a number of benefits. First of all, it is more robust and resistant to breaking due to its higher tensile strength. Additionally,



because of its lesser brittleness, it can take stronger impact forces without shattering. When compared to Portland concrete, geopolymers are more durable but exhibit less creep and shrinkage, which leads to less deformation over time. It is appropriate for use in adverse weather situations because of its strong heat and cold resistance. Geopolymer concrete also exhibits strong resistance to chemical attack, making it the perfect material for severe situations. The smaller carbon footprint of geopolymer concrete is one of its most important benefits. A sizable portion of carbon dioxide emissions are caused by the manufacture of conventional Portland cement. Contrarily, geopolymer concrete produces a great deal less carbon dioxide during manufacture, helping to promote a more environmentally friendly building sector [1-3].

Geopolymer concrete still has issues, despite all of its advantages. The intricate geopolymerization process necessitates careful management of the mix design, curing circumstances, and activator solution. This approach is susceptible to volatility and is affected by variables like temperature, humidity, and mixing techniques. Additionally, the qualities of the raw materials used in geopolymer concrete, like fly ash or slag, may vary, resulting in variances in the finished product. It may be challenging to attain consistency in performance and quality as a result. Additionally, due to the restricted supply of raw materials and the complex production procedures required, geopolymer concrete is now more expensive than conventional Portland concrete. However, it is anticipated that the price of geopolymer concrete would drop as research and development continue, making it a more attractive option for wider application in the construction sector. In comparison to conventional Portland concrete, geopolymer concrete has a number of advantages, including increased tensile strength, decreased brittleness, enhanced durability, and lower carbon dioxide emissions. Despite these difficulties, current research and development projects seek to get around them and make geopolymer concrete a more frequently used and reasonably priced option in the building sector [4-6].

In terms of eco-friendly ingredients, using waste products like slag and metakaolin in geopolymer concrete compositions has various benefits. The first benefit is that it lessens waste products like ceramic and slag trash that would otherwise end up in landfills and cause environmental contamination. Second, because these waste elements can be used as replacements, it lowers the use of naturally occurring raw materials, which are quickly running out. This aids in protecting natural resources and reducing the negative effects of concrete production on the environment. In addition, compared to conventional Portland cement, the use of waste materials in geopolymer concrete can dramatically lower carbon dioxide emissions. Overall, adding trash to geopolymer concrete mixtures encourages sustainability and helps the building sector adopt a more environmentally friendly philosophy [7-9].

The aim of this study was to investigate the effect of 5%, 10% and 15% rice husk powder on the compressive, flexural and water absorption capacity of geopolymer concrete. Three different proportions of blast furnace slag and rice husk powder were substituted in the geopolymer mix. Sodium hydroxide and sodium silicate were used as alkali activators. In addition, the compressive strength and weight loss of the specimens exposed to three different temperatures (150, 300 and 400 °C) were experimentally evaluated [10-12].

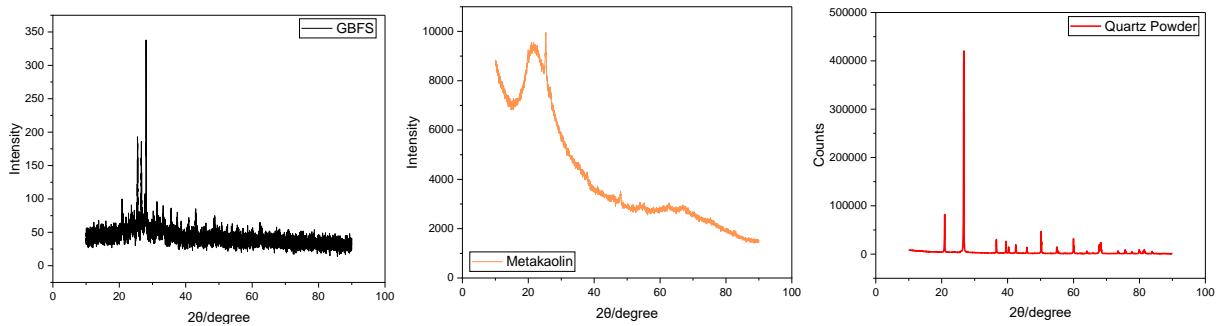
## 2. EXPERIMENTAL PROGRAM



In this section, the properties of the materials used in the experimental study, concrete mix, curing conditions and test methods are explained.

## 2.1. Materials

This study used the binders metakaolin (MK) and ground blast furnace slag (GBFS). The GBFS, which also has a significant amount of amorphous phase, complies with ASTM C989 [13] specifications. A large portion of the amorphous phase is present in MK that complies with ASTM C989 [13]. The physical and chemical properties of the binders utilized in the mixtures are listed in **Table 1**. The XRD patterns of the binders are shown in **Figure 2**.

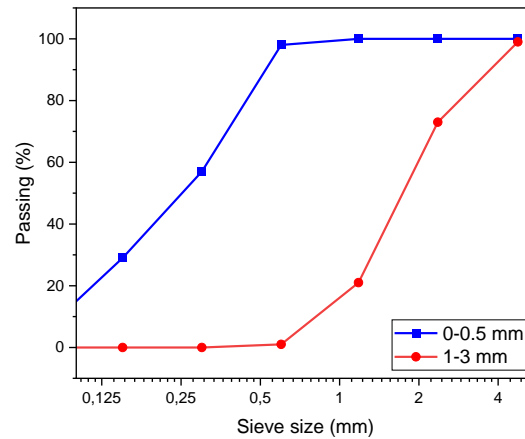


**Figure 1.** XRD pattern of ground blast furnace slag and metakaolin and quartz powder

Quartz powder with a particle size of less than 500 microns was also used in the production of geopolymer slurries. The specific gravity and water absorption of the quartz powder are 2.67 g/cm<sup>3</sup> and 1.9%, respectively. The sieve examination revealed that the quartz had a fineness modulus of 1.8. The XRD pattern of the quartz is shown in **Figure 1**. In the mixtures for 0-0.5 mm and 1-3 mm, there were two different types of aggregates. For the standard aggregate, quartz sand in the range of 1-3 mm was used to boost strength, and quartz sand in the range of 0-0.5 mm was utilized to contribute to the pozzolanic activity. **Figure 2** shows the particle size distribution of the aggregates utilized in the geopolymer mixes. The specific gravity of rice husk powder is 2.23. The chemical properties of rice husk powder are shown in **Table 1**.

**Table 1.** Chemical properties of rice husk powder

Oxide (% by mass)	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
RHA	85.2	0.4	0.6	0.5	0.2	0.8	0.5	1.3



**Figure 2.** Sieve size-passing relationship of quartz

Sodium hydroxide (NaOH) and sodium silicate ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) were used as alkaline activators for manufacturing the geopolymer concrete. The specific gravity of sodium silicate is 1.38, and its  $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$  modulus ratio is 3.19. Liquid sodium silicate included roughly 64% water, 8.85% sodium chloride, and 28.25% silicon dioxide. The density of 12M sodium hydroxide at 20 °C is 1.38  $\text{g}/\text{cm}^3$ . 24 hours before concrete was poured, a sodium hydroxide solution was produced without the use of water or plasticizer.

## 2.2. Casting, mixture and curing conditions

Mixture ratios are presented in **Table 2**. Three different mixtures were prepared within the scope of the study. First of all, sodium hydroxide/sodium silicate ratio of 2.5 was used in all mixtures. The ratio of 2.5 was preferred for the processability of the mixture. In addition, the amount of binder was taken as 800  $\text{kg}/\text{m}^3$ . In the total binder, rice husk powder was replaced with blast furnace slag at the rates of 5%, 10% and 5%. Other materials metakaolin, quartz (0-0.5 mm) and quartz (1-3 mm) were taken constant in all mixture.

**Table 2.** Concrete mixture composition ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

	Mixture-1	Mixture-2	Mixture-3
GBFS	760	720	680
Rice husk powder	40	80	120
MTK	100	100	100
Quartz (0-0.5 mm)	550	550	550
Quartz (1-3 mm)	250	250	250
NaOH	180	180	180
$\text{Na}_2\text{SiO}_3$	450	450	450

During the preparation of the mixtures, the dry mixture was first mixed in a laboratory mixer for 5 minutes. Then alkaline activators were added to the mixture. After mixing for another 5 minutes, the experimental samples were prepared. Three of each sample were produced and the average of the samples was taken. Cube specimens with dimensions of 50x50x50 mm were used for compressive and water absorption tests and prism specimens with dimensions of 40x40x160 mm were used for flexural strength. After the test specimens were manufactured, they were subjected to 60 °C and 80 °C for 8 hours temperature curing. After temperature

curing, the experiments were carried out. The test samples were named according to the type of mixture and the temperature cure to which they were exposed. For example, M1-80C-10 represents that Mixture 1 was used and exposed to a temperature cure of 80 °C and use 10% rice husk powder in mixture. For the experimental study, 90 50x50x50 mm cube specimens and 40x40x160 mm prism specimens were produced.

The compressive and three points flexural tests were used to assess the samples' compressive and flexural strengths in accordance with ASTM C 109 [14] and C348, respectively. Additionally, samples' water absorption was evaluated at 12, 30, 60, 120, 240, and 1440 minutes after casting using the TS EN 1015-18 [15] standard. In order to evaluate the effect of rice husk powder on the mechanical properties of the specimens exposed to high temperature, the test specimens were exposed to 150 °C, 300 °C and 450 °C temperatures. Compressive strength and weight loss of the specimens exposed to high temperature were measured.

### 3. RESULTS

In this section, the compressive strength, bending strength and water absorption capacity results of geopolymer concrete using different amounts of rice husk powder were evaluated. Additionally, the weight loss and compressive strength results of samples exposed to high temperatures were examined.

#### 3.1. Compressive strength

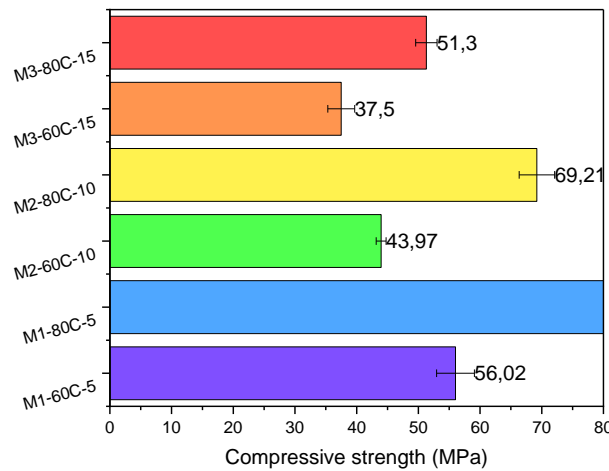
**Table 3** and **Figure 3** show the compressive strength results. The compressive strength of the specimens cured at 60 °C and 80 °C decreases as the rice husk powder content in the mixture increases. The compressive strength of M2-60C-10 and M3-60C-15 specimens are 21% and 8% lower than M1-60C-5 specimens. Similarly, the compressive strength of specimens M2-80C-10 and M3-80C-15 are 37% and 53% lower than the compressive strength of specimen M1-80C-5, respectively. The decrease in the compressive strength of the specimens cured at 80 °C is higher compared to the specimens cured at 60 °C. The 80 °C is a very high temperature for organic materials such as rice husks. This temperature can cause the organic matter in the rice husk to decompose and burn more quickly. When the organic matter decomposes, voids and cracks can form inside. This can weaken the structural integrity of the concrete and reduce its compressive strength. The coefficients of thermal expansion of organic materials such as rice husks may be different from those of mineral materials such as concrete. Therefore, at high temperature, rice husks in concrete specimens may expand at different rates compared to the concrete matrix. This thermal mismatch can lead to internal stresses and cracks, which can reduce the compressive strength. At 80°C, concrete specimens containing rice hulls may tend to burn more of the organic matter inside. If the organic matter burns, more voids can form inside, which can reduce the strength of the concrete.

**Table 3.** Compressive strength results (MPa)

	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Average
M1-60C-5	53,37	55,32	59,38	56,02
M1-80C-5	105,82	110,57	118,18	111,52
M2-60C-10	43,32	43,74	44,87	43,98
M2-80C-10	66,89	68,31	72,43	69,21

M3-60C-15	35,25	37,65	39,61	37,50
M3-80C-15	49,35	51,90	52,67	51,31

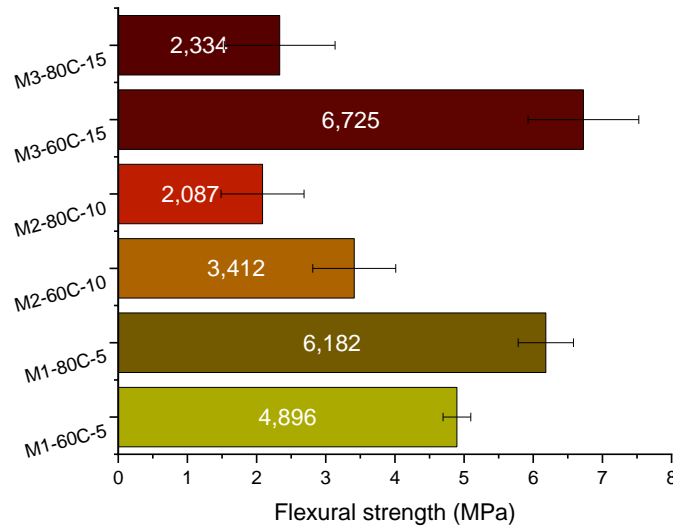
Rice husk may have lower strength than conventional aggregates. This can reduce the mechanical strength of concrete, as it is known that weaker aggregates can reduce the overall strength of concrete. Rice husk can cause more porosity. When there are more voids in the internal structure of the concrete, this can negatively affect the strength of the concrete. Porosity can cause water to penetrate further into the concrete and make it more susceptible to freeze-thaw cycles or chemical attack. Rice husk can chemically interact with concrete, which can reduce its strength. In particular, the reaction of alkaline activators to rice hulls can reduce the strength of concrete.



**Figure 3.** Comparison of compressive strength results

### 3.2. Flexural strength

The flexural strength results are shown in **Figure 4**. In general, the increase in curing temperature decreased the flexural strength. The maximum flexural strength of the specimens cured at 60 °C was reached in M3-60C-15 specimen and the maximum flexural strength of the specimens cured at 80 °C was reached in M1-80C-5 specimen. When all specimens were compared, the maximum flexural strength was obtained in M3-60C-5 specimen. However, it was concluded that changing the proportion of rice husk in the mixture had a significant effect on flexural strength. At 60 °C and 80 °C curing conditions, changing the rice husk ratio had a different effect on flexural strength.

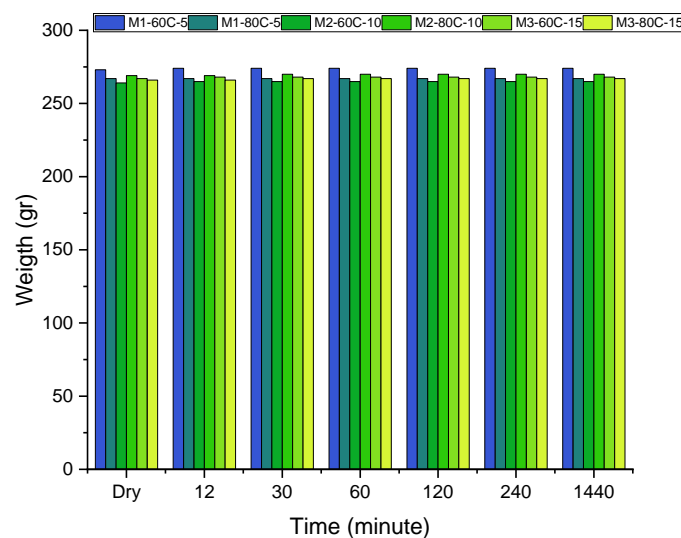


**Figure 4.** Flexural strength results

The minimum flexural strength of the specimens cured at 60 °C was obtained in M2-60C-10 specimen. In the specimens cured at 60 °C, decreasing the ratio of rice husk powder in the mixture from 10% to 5% increased the flexural strength by 43%, while increasing the ratio of rice husk powder in the mixture from 10% to 15% increased the flexural strength by 97%. Similar situation was observed in the specimens cured at 80 °C. In the specimens cured at 80 °C, decreasing the ratio of rice husk powder in the mixture from 10% to 5% increased the flexural strength by 196%, while increasing the ratio of rice husk powder in the mixture from 10% to 15% increased the flexural strength by 11%.

### 3.3. Water absorption results

The changes in water absorption rate are shown in **Figure 5**. As can be seen from **Figure 5**, no significant change was observed in the water absorption rate of the samples. Changing both the curing temperature and the ratio of rice husk powder in the mixture did not have a significant effect on the water absorption capacity of the specimens.



**Figure 5.** Water absorption results of samples

Increasing the proportion of rice husk powder in the concrete mix may affect the density of the mix and the movement of water in the voids. However, since the curing temperature is said to be changed at the same time, it is possible that these two variables are offsetting each other. That is, the effect of one variable may be compensating for the other. Rice husk powder may have the capacity to absorb and penetrate water. However, these properties of rice husk powder may interact with other concrete mix components. Therefore, the effect of rice husk powder on water absorption capacity may vary depending on the other ingredients in the mix and the curing conditions. Curing time is the maintenance period of concrete at a given temperature. During this time, concrete performs hydration reactions and gains strength. Curing temperature and duration can affect the final strength of concrete. If the curing time is long enough, the effect of rice husk powder on the water absorption capacity may be less pronounced.

### 3.4. High temperature effect

The relationship between high temperature effect and weight loss is presented in Table 4. As the exposed temperature value increased, the weight loss rates of the samples increased. Although the weight loss was 2% in the samples exposed to 150 °C temperature, this rate was 12% in the samples exposed to 300 °C temperature. Even in the samples exposed to 400 °C temperature, the weight loss is 15%. Rice husk powder is an organic material. At high temperatures, organic materials tend to burn. When concrete specimens containing rice husk powder are exposed to high temperatures, the organic material in them can burn. This combustion process reduces the weight of the rice husk powder and can therefore cause weight loss of the samples. Rice husk powder can have a different coefficient of thermal expansion than mineral materials such as concrete. This can cause expansion and cracking of the rice husk in concrete at high temperatures. Cracks can allow water to penetrate further into the specimen and lead to weight loss. High temperatures can accelerate geopolymeric reactions or cause different chemical reactions. These chemical reactions can change the internal structure of the concrete, which can lead to weight loss.

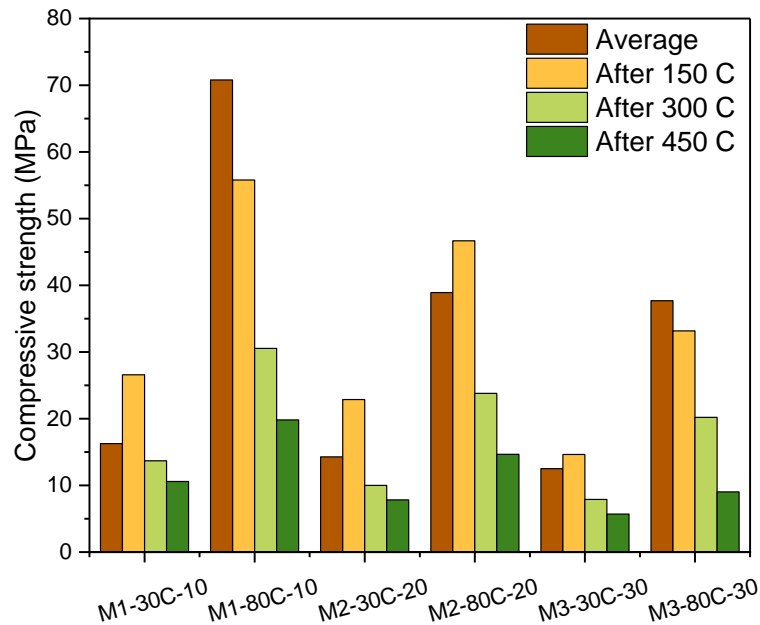
**Table 4.** Relationship between heating and weight (all units are gr)

	150 C°		300 C°		450 C°	
	Before heating	After heating	Before heating	After heating	Before heating	After heating
M1-60C-5	273	266	272	237	273	231
M1-80C-5	280	276	280	244	280	237
M2-60C-10	259	252	264	231	251	211
M2-80C-10	272	265	250	217	276	232
M3-60C-15	261	255	255	224	266,0	226
M3-80C-15	285	279	261	229	266,0	226

The effect of high temperature on compressive strength is shown in **Figure 6**. The compressive strength of the specimens cured at 80 °C decreased by 13% on average (compared to the average compressive strength) when exposed to 150 °C high temperature. However, when the



specimens cured at 60 °C were exposed to 150 °C high temperature, their compressive strength increased by 15% on average. At 300 °C high temperature exposure, the compressive strengths of all specimens decreased. The decrease in compressive strength of the specimens exposed to 300 °C varied between 10% and 61%. The reduction in compressive strength of specimens exposed to 450 C varies between 34% and 80%.



**Figure 6.** The effect of high temperature on the compressive strength of samples

## Conclusion

In this study, the compressive strength, flexural strength, water absorption capacity and compressive strength and weight loss under the influence of high temperature of rice husk powder used in three different ratios were experimentally investigated. As a result of the study, the following conclusions were reached.

- ❖ Increasing the curing temperature increased the compressive strength of the specimens. However, increasing the proportion of rice husk in the mixture caused the compressive strength to decrease. Specimens cured at 60 C showed higher strength loss compared to specimens cured at 80 C. While the average strength loss in the specimens cured at 60 C was 55%, the average strength loss in the specimens cured at 80 C was 45%. The increase in the proportion of rice husk powder in the mixture decreased the flexural strength.
- ❖ It is concluded that both curing temperature and rice husk powder ratio have no significant effect on the water absorption capacity of the specimens. When the weights of the samples measured at certain intervals were observed, it was observed that the water absorption rates increased very slightly.
- ❖ It was observed that high temperature had a significant effect on the compressive strength and weight loss of the samples. Increasing high temperature value caused both compressive strength loss and weight loss to increase.

## REFERENCES

- [1] H.U. Ahmed, A.S. Mohammed, A.A. Mohammed, Engineering properties of geopolymer concrete composites incorporated recycled plastic aggregates modified with nano-silica, *Journal of Building Engineering* (2023) 106942. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106942>
- [2] B. Bayrak, A. Benli, H.G. Alcan, O. Çelebi, G. Kaplan, A.C. Aydın, Recycling of waste marble powder and waste colemanite in ternary-blended green geopolymer composites: Mechanical, durability and microstructural properties, *Journal of Building Engineering* 73 (2023) 106661. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106661>
- [3] F. da Silveira Maranhão, F.G. de Souza Junior, P. Soares, H.G. Alcan, O. Çelebi, B. Bayrak, G. Kaplan, A.C. Aydın, Physico-mechanical and microstructural properties of waste geopolymer powder and lime-added semi-lightweight geopolymer concrete: Efficient machine learning models, *Journal of Building Engineering* 72 (2023) 106629. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106629>
- [4] Y. Li, J. Shen, H. Lin, Y. Li, Optimization design for alkali-activated slag-fly ash geopolymer concrete based on artificial intelligence considering compressive strength, cost, and carbon emission, *Journal of Building Engineering* 75 (2023) 106929. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106929>
- [5] B. Ma, Z. Zhu, W. Huo, L. Yang, Y. Zhang, H. Sun, X. Zhang, Assessing the viability of a high performance one-part geopolymer made from fly ash and GGBS at ambient temperature, *Journal of Building Engineering* (2023) 106978. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106978>
- [6] A.S. Moghadam, A.M.G. Roshan, F. Omidinasab, Utilization of agricultural wastes as fiber, binder and aggregates of geopolymer mortars: Application of taguchi method for strength and durability optimization, *Journal of Building Engineering* 75 (2023) 106906. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106906>
- [7] D. Allaoui, M. Nadi, F. Hattani, H. Majdoubi, Y. Haddaji, S. Mansouri, M. Oumam, H. Hannache, B. Manoun, Eco-friendly geopolymer concrete based on metakaolin and ceramics sanitaryware wastes, *Ceramics International* 48(23) (2022) 34793-34802. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.08.068>
- [8] M. Verma, N. Dev, I. Rahman, M. Nigam, M. Ahmed, J. Mallick, Geopolymer concrete: a material for sustainable development in Indian construction industries, *Crystals* 12(4) (2022) 514. <https://doi.org/10.3390/cryst12040514>
- [9] Z. Jwaida, A. Dulaimi, N. Mashaan, M.A. Othuman Mydin, Geopolymers: The Green Alternative to Traditional Materials for Engineering Applications, *Infrastructures* 8(6) (2023) 98. <https://doi.org/10.3390/infrastructures8060098>
- [10] S.K. Rahman, R. Al-Ameri, Structural assessment of Basalt FRP reinforced self-compacting geopolymer concrete using artificial neural network (ANN) modelling, *Construction Building Materials* 397 (2023) 132464. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132464>
- [11] A. Sharma, P. Singh, K. Kapoor, Effect of GGBS on Fly Ash Based Geopolymer Mortar at Ambient and Heat Curing, *Macromolecular Symposia*, Wiley Online Library, 2023, p. 2100321.
- [12] D.N. Varma, S.P.J.S. Singh, A Review on Waste Glass-based Geopolymer Composites as a Sustainable Binder, *Silicon* (2023) 1-19. <https://doi.org/10.1007/s12633-023-02629-7>

- [13] ASTM-C989, Standard Specification for Slag Cement for Use in Concrete and Mortars, Farmington Hills, (2022)
- [14] ASTM-C109, Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or 50 mm Cube Specimens), (2021)
- [15] TS/EN/1015-18, Methods of test for mortar for masonry - Part 18: Determination of water absorption coefficient due to capillary action of hardened mortar, (2004)

## AKIŞLA ŞEKİLLENDİRME SONRASI YAŞLANDIRILAN 7075 ALÜMİNYUM ALAŞIMINDA İŞLEM PARAMETRELERİNE GÖRE SERTLİK VE ELEKTRİK İLETKENLİĞİ DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

**ABDULKERİM KELLEÇİ<sup>1</sup>, APTULLAH KARAKAŞ<sup>2</sup>, Prof. Dr. MURAT  
BAYDOĞAN<sup>3</sup>**

- <sup>1</sup>: İstanbul Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü,  
[kelleci20@itu.edu.tr](mailto:kelleci20@itu.edu.tr) - ORCID: 0009-0000-5043-805X
- <sup>2</sup>: İstanbul Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü;  
Repkon Makine ve Kalıp Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi,  
[aptullah.karakas@repkon.com.tr](mailto:aptullah.karakas@repkon.com.tr) – ORCID: 0000-0003-0773-5483
- <sup>3</sup>: İstanbul Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü,  
[baydogan@itu.edu.tr](mailto:baydogan@itu.edu.tr) – ORCID: 0000-0002-3683-8476

### ÖZET

Akışla şekillendirme, boru şeklindeki parçalara uygulanan bir soğuk deformasyon işlemidir. Parça, içten ve dıştan iki aparat arasında sıkıştırılmış iken aynı anda döndürülerek uzun eksen yönünde ilerletilmektedir. Akışla şekillendirme sırasında borunun et kalınlığı azalmakta, yüzey kalitesi artmakta ve kesit kalınlığı daha homojen bir hale gelmektedir. Akışla şekillendirme işleminde deformasyon oranı, borunun et kalınlığındaki azalma oranı olarak ifade edilmektedir.

Bu çalışmada AA 7075 kalite alüminyum alaşımının sertliğine ve elektrik iletkenliğine, akışla şekillendirme işleminde uygulanan deformasyon oranının, doğal ve yapay yaşlandırma işleminin ve yapay yaşlandırma işlem süresinin etkisi incelenmiştir. Bu amaçla “O” temper durumuna getirilen örnekler, önce çözeltiye alınmış, daha sonra %40-70 oranında akışla şekillendirme işlemine tabi tutulmuş, son olarak doğal ya da yapay yaşlandırılmıştır. Yapay yaşlandırma süresi, 6, 12, 24 ve 48 saat olarak uygulanmıştır. Akışla şekillendirme öncesi ve sonrasında örneklerin sertliği ve elektrik iletkenliği ölçülmüştür. Sertlik ölçümleri, ASTM E384 standardında tanımlanan mikrosertlik deneyi prensiplerine göre, Emco-Test DuraScan 20 G5 cihazı ile 100 gram yük ve elmas piramit batıcı uç kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elektrik iletkenliği ölçümleri, girdap akımları prensibi ile çalışan Hocking AutoSigma 3000DL model elektrik iletkenliği ölçüm cihazıyla, 500 kHz prob kullanılarak ve % IACS (International Annealed Copper Standard) birimiyle ölçülmüştür. Elektrik iletkenliği ölçümleri, matriksin saflığının bir ölçüsü olarak, yaşlandırma sürecinde oluşan çökelti partiküllerinin matriks saflığına etkisini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Akışla şekillendirme ve yaşlandırma işlemlerini takiben, şekillendirilmiş borulardan çıkarılan örneklerde yapılan sertlik ölçümleri, doğal ya da yapay yaşlandırma işlemiyle sertliğin arttığını, doğal yaşlandırma sonrası sertliğin deformasyon oranına bağlı olarak azalma eğiliminde olduğunu ve yapay yaşlandırma işlem süresiyle sertliğin 12 saate kadar arttığını, daha uzun yaşlandırma sürelerinde ise azaldığını göstermiştir. Elektrik iletkenliği ölçümlerinde ise, doğal yaşlandırma ile elektrik iletkenliği azalırken, yapay yaşlandırma sonrası elektrik iletkenliğinin arttığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** 7075, Akışla Şekillendirme, Alüminyum, Mekanik Özellik, Yaşlandırma.

## 1. GİRİŞ

Alüminyum ve alaşımları, yüksek özgül dayanım, düşük yoğunluk, iyi korozyon direnci, kolay işlenebilirlik ve düşük ısıl genleşme katsayısı gibi avantajlara sahiptir. Bu avantajları sebebiyle, yapısal uygulamalar, taşımacılık, otomotiv, savunma, denizcilik ve havacılık gibi birçok sektörde kullanılmaktadır. Alüminyum alaşımları arasında, temel alaşım elementi çinko olan 7xxx serisi ise, yüksek sertlik, yüksek tokluk, yüksek yorulma dayanımı ve yüksek gerilmeli korozyon çatlaması direnci nedeniyle yüksek dayanım gerektiren uygulamalarda tercih edilen bir malzeme grubudur [1].

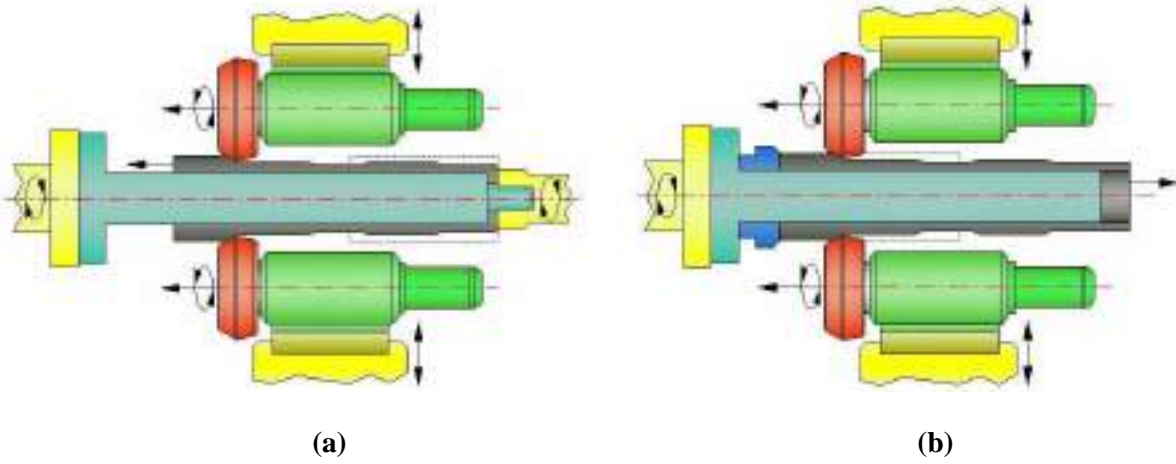
Akışla şekillendirme, bir veya daha fazla merdane arasında sıkıştırılan iş parçasının, aynı anda döndürülerek ilerletildiği bir plastik deformasyon işlemidir. Akışla şekillendirme, eğirme veya sıvama olarak bilinen geleneksel metal şekillendirme işlemlerinin gelişmiş bir türevidir. Akışla şekillendirme işleminde, iş parçasını mandrel üzerinde plastik olarak deforme etmek için tek veya çoklu merdaneler kullanılır. Bu işlem sırasında malzeme hem eksenel hem de çevresel olarak deforme olmakta, böylece eş zamanlı olarak kalınlığı azalırken, boyu uzamaktadır [2].

Talaşlı imalat ile üretilen eksenel simetriye sahip parçalarda %90'a varan atık oluşabilmektedir. Özellikle süperalaşımlar ve titanyum alaşımları gibi yüksek maliyetli malzemeler ve sürekli artan hammadde fiyatları sebebiyle talaşlı imalat yerine malzemenin atıksız olarak nihai şeklinde üretilebildiği üretim yöntemleri daha cazip hale gelmiştir. Eksenel simetriye sahip parçaların üretimi için akışla şekillendirme yöntemi bu sebeplerden dolayı öne çıkmaktadır. Akışla şekillendirme yöntemi sayesinde, kaynak veya talaşlı imalat süreçlerinin azaltılması ya da tamamen ortadan kaldırılması, bu sayede maliyet tasarrufu yapılması mümkündür [3].

Akışla şekillendirme yönteminde işlenecek ilk şekle preform denmektedir. İşlem sonunda, yüksek yüzey kalitesi ve boyut hassasiyeti elde etmek için süreç, preform geometrisi ve malzeme özellikleri de göz önüne alınarak tasarlanmalıdır. Preform, dövme, talaşlı imalat veya derin çekme gibi farklı yöntemlerle üretilebilir. Akışla şekillendirme işleminde, preform bir mandrel üzerinde döndürülür ve merdanelerin yaptığı baskı ile parçaya istenen şekil kazandırılır. Mandrel ve merdaneler arasındaki mesafe nihai ürünün et kalınlığını belirler. Parça uzunluğu boyunca bu mesafe değiştirilerek farklı şekilde parçaların üretimi sağlanabilir. Parçada, soğuk deformasyondan kaynaklanan iç gerilmeleri azaltmak ve mikroçatlakların oluşmasını engellemek için işlemin birkaç pasoda tamamlanması ve sonrasında gerilme giderme ısıl işleminin uygulanması gerekebilir [4].

Akışla şekillendirme, ileri yönlü akışla şekillendirme ve geri yönlü akışla şekillendirme olmak üzere iki farklı yöntemle uygulanabilir. Görsel 1'de ileri ve geri yönlü akışla şekillendirme işlemleri şematik olarak görülmektedir. İleri yönlü akışla şekillendirme, bir ucu kısmen veya tamamen kapalı şekildeki parçalar için, geri yönlü akışla şekillendirme ise iki ucu açık şekildeki parçaların üretimi için kullanılır. İleri yönlü akışla şekillendirmede preform metalin akışı ve merdaneler, mandrel ile aynı eksenel yönde iken, geri yönlü akışla şekillendirmede tam tersi yöndedir. Bu durumda ileri yönlü akışla şekillendirme soğuk çekme işlemine benzerken geri

yönlü akışla şekillendirme ekstrüzyon işlemine benzer. Akışla şekillendirme esnasında merdaneler altındaki metal her zaman basma yüklerine maruz kalmaktadır [4].



Görsel 1. (a) İleri yönlü akışla şekillendirme, (b) Geri yönlü akışla şekillendirme [5].

Akışla şekillendirme, ince tane yapısı elde etmek için etkili bir yöntemdir. Yüksek miktardaki soğuk deformasyonla akış yönünde taneler uzarken, aynı zamanda tane incelmeleri de olmaktadır. Deformasyon oranının artmasıyla mikroyapı incelmeleri ve tane uzaması artmaktadır [6]. Akışla şekillendirme işlemi sırasında uygulanan deformasyon, dislokasyonlar, boşluklar, istif hataları ve ikiz sınırları gibi malzemede depolanan enerjiyi artıran hatalara sebep olur. Tane boyutu, malzemede depolanan enerjinin anlaşılmasında önemli bir parametredir. İnce taneli malzemeler, kaba taneli malzemelerden daha fazla enerji depolama kabiliyetine sahiptir. Toparlanma, yeniden kristalleşme ve tane büyümesi gibi mekanizmalar bu enerji ile gerçekleşmektedir [7].

AA 7075 kalite alüminyum alaşımı, havacılık, savunma ve otomotiv sanayi gibi farklı alanlarda yaygın olarak kullanılan bir alaşımdır. Yaşlandırma ısı işlemleri de bazı alaşım gruplarına uygulanabilen teknolojik bir ısı işlemidir ve yaşlandırma konulu çok sayıda akademik ve endüstriyel çalışma gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, nispeten yeni olması nedeniyle, akışla şekillendirme işleminin mekanik özelliklere etkisini inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, bu çalışmada, akışla şekillendirme işleminin ve yaşlandırma ısı işleminin alaşımının temel mekanik özelliklerinden olan sertliğe ve elektrik iletkenliğine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

AA 7075 kalite alüminyum biletler, “T6” temper durumundaki alaşımın 413 °C’de tavlansıyla “O” temper durumuna getirilmiştir. Akışla şekillendirme işlemlerinde kullanılmak üzere, talaşlı imalat ile, 77,8 mm çap, 6 mm et kalınlığı ve 421 mm uzunluğa sahip tek tarafı kapalı boru şeklindeki preformlar hazırlanmıştır. Preformlar, daha sonra 470 °C’de 1



saat süreyle çözeltiye alınmış ve hacimce %20 PAG (polialkilen glikol) çözeltisi içinde su verilerek “W” temper durumuna getirilmiştir. Preformlar farklı parametrelerde akışla şekillendirme ve yaşlandırma ısıl işlemlerine tabi tutulmuştur. Akışla şekillendirme işleminde deformasyon oranı %40, %55 ve %70 olarak uygulanmıştır. Preformların şekillendirme işlemleri Repkon Makine ve Kalıp San. ve Tic. A.Ş.’de ileri yönlü akışla şekillendirme prosesiyle yapılmıştır. Üretim esnasında %70 deformasyon oranında kırılma gerçekleştiği için, bu oran, önce %40 ve ardından %30 olmak üzere iki ayrı paso halinde uygulanmıştır. Akışla şekillendirme işlemlerinde, besleme oranı 200 mm/dakika ve mandrel dönüş hızı 250 devir/dakika olmak üzere sabit tutulmuştur. Akışla şekillendirme sonrası örnekler oda sıcaklığında bırakılarak doğal yaşlandırma yapılırken, yapay yaşlandırma da ise akışla şekillendirme sonrası, 121 °C’de 6, 12, 24 ve 48 saat süreyle tutulan örneklerin, havada oda sıcaklığına soğutulması şeklinde uygulanmıştır.

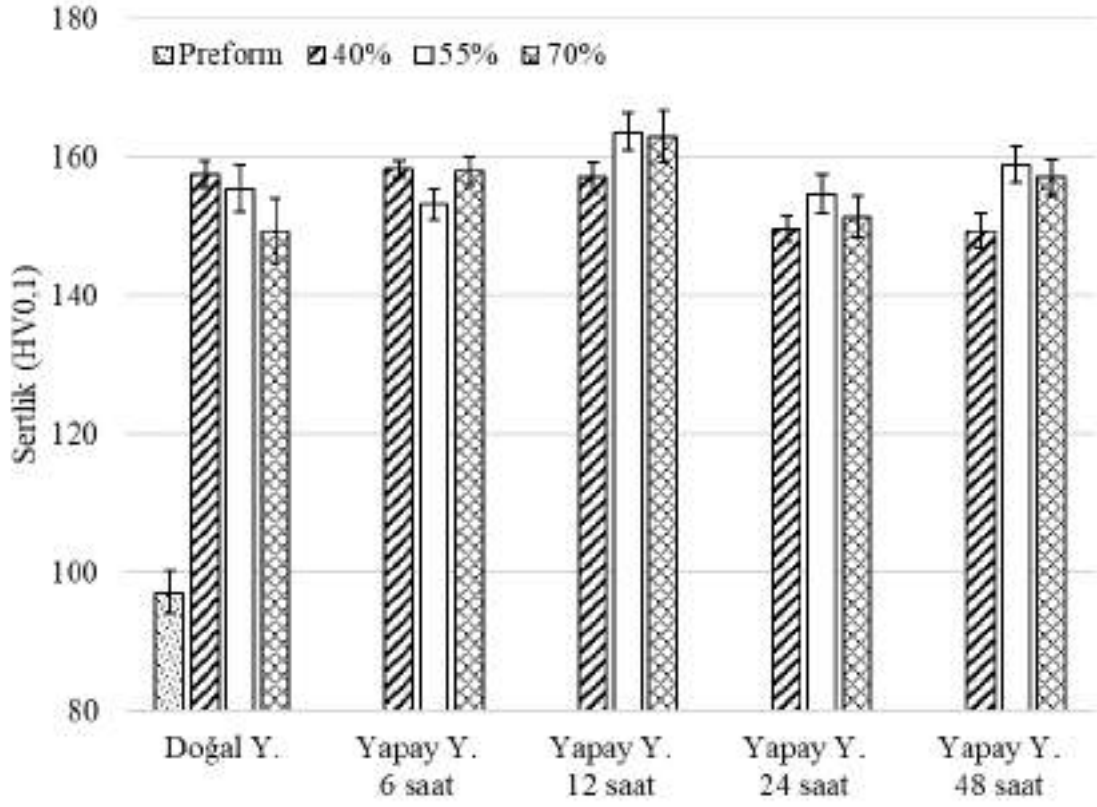
Akışla şekillendirme ve yaşlandırma işlemlerini takiben örneklerin sertliği ve elektrik iletkenliği ölçülmüştür. Sertlik ölçümleri, ASTM E384 standardına göre, Emco-Test DuraScan 20 G5 cihazı ile 100 gram yük ve elmas piramit batıcı uç (HV0,1) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerin farklı kesitlerinden yapılan en az 10 farklı ölçümün ortalaması örnek sertliği olarak belirtilmiştir. Örneklerin elektrik iletkenliği girdap akımları prensibine göre çalışan Hocking AutoSigma 3000DL model elektrik iletkenliği ölçüm cihazıyla, 500 kHz prop kullanılarak ve % IACS (International Annealed Copper Standard) birimiyle ölçülmüştür.

### 3. DENEYSSEL SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

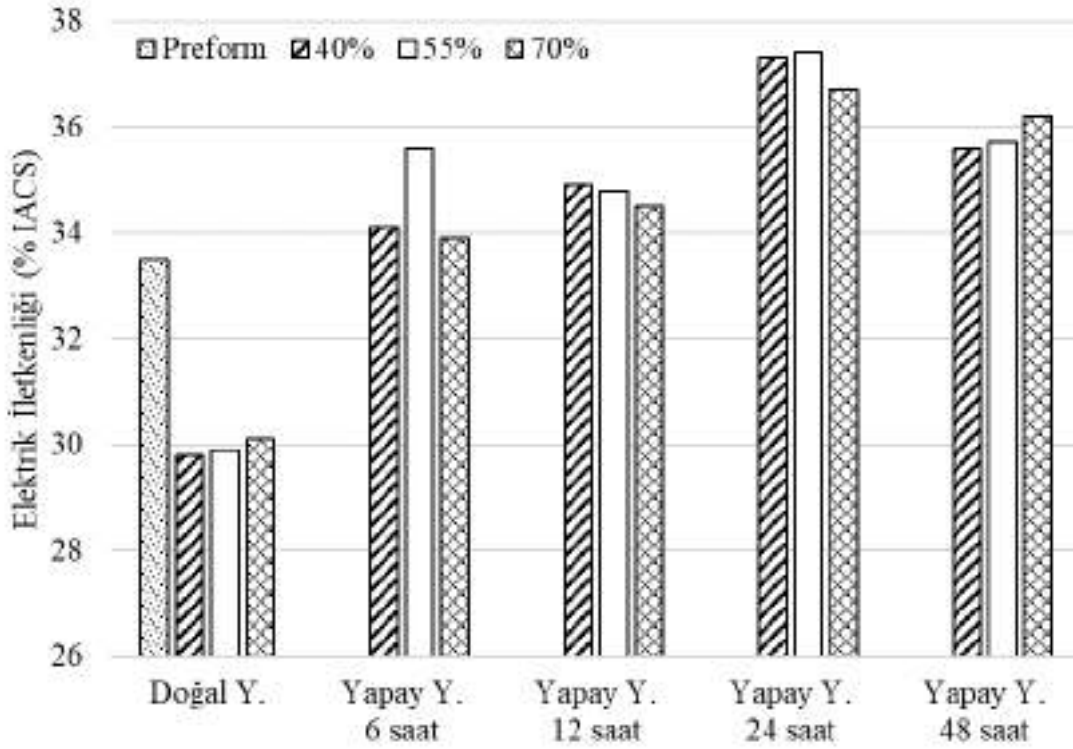
Akışla şekillendirme işlemini takiben yaşlandırma uygulanmış örneklerde yapılan sertlik deneyi sonuçları Görsel 2’de verilmiştir. Akışla şekillendirme sonrası doğal ve yapay yaşlandırma işlemleriyle sertlik preform sertliğine göre önemli ölçüde artmıştır. Doğal yaşlandırma uygulanan örneklerde sertliğin deformasyon oranına bağlı olarak bir miktar azaldığı görülmüştür. Doğal yaşlandırma yapılan örneklerin sertliği ile 6 saat yapay yaşlandırma yapılan örneklerin sertliği birbirine yakındır. Öte yandan, yapay yaşlandırma işlem süresiyle sertliğin 12 saate kadar arttığı, daha uzun yaşlandırma sürelerinde ise azaldığı belirlenmiştir.

Akışla şekillendirme sonrası doğal ya da yapay yaşlandırılan örneklerin elektrik iletkenliğinin deformasyon oranına bağlı olarak değişimi Görsel 3’te verilmiştir. Akışla şekillendirme sonrası doğal yaşlandırma uygulanan örneklerin elektrik iletkenliği, akışla şekillendirme ya da yaşlandırma uygulanmayan preform örneğe göre yaklaşık %10 düzeyinde azalmıştır. Yapay yaşlandırma işlemine tabi tutulan örneklerin elektrik iletkenliği ise gerek preform gerekse doğal yaşlandırma uygulanan örneklere göre artmıştır. Ayrıca yapay yaşlandırma süresine bağlı olarak da elektrik iletkenliği 24 saate kadar artmış, 48 saat yaşlandırılan örneklerde ise 24 saat yaşlandırılan örneklere göre bir miktar azalmıştır. Elektrik iletkenliği matriksin saflığı ile ilgili olduğundan, 24 saat ve 48 saat yaşlandırılan örneklerin diğer örneklere göre nispeten daha yüksek elektrik iletkenliğe sahip olmasının, bu örneklerin mikroyapısında sayıca fazla ya da daha büyük boyutlu çökelti partiküllerinin oluşmasından, dolayısıyla bu partikülleri oluşturan

elementler bakımından fakirleşen matriksin saflığının artmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Öte yandan, doğal yaşlandırma uygulanan örneklerde elektrik iletkenliğinin azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiş, ancak yapay yaşlandırma uygulanan örneklerde deformasyon oranına bağlı olarak elektrik iletkenliğinde belirgin bir değişim görülmemiştir.



Görsel 2. Sertlik deneyi sonuçları.



**Görsel 3. Elektrik iletkenliği ölçüm sonuçları.**

Akıyla şekillendirme işlemi ve yaşlandırma işlemlerinin sertleşme mekanizması, sırasıyla deformasyon sertleşmesi ve çökeltme sertleşmesidir. Deformasyon sertleşmesinde artan dislokasyon yoğunluğu, çökeltme sertleşmesinde ise oluşan çökelti partikülleri sertliği arttırmaktadır. Bu nedenle örneklerin sertlik artışında bu iki mekanizmanın da katkısının olması beklenir. Ancak, alüminyum alaşımlarının yüksek istif hatası enerjisi nedeniyle daha düşük deformasyon sertleşmesi kabiliyeti göstermesi [8], doğal yaşlandırılan örneklerin yüksek sertliğine deformasyon sertleşmesi mekanizmasının katkısını azaltmaktadır. Elektrik iletkenliği açısından bakıldığında ise, deformasyon sertleşmesiyle artan dislokasyon yoğunluğu elektrik iletkenliğini azaltırken, yaşlandırma sırasında daha çok çökelti partikülünün oluşması, çökeltileri oluşturan elementler bakımından matriksin fakirleşmesine, bu sebepten matriksin saflaşmasına ve dolayısıyla elektrik iletkenliğinin artmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada, doğal ve yapay yaşlandırma uygulanan örneklerin sertliği birbiri ile karşılaştırılabilir düzeyde iken, elektrik iletkenliği doğal yaşlandırma yapılan örneklerde daha düşüktür. Nispeten daha düşük elektrik iletkenliği, doğal yaşlandırma uygulanan örneklerde daha az sayıda çökelti partikülünün oluşmasından ve yaşlandırmanın oda sıcaklığında yapılmasından dolayı, artan dislokasyon yoğunluğundan kaynaklanabilmektedir. Ayrıca, yapay yaşlandırma yapılan örneklerin daha yüksek elektrik iletkenliği, daha fazla sayıda çökelti partikülü oluşmasından ve yapay yaşlandırmanın yapıldığı 121 °C sıcaklıkta dislokasyon yoğunluğunun düşmesinden kaynaklanabilir [9]. Ancak 24 saate kadar artan yaşlandırma süresiyle de elektrik iletkenliğinin artma eğilimi göstermesi, elektrik iletkenliği üzerinde, artan çökelti partiküllerinin, azalan dislokasyon yoğunluğuna göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Yapay yaşlandırma

sıcaklığında (121 °C) örneklerin dislokasyon yoğunluğunun azalmasıyla [10], deformasyon sertleşmesinin etkisi de azalacaktır. Bunun sonucunda, yapay yaşlandırma uygulanmış örneklerin sertlik artışında çökme sertleşmesi mekanizmasının, deformasyon sertleşmesine göre daha etkili bir rol oynadığı sonucuna varılmıştır.

#### 4. GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada, AA 7075 alüminyum alaşımına farklı deformasyon oranları ile akışla şekillendirme işlemleri yapılmış, daha sonra örnekler doğal ya da yapay yaşlandırılmıştır. Farklı deformasyon oranı ve yaşlandırma koşullarının, örneklerin sertlik ve elektrik iletkenliğine etkisi incelenmiştir. Bu çalışma sonunda aşağıdaki genel sonuçlar elde edilmiştir.

1. Akışla şekillendirme işlemini takiben yapılan doğal ve yapay yaşlandırma işlemleri örneklerin sertliğini arttırmıştır. Doğal yaşlandırma sonrası örneklerin sertliği, deformasyon oranına bağlı olarak bir miktar azalırken, yapay yaşlandırılan örneklerde deformasyon oranının sertlik üzerine belirgin bir etkisi gözlenmemiştir.
2. Akışla şekillendirme sonrası uygulanan yapay yaşlandırma işlemi ile 12 saat yaşlandırma süresine kadar sertlikte artma sonrasında azalma gözlenmiştir.
3. En yüksek sertlik değeri 164 HV0,1 olarak, %55 deformasyon oranı ve 12 saat yapay yaşlandırma ile elde edilmiştir.
4. Akışla şekillendirme işlemini takiben doğal yaşlanma ile örneklerin elektrik iletkenliği preform örneğe göre azalırken, yapay yaşlandırma uygulanan örneklerin elektrik iletkenliği preform örneğe göre daha yüksektir. Yapay yaşlandırma işlemi ile 24 saate kadar elektrik iletkenliği artmış, 48 saat yapay yaşlandırma ile bir miktar azalmıştır.
5. En yüksek elektrik iletkenliği değeri 37,4 % IACS olarak, %55 deformasyon oranı ve 24 saat yapay yaşlandırma ile elde edilmiştir.

#### TEŞEKKÜR

Repkon Makine ve Kalıp Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi ile şirketin Malzeme Teknolojileri Departmanı mühendisleri, Mehmet MUTLU, Eda Laçın ÇETİN ve Damla PIÇAKCI'ya malzemelerin temini ve deneysel çalışmalardaki katkıları için teşekkür ederiz.

Bu çalışma; MYL-2021-43375 proje kodu ile İstanbul Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir.

#### KAYNAKÇA

- [1] Rooy, EL. & Linden, JHL. Van (1990). *ASM Metals Handbook, Vol 02 Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials*. 3330–3345.
- [2] Erdoğdu, MB. (2019). ‘*Flow Forming Yöntemi ile Alüminyum Jant Üretiminin İncelenmesi ve Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Jant Analizlerinin Yapılması*’ MSc Thesis, Ege Üniversitesi.
- [3] Savoie, J. (2006). ‘*Flow Forming of Aircraft Engine Components*’, NATO AVT-139 Specialists’ Meeting (RSM) – May 15-18 2006.
- [4] Mok, G., DeMicco, M., Fischer, L., Hagler, L., Russell, E., Wen, J., Hafner, R. & Anderson, B. (2010). ‘*On The Application of Flow Forming to the Fabrication of Type B Radioactive Material Package Containment Vessels*’, Rev. 1, 2 July, Office of Scientific and Technical Information (OSTI).
- [5] Kubilay, C. (2014). ‘*Flow forming of aeroengine materials*’, PhD thesis, University of Manchester.
- [6] Gun, B. & Guvel, I. (2007). *Rifling by Flow Forming*. <https://www.firearmsid.com/feature%20articles/flowforming/riflingbyflowforming.htm> (Erişim tarihi: 11.12.2023)
- [7] Humphreys, FJ. & Hatherly, M. (2004). *Recrystallisation and Related Annealing Phenomena*. 2nd Edition.
- [8] Zhang, XK., Yang, XY., Chen, W., Qin, J. & Fouse, JP. (2016). Effect of stacking fault energy on mechanical properties and annealing behavior of brasses. *Journal of Alloys and Compounds*. Vol. 679, pp. 400–407
- [9] Cho, C.-H., & Cho, H. (2021). Effect of dislocation characteristics on electrical conductivity and mechanical properties of AA 6201 wires. *Materials Science & Engineering. A, Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing*, Vol. 809 (140811).
- [10] Raabe, D. (2014). Recovery and recrystallization: Phenomena, physics, models, simulation. *Physical Metallurgy*. pp. 2291–2397.

## TÜRKİYE VE G8 ÜLKELERİNİN KARBONDİOKSİT SALINIMINDAKİ ETKİLERİNİN PANEL VERİ YAKLAŞIMI İLE İNCELENMESİ

**Öğrenci, Arda KARA<sup>1</sup>, Öğrenci, Meltem SEVİNÇ<sup>2</sup>, Öğretmen, Gözde ZABZUN<sup>3</sup>, Öğretmen, Emine Ece GÜLEÇ<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Karşıyaka Aydoğan Yağcı Bilim ve Sanat Merkezi, ardakara292@gmail.com - 0009-0008-2963-7933

<sup>2</sup> Karşıyaka Aydoğan Yağcı Bilim ve Sanat Merkezi, sevincmeltem2007@gmail.com- 0000-0001-6351-3370

<sup>3</sup> Karşıyaka Aydoğan Yağcı Bilim ve Sanat Merkezi, gzabzun@gmail.com - 0000-0002-9502-8756

<sup>4</sup> Karşıyaka Aydoğan Yağcı Bilim ve Sanat Merkezi, eminecedalkilic@gmail.com - 0000-0002-2746-3430

### ÖZET

Atmosferde sera gazlarının yoğunluğunun artmasına bağlı olarak küresel ısınma gerçekleşmektedir. Bu durum da iklim değişikliğini tetiklemektedir. Dünya'daki bazı bölgeleri daha fazla etkilese de uzun zaman içinde tüm ülkelerde iklim değişikliğinin olumsuz etkileri görülmektedir. Bu sebeple ülke, bölge bazlı önlemler yerine küresel çapta önlemler alınmalı, bu doğrultuda politikalar geliştirilip, uygulanmalıdır.

Atmosferde artan sera gazlarının yaklaşık %50'sini karbondioksit (CO<sub>2</sub>) oluşturmakta ve her yıl yaklaşık %0.5 oranında artmaya devam etmektedir. Bu sebeple CO<sub>2</sub> miktarının hızlı artışının azaltılması için sebeplerinin ayrıntıları ile araştırmak, geliştirilecek politikalarda daha gerçekçi önlemler alınabilmesi için büyük önem arz etmektedir.

Çalışma kapsamında G8 ülkeleri (Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Rusya Federasyonu) ve Türkiye'nin 1928-2021 yılları arasında karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emiliminin 34 farklı parametrede ülkeler bazında modellenmiştir. Veride parametrelerin CO<sub>2</sub> emisyonundaki etkilerini görmek için hangi modelin istatistiksel olarak geçerli olduğuna karar vermek için Hausman testi uygulanarak rassal etki modelinin veriye uygun olduğuna karar verilmiştir. Panel veri analizinde rassal etki, gözlem birimi özelinde gözlemlenen ve gözlem birimi değiştikçe değişebilen bir etkidir. Rassal etki, panel veri analizinde bağımlı değişken üzerindeki bağımsız değişkenlerin etkisini ölçerken dikkate alınması gereken önemli bir faktördür.

Sonuçlara göre G8 ülkelerinden Rusya, CO<sub>2</sub> salınımına en fazla etkisi olmakla beraber; Fransa ise CO<sub>2</sub> salınımında en az etkisi olduğu raporlanmıştır. Türkiye ise G8 ülkelerine göre İtalya, Japonya ve Rusya'dan sonra en çok CO<sub>2</sub> salınımı yapan ülkedir. Çalışmada, CO<sub>2</sub>'de bağlı diğer değişkenlerin salınımına etki oranları raporlanmıştır. İklim değişikliğinin küresel düzeyde etkisinin azaltılması için bu alanda akademik çalışmaların desteklenmesi ve sonuçların politika yapıcılar tarafından dikkate alınması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İklim Değişikliği, Karbondioksit, Sera Gazları, Panel Veri Analizi.



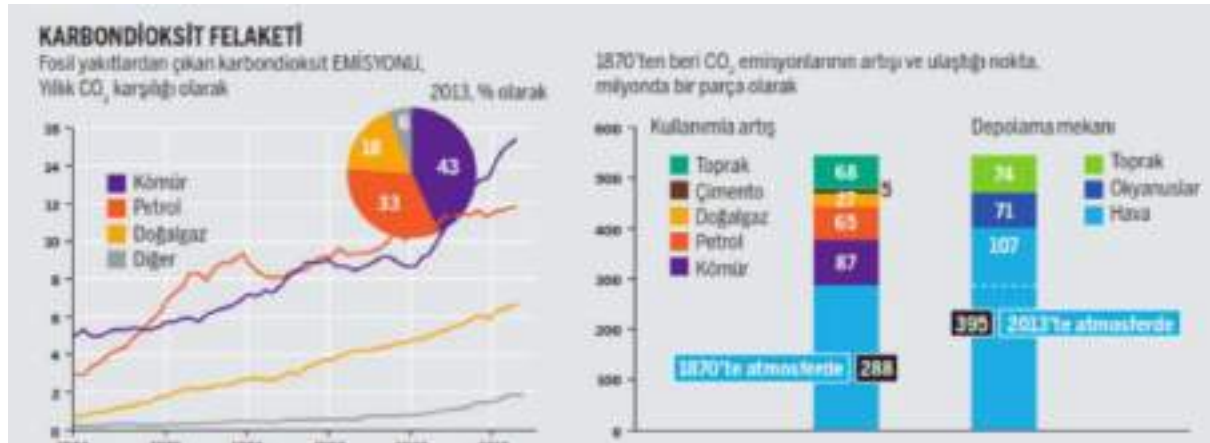
## GİRİŞ

### İklim değişikliği

Fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma, tarımsal faaliyet vb. doğa üzerine etki eden insan aktiviteleri, özellikle sanayi devrimiyle birlikte, metan (CH<sub>4</sub>), karbondioksit (CO<sub>2</sub>), diazotmonoksit (N<sub>2</sub>O) gibi doğal sera gazları emisyonlarında önemli ölçüde artışa neden olmuştur. Atmosferde sera gazları emisyonlarında meydana gelen bu artış, atmosferin ısınmasına neden olmaktadır. Bu ısınmanın potansiyel etkisi ise iklim değişikliğidir (Keskin ve Kanat, 2018). Ciddi küresel sorunlardan biri olan iklim değişikliğinin de yükselen sıcaklıklar, değişen yağış düzenleri, çevresel tahribatlar ve deniz seviyesinin yükselmesi gibi çeşitli etkileri bulunur.

### Karbondioksit Emisyonu

İklim değişikliğine sebep olan etmenlerden CO<sub>2</sub> emisyonlarının yıllar içerisinde farklı faktörlere bağlı incelemeler mevcuttur. Örneğin dünya genelinde CO<sub>2</sub> salınımının %43 kömür, %33'ü petrol ve %18'i doğalgaz kaynaklı olmakla beraber, CO<sub>2</sub> 'nin havadaki oranı 1870 yılından %0,0288 iken 2013 yılında ise %0,0395'e yükselmiştir (Kılınç ve Altınparmak, 2020). Bu durum Görsel 1' de gösterilmiştir.



Görsel 1. Fosil Yakıtlardan Çıkan CO<sub>2</sub> Emisyonu ( Heinrich Böll Stiftung Derneği, 2017: 17)

Bu gazların atmosfere salınması da dünyanın ortalama sıcaklığında artış görülmesine neden olmaktadır. Bu durumun da olumsuz etkilerini her geçen yıl daha fazla gözlenmektedir.

Atmosferdeki CO<sub>2</sub> yoğunluğunun artışının fosil yakıt kullanımı ve ormanların sistematik olarak azalması ile doğrudan bir ilişkisi vardır. Bu olumsuzluklar düzenli olarak devam ederse 2050 yılına kadar CO<sub>2</sub> yoğunluğunun sanayi devrimine kadar yaklaşık 1,5 kat

arttığını gösteriyor. CO2 salınımının artması ise sera gazlarını artırarak, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini daha fazla yaşanmasına sebep olması tahmin edilmektedir. Doğada var olan C (karbon) döngüsü ise, insanlar tarafından oluşturulan CO2 salınımını dengelemekte yetersiz kalmaktadır.

## **İklim Değişikliği ve Türkiye**

Türkiye iklim yapısı nedeniyle, küresel ısınmaya bağlı olarak, iklim değişikliğinden fazla etkilenecek bölgelerden birisi olarak gösterilmektedir. Üç tarafının denizlerle çevrili olması, topografik yapısından da kaynaklı olarak iklim değişikliğinin etkilerini bölgesel olarak farklı boyutlarda hissetmektedir. Bu durum da ülkemizdeki tarım, endüstri, ekonomi, hayvancılık hatta sosyal alanlarda da olumsuzluklar oluşturmaktadır (Keskin & Kanat, 2018).

## **İklim Değişikliği hakkında G8 Ülkelerinin İzlediği Politikalar**

İklim değişikliği, küresel bir sorun teşkil etmesinden dolayı işbirliği halinde önlem alınması gereken bir felakettir. Bundan dolayı sadece ülke bazlı değil küresel çapta politikaların geliştirilmesi daha uygun olacaktır. Devletler de zaman içerisinde bu konuda bazı önemli politik adımlar atmıştır. Bunların en önemlileri şu şekilde sıralanabilir;

- 1979-1990 Birinci ve İkinci Dünya İklim Konferansı,
- 1992 Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı,
- 1997 Kyoto Protokolü
- 2015 Paris İklim Anlaşması (Şimşek, 2020)

Araştırmada, sadece kendi ülkemizi değil; iklim değişikliğindeki önemli aktörler olan G8 ülkelerinin 1928 yılından başlayarak 2021 yılına kadar olan CO2 emisyon değerlerinin farklı parametreler üzerinden değerlendirilmeye çalışılmıştır. Verilerin özelliklerinden dolayı da panel veri modeli oluşturmak hedeflenmiştir.

## **Panel Veri Analizi**

Zamana göre yapılan analizler zaman serileri analizi olmakta, birimlere göre yapılan analizler ise yatay kesit analizi olmaktadır. Zaman serileri ve yatay kesit analizinin birleştirilmesini ve uygun modellerin test edilmesini sağlayan yöntem panel veri analizi denilmektedir (Greene, 2003).

Çalışma kapsamında kullanılan verilerin yapısı gereği panel veri analizi ile değerlendirerek, CO2salınımına olan etmenlerin, zamana bağlı ve kesitsel olarak incelenmek amaçlanmıştır.

## **YÖNTEM**

Kesitlere ait zaman serileri veya zaman serilerine ait kesit verileri olarak tanımlanan (Greene, 2003) panel veriler, firmalar, ülkeler ve hane halkı gibi birimlerden oluşan yatay kesit

gözlemlerinin, zaman boyutu ile de ifade edilmesi olarak da yorumlanabilmektedir (Baltagi, 2001).

Yatay kesit ve zaman serisi birleşimini içeren veri setlerinin kullanıldığı panel regresyon modelleri arasında, tek yönlü ve çift yönlü sabit etkiler ile tesadüfi etkiler modeli, dinamik panel analizi, genelleştirilmiş EKK gibi birçok yöntem yer almaktadır. Bu çalışmada, anılan modellerden tek yönlü sabit etkiler ve tesadüfi etkiler modeli kullanılmıştır.

### **Panel Birim Kök Testi**

Bu çalışmada, öncelikle değişkenlerin durağanlığını test etmek amacıyla panel birim kök testi yapılmakta; Im, Peseran ve Shin (2003) 'in önerdikleri panel birim kök testi kullanılmaktadır.

Im, Peseran ve Shin, panel birim kök testinde, Dickey Fuller (ADF) test istatistiğini kullanıp paneldeki her bir birim için ADF hesaplayarak, ADF'lerin ortalama test istatistiğine bakmaktadır (Saraçoğlu ve Doğan, 2005)

Panel birim kök testinin uygulanması için N yatay kesit ve T zaman serisi olmak üzere, yit birinci dereceden otoregresif süreçte,

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + e_{it}, \quad i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T,$$

olarak tanımlanmaktadır (Im, Peseran ve Shin, 2003). Söz konusu sınamada,

$$H_0 : \beta_i = 0, \text{ her } i \text{ için,}$$

$$H_1 : \beta_i < 0, \quad i = 1, 2, \dots, N_1, \quad \beta_i = 0, \quad i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N.$$

H<sub>0</sub> hipotezinin kabul edilmesi durumunda panel birim kökün varlığı, H<sub>1</sub>'in kabul edilmesi durumunda panel birim kökün olmadığı söylenebilir. Im, Peseran ve Shin (2003), “birim kök yoktur” hipotezini test etmek için t-bar istatistiğinden yararlanmıştır.

### **Tek Yönlü Sabit Etkiler modeli**

Bu yöntemde değişkenler zaman serisi ve yatay kesit verilerine ek olarak, hem zamanı hem de kesiti ifade edecek şekilde iki farklı alt indis kullanılır. Alt indisler-den i, kesitleri ve t, zamanı göstermek üzere, aşağıdaki ( $Y_{it} = \alpha_i + X'_{it} \beta + e_{it}$ ) model, sabit etkiler modelidir: Aşağıdaki temel varsayımları sağlayan sabit etkiler modelleri grup içi tahmin edicisi ve en küçük kareler tahmincisi (LSDV) ile tahmin yapmaktadır (Greene, 2003).

$$Y_{it} = \alpha_i + X'_{it} \beta + e_{it} \quad (1)$$

$$i = 1, \dots, N$$

$$t = 1, \dots, T$$

$$E(e_{it}) = 0, Cov(e_{it}, e_{jt}) = 0, Var(e_{it}) = \sigma_e^2 \text{ ve } E(X_{it}, e_{it}) = 0$$

Modelde  $X_{it}$ , açıklayıcı değişkenler vektörünü;  $Y_{it}$ , bağımlı değişkeni;  $\beta$ , eğim katsayılarını;  $e_{it}$ , hata terimini ve  $\alpha_i$  ile gösterilen sabit terim birim etkisini göstermektedir. Çalışmada sabit terimin zaman içerisinde ve birimler arasında sabit ancak her bir birim için zaman içerisinde değişebildiğini varsayarak, zamanın ve birimlerin etkisi analiz edilmek istenmiştir. ( $Y_{it} = \alpha_i + X'_{it} \beta + e_{it}$ ) modelin katsayılarının grup içi tahmin edicisi ile belirlenmesinde her bireye ait gözlemlerden bireye ait gözlemlerin ortalama değerlerinin çıkarılması gerekir. Daha sonra dönüştürülmüş bu veriler kullanılarak en küçük kareler (EKK) yöntemiyle tahmin yapılmaktadır (Kennedy, 2006).

Model, sabit terimin zaman içerisinde sabit ancak her bir birim için değişebildiğini varsayan grup etkisine göre ve sabit terimin birimler arasında sabit ancak zaman içerisinde değişebildiğini varsayan zaman etkisine göre analiz edilmiştir.

Alternatifi oluşturan yöntem modelde ise sabit terimler arasındaki farklılıkları ifadesi için her bir birim için bir kukla değişken içeren EKK tahmin edicisi kullanılmaktadır. LSDV olarak ifade edilen yöntem, çok sayıda kukla değişkenin kullanılmasına sebep olması nedeniyle serbestlik derecesinin düşmesine ve çoklu doğrusal bağıntı problemine neden olabilmektedir (Kennedy, 2006). Her bir birim için kukla değişken kullanıldığında (1) numaralı denklemle belirtilen sabit etkiler modeli (2) deki gibi ifade edilebilir (Pazarlıoğlu ve Gürler, 2007).

$$Y_{it} = \alpha_1 D_1 + \dots + \alpha_N D_N + X'_{it} \beta + e_{it} \quad (2)$$

Her iki modelde de birimler veya zamanlar arasındaki farklılıkların sabit terimler arasındaki farklılıklarından kaynaklandığı varsayılmaktadır (Greene, 2003). Bu durumda birimler veya zamanlar arasında değişken katsayıların aslında değişmediği kabul edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada grup etkisini araştırabilmek için sabit terim zaman içerisinde sabit kabul edilmiş ancak her bir birim için değişebildiği varsayılmıştır. Zaman etkisini araştırabilmek için ise sabit terimin birimler için sabit, zaman içinde ise değişken olduğu varsayılmıştır.

Sabit etkiler modelinde, birimler arasında farklılaşma olma durumunun tespiti için anlamlılık testinin uygulanması önemlidir. Boş hipotezde sabit olan terimin birimler arasında aynılığını sorgulamak için F istatistiği kullanılmalıdır (Greene, 2003).

$$F_{(N-1, NT-N-K)} = \frac{(R_{LSDV}^2 - R_{Pooled}^2) / (N-1)}{(1 - R_{LSDV}^2) / (NT - N - K)} \quad (3)$$

(3) numaralı F istatistiğinde, : LSDV modeline ait determinasyon katsayısını,

Panel verilerin EKK ile tahmininden elde edilen determinasyon katsayısını; T, her birime ait gözlem değerini; N, birim (grup) sayısını ve K, açıklayıcı değişken sayısını göstermektedir. Elde edilen F istatistiğinin Çizelge değerinden büyük olması durumunda boş hipotez reddedilecektir. Bu durumda grup etkisinin olduğu, diğer bir ifadeyle birimler arasında farklılığın olduğu kabul edilecektir.

Zaman kavramının içeriğinde de farklılaşma durumu aynı hipotez kullanılarak test edilir. Fakat bu durumda LSDV modelinde sabit terimin zamana göre değiştiği model kullanılmakta ve boş hipotez, sabit terimin zamana göre değişmediği şeklinde ifade edilmektedir.

### Tek Yönlü Rassal Etkiler Modeli

Uygulamada kullanılacak bir diğer model, rassal etkiler modelidir. Tekil etkiler, modelde yer alan açıklayıcı değişkenlerle ilgili değilse ve birimlerin sabit terimleri de birimlere rassal olarak dağılım gösteriyorsa, model uygulanabilir duruma gelir (Greene, 2003).

Bu modelde zamana ve/veya kesitlere göre gerçekleşen değişimler hata terimini oluşturur. Bu durumun sebebi, sabit etkili modellerdeki serbestlik derecesi kaybının rassal etkili modellerde olmamasıdır (Baltagi, 2001).

Bu çalışmada tek yönlü rassal etkiler modeli kullanılmıştır. Bu modelde, i, kesitleri ve t zamanı göstermekle birlikte, kesitler arasındaki farklılığın ise modelde hata terimlerinin bileşeni olduğunu kabul eden (4) model tahmin edilmiştir.

$$\begin{aligned} Y_{it} &= \alpha + X'_{it}\beta + (\mu_i + v_{it}) \\ i &= 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T \\ E(u_i) &= (v_{it}) = 0, \text{Cov}(u_i, v_{it}) = \sigma_{u,v}, \text{Var}(u_i) = \sigma_u^2 \text{ ve } E(X_{it}, u_i) = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Modelde  $X_{it}$ , açıklayıcı değişkenler vektörünü;  $Y_{it}$ , bağımlı değişkeni;  $\beta$ , değişken katsayıları ve  $\alpha$ , sabit terimi göstermektedir. Bu modelde, hata terimlerinin varyans dağılımının sıfıra eşit, özdeş ve bağımsız olduğu kabul edilmektedir.  $\mu_i$ , birimlerde meydana gelen gözlenemeyen tesadüfi farkları içeren hata terimini ifade ederken,  $v_{it}$  ise geri kalan hataları ifade etmektedir.  $\mu_i$ , kesit etkisini ifade eden tekil hata terimleri ise aralarında ve  $v_{it}$ , panel hata terimi ile ilişkili olduğu kabul edilmez. Modelden normal dağılım varsayımları altında iki hata teriminin bileşiminden oluşan aşağıdaki (5) numaralı model elde edilir.

$$Y_{it} = \alpha_i + X'_{it}\beta + e_{it} \quad (5)$$

$$e_{it} = \mu_i + v_{it}, \quad (6)$$

Bu modelde hata terimleri iki bileşenden oluşmaktadır. Hata terimleri varyansı (6) ile gösterilirken sabit varyans ve sıfır kovaryans özelliklerini taşımaktadır.

Dolayısıyla bu modele EKK tahmin edicisi, hata terimleri arzulan özelliklere sahip olmadığı için uygulanmaz. Genelleştirilmiş EKK yöntemi ve uygun Genelleştirilmiş En küçük Kareler yöntemi gibi yöntemler ise uygulanabilmektedir. Bu modellerden Genelleştirilmiş En küçük Kareler yöntemi uygulayabilmek için hata terimlerinin varyans bileşenleri bilinmelidir.

Çalışmada, varyans bileşenlerinin tespiti için Swamy ve Arora (1972) yöntemi ile Wallace ve Hussain (1969) yöntemi tercih edilmiştir. . Bu çalışmada zaman etkisi ise Wallace ve Hussain'ın (1969), birim etkisi Swamy ve Arora'nın (1972), yöntemi kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır.

## Hausman Testi

Panel veri analizi içerisinde sabit etkiler modeli, sıklıkla kullanılan ve istatistiksel özellikleri açısından istenen özelliklere sahip olan bir modeldir. Ancak tesadüfi etkiler modeli sabit etkiler modeline göre daha doğru sonuçlar çıkarıyorsa, tesadüfi etkiler modeli tercih edilmelidir. Dolayısıyla hangisinin daha etkin olduğuna karar vermek gerekebilir. Literatürde, bu etkinlik testi, diğer bir ifadeyle sabit etkiler modeli ve tesadüfi etkiler modeli arasında seçim için k serbestlik dereceli ki-kare dağılımına uyan Hausman testi kullanılmaktadır (Baltagi, 2001).

Hausman testinde, tesadüfi etkiler modelinden elde edilen katsayılar ile sabit etkiler modelinden elde edilen katsayıların aynı olduğunu gösteren boş hipotezin reddedilmesi ancak sabit etkiler modelinin reddedilememesi durumunda ise tesadüfi etkiler modelinin daha etkin sonuçlandığını göstermektedir.

## Veri Seti

Açık kaynaklı veri seti <https://github.com/owid/co2-data> sitesinden alınmıştır. Veri setinde Dünya'daki tüm ülkelerde 3.442.776 farklı veri incelenmiştir. Bu çalışmada kullanılan veri setinde ise G8 ülkeleri (Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Rusya Federasyonu) ve Türkiye'de 28.798 veri incelenmiştir. Her ülkeye iştir şartlarda değerlendirmek için 1928 ile 2021 yılları arasındaki 34 farklı parametre üzerinden analiz yapılmıştır.

## Bulgular

### Çizelge 1. Parametrelerin Büyüme üzerindeki Etkisi

	<b>b</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>P</b>
<b>Bağımlı Değişken: co2</b>				
co2_including_luc_per_capita	-336,171	207,631	-161,908	<b>0,000 **</b>
coal_co2_per_capita	349,617	208,912	167,352	<b>0,000 **</b>
	378,028	221,258	170,854	<b>0,000 **</b>



gas\_co2\_per\_capita

330,949 207,433 159,545 **0,000 \*\***

land\_use\_change\_co2\_per\_capita

357,902 214,154 167,124 **0,000 \*\***

oil\_co2\_per\_capita

$R^2=0,650$ ;  $DW=0,028$

\*\* $p<0,01$ ;  $p<0,05$ ; Kısaltmalar: SE, Standard hata; DW, Durbin-Watson

Çizelge 1 incelendiğinde değişkenlerin genel olarak ülke ve zamandan bağımsız olarak oluşturulan regresyon modeli incelenmiştir. Buna göre co2\_including\_luc\_per\_capita, coal\_co2\_per\_capita, gas\_co2\_per\_capita, land\_use\_change\_co2\_per\_capita ve oil\_co2\_per\_capita bağımsız değişkenleri co2 bağımlı değişkenini %65 olarak açıklamaktadır. Tüm bağımsız değişkenlerin co2 üzerindeki etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Oluşturulan Model; “ $co2=-336,171* co2\_including\_luc\_per\_capita+349,617* coal\_co2\_per\_capita+378,028*gas\_co2\_per\_capita+330,949*land\_use\_change\_co2\_per\_capita+357,902* oil\_co2\_per\_capita$ ” şeklindedir.

Çizelge 2. Hausman Test Sonuçları

	<b>b</b>	<b>B</b>	<b>Var(b- β)</b>	<b>p</b>
<b>Bağımlı Değişken: co2</b>				
co2_including_luc_per_capita	-765,951	-786,201	94,514	<b>0,0373 *</b>
coal_co2_per_capita	891,562	912,069	111,736	0,0524
gas_co2_per_capita	1089,220	1108,718	120,355	0,0755
land_use_change_co2_per_capita	792,524	811,420	93,941	0,0512
	898,586	919,253	103,816	<b>0,0425 *</b>

oil\_co2\_per\_capita

---

Hausman Test  
=9,086; p=0,106

---

\*\*p<0,01; p<0,05

Panel veride birey etkilerini görmek için kullanılan sabit etki ve rassal etki modelleri ile parametreler tahmin edilecektir. İlk olarak bu iki modelden (sabit etki, rassal etki) hangisinin istatistiksel olarak geçerli olduğuna karar vermek gerekir. Bunun için Hausman testi uygulanacaktır. Hausman testinde yokluk hipotezi “rassal etki modeli”, alternatif hipotez ise “sabit etki modeli” kullanılmalıdır şeklinde kurulur. Verilen çıktıdan Anlamlılık düzeyi (p) değeri ile Çizelge değeri ( $\alpha$ ) karşılaştırılır. Örneğimizde;  $p = 0,106 > 0,050$  olduğu için  $H_0$  hipotezi reddedilemez.

Yani rassal etki vardır denilebilir. Bu durumda modeli rassal etki ile tahmin etmek gereklidir. Rassal etki tahmin sonuçları aşağıda verilmiştir.

**Çizelge 3.** Büyüme ile Bağımsız Değişkenler Arasında Rassal Etkili Panel Veri Analizi

	<b>b</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>Bağımlı Değişken: co2</b>				
Sabit (C)	-765,951	239,540	-150,968	0,132
coal_co2_per_capita	-7862,012	156,806	-501,384	<b>0,000 **</b>
gas_co2_per_capita	912,070	158,952	573,804	<b>0,000 **</b>
	110,872	167,643	661,358	<b>0,000 **</b>

land\_use\_change\_co2\_per\_capita

811,420 155,739 521,012 **0,000 \*\***

oil\_co2\_per\_capita

919,253 161,140 570,468 **0,000 \*\***

coal\_co2\_per\_capita

**F=193,676; p=0,000 \*\***

R<sup>2</sup>=0,535; DW=0,018

\*\*p<0,01; p<0,05 Kısaltmalar: SE, Standard hata; DW, Durbin-Watson

Dönemsel olmayan rassal etkili panel veri analizine baktığımızda co2 bağımlı değişkeni için coal\_co2\_per\_capita, gas\_co2\_per\_capita, land\_use\_change\_co2\_per\_capita, oil\_co2\_per\_capita ve coal\_co2\_per\_capita değişkenlerin anlamlı şekilde etkisi göstermektedir (p<0,05). Bu durumda dönemsel olmayan açıklama oranı %53,5 olarak belirlenmiştir. Oluşturulan Model; **“co2=-765,951-7862,012\*coal\_co2\_per\_capita+912,070\*gas\_co2\_per\_capita+110,872\*land\_use\_change\_co2\_per\_capita+811,420\*oil\_co2\_per\_capita+919,253\* coal\_co2\_per\_capita”** şeklindedir.

**Çizelge 4.** Büyüme Belirleyicileri ve Ülkeler

	b	SE	T	p
<b>Bağımlı Değişken: co2</b>				
Sabit (C)	-368,6158	609,2778	-605,0046	<b>0,000 **</b>
coal_co2_per_capita	-765,9506	157,1072	-487,5337	<b>0,000 **</b>
gas_co2_per_capita	891,5625	159,3025	559,6662	<b>0,000 **</b>

land_use_change_co2_per_capita	108,922	168,0012	648,3408	<b>0,000 **</b>
oil_co2_per_capita	792,5239	156,0406	507,8961	<b>0,000 **</b>
coal_co2_per_capita	898,5861	161,462	556,5311	<b>0,000 **</b>

### Rassal Etki

ALMANYA	-143,282
FRA (FRANSA)	-605,248
CAN (KANADA)	-171,544
JPN (JAPONYA)	355,3177
RUS (RUSYA)	747,1316
GBR (İNGİLTERE)	-426,959
ITA (İTALYA)	435,9514
TUR (TÜRKİYE)	278,4855
USA (AMERİKA)	159,4093
<b>F=567,499; p=0,000 **</b>	
<b>R<sup>2</sup>=0,898; DW=0,018</b>	

\*\*p<0,01; p<0,05 Kısaltmalar: SE, Standard hata; DW, Durbin-Watson

Dönemsel olmayan rassal etkili panel veri analizine baktığımızda co2 bağımlı değişkeni için coal\_co2\_per\_capita, gas\_co2\_per\_capita, land\_use\_change\_co2\_per\_capita,

oil\_co2\_per\_capita ve coal\_co2\_per\_capita değişkenleri arasında anlamlı şekilde etki göstermektedir ( $p < 0,05$ ). Bu durumda dönemsel olmayan açıklama oranı %89,9 olarak belirlenmiştir. DEU, FRA, CAN, JPN, RUS, GBR, ITA, TUR ve USA ülkeleri olarak belirlenmiştir.

Ülke bazlı aşağıdaki tahmin denklemleri kullanılabilir.

$$\underline{\underline{DEUB = -143.282369435 - 368.615845861 - 765.950611646*DEUH + 891.562495781*DEUK + 1089.22003277*DEUT + 792.523867215*DEUV + 898.586112922*DEUZ}}$$

$$\underline{\underline{FRAB = -60.5247450167 - 368.615845861 - 765.950611646*FRAH + 891.562495781*FRAK + 1089.22003277*FRAT + 792.523867215*FRAV + 898.586112922*FRAZ}}$$

$$\underline{\underline{CANB = -1715.43911159 - 368.615845861 - 765.950611646*CANH + 891.562495781*CANK + 1089.22003277*CANT + 792.523867215*CANV + 898.586112922*CANZ}}$$

$$\underline{\underline{JPNB = 355.317656882 - 368.615845861 - 765.950611646*JPNH + 891.562495781*JPNK + 1089.22003277*JPNT + 792.523867215*JPNV + 898.586112922*JPNZ}}$$

$$\underline{\underline{RUSB = 74.7131586392 - 368.615845861 - 765.950611646*RUSH + 891.562495781*RUSK + 1089.22003277*RUST + 792.523867215*RUSV + 898.586112922*RUSZ}}$$

$$\underline{\underline{GBRB = -426.958546089 - 368.615845861 - 765.950611646*GBRH + 891.562495781*GBRK + 1089.22003277*GBRT + 792.523867215*GBRV + 898.586112922*GBRZ}}$$

$$\underline{\underline{ITAB = 43.5951392033 - 368.615845861 - 765.950611646*ITAH + 891.562495781*ITAK + 1089.22003277*ITAT + 792.523867215*ITAV + 898.586112922*ITAZ}}$$

$$\underline{\underline{TURB = 278.485546443 - 368.615845861 - 765.950611646*TURH + 891.562495781*TURK + 1089.22003277*TURT + 792.523867215*TURV + 898.586112922*TURZ}}$$

$$\underline{\underline{USAB = 1594.09327096 - 368.615845861 - 765.950611646*USAH + 891.562495781*USAK + 1089.22003277*USAT + 792.523867215*USAV + 898.586112922*USAZ}}$$

## SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Küresel iklim değişikliği dünyadaki CO2 emisyonunun değişikliğinden çok fazla miktarda etkilenmektedir. Bu çalışmada da 1928-2021 yılları arasında küresel iklim değişikliği ve CO2 emisyonunun çeşitli parametreleri iklim değişikliği açısından önemli politik adımlar atan

ülkelerin başında olan G-8 ülkeleri ve ülkemiz üzerindeki ilişki panel regresyon modelleri arasından veri setine uygun olan tek yönlü sabit etkiler ve tesadüfi etkiler modeli kullanılmıştır.

Sonuç 1'e göre kişi başına ton olarak ölçülen; arazi kullanımı değişikliği dahil yıllık üretime dayalı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları, kömürden kaynaklanan yıllık üretime dayalı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları, arazi kullanımı değişikliği hariç yıllık toplam üretime dayalı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları, arazi kullanımı değişikliğinden kaynaklanan yıllık üretime dayalı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları ve benzin tüketimine bağlı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonu bağımlı değişken olan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonunu %65 oranında açıklamaktadır.

Veride parametrelerin CO<sub>2</sub> emisyonundaki etkilerini görmek için hangi modelin istatistiksel olarak geçerli olduğuna karar vermek için Hausman testi uygulanarak rassal etki modelinin veriye uygun olduğuna karar verilmiştir. Çizelge 3'ün sonuçlarına göre de dönemsellik dışında kişi başına ton olarak ölçülen; kömürden kaynaklanan yıllık üretime dayalı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları, arazi kullanımı değişikliği hariç yıllık toplam üretime dayalı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları, arazi kullanımı değişikliğinden kaynaklanan yıllık üretime dayalı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları ve benzin tüketimine bağlı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonu dönemsel olmayan rassal etki ile açıklama oranını %53,5 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4'ün sonuçlarında dönemsel olmayan rassal etkili panel veri analizine göre kişi başına ton olarak ölçülen; kömürden kaynaklanan yıllık üretime dayalı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları, arazi kullanımı değişikliği hariç yıllık toplam üretime dayalı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları, arazi kullanımı değişikliğinden kaynaklanan yıllık üretime dayalı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları ve benzin tüketimine bağlı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonu değişkenler arasında anlamlı şekilde etki göstermektedir. Bu durumda dönemsel olmayan açıklama oranı %89,9 olarak belirlenmiş. Tüm bu sonuçlara göre de Türkiye ve G-8 için 34 farklı değişken üzerinden ülke bazlı model oluşturulmaktadır.

Ülkeler açısından incelendiğinde CO<sub>2</sub> salınımlarında en yüksek olan ülkeden en aza doğru olan sıralama Rusya,İtalya, Japonya, Türkiye, Amerika, Almanya,Kanada, İngiltere ve Fransa olarak sıralanabilir.

## GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çalışmada iklim değişikliğine etki eden faktörlerden CO<sub>2</sub> salınımlarının 34 farklı parametrede G8 ve Türkiye açısından inceleme ortaya konmuştur. Veri setinin 1928 yılı ile 2021 yılları arasını değerlendirmesi açısından olumlu olmakla beraber, tüm ülkeler açısından da değerlendirme yapılması önerilmektedir.

CO<sub>2</sub> emisyonunun değerlendirilmesinde kullanılan parametreler artırılabilir. Ayrıca sera gazlarında yer alan diğer gazların emisyonları da değerlendirilerek daha kapsamlı bir çalışma gerçekleştirilebilir.

İklim değişikliğine karşı, küresel düzeyde, tüm ülkelerin savunmaları gereken politikalar oluşturulurken, bu tarz çalışmalar dikkate alınmalıdır. Bu sebeple gelecek kuşaklar



için son derece önemli olan iklim değişikliği sorununa yönelik akademik araştırmalar desteklenmeli ve sonuçları politika yapıcılar tarafından dikkate alınmalıdır.

## **KAYNAKLAR**

Baltagi, Badi (2001), *Econometric Analysis of Panel Data*, 2nd Ed., UK: John Wiley & Sons Ltd.  
Baskı, Ankara: Gazi Kitabevi Y. Büyüme: Panel Veri Yaklaşımı”, *Finans Politik&Ekonomik Yorumlar*, Cilt (Sayı): 44 (508), ss. 35-43.

- Dam, M. M. (2014). *Sera gazı emisyonlarının makroekonomik değişkenlerle ilişkisi: OECD ülkeleri için panel veri analizi* (Doctoral dissertation, Adnan Menderes Üniversitesi).
- Eker, D. Türkiye’de Faaliyet Gösteren Mevduat Bankalarının Yönetim Kurulu Yapıları ve Finansal Performans İlişkisi: Bir Panel Veri Analizi *Journal of Research in Business*, 7(1), 46-62.
- Dereli, M., Boyacıoğlu, E. Z. ve Terzioğlu, M. K. (2019). İklim Değişikliği ve Turizm Sektörü Arasındaki İlişkinin Dinamik Panel Veri Analizi ile İncelenmesi, *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3(4): 1228-1243.
- Doğan, S., & Tüzer, M. (2011). Küresel iklim değişikliği ve potansiyel etkileri. *CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 12(1), 21-34.
- Greenee, William. H. (2003), *Econometric Analysis*, 5th Ed., New York: Prentice Hall.
- Hakan, T. U. N. C. (2021). Gelişmekte Olan Ekonomilerde İhracatın Reel Efektif Döviz Kuru Endeksine Olan Duyarlılığı: Panel Veri Analiz. *Gümrük ve Ticaret Dergisi*, 8(25), 12-24.
- Heinrich Böll Stiftung Derneği, (2017), *Kömür Atlası 2017, Fosil Yakıtlar Hakkındaki Olgular ve Rakamlar*. [https://tr.boell.org/sites/default/files/komur\\_atlasi.pdf](https://tr.boell.org/sites/default/files/komur_atlasi.pdf) 26.04.1018.
- Heterogeneous Panels”, *Journal of Econometrics*, 115, pp. 53-74.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of econometrics*, 115(1), 53-74.
- Im, Kyung S., M. Hashem Pesaran, and Yongcheol Shin (2003), “Testing for Unit Roots in Kennedy, Peter (2006), *Ekonometri Klavuzu*, (çev. Muzaffer Sarımeşeli ve Şenay Açıkgöz), 5.
- Keskin, A., ve Kanat, Z. (2018). Dünyada iklim değişikliği üzerine yapılan çalışmalar ve Türkiye’de mevcut durum. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(1).
- Kılıç, E. C., ve Altınparmak, H. (2020). Çevre Vergilerinin CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkisi Üzerine Bir Uygulama. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 217-227.
- Kıral, G., & Çelik, C. (2018). Panel veri analizi ve kümeleme yöntemi ile Türkiye’de konut talebinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32(4), 1009- 1026.

- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1)
- Pazarlıoğlu, M. V., & Gürler, Ö. K. (2007). Telekomünikasyon yatırımları ve ekonomik büyüme:panel veri yaklaşımı. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 44(508), 35-43.
- Pazarlıoğlu, M. Vedat. ve Özlem K. Gürler (2007), "Telekomünikasyon Yatırımları ve EkonomikSağlam, N. E., Düzgüneş, E., & BALIK, İ. (2008). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25(1), 89-94.
- Saraçoğlu, Bedriye ve Nükhet Doğan (2005), "Avrupa Birliği Ülkeleri ve Avrupa Birliğine Aday Ülkelerin Yakınsama Analizi", VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, İstanbul, 26-27 Mayıs 2005, <http://www.ekonometridernegi.org/bildiriler/o10s1.pdf/30.06.2010>.
- Sönmez, F. (1997). Sulamada Yağış ve Bazı İklim Faktörleri Analizi. *Journal of Agricultural Sciences*, 3(01), 24-32.
- Swamy, P. A. V. B., & Arora, S. S. (1972). The exact finite sample properties of the estimators of coefficients in the error components regression models. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 261-275.
- Swamy, P. A. V. B., and S. S. Arora (1972), "The Exact Finite Sample Properties of the Esitimatorof Coefficients in the Error Components Regression Model", *Econometrica*, Vol.(No): 40(2), pp. 261- 275.
- Şimşek, E. (2020). Küresel İklim Değişikliğinin Belirleyicileri, Etkileri ve Karbondioksit Emisyonu Projeksiyonu: Dünya ve Türkiye Örneği (2018- 2027). Gece Kitaplığı.
- Topçu, F. H.(2018). Düşük Karbon Ekonomisine Geçme(me): İklim Değişikliği ve Enerji PolitikalarıBağlamında Bir Bakış. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 18 (2018 Özel Sayısı), ss. 115-154.
- Türkeş, M. (2012). Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, 4(2), 1-32.

## AYLIK GÜNEŞ LEKESİ TAHMİNİNİN LSTM MODELİ İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Emine CENGİL<sup>1</sup>, Doç. Dr. Muhammed YILDIRIM<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği,  
[ecengil@beu.edu.tr](mailto:ecengil@beu.edu.tr) - <https://orcid.org/0000-0003-4313-8694>

<sup>2</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bilgisayar  
Mühendisliği, [muhammed.yildirim@ozal.edu.tr](mailto:muhammed.yildirim@ozal.edu.tr) - <https://orcid.org/0000-0003-1866-4721>

### ÖZET

Zaman serisi verileri, zaman aralıklarında toplanan bir dizi veri noktasıdır ve zaman içindeki değişiklikleri izlememize olanak tanır. Zaman serisi verileri; finans, ekonomi, istatistik ve iklim biliminin de dâhil olduğu birçok endüstrinin önemli bir yönüdür. Analizi, zaman içinde değişen verileri modellemek ve tahmin etmek için güçlü bir tekniktir. Hisse senedi fiyatlarından iklim verilerine kadar zaman serisi verileri her yerdedir ve gelecekteki davranışlarını doğru bir şekilde tahmin etme yeteneği, bilinçli kararlar almak için çok önemlidir. Zaman serisi verilerindeki gelecekteki eğilimlerin doğru tahminleri, değerli bilgiler sağlayabilir ve karar verme süreçlerine bilgi sağlayabilir. Güneş aktivitesi, insan faaliyetleri ve dünya üzerindeki diğer birçok olayla yakından ilişkilidir. Uzay iklimi, uzay navigasyonu ve yüksek frekanslı radyo iletişimi gibi şeyler güneş döngüsünün yükseliş ve düşüşlerinden etkilenmektedir. Güneş lekeleri, Güneş'in fotosferinde çevredeki bölgelere göre daha koyu görünen geçici bir olaydır. Güneş lekelerinin sayısı, güneş maksimumu ve güneş minimumunu belirten ortalama 11 yıllık bir süre ile artar ve azalır. Güneş aktivitesinin Dünya'daki yaşam, havacılık navigasyonu, uzay navigasyonu, uzay uçuşları, radarlar, yüksek frekanslı radyo iletişimleri ve yer elektrik hatları üzerinde önemli etkileri vardır. Bu nedenle güneş aktivitesinin tahmin edilmesi, günümüz teknolojilerinin korunması ve güneş aktivitesi mekanizmasının anlaşılması açısından büyük önem taşımaktadır. Zaman serisi tahmini için popüler makine öğrenimi modellerinden biri, Tekrarlayan Sinir Ağının (RNN) bir türü olan Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) modelleridir. Çalışmada LSTM modeli kullanılarak gelecekteki güneş lekeleri aktivitesinin tahmini yapılmaktadır. Böylece güneş davranışının anlaşılmasına ve tahmin edilmesine yardımcı olmaktadır. Açık erişimli bir veri kümesi ile gerçekleştirilen yöntem, 16,59 Root Mean Square Error (RMSE) eğitim ve 19.89 RMSE test değerleri sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** LSTM, Güneş aktivitesi, Zaman serileri

### 1. GİRİŞ

Güneş lekeleri, Güneş'in fotosferinde çevredeki bölgelere göre daha koyu görünen geçici bir olaydır. Güneş aktivitesi, insan faaliyetleri ve Dünya üzerindeki diğer birçok olayla yakından ilişkilidir. Uzay iklimi, uzay navigasyonu ve yüksek frekanslı radyo iletişimi gibi şeyler güneş döngüsünün yükseliş ve düşüşlerinden etkilenecektir [1]. Güneş lekelerinin sayısı, güneş maksimumu ve güneş minimumunu belirten ortalama 11 yıllık bir süre ile artar ve azalır. Güneş aktivitesinin Dünya'daki yaşam, jeouzay ortamı, havacılık navigasyonu, uzay navigasyonu, uzay uçuşları, radarlar, yüksek frekanslı radyo iletişimleri ve yer elektrik hatları üzerinde

önemli etkileri vardır [2]. Bu nedenle güneş aktivitesinin tahmin edilmesi, günümüz teknolojilerinin korunması ve güneş aktivitesi mekanizmasının anlaşılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Literatürde güneş lekelerinin tahmin edilmesi ile alakalı çalışmalar bulunmaktadır. B. Zhang ve ark. [3] güneş lekelerinin sayısını tahmin görevi için uyarlanabilir gürültü ve parçacık sürüsü optimizasyonu ile tam Topluluk Ampirik mod ayrıştırmasına dayanan iki aşamalı bir birleşik tahmin modeli önermiştir. Veri kümesi olarak Ağustos 1949'dan Mart 2021'e kadar olan aylık güneş lekesi yumuşatma gözlemlerini seçilmiştir. Veri setinin toplam uzunluğu 3260'tır. İlk deneyde eğitim setinin uzunluğu 2600 ve test setinin uzunluğu 660'dır. İkinci deney grubunda toplam 815 veriden ilk 695 verisi eğitim seti, son 120 verisi ise test seti olarak kullanılmıştır.

N. Safiullin ve ark. [4], dinamo modeli ile yapay sinir ağının birleşimine dayanan, toplam güneş lekesi sayısı zaman serisinin aylık tahmini için bir yöntem önermiştir. Doğrusal olmayan otoregresif şema, iki bölümden oluşan dışsal girdiyle kullanılır: önceki gerçek gözlemler ve aynı zaman noktasında karşılık gelen model tahminleri. Önerilen metot, ilgili veri kümesinde 18 aylık tahminler için 15,1 RMSE sağlamıştır.

Y. Timoshenkova ve ark. [5], güneş lekesi zaman serisinin tahmini görevinde Uzun Kısa Süreli Bellek yapay sinir ağı kullanmıştır. Araştırma temel olarak tahminin doğruluğu ile LSTM ağının öğrenme prosedürünün eğitim setindeki güneş döngüsü sayısı arasındaki bağımlılığın deneysel tahminine odaklanmıştır. Bilinen gözlemlerle aylık düzeltme yoluyla tek adımlı tahmin ve kapalı döngü otoregresif dizi formunda çok adımlı tahmin olarak tahmine yönelik iki ana yaklaşım sunulmuştur.

B. Ramadevi ve ark. [6], aylık düzeltilmiş güneş lekesi sayısı zaman serisini tahmin etmek için LSTM ve Nonlinear autoregressive network (NAR) sinir ağlarını kullanan iki makine öğrenme modeli geliştirmiştir. Ayrıca eğitim sürecinde LSTM ve NAR sinir ağları için Adam ve Levenberg-Marquardt algoritmalarından yararlanılmıştır. Önerilen modellerin performansını değerlendirmek için ortalama kare hatası kullanılmıştır. LSTM ağı 10,84 MSE değerini sağlarken önerilen NAR sinir ağı ise test edilen veri kümesinde 3.48 MSE değerini vermiştir.

Çalışmada güneş lekesi sayısının tahmin edilmesi için zaman serisi verilerindeki tahmin başarısından dolayı LSTM ağı tercih edilmiştir. Amaç, gelecekteki güneş lekesi aktivitesinin tahmininin yapılmasıdır. Böylece güneş davranışının anlaşılmasına ve tahmin edilmesine yardımcı olunmaktadır. Açık erişimli bir veri kümesi ile gerçekleştirilen yöntem, 16,59 Root Mean Square Error (RMSE) eğitim ve 19,89 RMSE test değerleri sağlamıştır.

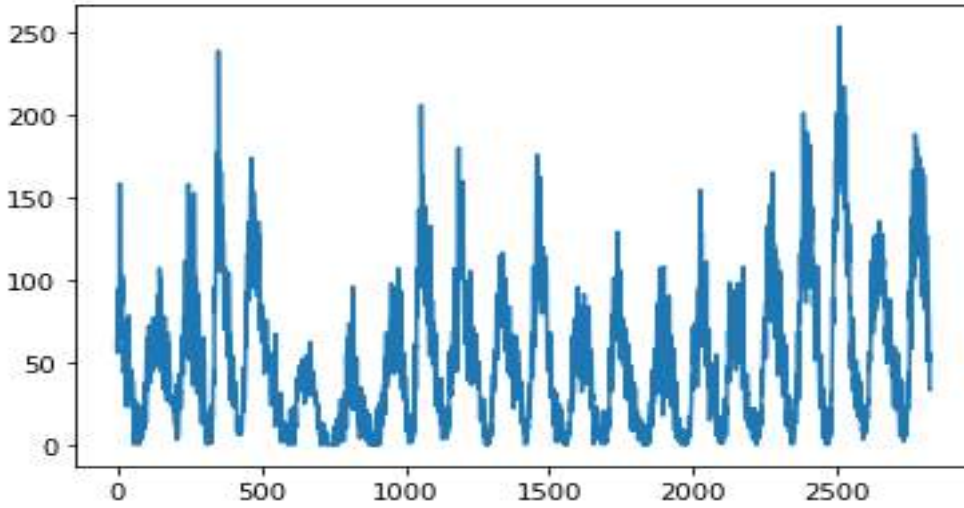
Çalışmanın geri kalanının organizasyonu şu şekildedir. İkinci kısım veri kümesi ve yöntemi içeren teknik arka plandır. Üçüncü kısımda ilgili veri kümesine uygulanan yöntemle ait değerlendirme sonuçlarının verildiği sonuçlar ve değerlendirme kısmını oluşturmaktadır. Son kısımda ise çalışmaya ait sonuçlar sunulmaktadır.

## 2. TEKNİK ARKAPLAN

Çalışmanın bu kısmında kullanılan veri kümesi ve yöntem sunulmaktadır.

### 2.1. Monthly Sunspot Veri Kümesi

Kaggle sitesinden alınan veri kümesi Güneş Etkileri Veri Analiz Merkezi - Belçika Kraliyet Gözlemevi'nin güneş fiziği araştırma departmanından alınan veritabanından elde edilmiştir [7]. Kullanılacak veriler 1749'dan 1983'e kadardır ve her ayın aylık ortalamasıdır. Kayıt, 2821 ay boyunca aylık ortalama güneş lekesi sayısını takip etmiştir. Zaman serisi analizindeki ilk adımlardan biri verilerin grafiğinin çizilmesidir. Görsel 1'de veri kümemiz görselleştirilmiştir. Yönteme uygulanırken veri kümesinin %70i eğitim ve kalan %30 ise test için kullanılmıştır.



Görsel 1. Monthly Sunspot Veri Kümesinin Görselleştirilmesi

## 2.2. Uzun kısa süreli bellek (LSTM)

Uzun kısa süreli bellek (LSTM) ağı, geleneksel tekrarlayan sinir ağlarının (RNN) bir çeşididir. LSTM, RNN'lerde mevcut olan kaybolan gradyan problemini ele almayı amaçlamaktadır. RNN'ye binlerce zaman adımı sürebilen kısa süreli bir bellek, dolayısıyla "uzun kısa süreli bellek" sağlamayı hedeflemektedir [8]. El yazısı, konuşma tanıma, makine çevirisi, konuşma etkinliği algılama, robot kontrolü, video oyunları ve sağlık hizmetleri gibi zaman serilerine dayalı olarak verilerin sınıflandırılması, işlenmesi ve tahmin edilmesi görevlerinde kullanılmaktadır [9].

Ortak bir LSTM ünitesi bir hücre, bir giriş kapısı, bir çıkış kapısı ve bir unutma kapısından oluşur [10]. Hücre, keyfi zaman aralıklarında değerleri hatırlar ve üç kapı, hücrenin içine ve dışına bilgi akışını düzenler. Unutma kapıları, mevcut girişe kıyasla 0 ile 1 arasında bir değer olan bir önceki durumu atayarak önceki durumdan hangi bilgilerin atılacağına karar verir. 1 değeri, bilgiyi tutmak anlamına gelir ve 0 değeri, bilgiyi saklamak anlamına gelir. Giriş kapıları, unutma kapılarıyla aynı sistemi kullanarak, mevcut durumda hangi yeni bilgi parçalarının saklanacağına karar verir. Çıkış kapıları, önceki ve mevcut durumları dikkate alarak bilgiye 0'dan 1'e kadar bir değer atayarak mevcut durumdaki hangi bilginin çıktılacağını kontrol eder. Geçerli durumdan ilgili bilgilerin seçici olarak çıkarılması, LSTM ağının hem mevcut hem de gelecekteki zaman adımlarında tahminler yapmak için faydalı, uzun vadeli bağımlılıkları sürdürmesine olanak tanır [10]. LSTM mimarisinin arkasındaki sezgi, bir



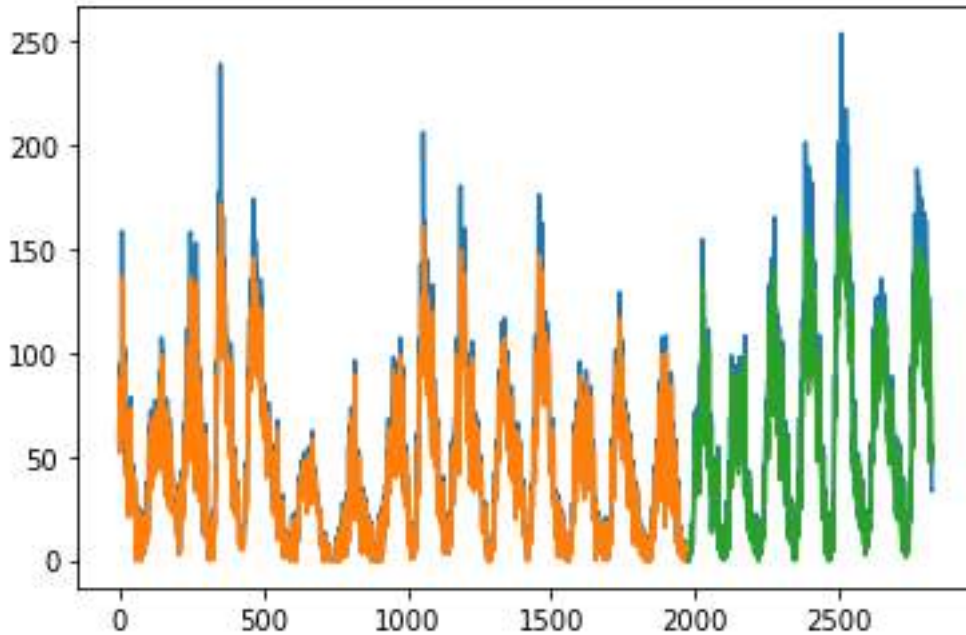
sinir ağında ilgili bilgilerin ne zaman hatırlanması ve ne zaman unutulması gerektiğini öğrenen ek bir modül oluşturmaktır [8] Başka bir deyişle ağ, daha sonra hangi bilgiye ihtiyaç duyulabileceğini ve bu bilgiye ne zaman artık ihtiyaç duyulmadığını etkili bir şekilde öğrenir.

Çalışmada kullanılan LSTM ağı, 4 hafıza katmanı ve tek nöronlu bir yoğun (Dense) katmanından oluşmaktadır. Ayrıca kayıp fonksiyonu olarak ortalama kare hatası (mean squared error), optimizasyon stokastik gradyan inişi (sgd) kullanılan algoritma ilgili veri kümesinde 100 epoch olarak çalıştırılmıştır.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Regresyon problemlerinin değerlendirilmesinde birçok metriktir yararlanılmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanlarından birisi de ortalama kare hatasıdır. RMSE, istatistiksel modelin tahmin edilen değerleri ile gerçek değerler arasındaki ortalama farkı ölçer. Matematiksel olarak artıkların standart sapmasıdır. Artıklar, regresyon çizgisi ile veri noktaları arasındaki mesafeyi temsil eder. RMSE, bu artıkların ne kadar dağıldığını ölçerek, gözlemlenen veri kümelerinin tahmin edilen değerler etrafında ne kadar sıkı bir şekilde toplandığını ortaya çıkarır [11].

Yöntemin başarımı test edilirken RMSE değerleri verilmiştir. LSTM, aylık güneş lekeleri tahmini regresyon formülasyonu konusunda eğitilmiştir. Monthly Sunspot isimli veri kümesindeki verilerin %70'i eğitim işlemi için ayrılmıştır. Yöntem, test edilirken ilgili veri kümesinin kalan %30'undan yararlanılmıştır. Elde edilen eğitim ve test eğrileri Görsel 2'de sunulduğu gibidir.



Görsel 2. Eğitim ve Test Tahmin Eğrileri

100 epoch çalıştırılan yöntemin eğitim skoru 16.59 RMSE olarak elde edilmiştir. Test skoru ise 19.89 RMSE olmuştur.

### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Güneş lekeleri, Güneş'in fotosferinde çevredeki alanlardan daha koyu noktalar olarak görünen geçici olaylardır. Bunlar, konveksiyonu engelleyen manyetik alan akısı konsantrasyonlarının neden olduğu yüzey sıcaklığının azaldığı bölgelerdir. Güneş lekeleri genellikle zıt manyetik kutup çiftleri halinde görünür. Sayıları yaklaşık 11 yıllık güneş döngüsüne göre değişmektedir [12]. Güneş lekesi zaman serisinin genel tahmini LSTM ile mümkündür, ancak aylık güneş lekesi sayılarına ilişkin modern bilinen resmi tahmin yöntemlerine karşı doğrulukta önemli bir artış sağlamaz çünkü tahmin her zaman gerçek gözlemlerin bir veya iki zaman adımı gerisinde kalır. Daha iyi sonuçlar için LSTM dizisinin iyileştirilmesi gereklidir.

## KAYNAKÇA

- [1] Pala, Z., Atici, R. Forecasting sunspot time series using deep learning methods. *Solar Physics*, 294(5), 50, 2019
- [2] Li, Q., Wan, M., Zeng, S.G., Zheng, S., Deng, L.H. Predicting the 25th solar cycle using deep learning methods based on sunspot area data. *Research in Astronomy and Astrophysics*, 21(7), 184, 2021
- [3] Zhang, B., Sun, L., Wang, W. Two Stage Prediction Model of Sunspots Monthly Value Based on CEEMDAN and Particle Swarm Optimization ELM. *IEEE Access*, 10, 102981-102991, 2022.
- [4] Safiullin, Nikolai, Sergey Porshnev, and Nathan Kleorin. "Monthly sunspot numbers forecast with artificial neural network combined with dynamo model: comparison with modern methods." In 2018 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology (USBREIT), 199-202. IEEE, 2018.
- [5] Timoshenkova, Yulia, and Nikolai Safiullin. "The Dependence of the Sunspot Forecast Accuracy Using LSTM Networks From Number of Cycles in the Training Set." In 2020 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology (USBREIT), 452-455. IEEE, 2020.
- [6] Ramadevi, Bhukya, and Kishore Bingi. "Time series forecasting model for sunspot number." In 2022 International Conference on Intelligent Controller and Computing for Smart Power (ICICCS), 1-6. IEEE, 2022.
- [7] <https://www.kaggle.com/datasets/robervalt/sunspots>
- [8] Yu, Yong, Xiaosheng Si, Changhua Hu, and Jianxun Zhang. "A review of recurrent neural networks: LSTM cells and network architectures." *Neural computation* 31, no. 7: 1235-1270.2019.

- [9] Ghaderpour, Ebrahim, Spiros D. Pagiatakis, and Quazi K. Hassan. "A survey on change detection and time series analysis with applications." *Applied Sciences* 11, no. 13: 6141.2021.
- [10] Hong, Fugui, Cheng Ji, Fangyuan Ma, Chang Chen, and Wei Sun. "Real time prediction of ozone pollution using data-enabled deep learning modeling." In *Computer Aided Chemical Engineering*, vol. 52, 131-137. Elsevier, 2023.
- [11] Chai, Tianfeng, and Roland R. Draxler. "Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)?—Arguments against avoiding RMSE in the literature." *Geoscientific model development* 7, no. 3: 1247-1250.2014.
- [12] Solanki, Sami K. "Sunspots: an overview." *The Astronomy and Astrophysics Review* 11 153-286. 2023.

## BEYİN TÜMÖRÜ MR GÖRÜNTÜLERİNİN BAG OF WORDS YÖNTEMİ İLE TESPİT EDİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Emine CENGİL<sup>1</sup>, Doç. Dr. Muhammed YILDIRIM<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği,  
[ecengil@beu.edu.tr](mailto:ecengil@beu.edu.tr) - <https://orcid.org/0000-0003-4313-8694>

<sup>2</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bilgisayar  
Mühendisliği, [muhammed.yildirim@ozal.edu.tr](mailto:muhammed.yildirim@ozal.edu.tr) - <https://orcid.org/0000-0003-1866-4721>

### ÖZET

Beyin tümörü çoğunlukla beyin dokusunda, omurilik sıvısında veya beyin zarlarında oluşan anormal bir hücre büyümesidir. Bu durum, hücrelerin normal büyüme, bölünme ve ölüm döngüsünü etkileyen genetik mutasyonlar sonucunda ortaya çıkar. Beyin tümörlerinin belirtileri genellikle baş ağrısı, bulantı, kusma, nörolojik bozukluklar, epilepsi, yürüme güçlüğü, görme veya işitme problemleri gibi beyin fonksiyonlarında değişikliklerdir. Beyin tümörlerinin tedavisi multidisipliner bir yaklaşım gerektirebilir. Tedavi planı, tümörün tipine, büyüklüğüne, konumuna ve hastanın genel sağlık durumuna bağlı olarak cerrahi müdahale, radyoterapi, kemoterapi veya immünoterapi gibi yöntemleri içerebilir. Tedavi amaçları arasında tümörün büyümesini kontrol altına almak, semptomları hafifletmek ve yaşam kalitesini iyileştirmek bulunur. Beyin tümörleri ciddi bir hastalık olmasına rağmen, erken teşhis ve uygun tedavi ile birlikte hastaların sağ kalım oranları artmaktadır. Bundan dolayı beyin tümörlerinin bilgisayar destekli sistemler ile tespit edilmesi büyük bir önem arz etmektedir. Yapılan bu çalışmada Bag of Words yöntemi kullanılarak beyin tümörlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu tekniğin arkasındaki fikir, Doğal dil işlemedeki kelime çantasına benzer ancak bu teknikte görüntü özelliklerini kelime olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde SIFT tekniği kullanılarak çeşitli görüntülerden yerel özellikler çıkarılmaktadır. Daha sonra özellik uzayı nicelendirilmektedir. Bu süreç K-means gibi kümeleme algoritması aracılığıyla yapılabilmektedir. Kümeleme algoritmasından elde edilen merkez noktalar görsel kelimeleri oluşturmaktadır. Hem test hem de eğitim veri kümesi için her görüntü için histogramlar oluşturulmak üzere yerel özellikler çıkarılmaktadır ve bu özellikler görsel sözcüklerle karşılaştırılmaktadır. Eğitim görüntülerinin her bir histogramı karşılaştırılarak test görüntülerinin sınıfı tahmin edilmektedir. Önerilen tekniğin geliştirilmesi ile rekabetçi sonuçların elde edilebileceğini düşünüyoruz.

**Anahtar Kelimeler:** Bag of Words, Beyin Tümörü, MRI, Sınıflandırma, Yapay Zeka

### 1. GİRİŞ

Beyin tümörleri, beynin içinde veya yakınında oluşan anormal hücrelere bağlı tümörlerdir. Beyin tümörleri, belirli hücre tiplerinden veya tümörün kökeninden kaynaklanabilir [1-3]. Beyin tümörleri, günümüzde sağlık alanındaki en ciddi problemlerden biridir ve dünya genelinde milyonlarca insanı etkilemektedir [4]. Beyinde gelişen anormal hücreler tarafından oluşan bu tümörler, kişinin yaşam kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir ve hatta potansiyel olarak hayatı tehdit edebilmektedir. Bundan dolayı beyin tümörlerinin erken teşhisi ve doğru tedavisi büyük önem taşımaktadır. Geleneksel yöntemlerle beyin tümörlerinin teşhisi,

genellikle klinik belirtiler, nörolojik muayene ve farklı görüntüleme teknikleriyle yapılmaktadır [5]. Bununla birlikte, bu teşhis yöntemleri bazen yetersiz olabilir ve doktorların doğru ve hızlı bir teşhis koyabilmelerini zorlaştırabilmektedir. Bundan dolayı, bilgisayar destekli sistemler beyin tümörleri ile ilgili teşhis ve tedavi sürecinde önemli bir yere sahiptirler.

Bu makalede, bag of words yönteminin beyin tümörleri ile ilgili teşhis ve tedavi sürecindeki rolü ele alınacak ve bu teknolojinin avantajları ve sınırlamaları tartışılacaktır. Ayrıca, mevcut uygulamalar ve gelecekteki potansiyel gelişmeler üzerine odaklanılacaktır. Beyin tümörlerinin tespit edilebilmesi için bag of words teknolojisinin geliştirilmesiyle, hastalığın erken teşhisi ve daha etkili tedavilerin sağlanması açısından büyük bir önem taşıdığı söylenebilir.

Literatürde beyin tümörlerinin tespit edilmesi için yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmaların birçoğunda özellikle derin öğrenme teknikleri kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışmada derin öğrenme tekniklerinden farklı olarak bag of words yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin geliştirilmesi ile birlikte başarılı sonuçların elde edilebileceğini düşünüyoruz.

Çınar ve ark. CNN mimarilerini kullanarak yaptıkları çalışmada beyin tümörü MR görüntülerini sınıflandırmada ResNet50 mimarisini taban olarak kullanmışlardır. ResNet50 mimarisinin geliştirilmesiyle elde edilen modelin başarımını literatürde kabul gören farklı mimarilerle karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar yaptıkları bu çalışmada yüksek doğruluk değerleri elde etmişlerdir [6].

Yıldırım ve ark. yaptıkları bu çalışmada Efficientnetb0 and Shufflenet mimarilerini kullanarak özellik çıkarımı gerçekleştirmişlerdir. Farklı iki pre-trained modeller kullanılarak elde edilen özellik haritası birleştirilmiş ve mRMR yöntemi ile özellik seçimi işlemi gerçekleştirmişlerdir. Son olarak seçilen özellikleri SVM sınıflandırıcısında sınıflandırmışlardır [7].

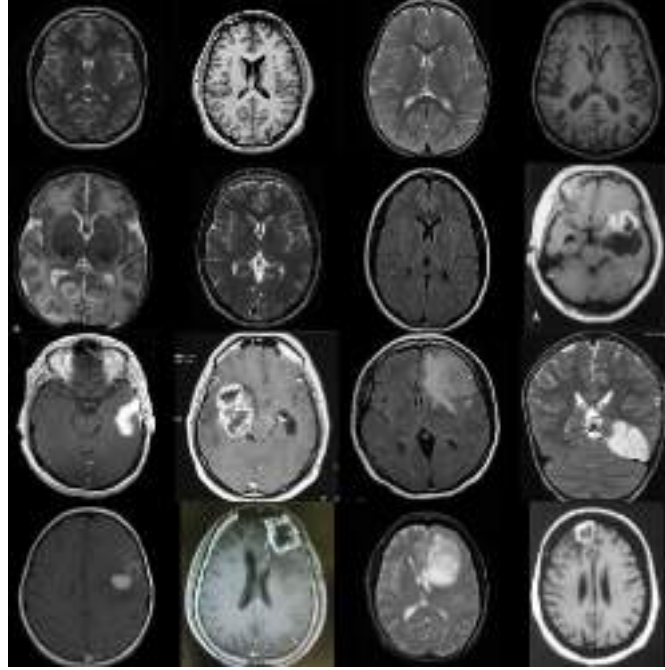
Bingöl ve ark. yaptıkları çalışmada beyin tümörü MR görüntülerinin sınıflandırılması için literatürde kabul gören Alexnet, Googlenet ve Resnet50 mimarilerini kullanmışlardır. Yapılan bu çalışmada Alexnet, Googlenet ve Resnet50 modellerinin beyin tümörü MR görüntülerini sınıflandırma başarımları karşılaştırılmıştır [8].

Karadağ ve ark. beyin tümörü MR görüntülerinin sınıflandırılması sürecinde literatürde kabul gören ön eğitilmiş modelleri kullanmışlardır. Yapılan bu çalışmada ön eğitilmiş CNN modellerinin başarımları karşılaştırılmıştır [9]. Literatürde yapılan çalışmaların bir çoğunda derin öğrenme mimarileri ön plana çıkmaktadır. Bundan dolayı yapılan bu çalışmada Doğal Dil İşleme sürecinde sıklıkla kullanılan Bag of Words yöntemi, bu çalışmada görüntü sınıflandırma için kullanılmıştır.

Makalenin devamında materyal ve metot bölümü ele alınmıştır. Bu bölümde çalışmada kullanılan veri seti ve Bag of Words yöntemi incelenmiştir. Daha sonra uygulama sonuçları incelenmiş ve son olarak tartışma ve sonuçlar bölümüne yer verilmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

Yapılan bu çalışmada beyin MR görüntülerinin sınıflandırılması sürecinde kullanılan veri seti Kaggle platformundan alınmıştır [10]. İlgili veri setinde 98 tümorsüz, 155 tümörlü görüntü olmak üzere toplamda 255 görüntü bulunmaktadır. Veri setinden örnek görüntüler Görsel 1’de sunulmuştur.



Görsel 1. Veri setinden örnek görüntüler

İlgili veri setinde ki görüntülerin sınıflandırılması için bu çalışmada literatürde sıklıkla kullanılan derin öğrenme mimarilerinin aksine Bag of Words yöntemi kullanılmıştır.

Bag of Words yönteminde bir görüntüyü temsil eden görüntülerin öncelikle histogramı oluşturur. Bu histogramlar daha sonra bir görüntü kategorisi sınıflandırıcısını eğitmek için kullanılmaktadır. Bu aşamada farklı sınıflandırıcılar kullanmak mümkündür. Ayrıca özellik çıkarımı için daha çok SURF yöntemi tercih edilmektedir [11]. Bag of Words yöntemi kullanılarak görüntü sınıflandırma problemlerinde özellik çıkarımı için farklı algoritmalar ve farklı sınıflandırıcılar kullanılarak daha başarılı sonuçlar elde edilebileceği kanaatindeyiz.

Önerilen modelin başarımı confusion matris ve farklı başarıım ölçüm metrikleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

## 3. UYGULAMA SONUÇLARI

Beyin tümörü MR görüntülerinin sınıflandırılması için yapılan bu çalışmanın sonuçları Matlab ortamında elde edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada i7 işlemci, 16 GB bellek ve Windows işletim sistemi olan bir bilgisayarda gerçekleştirilmiştir.



Veri setinde ki beyin MR görüntülerinin %80’ni modelin eğitimi için kullanılırken, geriye kalan %20’lik kısım ise modelin test edilmesi için kullanılmıştır. Bag of Words yöntemi kullanılarak elde edilen confusion matris Görsel 2’de sunulmuştur.

KNOWN	PREDICTED	
	no	yes
no	0.95	0.05
yes	0.42	0.58

**Görsel 2. Bag of Words yönteminin confusion matrisi**

Çizelge 2 incelendiği zaman Bag of Words yöntemi tümör olmayan MR görüntülerinin %95’ini doğru tahmin ederken, aynı tümör olmayan görüntülerin %5’inide tümörlü olarak yanlış tahmin etmiştir. Modelin tümörsüz sınıfında ki doğruluk değeri %95 olmuştur. Bag of Words yöntemi tümörlü MR görüntülerinin %58’ini doğru tahmin ederken, %42’sinide tümörsüz şeklinde yanlış tahmin etmiştir. Modelin tümörlü sınıfında ki doğruluk değeri %58 olmuştur. Bag of Words yönteminin ortalama doğruluk değeri ise %76.53’tür.

Bag of words yöntemi ile beyin MR görüntülerinin sınıflandırılması sonucunda elde edilen ortalama doğruluk değerinin literatürde sıklıkla kullanılan derin öğrenme modellerinden çokta düşük olmadığı gözlemlenmiştir. Bag of words yönteminde özellik çıkarma yöntemlerinin değiştirilmesi veya farklı sınıflandırıcıların kullanılmasıyla birlikte daha başarılı sonuçların elde edilebileceğini düşünüyoruz.

Çalışmamızın en büyük limitasyonlarından biri, Bag of words yönteminde belirtilen değişikliklerin yapılmaması ve kullanılan modelin daha büyük ve farklı veri setlerinde test edilmemesidir. Gelecekte yapmayı planladığımız çalışmalarda, belirtilen limitasyonları da ele alacak daha kapsamlı çalışmalar gerçekleştirmek amaçlarımız arasındadır.

#### 4. SONUÇLAR

Yapay zeka ile beyin tümörü sınıflandırılması, tıp alanında büyük bir potansiyele sahip olan bir konudur. Gelecekte, bu alanda daha fazla çalışma yapılması ve algoritmaların daha da geliştirilmesi beklenmektedir. Yapılan bu çalışmada da beyin tümörü görüntülerinin sınıflandırılması için Bag of Words yöntemi kullanılmıştır. Yapılan çalışmada Bag of Words yöntemi ile ortalama %76.53 oranında bir doğruluk değeri elde edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, sağlık profesyonellerine ve hastalara önemli bir destek sağlayabilecek yapay zeka tabanlı bir araç oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Bag of Words yönteminin geliştirilmesi veya farklı modellerle hibrit bir şekilde kullanılması durumunda daha başarılı sonuçların elde edilebileceğini düşünüyoruz.

## KAYNAKÇA

- [1] Zülch, K. J. (2013). Brain tumors: their biology and pathology. Springer-Verlag.
- [2] Kleihues, P., Burger, P. C., & Scheithauer, B. W. (1993). The new WHO classification of brain tumours. *Brain pathology*, 3(3), 255-268.
- [3] Charles, N. A., Holland, E. C., Gilbertson, R., Glass, R., & Kettenmann, H. (2011). The brain tumor microenvironment. *Glia*, 59(8), 1169-1180.
- [4] Siuly, S., & Zhang, Y. (2016). Medical big data: neurological diseases diagnosis through medical data analysis. *Data Science and Engineering*, 1, 54-64.
- [5] El-Dahshan, E. S. A., Mohsen, H. M., Revett, K., & Salem, A. B. M. (2014). Computer-aided diagnosis of human brain tumor through MRI: A survey and a new algorithm. *Expert systems with Applications*, 41(11), 5526-5545.
- [6] Çinar, A., & Yildirim, M. (2020). Detection of tumors on brain MRI images using the hybrid convolutional neural network architecture. *Medical hypotheses*, 139, 109684.
- [7] Yildirim, M., Cengil, E., Eroglu, Y., & Cinar, A. (2023). Detection and classification of glioma, meningioma, pituitary tumor, and normal in brain magnetic resonance imaging using deep learning-based hybrid model. *Iran Journal of Computer Science*, 1-10.
- [8] BİNGOL, H., & ALATAS, B. (2021). Classification of brain tumor images using deep learning methods. *Turkish Journal of Science and Technology*, 16(1), 137-143.
- [9] Karadağ, C., & ÖZDEMİR, D. (2023). Beyin Tümörü Tespiti İçin Derin Öğrenme Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Analizi. *Artificial Intelligence Studies*, 6(1), 1-13.
- [10] Url: <https://www.kaggle.com/datasets/navoneel/brain-mri-images-for-brain-tumor-detection?select=yes> , (Erişim Tarihi: 01.11.2023).
- [11] Csurka, G., C. R. Dance, L. Fan, J. Willamowski, and C. Bray. Visual Categorization with Bags of Keypoints. *Workshop on Statistical Learning in Computer Vision. ECCV 1* (1–22), 1–2.

## YAPAY SİNİR AĞLARI VE MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMALI TAHMİN PERFORMANS ANALİZİ: OTOMOBİL SATIŞ UYGULAMASI

Endüstri Mühendisi, BEYZA KURTGERİ<sup>1</sup>, Doç. Dr. MERVE CENGİZ TOKLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı,  
beyza.kurt4@ogr.sakarya.edu.tr - 0000-0002-9495-4862

<sup>2</sup> Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,  
mervetoklu@sakarya.edu.tr- 0000-0001-9609-5136

### ÖZET

Şirketlere kar sağlamanın yanı sıra müşteri memnuniyetini artırmak da iş sürekliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle işletmelerin müşteri ihtiyaçlarını öngörmesi ve bunlara yanıt vermesi gerekmektedir. Talep tahmini ile gelecek hakkında öngöründe bulunmak, talebin çeşitli dalgalanmaların etkisinde olması sebebiyle önem taşımaktadır. Gelecekteki belirsizlikler için sonuçları minimum hatayla tahmin edebilmek daha kolay karar alabilme ihtimalini arttırmaktadır. Nüfus artışı, mevsimsel dalgalanmalar, ekonomik dalgalanmalar gibi faktörlerden etkilenen otomobil satışlarında otomobil talebine cevap vermek önemli bir konu haline gelmiştir. Geleceği tahmin etmenin yanı sıra talep tahmini, geçmiş ve gelecekteki krizlerin ve fırsatların gözlemlenmesine olanak tanımaktadır. Bu çalışmada, otomobil talep tahmini için makine öğrenmesi algoritmaları ve yapay sinir ağları tahmin performansı değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Farklı dalgalanmalardan etkilenen otomobil satış verilerine yönelik talep tahmini uygulamasında 2014 ve 2022 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Makine öğrenme algoritmalarının hassasiyetini ortadan kaldırmak ve istatistiksel analizde en iyi sonuçları elde etmek için, veri setindeki önemli ölçüde farklı veri noktalarını kontrol etmek amacıyla yerel aykırı değer faktörü yöntemi uygulanmıştır. Makine öğrenmesi algoritmalarında veri karşılaştırılabilirliği sorununu çözmek için bir Z-Score standardizasyon tekniği ve modelin en iyi sonuçlarını elde etmek amacıyla hiperparametre optimizasyonu uygulanmıştır. Veri seti üzerinde en yüksek performansa sahip olan ve veri seti ile en iyi uyumu gösteren makine öğrenmesi ve yapay sinir ağları algoritmaları ile performans karşılaştırmaları yapılmıştır. Yöntemin performansı, belirleme katsayısı ve ortalama kare hata karekökü performans değerlendirme kriterleri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda en iyi tahmin performansına sahip yöntem ve algoritma CatBoost makine öğrenme algoritması olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Otomobil, Talep Tahmini, Yapay Sinir Ağları, Makine Öğrenmesi, Hiperparametre Optimizasyonu

## 1. GİRİŞ

Talebin karşılanarak müşteri memnuniyetinin artması, işletmelerin ayakta kalabilmesi için önemli bir faktördür. Bunun için işletmelerde iyi bir üretim planının olması gerekmektedir. İyi bir üretim planı zamanı verimli kullanmayı ve maliyetleri azaltmayı mümkün kılar. İşletmelerin verimliliğini arttırmasında, doğru ve güvenilir talep tahminleri önemli bir rol üstlenmektedir(Özüdoğru & Görener, 2015). İşletmelerin ürünlerini ne zaman ve ne kadar üreteceklerini bilmeleri gerekmektedir. Bu nedenle, talep tahmini işletmeler için kısa ve uzun vadeli gerçekleştirilmesi gereken amaçların başında gelir. Çünkü iyi bir tahmin, işletmelerin devamlılığını sağlamasını, müşteri memnuniyetini kazanmasını, iş yükünün azaltılmasını ve gereksiz üretimin önüne geçilmesini sağlamaktadır. Doğru bir talep tahmini yapmak işletmeler için önemli olup kaynakların daha verimli kullanılabilmesini sağlamaktadır (Türk & Kiani, 2019). Müşterilerin talepleri; mevsimsel, çevresel ve ekonomik etkiler gibi birçok değişkenden etkilenebilmektedir. Buna bağlı olarak, birçok kantitatif metot geliştirilmiştir. Kantitatif metotlar, sayısal verileri kullanarak matematiksel işlemlerle talep tahmini yapma yöntemleridir. Makine öğrenme yöntemleri ve yapay sinir ağları, kantitatif modeller arasındadır.

Birçok değişkenden etkilenen talep için, talep tahmini ile hata oranı düşük tahminler gerçekleştirmek, gelecek dönem ile ilgili karar vermede önemli olmaktadır. Geliştirilen ve literatürde yerini alan talep tahmin yöntemleri ile kesin doğruluğa sahip bir tahmin yapmak mümkün olmamaktadır. Talep tahmininde amaç, en az hata ile gerçek değerlere yaklaşık sonuçlara ulaşmaktır. Otomobil satışlarında talep birçok nedenden etkilenmektedir. Özellikle, bu çalışmada kullanılan 2014-2022 verileri için ekonomik dalgalanmalar ve pandemi, veriler üzerinde, etkili olmuştur.

Bu çalışmada, makine öğrenmesi algoritmaları ve yapay sinir ağları ile talep tahmini otomobil satış verileri üzerinde gerçekleştirilmiş ve performans karşılaştırılması yapılmıştır. 2014 ve 2022 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Bağımsız değişken olarak, Binek Araç İthalat Miktar Endeksi, Reel Kesim Güven Endeksi, Tüketici Güven Endeksi ve Ortalama Taşıt Kredi Faiz Oranları ile Türkiye Otomobil Üretim Sayısı verileri kullanılmıştır. Türkiye' de Satılan Aylık Binek Araç Satış Sayıları ise bağımlı değişkeni oluşturmaktadır. Aykırı değer analizi ve standardizasyon veri ön işleme uygulamaları yapıldıktan sonra makine öğrenme yöntemlerinden CatBoost, Gradient Boosting, Random Forest ve SVR algoritmaları ile çalışma yapılmıştır. YSA ile uygulama yapılmadan önce ise verileri aynı ölçeğe indirebilmek için standardizasyon işlemi veriler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yöntemler arasında performans karşılaştırılması yapılmıştır. Sonuç olarak, uygulamada kullanılan veri seti üzerinde en yüksek performansı CatBoost algoritmasının gösterdiği belirlenmiştir.

Otomobil satış tahmini ve otomobil satış tahminine etki eden faktörler ile ilgili literatürde birçok çalışma mevcuttur. Çalışmalardan örnekler Çizelge 1' de verilmiştir.

Çalışma Konusu	Yazar ve Yayın Bilgileri	Yöntem	Bulgular
Yerli otomobil verilerini kullanarak yapay sinir ağları ile modelleme yapılmıştır.	(Akyurt, 2015)	Yapay Sinir Ağları	En iyi gecikme uzunluğunun 2, nöron sayısının 7 olduğu modelin en iyi performansı gösterdiğini belirtmiştir.
Yapay sinir ağları ile otomobil satış tahmini yapılmıştır.	(Karaatli vd., 2012)	Yapay Sinir Ağları	MAPE(ortalama mutlak yüzde hata) değerinin %16,82 olduğunu göstermişlerdir. Sonuca bakıldığında, gerçeğe oldukça yakın bir tahmin gerçekleştirdiklerini belirtmişlerdir.
Facebook ve arama motoru verilerini kullanarak belirlemiş olduğu markalar için otomobil satış tahmini gerçekleştirmiştir.	(Topal, 2019)	Yapay Sinir Ağları	%74 korelasyon ve %1 ortalama hata değeriyle başarılı sonuç elde ettiğini belirtmiştir.
Yapay sinir ağları ve holt winters yöntemlerini kullanarak sıfır otomobil satış tahmin uygulaması gerçekleştirmişlerdir.	(Han vd., 2022)	Yapay Sinir Ağları ve Holt Winters'	Çalışmalarında, YSA yönteminin holt winters yöntemine göre daha başarılı sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.
Yapay sinir ağları ve Arıma yöntemleri ile 2002-2020 verilerini kullanmışlar ve gelecek 15 aylık süreç için tahmin gerçekleştirmişlerdir.	(Eşidir vd., 2022)	Yapay Sinir Ağları ve ARIMA	Arıma yönteminin yapay sinir ağlarına göre daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 1. Otomobil Talep Tahmin Çalışmaları

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Verilerin Toplanması ve Veri Setinin Analizi

Bu çalışmada, veri setinin bağımsız değişkenlerini, 2014-2022 yıllarına ait Binek Araç İthalat Miktar Endeksi, Reel Kesim Güven Endeksi, Tüketici Güven Endeksi ve Ortalama Taşıt Kredi Faiz Oranları ile Türkiye Otomobil Üretim Sayısı oluşturmaktadır. Veri setinin bağımlı değişkeni ise, 2014-2022 yılları arasında Türkiye' de Satılan Aylık Binek Araç Satış Sayılarından oluşmaktadır. Binek Araç İthalat Miktar Endeksi, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) İstatistik Veri Portalı' ndan (TÜİK - Veri Portalı, 2023) alınmıştır. İthalat miktarında oluşan değişimi ölçen göstergedir. Reel Kesim Güven Endeksi, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB) veri dağıtım sisteminden (EVDS | Tüm Seriler, 2023) alınmıştır. İmalat sanayindeki değişimleri yansıtan bir göstergedir. Tüketici Güven Endeksi, TÜİK İstatistik Veri

Portali' ndan (TÜİK - Veri Portalı, 2023) alınmıştır. Tüketicilerin, gelecek dönemler için harcama yönelimlerini ölçmektedir. Ortalama Taşıt Kredi Faiz Oranları, TCMB veri dağıtım sisteminden (EVDS | Tüm Seriler, 2023) alınmıştır. Türkiye için aylık olarak taşıt kredilerinin ortalamasını vermektedir. Türkiye Otomobil Üretim Sayısı verileri, TCMB veri dağıtım sisteminden (EVDS | Tüm Seriler, 2023) alınmıştır. Türkiye' de üretilen otomobil sayılarını aylık olarak göstermektedir. Uygulamada kullanılacak bağımlı veri, Binek Otomobil Satış Sayısı verileri ise Otomotiv Distribütörleri Derneği(ODD) (Pazar - Perakende Satışlar, 2023) web sitesinden alınmıştır. Türkiye'de 2014-2022 yılları arasında satışı gerçekleşen binek otomobil sayılarını vermektedir.

### 3.2. Talep Tahmin Yöntemleri

Bu çalışmada, literatürde birçok uygulamada yüksek performans gösterdiği kanıtlanan makine öğrenme yöntemleri ve yapay sinir ağları(YSA) kullanılmıştır. Makine öğrenme yöntemlerinden, CatBoost, Gradient Boosting, Random Forest ve SVR regresyon algoritmaları ve YSA ile uygulama gerçekleştirilmiştir.

CatBoost (Kategorik Arttırma Yöntemi):

Catboost, makine öğrenmesi yöntemlerinden Gradient Boosting temelli bir algoritmadır. Catboost, bilgi kaybını en aza indirirken kategorik özelliklerle güvenilir bir şekilde çalışır. Hedef sızıntıyı çözmek için, gradyan artırma yöntemlerinin yararlı bir varyasyonu olan sıralı artırmayı kullanır (Tekin & Sarı, 2022).

Gradient Boosting (Gradyan Arttırma Yöntemi):

Hem regresyon, hem sınıflandırma problemlerinde karar ağaçlarının performansının artırılması, yorumlanmasının kolaylaştırılması amacıyla geliştirilmiş bir modeldir (Friedman, 2001).

Çalışma prensibi, hataları azaltmaya yönelik bir şekilde ardışık olarak öğrenciler eklemektir. Bu işlem önceki öğrencinin hatalarını düzeltmeye çalışan yeni bir öğrenci ekleyerek gerçekleştirilir (Güleryüz, 2023). Veri setinin belirli bir alt kümesi üzerinde karar ağacı oluşturulmakta ve tahmin yapmaktadır. Yapılan tahmin için hata hesaplaması yapılmaktadır ve sonrasında gelen ağaç bu hata oranını düzeltmek için çalışmaktadır. Veri seti hatasını minimize edene kadar devam ettirilmektedir.

Random Forest(Karar Ağaçları):

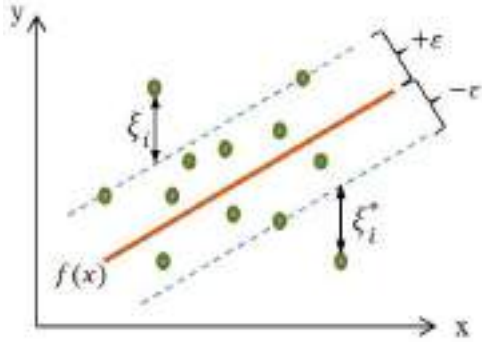
Denetimli öğrenme algoritmalarından Rastgele orman algoritması, karar ağaçları oluşumunu kullanmaktadır. Tahmin için karar ağaçlarını birleştiren istatistiksel bir öğrenme yöntemidir. Girdinin çıktısını yani sonucu almak için karar ağaçlarının verdiği ortalama tahmini almaktadır (Özen vd., 2021). Rastgele Orman algoritmasının performansını arttıran özelliği, ağaç oluşumunda bulunan ayrı dallardan da istatistiki sonuçlar alarak eğitim verisine bağlılığı azaltmaktadır. Bu çalışma prensibi ile performansı yüksek bir model oluşturmaktadır (Tekin & Sarı, 2022).

SVR (Destek Vektör Regresyonu):

Destek Vektör Regresyonu (SVR), makine öğrenme algoritmalarından biridir. Vapnik tarafından 1995 yılında önerilmiştir. Sürekli yapıya sahip veriler için uygun bir modeldir. Belirli parametreler dikkate alınarak regresyon eğrisi oluşturulmaktadır (Katirci & Takci, 2021).



Şekil 1’ de,  $\varepsilon$  ifadeleri destek vektörleri,  $f(x)$  regresyon eğrisini gösterilmiştir. Destek vektörleri, hiper düzlemi oluşturan noktalardır.



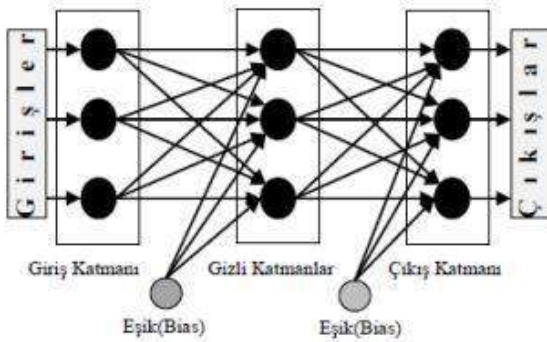
Şekil 1. SVR Hiper Düzlem Grafiği (Destek Vektör Regresyonu ve Destek Vektör Makineleri, 2018)

Yöntemde, veri setindeki verileri içine alan bir hiper düzlemin oluşturulması hedeflenmektedir. Vektörler arasındaki uzaklığa marjın adı verilemektedir. Verilerin marjın içerisinde olması istenmektedir. Verilerin marjın aralığında olması model performansını arttırmaktadır. SVR yöntemi tahmin hatasını minimize etmeye çalışır ve bu şekilde eğitim verisi setine yaklaşan bir fonksiyon bulmayı amaçlar (Çoban & Demir, 2021).

Yapay Sinir Ağları (YSA):

Yapay sinir ağları, insan beynindeki sinir hücreleri yapısından esinlenerek oluşturulan değişik ağırlıklarla birbirine bağlı işlem elemanlarından oluşmuş sistemlerdir. Yapay sinir ağları (YSA) metodları içerisinde en çok kullanılan metod, hataların geriye yayılma ilkesine göre çalışan geriye beslemeli (feedforward-back-propagation) YSA modelidir (Taşar vd., 2018). Ergezer vd.(Ergezer vd., 2003), YSA’ nın doğrusal olmama, öğrenme, genelleme, uyarlanabilirlik ve hata tolerans özellikleri ile farklı bilim alanlarında uygulanabilir olduğunu vurgulamışlardır.

YSA modeli, giriş, gizli ve çıkış katmanına sahiptir. Veriler arasında ilişki kurarak, ilişkinin anlamlı hale gelmesini içinde bulunan nöronlar ile sonuçlandırmaktadır. YSA yapısı, Şekil 2’ de gösterilmiştir.



Şekil 2. YSA Yapısı (Ari & Berberler, 2017)

### 3.3. Performans Değerlendirme Ölçütleri

Bu çalışmada, yöntemlerin performanslarını ölçebilmek için determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) ve Ortalama kare hata karekökü (RMSE) istatistiksel yöntemleri kullanılmıştır.  $R^2$ , gerçek veriler ve tahmin verilerinin aralarında oluşan ilişkiyi ölçer. 0-1 arasında değer almaktadır. 1' e yakın değerlerin oluşması ile modelin yüksek performans gösterdiği yorumu yapılabilmektedir. RMSE, farklı yöntemler ile oluşturulan modelin performansının ölçülmesinde kullanılan metotlardan biridir. RMSE sonucunun, tek model üzerinde yorumlanabilirliği uygun olmasa da farklı yöntemlerin birbiri ile karşılaştırılmasında kullanılan bir hata ölçütüdür. RMSE değerinin küçük olması istenmektedir. Denklemleri, Denklem (1) ve Denklem (2)' de verilmiştir.

$$R^2 = 1 - \sum_i^n \frac{(y_{i\text{gerçek}} - y_{i\text{tahmin}})^2}{(y_{i\text{gerçek}} - \text{ortalama}(y_{i\text{gerçek}}))^2} \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(y_{i\text{tahmin}} - y_{i\text{gerçek}})^2}{n}} \quad (2)$$

Denklem (1) ve Denklem (2)' de n,  $y_{i\text{gerçek}}$ ,  $y_{i\text{tahmin}}$  sırasıyla veri setinin veri sayısını, gerçek değerini, tahmin edilen değerini ifade etmektedir.

### 4. UYGULAMA

Bu çalışmada, Catboost, GradienBoosting, Random Forest ve SVR makine öğrenme algoritmaları Python programı kullanılarak modellenmiştir. YSA için, Matlab paket programı kullanılmıştır. Catboost, GradienBoosting, Random Forest ve SVR makine öğrenme algoritmaları ile model kurmadan önce daha yüksek bir performans sonucu elde edebilmek için veri ön işleme yapılmıştır. Veri ön işlemenin (data preprocessing) amacı, makine öğrenmesi için kullanılacak ham verinin içindeki uygun olmayan veya hatalı girilmiş verileri ayıklanması ve eksik verilerin tamamlanmasıdır (Eren & Aksangür, 2019). Verinin, makine öğrenmesi algoritmaları için daha kolay işlenebilir olması adına aykırı değer faktörü (LOF) yöntemi ile aykırı değer analizi gerçekleştirilmiştir. LOF, bir veri noktasının çevresindeki komşuluğun derecesine göre sayısal bir ölçekte aykırılık sağlayarak yerel aykırı değerleri tespit için geliştirilmiş bir yöntemdir (Breunig vd., 2000). Breunig ve çalışma arkadaşları, gerçek veri kümeleri ile, LOF yönteminin veri içerisinde anlamlı görünen ancak mevcut yaklaşımlarla tanımının mümkün olmadığı aykırı değerleri bulmak için kullanılabileceğini çalışmalarında belirtmişlerdir. LOF yönteminin, topluluk öğrenme yaklaşımı ile sonuçlar üretmesi yöntemin avantajı olmakla beraber, aykırı değerlerin tanımlanmasındaki eşik değerine yönelik net bir yaklaşımı bulunmamaktadır. Eşik değerleri soruna ve kullanıcının yorumuna dayanmaktadır. Ham veriler Python programında içe alınmıştır. İstatistiksel analizi gerçekleştirilen verilerin korelasyonları incelenmiştir. İki değişken arasındaki ilişkinin gücünü gösteren korelasyon katsayısı -1 ile 1 arasındadır. -1 ve 1'e yaklaşıırken sırasıyla negatif veya pozitif yönde artan bir ilişki olduğu yorumu yapılmaktadır. LOF yöntemi uygulanmasında komşuluk katsayısı ve

yoğunluk parametreleri önem kazanmaktadır. Çalışmada komşuluk katsayısı 10, yoğunluk 0,1 olarak belirlenmiştir. Model oluşturduktan sonra, modelin çıktısı olan yoğunluk skorları sıralanmıştır. Farklı eşik değerleri denenerek en iyi sonucu veren eşik değeri 5 olarak belirlenmiştir. Eşik değeri belirlenirken korelasyon katsayıları karşılaştırılarak istatistiksel yorum yapılmıştır. Makine öğrenme yöntemlerinde aykırı değer analizi yapılmasının ardından, veri seti yapısını bozmadan değişkenlerin aynı ölçeğe indirgenmesi amacıyla standardizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. YSA yönteminde kullanılmak üzere, ham verilerin üzerinde standardizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Standardizasyon işleminde kullanılan denklem Denklem (3)' te verilmiştir.

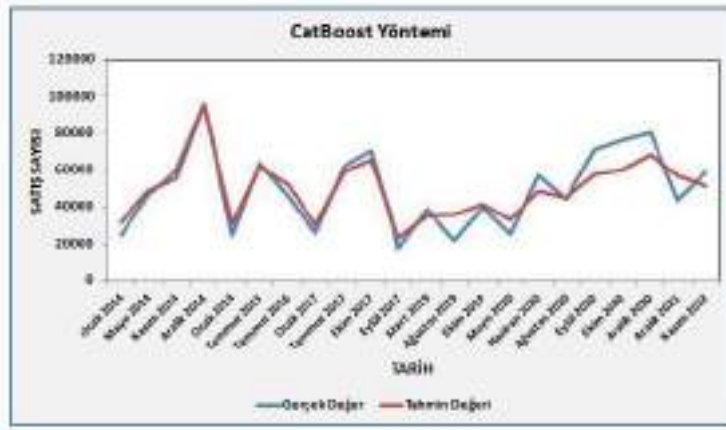
$$Z = \frac{X_i - \mu}{\sigma} \quad (3)$$

Denklem(3)' te Z,  $X_i$ ,  $\mu$ ,  $\sigma$  sırasıyla verinin Z-score puanını, değişken içerisindeki veriyi, değişkenin ortalamasını, değişkenin standart sapmasını ifade etmektedir.

Makine öğrenmesi yöntemlerinden Catboost, Gradient Boosting, Random Forest ve SVR algoritmaları ile modelleme yapılabilmesi adına veriler programa bağımlı ve bağımsız veriler olarak ayrı ayrı tanıtılmıştır. Yöntem performansının ölçülebilmesi için verilerin eğitim ve test verisi olarak ayrılması gerekmektedir. Eğitim verileri modeli eğitirken, sitenin daha önce görmediği test verileri ile de performans değerlendirilmesi yapılmaktadır. Literatürde sıklıkla görülen ve yüksek performans ile sonuç verdiği gözlemlenmesine de bağlı olarak verilerin %80' i eğitim verisi, %20' si ise test verisi olarak kullanılmıştır. Verileri parçalama işlemi Python programında, model\_selection kütüphanesi içerisindeki train\_test\_split() fonksiyonu ile gerçekleştirilmiştir. Model kurulma aşamasında GridSearchCv kütüphanesi ile en yüksek performansı gösteren modeli bulabilmek için model optimizasyonu yapılmıştır. GridSearch yöntemi ile birlikte, en başarılı modelin oluşturulması amaçlanmaktadır (Utku & Can, 2022). Ayrıca GridSearchCv, hiperparametre optimizasyon sırasında, daha doğru sonuçlara ulaşabilmek için Cross Validation (Çapraz Doğrulama) kullanılmaktadır.

CatBoost algoritmasında, parametre olarak iterations, learning rate, max\_depth kombinasyonları ile cross validation katsayısı 5 seçilerek en yüksek performans gösteren modelin belirlenmesi istenmiştir. Parametreler sırasıyla ağaç sayısını, oluşan ağaçların ölçeklerini, ağaç dallarının uzama ölçeğini (derinlik) ifade etmektedir. En yüksek performansı gösteren parametreler ile model eğitimi tamamlandıktan sonra, test veri seti üzerinde tahminleme gerçekleştirilmiştir.  $R^2$  ve RMSE ile model performans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. RMSE değeri 8156,15,  $R^2$  değeri 0,85 olarak bulunmuştur.

Gerçek veriler ile modelin tahmin verileri görsel karşılaştırılması Şekil 3' de verilmiştir. Modelin yüksek performans gösterdiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3. CatBoost Yöntemi ile Tahmin ve Gerçek Otomobil Satış Sayıları

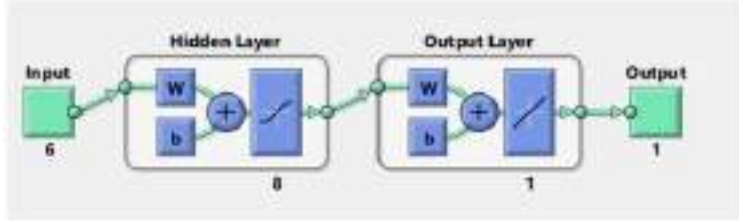
Gradient Boosting algoritmasında, parametre olarak learning rate, max\_depth, n\_neighbors ve subsample kombinasyonları ile cross validation katsayısı 10 seçilerek en yüksek performans gösteren modelin belirlenmesi istenmiştir. Parametreler sırasıyla oluşan ağaçların ölçüklerini, ağaç dallarının uzama ölçüğünü (derinlik), ağaç sayısını, eğitim örneklerinin satır oranını ifade etmektedir. Subsample değerinin 0,5 olması overfitting (aşırı öğrenme) durumuna engel olmaktadır. En yüksek performansı gösteren parametreler ile model eğitimi tamamlandıktan sonra, test veri seti üzerinde tahminleme gerçekleştirilmiştir.  $R^2$  ve RMSE ile model performans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. RMSE değeri 8840,93,  $R^2$  değeri 0,83 olarak bulunmuştur.

Random Forest algoritmasında, parametre olarak max\_depth, max\_features, n\_neighbors kombinasyonları ile cross validation katsayısı 10 seçilerek en yüksek performans gösteren modelin belirlenmesi istenmiştir. Parametreler sırasıyla ağaç dallarının uzama ölçüğünü (derinlik), dikkate alınacak en fazla özellik sayısını ve ağaç sayısını ifade etmektedir. En yüksek performansı gösteren parametreler ile model eğitimi tamamlandıktan sonra, test veri seti üzerinde tahminleme gerçekleştirilmiştir.  $R^2$  ve RMSE ile model performans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. RMSE değeri 9329,12,  $R^2$  değeri 0,81 olarak bulunmuştur.

SVR algoritmasında, parametre olarak c kombinasyonları ile cross validation katsayısı 10 seçilerek en yüksek performans gösteren modelin belirlenmesi istenmiştir. Destek vektörleri arasındaki alanı belirten c parametresi, literatürde ceza katsayısı olarak ifade edilmektedir. Hataları en aza indirmek amaçlanmaktadır. En yüksek performansı gösteren parametre ile model eğitimi tamamlandıktan sonra, test veri seti üzerinde tahminleme gerçekleştirilmiştir.  $R^2$  ve RMSE ile model performans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. RMSE değeri 9363,45,  $R^2$  değeri 0,79 olarak bulunmuştur.

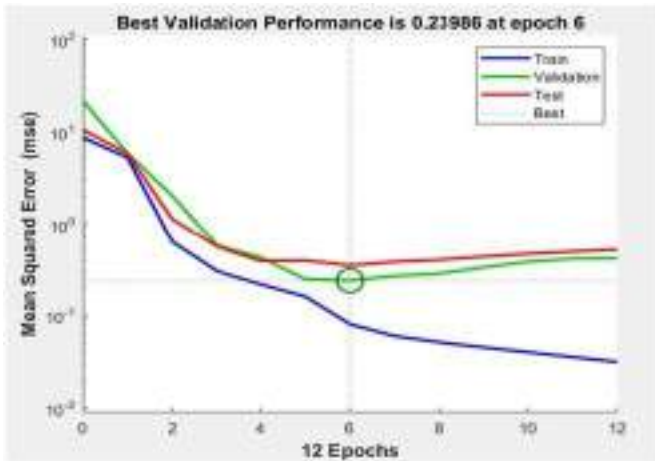
YSA ile tahmin uygulaması, Matlab paket programında gerçekleştirilmiştir. Standardizasyon işlemi gerçekleştirilen veriler programda içe aktarılmıştır. Nftool (Neural Net Fitting) toolbox ile model oluşturulmuştur. Eğitim, doğrulama ve test seti yüzdeleri ile ağırlık nöron sayısı model performansını etkilemektedir. En iyi performans gösteren modeli bulabilmek için farklı parametreler ile deneme yapılmıştır. En yüksek performansı gösteren %65 eğitim, %15 doğrulama, %20 test verisi ile 8 nöron sayısına sahip model olmuştur. Toplam 108 veriden, eğitim verisi olarak 70, ağırlık doğrulanması için 16, test verisi olarak 22 veri ile ağırlık eğitimi ve test

aşaması tamamlanmıştır. Ağ eğitiminde, Levenberg-Marquardt Geri Yayılım Algoritması kullanılmıştır. Hatayı geriye doğru yayan bir algoritmadır. Literatürdeki çalışmalarda da sıklıkla kullanılmış ve yüksek başarı elde edilmiştir. Tasarlanan ağın yapısı Şekil 4’ te gösterilmiştir.



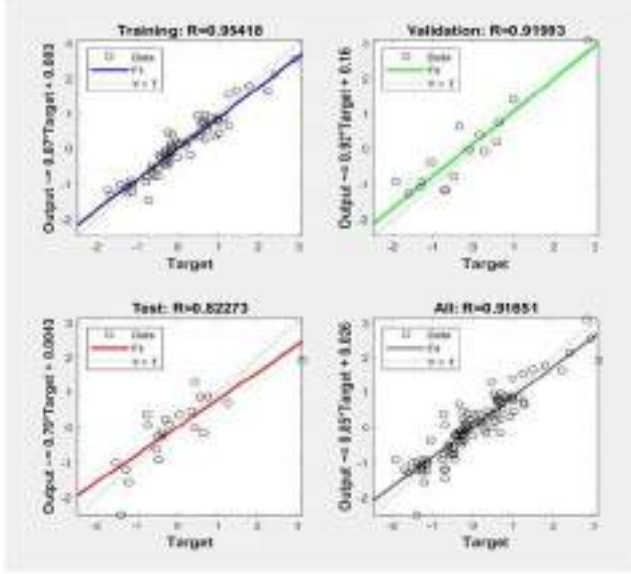
Şekil 4. YSA Ağ Yapısı

Ağ eğitim ve test aşamasında oluşan performans eğrisi Şekil 5’ te gösterilmiştir. Performans grafiğinin kabul edilebilmesi için ortalama kare hatası (MSE) küçük olmalıdır, test ve doğrulama setlerini benzer özellikler taşımalıdır ve doğrulama performansının en iyi olduğu noktada aşırı uyum olmamalıdır (*Verileri Sığ Bir Sinir Ağıyla Uydurmak - MATLAB ve Simulink, 2023*)



Şekil 5. YSA Performans Eğrisi

Ağ eğitim ve test aşamasından sonra gerçek ve tahmin verileri arasında oluşan ilişki Şekil 6’ da gösterilmiştir. R (korelasyon katsayısı) değerlerinin 1’e yakın sonuç verdiği gözlemlenmektedir. Bu durumda yüksek performans gösteren bir model oluştuğu yorumu yapılabilmektedir.



Şekil 6. YSA Gerçek ve Tahmin Değerler İlişkisi

En yüksek performansı gösteren parametreler ile model eğitimi tamamlandıktan sonra, test veri seti üzerinde tahminleme gerçekleştirilmiştir.  $R^2$  ve RMSE ile model performans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. RMSE değeri 9173,02,  $R^2$  değeri 0,81 olarak bulunmuştur. Yöntemlerin performans sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir.

YÖNTEM	RMSE	R2
CatBoost	8156,15	0,85
Gradient Boosting	8840,93	0,83
Random Forest	9329,12	0,81
SVR	9763,45	0,79
YSA	9173,02	0,81

Çizelge 2. Performans Sonuçları

## 5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, yapay sinir ağları ve makine öğrenmesi yöntemleri ile otomobil satış verileri üzerinde karşılaştırılmalı tahmin analizi gerçekleştirilmiştir. Uygulanan modeller için RMSE ve  $R_2$  performans ölçütleri ile tahmin sonuçlarına göre karşılaştırılmalı analizi yapılmıştır.

Yöntemlerin oluşturduğu tahmin değerleri ile gerçek değerlerin karşılaştırılması sonucunda en yüksek performansı gösteren, makine öğrenme yöntemlerinden CatBoost algoritmasıdır. CatBoost algoritmasının ardından  $R^2$  değerlerine göre sıralandığında, GradientBoosting, Random Forest, YSA ve SVR yöntemleri literatüre göre yüksek performans gösteren yöntemler olarak yorumlanmaktadır. RMSE değerlerine göre CatBoost algoritmasını ardından, sırasıyla Gradient Boosting, YSA, Random Forest ve SVR yöntemleri başarılı performans göstermektedir.



## 6. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Otomobil satışlarında, talep değişken bir grafik izlemektedir. Dalgalanmaların fazla olduğu otomobil satış taleplerini etkileyen birçok sebep oluşabilmektedir. 2019 yılında ortaya çıkan Covid-19 pandemisi, Türkiye’de de 2020 yılında etkisini göstermiştir. Dünya çapında bir krize sebep olmuştur. Pandeminin de etkisi ile artan çip krizi ve bununla birlikte ekonomide oluşan dalgalanmalar otomobil talep ve satışlarını da etkilemiştir. Yapay zeka ve teknolojinin gelişimi ile birlikte öğrenmeye dayalı tahmin uygulamalarında gelişmeler olmuştur. Farklı sebepler ile talepte dalgalanmaların fazla olduğu durumlarda geleneksel yöntemlere göre yapay zeka yöntemleri daha güvenilir sonuçlar vermesi açısından literatürde yerini almıştır.

Bu çalışmada, literatürde yüksek performans gösteren yöntemler kullanılarak otomobil satış veri seti ile uygulama gerçekleştirilmiş ve karşılaştırılmalı performans analizi yapılmıştır. Uygulanan yöntemlerin performansının artırılması ve yöntemlerin daha genel yorumlanabilmesi amacıyla, gelecekte yapılabilecek çalışmalar için daha fazla veriye sahip veri seti veya farklı yöntemler ile çalışma genişletilebilir.

Bu çalışma, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim dalında devam eden Doç. Dr. Merve Cengiz Toklu danışmanlığında Beyza Kurtgeri' ye ait Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

## REFERANSLAR

- Akyurt, I. (2015). Talep Tahmininin Yapay Sinir Ağlarıyla Modellenmesi: Yerli Otomobil Örneği. *Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 23, 147-157.
- Ari, A., & Berberler, M. E. (2017). Yapay Sinir Ağları ile Tahmin ve Sınıflandırma Problemlerinin Çözümü İçin Arayüz Tasarımı. *Acta Infologica*, 1(2), Article 2.
- Breunig, M., Kröger, P., Ng, R., & Sander, J. (2000). LOF: Identifying Density-Based Local Outliers. İçinde *ACM Sigmod Record* (C. 29, s. 104). Doi: <https://doi.org/10.1145/342009.335388>
- Çoban, F., & Demir, L. (2021). Yapay Sinir Ağları ve Destek Vektör Regresyonu ile Talep Tahmini: Gıda İşletmesinde Bir Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 23(67), 327-338.
- Destek Vektör Regresyonu ve Destek Vektör Makineleri*. (2018, Eylül 9). Yavuz Blog. Erişim Adresi: <http://yavuz.github.io/destek-vektor-regresyonu-ve-makineleri/>. Erişim Tarihi: 21.12.2023.
- Eren, B., & Aksangür, İ. (2019). Çevresel Veri Problemleri için Veri Madenciliği ile Veri Ön İşleme. *Academic Perspective Procedia*, 2(3), Article 3. Doi: <https://doi.org/10.33793/acperpro.02.03.150>
- Ergezer, H., Dikmen, M., & Özdemir, E. (2003). Yapay Sinir Ağları ve Tanıma Sistemleri. *PIVOLKA*, 6, 14-17.
- Eşidir, K. A., Gür, Y. E., Yoğunlu, V., & Çubuk, M. (2022). Yapay Sinir Ağları (YSA) ve ARIMA Modelleri ile Türkiye’de Aylık Sıfır km Otomobil Satış Adetlerinin Tahmin Edilmesi. *Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi*, 9(2), Article 2. Doi: <https://doi.org/10.47097/piar.1132101>
- EVDS | Tüm Seriler*. (2023). Erişim Adresi: [https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?/evds/serieMarket/collapse\\_15/5959/DataGroup/turkish/bie\\_rkgema/](https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?/evds/serieMarket/collapse_15/5959/DataGroup/turkish/bie_rkgema/). Erişim Tarihi: 03.12.2023.
- Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: A gradient boosting machine. *The Annals of Statistics*, 29(5), 1189-1232. Doi: <https://doi.org/10.1214/aos/1013203451>

- Gülyeryüz, N. N. (2023). *Küçükmuhsine Çayı Üzerindeki Gözlem İstasyonundan Alınan Verilerin Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi, Konya. Erişim Adresi: <https://acikerisim.karatay.edu.tr/handle/20.500.12498/5976>
- Han, G., Sönmez, E. F., Avcı, S., & Aladağ, Z. (2022). Uygun Normalizasyon Tekniği ve Yapay Sinir Ağları Analizi ile Otomobil Satış Tahminlemesi. *İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(1), Article 1. Doi: <https://doi.org/10.33416/baybem.1001149>
- Karaatli, M., Helvacıoğlu, Ö. C., Ömürbek, N., & Tokgöz, G. (2012). Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Otomobil Satış Tahmini. *International Journal of Management Economics and Business*, 8(17), 87-100. Doi: <https://doi.org/10.11122/ijmeh.2012.8.17.290>
- Katirci, R., & Takci, H. (2021). Makine Öğrenmesi Kullanarak Krom Kaplama Örtme Gücünün Tahmin Edilmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 33(2), 709-719. Doi: <https://doi.org/10.35234/fumbd.950667>
- Özen, N. S., Saraç, S., & Koyuncu, M. (2021). COVID-19 Vakalarının Makine Öğrenmesi Algoritmaları ile Tahmini: Amerika Birleşik Devletleri Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 22, 134-139. Doi: <https://doi.org/10.31590/ejosat.855113>
- Özüdoğru, A. G., & Görener, A. (2015). Sağlık Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimleri Dergisi*, 14(27), 37-53.
- Pazar—Perakende Satışlar*. (2023). Erişim Adresi: [https://www.odmd.org.tr/web\\_2837\\_1/neuralnetwork.aspx?type=36](https://www.odmd.org.tr/web_2837_1/neuralnetwork.aspx?type=36). Erişim Tarihi:03.12.2023
- Taşar, B., Üneş, F., Demirci, M., & Kaya, Y. Z. (2018). Yapay Sinir Ağları Yöntemi Kullanılarak Buharlaşma Miktarı Tahmini. *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 1, 543-551.
- Tekin, A., & Sarı, C. (2022). *Mağaza Tabanlı Talep Tahmini: Topluluk Öğrenmesi Yaklaşımları ile Zaman Serisi Yaklaşımı Karşılaştırılması*. International Engineering and Technology Management Summit 2022– ETMS2022, (ss. 235-240).
- Topal, İ. (2019). Çevrimiçi Tüketici Bütünleşmesi ve Arama Motoru Verileri Kullanılarak Yapay Sinir Ağları ile Otomobil Satış Tahmini. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 9(2), Article 2.
- TÜİK - Veri Portalı*. (2023). Erişim Adresi: <https://data.tuik.gov.tr/>. Erişim Tarihi:23.12.2023.
- Türk, E., & Kiani, F. (2019). Yapay Sinir Ağları ile Talep Tahmini Yapma: Beyaz Eşya Üretim Planlama Örneği. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1), Article 1.

Utku, A., & Can, Ü. (2022). Covid-19'un Yayılım Tahminine Yönelik Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme Tabanlı Karşılaştırmalı Bir Analiz: Türkiye İçin Örnek Bir Çalışma. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(2), 709-717. Doi:

<https://doi.org/10.35234/fumbd.1125609>

*Verileri Sığ Bir Sinir Ağıyla Uydurmak—MATLAB ve Simulink.* (2023). Erişim Adresi:

<https://www.mathworks.com/help/deeplearning/gs/fit-data-with-a-neural-network.html>.

Erişim Tarihi: 11.12.2023

## COMPACT DUAL-BAND MICROSTRIP ANTENNA FOR SHORT RANGE WLAN/WiMAX BAND OPERATIONS

**Assist. Prof. Dr, Hüsni YALDUZ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Hitit University, Department of Electronics and Automation, [husnuyalduz@hitit.edu.tr](mailto:husnuyalduz@hitit.edu.tr) -  
ORCID ID: 0000-0001-9776-3896

### ABSTRACT

This research paper presents a compact dual band microstrip antenna designed for WiMAX band and short range WLAN operations. The patch antenna is designed on an RT/Duroid 5880 substrate with a thickness of 0.787 mm, a relative permittivity ( $\epsilon_r$ ) of 2.2 and a loss tangent ( $\tan \delta$ ) of 0.0009. RT/Duroid 5880 substrate has low dielectric loss and is easy to manufacture with printed circuit technique. Antenna dimensions has small size of 15\*27 mm<sup>2</sup>. To achieve dual band functionality and tune frequencies, a conductive patch with two branch strips is formed on the radiating part. The simulated bandwidths are in the range of 3.37-3.71 GHz at the lower resonance band and in the range of 5.09-6.14 GHz at the higher resonance band. From the simulated radiation patterns, it has been observed that the antenna exhibits an omnidirectional radiation pattern at the  $\phi:0$  plane and an almost bidirectional radiation pattern at the  $\phi:90$  plane, and the radiation patterns of the antenna exhibit similar characteristics at all operating frequencies. The simulated peak gain results of the antenna are between 2.04 and 2.08 dBi at the lower frequency band and between 2.08 and 2.7 dBi at the second frequency band. According to the simulation results of the design antenna, it can be applied for various WLAN/WiMAX wireless communications.

**Keywords:** Dual-band antenna, small antenna, microstrip antenna, WLAN, WiMAX.

### 1. INTRODUCTION

With the rapid advances in electronics and wireless technologies in the modern era, the need to incorporate multiple wireless services into a small electronic component has increased. Fulfilling the requirements of this wireless communication technology necessitated the need for

miniature and multi-band antennas in a single structure in order to save the space of electronic systems [1]–[3].

In recent years, research in the field of antenna design has focused on compact, low-profile antenna design operating in multiple frequency bands. Printed microstrip antennas are a good solution that can meet these requirements. Achieving multiband and broadband operation depends on the shape, size and design of the antenna. The shape of the microstrip antenna is intuitively the designer's choice[3]–[6]. Many different techniques have been used in the literature to obtain multi-frequency resonances, such as slot etching[7]–[12], metamaterial loading[13], [14], dielectric resonator loading[15], branch strip conductor[16]–[19] structures on the ground plane or on the radiating patch.

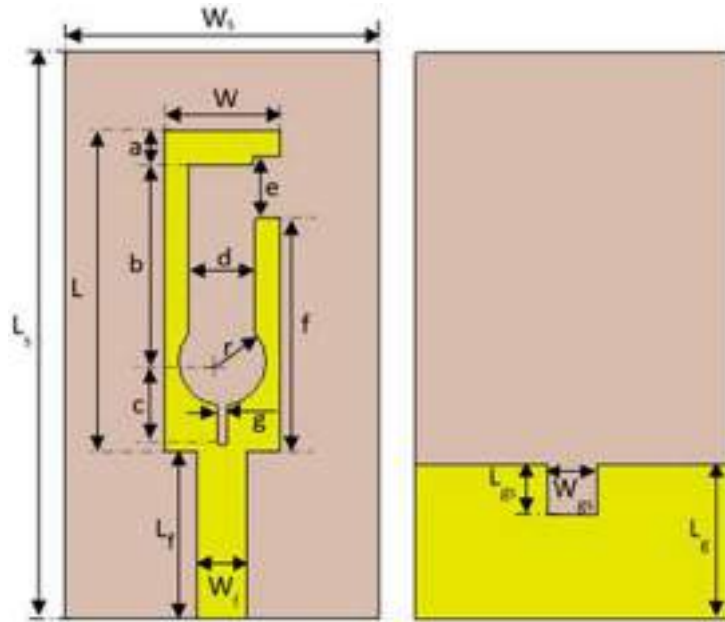
However, multiband antennas have received great attention in short range wireless communication systems like wireless local area network (WLAN) and Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX). Because these antennas have advantageous features such as low profile, low price and light weight. The spectrum determined by the Federal Communications Commission (FCC) for WLAN is at 2.4, 5.2, and 5.8 GHz, and for WiMAX at 2.5, 3.5, and 5.5 GHz[19]–[21]. In the literature[16]–[19], multi-frequency band antennas designed by the branched strip method have been reported for WLAN/WiMax applications. In Ref[16], a monopole dual band antenna consisting of two branch strips patch and an asymmetric ground plane with a rectangular slit is reported. In Ref.[17], tri-band antenna with three arm strips patch is reported. In Ref.[18], a tri-band antenna with three branch strips patch and an asymmetrical ground plane is reported. In Ref.[19], the reported triple band antenna consists of an branch strip patch, two hook-shaped strips, an asymmetric ground plane with a rectangular slot in it.

The paper, a new miniature and dual-band antenna design is proposed for WLAN/WiMAX operations using two branch strip conductor structures and a defective ground plane. It is clear from the design results that the antenna has advantages for WLAN 5.2/5.8-GHz (5.15–5.35/5.725–5.825 GHz) and WiMAX 3.5/5.5-GHz (3.4–3.69/5.25–5.85 GHz) frequency band operations with its dual band, good omnidirectional radiation patterns and reliable gain.

## 2. ANTENNA DESIGN

The geometrical layout of the designed antenna is shown in Figure 1. The patch antenna is designed on an RT/Duroid 5880 substrate with a thickness ( $H_s$ ) of 0.787 mm, a relative permittivity ( $\epsilon_r$ ) of 2.2 and a loss tangent ( $\tan \delta$ ) of 0.0009. RT/Duroid 5880 dielectric substrate has been preferred for design because it has low dielectric loss and is easy to manufacture with the printed circuit technique. Antenna dimensions are 15\*27 mm<sup>2</sup>. The thickness of the antenna conductor planes is 0.017 mm. A microstrip fed conductive patch with two branch strips, a substrate, and a ground plane make up the fundamental antenna assembly. The width of the antenna microstrip feed line was set to 2.44 mm for the 50  $\Omega$  characteristic impedance. The optimal antenna geometric parameters are given in Table 1.





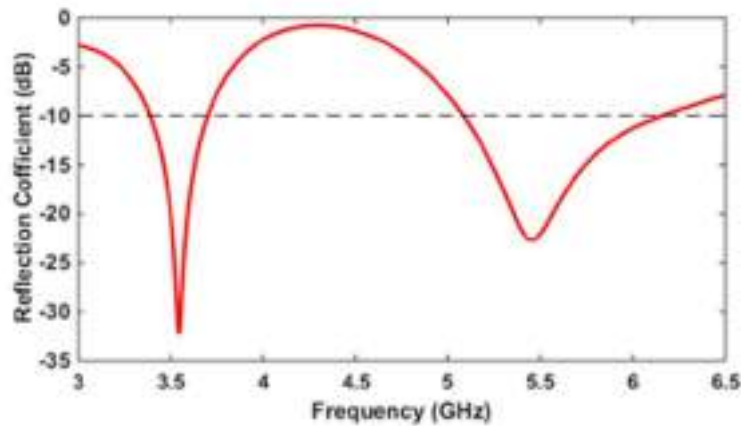
**Figure 1.** Front and back geometric structures of the designed dual band antenna.

**Table1.** The optimal antenna geometric parameters.

Ls	Ws	Hs	Lf	Wf	L	W	a	b
27	15	0.787	8	2.44	15.2	5.5	1.6	8.8
c	d	e	f	g	r	Lg	Lgs	Wgs
4.5	3.2	3	11.05	0.5	2.1	7.4	2.4	2.4

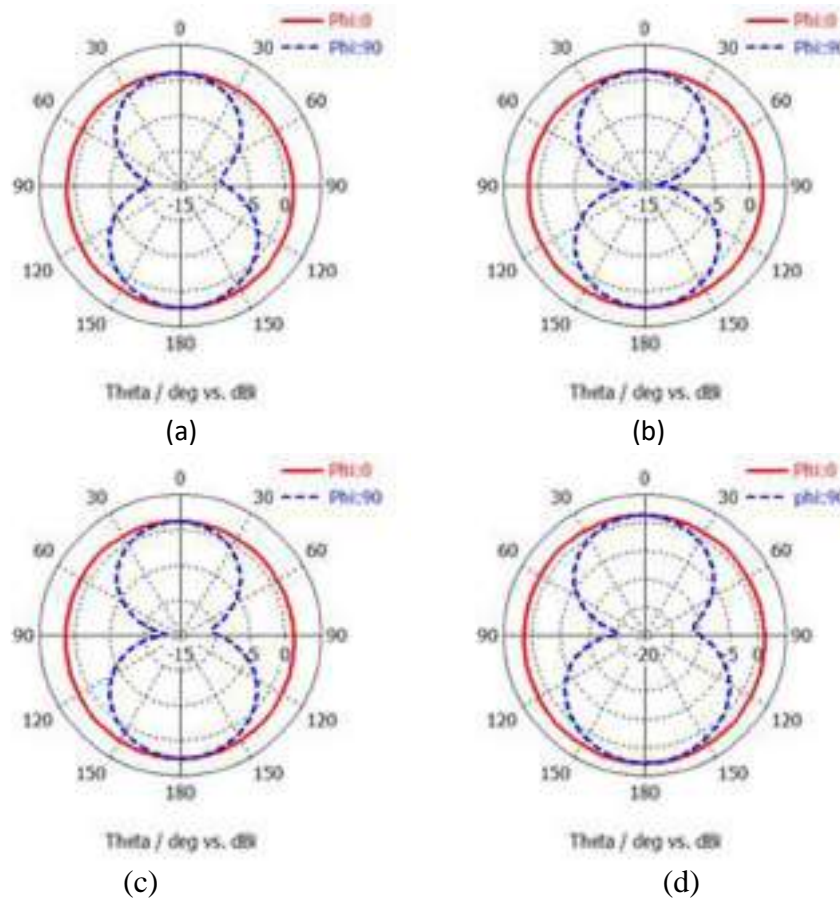
### 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The 3D electromagnetic simulations software program was used in the design and optimization of the antenna. Antenna performance was analyzed for simulated reflection coefficient  $|S_{11}|$  (in dB), radiation pattern and gain parameters. Figure 2 shows the simulated result of the designed patch antenna's reflection coefficient versus frequency. It is clear from Figure 2 that the antenna has dual operating frequency bands. The lower resonance band is between 3.37-3.71 GHz and the higher resonance band is between 5.09-6.14 GHz thus these bands have a -10 dB bandwidth of 340 MHz and 1005 MHz respectively. As seen in the figure, the antenna resonates at a maximum level of -33dB at 3.55 GHz in the lower band and -22 dB at 5.55 GHz in the higher band. These bands cover the WiMAX3.5/5.5 GHz and WLAN 5.2/5.8 GHz frequency bands.



**Figure 2.** Reflection coefficient  $|S_{11}|$  of designed antenna.

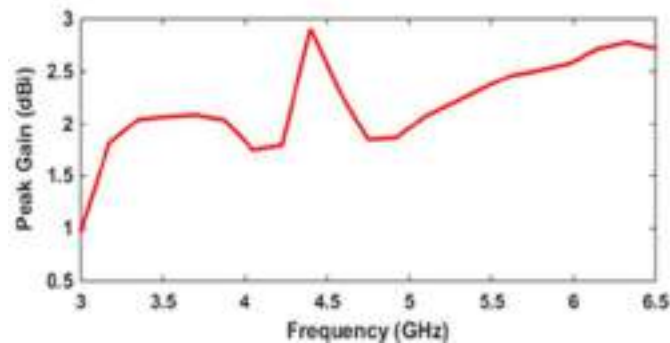
Figure 3 shows simulated 2D radiation patterns (for  $\phi:0$  and  $\phi:90$ ) at 3.5, 5.2, 5.5 and 5.8 GHz. From Figure 3, an omnidirectional radiation pattern in the  $\phi:0$  plane and an almost bidirectional pattern along the  $\phi:90$  plane is observed at all operating frequencies.



**Figure 3.** Far-field radiation patterns of the designed antenna in the polar coordinate system ( $\phi:0$  and  $\phi:90$ ) at a frequency of (a) 3.5 GHz, (b) 5.2 GHz, (c) 5.5 GHz, and (d) 5.8 GHz.

The simulated frequency versus peak gain curve is shown in figure 4. The simulated peak gain results of the antenna are between 2.04 and 2.08 dBi at the lower frequency band and between 2.08 and 2.7 dBi at the second frequency band. According to the radiation patterns and gain

simulation results of the antenna, it can be said that it is a good option for WLAN/WiMAX operations.



**Figure 4.** Peak gain for the designed antenna.

### 3. CONCLUSION

A dual-band antenna with a very compact size of only 15\*27 mm<sup>2</sup> for WLAN/WiMAX applications has been designed and analyzed using computer simulation. The antenna radiator consists of two arm strips elements to achieve dual band functionality and tune frequencies. The antenna offers dual-band operation ranging from 3.37–3.71 and 5.09–6.14 GHz, covering the 3.5/5.5 GHz WiMAX and 5.2/5.8 GHz WLAN bands. As a result of the simulation, antenna design and gain and radiation models have been obtained successfully and the performance parameters obtained show that this proposed design can be a good option for various WLAN/WiMAX operations.

### REFERENCES

- [1] Ullah, S., Ahmad, S., Khan, B. A., Tahir, F. A., & Flint, J. A. (2019). An hp-shape hexa-band antenna for multi-standard wireless communication systems. *Wireless Networks*, 25, 1361-1369.
- [2] Abolade, J. O., Konditi, D. B., & Dharmadhikary, V. M. (2021). Compact hexa-band bio-inspired antenna using asymmetric microstrip feeding technique for wireless applications. *Heliyon*, 7(2).
- [3] Wang, S., Li, K., Kong, F., & Du, L. (2021). A miniaturized triple-band planar antenna combining single-cell metamaterial structure and defected ground plane for WLAN/WiMAX applications. *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*, 35(3), 357-370.
- [4] Singh, V., Mishra, B., Dwivedi, A. K., & Singh, R. (2018). Inverted L-notch loaded hexa band circular patch antenna for X, ku/K band applications. *Microwave and Optical Technology Letters*, 60(8), 2081-2088.

- [5] El Yousfi, A., Lamkaddem, A., Abdalmalak, K. A., & Segovia-Vargas, D. (2021). A miniaturized triple-band and dual-polarized monopole antenna based on a CSRR perturbed ground plane. *IEEE Access*, 9, 164292-164299.
- [6] Saraswat, R. K., & Kumar, M. (2019). A vertex-fed hexa-band frequency reconfigurable antenna for wireless applications. *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, 29(10), e21893.
- [7] Cao, Y. F., Cheung, S. W., & Yuk, T. I. (2015). A multiband slot antenna for GPS/WiMAX/WLAN systems. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 63(3), 952-958.
- [8] Ata, O. W., Salamin, M., & Abusabha, K. (2020). Double U-slot rectangular patch antenna for multiband applications. *Computers & Electrical Engineering*, 84, 106608.
- [9] Abolade, J. O., & Fakolujo, O. A. (2019). Quad-band microstrip patch antenna based on dual-cross slots. *Int. J. Sci. Res. Eng. Dev*, 2(5), 1-5.
- [10] Jangampally, R. G., Nalam, V. K. R., & Avala, M. P. (2018, December). Corner cut inset-fed dual-band slot antenna for PCS and bluetooth/WLAN applications. In *2018 IEEE Indian Conference on Antennas and Propagation (InCAP)* (pp. 1-4). IEEE.
- [11] Nataraj, C., Ismael, A. A., Selvaperumal, S., & Khan, S. (2017, December). Compact multiband microstrip patch antenna with slot-rings for wireless applications. In *2017 IEEE 15th Student Conference on Research and Development (SCOReD)* (pp. 428-433). IEEE.
- [12] Prasad, K. D., Ali, T., & Biradar, R. C. (2017, May). A compact slotted multiband antenna for L-band and WLAN applications. In *2017 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT)* (pp. 820-823). IEEE.
- [13] Pan, X., Li, M., Wang, S., Zhou, Y., Shen, C., & Li, X. (2017, October). A compact multiband antenna based on metamaterial for WLAN/WiMAX/WAVE applications. In *2017 Sixth Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation (APCAP)* (pp. 1-3). IEEE.
- [14] Hasan, M. M., Rahman, M., Faruque, M. R. I., Islam, M. T., & Khandaker, M. U. (2019). Electrically compact SRR-loaded metamaterial inspired quad band antenna for bluetooth/WiFi/WLAN/WiMAX system. *Electronics*, 8(7), 790.
- [15] Vinodha, E., & Raghavan, S. (2017). Double stub microstrip fed two element rectangular dielectric resonator antenna for multiband operation. *AEU-International Journal of Electronics and Communications*, 78, 46-53.
- [16] Yoon, J. H., & Kil, G. S. (2012). Compact monopole antenna with two strips and a rectangular-slit ground plane for dual-band WLAN/WiMAX applications. *Microwave and Optical Technology Letters*, 54(7), 1559-1566.

- [17] Ku, C. H., Li, L. K., & Mao, W. L. (2010). Compact monopole antenna with branch strips for WLAN/WiMAX operation. *Microwave and Optical Technology Letters*, 52(8), 1858-1861.
- [18] Wang, C., Xu, P., Li, B., & Yan, Z. H. (2011). A compact multiband antenna for WLAN and WiMAX applications. *Microwave and Optical Technology Letters*, 53(9), 2016-2018.
- [19] Yoon, J. H., Rhee, Y. C., & Jang, Y. K. (2012). Compact monopole antenna design for WLAN/WiMAX triple-band operations. *Microwave and Optical Technology Letters*, 54(8), 1838-1846.
- [20] Kunwar, A., Gautam, A. K., & Rambabu, K. (2017). Design of a compact U-shaped slot triple band antenna for WLAN/WiMAX applications. *AEU-International Journal of Electronics and Communications*, 71, 82-88.
- [21] Ullah, S., Ahmad, S., Khan, B. A., Ali, U., Tahir, F. A., & Bashir, S. (2018). Design and analysis of a hexa-band frequency reconfigurable monopole antenna. *IETE Journal of Research*, 64(1), 59-66.

## TÜKETİCİLERİN YAPI MALZEMESİ İLE İLGİLİ DEĞERLENDİRMELERİN WEB MADENCİLİĞİ İLE ANALİZİ

**Doç. Dr. Selahattin BARDAK <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, sbardak@sinop.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-9724-4762

### ÖZET

Günümüzde tüketiciler geleneksel alışveriş yanında elektronik ticaret (e-ticaret) sitelerini de çok fazla kullanılmaktadır. Bu elektronik ticaret sitelerinden ürün alırken yapılan değerlendirmeler tüketicileri çok büyük oranda etkilemektedir. Tüketicilerin satın alma davranışlarında anahtar rol oynamaktadırlar.

Yapılan bu çalışmada e-ticaret sitelerinde yapı malzemelerinden biri olan dolap ve çekmece kulplarıyla ilgili değerlendirmelerin analizi yapılmaya çalışılmıştır. Fakat bununla ilgili çok miktarda veri olduğundan değerlendirme yapabilmek için veri madenciliği yöntemlerinden biri olan web madenciliğinden yararlanılmıştır. Web madenciliği bize elektronik ortamda çok fazla miktarda bulunan bilgidan anlamlı sonuçlar çıkarmamıza yardımcı olmaktadır.

Web madenciliğinin uygulanabilmesi için rapidminer yazılımından faydalanılmıştır. Rapidminer programı çeşitli görevleri yapabilecek operatörleri kullanan uygulaması kolay olan bir yazılımdır. Rapidminer yazılımında dolap ve çekmece kulplarıyla ilgili değerlendirmeleri analiz edecek bir model kurulmuştur. Bu model sayesinde veriler analiz edilerek anlamlı sonuçlar çıkarılmıştır.

Yapılan değerlendirme sonucunda dolap ve çekmece kulplarıyla ilgili en çok geçen olumlu ve olumsuz kelimeler sayılarıyla birlikte belirlenmiştir. Analiz sonucunda en çok satıcı (4115) ve ürün (1200) kelimelerinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Olumlu kelimeler olarak, güzel (753), kaliteli (425), beğendim (125) kullanışlı (115), vb. kelimeler; olumsuz olarak ise, iade (150), kısa (105), uzun (91), kırık (75), eksik (73), küçük (73), kalitesiz (57), vb. kelimelerin kullanıldığı yapılan analiz sonucu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma sayesinde yapı malzemelerinden biri olan dolap ve çekmece kulplarıyla ilgili tüketicilerin satın alma davranışlarıyla ilgili belirli sonuçlar çıkarılmıştır. Burada yapılan değerlendirmelerin hem tüketiciler hem de bu ürünlerin pazarlamasını yapan şirketler için yararlı bilgiler sunduğu düşünülmektedir.

Web madenciliği ile e-ticaret alanında yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu alanda yapılan çalışmaların sayısı artırılabilir. Böylece hem bu alanda çalışan araştırmacılar hem de verimlilik ve karlılıklarını arttırmak isteyen şirketlere yararlı bilgiler sunulmuş olacaktır.

**Anahtar Kelimeler :** Veri madenciliği, Web madenciliği, Model, Yapı malzemesi, Olumlu değerlendirmeler, Olumsuz değerlendirmeler



## ANALYSIS OF CONSUMERS' REVIEWS ABOUT BUILDING MATERIALS USING WEB MINING

### ABSTRACT

Nowadays, consumers use electronic commerce (e-commerce) sites as well as traditional shopping. The evaluations made when purchasing products from these electronic commerce sites affect consumers greatly. They play a key role in consumers' purchasing behavior.

In this study, an attempt was made to analyze the evaluations regarding cabinet and drawer handles, which are one of the building materials, on e-commerce sites. However, since there is a large amount of data regarding this, web mining, one of the data mining methods, was used to make an evaluation. Web mining helps us draw meaningful conclusions from the large amount of information available in the electronic environment.

Rapidminer software was used to implement web mining. Rapidminer is an easy-to-implement software that uses operators that can perform various tasks. A model has been established in Rapidminer software to analyze evaluations about cabinet and drawer handles. Thanks to this model, the data was analyzed and meaningful results were obtained.

As a result of the evaluation, the most frequently used positive and negative words about cabinet and drawer handles were determined together with their numbers. As a result of the analysis, it was determined that the words seller (4115) and product (1200) were used most. As positive words, beautiful (753), good quality (425), liked (125), useful (115), etc. words; Negatively, returned (150), short (105), long (91), broken (75), missing (73), small (73), poor quality (57), etc. It was determined as a result of the analysis of the words used

Thanks to the study, certain conclusions have been drawn about the purchasing behavior of consumers regarding cabinet and drawer handles, which are one of the building materials. It is thought that the evaluations made here provide useful information for both consumers and companies marketing these products.

Studies conducted in the field of e-commerce with web mining are limited. The number of studies conducted in this field can be increased. Thus, useful information will be provided to both researchers working in this field and companies that want to increase their productivity and profitability.

**Keywords :** Data mining, Web mining, Model, Building materials, Positive reviews, Negative reviews

### 1. GİRİŞ

Günümüzde tüketiciler için zaman ve maliye çok önemli olduğundan elektronik ticaret sitelerinden birçok ürün satın alınabilmektedir. İnternet, özel ve kamu bilgisayar ağlarını kullanarak, dünya genelinde ürün, hizmet ve bilginin anında (on-line) dağılımını gerçekleştiren,

bütün bilgisayar ve iletişim ağlarının en geniş ve yaygın olanı olarak nitelendirilmektedir [1, 2].

Türkiye'de, "e-ticaret sektörü" hızla büyüyen sektörlerden biri olup, bu eğilim dünya genelinde de benzer şekilde görülmektedir. Bu artışın arkasında, insanların internet üzerinden alışveriş alışkanlıklarını geliştirmelerinin yanı sıra, e-ticaret işletmelerinin de işlerini daha gelişmiş araçlar ve daha etkili bir şekilde yönetmeleri gibi faktörler bulunmaktadır [3].

Elektronik ticaret sitelerinden her türlü ürün satın alınmaktadır. Yapı malzemesi ürünleri de bunların arasında oldukça önemli yer tutmaktadır. Tüketicilerin e-ticaret sitelerinden ürün almaları birçok avantaj sağlamaktadır. Bunlardan birisi de daha önce satın alan tüketicilerin değerlendirmelerine ulaşabilmeleridir. Bu sayede tüketiciler alacakları ürünler hakkında daha kapsamlı bilgilere sahip olabilmektedirler.

Bilgiye ulaşmak artık internet aracılığıyla çok kolay olmaktadır. Fakat bu çok büyük miktardaki bilgiden istenilen sonuçları çıkarmak zor olmaktadır. Veri madenciliği yöntemleri bize bu bilgilerden anlamlı sonuçlar çıkarmamıza yardımcı olmaktadır.

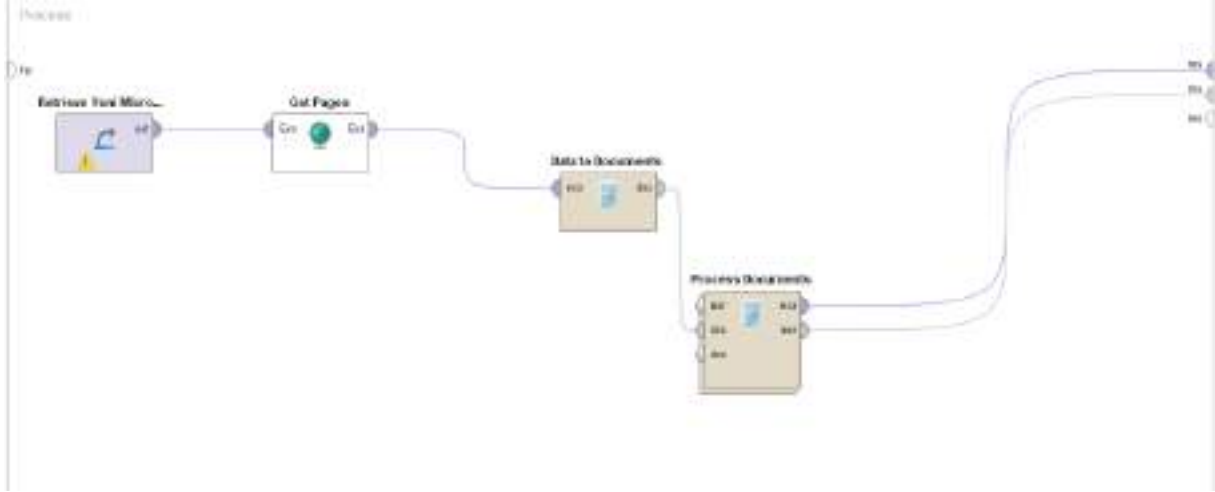
Veri madenciliği yöntemlerinden birisi de web madenciliğidir. Web madenciliği, çeşitli yapıdaki web sayfaları, dokümanlar ve kayıt bilgilerini analiz etmek amacıyla veri madenciliği tekniklerinin kullanıldığı bir süreçtir. Bu yöntem, söz konusu verilerdeki kalıpları keşfetmeyi amaçlar. Web madenciliğinden kullanılan veriler çok geniş alandan toplanmaktadır [4]. Web madenciliği; web içerik madenciliği, web yapı madenciliği ve web kullanım madenciliği olarak üç gruba ayrılmaktadır [4].

Web madenciliği yönteminin uygulanabilmesi için rapidminer yazılımından faydalanılmıştır. Rapidminer bir veri madenciliği platformudur. Rapidminer programı içerisinde birçok veri madenciliği algoritması bulunmaktadır. Bunun yanı sıra rapidminer yazılımında bulunan operatörler sayesinde ihtiyaca uygun iş modelleri oluşturulabilmektedir [5-8].

Yapılan bu çalışmada yapı malzemelerinden biri olan dolap/çekmece kulplarıyla ilgili e-ticaret sitelerinde yapılan değerlendirmeler web içerik madenciliği ile analiz edilmiştir.

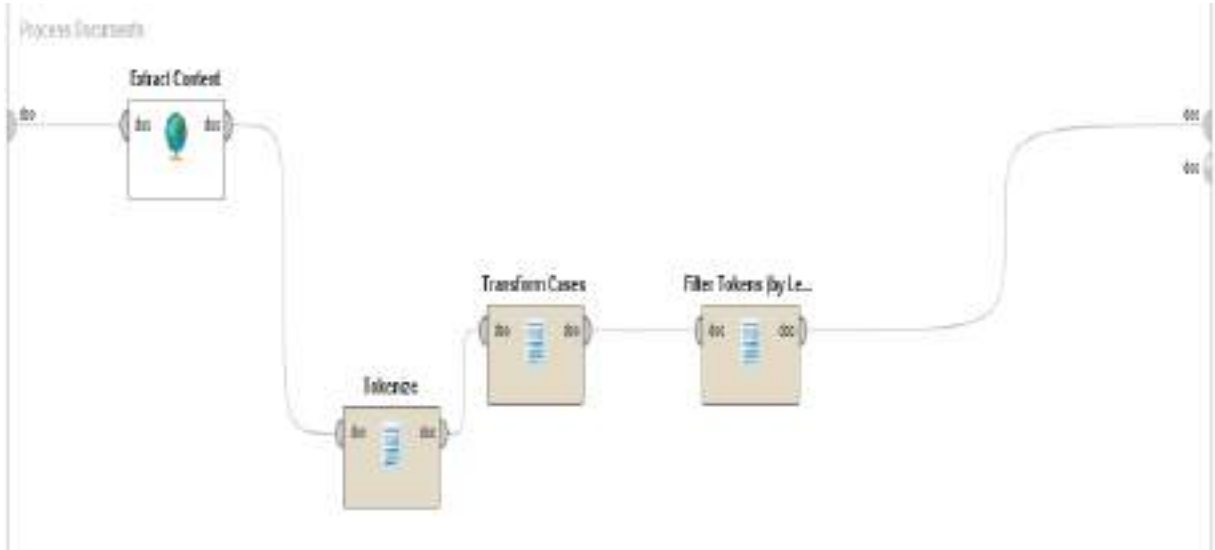
## 2. WEB MADENCİLİĞİ UYGULAMASI

Yapılan çalışmada, yapı malzemelerinden olan dolap/çekmece kulplarıyla ilgili e-ticaret sitelerindeki değerlendirmelerin analizi yapılması amaçlanmıştır. Bu amaçla kamuya açık web sayfalarında bulunan metin verileri toplanmıştır. Verilerin analizinde Rapidminer veri analiz yazılımı kullanılmıştır. Rapidminer yazılımında prosesler belirli görevleri yerine getiren operatörleri birbirine bağlamak suretiyle oluşturulmaktadır. Görsel 1'de web sayfalarında bulunan tüketicilerin değerlendirmelerini metin verileri olarak toplamak için hazırlanan proses gösterilmiştir.



**Görsel 1. Web Sayfalarından Tüketicilerin Ürün İle İlgili Değerlendirmelerinin Metin Verileri Olarak Toplamak için Hazırlanan Proses**

Rapidminer yazılımı ile veriler toplandıktan sonra dolap/çekmece kulplarıyla ilgili değerlendirmelerde en çok geçen kelimeler tespit edilmiştir. Dolap/çekmece ürünü için değerlendirmelerde en sık geçen kelimeleri belirlemek için kullanılan proses görsel 2’de verilmiştir.



**Görsel 2. Dolap/Çekmece Kulpu Ürünü İçin Değerlendirmelerde En Sık Geçen Kelimeleri Belirlemek için Hazırlana Proses**

Yukarıdaki Görsel 1 ve Görsel 2’de anlaşılacağı gibi her bir operatörün bir görevi bulunmaktadır. Operatörlerin görevli sırasıyla; birinci olarak kaynakların tespiti için kullandığımız web sayfalarının excel dosyasına yazarak yazılıma yüklenmesidir. Görsel 1’deki operatörlerin görevleri; Get pages operatörü veri sayfasındaki her satır için istediğimiz özelliklerin çıkarılmasını sağlamaktadır. Data to documents operatörü veri kümesini bir belge koleksiyonuna dönüştürme görevini yapmaktadır. Process documents operatörü belgelerin işlenmesini görevini üstlenmektedir. Görsel 2’deki operatörlerin görevleri; Extract content

operatörü HTML belgesinden metin içeriğini çıkarılmasını sağlamaktadır. Tokenize operatörü girdileri bölümlenmektedir. Transform cases operatörü Tüm kelimedeki büyük harfleri küçük harflere dönüştürmeyi sağlamaktadır. Son operatör olan filter tokens operatörü ise belli uzunlukta veya kısalıktaki kelimelerin filtre edilmesini görevini yapmaktadır.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan çalışma sonucunda yapı malzemesi ürünlerinden olan dolap/çekmece kulpları ile ilgili 1657 kelime belirlenmiştir. Bu kelimelerden en fazla satıcı kelimesi 4115 defa ve ürün kelimesi 1200 defa kullanılmıştır. En çok geçen olumlu ve olumsuz değerlendirmeleri içeren kelimeler ve sayıları Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1. Dolap/Çekmece Kulpları ile İlgili Olumlu ve Olumsuz Değerlendirmeleri İçeren Kelimeler ve Sayıları**

Olumlu Anlam İçeren Kelimeler	Sayısı	Olumsuz Anlam İçeren Kelimeler	Sayısı
Güzel	842	Kısa	105
Kaliteli	425	Uzun	91
Hızlı	228	Kırık	75
Beğendim	125	Eksik	73
Kullanışlı	115	Küçük	73
Harika	66	Kalitesiz	57
İyi	60	Sıkıntı	60
Sorunsuz	45	Kötü	48
Eksiksiz	39	Sorun	45
Yakıştı	34	Çizik	35

Yukarıdaki Çizelge incelendiğinde dolap ve çekmece kulpları ile ilgili en güzel değerlendirmelerin güzel ve kaliteli olduğu ile ilgili olduğu; en kötü değerlendirmelerin ise ürünün kısa ve uzun gelmesi ile ilgili olduğu anlaşılmaktadır.

### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada yapı malzemesi ürünlerinden olan dolap ve çekmece kulplarıyla ilgili e-ticaret sitelerinde yapılan değerlendirmeleri analiz edilmeye çalışılmıştır. Bu değerlendirmelerde en çok geçen olumlu ve olumsuz duyguları içeren kelimeler tespit edilmiştir. Bu amaçla web madenciliği tekniği kullanılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda olumlu duygu içeren kelimelerin güzel ve kaliteli olarak en fazla kullanıldığı, olumsuz

değerlendirmeleri içeren kelimeler ise en fazla olarak uzun ve kısa olarak yorumlarda en çok geçtiği tespit edilmiştir.

Dolap ve çekmece kurları ile ilgili yapılan bu çalışma e-ticaret alanında çalışma yapacak araştırmacılara ve bu alanda satış yapan şirketlere yararlı bilgiler sunduğu düşünülmektedir.

E-ticaret alanında web madenciliği çalışmaları az sayıdadır. Bu alandaki çalışmalar arttırılabilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Buhalis, Dimitrios, Information Technology as a Strategic Tool for Tourism and Hospitality Management in the New Millennium, [www.sp.uconn.edu/~yian/frl/38inftec.htm](http://www.sp.uconn.edu/~yian/frl/38inftec.htm)
- [2] Pınar, İ. Turizm Endüstrisinde E Ticaret, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 1, 2005.
- [3] Demirdöğmez, M., Gültekin, N., Taş, H.Y. Türkiye’de E Ticaret Sektörünün Yıllara Göre Değişimi, Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 8, 15, 2018.
- [4] Baykal, A., Çoşkun, C., *Web Madenciliği Teknikleri*, Akademik Bilişim’09 - XI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 797-800, Şanlıurfa, 2009.
- [5] Cuesta, H.A., Coffman, D.L., Branas, C., Murphy H.M. Using Decision Trees to Understand The Influence of Individual- and Neighborhood-Level Factors on Urban Diabetes and Asthma, *Health & Place*, 58, 2019.
- [6] Naik, A., Samant, L. Correlation Review of Classification Algorithm Using Data Mining Tool: Weka, Rapidminer, Tanagra, Orange and Knime, *Procedia Computer Science*, 85, 2016.
- [7] Rasjid Z.E., Setiawan, R. Performance Comparison and Optimization of Text Document Classification Using K-Nn and Naïve Bayes Classification Techniques, *Procedia Computer Science* 116, 2017.
- [8] Ristoski, P., Bizer, C., Paulheim, H. Mining The Web of Linked Data with Rapidminer, *Journal of Web Semantics*, 35, 2015.

## TÜKETİCİLERİN ELEKTRONİK TİCARET SİTELERİNDE AKILLI SAAT SATIN ALMA DAVRANIŞLARININ RASGELE ORMAN MODELİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

**Doç. Dr. Selahattin BARDAK**

<sup>1</sup> Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, sbardak@sinop.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-9724-4762

### ÖZET

Son zamanlarda akıllı saatler akıllı telefonlar gibi çok fazla kullanılmaktadır. Neredeyse bütün yaş gruplarına uygun akıllı saatler bulunmaktadır. Tüketiciler akıllı saatleri satın alırken birçok özelliğine dikkat etmektedirler. Bunlar arasında ergonomiklik, kullanılabilirlik, görünüm ve fiyat gibi birçok özellik bulunmaktadır.

Tüketiciler elektronik ticaret sitelerinden birçok ürün almaktadır. Elektronik ürünlerde bunlar arasında yer almaktadır. Yapılan bu çalışmada tüketicilerin elektronik ürünlerden olan akıllı saatleri satın alırken gösterdikleri satın alma davranışları analiz edilmeye çalışılmıştır. Tüketicilerin satın alma davranışları belirlenirken akıllı saatlerin daha çok görünüş özelliklerinden olan renk, kordon rengi, kasa çapı ve ekran boyutu ve maliyet yönünden fiyat araştırılmıştır. Bu veriler çeşitli e-ticaret sitelerinden en çok satılan akıllı saatlerin özellikleri belirlenerek tespit edilmiştir.

Veriler elde edildikten sonra analiz için rasgele orman modeli kullanılmıştır. Bu modelin uygulanabilmesi için rapidminer programından faydalanılmıştır. Rapidminer yazılımı modelleme çalışmalarında kullanılan çok faydalı bir programdır. Bu program çeşitli görevlerde bulunan operatörleri birbirine bağlamak suretiyle çalışmaktadır. Rasgele orman modelinde fiyat odak noktası olarak seçilmiştir. Rasgele orman modelinde verilerin %70 eğitim ve %30'u test verisi olarak belirlenmiştir.

Rasgele orman modeliyle analiz sonucunda 100 adet karar ağacı oluşmuştur. Model %92.86 doğruluk ile tahminde bulunmuştur. Bu modelin kabul edilebilir düzeyde başarılı tahmin yaptığını göstermektedir. Model oluşturulurken faktörlerin ağırlıkları ise en yüksek kasa çapı (0.350) belirlenmiştir. Bunu renk (0.315), ekran boyutu (0.193 ve kordon rengi (0.142) olarak takip etmektedir.

Yapılan bu çalışma sayesinde tüketicilerin e-ticaret sitelerinden akıllı saat satın alma davranışları hakkında bilgiler elde edilmiştir. Ayrıca bu alanda çalışmak isteyenlere gerekli literatür bilgisine sunabilmektedir.

E-ticaret sitelerinde tüketicilerin satın alma davranışlarıyla ilgili modelleme çalışmaları çok fazla sayıda bulunmamaktadır. Bu alanda çalışmalar artırılabilir.

**Anahtar Kelimeler :** Rasgele orman, Modelleme, Tüketici davranışları, E-ticaret



## EVALUATION OF CONSUMERS' SMART WATCH PURCHASING BEHAVIOR ON ELECTRONIC COMMERCE SITES USING THE RANDOM FOREST MODEL

### ABSTRACT

Recently, smart watches have been used a lot like smartphones. There are smart watches suitable for almost all age groups. Consumers pay attention to many features when purchasing smart watches. These include many features such as ergonomics, usability, appearance and price.

Consumers buy many products from electronic commerce sites. Electronic products are among these. In this study, it was tried to analyze the purchasing behavior of consumers while purchasing smart watches, which are among the electronic products. While determining the purchasing behavior of consumers, the price was researched in terms of color, strap color, case diameter and screen size, and cost, which are mostly the appearance characteristics of smart watches. These data were determined by determining the features of the best-selling smart watches from various e-commerce sites.

After the data was obtained, the random forest model was used for analysis. Rapidminer program was used to implement this model. Rapidminer software is a very useful program used in modeling studies. This program works by connecting operators performing various tasks. Price was chosen as the focal point in the random forest model. In the random forest model, 70% of the data was determined as training data and 30% as test data.

As a result of the analysis with the random forest model, 100 decision trees were formed. The model made a prediction with 92.86% accuracy. This shows that the model makes an acceptable level of successful prediction. While creating the model, the weights of the factors were determined by the highest case diameter (0.350). This is followed by color (0.315), screen size (0.193) and cord color (0.142).

Thanks to this study, information was obtained about consumers' smart watch purchasing behavior from e-commerce sites. It can also provide necessary literature information to those who want to work in this field.

There are not many modeling studies on consumer purchasing behavior on e-commerce sites. Studies in this field can be increased.

**Keywords :** Random forest, Modeling, Consumer behavior, E-commerce

### 1. GİRİŞ

Günümüzde tüketiciler geleneksel alışverişin yanında çeşitli internet siteleri üzerinden ticaret yapan satıcılardan ürünler alabilmektedirler. Elektronik ticaret (e-ticaret) çok farklı şekillerde

tanımlanabilmektedir. 2006 yılında yayımlanan Elektronik Ticaret Rehberi'ne göre, elektronik ticaret, bilgisayar ağları aracılığıyla ürünlerin tasarlanması, üretilmesi, reklamının yapılması, ticari işlemler ve tutarların ödenmesi gibi tüm süreçleri içermektedir. [1,2]. Bu tanıma göre bakıldığında e-ticaret ürün veya hizmetin üretiminden pazarlama, satışına kadar bütün işlemleri kapsamaktadır. E-ticaret sitelerinden birçok ürün satılabilmektedir. Elektronik ürünlerde bunlar arasında çok önemli yer tutmaktadır.

Son zamanlarda akıllı telefonlar gibi akıllı saatlerde çok fazla miktarda kullanım alanına sahip olmaktadır. Bu ürünlerde her yaş grubuna göre ürün bulabilmek mümkündür. Tüketiciler bu ürünleri satın alırken birçok özelliğini bakabilmektedir. Örneğin rengi, kordon rengi, ekran boyutu, kasa çapı ve fiyatı gibi özellikler tüketiciler için son derece önemli olmaktadır.

Çağımızda bilgiye ulaşmak kolaydır. Fakat bu kadar çok bilgiden anlamlı sonuçlar çıkarmak çok da kolay olamamaktadır. Bu çok büyük miktardaki bilgiden anlamlı sonuçlar çıkarmak için çeşitli modeller kullanılabilmektedir.

Rasgele Orman modeli, denetimli sınıflandırma algoritmalarından biridir [3]. Lorena ve arkadaşlarının (2011) belirttiğine göre, bu yöntem, bir dizi karar ağacını eğitir ve ardından topluluktaki tüm ağaçlar üzerinde çoğunluğun olduğu sınıfı belirleyerek çalışır [4]. Rasgele Orman, birbirinden bağımsız çalışan birçok karar ağacının bir araya gelip aralarından en yüksek puan alan değeri seçme prensibine dayanır. Karar ağaçları algoritmasından temel farkı, kök düğümü bulma ve düğümleri bölme işleminin rastgele gerçekleşmesidir. Gislason ve ekibinin (2006) ifadesine göre, Rasgele Orman, verimliliği ve doğruluğuyla öne çıkan kullanışlı bir sınıflandırıcıdır [3, 5].

Yapılan bu çalışmada tüketicilerin e-ticaret sitelerinden akıllı saatleri satın alırken gösterdikleri satın alma davranışları analiz edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla rasgele orman modelinden faydalanılmıştır. Akıllı saatlerin fiyat özelliği tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu özelliği tahmin ederken akıllı saatlerin rengi, kordon rengi, ekran boyutu ve kasa çapı gibi özelliklerinden faydalanılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Verilerin Elde Edilmesi

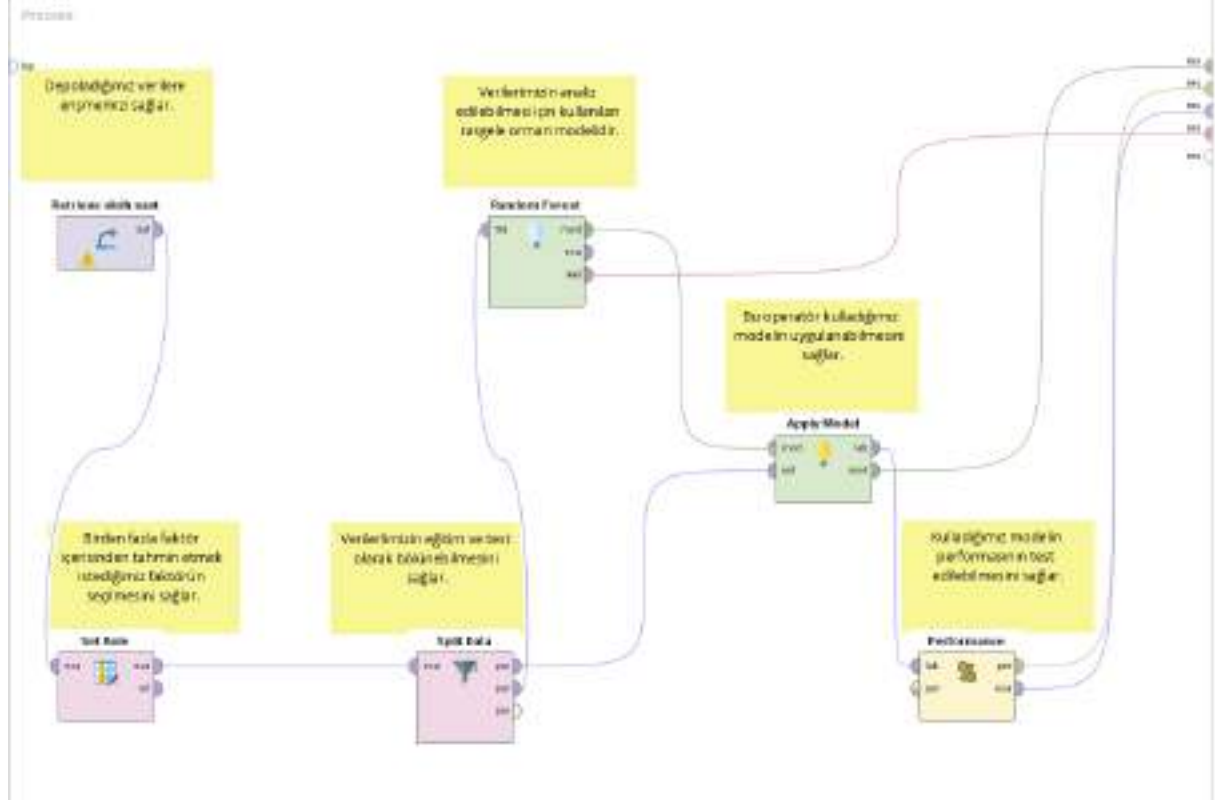
Bu çalışmada tüketicilerin e-ticaret sitelerinden akıllı saat satın alırken hangi özelliklere baktıkları analiz edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla veriler Türkiye'de e-ticaret alanında satış yapan popüler internet siteleri araştırılmıştır. Bu sitelerden en çok satan ürünlerin özellikleri veri olarak alınmıştır. Bu özellikler akıllı saatlerin rengi, kordon rengi, ekran boyutu (inç), kasa çapı (mm) ve fiyatıdır.

### 2.2. Verilerin modellenmesi

Verilerin modellenmesi için birçok yöntem bulunmaktadır. Bu çalışmada bu yöntemlerden biri olan rasgele orman modeli kullanılmıştır. Analizin yapılabilmesi için rapidminer yazılımından

faýdalanılmıştır. Bu yazılım çeşitli görevleri içeren operatörler tarafından çalışmaktadır. Bu operatörlerin birbirine bağlanması suretiyle modeller oluşturulabilmektedir.

Rapidminer yazılımında verilerin analizi için oluşturulan proses Görsel 1’de verilmiştir.



**Görsel 1. Verilerin Analizi için Kullanılan Proses**

Yukarıdaki görselden de anlaşılacağı üzere her bir operatörün görevi bulunmaktadır. Bu operatörler sayesinde rasgele orman modelini kullanarak veriler analiz edilmiştir. Yukarıdaki proses de toplamda 200 veri kullanılmıştır. Bu verilerden %70’i eğitim ve %30’u test için kullanılmıştır.

### 2.3. Modelin Performansının Değerlendirilmesi

Rasgele orman modelinin performansını değerlendirmek için birçok kriter kullanılmaktadır. Bunlar arasında en çok kullanılanlardan korelasyon katsayısı ( $R^2$ ), kök ortalama kare hatası (KOKH), ve ortalama kare hatası (OKH) modellerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

$$R^2 = \left[ \frac{\sum (Y_p - \bar{Y}_p)(Y_o - \bar{Y}_o)}{\sqrt{\sum (Y_p - \bar{Y}_p)^2 (Y_o - \bar{Y}_o)^2}} \right]^2 \quad (3)$$

$$KOKH = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (Y_o - Y_p)^2} \quad (4)$$

$$OKH = KOKH^2 \quad (5)$$

where  $Y_O$  and  $Y_P$  are the measured and predicted values, respectively, and the bar denotes the mean of the variable [6].

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Verilerin yapay sinir ağıları, derin öğrenme ve rasgele orman modelleri kullanılarak test verileri kullanılarak en çok satan tablet ürünlerinin ekran boyut aralıkları tahmin edilmiştir. En çok satan tablet ürünlerinin test verilerine ait özellikleri ve gerçek ve tahmini ekran boyutları Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1. Rasgele orman modelinde test verilerine ait en çok tercih edilen akıllı saatlerin gerçek ve tahmini fiyatları**

Renk	Kordon Rengi	Kasa Çapı (Mm)	Ekran Boyut Aralığı (İnc)	Gerçek Fiyat (TL)	Tahmini Fiyat (TL)
Siyah	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Pembe	38.0	2-2,5	500-1000	500-1000
Pembe	Pembe	38.0	2-2,5	500-1000	500-1000
Siyah	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	5000-5500
Gri	Siyah	45.0	1,5-2	1500-2000	1500-2000
Pembe	Pembe	25.0	1-1,5	2000-2500	2000-2500
Pembe	Pembe	25.0	1-1,5	2000-2500	2000-2500
Siyah	Bej	45.0	1,5-2	2000-2500	2000-2500
Siyah	Pembe	25.0	1-1,5	2000-2500	2000-2500
Siyah	Bej	45.0	1,5-2	2000-2500	2000-2500
Siyah	Pembe	25.0	1-1,5	2000-2500	2000-2500
Gümüş	Siyah	37.0	3-3,5	5500-6000	5500-6000
Gri	Siyah	46.0	0-1	5500-6000	5500-6000
Gümüş	Siyah	46.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Beyaz	Çok Renk	40.0	1,5-2	8500-9000	8500-9000
Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500

Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	41.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Mavi	Çok Renk	38.0	1,5-2	2500-3000	2500-3000
Siyah	Siyah	38.0	1,5-2	5000-5500	5000-5500
Siyah	Siyah	38.0	1,5-2	5000-5500	5000-5500
Bej	Bej	41.0	1-1,5	1500-2000	1500-2000
Bej	Bej	41.0	1-1,5	1500-2000	1500-2000
Siyah	Bej	45.0	1,5-2	2500-3000	2000-2500
Siyah	Çok Renkli	40.0	1,5-2	2500-3000	2500-3000
Pembe	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Gümüş	Siyah	37.0	3-3,5	5500-6000	5500-6000
Gümüş	Siyah	37.0	3-3,5	5500-6000	5500-6000
Gümüş	Siyah	37.0	3-3,5	5500-6000	5500-6000
Siyah	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Pembe	38.0	2-2,5	500-1000	500-1000
Pembe	Pembe	38.0	2-2,5	500-1000	500-1000
Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	41.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	40.0	1-1,5	6000-6500	6000-6500
Siyah	Gri	46.0	1-1,5	500-1000	1000-1500
Siyah	Siyah	42.0	0-1	5000-6000	5000-6000
Siyah	Siyah	42.0	0-1	5000-6000	5000-6000

Siyah	Siyah	42.0	0-1	5000-6000	5000-6000
Gri	Siyah	46.0	0-1	5500-6000	5500-6000
Gri	Siyah	46.0	0-1	5500-6000	5500-6000
Gri	Siyah	46.0	0-1	5500-6000	5500-6000
Siyah	Çok Renkli	46.0	1-1,5	2500-3000	2500-3000
Siyah	Çok Renkli	46.0	1-1,5	2500-3000	2500-3000
Siyah	Çok Renkli	46.0	1-1,5	2500-3000	2500-3000
Siyah	Siyah	46.0	1-1,5	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	46.0	1-1,5	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	40.0	1,5-2	9500-10000	9500-10000
Siyah	Siyah	40.0	1,5-2	9500-10000	9500-10000
Siyah	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Pembe	38.0	2-2,5	500-1000	500-1000
Pembe	Pembe	38.0	2-2,5	500-1000	500-1000
Siyah	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	5000-5500
Gri	Siyah	45.0	1,5-2	1500-2000	1500-2000
Gri	Siyah	45.0	1,5-2	1500-2000	1500-2000
Pembe	Pembe	25.0	1-1,5	2000-2500	2000-2500
Pembe	Pembe	25.0	1-1,5	2000-2500	2000-2500
Siyah	Pembe	25.0	1-1,5	2000-2500	2000-2500
Siyah	Bej	45.0	1,5-2	2000-2500	2000-2500
Siyah	Pembe	25.0	1-1,5	2000-2500	2000-2500
Gümüş	Siyah	37.0	3-3,5	5500-6000	5500-6000
Gümüş	Siyah	37.0	3-3,5	5500-6000	5500-6000
Gümüş	Siyah	37.0	3-3,5	5500-6000	5500-6000
Gri	Siyah	46.0	0-1	5500-6000	5500-6000



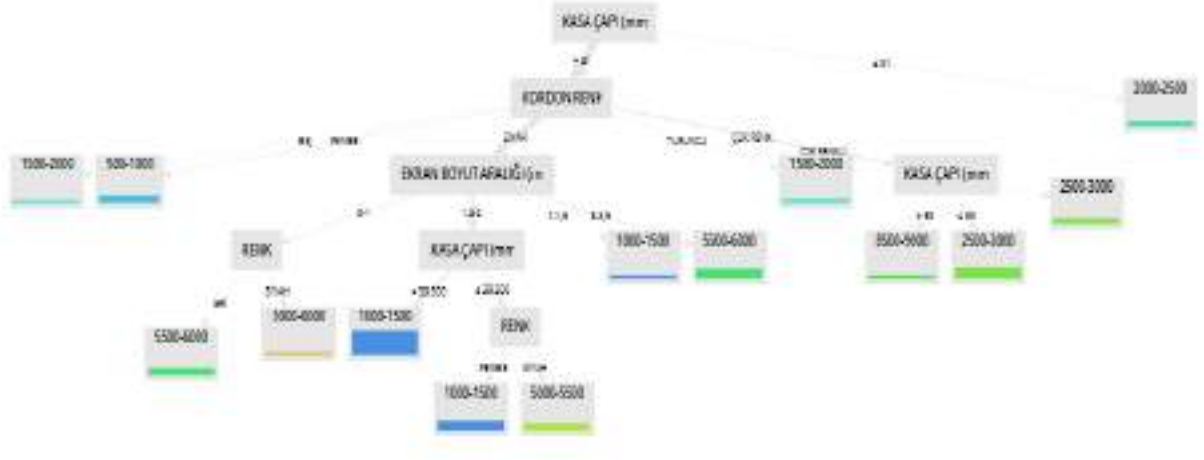
Gri	Siyah	46.0	0-1	5500-6000	5500-6000
Gümüş	Siyah	46.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	41.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	38.0	1,5-2	5000-5500	5000-5500
Siyah	Siyah	38.0	1,5-2	5000-5500	5000-5500
Bej	Bej	41.0	1-1,5	1500-2000	1500-2000
Siyah	Turuncu	49.0	2-2,5	1500-2000	1500-2000
Siyah	Bej	45.0	1,5-2	2500-3000	2000-2500
Siyah	Çok Renkli	40.0	1,5-2	2500-3000	2500-3000
Pembe	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Gümüş	Siyah	37.0	3-3,5	5500-6000	5500-6000
Siyah	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Pembe	38.0	2-2,5	500-1000	500-1000
Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	41.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	41.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Gri	46.0	1-1,5	500-1000	1000-1500
Siyah	Siyah	42.0	0-1	5000-6000	5000-6000
Gri	Siyah	46.0	0-1	5500-6000	5500-6000
Gri	Siyah	46.0	0-1	5500-6000	5500-6000
Gri	Siyah	46.0	0-1	5500-6000	5500-6000
Siyah	Çok Renkli	46.0	1-1,5	2500-3000	2500-3000

Siyah	Çok Renkli	46.0	1-1,5	2500-3000	2500-3000
Siyah	Siyah	46.0	1-1,5	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	46.0	1-1,5	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	46.0	1-1,5	4000-4500	1000-1500
Siyah	Siyah	40.0	1,5-2	9500-10000	9500-10000
Pembe	Pembe	38.0	2-2,5	500-1000	500-1000
Gümüş	Siyah	37.0	3-3,5	5500-6000	5500-6000
Gümüş	Siyah	37.0	3-3,5	5500-6000	5500-6000
Gri	Siyah	46.0	0-1	5500-6000	5500-6000
Gri	Siyah	46.0	0-1	5500-6000	5500-6000
Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Pembe	38.0	2-2,5	500-1000	500-1000
Siyah	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	5000-5500
Gri	Siyah	45.0	1,5-2	1500-2000	1500-2000
Gri	Siyah	45.0	1,5-2	1500-2000	1500-2000
Siyah	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Pembe	38.0	2-2,5	500-1000	500-1000
Siyah	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	5000-5500
Gri	Siyah	45.0	1,5-2	1500-2000	1500-2000
Gri	Siyah	45.0	1,5-2	1500-2000	1500-2000
Beyaz	Çok Renk	40.0	1,5-2	8500-9000	8500-9000
Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500

Siyah	Siyah	41.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Beyaz	Çok Renk	40.0	1,5-2	8500-9000	8500-9000
Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	41.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Mavi	Çok Renk	38.0	1,5-2	2500-3000	2500-3000
Siyah	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Siyah	Siyah	45.0	1,5-2	1000-1500	1000-1500
Pembe	Pembe	38.0	2-2,5	500-1000	500-1000
Siyah	Siyah	38.0	1,5-2	1000-1500	5000-5500
Gri	Siyah	45.0	1,5-2	1500-2000	1500-2000
Gri	Siyah	45.0	1,5-2	1500-2000	1500-2000
Pembe	Pembe	25.0	1-1,5	2000-2500	2000-2500
Siyah	Pembe	25.0	1-1,5	2000-2500	2000-2500
Gümüş	Siyah	37.0	3-3,5	5500-6000	5500-6000
Gümüş	Siyah	37.0	3-3,5	5500-6000	5500-6000
Gri	Siyah	46.0	0-1	5500-6000	5500-6000
Gri	Siyah	46.0	0-1	5500-6000	5500-6000

Yukarıdaki tabloda en çok tercih edilen akıllı saatlerin özellikleri ve gerçek ve tahmini fiyatları görülmektedir.

Rasgele orman modelinden 100 adet karar ağacı elde edilmiştir. Bunlardan örnek olarak bir tanesi Görsel 2’de gösterilmiştir.



**Görsel 2. Örnek Karar ağacı**

Rasgele orman modelinde fiyat tahmininde etkili olan faktörlerin ağırlıkları Çizelge 2’de verilmiştir.

**Çizelge 2. Faktörler ve Ağırlıkları**

Faktörler	Ağırlıkları
Kasa çapı	0.350
Renk	0.315
Ekran boyutu	0.193
Kordon rengi	0.142

Rasgele orman (RO) modelinde test aşamasında performanslarının değerlendirilmesinde kullanılan  $R^2$ , KOKH ve OKH değerleri Çizelge 3’de verilmiştir.

**Çizelge 3. Rasgele Orman Modelinin Performans Değerleri**

Model	Test Aşaması			
	$R^2$	KOKH	OKH	Doğruluk (%)
RO	0.835	0.299	0.089	92.86

Modelin test aşamasında doğruluk tahminlerine bakıldığında %92.86 ile yüksek doğruluk sonucu verdiği görülmüştür. Modellerin başarısında kullanılan performans ölçütlerinden biri olan OKH değerinin 0'a yaklaştığında en yüksek tahmin sonuçları vermektedir [6, 7]. Modelin OKH değerine (0.089) bakıldığında 0'a yakın değer aldığı görülmektedir.

Oluşturulan modellerin geçerliliğini değerlendirirken, bir diğer önemli gösterge, deneysel ve tahmin verileri arasındaki korelasyon katsayısının ( $R^2$ ) değeridir.  $R^2$  değeri 0 ile 1 arasında değişir ve  $R^2$  1'e yaklaştığında tahmin doğruluğu artar [8, 9]. Bu durum deneysel sonuçlar ile tahmin sonuçları arasında iyi bir uyum olduğunu göstermektedir. Çizelge 2'ye bakıldığında fiyat tahmin etmede  $R^2$  değerleri rasgele orman modelinde 0.835 olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada rasgele orman modeli için hesaplanan  $R^2$  değeri %83'den büyüktür. Bu sonuç, önerilen modelin fiyata ilişkin gerçek verilerin değişkenliğinin en az %83'ünün açıklayabildiğini göstermektedir.

Bu değerler aynı zamanda akıllı saat de fiyat tahmin etmede rasgele orman modelinin kullanılabilirliğini de desteklemektedir.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada e-ticaret sitelerinden alınan akıllı saatlerin özellikleri veri olarak elde edilmiş. Daha sonra ise akıllı saatlerin rasgele orman modeliyle fiyatları tahmin edilmiştir. Rasgele orman modelinin verdiği performans değerleri incelendiğinde korelasyon katsayısı, kök ortalama kare hatası, ortalama kare hatası ve doğruluk açısından modelimizin başarılı olduğu söylenebilir.

Bu çalışma e-ticaret sitelerinden satış yapan çeşitli şirketler ve bu alanda çalışma yapacak araştırmacılar için yararlı bilgiler vermektedir. E-ticaret alanında çeşitli modeller kullanılarak yapılan çalışmalar sınır sayıdadır. Bu alanda çalışmalar artırılarak literatüre katkı sağlanabilir.

#### KAYNAKÇA

- [1] [http://www.elektronikticaretrehberi.com/e-ticaret\\_genel\\_bilgiler.php](http://www.elektronikticaretrehberi.com/e-ticaret_genel_bilgiler.php) (Erişim Tarihi:12.12.2023)
- [2] Toplu Yılmaz, Ö., Bayram, O. COVID-19 Pandemi Döneminde Türkiye'de E-Ticaret ve E-İhracat, Kayseri Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Aralık, 2, 2, 2020.
- [3] Yıldırım, O., Günay, F.B. Yağanoğlu, M., Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Orman Yangını Tahmini, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13, 3, 2023.
- [4] Lorena, A.C., Jacintho, L.F. Siqueira, M.F., De Giovanni,R., Lohmann, L.G., De Carvalho, A.C., Yamamoto, M. Comparing Machine Learning Classifiers in Potential Distribution Modelling, Expert Systems with Applications, 38, 5, 2011.

- [5] Gislason, P.O., Benediktsson, J.A. Sveinsson, J.R., Random Forests for Land Cover Classification, *Pattern recognition Letters*, 27, 4, 2006.
- [6] Bardak, S., Bardak, T., Peker, H. Sözen, E., Çabuk, Y., Predicting Effects of Selected Impregnation Processes on The Observed Bending Strength of Wood, with Use of Data Mining Models, *BioResources*, 16, 3, 2021.
- [7] Gultepe, Y. A. Comparative Assessment on Air Pollution Estimation by Machine Learning Algorithms, *European Journal of Science and Technology* 16, 2019.
- [8] Ozsahin S, The Use of an Artificial Neural Network for Modeling the Moisture Absorption and Thickness Swelling of Oriented Strand Board, *BioResources*, 7, 2012.
- [9] Tiryaki, S., Bardak, S., Bardak, T. Experimental Investigation and Prediction of Bonding Strength of Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Bonded with Polyvinyl Acetate Adhesive, *Journal of Adhesion Science and Technology*, 29, 23, 2015.



## ONLINE ALIŞVERİŞTE GİYİM İLE İLGİLİ OLAN YORUMLARIN DUYGU ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

**Doç. Dr. Selahattin BARDAK**

<sup>1</sup> Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, sbardak@sinop.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-9724-4762

### ÖZET

Günümüzde online alışveriş çok fazla kullanılmaktadır. Tüketiciler çeşitli ürünleri online alışveriş sitelerinden rahatlıkla alabilmektedir. Tüketiciler alacağı ürünü daha önce almış olan tüketicilerin yorumları okuyarak deneyim sahibi olabilmektedirler. Bu yapılan yorumlar tüketicinin ürün ile ilgili kararında çok etkili olabilmektedir. Online alışveriş sitelerinde ürünlerle ilgili çok fazla miktarda olumlu ve olumsuz yorumlar bulunabilmektedir. Bu yorumların duygularını analiz etmek çok da kolay olmamaktadır.

Tüketiciler açısından bazen bu kadar çok fazla veriden anlamlı sonuçlar çıkarmak çok zor olmaktadır. Veri madenciliği yöntemleri bize bu açıdan çok kolaylıklar sağlamaktadır. Bu kadar çok veriden anlamlı sonuçlar çıkarmamıza yardımcı olmaktadır.

Veri madenciliği birçok açıdan sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre de birçok yöntem bulunmaktadır. Web madenciliği ve duygu analize de veri madenciliğinde en çok kullanılan yöntemler arasındadır.

Yapılan bu çalışmada Türk tüketicilerinin online alışverişte giyim ile ilgili yorumları analiz edilmeye çalışılmıştır. Giyim alışverişinde mont ürünü seçilmiş ve bu ürünler ilgili duygu analizi yapılmıştır. Duygu analizi yapılmadan önce yorumlarda en çok geçen kelimeleri belirleyebilmek için web madenciliği kullanılmıştır. Daha sonra bu en çok geçen kelimeler üzerinden duygu analizi yapılmıştır. Duygu analizinde negatif, pozitif ve nötr duygular tespit edilmiştir.

Çalışmada 411 kelime belirlenmiştir. Bu kelimelerden 59 tanesi pozitif, 46 tanesi de negatif kelime olarak tespit edilmiştir. 306 kelime ise nötr olarak bulunmuştur. Ayrıca yapılan web madenciliği analizinde en çok geçen kelimelerin sayıları da tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma sayesinde online olarak ürün satan şirketler ve bu alanda araştırma yapacak insanlara faydalı bilgiler sunacağı düşünülmektedir. Online alışverişlerde yapılan yorumların duygu analizi ile değerlendirilmesi çalışmaları sınır sayıda bulunmaktadır. Bu alanda çalışmalara arttırılarak literatüre katkı sağlanabilir.

**Anahtar Kelimeler :** Veri madenciliği, Web madenciliği, Duygu analizi

## EVALUATION OF COMMENTS ABOUT CLOTHING IN ONLINE SHOPPING USING EMOTION ANALYSIS

### ABSTRACT

Nowadays, online shopping is widely used. Consumers can easily buy various products from online shopping sites. Consumers can gain experience by reading the comments of consumers who have purchased the product before. These comments can be very effective in the consumer's decision about the product. There are many positive and negative comments about products on online shopping sites. It is not easy to analyze the emotions of these comments.

For consumers, it is sometimes very difficult to draw meaningful conclusions from so much data. Data mining methods provide us with great convenience in this regard. It helps us draw meaningful conclusions from so much data.

Data mining is classified in many aspects. There are many methods according to this classification. Web mining and sentiment analysis are among the most used methods in data mining.

In this study, Turkish consumers' comments about clothing in online shopping were tried to be analyzed. In clothing shopping, coat products were selected and sentiment analysis was conducted regarding these products. Before performing sentiment analysis, web mining was used to determine the most frequently occurring words in the comments. Then, sentiment analysis was conducted on these most frequently used words. Negative, positive and neutral emotions were detected in sentiment analysis.

411 words were identified in the study. 59 of these words were identified as positive and 46 as negative words. 306 words were found to be neutral. In addition, the numbers of the most frequently occurring words were also determined in the web mining analysis.

It is thought that the study will provide useful information to companies that sell products online and to people who will do research in this field. There are a limited number of studies on evaluating comments made in online shopping using sentiment analysis. Contribution to the literature can be made by increasing studies in this field.

**Keywords :** Data mining, Web mining, Sentiment analysis

### 1. GİRİŞ

Günümüzde tüketiciler online alışverişi çok fazla kullanılabilmektedirler. Teknolojideki ilerlemeler, pek çok sektörü olduğu gibi pazarlamayı da derinden etkilemiştir. Özellikle internetin ortaya çıkışı, farklı alanlarda stratejik farklılıklara sebep olmuş ve bu değişim, pazarlama sektöründe de belirgin bir şekilde görülmüştür. İnternet, pazarlamada yeni bir ortamın, farklı bir dağıtım kanalının ve alternatif bir rekabet aracının ortaya çıkmasına olanak

tanımıştır. İşletmeler, fiziksel mekanların yanı sıra sanal ortamlar ve web siteleri aracılığıyla rekabetin dinamiklerinde önemli değişikliklere ayak uydurmak durumundadır. Web siteleri aracılığıyla pazarlama, işletmelerin ürün ve hizmetlerini sadece fiziksel mağazalarda değil, aynı zamanda online platformlarda da sunmalarını sağlamıştır. İnternet tabanlı pazarlamanın ortaya çıkışı, pazarlama karmaşı unsurlarının (ürün, fiyat, dağıtım ve tutundurma) yeniden yapılandırılmasını ve gözden geçirilmesini zorunlu kılmıştır [1].

Elektronik alışverişin potansiyelini etkileyen temel faktörün, müşterilerin çevrimiçi alışverişe yönelik tutumları olduğu genel olarak bilinmektedir. Müşteri tutumlarını anlamak, pazarlama yöneticilerine çevrimiçi alışveriş oranlarını belirleme ve gelecekteki çevrimiçi ticaret büyümesini değerlendirme konusunda yardımcı olabilir [2].

İnternet üzerinden yapılan alışveriş, geleneksel mağaza ortamlarındaki kalabalık ve sıra beklemeye yönelik problemlerden kaçınma, genellikle daha düşük fiyatlar, tüketicilere rahatlık ve kolaylık sağlama, yedi gün yirmi dört saat alışveriş imkânı ve geniş ürün çeşidi gibi birçok avantaj sunmaktadır. Bununla birlikte, online alışverişin bu avantajlarına rağmen istenilen şekilde gelişmemesinin tam nedenleri net olmasa da, tüketicileri bu kanaldan uzak tutan bazı caydırıcı etmenler de bulunmaktadır [2].

Online alışverişte ürünler hakkında yapılan yorumlar tüketicilerin ürünleri satın alma davranışları üzerinde çok etkili olabilmektedir. Bu yorumlardaki duygular olumlu, olumsuz ve nötr olabilmektedir. Duygu analizi bu yorumların durumunu belirlemede yardımcı olmaktadır.

Duygu analizi, birçok web sitesi ve sosyal medya platformundaki büyük miktardaki yorumların olumlu veya olumsuz duygular içerip içermediğini analiz etmemize olanak tanır. Duygu analizi yöntemleri genellikle iki kategoriye ayrılır. İlk kategori, sözlük tabanlı modellerdir. Bu yöntemde, başlangıçta hangi duygu durumlarının metinlerde aranacağı belirlenir. Ardından, belirlenen duygu durumlarını ifade eden kelimeler ve eş anlamlıları metin içinde aranır. Son olarak, her kelime için bir sözlük yardımıyla duygu durumunu gösteren bir skor elde edilir. İkinci yöntem ise makine öğrenmesine dayalı modellerdir. Bu yöntemde, metinler önce etiketlenir. Daha sonra bu metinler çeşitli metin madenciliği teknikleri ile temizlenir ve işlenir, ardından sınıflandırmaya uygun vektör uzay modelleri oluşturulur. Son aşamada, bu vektör uzayları alt kümeler halinde bölünerek duygu durumu tahmin edilebilir [3-5].

Yapılan bu çalışmada Türk tüketicilerin online alışveriş sitelerinde giyim ürünlerinden olan mont ile ilgili yaptıkları yorumları duygu analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir.

## 2. UYGULAMALAR

### 2.1. Verilerin Elde Edilmesi

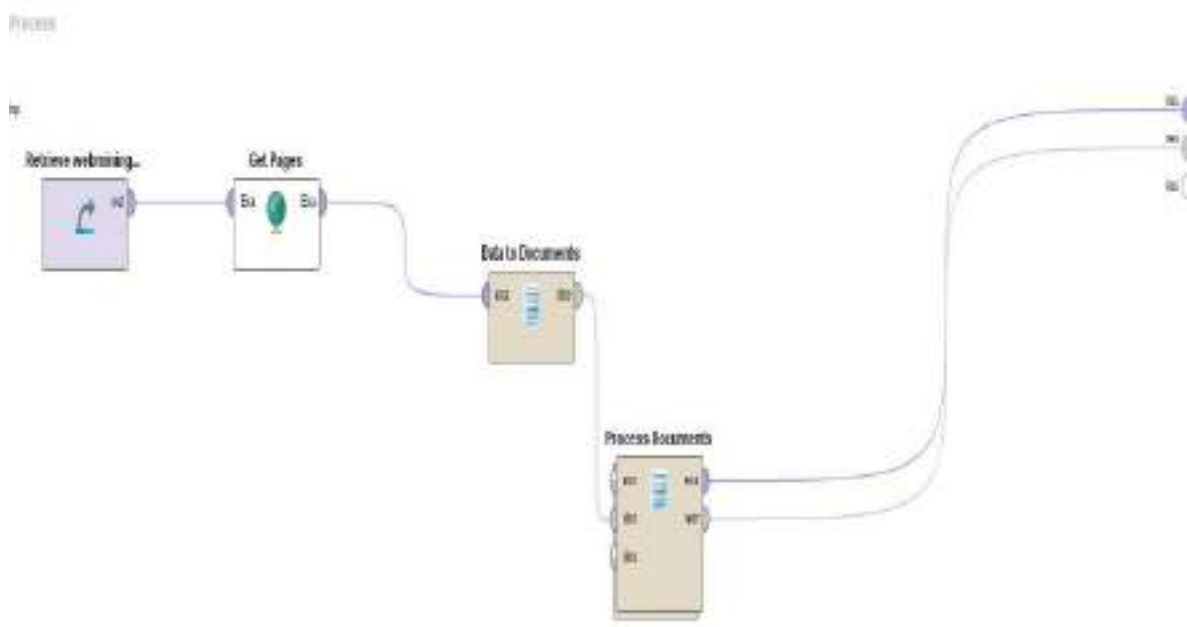
Bu çalışmada online alışveriş sitelerinde Türk tüketicilerin giyim ürünlerinden olan mont ile ilgili yaptıkları yorumlar duygu analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Verilerin elde edilebilmesi için ilk önce web madenciliği yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde Türkiye’de en

popüler online alışveriş sitelerindeki yorumlar web madenciliği ile analiz edilerek bu yorumlarda en çok geçen kelimeler belirlenmiştir. Daha sonra bu kelimelerde duygu analizi yapılmıştır.

## 2.2. Verilerin modellenmesi

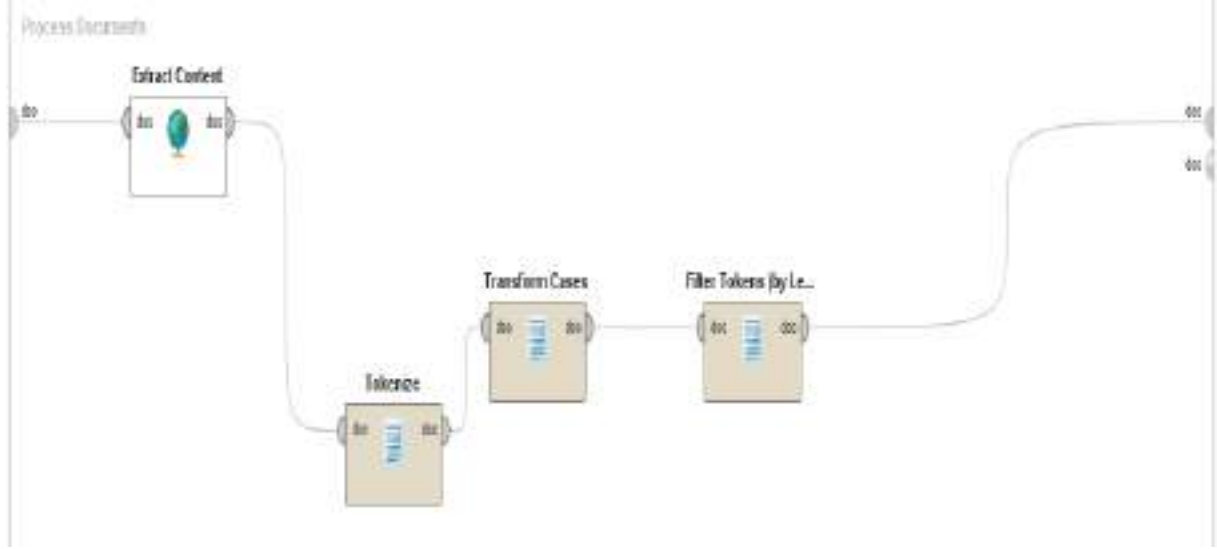
Verilerin web madenciliğiyle elde edilebilmesi için rapidminer yazılımı kullanılmıştır. Bu programda veri toplamak ve analiz etmek için çeşitli görevleri üstlenen birçok operatör bulunmaktadır. Bu yazılım dünyada endüstrilerde ve bilimsel çalışmalarda büyük oranda kullanılmaktadır [5, 11].

Rapidminer yazılımında verilerin elde edilmesi ve analizi için oluşturulan proses Görsel 1’de verilmiştir.



**Görsel 1. Verilerin el edilmesi ve analizi için kullanılan proses**

Rapidminer yazılımında belgelerin işleme için kullanılan operatörün içeriği Görsel 2’de verilmiştir.



**Görsel 2. Belgelerin işlenmesi için kullanılan operatörün içeriği**

Yukarıdaki Görsel 1 ve Görsel 2’de anlaşılacağı üzere her bir operatör bir göreve sahiptir. Operatörlerin görevli sırasıyla; ilk olarak kaynakların tespiti için kullandığımız web sayfalarının excel dosyasına yazarak yazılıma işlenmesidir. Görsel 1’deki operatörlerin görevleri; Get pages operatörü veri sayfasındaki her satır için istediğimiz özelliklerin çıkarılmasını sağlamaktadır. Data to documents operatörü veri kümesini bir belge koleksiyonuna dönüştürmesi görevini üstlenmiştir. Process documents operatörü belgeleri işlemektedir. Görsel 2’deki operatörlerin görevleri; Extract content operatörü HTML belgesinden metin içeriğini çıkarılmasını sağlamaktadır. Tokenize operatörü girdileri bölümlenmektedir. Transform cases operatörü Tüm kelimedeki büyük harfleri küçük harflere dönüştürmeyi sağlamaktadır. Son olarak filter tokens operatörü ise belli uzunlukta veya kısalıktaki kelimelerin filtre etmektedir.

Web madenciliğinden elde edilen kelimelerin duygu analizi için hazırlanan proses Görsel 3’de verilmiştir.





## Görsel 4. Kelime Bulutu

Çizelge 1. Kelimeler, Sayısı, Duygu ve Güven Seviyesi

Türkçe Kelime	İngilizce	Duygu	Güven Seviyesi	Sayısı
acayıp	strange	NONE	100.0	2.0
alacaksınız	if you will buy	NONE	100.0	1.0
alacağım	I will buy	NONE	100.0	1.0
aldanıp	deceived	N	100.0	1.0
aldık	we got	NONE	100.0	3.0
aldım	I bought	NONE	100.0	48.0
anlamadım	I don't understand	N	92.0	1.0
arkası	behind	NONE	100.0	1.0
bakmayın	don't look	NONE	100.0	1.0
bayıldım	I love it	P+	100.0	3.0
başarılı	successful	P+	100.0	2.0
başladı	started	P	100.0	2.0
başladım	I started	P	100.0	1.0
benziyor	looks like	NONE	100.0	1.0
berbat	wretched	N	100.0	2.0
beğendi	like	P	100.0	4.0
beğendik	We liked	P	100.0	3.0
beğendim	I like	P	100.0	8.0
beğenmedim	I do not like	N	92.0	1.0
güvenle	safely	P	100.0	1.0
guzel	Beautiful	P	100.0	4.0
güzel	Beautiful	P	100.0	74.0
hafif	light	NONE	100.0	56.0
haklarına	to your rights	NONE	100.0	1.0
haklı	right	P	100.0	1.0
halen	currently	NONE	100.0	1.0
haliyle	as it is	NONE	100.0	3.0
haricinde	not including	NONE	100.0	1.0
hasarlı	damaged	N	100.0	1.0
hata	mistake	N	100.0	1.0
hatalı	incorrect	N	100.0	1.0
hatası	error	N	100.0	3.0
havalarda	in the weather	NONE	100.0	1.0
hediye	gift	P	100.0	3.0
hediyesi	gift	P	100.0	1.0
hevesi	enthusiasm	P	100.0	1.0
hoşuma	I like it	P	100.0	2.0
hızlı	fast	NONE	100.0	3.0

iade	return	NONE	100.0	12.0
idare	administration	NONE	100.0	2.0
ideal	ideal	P	100.0	4.0
ilgi	interest	P	100.0	1.0
ilgiliydi	was interested	P	100.0	1.0
itici	repulsive	N+	100.0	1.0
iğrenç	disgusting	N	100.0	1.0
îade	return	NONE	100.0	2.0
inanılmaz	unbelievable	NONE	100.0	4.0
isteseydım	if i wanted	NONE	100.0	1.0
itici	repulsive	N+	100.0	8.0
iyiki	It's good that	P	100.0	1.0
içindeki	inside	NONE	100.0	3.0
kabul	acceptance	P	100.0	20.0
kabulleniyorsunuz	you accept	P	100.0	1.0
kacirilmamasi	not to miss	P	92.0	1.0
kacirmayin	don't miss	P	92.0	1.0
kalite	quality	P	100.0	5.0
kalitede	in quality	P	100.0	1.0
kaliteli	quality	P	100.0	25.0
kalitesi	quality	P	100.0	9.0
kalitesinde	in quality	P	100.0	3.0
kalitesiz	of poor quality	N	94.0	1.0
kaliteli	quality	P	100.0	1.0
kalıbı	pattern	NONE	100.0	12.0
kalın	thick	NONE	100.0	22.0
kalınlık	thickness	NONE	100.0	1.0
kalıp	pattern	NONE	100.0	8.0
kalırsanız	if you stay	NONE	100.0	2.0
kapişon	hood	NONE	100.0	1.0
kapşonlu	hoodie	NONE	100.0	76.0
kararsız	indecisive	N	100.0	2.0
kararsızım	I'm undecided	N	100.0	3.0
muhteşem	wonderful	P	100.0	1.0
mükemmel	Perfect	P+	100.0	3.0
nadir	rare	NONE	100.0	1.0
neden	From where	NONE	100.0	1.0
nedenle	for this reason	NONE	100.0	1.0
neredeyse	almost	NONE	100.0	1.0
neye	whereat	NONE	100.0	1.0
normalde	normally	NONE	100.0	5.0
numara	number	NONE	100.0	2.0
oldukca	increasingly	NONE	100.0	2.0
olmadı	It didn't happen	NONE	100.0	2.0
olmayan	non-	NONE	100.0	1.0

olmaz	Impossible	N	100.0	2.0
sorun	problem	N	100.0	5.0
sorunla	with the problem	N	100.0	1.0
sorunu	problem	N	100.0	1.0
soğuk	cold	N	100.0	2.0
standart	standard	NONE	100.0	50.0
stil	style	NONE	100.0	50.0
süper	Super	P+	100.0	1.0
sweat	sweat	NONE	100.0	100.0
söyleyemem	I can not say	NONE	100.0	1.0
süre	duration	NONE	100.0	4.0
sıcacık	warm	P	100.0	6.0
sıcak	hot	NONE	100.0	66.0
sıcakta	in the heat	NONE	100.0	2.0
sıkıntı	problem	N	100.0	1.0
talebi	request	NONE	100.0	2.0
talep	request	NONE	100.0	1.0
tarz	style	NONE	100.0	1.0
tatlı	sweet	P	100.0	3.0
tavsiye	recommendation	P	100.0	11.0
ulaştı	reached	P	100.0	1.0
ürün	product	NONE	100.0	2.0
uygun	suitable	P	100.0	22.0
uyguna	suitable	P	100.0	2.0
uzanmamama	not reaching out	N	92.0	1.0
uzun	LONG	NONE	100.0	10.0
yakıştıramadım	I didn't like it	N	92.0	1.0

Yapılan web madenciliği analizi sonucunda online alışveriş sitelerinde mont ürünü ile ilgili geçen yorumlara ait 411 kelime belirlenmiştir. Bu kelimelerden en fazla mont (278), erkek (233), yorum (163) ve puan (161) kullanıldığı söylenebilir. Yine yapılan çalışmada duygu analizi sonucu bu kelimelerden 59 tanesi pozitif, 46 tanesi de negatif kelime olarak tespit edilmiştir. 306 kelime ise nötr olarak tespit edilmiştir.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada Türk tüketicilerin Türkiye’de en popüler online alışveriş sitelerinde giyim ürünlerinden olan mont hakkında yapılan yorumlarda web madenciliği ve duygu analizi yöntemleri kullanılarak en çok geçen kelimelerin duyguları belirlenmeye çalışılmıştır.

Yapılan analizler sonucu bu yorumlarda en çok kullanılan 411 kelime belirlenmiştir. Bu kelimelerden yapılan duygu analizi sonucu 59 tanesi pozitif, 46 tanesi de negatif kelime olarak tespit edilmiştir. 306 kelimenin ise nötr olduğu tespit edilmiştir.

Online alışveriş üzerine tüketici davranışlarını belirleyen çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu alanda çalışmalar genişletilerek araştırma yapacaklara önemli bilgiler sağlayacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

- [1] Özgüven, N. Tüketicilerin Online Alışverişe Karşı Tutumları İle Demografik Özellikleri Arasındaki İlişkinin Analizi, KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 13, 21, 2011.
- [2] Algür, S., Cengiz, F. Türk Tüketicilere Göre Online (Çevrimiçi) Alışverişin Riskleri ve Yararları, Journal of Yasar University, 22 6, 2011.
- [3] Kaynar, O., Aydın, Z., Görmez, Y. Sentiment analizinde öznitelik düşürme yöntemlerinin oto kodlayıcı derin öğrenme makinaları ile karşılaştırılması, Bilişim Teknolojileri Dergisi, Temmuz, 10, 3, 2017.
- [4] Karayılmazlar, S., Bardak, T., Avcı, Ö., Kayahan, K., Karayılmazlar, A.S., Çabuk, Y., Kurt, R., İmren, E. Veri madenciliği algoritmalarına dayalı olarak sosyal medya üzerinden mobilya seçimindeki yönelimlerin belirlenmesi: Twitter örneği, Türkiye Ormancılık Dergisi, Aralık, 20,4, 2019.
- [5] Bardak, S., Bardak, T. *Sosyal Medya Madenciliği ve Duygu Analizi İle Telefon Hakkındaki Yorumlarının Değerlendirilmesi: Twitter Örneği*, Anadolu 11. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 23-31, Diyarbakır, 2022.
- [6] Bardak, T., Bardak, S. *Twitter Verilerine Dayalı Olarak Farklı Şehirlerdeki Mobilya Eğilimlerinin Cinsiyet Açısından Belirlenmesi*, 4th International Symposium on Innovative Approaches in Engineering and Natural Sciences, 52-54, Samsun, 2019.
- [7] Demeter, K., Szász, L., Kő, A. A text mining based overview of inventory research in the ISIR , International Journal of Production Economics, March, 209, 2019.
- [8] Udayakumar, S., Senadeera, D.C., Yamunarani, S., Cheon, N.J. Demographics analysis of twitter users who tweeted on psychological articles and tweets analysis, Procedia Computer Science, 144, 2018.
- [9] Chou, J.S., Ho, C.C., Hoang, H.S. Determining quality of water in reservoir using machine learning, Ecological informatics, March, 44, 2018.
- [10] Ristoski, P., Bizer, C., Paulheim, H. Mining the web of linked data with rapidminer, Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, 35, 2015.
- [11] Rasjid, Z.E., Setiawan, R. Performance comparison and optimization of text document classification using k-nn and naïve bayes classification techniques, Procedia Computer Science, October, 116, 2017.

## ONLINE ALIŞVERİŞTE EN ÇOK YAŞANAN SORUNLARIN KARAR AĞACI MODELİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

**Doç. Dr. Selahattin BARDAK**

<sup>1</sup> Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, sbardak@sinop.edu.tr - ORCID ID:  
0000-0001-9724-4762

### ÖZET

Son zamanlarda tüketiciler mağazadan alışveriş yanında online olarak da çok çeşitli ürünler satın almaktadırlar. Günümüzde zaman ve maliyet çok önemli olduğundan online alışveriş bu açılardan çok büyük avantajlar sağlayabilmektedir. Tüketiciler alacakları ürünleri fiyatlarını çeşitli sitelerden karşılaştırabilmektedirler. Aynı zamanda birçok online alışveriş sitesinden alacakların ürünlerin özelliklerini inceleyebilmektedirler. Bu durumda, tüketicilere ürünlerini hem daha ucuza ham de evlerinde ya da herhangi bir yerde çok rahat bir şekilde satın alma fırsatı sunmaktadır

Online alışverişin bu avantajları yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Örneğin ürünün zamanında gelmemesi, farklı bir ürün gelmesi ya da ürünün hatalı, eksik gelmesi veya farklı birçok sorun ile tüketiciler karşılaşabilmektedirler. Tüketiciler bu gibi durumlarda şikayetçi olabilmektedirler.

Yapılan bu çalışmada Türk tüketicilerin çeşitli online alışveriş sitelerinden aldıkları ürünlerde karşılaştıkları sorunlar analiz edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için çeşitli sorulardan oluşan bir soru formu oluşturulmuştur. Bu anketten elde edilen veriler karar ağacı modeliyle değerlendirilmiştir. Soru formu 18 yaşından büyük 250 kişiye uygulanmıştır.

Çalışma sonucuna kullanılan karar ağacı modeli %72 doğruluk ile online alışverişte karşılaşılan sorunları tahmin edebilmiştir. Karar ağacı modelinde faktörlerin ağırlıkları sırasıyla; cinsiyet (0.417), yaş (0.249), meslek (0.225) ve eğitim durumu (0.110) olarak bulunmuştur. Karar ağacı modelinde en önemli faktörün cinsiyet, en önemsiz faktörün ise eğitim durumu yapılan değerlendirme sonucu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma sayesinde online alışverişte genel olarak yaşanan sorunlar tespit edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen veriler bu alanda araştırma yapacaklara ve online olarak satış yapan çeşitli firmalara yararlı bilgiler sunacağı düşünülmektedir.

Online alışverişte çeşitli modellerin kullanıldığı çalışmalar çok fala bulunmamaktadır. Bu anlam da literatürde eksiklikler oluşabilmektedir. Bu alanda çalışma sayısı arttırılarak literatüre katkılar sağlanabilir.

**Anahtar Kelimeler :** Online alışveriş, Sorun, Modelleme, Karar ağacı

## EVALUATION OF THE MOST COMMON PROBLEMS IN ONLINE SHOPPING WITH DECISION TREE MODEL

### ABSTRACT

Recently, consumers have been purchasing a wide variety of products online as well as in-store. Since time and cost are very important today, online shopping can provide great advantages in these respects. Consumers can compare the prices of the products they will buy on various sites. At the same time, they can examine the features of the products they will purchase from many online shopping sites. In this case, it offers consumers the opportunity to purchase their products at a cheaper price and very comfortably at home or anywhere.

Besides these advantages, online shopping also has disadvantages. For example, consumers may encounter problems such as the product not arriving on time, a different product arriving, the product arriving faulty or incomplete, or many other problems. Consumers can complain in such cases.

In this study, the problems encountered by Turkish consumers in the products they purchased from various online shopping sites were tried to be analyzed. To carry out this study, a questionnaire consisting of various questions was created. The data obtained from this survey was evaluated with the decision tree model. The questionnaire was applied to 250 people over the age of 18.

As a result of the study, the decision tree model used was able to predict the problems encountered in online shopping with 72% accuracy. In the decision tree model, the weights of the factors are respectively; It was found to be gender (0.417), age (0.249), profession (0.225) and education level (0.110). In the decision tree model, it was determined that the most important factor was gender and the least important factor was education level, as a result of the evaluation.

Thanks to the study, general problems in online shopping were identified. It is thought that the data obtained from this study will provide useful information to those who will conduct research in this field and to various companies that sell online.

There are not many studies using various models in online shopping. In this sense, there may be deficiencies in the literature. Contributions to the literature can be made by increasing the number of studies in this field.

**Keywords :** Online shopping, Problem, Modeling, Decision tree

### 1. GİRİŞ

Günümüzde tüketiciler geleneksel olarak alışveriş yanında online alışveriş sitelerinde de ürünler satın alabilmektedirler. Bilgi teknolojisindeki ilerlemeler, tüketicileri çevrimiçi alışveriş yapan bireylere dönüştürerek, genç neslin çoğunluğunu neredeyse tamamen çevrimiçi



tüketicilere yönlendirmiştir [1]. Bu nedenle, son yıllarda online tüketici davranışı, birçok disiplinde önemli bir araştırma konusu olarak kabul edilmektedir. Bu disiplinler arasında bilgi sistemleri, pazarlama, yönetim bilimi, psikoloji ve sosyal psikoloji yer almaktadır [1-9].

Online alışverişin birçok avantajı bulunmaktadır. Tüketiciler online alışveriş siteleri sayesinde birçok ürünün fiyat karşılaştırılması yapabilmektedir. Aynı zamanda evlerinde veya herhangi bir yerde bu sitelerden alışverişlerini yapabilmektedirler. Bu durum tüketicilere zaman ve fiyat açısından çok büyük avantajlar sağlamaktadır.

Online sitelerden alışverişin avantajları yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Aldıkları ürünlerin zamanında gelmemesi, ürünlerin eksik ve hatalı gelmesi, farklı bir ürün gelmesi ve farklı birçok sorun ile tüketiciler karşılaşabilmektedirler.

Karar ağaçları, günümüzde sıkça tercih edilen sınıflandırma modellerinden biridir ve ilk kez Breiman ve ekibi tarafından önerilmiştir [10]. Bu model, verilerin sınıflandırılmasını iki aşamada gerçekleştirir. İlk aşama olan öğrenme sürecinde, bilinen bir öğrenme veri seti kullanılarak sınıflandırma algoritmasıyla model oluşturulur. Oluşturulan model, sınıflandırma kurallarını belirler ve genellikle bir karar ağacı formatında ifade edilir. İkinci aşama ise test verisi sürecidir ve sınıflandırma kurallarının doğruluğunu değerlendirmek amacıyla kullanılır [11-13].

Yapılan bu çalışmada Türk tüketicilerinin online alışveriş sitelerinden yaptıkları alışverişlerde yaşadıkları sorunlar karar ağacı modeliyle analiz edilmeye çalışılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Verilerin Elde Edilmesi

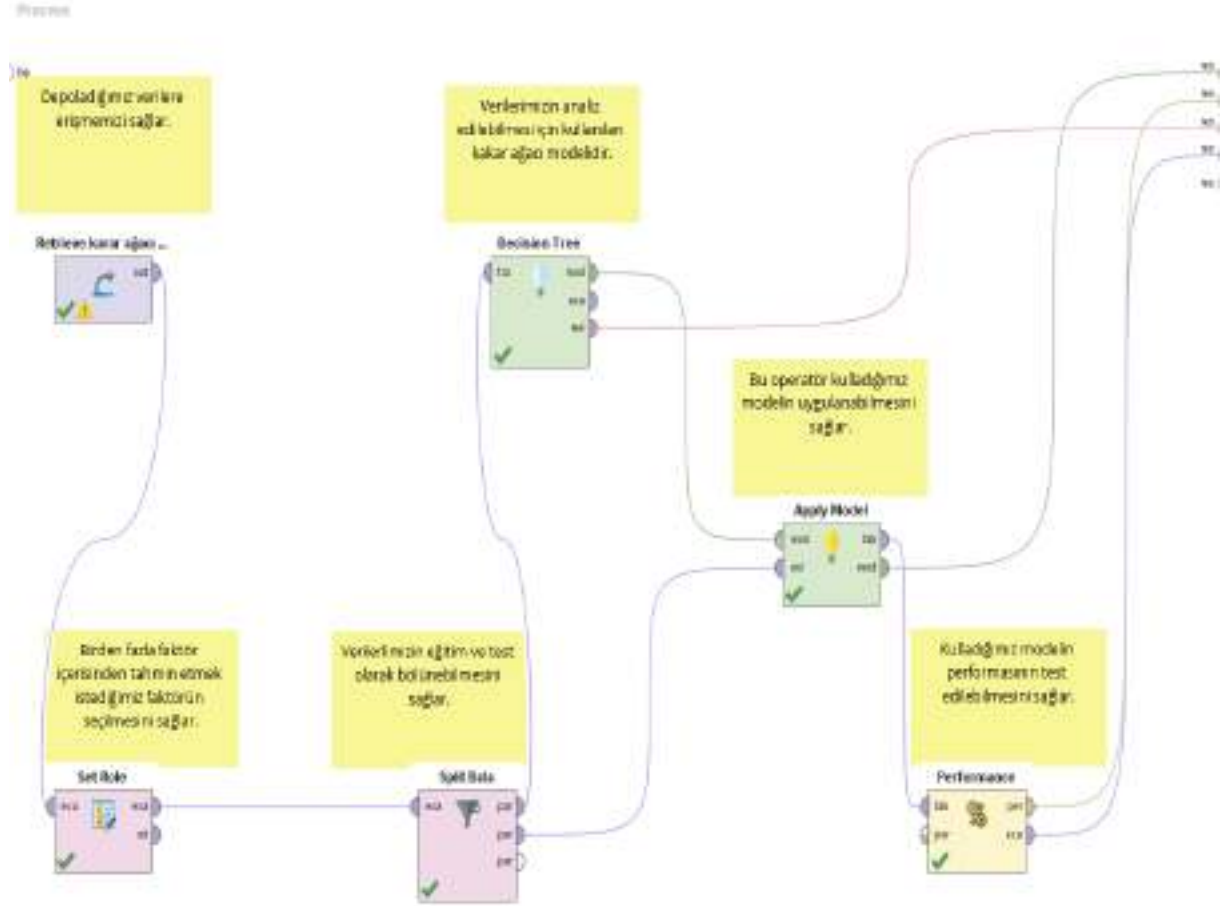
Bu çalışmada tüketicilerin online alışverişte en çok karşılaştıkları sorunların belirlenebilmesi için karar ağacı modeli kullanılmıştır. Bu modelde verilerin elde edilebilmesi için çeşitli sorulardan oluşan soru formu oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan soru formu 18 yaşından büyük 250 katılımcıya uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan soru formu Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1. Çalışmada Kullanılan Soru Formu**

Cinsiyetiniz	Yaşınız	Mesleğiniz	Eğitim Durumunuz	Sorun
Kadın	18-24	Öğrenci	İlköğretim	Ürünün zamanında gelmemesi
Erkek	25-44	Kamu çalışanı	Lise	Ürünün eksik gelmesi
	45-64	Emekli	Ön Lisans	Ürünün hatalı gelmesi
	65 ve üstü	Diğer	Lisans	Başka bir ürün gelmesi
		Çalışmıyor	Lisansüstü	Diğer

## 2.2. Verilerin modellenmesi

Soru formunda elde edilen verilerin modellenmesi için karar ağacı modeli kullanılmıştır. Bu modelin uygulanabilmesi için rapidminer yazılımından faydalanılmıştır. Karar ağacı modelinde verilerin analizi için hazırlanan proses Görsel 1’de verilmiştir.



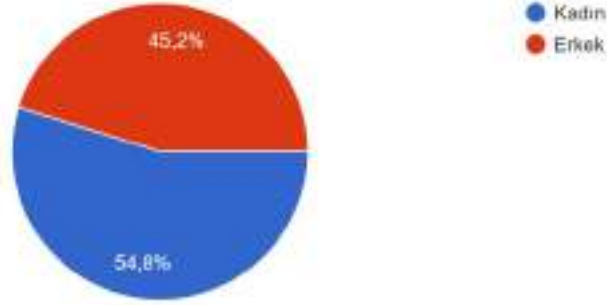
**Görsel 1. Verilerin Analizi için Kullanılan Proses**

Yukarıdaki görsel görüldüğü üzere her bir operatörün bir görevi bulunmaktadır. Rapidminer yazılımında prosesler farklı görevleri üstlene operatörleri birbirlerine bağlamak suretiyle oluşturulmaktadır. Çalışmada verilerin %70’i eğitim ve %30 ise test için kullanılmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Uygulanan soru formundan elde edilen sonuçlar Görsel 2-6 arasında verilmiştir.

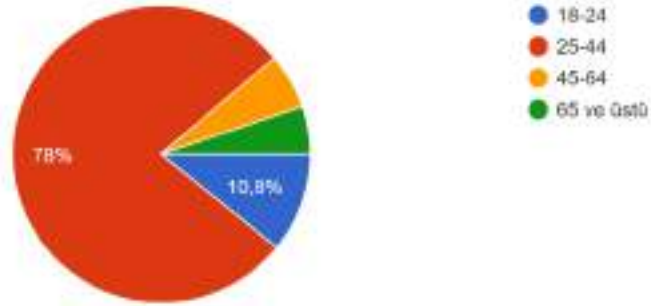
Cinsiyetiniz?  
250 yanıt



### Görsel 2. Cinsiyet Sonuçları

Uygulanan soru formundaki kişilerin %54.8'i kadın ve %45.2'si ise erkektir.

Yaşınız?  
250 yanıt

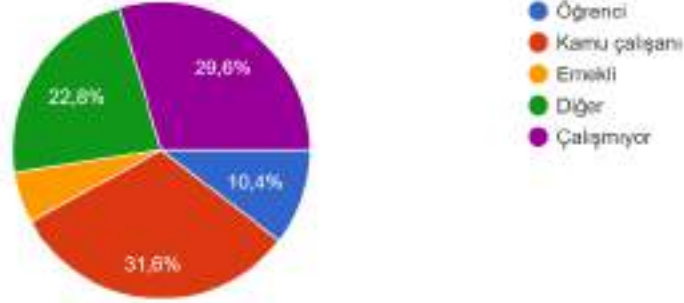


### Görsel 3. Yaş Sonuçları

Soru formundaki sonuçlara göre çoğunluğun (%78) 25-44 yaş arasında olduğu tespit edilmiştir.

#### Mesleğiniz?

250 yanıt

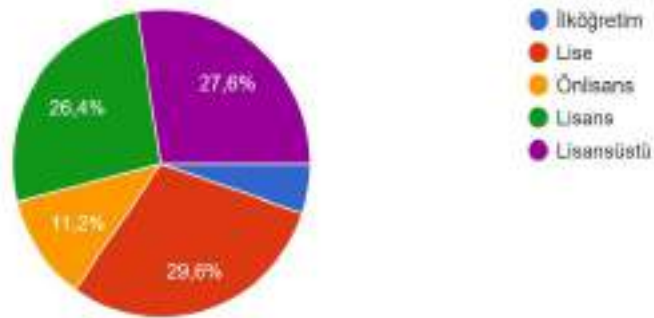


#### Görsel 4. Meslek Sonuçları

Yapılan soru formuna göre kişilerin çoğunluğunun kamu çalışanı (%31.6) ve çalışmayan (29.6) kişilerden oluştuğu bulunmuştur.

#### Eğitim Durumunuz?

250 yanıt

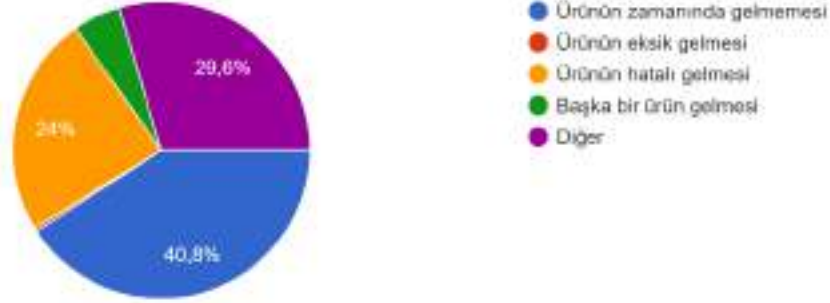


#### Görsel 5. Eğitim durumu Sonuçları

Uygulanan soru formu sonucu kişilerin eğitim durumu en çok lise (%29.6), Lisansüstü (%27.6) ve lisans (%26.4) eğitim düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

### Online Alışverişte Yaşadığınız En Büyük Sorun?

250 yanıt



### Görsel 6. Online Alışverişte En Çok Yaşanılan Sorunlar

Uygulanan soru formundan elde edilen verilere göre online alışverişte en çok yaşanan sorunlar sırasıyla; ürünün zamanında gelmemesi (%40.8), diğer (%29.6), ürünün hatalı gelmesi (%24), başka bir ürün gelmesi (%5.2) ve ürünün eksik gelmesi (%0.4) olarak bulunmuştur.

Online alışveriş sitelerinde Türk tüketicilerin en çok karşılaştıkları sorunları belirleyebilmek için uygulanan kara ağacı modeli %72 doğruluk ile tahminde bulunmuştur.

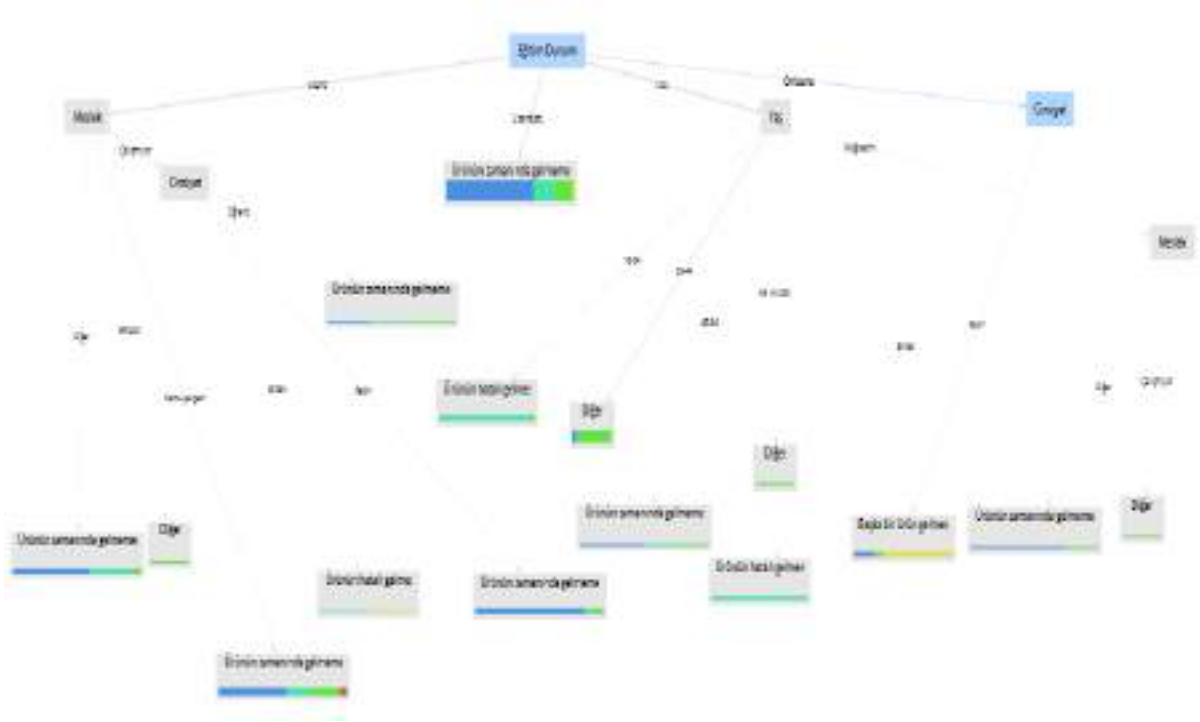
Uygulanan karar ağacı modelin faktörlerin ağırlıkları Çizelge 2’de verilmiştir.

### Çizelge 2. Faktörler ve Ağırlıkları

Faktörler	Ağırlıkları
Cinsiyet	0.417
Yaş	0.249
Meslek	0.225
Eğitim Durumu	0.110

Yukarıdaki çizelgede de görüleceği üzere modelin oluşmasında en önemli faktör cinsiyet (0.417) ve en önemsi faktör ise eğitim durumu (0.110) olarak tespit edilmiştir.

Gerçekleştirilen model sonucu elde edilen karar ağacı Görsel 7’de verilmiştir.



**Görsel 7. Karar ağacı**

Karar ağacı modelinin metin hali aşağıda verilmiştir.

Eğitim Durumu = Lisans

| Meslek = Diğer: Ürünün zamanında gelmemesi {Ürünün zamanında gelmemesi=6, Ürünün hatalı gelmesi=3, Diğer=1, Başka bir ürün gelmesi=0, Ürünün eksik gelmesi=0}

| Meslek = Emekli: Diğer {Ürünün zamanında gelmemesi=0, Ürünün hatalı gelmesi=0, Diğer=2, Başka bir ürün gelmesi=0, Ürünün eksik gelmesi=0}

| Meslek = Kamu çalışanı: Ürünün zamanında gelmemesi {Ürünün zamanında gelmemesi=9, Ürünün hatalı gelmesi=3, Diğer=4, Başka bir ürün gelmesi=0, Ürünün eksik gelmesi=1}

| Meslek = Çalışmıyor

| | Cinsiyet = Erkek: Ürünün hatalı gelmesi {Ürünün zamanında gelmemesi=0, Ürünün hatalı gelmesi=1, Diğer=0, Başka bir ürün gelmesi=1, Ürünün eksik gelmesi=0}

| | Cinsiyet = Kadın: Ürünün zamanında gelmemesi {Ürünün zamanında gelmemesi=11, Ürünün hatalı gelmesi=1, Diğer=1, Başka bir ürün gelmesi=0, Ürünün eksik gelmesi=0}

| Meslek = Öğrenci: Ürünün zamanında gelmemesi {Ürünün zamanında gelmemesi=1, Ürünün hatalı gelmesi=1, Diğer=1, Başka bir ürün gelmesi=0, Ürünün eksik gelmesi=0}



Eğitim Durumu = Lisansüstü: Ürünün zamanında gelmemesi {Ürünün zamanında gelmemesi=34, Ürünün hatalı gelmesi=8, Diğer=7, Başka bir ürün gelmesi=1, Ürünün eksik gelmesi=0}

Eğitim Durumu = Lise

| Yaş = 18-24: Ürünün hatalı gelmesi {Ürünün zamanında gelmemesi=0, Ürünün hatalı gelmesi=13, Diğer=1, Başka bir ürün gelmesi=0, Ürünün eksik gelmesi=0}

| Yaş = 25-44: Diğer {Ürünün zamanında gelmemesi=3, Ürünün hatalı gelmesi=1, Diğer=25, Başka bir ürün gelmesi=0, Ürünün eksik gelmesi=0}

| Yaş = 45-64: Ürünün zamanında gelmemesi {Ürünün zamanında gelmemesi=2, Ürünün hatalı gelmesi=1, Diğer=1, Başka bir ürün gelmesi=0, Ürünün eksik gelmesi=0}

| Yaş = 65 ve üstü: Diğer {Ürünün zamanında gelmemesi=0, Ürünün hatalı gelmesi=0, Diğer=5, Başka bir ürün gelmesi=0, Ürünün eksik gelmesi=0}

Eğitim Durumu = Ön lisans

| Cinsiyet = Erkek: Ürünün hatalı gelmesi {Ürünün zamanında gelmemesi=0, Ürünün hatalı gelmesi=9, Diğer=0, Başka bir ürün gelmesi=0, Ürünün eksik gelmesi=0}

| Cinsiyet = Kadın: Başka bir ürün gelmesi {Ürünün zamanında gelmemesi=2, Ürünün hatalı gelmesi=0, Diğer=1, Başka bir ürün gelmesi=7, Ürünün eksik gelmesi=0}

Eğitim Durumu = İlköğretim

| Meslek = Diğer: Ürünün zamanında gelmemesi {Ürünün zamanında gelmemesi=3, Ürünün hatalı gelmesi=0, Diğer=1, Başka bir ürün gelmesi=0, Ürünün eksik gelmesi=0}

| Meslek = Çalışmıyor: Diğer {Ürünün zamanında gelmemesi=0, Ürünün hatalı gelmesi=1, Diğer=2, Başka bir ürün gelmesi=0, Ürünün eksik gelmesi=0}

Yukarıda verilen karar ağacı modelinin metin halinin bazılarını yorumlayacak olursak;

- 1- Eğitim durumu lisans ve mesleği diğer olan kişiler online alışverişte en çok ürünün zamanında gelmemesinden şikayet etmişlerdir.
- 2- Eğitim durumu lisans ve mesleği kamu çalışanı olan kişiler online alışverişte en çok ürünün zamanında gelmemesinden şikayette bulunmuşlardır.
- 3- Eğitim durumu lisans, çalışmayan ve cinsiyeti erke olan kişiler online alışverişte en fazla ürünün hatalı gelmesinden şikayetçi olmuşlardır.
- 4- Eğitim durumu lisans, çalışmayan ve cinsiyeti kadın olan kişiler online alışverişte en çok ürünün hatalı gelmesinden şikayetçi olmuşlardır.
- 5- Eğitim durumu lisansüstü olan kişiler online alışverişte en fazla ürünün zamanında gelmemesinden şikayet etmişlerdir.

- 6- Eğitim durumu lise ve yaşı 18-24 olan kişiler online alışverişte en çok ürünün hatalı gelmesinden şikayet etmişlerdir.
- 7- Eğitim durumu lise ve yaşı 65 ve üstü olan kişiler diğer cevabı vermişlerdir.
- 8- Eğitim durumu ön lisans ve cinsiyeti erkek olan kişiler online alışverişte en çok ürünün hatalı gelmesinden şikayet etmişlerdir.
- 9- Eğitim durumu ön lisans ve cinsiyeti kadın olan kişiler ise online alışverişte en çok başka bir ürün gelmesinden şikayette bulunmuşlardır.
- 10- Eğitim durumu ilköğretim ve çalışmayan kişiler diğer cevabı vermişlerdir.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada Türk tüketicilerin online alışverişte yaşadığı sorunlar karar ağacı algoritması kullanılarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonucu oluşturulan karar ağacı modeli %72 doğruluk ile online alışverişte yaşanan sorunları tahmin etmiştir. Karar ağacı modelinin oluşumunda en önemli faktörün cinsiyet (0.417) olduğu belirlenmiştir. Bu faktörü yaş, meslek ve eğitim durumu sırasıyla takip etmektedir.

Ülkemizde online sitelerde alışverişte karşılaşılan sorunlarla ilgili çeşitli modelleri kullanarak yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu alandaki çalışmalar arttırılarak literatüre katkı sağlanabilir.

#### KAYNAKÇA

- [1] Chen, L. *Online Consumer Behavior: An Empirical Study Based on Theory of Planned Behavior*, for the Degree of Doctor of Philosophy, The Graduate College at the University of NebraskaLincoln:Nebraska, 2009.
- [2] Hoffman, D. L., Novak, T.P. Marketing in Hypermedia Computer- Mediated Environments: Conceptual Foundations, *Journal of Marketing*, 60, 1996.
- [3] Koufaris, M. Applying The Technology Acceptance Model And Flow Theory to Online Consumer Behavior, *Information Systems Research*, 13, 2, 2002.
- [4] Gefen, D., Karahanna, E., Straub, D.W. Trust and TAM in Online Shopping: An Integrated Model”, *MIS Quarterly*, 27, 1, 2003.
- [5] Pavlou, P. A. Consumer Acceptance of Electronic Commerce: Integrating Trust and Risk with The Technology Acceptance Model, *International Journal of Electronic Commerce*, 7, 3, 2003.

- [6] Cheung, C. M. K., Chan, G.W.W., Limayem, M. A Critical Review of Online Consumer Behavior: Empirical Research, *Journal of Electronic Commerce in Organizations*, 3, 4, 2005.
- [7] Pavlou, P. A., Fygenson, M. Understanding and Predicting Electronic Commerce Adoption: An Extension of The Theory of Planned Behavior, *MIS Quarterly*, 30, 1, 2006.
- [8] Zhou, L., Dai L., Zhang, D. Online Shopping Acceptance Model - A Critical Survey of Consumer Factors in Online Shopping, *Journal of Electronic Commerce Research*, 8, 1, 2007.
- [9] Uygun, M., Özçiftçi, V., Uslu Divanoğlu, S. Tüketicilerin Online Alışveriş Davranışını Etkileyen Faktörler, *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 3, 2, 2011.
- [10] Breiman L, Friedman J.H, Stone C.J, Olshen R.A. *Classification and Regression Trees*, 1st ed. New York: Chapman and Hall; 1984.
- [11] Han J, Kamber M. *Data mining: Concepts and Techniques, Morgan Kaufmann*, San Francisco, ABD; 2000.
- [12] Lewis RJ., *An Introduction to Classification and Regression Tree (CART) Analysis*. The 2000 Annual Meeting of The Society for Academic Emergency Medicine, San Francisco, California, ABD; 2000.
- [13] Korkmaz Ağaoglu, Ö., Gürcan, İ.S. Veteriner hekimliği alanında karar ağaçları uygulamalarının incelenmesi, *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 94, 2, 2023.

## DAKİKALIK ARAÇ KİRALAMA SEKTÖRÜNDE GÜVENLİ VE ÇEVRECİ SÜRÜŞ ODAKLI MÜŞTERİ SEGMENTASYON

**Emre Delice<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Vektör Teknoloji A.Ş., [emre.delice@vektortelekom.com](mailto:emre.delice@vektortelekom.com)

### ÖZET

Dakikalık araç kiralama uygulamaları tüm dünyada hızlı erişim ve kolay ulaşım özellikleri ile bilinmektedir. İlk defa 2000’li yıllarda ortaya çıkan bu hizmet tüm dünyada yaygınlaşmış ve müşterileri tarafından sıkça kullanılır bir hal almış, bununla da kalmayıp hayatlarının bir parçası haline gelmiştir. Araç sahipliğine bir alternatif olma özelliği taşıyan bu uygulamalar insanlara ihtiyaç olduğu kadar araba kullanma alışkanlığı getirmiştir. Müşteriler hizmet bölgesi içerisinde yer alan araçları görüp kendine yakın olanı alıp ulaşım ihtiyaçlarını karşıladıktan sonra yine hizmet bölgesi içerisinde park edilebilir herhangi bir yerde arabayı istedikleri yerde bırakabilirler. Kullanılan süre kadar da ücret ödenir. Herhangi bir süre taahhüdü veya sabit ücret yansıtması bulunmaz. Bu tarz uygulamalarda müşteriler kendilerine ait olan bir araba kullanmadıklarından ve arabayı alıp teslim ederken herhangi bir insan kontrolü olmadığından normalden farklı sürüş ve kullanım sergileme eğiliminde olabiliyorlar. Bu durum güvenli olmayan sürürlere, kaza durumlarına ve çevreci olmayan sürürlere sebebiyet verebilmektedir. Hizmet veren firmalar için bu durumun önüne geçmek elzemdir. Maddi ve/veya manevi kayıplar vermemek, çevreye duyarlı ve güvenli sürüşe özendirilen araç kiralamaları gerçekleşmesini sağlamak gerekmektedir. Müşterilerin sürüş özelliklerini anlayıp iyi ve kötü sürüş gerçekleştiren müşteriler ayırt edilmelidir. Bu sayede, kötü sürüşler ve muhtemel kazalar önlenir, iyi sürüş sergileyen müşteriler ise teşvik edilmiş olabilecektir. Kiralama yapılan araçlarda takip cihazları bulunması sebebiyle kiralama süresince sürüş olayları alınabilmektedir. Bu olaylar başlıca şu kiralama özniteliklerine karşılık gelmektedir: ani hızlanma, ani yavaşlama, ani dönüş, hız aşım, yakıt tüketimi. Bu çalışmada dakikalık araç kiralama sektöründe hizmet veren firma verileri üzerinden uygulama yapılmıştır. Müşterilerin araba kiralamalarında gerçekleştirdikleri sürüş öznitelikleri toplanmış olup bu öznitelikler üzerinden müşterilerin çevreci ve güvenli sürüş segmentleri çıkarılmıştır. Bu segmentler müşteriler üzerinde önlem alma veya teşvik etme amaçlı olarak kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Dakikalık Araç Kiralama, Kümeleme, K-Means, Güvenli ve Çevreci Sürüş, Müşteri Segmentasyon

### 1. GİRİŞ

Serbest dolaşımli araç kiralama uygulamaları tüm dünyada hızla yaygınlaşmaktadır. Uygulamalara sürülen araç sayıları ve bu uygulamalardan faydalanan müşteri sayıları da her geçen gün artmaktadır. Araç sahipliğinde çok fazla sayıda maliyet kalemi bulunmaktadır. Bunları temelde; bakım, muayene, vergi, sigorta, kasko, lastik ve yakıt masrafları olarak sıralayabiliriz. Araç sahipliğinde, araç kullanılmayan zamanlarda da bu masrafları üstlenmek vardır. Oysaki, araç kiralama hizmetinde sadece kullandığın süre içerisindeki tutar karşılır. Bu durum son zamanlarda araç sahipliğinin dezavantajları ve araç kiralama hizmetlerinin

avantajları sebebiyle araç sahiplenme oranındaki düşmeye sebebiyet vermiştir. İlk olarak 2000’li yıllarda başlayan dakikalık araç kiralama hizmetlerinin şu an tüm dünyada çok fazla yaygınlaşması sebebiyle de bu düşüş hızlanmıştır.

Dakikalık araç kiralama hizmetlerinin en büyük maliyet kalemi araçlarda meydana gelen kazalar sebebiyle onarım maliyetidir. Müşterilerin arabaları kendi arabalarını kullanma hassasiyetinde kullanmamaları sebebiyle kaza, arıza ve sorun yaşanma ihtimali artmaktadır. Dakikalık araç kiralama hizmeti veren firmalar için bu konuda önlem almak büyük önem taşımaktadır. Bu sayede önden alınacak bazı tedbirlerle kazalar oluşmadan önlenebilir ve ciddi can ve mal kayıplarının önüne geçilebilir. Bunu yapmak için ise müşterilerin araçları nasıl kullandıkları, kiralamalardaki sürüş davranışlarının nasıl değiştiğini anlamak gerekmektedir. Müşterilerin kiralamalarındaki sürüş metrik sayılarının dağılımı tehlikeli veya güvenli sürücü olduğunu anlamak için önemlidir. Bunun için de her sürüş için sürüş metrik sayıları alınmalı ve kaydedilmelidir. Sonrasında yapılacak çalışma ile güvenli sürüş için müşteri sınıflandırma yapılabilecektir. Güvenli sürüşü ölçümlemede kullanılacak metrikler; ani hızlanma, ani yavaşlama, ani dönüş ve hız aşımıdır.

Dakikalık araç kiralama hizmetlerinde diğer bir maliyet kalemi ise yakıttır. Bu hizmetlerde yakıt ücreti ana ücretlendirme içerisinde bulunmaktadır. Büyük mesafeler yapıldığında ancak ek yakıt ücreti alınmaktadır. Bu sebeple müşterilerin yakıt tüketimlerini ne kadar yüksek ise hizmet veren firmanın yakıt maliyeti de o kadar atmaktadır. Müşterilerin arabaları kendi arabalarını kullanma hassasiyetinde kullanmamaları sebebiyle arabaların ortalama yakıt tüketimlerinden çok daha yüksek yakıt tüketim değerleri ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte yakıt tüketimi ne kadar yüksek olursa co2 Emilimi ve çevreye zararı da o kadar yüksek olacaktır. Tüm koşullar dikkate alındığında müşterilerin yakıt tüketim verileri sürüş sırasında alınmalı ve sistem kaydedilmelidir. Sonrasında yapılacak çalışma ile çevreci sürüş için müşteri sınıflandırma yapılabilecektir.

Bu çalışmada, Türkiye’de hizmet veren bir dakikalık kiralama uygulamasının verilerinden faydalanılmıştır. Müşterilerinin kiralamalarındaki telematik verileri anlık olarak toplanıp sistemde kaydedilmiştir. Bu verileri üzerinden iki farklı bakış açısı ile iki farklı müşteri segmentasyon yapılmıştır. Yöntem olarak k-means kümeleme algoritması tercih edilmiş ve her bir müşterinin güvenli sürüş ile çevreci sürüş segmentleri belirlenmiştir. Bu segmentler müşteriler ile ilgili önlemler ve teşvikler yapılmasında belirleyici bilgi vermiş olacaktır.

## 2. SERBEST DOLAŞIMLI ARAÇ KİRALAMA UYGULAMALARI

Serbest dolaşimli araç kiralama hizmetleri bir hizmet bölgesi içerisinde dağınık olarak konumlanmış arabaların müşteriler tarafından kiralanmasını ve kiralama bittikten sonra yine bu hizmet bölgesi içerisinde bırakılması prensibi ile çalışır. Serbest dolaşimli araç kiralama sistemi çok daha yeni bir uygulamadır ve araçların sahibi olan şirket tarafından araçların konumlandırılacağı bir hizmet bölgesi içerisinde araçların alınıp bırakılmasını mantığı ile çalışır [1]. Araç paylaşım sistemleri, müşterilerin araç sahibi olmak yerine operatörlerin hizmet bölgesi içerisinde sağladıkları araçları kullanarak ihtiyaç olduğunda araba kullanma mantığı ile çalışır. Müşterilerin bu sistemden faydalanmaları için tek bir cep telefonu sahibi

olmaları yeterlidir. Araç kiralama, araç konumunu görme, hasar bildirimine, ödeme yapma, kiralamayı bitirme işlemlerinin tamamı mobil uygulama vasıtasıyla yapılır [2].

Serbest dolaşımli araç kiralama hizmetleri araç sahipliğine bir alternatif teşkil etmektedir. İnsanlar araç sahipliğindeki fazla maliyetler yerine ihtiyaç oldukça kullanıp kullandıkça ücret ödeyebilecekleri hizmetlere yönelmektedir. Bu da araç sahipliği oranının düşmesine serbest dolaşımli araç kiralama hizmetlerinin yaygınlaşmasına sebep olmaktadır. Araç paylaşım sistemlerindeki her bir paylaşımli araç, gerçek hayatta altı veya yedi araç sahipliğinin önüne geçebileceği düşünülmektedir [2].

Araç paylaşım uygulamalarında bir hizmet bölgesi zorunludur. Araçların bakım, onarım, muayene, yakıt, lastik, arıza müdahale, temizlik gibi birçok işlemi bulunduğundan büyük hizmet bölgeleri bu işlemleri zorlaştırmaktadır. Bir yandan ise müşteri memnuniyeti açısından hizmet bölgesinin küçük olması sorun teşkil etmektedir. Bu her iki denge gözetildiğinde optimal bir hizmet bölgesi ortaya çıkmaktadır. Bu durum hizmet bölgelerinin çoğunlukla yoğun nüfus olan alanları içermesine ve kırsal alanlara fazla yayılmamasına sebebiyet vermektedir. Tüm bu şartlar, araç paylaşım sistemlerinin özellikle metropollerde popüler, uygun ve ulaşılabilir olmasına neden olmuştur [3]. Araç sahipliğindeki yüksek ve çok sayıda maliyet kalemi serbest dolaşımli araç kiralama hizmetlerini metropollerde cazip kılmaktadır. Araç paylaşım sistemleri, araç sahibi olmadan araç sahipliğindeki araç kullanılmayan zamanlarda da ödenen tüm maliyetlerden kazanç sağlamayı getirir. Bunun karşılığında ise sadece kullanılan süre ve km kadar ücret ödenir [4].

Dünya çapında çok büyük filo sahipleri serbest dolaşımli araç kiralama sektörüne giriş yapmıştır. Bu durum bu sektör olan rağbeti artırmaktadır. Bununla birlikte araç paylaşım uygulamaları araç sahipliğine ve toplu taşımaya ciddi alternatif olmuştur [5].

### **3. SERBEST DOLAŞIMLI ARAÇ KİRALAMA UYGULAMALARINDA GÜVENLİ VE ÇEVRECİ SÜRÜŞ**

Araç takip cihazları montaj işlemleri sonrasında birçok farklı türdeki araçta kullanılabilen ve araçtaki birçok telematik bilgiyi alıp iletebilen cihazlardır. Bu cihazlar takılı olduğu aracın kendi sisteminde tuttuğu bilgilere erişebilmekle birlikte gps marifetiyle de konum bilgisi de alabilmektedir. Araç takip sistemlerinden konum bilgisi alınabilmektedir. Bu bilgi gps bağlantı durumu, zaman damgası ve enlem-boylam bilgisini içerebilmektedir ve ortalamada her 1.5 dk'da bir alınmaktadır [3]. Aldığı bu bilgileri de gprs marifetiyle farklı sistem ve sunuculara iletebilmektedir. Tüm bu yetenekler araçların sürüşleri sırasındaki tüm bilgilerin alınabilmesi ve saklanabilmesi anlamına gelmektedir. Dünyada bu hizmeti sağlayan birçok araç takip sistemi üreticisi firma bulunmaktadır. Araç takip sistemi firmaları, mobilite sektöründe faaliyet gösteren firmalara detaylı veri sağlamak amacıyla hizmet ve girişimlerde bulunmaktadır [3].

Araç takip sistemleri birçok gelişmiş özelliğe sahiptir. Araç takip sistemlerinden ivme ölçer gibi ölçüm araçları ile yapılan ölçümlerdeki eşik değerlerin aşılması sonucunda ortaya çıkan vakalar alınabilmektedir. Buna örnekler, ani hızlanma, ani yavaşlama ve ani dönül vakalarıdır [3]. Bu veriler sürüşleri anlayabilmek için kritik bilgilerdir. Bu sayede insanların sürüş karakteristikleri de anlamlandırılabilir. Bu metriklerin fazla ya da az olmasına bağlı olarak



güvenli ve çevreci sürüş özellikleri hakkında anlamlı çıkarımlar da yapılabilmektedir. Ayrıca, Araç takip sistemlerinden kaza bilgileri alınabilmektedir. Üç eksen bazında savrulma değerindeki değişimleri dikkate alarak kaza oluşma uyarısı oluşturabilmektedir. Bu uyarıların, belirlenen eşik değere bağlı olarak hatalı pozitif değerler üretebileceği dikkate alınmalıdır [3]. Araçlardan kaza oluşma bilgisinin alınabilmesi birçok alanda farklı amaçlar için kullanılabilmesine imkân sağlamaktadır. Kaza olan sürüşteki sürüş metrikleri ile kaza olmayan sürüşteki sürüş metrikleri karşılaştırılarak sürücüler hakkında çıkarımlarda bulunulabilir. Sürüşü tehlike arz eden sürücüler için önden kaza tahmini yapılabilir. Araçların çevreye en büyük zararı karbon salınımıdır. Karbon salınımı ise araçların yakıt tüketimi ile doğru orantılıdır. Yakıt tüketimini etkileyen faktörleri azaltmak karbon salınımını da azaltacaktır. Bu faktörler; ani hızlanma, ani yavaşlama, ani dönüş ve hız aşımlardır. Bu metrikler incelendiğinde yakıt tüketimini etkileyen en önemli faktörün ani hızlanma olduğu görülmüştür. Agresif sürüş; sert hızlanma, yavaşlama, dönme ve yüksek süratlerden kaynaklanır [6].

Gps temelli veriler sayesinde sürücülerin sürüş esnasındaki mekânsal, zamansal ve niteliksel davranışları hakkında fikir edinilebilmektedir. Bu veriler ani hızlanma, ani yavaşlama ve fren süresi olabilmektedir [7]. Hız değişimindeki artı veya eksi yönlü hareketler olarak nitelendirilebilen ani hızlanma ve ani yavaşlama metrikleri trafiğin doğal akışında kazalara neden olabilecek dengeli ve normal olmayan sürüş karakteristikleridir [7].

Sürüş özelliklerine göre sürücü gruplama yapılan çalışmada tehlikeli sürüş yapan grubun en belirgin özelliğine bakıldığında ani hızlanma sayılarının çok fazla olduğu görülmüştür [7]. Hız verisinin ani değişimi, ki bu değişim artı veya eksi yönlü olabilir, tutarsız sürüşü temsil eder ve her ikisi de trafik güvenliği açısından aynı riski meydana getirir. Bu sebeple ani hızlanma ve ani yavaşlama metrikleri pratikte farklı davranışlar olsa da güvenli sürüş açısından aynı etkiye sahiptir [7].

Telematikten alınan veriler ile kazak gerçekleşen sürüşler incelenmiştir. Bu kapsamda yüksek hızda araç kullanmanın trafik kazalarına etkisinin çok büyük olduğu görülmüştür [8].

Kazaların büyük çoğunluğu insan faktöründen ortaya çıkan hatalar sebebiyle gerçekleşmektedir ve bu oran % 65-95 aralığında değişmektedir [9]. Ani fren vakaları sayıları sürücülerin agresif bir sürücü olup olmadıkları tespiti konusunda en önemli metrik olarak bulunmuştur [9]. Güvenli sürüş ölçümlemesinde toplam km, ani hızlanma, ani yavaşlama, hız aşım metrikleri kullanılmıştır [9]. Bu bakımdan birim km bazında metrikler elde edip incelemek daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Tehlikeli sürüş davranışlarını belirleyen temel metrikler; ani hızlanma, ani yavaşlama ve ani dönüş ve hız aşımlarıdır. Bu metriklerin fazla olması kaza eğilimini artırmaktadır [10].

#### 4. VERİNİN ANALİZ EDİLMESİ VE AYIKLANMASI

Bu çalışmada güvenli sürüş yapan müşterilerin kümelenmesi ve çevreci sürüş yapan müşterilerin kümelenmesi olmak üzere iki farklı uygulama yapılmıştır. Güvenli sürüş bazlı müşteri segmentasyonuna girdi olabilecek veriler; ani hızlanma, ani yavaşlama, ani dönüş hız aşım ve sürüş mesafesidir. Çevreci sürüş bazlı müşteri segmentasyonuna girdi olabilecek veriler ise; ortalama yakıt tüketimi ve sürüş mesafesidir. Ani hızlanma; araç takip cihazlarından direkt olarak alınabilmektedir. Cihazlara konfigürasyonlar üzerinden verilen

eşik değeri aşan hızlanmalar cihaz tarafından ani hızlanma olarak belirlenebilmektedir. Bu sayede sürüş sırasında bir sürücünün nerede, ne zaman ve hangi hızda iken bu olayı gerçekleştirdiği bilgisi elde edilmiş olmaktadır. Ani yavaşlama; araç takip cihazlarından direkt olarak alınabilmektedir. Cihazlara konfigürasyonlar üzerinden verilen eşik değeri aşan yavaşlamalar cihaz tarafından ani yavaşlama olarak belirlenebilmektedir. Bu sayede sürüş sırasında bir sürücünün nerede, ne zaman ve hangi hızda iken bu olayı gerçekleştirdiği bilgisi elde edilmiş olmaktadır. Ani dönüş; araç takip cihazlarından direkt olarak alınabilmektedir. Cihazlara konfigürasyonlar üzerinden verilen eşik değeri aşan dönüşler cihaz tarafından ani dönüş olarak belirlenebilmektedir. Bu sayede sürüş sırasında bir sürücünün nerede, ne zaman ve hangi hızda iken bu olayı gerçekleştirdiği bilgisi elde edilmiş olmaktadır. Hız aşım, araç takip cihazlarından direkt olarak alınabilmektedir. Cihazlara konfigürasyonlar üzerinden verilen eşik değeri aşan ve belli bir süre bu hız değeri üstünde kalan kullanımlar cihaz tarafından hız aşım olarak belirlenebilmektedir. Bu sayede sürüş sırasında bir sürücünün nerede, ne zaman ve hangi hızda iken bu olayı gerçekleştirdiği bilgisi elde edilmiş olmaktadır. Araç takip cihazlarından aracın anlık odometre değeri de alınabilmektedir. Sürüş başlangıcı ve bitiş arasındaki odometre değerleri farkı sürüşün mesafesini verecektir. Burada “sürüş” kavramını açıklamak gerekecektir. Araç takip cihazlar araçlardan gerçekleşen farklı olayları da alabilmektedir. Kontak değişimi de bunlardan birisidir. Kontak açıldığında ayrı bir bilgi kontak kapandığında ayrı bir bilgi üretilebilmektedir. Bir kontak açık ve bir kontak kapama arasındaki süre sürüş olarak ifade edilmektedir. Eğer bir kiralama içerisinde birden fazla sürüş varsa bu sürüşler toplamı da kiralamanın toplam sürüşünü ifade edecektir.

Yakıt tüketimi için evrensel olarak kullanılan bir birim vardır. Bu birim; 100 km’de aracın yaktığı litre cinsinden yakıt miktarıdır. Her marka modelin fabrika verisine bağlı olarak standartlara uygun yakıt tüketim ortalama verisi de bulunmaktadır. Bun karşın bir sürüşteki yakılan yakıt miktarına bağlı olarak 100 km üzerinden yaktığı yakıt ortalama verisi de elde edilebilmektedir. Bu iki veri kıyaslandığında ortalama ne kadar farklı bir yakıt tüketim olduğu hakkında yorum yapılabilecektir. Araç takip cihazları aracın yaktığı yakıt miktarı bilgisini alabilmektedir. Bu bilgi sayesinde her sürüş için yakılan yakıt bilgisi elde edilebilmiştir.

Bu çalışmada, sistemde gerçekleşen son iki aylık kiralama verisi ve bu kiralamaları yapan müşterilerin verisi anonimleştirilerek kullanılmıştır. Her kiralama için kiralama başlangıç ve bitiş süreleri içerisindeki ani hızlanma, ani yavaşlama, ani dönüş bilgileri km başına düşen değer olarak, hız aşım ise 100 km başına düşen değer olarak kullanılmıştır. Kiralama başlangıç ve bitiş süreleri arasındaki odometre değerleri farkı ise, sürüş mesafesi olarak belirlenmiştir. Yakıt tüketim verisi ise direkt olarak kullanılmamıştır. Tüm kiralamalar içerisinde her bir marka modelin ortalama yakıt tüketimi hesaplanmış ve kiralamanın bu ortalama değerden ne kadar farklı yakıt tüketimine sahip olduğu bulunmuştur. Bunu yapmaktaki amaç fabrika yakıt tüketim ortalama verilerinin yanıltıcı olabileceği sebebiyledir. Bunun yerine marka model bazlı olarak tüm kiralamalardaki ortalama yakıt tüketim verileri hesaplanmış ve kullanılmıştır. Bu hesaplama sonucunda ortalama daha düşük ve yüksek yakıt tüketimi olan müşteriler daha net ayrıştırılabilecektir.

## 5. UYGULAMA VE YÖNTEM

Bu çalışmada Türkiye’de faaliyet gösteren bir dakikalık araç kiralama firmasının verilerinden faydalanılmıştır. Veriler anonimleştirilerek kullanılmış gürültülü ve hatalı veri ayıklanmıştır. Elde edilen veri iki farklı müşteri kümeleme uygulamasında kullanılmıştır. Bu çalışmalardan ilki güvenli sürüş bazlı müşteri segmentlerinin elde edilmesidir. İkincisi ise çevreci sürüş bazlı müşteri segmentlerinin elde edilmesidir. Güvenli sürüş, kaza yapmayı engellemeye yönelik bir davranıştır. Çevreci sürüş ise doğaya daha az zarar vermeye yönelik bir davranıştır. Bu sebeple bu iki uygulama ayrı ayrı değerlendirilmiş tek bir uygulama şeklinde ilerlenmemiştir. Güvenli sürüş bazlı kümelemede araç takip cihazı üzerinden alınabilen sürüş metrikleri kullanılmış, müşterilerin toplam yaptığı mesafe de kümelemeye dahil edilmiştir. Bu metrikler ani hızlanma, ani yavaşlama, ani dönüş ve hız aşım bilgileridir. Çevreci sürüş bazlı kümelemede ise tüketilen yakıt ortalamaları kullanılmış, müşterilerin toplam yaptığı mesafe de kümelemeye dahil edilmiştir.

Her bir çalışma öncesinde verilerin birbiri ile korelasyonu ölçülerek verilerin seçimindeki uygunluk ölçümlenmiştir. Buna göre; çevreci sürüş bazlı kümelemede kullanılan yakıt tüketimi ve yapılan mesafe verileri arasında Görsel-1’de de görüleceği üzere korelasyon bulunmamıştır. Seçilen bu verileri kümelemede kullanmak için uygundur. Fakat, güvenli sürüş bazlı kümelemede kullanılan ani hızlanma, ani yavaşlama, ani dönüş, hız aşım ve yapılan mesafe verileri arasındaki korelasyon incelendiğinde 3 veri arasında Görsel-2’de de görüleceği üzere korelasyon tespit edilmiştir. Bu 3 veri ani hızlanma, ani yavaşlama ve ani dönüş verileridir. Bu sebeple bu 3 veri kümelemeye ayrı ayrı değil toplamları üzerinden oluşturulacak yeni bir veri türü üzerinden tek bir veri olarak dahil edilmesinin daha doğru sonuçlar çıkaracağı değerlendirilmiştir. Bu durumda elde edilen veriler için de ayrıca korelasyon incelemesi yapılmıştır ve Görsel-3’te de görüleceği üzere herhangi korelasyon görülmemiştir.

Attributes	fuel_consumption	total_km
fuel_consumption	1	-0.060
total_km	-0.060	1

**Görsel-1.** Çevreci sürüş bazlı kümeleme verileri arasındaki korelasyon

Attributes ↑	acceleration	cornering	deceleration	speed_exceed	total_km
acceleration	1	0.291	0.262	0.005	0.035
cornering	0.291	1	0.317	0.089	0.063
deceleration	0.262	0.317	1	0.006	0.031
speed_exceed	0.005	0.089	0.006	1	0.170
total_km	0.035	0.063	0.031	0.170	1

**Görsel-2.** Güvenli sürüş bazlı kümeleme verileri arasındaki korelasyon

Attributes	acc_dec_corner	speed_exceed	total_km
acc_dec_corner	1	0.051	0.061
speed_exceed	0.051	1	0.170
total_km	0.061	0.170	1

**Görsel-3.** Güvenli sürüş bazlı kümelemede düzenlenmiş veriler arasındaki korelasyon

Kümeleme uygulamalarında kullanılacak yöntemin tespiti için geniş kapsamlı bir literatür araştırması yapılmıştır. Bu araştırmalarda elde edilen tespitler kapsamında k-means kümeleme algoritmasının kullanılmasına karar verilmiştir. Bu kararda; bu yöntemin en yaygın kullanılan yöntem olması, hızlı sonuçlar vermesi ve güvenilir kümeler ortaya çıkarması faktörleri etkili olmuştur. K-means kümeleme algoritmasında küme sayısı önceden belirlendiği için en optimum küme sayısının bilinmesi bir zorluk içermektedir. Bu zorluğun aşılması için en çok tercih edilen yöntem Elbow yöntemidir. Her iki kümeleme çalışmamızda da küme sayılarının bulunmasında Elbow yöntemi kullanılmıştır.

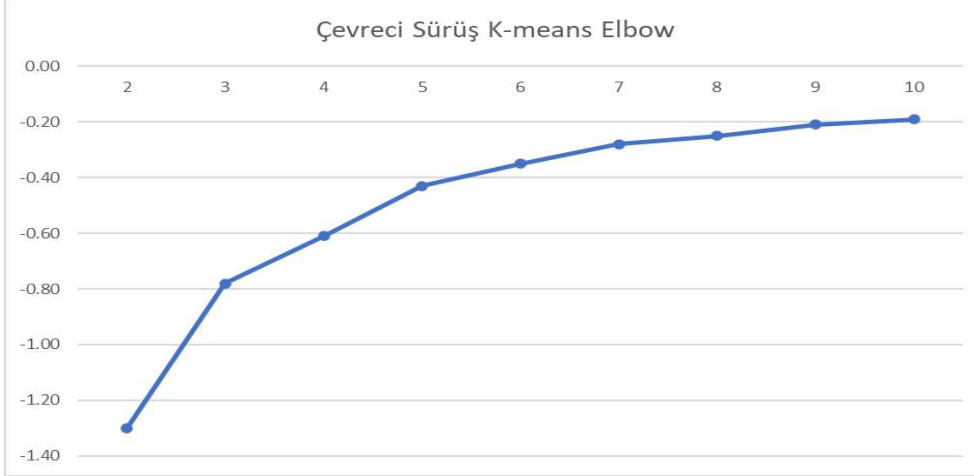
Literatür taraması çalışmalarında, çok kapsamlı olarak serbest dolaşım araç paylaşım uygulamalarında kümeleme yöntemleri araştırılmış, k-means ve elbow yöntemleri ile ilgili çok sayıda bilgi ve uygulamaya rastlanmıştır.

Bir amaç fonksiyonu varsa ve bu fonksiyonu minimize edilmek isteniyorsa en sık kullanılan kümeleme yöntemi k-means kümeleme yöntemidir. K-means kümeleme yöntemi hedef nesnelere ile k adet küme merkezleri arasındaki benzeşmeyi en aza indirecek şekilde nesnelere sınıflara ayırma mantığı ile çalışır. Algoritma çalıştırılmadan önce k değeri belirlenmeli ve algoritmaya söylenmelidir [1]. K-means kümeleme yöntemi ile çalışıldığında en iyi k değerini belirlemek gerekir. Bunun için her k değerindeki maliyeti hesaplayan farklı yöntemler kullanılabilir. En sık kullanılan yöntem Elbow (dirsek) yöntemidir [1]. Kümeleme yöntemi küme içindeki elemanların kendi içinde maksimum benzerliği ama farklı kümelerdekilerle ise minimum benzerliği prensibi ile çalışır [2]. K-means kümeleme yöntemi veri madenciliği alanındaki en mükemmel, en hızlı ve en basit yöntemdir. Bununla birlikte,

büyük boyuttaki veri ile de başarılı bir şekilde çalışabilmektedir [2]. Kümelerin çakışmadığı ve yeterli örneğin bulunduğu durumlarda en çok tercih edilen yöntem k-means kümeleme yöntemidir [4]. Sürücü davranışları ve çevresel faktörlere bağlı olarak müşteri kümeleme yapmak için en iyi sonuç alınabilecek yöntem k-means yöntemidir [8]. Müşteri sınıflandırmada müşteri sürüş öznitelikleri olarak, ani hızlanma, ani yavaşlama, sürüş örgüsü, ani dönüş, spin, direksiyon ve hız aşımı metrikleri kullanılabilir. Yöntem olarak en çok k-means yöntemi tercih edilir [9]. Sürüşlerde ortaya çıkan sürüş metrikleri sürücülerin sürüş örgülerini ortaya çıkarmakta kullanılabilir [9]. Agresif ve ılımlı sürüşe sahip sürücülerini tespit etmek için kullanılacak en ideal yöntem k-means kümeleme algoritmasıdır [11]. K-means kümeleme yönteminde en önemli adımlardan biri küme sayısının doğru belirlenmesidir. Bu algoritmada k küme sayısı algoritmaya önden verildiği için küme sayısının doğruluğu ile ilgili fikir elde edilemiyor. Bu sebeple farklı k değerleri denenerek en iyi değer bulunmaya çalışılır. Bu amaçla en sık kullanılan yöntem elbow (dirsek) yöntemidir. Bu yöntemde iyileşmenin çok azaldığı değer itibarıyla doğru k değerine karar verilmiş olur [12].

## 6. ÇEVRECI SÜRÜŞ BAZLI MÜŞTERİ SEGMENTASYON

Elde edilen veriler k-means kümeleme yöntemi kullanılarak RapidMiner uygulamasında modellenerek kümelendi. En ideal kümeleme sayısını bulmak için Elbow yöntemi kullanılmış ve Görsel-4'te de görüleceği üzere en ideal küme sayısı 3 olmuştur.



**Görsel-4.** Çevreci sürüş bazlı kümeleme – Elbow yöntemi çıktısı

Küme sayısı (k=3) seçildiğinde ortaya çıkan kümeler ve özellikleri Görsel-5, Görsel-6, Görsel-7 ve Görsel-8'de gösterilmiştir.

## k-Means - Summary

Number of Clusters: 3

Cluster 0: 19,131

fuel\_consumption is on average 83.38% larger, total\_km is on average 54.55% smaller

Cluster 1: 4,64

total\_km is on average 444.38% larger, fuel\_consumption is on average 4.67% smaller

Cluster 2: 82,866

total\_km is on average 31.33% smaller, fuel\_consumption is on average 27.83% smaller

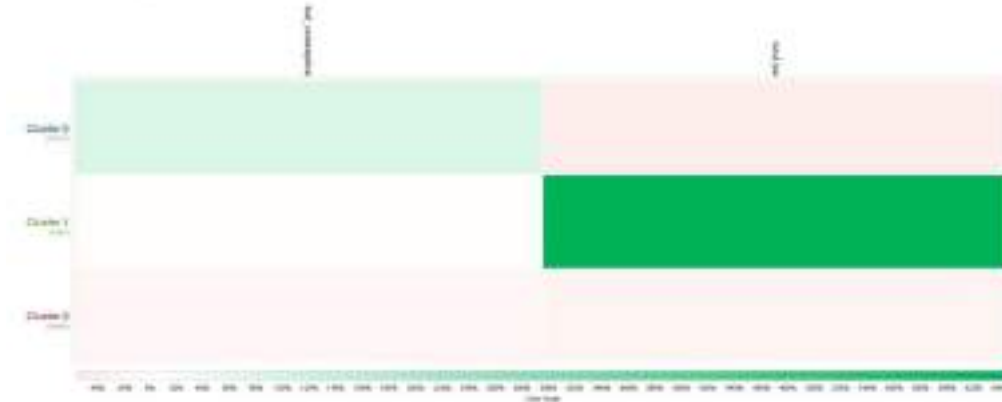
## Görsel-5. Çevreci sürüş bazlı kümeleme – özet görünüm

k-Means - Centroid Table

Cluster	fuel_consumption	total_km
Cluster 0	0.36	91.87
Cluster 1	0.46	1047.19
Cluster 2	0.69	10.87

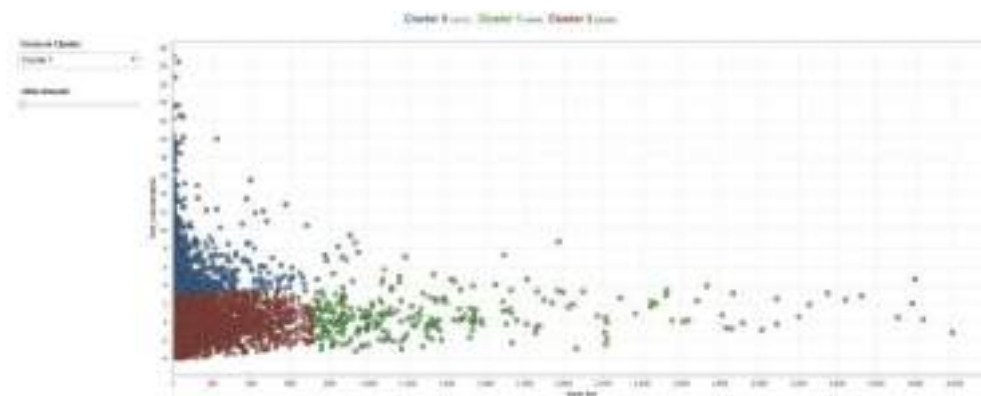
## Görsel-6. Çevreci sürüş bazlı kümeleme – tablo görünüm

k-Means - Heat Map



## Görsel-7. Çevreci sürüş bazlı kümeleme – ısı haritası görünüm

k-Means - Scatter Plot

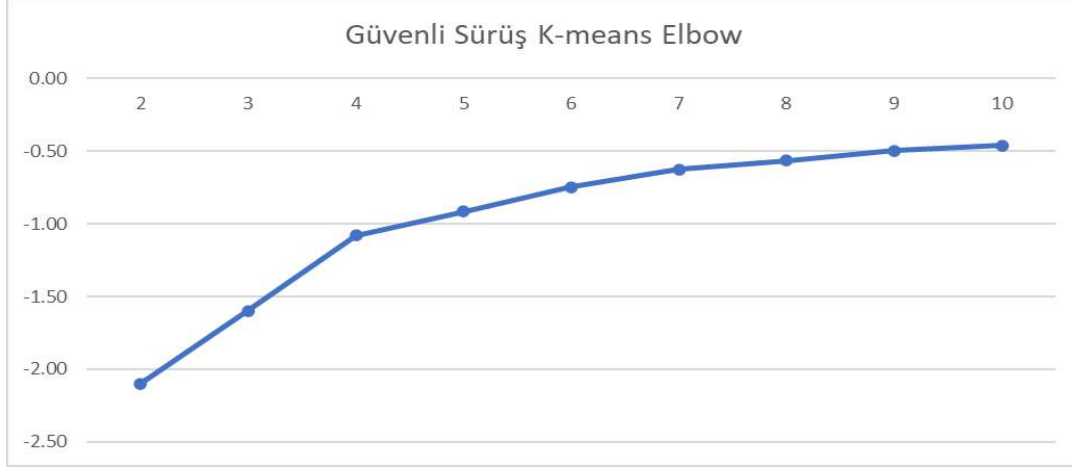


## Görsel-8. Çevreci sürüş bazlı kümeleme – dağılım grafiği görünümü



## 7. GÜVENLİ SÜRÜŞ BAZLI MÜŞTERİ SEGMENTASYON

Elde edilen veriler k-means kümeleme yöntemi kullanılarak RapidMiner uygulamasında modellenerek kümelendirilmiştir. En ideal kümeleme sayısını bulmak için Elbow yöntemi kullanılmış ve Görsel-9’da de görüleceği üzere en ideal küme sayısı 4 olmuştur.



**Görsel-9.** Güvenli sürüş bazlı kümeleme – Elbow yöntemi çıktısı

Küme sayısı (k=4) seçildiğinde ortaya çıkan kümeler ve özellikleri Görsel-10, Görsel-11, Görsel-12 ve Görsel-13’te gösterilmiştir.

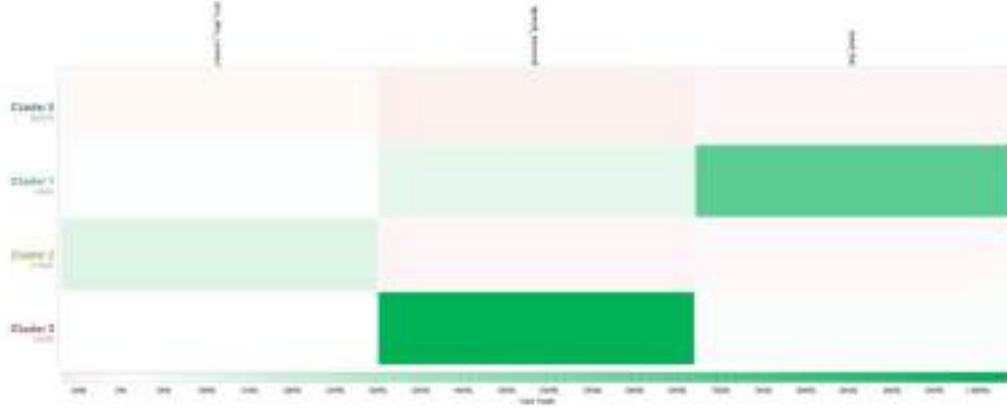


**Görsel-10.** Güvenli sürüş bazlı kümeleme – özet görünüm

Cluster	acc_dec_corner	speed_exceed	total_km
Cluster 0	3.88	0.28	130.81
Cluster 1	4.98	1.98	148.78
Cluster 2	3.78	0.48	137.78
Cluster 3	1.78	0.98	22.78

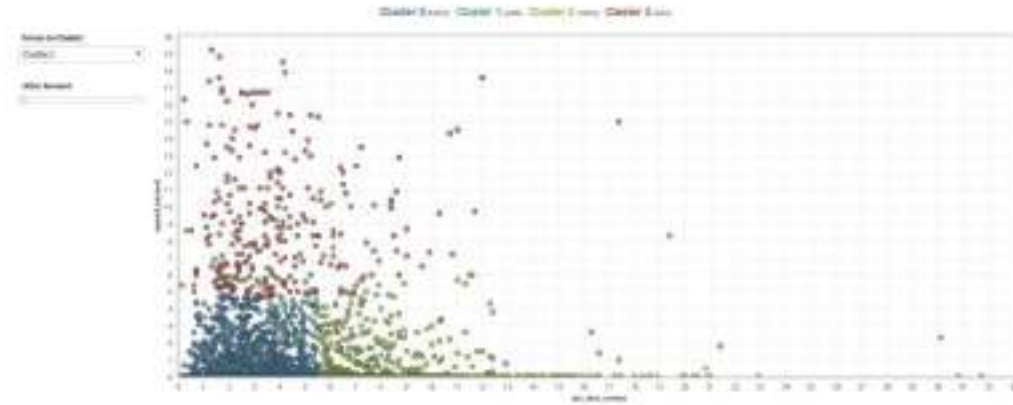
**Görsel-11.** Güvenli sürüş bazlı kümeleme – tablo görünüm

k-Means - Heat Map



**Görsel-12.** Güvenli sürüş bazlı kümeleme – ısı haritası görünüm

k-Means - Scatter Plot



**Görsel-13.** Güvenli sürüş bazlı kümeleme – dağılım grafiği görünümü

## 8. UYGULAMA SONUÇLARI

Yapılan çalışmalar neticesinde güvenli ve çevreci bakış açılarıyla iki farklı türde müşteri kümeleri elde edilmiştir. Çevreci sürüş bazlı müşteri kümelemede elde edilen kümeler; “fazla mesafe-az yakıt tüketimi yapanlar”, “az mesafe-fazla yakıt tüketimi yapanlar” ve “az mesafe-az yakıt tüketimi yapanlar” şeklinde elde edilmiştir. Güvenli sürüş bazlı müşteri kümelemede elde edilen kümeler; “fazla mesafe – fazla hız aşım yapanlar”, “az mesafe – aşırı hız aşım yapanlar”, “sürüş anomalileri fazla olanlar”, “normal sürüş yapanlar” şeklinde elde edilmiştir.

Kümeleme uygulamaları sonucunda küme özellikleri ve hangi müşterinin hangi kümede yer aldığı bilgisi elde edilebilmiştir. Kümelerin birbirine benzeşmediği ama küme içerisindeki elemanların birbiri ile yüksek benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuç kümeleme uygulamasının başarılı olduğunu göstermektedir. Elde edilen kümeler farklı aksiyonlara, uygulamalara ve yaptırımlara konu olacak şekilde kullanmaya uygundur.

## 9. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Serbest dolaşımli araç kiralama uygulamaları tüm dünyada yaygınlaştıkça farklı çalışma alanları ortaya çıkmaktadır. Araç takip sistemlerinden alınabilen veri çeşitliliğinin çok fazla olması ile sürüş karakteristikleri de doğru bir şekilde tespit edilebilmektedir. Bu bağlamda

yapılabilecek en faydalı çalışma müşterileri sürüş metriklerine bağlı olarak anlamaya çalışmaktır. Bu çalışma ile müşterilerin tehlikeli sürüşleri anlaşılabilir, önlemler alınabilir ve yaptırımlar uygulanabilir. Yakıt tüketim analizleri ile daha çevreci sürüşlere teşvikler yapılabilir. Tüm bu aksiyonlar neticesinde de araç paylaşım sistemlerinde daha az kazalı sürüşler ve daha çevreci kullanımlar yapılmasını sağlamak mümkün olabilecektir.

Bu çalışmamızda bir dakikalık araç kiralama uygulamasının kiralama, müşteri ve telematik verileri kullanılarak iki farklı alanda müşteri kümeleme yapıldı. Çevreci sürüş alanında 3 farklı müşteri kümesi, güvenli sürüş alanında 4 farklı müşteri kümesi elde edildi. Her bir kümenin nitelikleri analiz edildi ve hangi müşterinin güvenli ve/veya çevreci sürüşe sahip olduğuna dair bilgiler elde edildi.

Bu çalışma neticesinde elde edilen çıktılar kullanılarak birçok farklı uygulama ve çalışma yapılabilmesi mümkündür. Müşterilerin çevreci ve güvenli sürüş özellikleri kullanılarak müşterilere farklı kampanya uygulamaları kurgulanabilir. Telematik verilerinden elde edilen kaza verileri kullanılarak aktif sürüşte bulunan müşterilerin kaza tahminleri yapılabilir. Serbest dolaşımli araç kiralama sistemlerinde dinamik fiyatlamaya konu olacak şekilde bilgi temin edilebilir. Bu alanlar değerlendirildiğinde, elde edilen çıktılar birçok yeni çalışmaya ve uygulamaya konu olabilecek niteliktedir.

## KAYNAKÇA

- [1] Brandizzi, N., Russo, S., Galati, G., & Napoli, C. (2022). Addressing Vehicle Sharing through Behavioral Analysis: A Solution to User Clustering Using Recency-Frequency-Monetary and Vehicle Relocation Based on Neighborhood Splits. *Information*, 13(11), 511.
- [2] Bi, J., Zhi, R., Xie, D. F., Zhao, X. M., & Zhang, J. (2020). Capturing the characteristics of car-sharing users: Data-driven analysis and prediction based on classification. *Journal of Advanced Transportation*, 2020, 1-11.
- [3] Longhi, L., & Nanni, M. (2020). Car telematics big data analytics for insurance and innovative mobility services. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 11(10), 3989-3999.
- [4] Reiffer, A., Wörle, T., Briem, L., Soylu, T., Kagerbauer, M., & Vortisch, P. (2019). Identifying usage profiles of station-based car-sharing members using cluster analyses. In *Transportation Research Board (Ed.), TRB 98th Annual Meeting Compendium of Papers*.
- [5] Ramos, É. M. S., Bergstad, C. J., Chicco, A., & Diana, M. (2020). Mobility styles and car sharing use in Europe: Attitudes, behaviours, motives and sustainability. *European Transport Research Review*, 12(1), 1-12.

- [6] Zhang, Z., Demir, E., Mason, R., & Di Cairano-Gilfedder, C. (2023). Understanding freight drivers' behavior and the impact on vehicles' fuel consumption and CO<sub>2</sub>e emissions. *Operational Research*, 23(4), 59.
- [7] Zhu, Y., Jiang, M., & Yamamoto, T. (2022). Analysis on the driving behavior of old drivers by driving recorder GPS trajectory data. *Asian Transport Studies*, 8, 100063.
- [8] Shirmohammadi, H., Hadadi, F., & Saeedian, M. (2019). Clustering analysis of drivers based on behavioral characteristics regarding road safety. *International Journal of Civil Engineering*, 17, 1327-1340.
- [9] Tselentis, D. I., & Papadimitriou, E. (2023). Driver profile and driving pattern recognition for road safety assessment: Main challenges and future directions. *IEEE Open Journal of Intelligent Transportation Systems*.
- [10] Brühwiler, L., Fu, C., Huang, H., Longhi, L., & Weibel, R. (2022). Predicting individuals' car accident risk by trajectory, driving events, and geographical context. *Computers, Environment and Urban Systems*, 93, 101760.
- [11] Zhang, Z., Demir, E., Mason, R., & Di Cairano-Gilfedder, C. (2023). Understanding freight drivers' behavior and the impact on vehicles' fuel consumption and CO<sub>2</sub>e emissions. *Operational Research*, 23(4), 59.
- [12] Baumgarte, F., Brandt, T., Keller, R., Röhrich, F., & Schmidt, L. (2021). You'll never share alone: Analyzing carsharing user group behavior. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93, 102754.

## ÜRÜN YORUMLARI KULLANILARAK KONU MODELLEME TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

**Dilara ALTINSOY <sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Güncel SARIMAN <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Sistemleri Mühendisliği,  
dilarayalcin95@gmail.com- 0009-0008-2045-2262

<sup>2</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği,  
guncelsariman@mu.edu.tr- 0000-0003-3188-8869

### ÖZET

Son yıllarda giderek artan teknoloji kullanımı, günlük hayatın her anında metin ve ses tabanlı verinin birikmesine yol açmakta ve işe yarar bilgilerin de keşfedilmesi ihtiyacını daha fazla ortaya koymaktadır. Metin tabanlı verilerden elde edilecek anlamlı bilgiler doğal dil işlemenin çeşitli alanlarından çıkarılabilmektedir. Veri depolarından ortaya çıkarılabilecek önemli konu başlıkları ilk etapta konuyu daha genel perspektiften bakabilmemize imkân sağlayabilecektir. Konu modelleme, bir dizi belgeyi tarayabilen, bunların içindeki kelime ve kelime öbeği kalıplarını tespit edebilen, bir belge kümesini en iyi karakterize eden kelime gruplarını ve benzer ifadeleri otomatik olarak kümeleyebilen, denetimsiz bir makine öğrenimi tekniğidir. Bir konu modeli, kelime sıklığı ve kelimeler arasındaki mesafe gibi kalıpları tespit ederek benzer geri bildirimleri ve en sık görülen kelime ve ifadeleri küme etmektedir. Literatürde, Konu Modelleme tekniklerinden Gizli Semantik Analiz (LSA), Gizli Dirichlet Analiz (LDA), BERTopic, Negatif Olmayan Matris Faktörizasyonu (NMF) ve Pachinko Dağılım Modelinden sıklıkla bahsedilmektedir. Son yıllarda gelişen dil modeli algoritmaları da konu modelleme üzerine başarılı çözümler sunmaktadır. BERTopic, kalıplaşmış yöntemlerden farklı olarak cümleyi sağdan ve soldan inceleyerek cümle anlamını ve kelimeler arasındaki ilişkiyi çıkarmayı hedeflemektedir. BERTopic, Maskeli Dil Modeli (MLM) ve Sonraki Cümle Tahmini (NSP) teknikleri ile eğitilmektedir. MLM ile cümle içerisindeki kelimeler ilişkilendirilirken, NSP ile de cümleler arasındaki ilişki kurulmaktadır. Bu çalışmada, Amazon alışveriş sitesine ait ürün yorumları verisetinin konu modelleme teknikleri ile çalıştırılması ve bunların kıyaslanması üzerine çalışılmıştır. Konu modelleme yöntemlerinden BERTOPIC, LDA, LSA ve NMF tercih edilmiş olup popüler yöntem olan BERTopic ile bu yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Çalışmada anlamsal olarak ve tutarlılık değeri olarak en başarılı sonucu 0.8 lik sonuçla BERTopic modeli vermiş olsa da, diğer yöntemlerin sonuçları çalışmada çeşitli tablo ve grafiklerle gösterilere kıyaslanmıştır. Ayrıca çalışmada tüm yöntemlerde tespit edilen konuların içerisindeki güçlü kelimeler de çalışmanın bulgular bölümünde verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Dil Modeli, Konu Modelleme, LDA, BERTopic, Doğal Dil İşleme

## 1. GİRİŞ

Günümüzde insan alışkanlıklarının ve yönelimlerin değişmesi, yeni sosyal mecraların oluşturulmasına böylelikle bilgi teknolojilerinin iş yükünün giderek artmasına sebebiyet vermiştir. İnternetin yaygın kullanımı, nesne yönelimli dillerin gelişmesi ve teknolojinin insan hayatına entegresinin artmasıyla talepler değişmiş, farklı ihtiyaç unsurları doğmuştur. Özellikle de COVID-19 pandemisi ile sosyal medya ve e-ticaret, dijital dönüşüm çağını tetikleyen en önemli etkenler haline gelmiştir. Bu dönemde farklı yaş gruplarındaki kişiler internet alışverişine daha yatkın hale gelmiş ve alışveriş tercihini kolaylıkla e-ticarete yönlendirmiştir. Artan talep doğrultusunda e-ticaret sitelerinde sürekli artan veri sayıları ile anlamlandırılması gereken veri setlerinin oluşması ve bu sayede farklı sektördeki firmaların geri bildirimlere her zamankinden daha çok ihtiyaç duymasıyla veri bilimine duyulan ilgi ve ihtiyaç giderek artmıştır. Bu gelişim ile birlikte yirmi birinci yüzyılda büyük verinin yükselişi, Makine Öğrenimi, Doğal Dil İşleme (NLP) gibi ileri analitik teknikler ve bu ilişkileri anlamlandırmak adına konu modelleme yöntemleri geliştirilmiştir [1].

İnsan geri bildiriminin ve en önemli iletişim aracının doğal dil olması sebebiyle, analizinin yapılabilmesi amacıyla çeşitli modelleme yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Dil bilimciler dilsel ifadeleri işlemek için kural tabanlı yaklaşımlar öne sürmüşler fakat kullanıcıların her zaman dil kurallarına uymaması nedeniyle istatistiksel yaklaşımlar uygulanarak ortak bir yaklaşım metodu elde edilmiştir [2]. Dilin istatistiksel modelleri, dil bilimi ve bilgisayar biliminin alt bilim dalı olan doğal dil işleme çalışmalarında başarı ile uygulanmıştır [3]. Doğal Dil İşleme; doğal dil veri kümelerini anlayabilen, problemlerini çözebilen ve hatta yorumlayabilen teknikleridir. Her yaşta kullanıcıların internete ulaşması, veri sayısının her geçen gün artması ve böylece insan-makine arasında iletişim kurulması talebini oluşturmuştur. Bu yüzden insan makine iletişimini sağlamak için verileri anlamlandırma ve verimli kullanabilme çabası birçok alanın birlikte çalışmasını gerektirmiştir [4]. Metin madenciliğinde kullanılan önemli yöntemlerinden biri de konu modelleme algoritmalarıdır. Konu modelleme ile geniş metinsel bilgi koleksiyonlarının düzenlenmesine, anlaşılmasına ve özetlenmesine böylece ortaya çıkan gizli konuların keşfedilmesine yardımcı olur. Literatürde, Konu Modelleme tekniklerinden Gizli Semantik Analiz (LSA), Gizli Dirichlet Analiz (LDA), Negatif Olmayan Matris Faktörizasyonu (NMF) ve Pachinko Dağılım Modelinden sıklıkla bahsedilmektedir. Son yıllarda gelişen dil modeli çalışmaları da anlamsallığı sağlayan bazı algoritmaların keşfedilmesini sağlamaktadır. BERTopic algoritması ise BERT dil modelini temel alan bir yaklaşımla konu modelleme çalışmalarında önemli başarılar elde etmektedir.

Özellikle e-ticaret platformlarında hem ürün hem de hizmet hakkında olumlu veya olumsuz geri bildirimler almak oldukça önemlidir. Bu sayede sektör talepleri daha doğru ve hizmet iyileştirmelerini talebe yönelik yapabilmektedir. En önemli geri bildirim kaynaklarından birisi de tüketici yorumları olup gerçek olmaları sebebiyle de diğer son kullanıcıları yönlendirmektedir. Bunlar doğrultusunda, bir ürün hakkında yapılan yorumların analiz ve kategorize edilmesi gibi ihtiyaçlar meydana gelmektedir. Bu noktada, konu modelleme tekniklerinin kullanım amaçlarından birisi de metinsel verileri kendi aralarında gruplamaktır. Konu modelleme aynı zamanda, ürün yorumunun olumlu yada olumsuz anlamda sınıflandırma



işi içinde kullanılabilir. Bu analizlerin birçoğunda Gizli Semantik Analiz (LSA), Gizli Dirichlet Analizi (LDA), Negatif Olmayan Matris Faktörizasyonu (NMF) ve BERTopic yöntemleri zaman ve doğruluk açısından başarılı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Gizli Dirichlet Analizi (LDA) sıklıkla tercih edilmekte olup her yorumu bir belge olarak kabul edip bu belgelere karşılık gelen konuyu bulmayı amaçlamaktadır. Gizli Semantik Analizi (LSA) ise kelimelerin geniş bir koleksiyonda bir araya geldiğini varsayarak istatistiksel anlamsal analizi yapmaktadır. Negatif Olmayan Matris Faktörizasyonu (NMF) diğer yöntemlerden farklı bir prensiple çalışarak büyük veri kümesinde özniteliklere indirgeme amacıyla çalışmaktadır. BERTopic yeni bir yaklaşım olduğundan literatürde diğer konu modelleme yöntemlerine göre yapılan çalışmalar çok sayıda değildir [5]. BERTopic, Maskeli Dil Modeli (MLM) ve Sonraki Cümle Tahmini (NSP) teknikleri ile eğitilerek cümleyi sağdan ve soldan inceleme sonrasında cümle anlamını ve kelimeler arasındaki ilişkiyi çıkarmayı hedeflemektedir. Konu modelleme problemlerinde başarısı nispeten düşük ve anlam bütünlüğü olmayan modeller yerine günümüzde dil modelleri kullanılarak konular daha hızlı kategorize edilebilmektedir. Biz de bu kapsamda, çalışmamızda eski ve yeni modellerin performanslarını gözlemledik ve bir veri setinde ortaya çıkan performansları bulgular bölümünde detaylandırdık. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde literatür incelemesi, kullanılan materyal, uygulanan metot ve elde edilen sonuçlar verilmiştir.

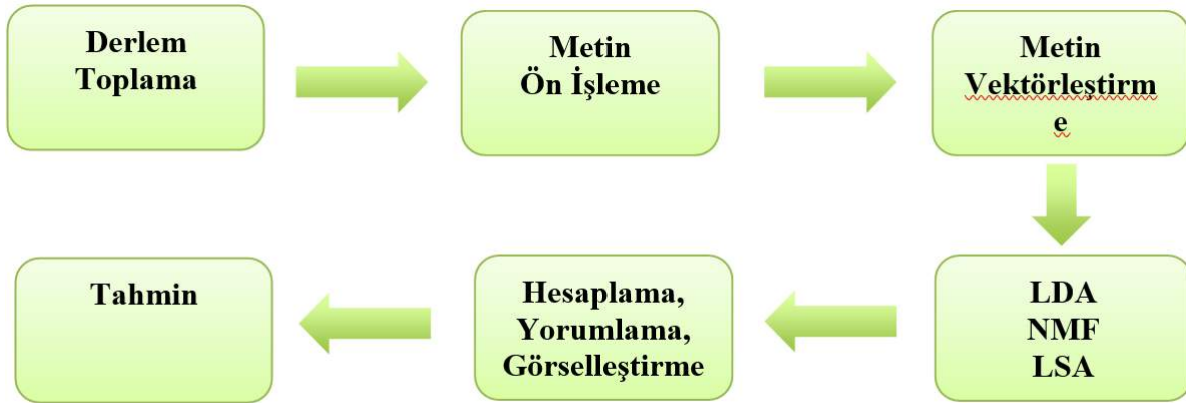
## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Teknolojinin gündelik hayatta daha yoğun kullanılmasıyla, sistemlerin ürettiği metin, görüntü ve ses ağırlıklı veriler beraberinde veriden anlam üretme modellerinin geliştirilmesine yol açmaktadır. Üretilen büyük verilerin de anlamlandırılması ve efektif olarak kullanılması için Makine Öğrenimi algoritmaları kullanılmaktadır. WIFI cihazlarından üretilen metinsel verilerin kategorize edilmesi için BERTOPIC algoritması kullanılarak daha efektif bir sonuç elde edilmiştir [6]. COVID-19 sürecinde insanlar genellikle fiziksel ve duygusal durumlarını paylaşarak pandemi ile başa çıkma serüveninde sosyal medya araçlarını kullanmışlardır. Bu sayede biriken verilerle, Latent Dirichlet Allocation (LDA) ve BERTopic konu modelleme yöntemleri kullanılarak en çok hangi konuların konuşulduğu tespit edilmiştir [7]. Büyük verilerin birikmesiyle birlikte önümüzdeki süreçte en aktif rol oynayacak model ise Dijital İkiz olacağı düşünülmektedir. Dijital İkiz, gerçek dünya nesnelere, süreçlerine veya sistemlerine sanal bir simülasyonunu temsil eden bir dijital model olup Endüstri 4.0 üretimi ile ilgili araştırma konularında oldukça ilgi çekmektedir. Son çalışmalarda ise dijital ikiz ortamlarını görselleştirmek için LDA ve BERTOPIC gibi konu modelleme teknikleri sıklıkla kullanılmaktadır [8]. Pandemiyle birlikte twitter verilerinden elde edilen bilgilerle, toplum ruh sağlığı üzerine çıkarımsal yaklaşımlar gerçekleştirmek için konu modelleme modellerinden BERTOPIC tekniğinin kullanımının en iyi sonucu verdiği bazı çalışmalarda gözlemlenmektedir [9]. E-Ticaret sitelerindeki ürün yorumlarından geri bildirim olarak süreci iyileştirmek içinde kümeleme algoritmalarının konu modelleme yöntemleri ile birleştirilmesi olumlu sonuçlar üretebilmektedir [10]. [11]. Çeşitli dillerde kullanılan konu modelleme yönteminde dillere göre algoritmaların başarıları değişmektedir. NMF ve LDA' ya göre arapça dilinde yapılan çalışmada BERTOPIC tekniğinin anlam bütünlüğü olarak daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir [12]. Literatürdeki birçok konu modelleme problemi dil modelleri kullanılarak

daha iyi sonuç verirken, LDA ve NMF gibi tekniklerin ise anlam bütünlüğünü tam olarak yakalayamadığı gözlemlenmektedir.

### 3. MATERYAL VE METOT

Sosyal medya mecraları, e-ticaret ve günümüzdeki popüler kavramların artması sonucu tetiklenen veri oluşumu, kendisiyle birlikte başka kavramları da hayatımıza dahil etmiştir. Bunların başında makine öğrenimi ve doğal dil işleme kavramları bulunmaktadır. Bu kavramlar oluşturulan veri seti içerisindeki soyut kavramları araştıran istatistiksel yaklaşımları barındıran çalışma alanlarıdır. Bunların yanı sıra konu modelleme, bir veri setindeki anlamsal tarafı analiz etmeye odaklanmıştır. Bu bağlamda, bilişim çağında giderek artan veri yığını ve sürekli oluşan yazılı kaynaklar nedeniyle insanların bu verileri işleme ve anlamlandırması giderek daha da zor hale gelmektedir. Konu modelleme ile bahsi geçen büyük verilerin anlamlandırılması, kümelenmesi ve kategorize edilmesi; iş ve zaman yükünü minimuma indirgeyerek düzenlenir ve işe yarar hale getirilmektedir. Bu işlerin yapılabilmesi için geliştirilen farklı teknikler mevcut olup, bu çalışmada BERTOPIC, LDA, NMF ve LSA konu modelleme teknikleri kullanılmıştır. Şekil-1 de konu modelleme tekniklerinde genel olarak gerçekleştirilen süreçlere yer verilmiştir. LDA, NMF ve LSA tekniklerinde istatistiksel yaklaşım ve kümeleme teknikleri kullanılarak gerçekleştirilen çalışma, dil modellerinin geliştirilmesiyle farklı bir boyuta evrilmiştir. Şekil-2 de ise BERTOPIC ile ilgili işlemlerin sürecine yer verilmiştir.



Görsel 1: LDA, NMF ve LSA Yöntemleri için Konu Modelleme Süreci

#### 3.1. Gizli Dirichlet Analizi Algoritması

Gizli Dirichlet Analizi, metin madenciliği için istatistiksel (Bayesian) konu modeline dayanan bir algoritmadır ve çok yaygın olarak kullanılmaktadır [13]. Bu modelde, konuların sabit bir sözlük üzerinden olasılık dağılımına sahip olması, dokümanların gizli konuların rastgele birleşiminden oluşması ve doküman koleksiyonundaki konuları, konuları oluşturan kelimelerin konular altındaki olasılıklarını, dokümanlar için o dokümanı oluşturan kelimelerin hangi konulara atandığını ve her doküman için bu dokümandaki konuların dağılımını öğrenmektedir [14]. Temel olarak, bu modelin amacı sabit ve soyut konu başlıkları oluşturmaktır.

#### 3.2. Gizli Semantik Analiz Algoritması

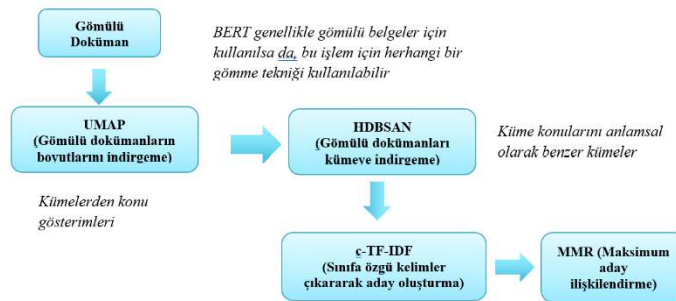
Gizli Semantik Analiz, kelimelerin geniş bir belge koleksiyonunda bir araya geldiği frekansların istatistiksel analizinden anlamsal uzay oluşturan bir algoritmadır [15]. Belge koleksiyonundan anlamsal bir uzay oluşturma süreci eğitim olarak adlandırılmaktadır ve bu uzay ile belge koleksiyonundaki her kelime eşleşerek anlamsal analizi içeren bir vektör oluşturmaktadır. Bu vektörler anlamsal vektör olarak anılmaktadır. Bir eğitim derlemi içinde ne kadar fazla belge varsa, sistemin kelimeleri anlamsal olarak ayırt etmesi veya sıralaması gereken bağlamsal bilgi de o kadar fazladır [16].

### 3.3.Negatif Olmayan Matris Faktörizasyonu

Negatif olmayan matris ayrıştırma, bir dizi negatif olmayan veri dizisinden otomatik olarak aralıklı ve anlamlı özellikleri çıkardığı için yüksek boyutlu verilerin analizi için yaygın olarak kullanılan bir algoritmadır [17]. Düşük dereceli faktörizasyonlara göre depolama ve yorumlanabilirlik en büyük avantajlarındandır.

### 3.4.BERTopic

İlk olarak akademik makaleleri kümeleme amacıyla ortaya çıkan BERTopic, bir küme içindeki terimlerin önemini karşılaştıran, terim temsili ve araştırmacıların alan bilgisini oluşturan, terim frekansına dayalı ters belge frekansı algoritmasıdır [18]. Cümleyi denetimsiz olarak sağdan ve soldan tarama yapması BERTopic'i diğer modellerden ayıran en önemli özelliktir. Bu algorithma BERT dil modelinden ve transformer özelliklerinden yararlanılmaktadır. BERT dil modelinin farklı algoritmalarla birleştirilmesi, kümeleme algoritmaları da dahil olmak üzere Doğal Dil İşleme (NLP) problemleri için son yıllarda popülerlik kazanmaktadır [19]. BERTopic konu modelleme algoritması Şekil-2 de verildiği üzere genel olarak üç aşamada gerçekleşmektedir. İlk adım belge gömme adımında belge yerleştirmeleri çıkartılır. İkinci adım ise belge kümeleme yapılarak yerleştirme boyutunu azaltmak için Düzgün Manifold Yaklaşım ve Projeksiyonu (UMAP) [20] ve semantik olarak benzer belgeleri kümelemek için HDBSCAN yöntemleri [21] kullanılır. Son adımda da konu temsili oluşturmak için c-TF-IDF ile konular ayıklanmakta ve azaltılmaktadır.



**Görsel 2: BERTopic Yöntemi için Konu Modelleme Süreci**

Şekil 2'de gösterilen BERTopic'in ilk aşaması olan gömülü doküman yerleştirmede, vektör uzayın anlamsal olarak karşılaştırılabilecek gösterimler oluşturulur. Aynı konuyu içeren belgelerin anlamsal olarak benzer olduğu varsayılır ve yerleştirme adımının gerçekleştirilmesi

için SentenceBERT'den [18] yararlanılır. Sentence-BERT, dil modeli yardımıyla cümlelerin vektörel temsillerine dönüştürülmesini sağlar [5]. İkinci adımda ise, UMAP ile boyut azaltma işlemi ve ardından HDBSCAN algoritması ile de boyutu azaltılan bu verilerin anlamsal olarak benzerliklerine göre kümelenmesi işlemi gerçekleştirilmektedir. Son adımda ise konu temsilleri oluşturulur. TF-IDF yöntemi tek bir sınıf içerisindeki kelimelerin istatistiksel hesaplamalarla birbirlerine benzerliğini ortaya koyarken, c-TF-IDF yönteminde ise belge sayısı yerine sınıf sayısı baz alınarak hesaplamalar yapılır ve tüm kümeler arasında hesaplamalar gerçekleştirilir. c-TF-IDF, tek tek belgeler yerine kümelerdeki sözcüklerin önemini hesaplamakta, her bir belge kümesi için konu ve kelime dağılımlarının oluşturulmaktadır. BETopic modelinin diğer yöntemlere göre en büyük farkı konu sayısının önceden belirlenmemesidir. Böylece sosyal medya verilerinden daha anlamlı sonuçların çıkması mümkün olabilmektedir.

Bu kapsamda, çalışmamızda bahsedilen dört farklı konu modelleme tekniğini aynı veri seti üzerinde çalıştırarak bulgular elde ettik ve performanslarını gözlemledik. Başarısı düşük modeller yerine günümüzde daha popüler hale gelen dil model altyapısını da kullanarak sonuçları ortaya çıkardık. Çalışmada, Amazon internet sitesinden elde edilen 1000 adet ürün yorumunu içeren veri seti kullanılmıştır. Öncelikle veri setinde bazı ön işlemler gerçekleştirdik. Sembolik ve istatistiksel doğal dil işlemeye yönelik olan açık kaynak kodlu NLTK kütüphanesi kullanılmıştır. Gerekli fonksiyonlar dahil edilerek gereksiz kelime ayıklama (Stop Words), Lematizyon (Köklere Ayırıştırma) ve Simgelleştirme (Tokenize) gibi ön işlemler yapılmıştır. Gereksiz kelime ayıklama ve köklere ayırıştırma işlemi yapılmadan elde edilen sonuçların başarısı daha düşük olduğu için bu işlemler ön işleme sürecine dahil edilmiştir. Tüm analizler Python programlama dili kullanılarak Colaboratory ortamında gerçekleştirilmiştir. LSA, LDA ve NMF için gensim kütüphanesi, BETopic için UMAP ve BETopic kütüphaneleri kullanılmıştır. Elde edilen konu başlıklarının görselleştirilmesi sürecinde PyLDAVIS [22] kütüphanesinden yararlanılmıştır.

### 3.5.Ölçme Tekniği (Coherence Measure)

Gerçekleştirilen çalışmada elde edilen sonuçların değerlendirilmesi için Konu Tutarlılığı ölçüm tekniği kullanılmıştır. Kümeleme algoritmalarında olduğu gibi belirli bir eğitim seti olmayan çalışmalar için, sonuçlar genellikle birbirine benzer veriler gruplanarak verilir. Bu kümeye ait özellikleri yorumlayacak uzman kişiler konunun ne olduğunu anlamaları gerekmektedir. Konu modelleme algoritmalarında veri setinde kaç farklı konu olabileceği bilgisinin verilmesi ile, algoritmaların ne kadar doğru olduğunu ölçmek için tutarlılık puanı kullanılmaktadır [23]. Konu tutarlılığı hesabı, kelime kümelerinin bir kelime veya alt kelime grupları arasındaki uyumunu ölçmektedir. Tutarlılık, konu modeli tarafından oluşturulan konulardaki kelimeler arasındaki anlamsal benzerlik derecesini ölçmektedir. Tutarlılık değerinin hesaplanmasında  $c_v$ ,  $c_p$ ,  $c_{umass}$ ,  $c_{one-any}$ ,  $c_{uci}$ ,  $c_{npmi}$ ,  $c_a$  gibi farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında tutarlılık değerini en iyi hesaplayan yöntem olarak  $c_v$  yöntemi gösterilirken, en kötü yöntem olarak da  $c_{umass}$  yöntemi gösterilmiştir [24]. Bu çalışmada her bir konunun tutarlılık puanlarını hesaplamak için, belirli bir pencere aralığında, bir konunun en önemli  $n$  kelimesinin birlikteliklerinin olasılıkları hesaplanmıştır. Daha sonra bu olasılıkların Normalize Noktasal Karşılıklı Bilgi Katsayısı skorları bulunmuştur. En önemli  $n$  kelimenin

birbirlerine olan uzaklıkları hesaplanıp, bu benzerliklerin aritmetik ortalaması her bir modelin tutarlılık katsayısını vermiştir [25]. 0-1 aralığında olacak tutarlılık puanı; yüksek puanlarda daha tutarlı, düşük puanlarda ise tutarsız konuları belirlemiş bir modelin genel performansını ortaya koymaktadır.

#### 4. Bulgular

Çalışmamızda, ürün yorumlarında daha çok hangi konularda konuşulduğunu tespit etmek amacıyla konu modelleme yaklaşımı kullanılmıştır. Konu modelleme yaklaşımında LSA, LDA, NMF ve BERTopic algoritmalarıyla gerçekleştirilen testlerde elde edilen sonuçlar bu bölümde tablo halinde ve görselleştirme teknikleriyle sunulmuştur.

##### 4.1.LSA Algoritması

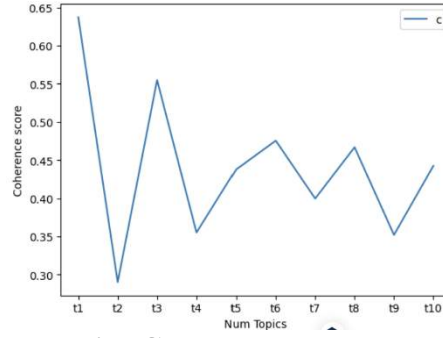
Konu sayısının 10 olarak belirlendiği analizde Konu Tutarlılığı hesabı (Coherence Score) için en doğru sonucu veren c\_v yaklaşımı kullanılmıştır. Çıkarılan konu bilgilerinde en güçlü 5 kelimenin konular içindeki ağırlıkları Çizelge-1 de verilmiştir.

**Çizelge 1. LSA Modeline Göre Konular İçerisinde En Güçlü Kelimeler**

Konular	Kelimeler				
Topic 1	(0.877)phone	(0.249)great	(0.122)work	(0.108)good	(0.102)ve
Topic 2	(0.488) great	(-0.389)phone	(0.381)good	(0.266)headset	(0.246)work
Topic 3	(-0.712)great	(0.406)good	(0.256)headset	(0.254)quality	(0.194)sound
Topic 4	(0.703 good)	(-0.339)sound	(-0.269)ear	(-0.267)headset	(-0.205)one
Topic 5	(0.544) work	(0.339)one	(0.322)well	(-0.303)great	(-0.267)sound
Topic 6	(-0.412)quality	(0.394)ear	(-0.379)sound	(-0.356)work	(0.277)headset
Topic 7	(-0.616)product	(0.349)battery	(0.343)headset	(0.296)work	(-0.197)quality
Topic 8	(-0.469)battery	(-0.333)use	(-0.320)product	(0.304)one	(0.216)good
Topic 9	(-0.595)battery	(0.323)headset	(0.282)use	(0.241)work	(-0.231)ear
Topic 10	(0.495)it	(-0.385)ear	(-0.368)product	(0.250)one	(0.240)would

**Çizelge 2. LSA Modeline Göre Konu Tutarlılık Değerleri**

Topics	Konu Tutarlılığı (Coherence Score)
Topic 1	0.3053847795461836
Topic 2	0.2977461329134061
Topic 3	0.3765636382133521
Topic 4	0.4301267713734873
Topic 5	0.41750448362701337
<b>Topic 6</b>	<b>0.4633644992262396</b>
Topic 7	0.41787726470570535
Topic 8	0.44060769341340816
Topic 9	0.45195342327975246
Topic 10	0.4074458866018299
<b>Ortalama Coherence Score</b>	<b>0.44116358486981505</b>



**Görsel-3. LSA Modeline Göre Konu Tutarlılık Değerleri Grafiği**

#### 4.2. Gizli Dirichlet Ayrımı (LDA)

Gizli Dirichlet Ayrımı (GDA), belgelerdeki gizli temaları keşfetmektedir. Bunu yapabilmek için üretken bir olasılık modeli ve dirichlet dağılımlarını kullanmaktadır. Konu sayısının 10 olarak belirlendiği analizde Konu Tutarlılığı hesabı (Coherence Score) için en doğru sonucu veren c\_v yaklaşımı kullanılmıştır. Çıkarılan konu bilgilerinde en güçlü 5 kelimenin konular içindeki ağırlıkları Çizelge 3 de verilmiştir.

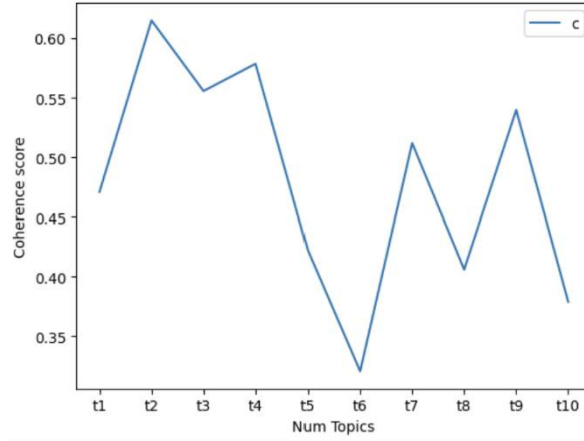
**Çizelge 3. LDA Modeline Göre Konular İçerisinde En Güçlü Kelimeler**

Konular	Kelimeler				
Topic 1	(0.020)phone	(0.018)charger	(0.016)work	(0.015)ear	(0.014)well
Topic 2	(0.040)phone	(0.032)battery	(0.021)works	(0.014)case	(0.013)buy
Topic 3	(0.038)service	(0.019)bad	(0.015)customer	(0.014)phone	(0.012)use
Topic 4	(0.034)money	(0.027)waste	(0.016)time	(0.013)reception	(0.011)it
Topic 5	(0.019)poor	(0.019)well	(0.017)phone	(0.017)quality	(0.013)far
Topic 6	(0.057)great	(0.051)good	(0.044)product	(0.034)work	(0.022)recommend
Topic 7	(0.040)love	(0.029)phone	(0.014)it	(0.013)ever	(0.012)product
Topic 8	(0.099)phone	(0.023)great	(0.015)good	(0.012)get	(0.012)one
Topic 9	(0.019)first	(0.011)ear	(0.010)light	(0.009)looking	(0.008)went
Topic 10	(0.038)headset	(0.031)sound	(0.024)fit	(0.020)quality	(0.019)bluetooth

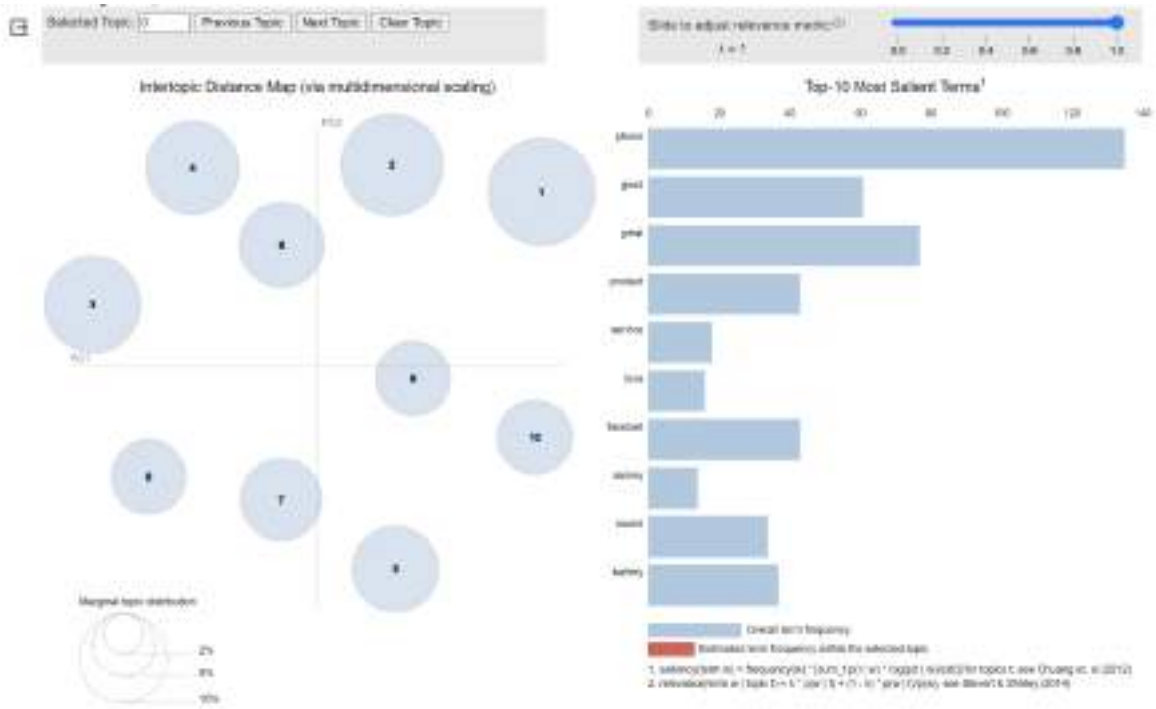
**Çizelge 4. LDA Modeline Göre Konu Tutarlılık Değerleri**

Topics	Konu Tutarlılığı (Coherence Score)
Topic 1	0.4708854814903737
<b>Topic 2</b>	<b>0.615066527598948</b>
Topic 3	0.5556833372852716
Topic 4	0.578588709411707
Topic 5	0.4218133724344904
Topic 6	0.3205594370950178
Topic 7	0.511900179675429
Topic 8	0.40601972899458777
Topic 9	0.5397824762705113
Topic 10	0.37900365175925754
<b>Ortalama Coherence Score</b>	<b>0.47993029020155936</b>





**Görsel 4. LDA Modeline Göre Konu Tutarlılık Değerleri Grafiği**



**Görsel 5. LDA Modeline Göre Konular Arası Mesafe Gösterimi ve Öne Çıkan Terim Gösterimi**

Şekil-5 teki gösterim, kullanıcıların bir konu modelindeki konuları yorumlamasına yardımcı olmak için tasarlanmıştır. PyLDAvis, kullanıcıların bir konu modelindeki konuları yorumlamasına yardımcı olan web tabanlı konu modeli görselleştirme için bir Python kütüphanesidir [24].

#### 4.3.Negatif Olmayan Matris Faktörizasyonu (NMF)

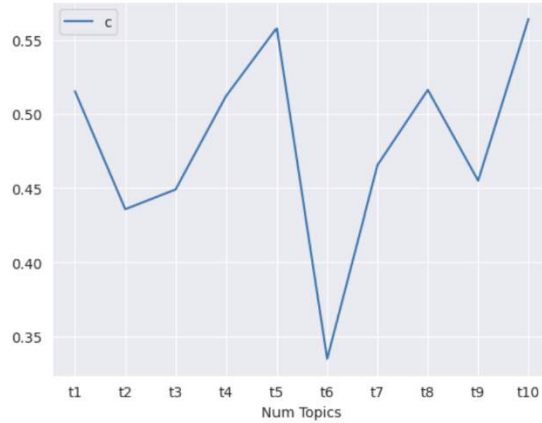
Konu sayısının 10 olarak belirlendiği analizlerde Konu Tutarlılığı hesabı (Coherence Score) için en doğru sonucu veren  $c_v$  yaklaşımı kullanılmıştır. Çıkarılan konu bilgilerinde en güçlü 5 kelimenin konular içindeki ağırlıkları Tablo-5 de verilmiştir.

**Çizelge 5. NMF Modeline Göre Konular İçerisinde En Güçlü Kelimeler**

Konular	Kelimeler				
Topic 1	(0.273)good	(0.029)headset	(0.025)price	(0.018)ever	(0.017)look
Topic 2	(0.253)phone	(0.014)cell	(0.013)buy	(0.012)new	(0.011)say
Topic 3	(0.147)sound	(0.113)quality	(0.059)headset	(0.022)clear	(0.020)excellent
Topic 4	(0.181)product	(0.044)price	(0.037)recommend	(0.030)excellent	(0.022)find
Topic 5	(0.201)use	(0.027)easy	(0.020)headset	(0.014)even	(0.013)camera
Topic 6	(0.079)ear	(0.063)battery	(0.024)fit	(0.022)headset	(0.021)go
Topic 7	(0.193)get	(0.022)call	(0.017)reception	(0.015)go	(0.014)screen
Topic 8	(0.311)work	(0.027)fine	(0.020)charger	(0.017)item	(0.017)plug
Topic 9	(0.199)well	(0.047)make	(0.026)case	(0.020)wear	(0.019)expect
Topic 10	(0.332)great	(0.026)price	(0.019)nice	(0.016)reception	(0.013)also

**Çizelge 6. NMF Modeline Göre Konu Tutarlılık Değerleri**

Topics	Konu Tutarlılığı (Coherence Score)
Topic 1	0.5153558062526221
Topic 2	0.43550637194337005
Topic 3	0.44883936227211063
Topic 4	0.5119262584143798
Topic 5	0.5577751385450826
Topic 6	0.33472094986755546
Topic 7	0.4654053172963316
Topic 8	0.5162272739762211
Topic 9	0.4548096334691894
<b>Topic 10</b>	<b>0.5641961114932128</b>
<b>Ortalama Coherence Score</b>	<b>0.4804762223530076</b>



**Görsel 6. NMF Modeline Göre Konu Tutarlılık Değerleri Grafiği**

#### 4.4.BERTopic

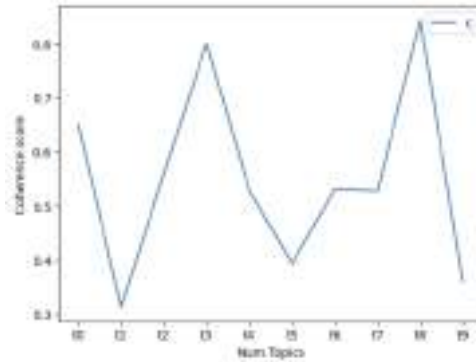
Konu sayısının 10 olarak belirlendiği analizde Konu Tutarlılığı hesabı (Coherence Score) için en doğru sonucu veren  $c_v$  yaklaşımı kullanılmıştır. Çıkarılan konu bilgilerinde en güçlü kelimelerin konular içindeki ağırlıkları Tablo-7 de verilmiştir.

**Çizelge 7. BERTopic Modeline Göre Konular İçerisindeki En Güçlü Kelimeler**

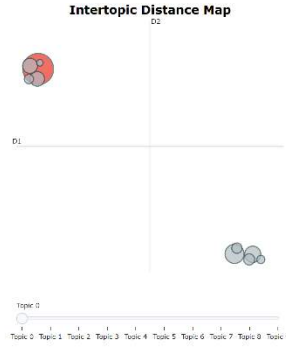
Konular	Kelimeler				
Topic 1	(0.076) headset	(0.063) sound	(0.060) ear	(0.059) phone	(0.039) quality
Topic 2	(0.147) product	(0.147) price	(0.119) recommend	(0.090) good	(0.085) great
Topic 3	(0.099) service	(0.089) customer	(0.087) product	(0.083) buy	(0.065) back
Topic 4	(0.209) battery	(0.151) charger	(0.084) plug	(0.064) life	(0.057) car
Topic 5	(0.103) nice	(0.080) fit	(0.079) piece	(0.078) quality	(0.075) junk
Topic 6	(0.460) disappointed	(0.270) disappointment	(0.150) decision	(0.141) mistake	(0.135) that
Topic 7	(0.578) works	(0.325) work	(0.146) great	(0.131) worked	(0.124) job
Topic 8	(0.360) case	(0.077) fit	(0.067) sex	(0.066) made	(0.059) seems
Topic 9	(0.914) waste	(0.645) money	(0.283) drain	(0.224) time	(0.200) dont
Topic 10	(0.346) camera	(0.141) picture	(0.102) resolution	(0.094) video	(0.088) quality

**Çizelge 8. BERTopic Modeline Göre Konu Tutarlılık Değerleri**

Topics	Konu Tutarlılığı (Coherence Score)
Topic 1	0.6497967589984609
Topic 2	0.312625356070686
Topic 3	0.5593891923187965
Topic 4	0.8011160470472692
Topic 5	0.5290534216092939
Topic 6	0.39284464327726853
Topic 7	0.5306711406995405
Topic 8	0.5270772024223361
<b>Topic 9</b>	<b>0.8434203970303058</b>
Topic 10	0.35951193367886
<b>Ortalama Coherence Score</b>	<b>0.5505506093152818</b>



**Görsel 7. BERTopic Modeline Göre Konu Tutarlılık Değerleri Grafiği**



**Görsel 8. BERTopic Modeline Göre Konular Arası Mesafe Haritası**



**Görsel 9. BERTopic Modeline Göre Kelimelerin Konulara Göre Dağılımı**

BERTopic algoritmasında, kelimelerin konulara göre dağılım grafiği ve konular arası mesafe haritası Görsel 8 ve Görsel 9 da verilmiştir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Konu modelleme çalışmaları, son yıllarda doğal dil işleme alanının birçok aşamasında çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Biyoinformatik verilerinden chatbotlara, mail listelerinden twitter verilerine kadar birçok alanda denetimsiz bir öğrenme modeli uygulayarak dokümanlardaki önemli kelimeleri tespit etmektedir. Bu alanda kullanılan tüm algoritmalar her verisetinde tutarlı bir yaklaşım sunmamaktadır. Bu çalışma kapsamında, literatürde en sık kullanılan LSA, LDA, NMF ve BERTopic algoritmaları ürün yorumlarına ait veriseti üzerinde çalıştırılmış ve elde edilen konu tutarlılık (Coherence Score) değerleri bulgular bölümünde tablo ve şekillerle gösterilmiştir. Tutarlılık değerlerini tespit ederken kullanılan  $c_v$  ve  $u\_mass$  teknikleri karşılaştırıldığında  $u\_mass$  değerlerinin doğruluk değerleri düşük olduğu için çalışmanın sonuçlarında  $u\_mass$  ile yapılan analizlere yer verilmemiştir.

**Çizelge 9. Konu Modelleme Yöntemlerinin Konu Tutarlılık Değerleri**

Yöntem	Ortalama C_H Değeri	Max. C_H Değeri
LSA	0.441	0.463
LDA	0.479	0.615
NMF	0.480	0.564
BERTopic	0.550	0.843

Çalışmada elde edilen sonuçlar Çizelge 9 da verilmiştir. BERTopic algoritmasının diğer tüm modellerden daha başarılı tutarlık değeri bulduğu, tespit edilen konulardaki kelimelerin ise

BERTopic algoritmasındaki en yüksek tutarlılığa sahip konuların birbirine daha yakın kelimelerden oluştuğu ve tek bir konuyu işaret ettiği gözlemlenmiştir. Ürün yorumlarının kullanıldığı veriseti için firmalar, hangi ürünler veya ürünleri ilgilendiren konularda daha dikkatli olmaları gerektiğini ortaya çıkarabilecektir. Ayrıca e-ticaret sitesindeki firmalar, sıkça konuşulan konular hakkında iyileştirmeler yapabilecektir. İlerleyen çalışmalarda e-ticaret sitelerindeki ürünlere ait yorumlar, mağazalar özelinde tavsiye oluşturabilecek şekilde çeşitli alt başlıklarda kategorize edilerek de konu modelleme yöntemleri kullanılabilir ve marka-model özelinde kümelemeler yapılabilir. Ayrıca yeni dil modelleri birleştirilerek başarısı daha yüksek yöntemler de verisetleri üzerinde test edilebilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Egger, R., ve Yu, J., A Topic Modeling Comparison Between LDA, NMF, Top2Vec, and BERTopic to Demystify Twitter Posts, *Frontiers in Sociology*, 7, 886498. <https://doi.org/10.3389/fsoc.2022.886498>.
- [2] Babüroğlu, B., Tekerek, A., ve Tekerek, M. *Türkçe için derin öğrenme tabanlı doğal dil işleme modeli geliştirilmesi*. In 13th International Computer and Instructional Technology Symposium, 671-679, Kırşehir, 2019.
- [3] Schütze, H., ve Manning, C. D. *Foundation of Statistical Natural Language Processing*, MIT Press. Cambridge, MA: May 1999.
- [4] Adalı, E., *Doğal Dil İşleme*, Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri Ve Mühendisliği Dergisi, 2016.
- [5] Koruyan, K., BERTopic Konu Modelleme Tekniği Kullanılarak Müşteri Şikayetlerinin Sınıflandırılması, *İzmir Sosyal Bilimler Dergisi*, 2022.
- [6] Atzeni, D., Bacciu, D., Mazzei, D., Prencipe, G., A Systematic Review of Wi-Fi and Machine Learning Integration with Topic Modeling Techniques, *Sensors*, 2022.
- [7] Scarpino, I., Zucco, C., Vallengunga, R., Luzzza, F., Cannataro, M., Investigating Topic Modeling Techniques to Extract Meaningful Insights in Italian Long COVID Narration, *BioTech (Basel)*, 2022.
- [8] Kukushkin, K., Ryabov, Y., Borovkov, A., Digital Twins: A Systematic Literature Review Based on Data Analysis and Topic Modeling, *Data*, 2022.
- [9] Baird, A., Xia, Y., Cheng, Y., Consumer perceptions of telehealth for mental health or substance abuse: a Twitter-based topic modeling analysis. *JAMIA*, 2022.
- [10] An, Y., Oh, H., Lee, J., Marketing Insights from Reviews Using Topic Modeling with BERTopic and Deep Clustering Network, *Applied Sciences*. 2023.

- [11] Chen, W., Rabhi, F., Liao, W., Al-Qudah, I., Leveraging State-of-the-Art Topic Modeling for News Impact Analysis on Financial Markets: A Comparative Study, *Electronics*, 2023.
- [12] Abuzayed, A., Al-Khalifa, Hend., BERT for Arabic Topic Modeling: An Experimental Study on BERTopic Technique, *Procedia Computer Science*, 2021.
- [13] Guven, Z. A., Diri, B., ve Cakaloglu, T. Türkçe Haberlerin Tür Tespiti İçin Konu Modelleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, 2019.
- [14] Ekinci, E., Omurca, S. İ., Kırık, E., Taşçı, Ş., Tıp Veri Kümesi için Gizli Dirichlet Ayrımı, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi*, 2020.
- [15] Jelodar, H., Wang, Y., Yuan, C., ve Feng, X. Latent Dirichlet allocation (LDA) and topic modeling: models, applications, a survey, *Multimedia Tools and Applications*, 2017.
- [16] Kwantes, P. J., Derbentseva, N., Lam, Q., Vartanian, O., ve Marmurek, H. H., Assessing the Big Five personality traits with latent semantic analysis, *Personality and Individual Differences*, 2016.
- [17] Çelik, H., Karaboğa, N. Negatif Olmayan Matris Ayırıştırma Yöntemlerinde Fetal Elektrokardiyogram İşaretin Ayırıştırılması, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2021.
- [18] Reimers, N., Gurevych, I., Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks, arXiv, 2019, <https://arxiv.org/abs/1908.10084>.
- [19] Samsir, S., Saragih, R. S., Subagio, S., Aditiya, R., ve Watrianthos, R., BERTopic Modeling of Natural Language Processing Abstracts: Thematic Structure and Trajectory, *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 2023.
- [20] McInnes, L., Healy, J., & Melville, J., UMAP: Uniform manifold approximation and projection for dimension reduction (Version 3). arXiv, 2018, <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1802.03426>
- [21] Campello, R. J., Moulavi, D., ve Sander, J., Densitybased clustering based on hierarchical density estimates, *17th Pacific-Asia Conference*, 2013.
- [22] Hidayatullah, A. F., Ma'arif, M. R., Road traffic topic modeling on Twitter using latent Dirichlet allocation, *International Conference on Sustainable Information Engineering and Technolog*, 2017.



- [23] Röder, M., Both, A., ve Hinneburg, A., Exploring the Space of Topic Coherence Measures, *Proceedings of the Eighth ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, 2015.
- [24] Michael, R., Andreas, B., Alexander, H. Exploring the Space of Topic Coherence Measures, *In Proceedings of the Eighth ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, 2015.
- [25] Altıntaş, V., Albayrak, M., Topal, K., Topic modeling with latent Dirichlet allocation for cancer disease posts, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 2021.

## ARTIFICIAL AND FAKE MEAT

**Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU**

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, Erzurum  
mmurat@atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9919-8824

### ABSTRACT

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations, it is predicted that after 2050 there will be 70% more food demand than today's food systems. Meat, which has an important place in human nutrition, has been a valuable source of complete protein for humanity since ancient times. However, as global meat consumption will gradually increase, there are concerns about sufficient resources in the future. Alternative ways have begun to be investigated to meet the need for meat due to many reasons such as high amounts of water waste and land use, animal welfare, increased risk of zoonotic diseases, the formation of antibiotic-resistant genes due to the use of antibiotics in animal nutrition, and the occurrence of some human health problems due to meat consumption. The most important of these searches is artificial and fake meat. In recent years, studies on the development of artificial and fake meat have gained great momentum as a competitive and sustainable alternative to traditional meat. When it comes to new meat alternative products, two products stand out. One of them is "artificial meat" and the other is "fake meat". So-called fake meat products are also called "meat substitutes" or "meat analogues". In the production of artificial meat, also called in vitro meat, first, starting cells are taken from the live animal by biopsy and multiplied in a culture medium. Then, the cells in the culture medium are subjected to cell proliferation and differentiation under appropriate conditions to form muscle tissues. In the production of plant-based meat analogs (fake meat), non-animal proteins obtained from plants and fungi are used. These products can be in the form of processed meat such as minced meat, or they can be produced in the form of meat tissue by creating a structure similar to the muscle structure of meat in extruders with special production techniques and formulations.

**Key Words:** Artificial meat, fake meat, production techniques

## YAPAY VE YALANCI ET

**Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU**

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum  
mmurat@atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9919-8824

### ÖZET

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütüne göre 2050 yılından sonra bu günkü gıda sistemlerinden %70 oranında daha fazla gıda talebi olacağı öngörülmektedir. İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan et, antik çağlardan beri insanlık için değerli bir tam protein kaynağı olmuştur. Bununla birlikte, küresel et tüketiminin giderek artacağı için gelecek yıllarda yeterli kaynak konusunda endişeler duyulmaktadır. Yüksek miktarda su israfı ve arazi kullanımı, hayvan refahı, zoonotik hastalık riskinin artması, hayvanların beslenmesinde antibiyotiklerin kullanılması nedeniyle antibiyotiğe dirençli genlerin oluşması, et tüketimiyle bazı insan sağlığı problemlerinin oluşması gibi çok sayıda nedenden ötürü et ihtiyacını karşılamak üzere alternatif yollar araştırılmaya başlanmıştır. Bunların başında ise yapay ve yalancı et gelmektedir. Son yıllarda yapay ve yalancı et geliştirme üzerine yapılan çalışmalar, geleneksel ete rekabetçi ve sürdürülebilir bir alternatif olarak büyük ivme kazanmıştır. Et alternatifi yeni ürünler söz konusu olduğunda, iki ürün ön plana çıkmaktadır. Bunlardan birisi “yapay et” diğeri ise “yalancı et”tir. Yalancı et denilen ürünler “et ikameleri” veya “et analogları” şeklinde de adlandırılmaktadır. İn vitro et olarak da adlandırılan yapay et üretiminde, ilk önce, canlı hayvandan biyopsi ile başlangıç hücreleri alınır ve bir kültür ortamına çoğaltılır. Daha sonra, kültür ortamındaki hücreler uygun koşullar altında, kas dokularını oluşturmak üzere hücre çoğalmasına ve farklılaşmasına maruz bırakılır. Bitkisel esaslı et analogları (yalancı et) üretiminde ise, bitkiler ve mantarlardan elde edilen hayvansal olmayan proteinler kullanılmaktadır. Bu ürünler kıyma gibi işlenmiş et formunda olabileceği gibi özel üretim teknikleri ve formülasyonlar ile ekstrüderlerde etin kas yapısına benzer yapı oluşturularak et dokusu şeklinde de üretilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay et, yalancı et, üretim teknikleri

### 1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan et ve et ürünleri, besleyici değeri yüksek ve özellikle protein açısından en iyi kaynaklardır (Laskowski ve ark., 2018). Küresel et tüketimi her geçen gün daha da artmakta ve artan bu talebin karşılanması konusunda geleceğe dair büyük endişeler bulunmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda, hayvansal gıda kaynaklarına ikame ürünlerin geliştirilmesi için arayışlar başlamış ve devam etmektedir (Pandurangan ve Kim, 2015; Farhoomand ve ark., 2022; Künili ve ark., 2023). Bilimsel ve teknolojik gelişmelerle birlikte çeşitli amaçlarla canlı hayvan etinin yerini alacak yeni ürünler geliştirmek için çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalarda, alternatif olarak et proteinleri; bitki, mantar, alg veya böceklerden elde edilen proteinler ile değiştirilebilir veya ikame edilebilir hale getirilmiştir. Et

alternatifi yeni ürünler söz konusu olduğunda, iki ürün ön plana çıkmaktadır. Bunlardan birisi “yapay et” diğeri ise “yalancı et”tir. Yalancı et denilen ürünler “et ikameleri” veya “et analogları” şeklinde de adlandırılmaktadır. İn vitro et olarak da adlandırılan yapay et üretiminde, ilk önce, canlı hayvandan biyopsi ile başlangıç hücreleri alınır ve bir kültür ortamına çoğaltılır. Daha sonra, kültür ortamındaki hücreler uygun koşullar altında, kas dokularını oluşturmak üzere hücre çoğalmasına ve farklılaşmasına maruz bırakılır (Çelik ve Yaşar, 2023). Bitkisel bazlı et analogları (yalancı et) üretiminde ise, bitkiler ve mantarlardan elde edilen hayvansal olmayan proteinler kullanılmaktadır. Bu ürünler kıyma gibi işlenmiş et formunda olabileceği gibi özel üretim teknikleri ve formülasyonlar ile ekstrüderlerde etin kas yapısına benzer yapı oluşturularak et dokusu şeklinde de üretilmektedir (Zhang ve ark., 2019).

## 2. ET ÜRETİMİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Yapılan değerlendirmelerde, canlı hayvan üretimi, meyve ve sebze üretimi, baklagil üretimi ve tahıl üretiminin iklim değişikliğindeki paylarının sırayla %43, %17, %10 ve %30 olduğu belirtilmiştir. Enterik fermantasyon ve gübre depolamadan kaynaklanan metan gazının, küresel ısınma üzerinde karbon dioksitten 28, nitröz oksit ise 265 kat daha etkili olduğu bilinmektedir. 1 kg et proteini üretimi için yaklaşık olarak 6 kg bitkisel protein tüketimi gereklidir. Dolayısıyla bitkisel kaynakların hayvan beslenmesi için değil de, doğrudan insan beslenmesi için kullanılması gerektiğine dair yaklaşımlar öne çıkmaktadır (Polat ve Yılmaz-Tuncel, 2021). Artan dünya nüfusu ve gelişmekte olan ekonomiler dikkate alındığında önümüzdeki 40 yıl içinde et tüketiminin iki katına çıkacağı ön görülmektedir. Günümüzdeki yöntemlerle hayvancılığa dayalı et üretimi birçok olumsuzluğu da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, diğer gıdalarda olduğu gibi, et üretiminde de sürdürülebilir ve daha güvenli gıda üretim sistemlerinin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir (Steinfeld ve ark., 2006; Sexton ve ark., 2019).

Et alternatifi ürünlerin çoğunda soya, buğday proteini ya da mikoprotein gibi bitkisel kaynaklı ürünler kullanılmaktadır. Et yerine bitkisel kaynaklı protein tüketimi ile karbon emisyon miktarının azalmasının yanı sıra, yapay et ile hayvan yemleri üretiminde kullanılan pestisit ve kimyasalların kullanımının azaltılmasının çevrenin daha iyi korunacağı ön görülmektedir.

Geleneksel üretim sistemleri ile karşılaştırıldığında, özel üretim koşulları altında yapay et üretiminin arazi ve su kullanımını iki kat azaltacağı belirtilmiştir. Yapay et üretiminin sürdürülebilir üretime önemli katkılarının olması beklenmekle birlikte, bu beklentilerin yalnızca laboratuvar ortamındaki üretime dayalı tahmin edildiği ve endüstriyel üretimde birçok faktörün değişebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır (Sürek ve Uzun, 2020).

## 3. YALANCI ET

Et benzeri ürün, et analogu, bitkisel esaslı et, tekstüre edilmiş bitkisel proteinler olarak ta adlandırılan yalancı et, çoğunlukla bitkisel proteinlerin hammadde olarak kullanıldığı ve son ürüne eti andıran formun kazandırılmasına dayalı ürünlerdir. Et benzeri ürünlerin üretiminde, buğday, pirinç, mısır, kanola, ayçiçeği, kolza tohumu, soya fasulyesi, lima fasulyesi, lupin, bezelye, nohut, yer fıstığı, kenevir, pamuk tohumu, mantarlar, makro ve mikro algler ile birlikte

farklı amaçlar için ilave yardımcı katkı maddeleri de kullanılabilir. Et benzeri ürünler üretiminde, ekstrüzyon olmak üzere, eğirme, shear cell ve couette hücre, dondurarak yapılandırma ve 3D gıda yazıcısı uygulamaları olmak üzere birçok teknik kullanılmaktadır.

*a. Ekstrüzyon yöntemi:* esası tekstürizasyona dayalı olan ekstrüzyon işleminde, hammadde kısa bir süre yüksek sıcaklık, basınç ve kesme kuvvetlerine maruz bırakılır. Bu proses ile lifli, sert, kesmeye dirençli ve normal et görüntüsüne sahip et analogları elde edilebilmektedir.

*b. Shear cell ve couette hücre tekniği:* Bu teknikte, bir kayma hücresi ve bir konik/silindirik şekilli cihaz olan Couette hücresinde, basit kesme ve ısının bir kombinasyonu ile proteinler lifli yapılar oluşturacak şekilde hizalandırılmaktadır.

*c. Dondurarak yapılandırma tekniği:* Yapı oluşturmak için sulu bir protein çözeltisi dondurulmakta, buz kristallerinin oluşumuyla, hizalı, düzenli gözenekli ve birbirine bağlı lifli mikro yapı elde edilmektedir. Daha sonra, su dondurarak kurutma ile uzaklaştırılmakta, bu da kuru, sert ve lifli protein kütesinin elde edilmesi ile sonuçlanmaktadır.

*d. Hidrokolloidler ve bitki protein kombinasyonları:* Bu teknikte, lifli yapı oluşturmak için sodyum aljinat ve metilselüloz gibi hidrokolloidler, su ve bitkisel proteinler kullanılmaktadır (Künili ve ark., 2023).

Bitkisel bazlı et alternatifleri, vejetaryen ve fleksitaryen tüketicilerin artışı ve çevresel kaygılar konusunda farkındalığın artması gibi nedenlerle son yıllarda Avrupa Birliği ve Kuzey Amerika pazarında daha fazla olmak üzere, tüm dünyada önemli bir ürün grubu haline gelmiştir. Diğer önemli bir faktör ise fiyatlardaki artışın et tüketimini sınırlandırmasıdır. Ayrıca, hayvansal protein ağırlıklı beslenmenin yaratabileceği sağlık sorunlarının anlaşılması, bitkisel proteinlere olan yönelim artırmıştır (Asgar ve ark., 2010; Kyriakopoulou ve ark., 2019).

#### 4. YAPAY ET

Hücre bazlı et, in-vitro et, kültürlü et, kesimsiz et, temiz et, sentetik et, laboratuvarında üretilmiş et gibi isimlerle de anılan yapay et son zamanlarda daha çok gündeme gelse de aslında bu fikrin ortaya çıkışı yeni değildir. Tablo 1’de görüldüğü gibi, yapay et üretim süreci 1912 yılında Alexis Carrel’in canlı embriyonik civciv kalp kası parçasını vücudun dışında, bir petri kutusunda, uygun besiyeri ile canlı tutulmasının mümkün olabileceğini göstermesi ile başlamıştır. 2013 yılında Dr. Mark Post tarafından dünyanın ilk in vitro et bazlı burgerinin üretimi gerçekleştirilmiştir (Norton, 2015).

Tablo 1. Yapay etin tarihsel gelişimi (Hoogenkamp, 2018; Sürek ve Uzun, 2020; Yetim ve Tekiner, 2020).

Yıl	Yapay et üretiminin önemli gelişmeleri
1912	Alexis Carrel'in canlı civciv kalp kası parçasını petri kabında büyütmesi
1943	Rene Barjavel'in "Ravage" isimli romanında yapay et üretimine yer vermesi
1950	Willem van Eelen' in et ürünleri üretimi için doku kültürü fikrini ortaya atması
1999	Willem van Eelen tarafından kültür ve kök hücre konseptinin patentinin alınması
2002	SymbioticA tarafından kurbağadan kas biyopsilerinin geliştirilmesi
2002	Akvaryum balığından elde edilen kas dokusunun geliştirilmesi

2008	Norveç'te yapay et sempozyumunun yapılması
2011	İsveç'te yapay et çalışmasının düzenlenmesi
2013	Dr. Mark Post tarafından dünyanın ilk in vitro et bazlı burgerinin üretimi (325 bin \$/kg)
2017	ABD'de Memphis Meat firması hayvan hücrelerinden dana, tavuk ve ördek eti üretmeyi başarmıştır.
2017	Rus Deneysel Veterinerlik Enstitüsü ilk kültür etini üretmeyi başarmıştır. Bir ay içinde bir tüpte küçük parçalar halinde 10 g et üretilmiştir.
2019	Mosa Meat ve İspanyol BioTech Food aynı miktar yapay etin 112 dolara kadar düştüğünü açıklamışlardır.
2019	İsrail firması Aleph Laboratuvarı, ilk biftek geliştiren firma olduğunu duyurmuştur.

#### 4.1. Yapay Et Üretimi

Yapay et üretimi hücre ve doku kültürü olmak üzere iki temel metotla üretilmektedir.

*a. Hücre Kültürü Temelli Metot:* Yapı iskelesi metodu olarak da bilin bu metotta, hayvanın embriyosundan embriyonik miyoblastın veya hayvanın kas biyopsisinden yetişkin iskelet kas hücrelerinin izole edilmesi ve biyoreaktör içinde bir iskeleye veya kolajen örgüsü gibi bir taşıyıcıya tutturularak haftalar veya aylar boyunca bölünerek çoğalması sağlanır. Kök hücreleri birleşerek miyotüpleri, miyotüpler de farklılaşarak miyofibrilleri oluşturur. Elde edilen miyofibriller işlenebilir, pişirilebilir ve emülsiyon veya et ürünü olarak tüketilebilir; fakat bu metot ile yüksek yapıda biftek gibi et ürünü üretmek mümkün değildir (Sürek ve Uzun, 2020).

*b. Doku Kültürü Temelli Metot:* Yapay et küçük ölçüde üretilebilmektedir; fakat küçük biyopsiler pratikte önemli olmayacağından büyük ölçüde ticari üretim için doku mühendisliğinin kullanımı ileri sürülmektedir.

Doku kültüründe de yeni ölmüş veya canlı hayvandan alınan kas kök hücreleri, kolajen gibi yenilebilir bir biyo-malzeme eşliğinde gerekli diğer besin öğelerini içeren kültür ortamında uygun sıcaklık ve çevre koşullarında çoğaltılır. Daha sonra, hücre farklılaşması için (kök hücre, miyoblast, miyotüp, miyofibril oluşumu vb.) amaca göre tasarlanmış biyo-reaktörlerde gerçekleştirilmektedir (Yıldız Turp ve ark., 2022).

#### 4.2. Geleneksel etin dezavantajları

- Hayvanların kesimi,
- Kaynak kullanımı, (Arazi yüzeyinin yaklaşık %30'u hayvancılık üretimi için küresel olarak kullanılmaktadır. Tatlı su tüketiminin yaklaşık %70'i ve et ve gıda üretimi için kullanılmaktadır).
- Küresel ısınma ve kirlilik (antropojenik sera gazı emisyonlarının %18'ine ve antropojenik metan emisyonlarının %37'sine katkıda bulunmaktadır).
- Yetersiz besin dönüşümü (1 kg sığır eti 7 kg tahıl gerektirmektedir).
- Hastalıklar ve sağlık endişeleri (İnsanlar, bağışıklığı baskılanmış, kirletici maddeler içeren hayvanlardan salınan patojen tarafından riske atılır).
- Dini kısıtlamalar ve sosyal tabular (Geleneksel kesim sistemi ile bazı ciddi dini uygulamaların takip edilmesi gerekmektedir).



- Nesli tükenmekte olan türlerin neslinin tükenmesi.
- Doğal yaşam dengesinde bozulma (Hayvancılık ve çiftçilikden kaynaklanan ormansızlaşma nedeniyle, hayvan türlerinin çoğu doğal yaşam alanları kaybedilmekte ve nesli tükenmektedir).

○

#### 4.3. Yapay etin avantajları

- Tasarımı sağlıklıdır (Yapay eti sağlıklı hale getirmek için kültür ortamı, yağ asidi ve besinlerin bileşimi değiştirilebilir).
- Hızlı üretim,
- Kaynak kullanımında azalma.
- Çevre dostu,
- Egzotik etin mevcudiyeti (Yapay et üretimi için hayvanın kök hücrelerine ihtiyaç duyulduğundan, nesli tükenmekte olan hayvanlardan alınan hücreler veya hatta soyu tükenmiş hayvan hücresi örnekleri egzotik et üretmek için kullanılabilir).
- Vegan et (Ahlaki ve sağlık sorunları nedeniyle vejeteryen olan insanlar, hayvanlar öldürülmeden üretilebildiği için yapay et yiyebilirler (Farhoomand ve ark., 2022).
- Yapay et üretimi kas dokusunun çoğaltılmasına dayanan bir yöntem olduğundan hem geleneksel et üretim prosesindeki hem de hayvanların bakım sürecinde bazı atıklar oluşmamaktadır (boynuz, tırnak gibi) (Çakmak ve ark., 2023).

○

#### 4.4. Yapay etin dezavantajları

- Maliyet.
- Yapay et geleneksel et ile karşılaştırıldığında renksiz veya sarıdır.
- Yapay et üretimindeki en önemli sorun B12 vitamini ve demir gibi önemli bileşenlerin eksikliğidir.
- Lipit fraksiyonunun aromaları, karbonhidratlar ve proteinler arasındaki kompleks etkileşimin sonucu olarak etin tadını yeniden üretmek zordur. Bu nedenle tadın geleneksel ete en yakın halini elde etmek için yağ hücreleri de hücre kültürüne ilave edilmelidir.
- Tadın taklit edilmesi muhtemelen en zor olanıdır, çünkü etin kendine özgü tadı elde etmek için suda çözünen ve yağdan türetilen 1000'den fazla farklı bileşen gereklidir. (Gökırmaklı ve Bayram, 2017; Sürek ve Uzun, 2020)

#### 4.5. Etik Kaygılar, Endişeler

Yapay et savunucularının ileri sürdüğü iddialardan en önemlileri; çevresel sorunlara yapacağı katkılar, hayvan refahı ve artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarına cevap verecek olmasıdır. Bunula birlikte, yapay et ile ilgili en temel olumsuzluklar ise; tüketicilerin bu ürünleri kabul etmeme riski, yüksek maliyet, doğal olmaması ve negatif yasal düzenlemelerdir. Yapay et ile ilgili diğer önemli husus ise etik kaygılardır. Yapay et ile ilgili temel etik kaygılar; hücre kültürü çalışmalarında hayvanlardan elde edilen serumların tercih edilmesi ve bu durumun daha çok hayvana zarar verebilme ihtimali, vejeteryanların yapay et üretimi sırasında hayvansal orijinli hücre kullanılmasına tepkisi, üretilen yeni ürünün, dini/felsefi açıdan uygun olmamasıdır

(Yıldız Turp ve ark., 2022). Ayrıca, geçim kaynaklarına yönelik potansiyel bir tehdit olabileceği de düşünülmektedir (Farhoomand ve ark., 2022). Yapay et üretimine karşı olan bireyler bu teknolojinin insan kas dokusunda kültürlenebileceğinden ve ilerleyen dönemlerde kanibalizmaya (yamyamlığa) neden olabileceğini düşünmektedirler. Ayrıca, diğer bir endişe hayvan hücrelerinin yapay et üretiminde kullanılmasının, bu eti tüketen bireylerde dokusal değişikliklere neden olabileceğidir (Sürek ve Uzun, 2020).

#### 4.6. Yapay Et Mevzuatı

2022 yılında ABD’de ilk defa yapay et üretimine resmi olarak izin verilirken (<https://www.hurriyet.com.tr/dunya/abdde-ilk-kez-yapay-et-tuketimine-resmi-izin-42173692>), Hollanda Parlamentosunda, laboratuvar ortamında üretilen yapay etin tanıtımı ve deneme amaçlı kullanımına izin veren öneri kabul edilmiştir (Yıldız Turp ve ark., 2022). Dünya genelinde yapay et hakkında hazırlanmış kapsamlı mevzuatlar da yer almamaktadır (Stephens ve ark., 2018). Ulusal basında çıkan bir habere göre yapay et, dünyadaki ilk satış onayını Singapur’da almıştır. Singapur Gıda Ajansı (SFA), bu satış onayı ile etin hayvan öldürülmeden üretildiği bir geleceğin kapısını açabileceği açıklamasını yapmıştır (NTV, 2020). Bu şekilde, Singapur, dünyada tavuk kök hücresinden elde edilen yapay ete izin veren ilk ülke olmuştur (Yetim ve Tekiner, 2020).

#### 4.7. Yapay Etin Geleceği

Sağlık açısından endüstriyel üretim kontrolü ile üretilen yapay etin antibiyotiksiz, zoonoz riski olmayan, daha sağlıklı ve güvenli olduğu, ayrıca fonksiyonel besin ve vitaminler ile zenginleştirilebileceği ve dengeli yağ içerebileceği savunulmaktadır. Bu açıdan, obezite, hipertansiyon ve diyabet gibi hastalıkların kontrolüne yardımcı olabileceği ileri sürülmektedir. Yapay etin bir diğer faydası ise gelecekte, insanlara vahşi, hatta nesli tükenmiş hayvanlardan elde edilen eti deneme imkânı sunabileceğidir. Bununla birlikte, özellikle doğal olmadığı için ve yeniye karşı duyulan korku nedeni ile, yapay etin gelecekte yeteri ilgiyi göremeyeceği de düşünülmektedir (Koç, 2023). Günümüzde Hollanda, Amerika, İsrail ve Singapur gibi bazı ülkeler tarafından yapay et üretimi ile ilgili ciddi boyutta çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Ancak üretim maliyetleri ve satış fiyatı henüz herkes tarafından kolaylıkla tüketilebilecek düzeyde değildir. Yapılan çalışmalar, 2025 yılında yapay et fiyatlarının satın alınabilecek seviyeye geleceğini; 2030 yılında ise dünya et piyasasının %10’luk bir kısmını yapay etin oluşturacağını göstermektedir (Çakmak ve ark., 2023)

#### 4.8. Gıda Güvenliği, İnsan Sağlığı ve Yapay Et

Birçok hastalığa neden olan gıda patojenlerinin yaklaşık %22’sinin et kaynaklı olduğu bildirilmektedir. Yapay et üretiminin halk sağlığı ve gıda güvenliği bakımından hem olumlu hem de olumsuz olarak sonuçlar doğurabileceği düşünülmektedir. Yüksek düzeyde kontrollü ortamda üretilen yapay et gıda kaynaklı patojen riskini azaltarak daha sağlıklı ve güvenli et üretimine olanak sağlayabilir. Yapay et üreticileri, üretilen etin kompozisyonunun istenilen yönde geliştirilerek insanların muhtemel psikolojik ve fizyolojik ihtiyaçlarına yanıt verebilecek nitelikte olabileceğini belirtmişlerdir. Örneğin, omega-3 gibi fonksiyonel bileşenlerin yapay ete

ilave edilerek etin sağlık yönünün de geliştirilebileceği öngörülmektedir. Bunula birlikte, yapay etin hayvan olmadan üretileceği için herhangi bir mikroorganizma içermeyeceği savunulsa da, yüksek oranda hücre çoğalmasının potansiyel kanser hücrelerinin çoğalmasını uyarabileceği endişesi vardır. Ayrıca, hücre kültürü için gerekli olan hormonlar, besin maddeleri gibi kimyasal maddelerin güvenli olduğu garanti edilmemiştir (Sürek ve Uzun, 2020).

#### 4.9. Yapay Et Ve Helallik

Yahudilerin bazıları kök hücreler koğer bir hayvandan alındığı takdirde yapay etin dinen tüketilebilir olduğu görüşünü savunurken bazıları ise hiç bir koşulda kabul etmemektedir. Hinduizme göre yapay et üretimi hayvanlara saygısızlık olarak nitelendirilmektedir. İslam inancına göre ise canlı hayvandan alınan bir parçanın yenmesinin helal olmayacağı düşünceyi yapay etin geleceği ile ilgili diğer bir tartışma konusudur. Diyanet İşleri Başkanlığı; yapay etin helal olma durumunun, in vitro olarak çoğaltılan hücrelerin canlı veya ölmüş bir hayvandan alınmış olmasına göre farklılık gösterebileceğini bildirmiştir. Ancak konuyla ilgili henüz net bir karara varılmamıştır (Çakmak ve ark., 2023). Bunula birlikte, canlı bir hayvanın vücudundan alınmış herhangi bir doku parçasının kendisi helal olmadığı gibi bu dokudan üretilen veya üretim aşamasında dinen temiz/helal olmayan maddelerin kullanılması suretiyle elde edilen yiyeceklerin tüketilmesi de helal değildir görüşü benimsenmiştir Yetim ve Tekiner, 2020).

#### 4.10. Türkiye’de Yapay Et

Ülkemizde ise yapay et üzerine faaliyetler henüz başlangıç aşamasında olup; yalnızca üniversitelere bağlı bazı teknoparklarda faaliyet gösteren az sayıda Ar-Ge firması tarafından bazı araştırmalar yapılmaktadır (Yetim ve Tekiner, 2020).

#### KAYNAKLAR

- Asgar, M., Fazilah, A., Huda, N., Bhat, R., Karim, A.A. Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 9 (5):513-529, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00124.x>.
- Çakmak, Ö., Ergene, E., Acaröz, U., Aldemir, T. Yapay Et Üretiminde Teknolojik Gelişmeler Ve Endüstrisinin Geleceği, *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni* , 14 (1):1-15, 2023. DOI: 10.38137/ vftd.1231634
- Çelik, E., Yaşar, A. Laboratuvardan Sofraya Etik Bir Sorunsal: İn-Vitro Et. *Sağlık Bilimlerinde Öncü ve Çağdaş Çalışmalar*, 495-520, 2023. <https://as-books.com/index.php/sbocc/article/view/289>
- Farhoomand, D., Okay, A., Aras, S., Büyük, İ. Yapay et üretimi ve gelecek vizyonu. *Food and Health*, 8(3):260-272, 2022.
- Gökırmaklı, C., Bayram, M., Future of Meat Industry. *MOJ Food Process Technol* 5(1):00117, 2017. DOI: 10.15406/mojfpt.2017.05.00117

- Hoogenkamp, B.H. Clean cultured meat for today's future. *Fleischwirtschaft International*, 2: 42-46,2018.
- Koç, F., Yapay Et Üzerine Bir Değerlendirme. Demirel, S. Sağlık Bilimlerinde Yenilikçi Çalışmalar, pp:1095-1104, 2023.
- Kyriakopoulou, K., Dekkers, B., Van der Goot, A.J. Plant-based meat analogues. In *Sustainable meat production and processing*. C. M. Galanakis, Eds. Academic Press, pp. 103-126, 2019.
- Künili, İ.E., Dinç, S.Ö., Çolakoğlu, F. Geleneksel et üretimi ve tüketimine alternatif: Et analogları . *NÖHÜ Müh. Bilim. Derg.* 12(1):159-174, 2023.
- Laskowski, W., Górska-Warsewicz, H., & Kulykovets, O. Meat, meat products and seafood as sources of energy and nutrients in the average polish diet. *Nutrients*, 10(10):1412, 2018.
- Norton, T. From the lab to the supermarket: In vitro meat as a viable alternative to traditional meat production. *Journal of Food Law and Policy*, 1:157-180, 2015.
- Pandurangan, M., Kim, D.H. A novel approach for in vitro meat production. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99(13):5391-5395, 2015.
- Polat, H., Yılmaz-Tuncel, N. Sürdürülebilir et üretimi. *GIDA*, 46(1):134-151,2021. doi: 10.15237/gida.GD20127
- Sürek, E., Uzun, P. Geleceğin Alternatif Protein Kaynağı: Yapay Et. *Akademik Gıda*, 18(2):209-216, 2020.
- Sexton, A.E., Garnett, T., Lorimer, J. Framing the future of food: The contested promises of alternative proteins. *Environment and Planning E: Nature and Space*, 2(1):47-72, 2019. <https://doi.org/10.1177/2514848619827009>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. ., Castel, V., Rosales, M., Rosales, M., de Haan, C. *Livestock's long shadow: environmental issues and options: Food & Agriculture Org.* ISBN: 978-92-5-106488-7, 2006.
- Yetim, H., Tekiner, İ.H., Alternatif Protein Kaynaklarından Yapay Et Üretimi Kavramına Eleştirel Bir Bakış. *Helal ve Etik Araşt. Derg.* 2(2):85-100, 2020.
- Yıldız Turp, G., Eliküçük, Y., & Küçük Kurt, F. Yapay Et: Üretim Yöntemleri, Teknolojik ve Etik Kısıtlamalar, Sürdürülebilirliğe Katkısı. Bağdathoğlu, N. *Sürdürülebilir Gıda Sistemleri Üzerine Araştırmalar*. Sidas Medya Ltd. Şti. İzmir. pp:128-138, 2022.
- Zhang, J., Liu, L., Liu, H., Yoon, A., Rizvi, S.S.H., Wang, Q. Changes in conformation and quality of vegetable protein during texturization process by extrusion. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 59(20):3267-3280, 2019. doi:10.1080/10408398.2018.1487383.

## STRATEGIES TO DELAY STALING IN BAKERY PRODUCTS AND PARTIAL COOKING METHOD

**Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU**

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, Erzurum  
mmurat@atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9919-8824

### ABSTRACT

Bread and similar bakery products, which have an important place in our diet, have a limited shelf life. Physicochemical changes such as staling, textural changes and microbiological spoilage such as yeast, mold and bacterial growth significantly shorten the shelf life of these products. In such products, staling is defined as “virtually any change, other than microbiological spoilage, that occurs in the post-cooking period, making them less acceptable to the consumer.” Staling causes consumer acceptance of bakery products to decrease. Since bakery products have an important place in the nutrition of people all over the world, economic losses resulting from staling are also extremely important. For this reason, in the studies conducted to date, great importance has been given to the issue of staling of bakery products. In this field, it is possible to categorize the applications made for this purpose into four main groups. The first of these is the rearrangement of product formulations using various enzymes, emulsifiers, hydrocolloids and the combination of these additives. The second approach to delay staling in bakery products with a soft internal structure is to rearrange processing processes such as kneading, fermentation, cooking, cooling and storage. Using different production methods such as frozen dough technology is another approach to delay staling. The last and newest approach is the application of the partial cooking method, which delays the staling of bakery products and allows consumers to consume fresh products whenever they want. Part-baking process is a method of baked products production involving two stages of baking with an intermediate storage step. First, the proofed dough pieces are partially baked under the defined oven condition. During the part-baking step, the products should be baked until a structure sets and crumb formation. Next, the partial-baked breads are rapidly cooled, wrapped and stored until the final baking at the point of sale or consumption. Final baking process reverses certain product properties typically developed during storage, generating the characteristics of a freshly baked product.

**Key Words:** Bakery products, staling, delaying staling, part-baking

## FIRIN ÜRÜNLERİNDE BAYATLAMAYI GECİKTİRME STRATEJİLERİ VE KİSMİ PİŞİRME YÖNTEMİ

**Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU**

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum  
mmurat@atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9919-8824

### ÖZET

Beslenmemizde önemli bir yere sahip olan ekmek ve benzeri fırın ürünleri sınırlı bir raf ömrüne sahiptir. Bayatlama gibi fizikokimyasal değişiklikler, dokusal değişiklikler ve maya, küf ve bakteri üremesi gibi mikrobiyolojik bozulmalar, bu ürünlerin raf ömrünü oldukça kısaltır. Bu tür ürünlerde, bayatlama, “pişirme sonrası dönemde meydana gelen, mikrobiyolojik bozulma dışında, tüketici tarafından daha az kabul edilebilir hale gelen hemen hemen her türlü değişiklik” olarak tanımlanmaktadır. Bayatlama, unlu mamullerin tüketici tarafından kabulünün azalmasına neden olmaktadır. Unlu mamuller bütün dünyada insanların beslenmesinde önemli bir yere sahip olduğu için, bayatlamadan kaynaklanan ekonomik kayıplar da son derece önemlidir. Bu nedenle, bu güne kadar yapılan çalışmalarda, unlu mamullerin bayatlaması konusuna büyük önem verilmiştir. Bu alanda, bu amaçla yapılan uygulamaları dört ana grupta toplamak mümkündür. Bunlardan ilki, çeşitli enzimler, emülgatörler, hidrokoloidler ve bu katkı maddelerinin kombinasyonu kullanılarak ürün formülasyonlarının yeniden düzenlenmesidir. Yumuşak iç yapıya sahip fırın ürünlerinde bayatlamının geciktirilmesine yönelik ikinci yaklaşım ise, yoğurma, fermantasyon, pişirme, soğutma ve depolama gibi işlem proseslerinin yeniden düzenlenmesidir. Dondurulmuş hamur teknolojisi gibi farklı üretim yöntemlerinin kullanılması da bayatlamının geciktirilmesine yönelik bir diğer yaklaşımdır. Son ve en yeni yaklaşım ise, fırın ürünlerinde bayatlamının geciktirilmesi ve tüketicilere istenildiği zaman taze ürün tüketme imkanı sağlayan kısmi pişirme yönteminin uygulanmasıdır. Kısmi pişirme işlemi, bir ara depolama adımı ile birlikte iki pişirme aşamasını içeren bir üretim yöntemidir. İlk olarak kabaran hamur parçaları belirlenen fırın koşullarında kısmi olarak pişirilir. Kısmi pişirme adımı sırasında ürünler, bir içyapı oluşana kadar pişirilmelidir. Daha sonra kısmi pişmiş ekmekler hızla soğutulur, ambalajlanır ve satış veya tüketim noktasında son pişirmeye kadar saklanır. Tüketileceği zaman, son pişirme işlemine tabi tutulur ve bu işlem depolama sırasında gelişen ürün özelliklerini tersine çevirerek taze pişmiş bir ürünün özelliklerini oluşturur.

**Anahtar Kelimeler:** Fırın ürünleri, bayatlama, bayatlamının geciktirilmesi, kısmi pişirme

### 1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan ekmek ve kek gibi unlu mamuller tüketici kalitesi açısından sınırlı bir raf ömrüne sahiptir. Bayatlama ve sertleşme gibi fizikokimyasal değişiklikler ile maya, küf ve bakteri üremesi gibi mikrobiyolojik bozulmalar, bu ürünlerin raf



ömürünü belirlemektedir. (Stanley ve ark., 2007). Bu tür ürünlerde bayatlama, tüketicinin kabulünün azalmasına neden olacağı için büyük ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Bu nedenle, yumuşak içyapıya sahip fırın ürünlerinde bayatlama konusuna büyük önem verilmiştir. Bayatlamayı geciktirerek unlu mamullerin kalitesini artırmak, raf ömrünü uzatmak amacıyla birçok araştırma yapılmış ve araştırılmaya devam edilmektedir (Karaoğlu ve Kotancılar, 2006). Taze ekmek ve benzeri yumuşak unlu mamuller, tüketicinin beğenisi için önemli bir duyuşal özellik olan hoş bir aroma ve yumuşak ve elastik bir içyapı ve gevrek bir kabuk sunar (Altamirano-Fortoul ve Rosell, 2010). Bunula birlikte, ekmek gibi fırın ürünleri fırından çıktıktan sonra ilerleyen zamanlarda tazeliğini kaybeder ve tüketim kalitesi düşer. Bayatlama, ekmek gibi fırın ürünlerinin dokusunda ve tadında zamana bağılı olarak meydana gelen kalite kayıpları olarak tanımlanabilmektedir (Elgün ve Ertugay, 2003).

## 2. BAYATLAMA

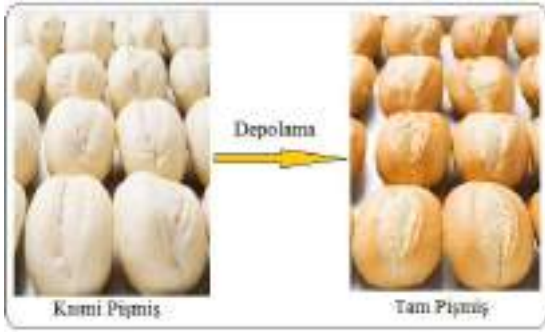
Bayatlama, yumuşak içyapıya sahip fırın ürünlerinde ürün fırından çıktıktan sonra başlayan ve ürünün kabul edilebilirliğini oldukça düşüren, mikrobiyolojik bozulma dışındaki her türlü değışiklik olarak tanımlanmaktadır. Ekmek gibi fırın ürünlerinde bayatlama, nemin yeniden dağıtılması, kuruma, nişastanın retrogradasyonu, sertliğin artması, aroma ve lezzet kaybı gibi fiziksel ve kimyasal değışiklikleri içeren karmaşık bir süreçtir (Barcenas ve ark., 2003; Smith ve ark., 2004). Unlu mamullerde miktar olarak en önemli bileşen nişastadır. Pişirme sürecinde, nişasta granülleri artan sıcaklık ile birlikte yapıdaki suyu çekerek şişmekte ve amiloz fraksiyonu daha kararlı bir ağı yapı oluşturmak üzere granülün dışına çıkmaktadır. Nişasta jelatinizasyonu olarak adlandırılan bu değışim sonucunda, nişastanın amorf yapısı kristal forma dönüşmekte ve bu değışim ürün içyapısının yumuşaklığını ve istenen tekstürün oluşmasını sağlamaktadır. Nişasta jelatinizasyon süreci ile eş zamanlı başlayan ve depolama süresince devam eden retrogradasyon sonucunda, nişasta granüllerinin amorf halden daha kristal bir forma dönüşmesi ve elastikiyetini kaybetmesi, ürün içyapısının sertleşmesine ve daha kırılğan bir hal almasına neden olmaktadır (Hug-Iten ve ark., 1999; Pateras 2007).

## 3. FIRIN ÜRÜNLERİNDE BAYATLAMAYI GECİKTİRME STRATEJİLERİ

Yumuşak içyapıya sahip unlu mamullerde bayatlama, ürünün tüketim kalitesini önemli derecede olumsuz etkilediğı için, geçmişten günümüze, bayatlamının geciktirilmesi için büyük çabalar sarf edilmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen verilere göre bayatlamının geciktirilmesi için önerilen uygulamaları üç grupta toplamak mümkündür. Bunlar:  $\alpha$ -amilazlar, hemiselülozlar ve lipazlar gibi enzimler, emülgatörler, hidrokolloidler ve bu katkı maddelerinin kombinasyonu ile ürün formülasyonlarının yeniden düzenlenmesi; fermantasyon, pişirme, soğutma ve depolama gibi proseslerin yeniden düzenlenmesi veya dondurulmuş hamur teknolojisi gibi farklı üretim yöntemlerinin kullanılması ve son olarak, fırın ürünlerinde tüketicilere istenildiğı zaman taze ürün tüketme imkanı sağlayan kısmi pişirme yönteminin uygulanmasıdır (Barcenas ve ark. 2006; Najafabadi ve ark. 2014).

#### 4. BAYATLAMAYI GECİKTİRME TÖNTEMİ OLARAK KİSİMİ PİŞİRME

Kısmi pişirme yöntemi, pişirme aşamasına kadar aynı prosesleri içeren fakat pişirme işleminin iki aşamada gerçekleştirildiği ve genel olarak fırın ürünlerine uygulanan bir üretim prosesini tanımlamada kullanılmaktadır. Bu yöntemle ekme gibi fırın ürünleri üretiminde, ilk aşamada, pişirmeye hazır hale getirilen hamur kısmi olarak pişirilir. Bu aşamada, nişasta jelatinizasyonu ve protein denaturasyonu gibi yapısal değişimler neticesinde üründe istenen içyapı (doku) ve kabukta kısmen gerçekleşen maillard ve karamelizasyon reaksiyonları ile belli bir kabuk rengi oluşumu sağlanmaktadır. Bu şekilde hazırlanan kısmi pişirilmiş ürünler daha sonra ambalajlanır, satış veya tüketim noktasında son pişirmeye kadar depolanır. Ürün tüketileceği zaman ise son pişirme işlemine tabi tutulur ve ürünün kısmi yapılan pişirme işlemi normal ürünün pişirme süresine tamamlanarak iç yapı, renk, nem ve aromatik özellikler bakımından tüketime hazır son ürün haline getirilir (Karaoğlu, 2006; Najafabadi ve ark., 2014)



Şekil 1. Kısmi pişmiş, depolanmış ve ikinci defa pişirilmiş ekme

Beslenmemizde çok önemli bir yere sahip olan ekme ve kek gibi yumuşak içyapıya sahip fırın ürünleri, tüketiciler tarafından taze olarak tüketilmek istenmektedir. Bununla birlikte, hem bu ürünlerin üretimden sonra hızla bayatlayarak tazeliğini kaybetmesi hem de tüketicilerin her öğün taze pişmiş ürün temin etme imkanlarının olmaması, tüketicilerin istedikleri tazelikte ürün tüketememelerine ve tüketim kalitesi düştüğü için bu ürünlerin tüketilmemesinden kaynaklanan israf ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Özellikle ekme bakımından değerlendirildiğinde, genellikle her zaman günlük ihtiyaçtan fazla üretim yapıldığı görülmektedir. Bu durum, özellikle toplu tüketim yerleri olmak üzere genelde ekme isafını ve kayıpları artırmaktadır. Kısmi pişirme yönteminde, tüketim mahallinde ihtiyaca göre ve ihtiyaç kadar sadece basit bir son ısıl işlem ile ürünlerin tüketime sunulması israfı da azaltmaktadır. Ana üretimin tek bir merkezde olması ile, istenilen ürün kalitesi daha iyi kontrol edilebilmekte ve üretim kapasitesi fazla olacağı için ekipman ile işçilikten tasarruf sağlanarak maliyet kısmen düşürülmesi de söz konusudur (Fik ve Surowka, 2002; Barcenas ve Rosell, 2006; Lallemand Baking Update, 2008).

Fırın ürünlerinde kısmi pişirme yönteminin sağladığı faydalar:

Bu yöntem hızlı ve kolay olduğu için talebe hızlı yanıt verilir.

Tüketim zamanında ve mahallinde sadece basit bir pişirme ile uzman personele ihtiyaç duyulmadan son ürünün hazırlanması mümkündür.

Bu yöntem ile sadece talep edildiği kadar son ürün pişirileceği için, ürünün elde kalması söz konusu değildir.

Kısmi pişirilmiş ürünler, uygun şartlarda muhafaza edilerek talebin karşılanmasında süreklilik sağlanmaktadır.

Piyasada temini zor olan farklı ürün çeşitleri ve glutensiz unlu mamuller gibi özel ürünlerin bu teknoloji ile üretimi ve tüketime sunulması hedef kitle bakımından büyük avantaj sağlamaktadır.

## KAYNAKLAR

- Altamirano-Fortoul, R., Rosell, C.M. Physico-chemical changes in breads from bake off technologies during storage. *LWT – Food Sci. Technol.* 44:631-636, 2011.
- Barcenasa, M.E., Harosb, M., Beditob, C., Rosell, C.M. Effect of freezing and frozen storage on the staling of part-baked bread. *Food Research International*, 36:863-869, 2003.
- Barcnas, M.E., Rosell, C.M. Different approaches for increasing the shelf life of partially baked bread: low temperature and hydrocolloid addition. *Food Chem.*, 100:1594-1601, 2006.
- Elgün, A., Ertugay, Z. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınlar, No:718, s:376, 2003, Erzurum.
- Fik, M., Surowka, K. Effect of prebaking and frozen storage on the sensory quality and instrumental texture of bread. *J. Sci. Food Agric.*, 82:1268-1275, 2002.
- Hug-Iten, S., Handschin, S., Conde-Petit, B., Escher, F. Changes in Starch Microstructure on Baking and Staling of Wheat Bread. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 255-260, 1999.
- Karaoğlu, M.M., Kotancılar, H.G. Effect of Partial Baking, Storage and Rebaking Process on the Quality of White Pan Bread. *International Journal of Food Science and Technology*, 41:108-114, 2006.
- Lallemand Baking Update. Alternatives to scratch baking. Volume 2:number 14, 2008. <http://www.lallemand.com/Home/eng/index.shtm>.
- Najafabadi, L.I., Le Bail, A., Hamdami, N., Monteau, J., Keramat, J. Impact of baking conditions and storage temperature on staling of fully and part-baked Sangak bread. *Journal of Cereal Science*, 60:151-156, 2014.
- Pateras, I.M.C. Bread spoilage and staling. In S. P. Cauvain & L. S. Young (Eds.), *Technology of breadmaking* (pp. 275–298), 2007, UK: Springer.

Smith, J.P., Daifas, D.P., El-Khoury, W., Koukoutsis, J., El-Khoury, A. Shelf life and safety concerns of bakery products – a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44:19-55, 2004.

Stanley, P.C., Young, L.S. *Technology of Breadmaking*, (Chris Wiggins and Stanley P. Cauvain , 5.Proving, Baking and Cooling), 2007.

## TAZE, KURUTULMUŞ VE KAVRULMUŞ ANTEP FISTIKLARINDA YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONLARININ GC-FID İLE BELİRLENMESİ

**Dr. Öğr. Üyesi Yasin YAKAR**

Harran Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü,  
Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3297-3379>

yasinyakar@harran.edu.tr

### ÖZET

Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.), sakız ağacıgiller (*Anacardiaceae*) familyasına ait bir bitkidir. Antep fıstığı, bu cins içinde ticari olarak kabul edilebilir büyüklükte yenilebilir yemişler veren tek türdür. İran, ABD, Türkiye, Çin ve Suriye, dünya çapında önde gelen fıstık üreticileri konumundadır. Beslenme ve sağlık açısından sunduğu olumlu etkiler nedeniyle Antep fıstığı, tarih öncesi dönemlerden beri insan diyetinin önemli bir parçası olmuştur. Bu çalışma, Gaziantep ve Şanlıurfa illerinden elde edilen taze, kuru ve kavrulmuş Antep fıstığı örneklerindeki yağ asidi kompozisyonlarının belirlenmesini amaçlamıştır. Soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılarak elde edilen yağlar, TS EN ISO 12966-1 standardına uygun bir şekilde metillendirilmiştir. Ardından, gaz kromatografisi yöntemiyle yağ asidi bileşenleri belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, doymuş yağ asitlerinden palmitik asit miktarı, kuru ve kavrulmuş numunelerde taze fıstıklara göre daha yüksek bulunmuştur. Öte yandan, çoklu doymamış yağ asitlerinden biri olan linolenik asit, taze fıstıklarda diğerlerine kıyasla daha fazla tespit edilmiştir. Toplam doymuş yağ asitleri (SFA) ise, taze Antep fıstığı örneklerinde daha düşük düzeyde saptanmıştır. Diğer önemli yağ asitleri arasında bulunan stearik asit, oleik asit ve linoleik asit açısından ise belirgin bir fark gözlenmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Antep fıstığı, yağ asidi kompozisyonu, gaz kromatografisi

### 1. GİRİŞ

Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.), sert kabuğuyla tanınan bir meyve olup, sakız ağacıgiller (*Anacardiaceae*) familyasına aittir. Adını, Gaziantep gibi önemli bir yetiştirme bölgesinden alır [1]. Bu lezzetli fıstık, kuruyemiş, çikolata ve tatlı üretimi gibi gıda sektörlerinin yanı sıra tıp ve eczacılık alanlarında da kullanılmaktadır [2].

Antep fıstığı, İran, Suriye, Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri, Çin ve Avustralya gibi, 30-40° güney-kuzey paralelleri arasında bulunan ve özel bir mikro iklim özelliğine sahip alanlarda yaygın olarak yetiştirilmektedir [3].

Çizelge 1, 2015-2019 döneminde Antep fıstığı üretim miktarlarını, yıllık ortalama üretimi ve % oranlarını vermektedir. Çizelgeye göre, İran, ABD, Türkiye, Çin ve Suriye, dünyanın önde gelen fıstık üreticileri arasındadır. İran, 427086 tonluk üretimiyle (%40,70) listenin başında yer alırken, bunu 316953 tonluk üretimiyle (%30,20) ABD takip etmektedir. Türkiye ise 143400 tonluk üretimiyle (%13,66) üçüncü sıradadır [4].

Çizelge 1. Antep fıstığı üretimi yapan başlıca ülkeler ve üretim miktarları (ton)

Ülkeler	2015	2016	2017	2018	2019	Ort.	%
İran	430000	574987	648934	143695	337815	427086	40,70
ABD	122470	406646	272290	447700	335660	316953	30,20
Türkiye	144000	170000	78000	240000	85000	143400	13,66
Çin	83533	90310	95591	100873	106155	95292	9,08
Suriye	28800	28800	51048	61631	31813	40418	3,85

Türkiye'de Antep fıstığı, yaklaşık 56 ilde yetiştirilmektedir. Ekonomik olarak en yoğun yetiştiriciliğin yapıldığı iller ise Şanlıurfa, Gaziantep, Siirt, Adıyaman ve Kahramanmaraş'tır [3]. 2019 verilerine göre Türkiye'de toplam 85,000 ton Antep fıstığı üretilmiştir. Bu üretimin %37.6'sını, yani 31,931 tonunu Şanlıurfa gerçekleştirmiş ve ilk sırada yer almıştır. Gaziantep ise 26,343 tonla (%31.0) ikinci sıradadır. Siirt ise 12,208 tonluk üretimiyle (%14.4) üçüncü sırada yer almaktadır [5]. Bu üç il, toplam Antep fıstığı üretiminin yaklaşık %83'ünü karşılamaktadır.

Antep fıstığının sağlık açısından faydaları, yüksek antioksidan içeriği, fitosteroller, lif, vitaminler, mineraller ve sağlıklı yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır. Yapılan çalışmalara göre, bu fıstığın tüketimi glisemik kontrolü sağlama ve kardiyovasküler bozuklukları önlemeyle ilişkilendirilmiştir [6].

Son zamanlarda sağlık yararları nedeniyle Antep fıstığının popüleritesi artmıştır. Toplam fıstık ağırlığının %50-60'ını fıstık yağı oluşturur. Yağ asidi bileşimine bakıldığında, oleik asidin ilk sırada geldiği ve onu linoleik ve palmitik asitlerin takip ettiği görülmektedir (Roxas ve ark., 2020). Antep fıstığı, özellikle insan beslenmesi için gereken doymamış yağ asitleri (yaklaşık %50-70) açısından zengindir [7,8].

## 2. MATERYAL ve METOT

### 2.1. Materyal

Antep fıstığında yağ asidi kompozisyonu analizleri taze, kurutulmuş ve kavrulmuş olmak üzere 3 farklı üründe gerçekleştirilmiştir. Şanlıurfa ve Gaziantep illerimizden 10 adet taze, 10 adet kurutulmuş ve 10 adet kavrulmuş olmak üzere toplam 30 adet numune 2022 yılının Ağustos ve Eylül aylarında farklı çerezci ve tablacılardan 0.5 kg olarak satın alınmıştır. Numunelerin iç kısımları blenderda öğütülerek homojen hale getirilmiş ve soxhlet ekstraksiyon yöntemiyle yağları elde edilmiştir.



## 2.2. Metot

Deney için, 100 mg yağ örneği bir deney tüpüne tartıldı. Bu örnek, 2 ml izooktan ile çözüldü ve üzerine 2 N metanolik KOH çözeltisinden 200 µL eklendi. Daha sonra, çalkalayıcıda 1 dakika boyunca çalkalandı ve ardından 30 dakika bekletildi. Bekleme süresinin ardından, üstteki berrak kısımdan 1 µL'lik bir örnek alınarak GC-FID cihazına enjekte edildi [9].

Yağların analizi, Thermo marka TraceGC model FID (Flame Ion Detector) dedektörlü GC cihazıyla gerçekleştirildi. Bu analizde 60 m'lik bir HP-88 kolon kullanıldı. Dedektör ve enjeksiyon bloğu sıcaklıkları sırasıyla 280 ve 250 °C olarak ayarlandı. Ayrıca, kolon için belirli bir sıcaklık programı uygulandı: Başlangıç sıcaklığı 100 °C idi ve bu değer 10 °C/dakika artışla 180 °C'ye çıkarıldı, buradan da 5 °C/dakika artışla 220 °C'ye çıkılarak bu sıcaklıkta 5 dakika beklenildi. Split oranı 1/50 olarak ayarlandı ve enjeksiyon hacmi 1 µL olarak belirlendi [10].

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Taze, kurutulmuş ve kavrulmuş Antep fıstığı numunelerine ait yağ asidi kompozisyonları çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgeden oleik, linoleik, palmitik ve stearik asidin majör yağ asitleri olduğu görülmektedir. Tekli doymamış bir yağ asidi olan oleik asit %76,29 ile %77,13 arasında tespit edilmiş olup gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Yine benzer şekilde çoklu doymamış bir yağ asidi olan linoleik asit %13,61 ile %14,62 arasında bulunmuş olup gruplar arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir.

Çizelge 2. Antep fıstığı yağ asidi kompozisyonları

	Yağ Asitleri	Taze	Kurutulmuş	Kavrulmuş
1	C14:0 (Miristik Asit)	0,07	0,06	0,05
2	C16:0 (Palmitik Asit)	6,32a	6,86b	6,95b
3	C16:1 (Palmitoleik Asit)	0,34	0,32	0,31
4	C17:0 (Heptadekanoik Asit)	0,02b	0,01a	0,01a
5	C17:1 (cis-10-Heptadesenoik Asit)	0,04b	0,03b	0,02a
6	C18:0 (Stearik Asit)	1,27	1,26	1,27
7	C18:1n9c (Oleik Asit)	76,29	77,13	76,52
8	C18:2n6c (Linoleik Asit)	14,62	13,61	14,20
9	C20:0 (Arachidik Asit)	0,13b	0,11a	0,11a
10	C18:3n3 (α-Linolenik Asit)	0,21c	0,18b	0,16a
11	C20:1n9 (cis-11-Eikosenoik Asit)	0,35b	0,28a	0,22a
12	C22:0 (Behenik Asit)	0,07	0,07	0,06
13	C24:0 (Lignoserik Asit)	0,03	0,03	0,03
	ΣSFA	7,91a	8,39b	8,48b
	ΣMUFA	77,02	77,76	77,08
	ΣPUFA	14,83	13,80	14,37

Doymuş bir yağ asidi olan palmitik asit ise %6,32 ile en düşük olarak taze Antep fıstığında tespit edilmiştir. Kurutulmuş ve kavrulmuş Antep fıstıklarında değerler sırasıyla

%6.86 ile %6.95 düzeyinde çıkmıştır. Bu fark istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur. Yine önemli bir doymuş yağ asidi olan stearik asidin %1.26 ile %1,27 arasında olduğu görülmekte olup, gruplar arasında anlamlı bir fark yoktur. Çizelgeden gruplar arasında  $\sum$ PUFA ve  $\sum$ MUFA değerleri bakımından anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Ama  $\sum$ SFA değerinin kurutulmuş ve kavrulmuş örneklerde önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir.

İran'da yapılan bir çalışmada, Antep fıstıklarında yağ asidi bileşenleri miristik asit (%0,08- 0,11), palmitik asit (%10,23-11,11), stearik asit (%1,10-1,27), araşidik asit (%0,39-0,63), palmitoleik asit (%0,82-1,02), oleik asit (%48,96-55,24), linoleik asit (%30,48-36,88) ve linolenik asit (%0,36-0,84) olarak belirlenmiştir [11].

Açar ve ark., Antep fıstığı genotiplerinin yağ asidi bileşimlerini SFA, MUFA ve PUFA olarak sırasıyla %7,45-10,14; %55,23-77,61 ve %13,82-33,11 olarak tespit etmişlerdir [2].

Okay yapmış olduğu çalışmada, yağ asitlerinin bileşimini miristik asit (%0,00-0,17), palmitik asit (%9,93-10,56), palmitoleik asit (%0,61-0,93), stearik asit (%1,43-2,42), oleik asit (%61,57-66,24), linoleik asit (%17,49-25,18) ve linolenik asit (%0,25-0,64) olarak tespit etmiştir [12].

Mevcut çalışmada elde edilen bazı değerlerin yukarıda verilen araştırma sonuçlarına kıyasla farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Oleik asit miktarı mevcut çalışmamızda daha yüksek iken, palmitik asit ve linoleik asit miktarları daha düşük bulunmuştur. Bu farklılıkların ortaya çıkmasında ekolojik koşullar, çeşitlilik, konum, coğrafi köken ve teknik ve kültürel uygulamaların etkili olduğu söylenebilir [13].

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Dünya genelinde popüler bir ağaç yemişi olan Antep fıstığı, içerdiği oleik, linoleik ve linolenik asitler sayesinde kalp sağlığını koruma ve kandaki kolesterol seviyelerini düşürme özelliklerine sahiptir. Özellikle oleik asit, insan beslenmesi için önemli olan tekli doymamış bir yağ asidi olup, trigliseritlerin, düşük yoğunluklu kolesterol (LDL) ve glisemik indeksin azaltılmasına yardımcı olur. Yapılan bu çalışmada, Antep fıstıklarında bulunan oleik asit miktarı ortalama %76,5 olarak belirlenmiştir. Bu değer, diğer araştırmalarda elde edilen değerlerden daha yüksektir. Bu bağlamda, bu illerde yetiştirilen Antep fıstıklarının yüksek miktarda tekli doymamış yağ asitleri ve düşük doymuş yağ asitleri içermesiyle daha kaliteli olduğunu söyleyebiliriz.

#### KAYNAKÇA

- [1] Gaziantep Ticaret Odası, (2013). Antepfıstığı sektörünün geliştirilmesi projesi mevcut durum analizi ve gelişim stratejileri raporu, Gaziantep, 59s.
- [2] Acar, İ., Kafkas, E., Özoğul, Y., Doğan, Y., & Kafkas, S. (2008). Variation of fat and fatty acid composition of some pistachio genotypes. *Italian journal of food science*, 20, 273-279.
- [3] Ertürk, Y.E., Geçer, M.K., Gülsoy, E. ve Yalçın, S., (2015). Antep fıstığı üretim ve

- pazarlaması. *Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2):43-62.
- [4] FAOSTAT., 2021. Food and Agriculture Organization. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL> (accessed on 1 February 2023)
- [5] Şanlıurfa Ticaret Borsası, 2019. Antep fıstığı raporu-2019, Şanlıurfa, 9s
- [6] Tajdar-Oranj, B., Peivasteh-Roudsarı, L., Mahdavi, V., Keikavousi Behbahan, A., and Mousavi Khaneghah, A., (2021). Simultaneous multi-determination of pesticide residues in pistachio from Iran's market: A probabilistic health risk assessment study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 103: 104085. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104085>
- [7] Abdolshahi, A., Majd, M. H., Rad, J. S., Taheri, M., Shabani, A., & Teixeira da Silva, J. A. (2015). Choice of solvent extraction technique affects fatty acid composition of pistachio (*Pistacia vera* L.) oil. *Journal of food science and technology*, 52, 2422-2427.
- [8] Labdelli, A., Tahirine, M., Foughalia, A., Zemour, K., Cerny, M., Adda, A., ... & Merah, O. (2022). Effect of Ecotype and Environment on Oil Content, Fatty Acid, and Sterol Composition of Seed, Kernel, and Epicarp of the Atlas Pistachio. *Agronomy*, 12(12), 3200.
- [9] TS-EN ISO 12966-1, (2015). Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar- Yağ asidi metil esterlerinin gaz kromatografisi - Bölüm 1: Yağ asidi metil esterlerinin modern gaz kromatografisine ilişkin kılavuz bilgiler
- [10] TS-EN ISO 12966-2, (2017). Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar- Yağ asitleri metil esterlerinin gaz kromatografisi-Bölüm 2: Yağ asitleri metil esterlerinin hazırlanması
- [11] Abdolshahi, A., Mortazavi, S. A., Shabani, A. A., Elhamirad, A. H., & Taheri, M. (2011). Evaluation of protein, fat and fatty acids content of the pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars of Damghan, Iran.
- [12] Okay, Y. (2002). The comparison of some pistachio cultivars regarding their fat, fatty acids and protein content. *Gartenbauwissenschaft*, 67(3), 107-113.
- [13] Seferoglu, S., Seferoglu, H. G., Tekintas, F. E., & Balta, F. (2006). Biochemical composition influenced by different locations in Uzun pistachio cv.(*Pistacia vera* L.) grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(5), 461-465.

## GLUTENSİZ BATON KEK ÜRETİMİNDE KARABUĞDAY UNUNUN KEK KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN TESPİTİ

Dr. Öğr. Üyesi, ALİ CİNGÖZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, ali.cingoz@gop.edu.tr - 0000-0003-0958-2679

### ÖZET

Tüketici tercihlerinin değişmesi ve gelişen hayat koşulları hazır gıdaya olan yönelimi arttırmaktadır. Kek unlu mamul sanayinde bisküviden sonra gelen en önemli ikinci ürün grubudur. Glutene duyarlı enteropati (bağırsak rahatsızlığı) olarak da tanımlanan çölyak hastalığına yakalanmış bireylerin tüketebileceği sınırlı sayıda ürün bulunmaktadır. Besin değeri yüksek ve lezzetli glutensiz ürünlere olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Son yıllarda tüketicilerin diyetlerinde biyoaktif içerikli fonksiyonel gıdaların tüketimi artış göstermektedir. Bu fonksiyonel gıdalar, tüketicilere hem besinsel hem de sağlık açısından faydalar sağlamaktadır. Sağlıkla ilgili gıdalar arasında yalancı tahıllar, sağlık açısından çok sayıda faydası olan fonksiyonel gıdalar arasındadır. Karabuğday, kinoa, amarant önemli yalancı tahıllardan bazılarıdır. Karabuğday, Polygonaceae familyasına ait, dünyanın soğuk bölgelerinde yaygın olarak kullanılan yalancı tahıllardan biridir. Çölyak hastalıkları için glutensiz bir ürün olarak tercih edilen bir diyet olan karabuğday, iyi bir besin (protein, diyet lifi, vitamin), biyoaktif bileşen (flavonoidler, fagopirinler, D -fagomin ve fenolik asitler), fitokimyasal ve antioksidan kaynağıdır. Ayrıca karabuğday antioksidan, antiinflamatuvar ve antikanser özelliklere sahip önemli bir flavanoid olan rutine sahip tek yalancı tahıldır. Bu çalışmada glutensiz baton kek üretiminde 3 farklı oranda (%10, 20 ve 30) karabuğday unu unla yer değiştirme esasıyla ilave edilmiş ve kek üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen keklerin fiziksel (ağırlık, hacim, kabuk kalınlığı vb), kimyasal (protein, yağ, kül vb), renk ve tekstürel özellikleri tespit edilmiştir. Karabuğday ununun glutensiz una ilave edilmesi ile protein ve lif içerikleri yükselmiştir. %20 karabuğday unu ilavesine kadar baton keklerin fiziksel özelliklerinde herhangi bir olumsuzluk meydana gelmemiştir. Yapılan tüketici beğeni testlerinde %20 düzeyine kadar karabuğday ilavesi makul bulunmuştur. Bu çalışma glutensiz baton kek üretiminde karabuğday ununun %20 düzeyine kadar kullanılabilirliğini ve üretilen keklerin besinsel özelliklerinin iyileştirdiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Baton kek, Çölyak, Glutensiz, Karabuğday

### DETERMINATION OF THE EFFECT OF BUCKWHEAT FLOUR ON CAKE QUALITY PARAMETERS IN GLUTEN-FREE BATON CAKE PRODUCTION

#### ABSTRACT

Changing consumer preferences and developing living conditions increase the tendency towards ready-to-eat food. Cake is the second most important product group after biscuits in the bakery industry. There are a limited number of products that can be consumed by individuals who have celiac disease, which is also defined as gluten-sensitive enteropathy (intestinal disorder). The need for high nutritional value and delicious gluten-free products is increasing daily. In recent years, the consumption of bioactive functional foods in consumers' diets has increased. These functional foods provide both nutritional and health benefits to consumers. Among the health-related foods, pseudocereals are among the functional foods with many

health benefits. Buckwheat, quinoa, and amaranth are some of the important pseudocereals. Buckwheat is one of the pseudocereals belonging to the Polygonaceae family, widely used in cold regions of the world. Buckwheat, which is a preferred diet as a gluten-free product for celiac diseases, is a good source of nutrients (protein, dietary fibre, vitamins), bioactive components (flavonoids, phagopyrins, D-phagomin, and phenolic acids), phytochemicals and antioxidants. In addition, buckwheat is the only pseudocereal with rutin, an important flavonoid with antioxidant, anti-inflammatory and anticancer properties. In this study, in the production of gluten-free baton cakes, buckwheat flour was added at three different ratios (10, 20, and 30 %) based on flour substitution and cake production was carried out. The cakes' physical (weight, volume, crust thickness, etc.), chemical (protein, fat, ash, etc.), color, and textural properties were determined. Adding buckwheat flour to gluten-free flour increased the protein and fibre content. Until the addition of 20% buckwheat flour, there was no negative effect on the physical properties of the baton cakes. In the consumer taste tests, adding up to 20% of buckwheat flour was found reasonable. This study shows that buckwheat flour can be used up to 20% in the production of gluten-free baton cakes and the nutritional properties of the cakes improved.

**Keywords:** Baton cake, Celiac, Gluten-free, Buckwheat

## 1. GİRİŞ

Karabuğday Polygonaceae familyasına ait olup taksonomik olarak pirinç, buğday, mısır gibi tahılların ait olduğu Gramineae familyasından uzaktır. Ancak karabuğday tohumu kimyasal ve kullanım özellikleri bakımından tahıl tanelerine benzer olduğundan genellikle yalancı tahıl olarak sınıflandırılır (Ikeda, 2002). Karabuğday dünya çapında yaygın olarak kullanılan geleneksel bir besindir ve fonksiyonel gıda endüstrisinde gıda bileşeni olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Yalancı tahıllardan olan karabuğday yüksek miktarlarda protein, diyet lifi, dirençli nişasta, vitamin ve mineraller içermektedir (Wijngaard ve Arendt, 2006). Fonksiyonel ve sağlığa faydalı ürün geliştirme çalışmaları gıda endüstrisinin ilgi çekici alanlarından birisidir. Son yıllarda glutensiz gıda maddelerine olan ilginin artması ile glutensiz ekmekler, makarnalar, eriştelere, kurabiyeler ve bira dahil olmak üzere birçok glutensiz üründe karabuğday kullanımını denemiştir (Giménez-Bastida ve ark., 2015).

Çölyak hastalığı dünya çapında en sık görülen genetik olarak duyarlı bireylerde gluten alımıyla tetiklenen bir enteropatidir. Kronik ishal, kilo kaybı ve karın şişkinliği gibi vücut sistemini etkileyen bir dizi semptomu sahiptir (Catassi ve Fasano, 2008). Çölyak hastalarının yaklaşık %40'ı beslenme rejimlerinden memnun değildir (Caio ve ark., 2019). Bundan dolayı lezzetli ve besleyici ürün çalışmaları önemini arttırmaktadır. Yapılan birçok çalışmada glutensiz ürün üretiminde buğday unu yerine, amarant (De la Barca ve ark. 2010), karabuğday (Hadradev ve ark., 2013, Kaur ve ark., 2015), pirinç unu (Torbica ve ark., 2012, Chung ve ark., 2014), teff unu (Coleman ve ark. 2013), yulaf unu (Duta ve Culetu, 2015) ya da değişik nişastalar (Arendt ve ark., 2002) kullanılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### Materyal

Çalışmada ana materyal olarak glutensiz un (Söke), karabuğday unu (İngro) kullanılmıştır. Tüm hammaddeler +4°C’de depolanmıştır. Kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıktadır.

## Kek Üretimi

Kek üretimi AACC, Method 10-90 modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Üretimde kullanılan formülasyon Çizelge 1’de gösterilmektedir.

Çizelge 1. Kek üretim formülasyonu

Bileşen	Miktar (%)	Açıklama
Glutensiz Un	100	Karabuğday unu unla yer değiştirme esasına göre 3 farklı oranda ilave edilmiştir.
Ayçiçek Yağı	40	
Süt	60	
Yumurta	50	
Sodyum bikarbonat	2	
Tuz	1	
Aroma verici (Vanilin)	2	

## Analitik Yöntemler

Rutubet ve kül içerikleri gravimetrik olarak (AACC, 2004), protein içerikleri mikro kjeldahl yöntemi ile (AOAC, 2000), toplam yağ içeriği ankom yağ ekstraksiyon cihazı ile gravimetrik olarak AOAC 920.39 metodu kullanılarak belirlenmiştir.

## Ağırlık ve Hacim Analizi

Üretilen kekler fırından çıkarıldıktan sonra ağırlıkları tartılmış ve hacimleri ölçülmüştür. Keklerin spesifik hacim değerleri kek hacminin kek ağırlığına oranlanması ile hesaplanmıştır. (Elgün ve ark. 2005).

## Tekstür Analizi

Kek içi sertlik ölçümü için, kek örnekleri testere ağızlı bıçak ile özel yapılmış kalıbı içinde 20 mm kalınlığında 5 dilime kesilmiştir. Orta dilimin iki yanında kalan dilimlerin dışa bakan yüzeylerinden, tekstür analiz cihazı (Zwick Z0.5) kullanılarak, 5mm’lik baskı derinliğinde Aydın ve Ögüt (1991)’e göre sertlik değeri (Newton/cm<sup>2</sup>) belirlenmiştir.

## Renk Analizi

Keklerin kabuk rengi kolorimetre (Minolta, CR-300, NJ, Amerika Birleşik Devletleri) kullanılarak ölçülmüştür (Singh ve ark., 2005).

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Karabuğday ilaveli glutensiz kek örneklerinin fiziksel analiz sonuçları Çizelge 2’de gösterilmiştir. Karabuğday ilavesinin örneklerin ağırlık değerlerinde değişime neden olmadığı,



hacim değerlerini 441.56'dan 385.31 cm<sup>3</sup>'e kadar düşürdüğü ayrıca kabuk kalınlığında da incelmeye neden olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Karabuğday ilaveli glutensiz kek örneklerinin fiziksel analiz sonuçları

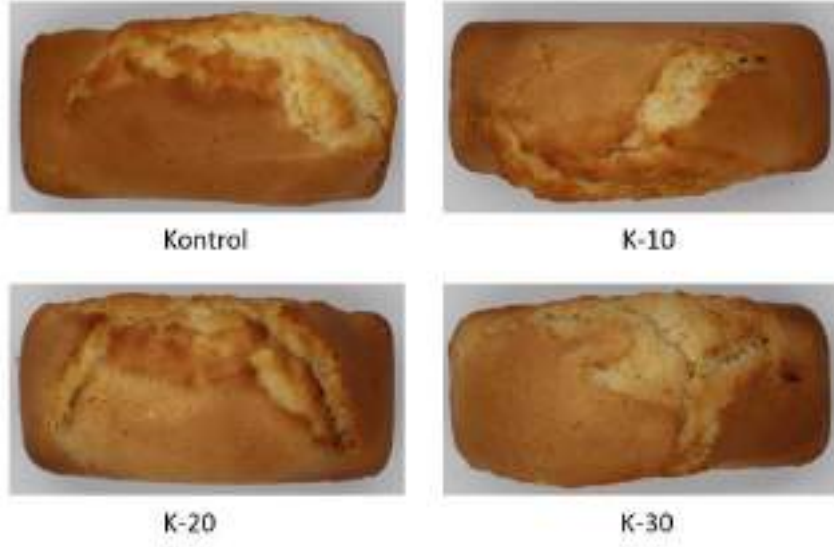
	<b>Ağırlık (g)</b>	<b>Hacim (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Kabuk Kalınlığı (mm)</b>
KONTROL	133.43±1.34	441.56±21.1	2.82±0.32
K-10	131.26±0.82	413.43±13.1	2.44±0.29
K-20	133.11±1.57	390.94±8.50	2.32±0.16
K-30	132.25±2.40	385.31±13.6	2.00±0.13

Glutensiz ürünlerin çoğunluğunun nişasta bazlı olması ürünlerin besinsel değerlerinin düşük kalmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada ilave edilen karabuğday unu örneklerin protein içeriklerinde artışa neden olmuştur. Yağ içeriği ise sabit kalmıştır. Örneklerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3'de belirtilmiştir.

Çizelge 3. Karabuğday ilaveli glutensiz kek örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

	<b>Kurumadde</b>	<b>Kül</b>	<b>Protein</b>	<b>Yağ</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
KONTROL	78.27±0.08	0.96±0.02	9.12±0.16	40.02±0.88
K-10	79.69±0.14	0.95±0.02	9.56±0.21	40.02±0.88
K-20	79.85±0.45	0.94±0.01	9.88±0.06	40.02±0.88
K-30	80.19±0.06	0.89±0.01	10.12±0.11	40.02±0.88

Bir ürünün ilk tercih nedenlerinden birisi ürünün rengidir. Renk, gıda maddesine albeni kazandırırken tüketici tercihlerini de etkilemektedir. Kek örneklerini renk analiz sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir. Karabuğday ilavesi örneklerin kırmızılık değerlerini etkilemiş ve karabuğday ilave oranı arttıkça örneklerin daha kırmızımsı bir yapıya dönüştüğü belirlenmiştir. Üretilen kekler Görsel 1'de sunulmuştur.

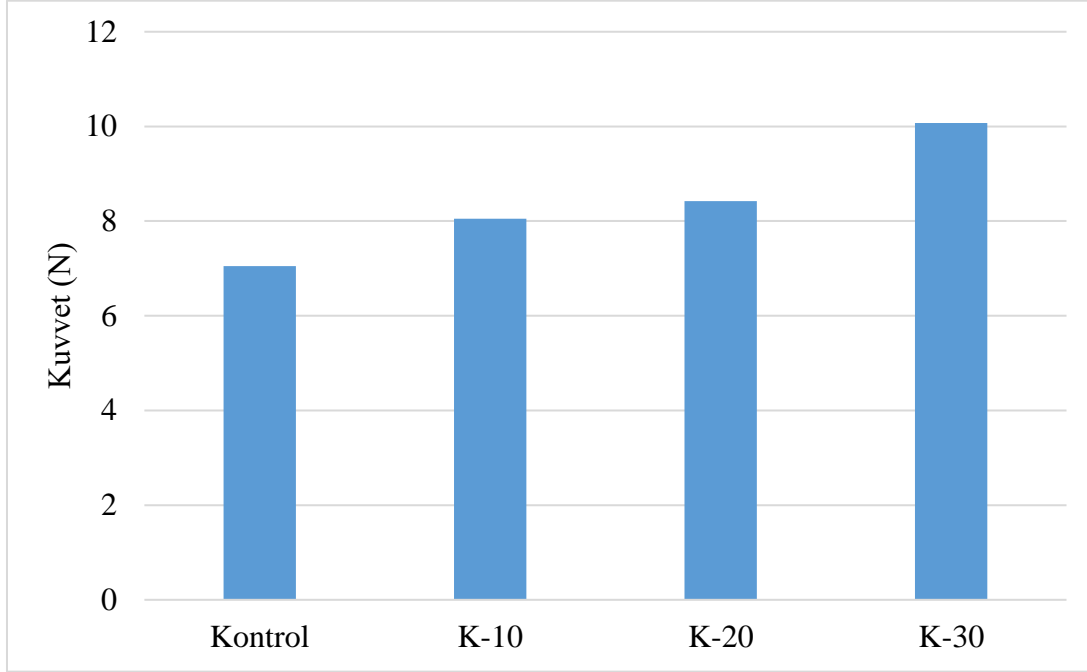


Görsel 1. Üretilen baton kek örnekleri

Çizelge 4. Karabuğday ilaveli glutensiz kek örneklerinin renk analiz sonuçları

	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
KONTROL	59.89±3.40	11.15±1.00	37.66±1.29
K-10	58.58±3.22	11.28±0.86	36.53±1.57
K-20	58.83±3.97	11.02±0.96	37.06±1.13
K-30	59.38±2.72	10.66±1.14	36.70±1.51

Gıda maddesinin tekstürü tüketici tercihlerinde, ürünlerin taşınma ve depolanmasında önem arz eden başlıca özelliklerinden birisidir. Şekil 2’de kek örneklerinin fırın çıkışından 5 saat sonra soğuduktan sonraki sertlik değerleri gösterilmektedir. Kontrol örneğine karabuğday unu ilave edilmesi başlangıç sertlik değerini yükseltmiştir. Karabuğday ilave oranı arttıkça sertlik değerindeki artışta paralel olarak yükselmiştir.



Şekil 2. Karabuğday ilaveli glutensiz kek örneklerinin tekstür analiz sonuçları

#### 4. SONUÇ

Yüksek biyolojik değere sahip olan karabuğday proteini en iyi protein kaynaklarından biri durumundadır. Ayrıca karabuğday önemli makro ve mikro mineral maddelerini içermektedir. Diyet lifi ve biyoaktif maddelerce zengin yapıdadır. Sağlık açısından önemli bileşenleri içeren karabuğday nişasta temelli glutensiz una ilave edilmiş ve kek üretimi gerçekleştirilmiştir. Karabuğday unu ilave edilmesi örneklerin protein ve lif içeriklerinde artışa neden olmuştur. Ayrıca %20 düzeyine kadar karabuğday ilavesi örneklerin teknolojik özelliklerini de etkilememiştir. Bu çalışma glutensiz keklerde karabuğday ununun belirli düzeylerde kullanılabilirliğini göstermektedir.

#### KAYNAKÇA

- AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 11th Edition. 2000.
- AOAC. Official Method. Association of Official Agricultural Chemists, by the United States Department of Agriculture. 2000.
- Aydın, C. ve Öğüt, H. Determination of some biological properties of Amasya apple and hazelnuts. Selcuk University Journal of Agriculture, 1, 45-54, 1991.
- Caio, G., Volta, U., Sapone, A., Leffler, D. A., De Giorgio, R., Catassi, C., & Fasano, A. Celiac disease: a comprehensive current review. *BMC medicine*, 17, 1-20, 2019
- Catassi, C., & Fasano, A. Celiac disease. *Gluten-free cereal products and beverages*, 1-I. 2008.
- Chung, H.J., Cho, A. and Lim, S.T. Utilization of germinated and heat moisture treated brown rices in sugar-snap cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 57, 260- 266, 2014.
- Coleman, J., Abaye, A.O., Barbeau, W. and Thomason, W. The suitability of teff flour in bread, layer cakes, cookies. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64, 877-881, 2013.

- De la Barca, A.M.C. Rojas-Martínez, M.E., Islas-Rubio, A.R. and Cabrera-Chavez, F. Gluten-free breads and cookies of raw and popped amaranth flours with attractive technological and nutritional qualities. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65, 241-246, 2010
- Duta, D.E. and Culetu, A. Evaluation of rheological, physicochemical, thermal, mechanical and sensory properties of oat-based gluten free cookies. *Journal of Food Engineering*, 162, 1-8, 2015.
- Elgün, A., Türker, S ve Bilgiçli, N. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü, S.Ü Ziraat Fakültesi Ders Notları, Konya. 2005.
- Giménez-Bastida, J. A., Piskula, M., and Zieliński, H. Recent advances in development of gluten-free buckwheat products. *Trends in Food Science & Technology*, 44(1), 58-65, 2015.
- Hadnadev, T.R.D., Torbica, A.M. and Hadnadev, M.S. Influence of buckwheat flour and carboxymethyl cellulose on rheological behavior and baking performance of gluten-free cookie dough. *Food and Bioprocess Technology*, 6(7), 1770-1781, 2013.
- Ikeda, K. (2002). Buckwheat composition, chemistry, and processing.
- Kaur, M., Sandhu, K.S., Arora, A. and Sharma, A. Gluten free biscuits prepared from buckwheat flour by incorporation of various gums: physicochemical and sensory properties. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 628-632, 2015.
- Singh, N., Kaur, M. ve Sandhu, K.S. Physicochemical and functional properties of freeze-dried and oven dried corn gluten meals. *Drying Technology*, 23, 975- 988, 2005.
- Torbica, A., Hadnadev, M. and Hadnadev, T.D. Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality. *Food Research International*, 48(1), 277-283, 2012.
- Wijngaard, H.H., and Arendt, E.K. Buckwheat. *Cereal chemistry*, 83(4), 391-401, 2006.

## FASULYE HAŞLAMA SUYUNUN PÜSKÜRTEREK KURUTULMASI VE KARAKTERİZASYONU

NEVAL KÖKLÜ <sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi İSMAİL EREN <sup>2</sup>, Doç. Dr. SEHER KUMCUOĞLU <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği kokluneval@gmail.com –

ORCID ID: 0000-0002-6304-1307

<sup>2</sup>Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği,

ismail.eren@cbu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-9724-2580

<sup>3</sup>Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, seher.kumcuoglu@ege.edu.tr -

ORCID ID: 0000-0002-3663-2881

### ÖZET

Bu çalışmada fasulye haşlama suyunun püskürtmeli kurutma yöntemi ile kurutulması ve elde edilen toz ürünün özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kurutma sıcaklığının ürün özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla iki farklı hava giriş sıcaklığında kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Fasulye haşlama suyu eldesi için fasulyeler baklagil su oranı 1:4 (w/v) olacak şekilde suda 24 saat bekletilerek taneler sudan ayrılmıştır. Daha sonra katı su oranı 1:2 (w/v) olacak şekilde düdüklü tencerede 30 dakika kaynatılmış ve süzme işleminden sonra fasulye haşlama suyu elde edilmiştir. Elde edilen haşlama suyu püskürterek kurutma yöntemiyle 155 °C ve 170 °C giriş sıcaklıklarında 7 ml/dk besleme hızında kurutulmuştur. Toz ürünlerin köpük oluşturma kapasitesi, köpük stabilitesi, renk özellikleri ve FTIR spektrumları belirlenmiştir. Giriş sıcaklığının ürünlerin protein içeriği üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı, nem içeriği ve su aktivitesi değerlerinde ise azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Kurutma sıcaklığının köpük oluşturma kapasitesinde ve köpük stabilitesinde azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Renk analizi sonuçlarının; 155 °C için L\* değeri 95.13±0.46, a\* değeri -1,01±0.26 ve b\* değeri 7.18±0.1, 170°C için L\* değeri 97.28±0.6, a\* değeri -1.09±0.13 ve b\* değeri 10.29±0.57 şeklinde bulunmuş olup sıcaklıkla birlikte renk maddelerinin degradasyonu sonucu parlaklık değerinin sıcaklık ile birlikte artış gösterdiği belirlenmiştir. FTIR spektrumlarında 2500-3600 cm<sup>-1</sup> aralığında su moleküllerinin varlığına gösterge olabilecek piklerin bulunduğu ve ürünlerin Amid I, Amid II ve Amid III bağlarını içerdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Baklagil haşlama suyu, püskürterek kurutma, aquafaba.

## 1. GİRİŞ

Baklagiller; zengin besin içeriği ve sağladığı teknolojik özellikleri sayesinde oldukça ilgi çekici bir alternatif haline gelmiştir [11]. Gluten intoleransı olan ve/veya hayvansal ürünleri tüketemeyen insanlar için de birçok ürün için ikame olarak kullanılması araştırılmaktadır.

Baklagiller, pişirmeden önce birkaç saat veya gece boyunca suda ıslatılmaktadır. Baklagiller ıslatıldıktan sonra hacmi artan ve şişen baklagiller bir tencerede kaynayan suda haşlanmaktadır. Baklagiller piştikten sonra kalan suya aquafaba denmektedir ve bu haşlama suyu konserve ürün üretiminde atık olarak bertaraf edilmektedir [7, 8]. Baklagil haşlama suları, baklagillerden suya geçen çeşitli karbonhidratlar, proteinler, vitaminler ve mineraller açısından oldukça zengindir [8]. Aquafaba nohut veya diğer baklagillerin haşlama suyu olmasından dolayı, suda çözünen birçok polisakkarit ve proteinler baklagil haşlama suyuna geçmektedir. Aquafaba, şekerler de dahil olmak üzere %95 nem, %1 protein ve %1,3 çözünür karbonhidratlardan oluşan sulu bir bulamaçtır ve yararlı bir kıvam verici, köpüren ajan ve emülgatör olarak bilinmektedir [1]. Fasulye, nohut, mercimek ve bezelye gibi farklı baklagillerden elde edilen haşlama suyu, köpürme ve jelleşme özellikleri sağlayabilen çeşitli seviyelerde karbonhidrat, protein ve saponinler içerebilmektedir. Karbonhidratların, proteinlerin ve saponinlerin, haşlama suyuna köpürme ve jelleşme yetenekleri kazandırdığı düşünülmektedir [17].

Baklagil haşlama sularının yüksek su içeriğinden dolayı hem yüksek hacim hem de hızlı bozulma özelliğine sahip olduğu bilinmektedir. Bu problemi çözebilmek için kurutma yöntemlerine başvurulmaktadır. Ticari olarak üretilen aquafaba tozu, bu haşlama suyu uygun işleme koşullarında kurutulmasıyla elde edilmektedir ve tedarikçilere teslim edilmektedir. Kurutma işlemi; gıdalardaki su içeriğinin azaltılması için oldukça yaygın kullanılan bir yöntemdir [15]. Kurutma işlemi sonucu gıdalarda daha uzun raf ömrü, hacim azalması ve minimum paketleme, kolay depolama ve nakliye kolaylaştırma gibi pek çok avantaj sağlamaktadır [5]. Gıdalarda kurutma yöntemi olarak; püskürterek kurutma, dondurarak kurutma, köpük-mat kurutma gibi farklı teknikler bulunmaktadır [2]. Yaygın olarak püskürterek kurutma ve dondurarak kurutma işlemleri kullanılmaktadır.

Son yıllarda aquafabanın köpürtücü, emülsifiye edici ve jelleştirici ajan olarak kullanımı artmıştır. Bu çalışmada fasulye haşlama suyunun püskürtmeli kurutma yöntemi ile kurutulmasında sıcaklığın etkisinin incelenmesi ve elde edilen toz ürünlerin özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1. Gereç

Bu çalışmada baklagil haşlama suları eldesinde fasulye (Değirmen Bakliyat, İzmir, Türkiye) kullanılmıştır.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Fasulye haşlama suyu eldesi:

Fasulye haşlama suyunun hazırlanması bir çalışmadaki yöntemin modifiye edilmesiyle gerçekleştirilmiştir [17]. Bu amaçla baklagil taneleri baklagil:su oranı 1:4 (m/v) olacak şekilde 24 saat suda bekletilmiştir. 24 saat beklemeden sonra baklagiller bir elek yardımıyla suyundan ayrılmıştır. Elde edilen ıslatılmış baklagiller, baklagil:su oranı 1:2 (m/v) olacak şekilde düdüklü tencerede 30 dakika boyunca haşlanmıştır. Haşlama işlemi tamamlandıktan sonra baklagil taneleri baklagil haşlama suyundan ayrılmıştır ve oda sıcaklığında bekletildikten sonra baklagil haşlama suyu buzdolabında 4°C’de depolanmıştır.

#### 2.2.2. Fasulye haşlama sularının kurutulması:

Fasulye haşlama suyu tozları püskürtmeli kurutma yöntemi ile elde edilmiştir. Püskürtmeli kurutma işlemleri Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Temel İşlemler Laboratuvarında bulunan B 15 Mini Spray Dryer, Unopex (İzmir, Türkiye) püskürtmeli kurutucu kullanılarak 155 °C ve 170 °C giriş sıcaklıklarında 7 ml/dk besleme hızında gerçekleştirilmiştir.

#### 2.2.3. Köpük oluşturma kapasitesi ve stabilitesinin belirlenmesi:

Köpük kapasitesi havanın toplam köpük hacmine yüzde oranı olarak tanımlanmaktadır. Köpük stabilitesi ise köpüğün oluşumundan orijinal özelliklerini koruduğu süre olarak tanımlanabilmektedir [14]. Bu çalışmada fasulye haşlama suyundan 5 mL örnek alınıp üzerine 10 mL saf su eklenip 3 dakika boyunca Classic mikser (Kitchenaid, St. Joseph, ABD) ile 10. hızda (280 rpm) karıştırılıp köpük elde edilmiştir.

Elde edilen köpüklerin köpük stabilitesi (FS) ve köpük kapasitesi (FC) Eşitlik 1 ve Eşitlik 2 kullanılarak belirlenmiştir [12].

$$FC (\%) = \frac{V_{F1}}{V_{F0}} \times 100 \quad (1)$$

$$FS (\%) = \frac{V_{F30}}{V_{F0}} \times 100 \quad (2)$$

$V_{F1}$  : Baklagil haşlama suyu hacmi

$V_{F0}$  : 0. dakikadaki köpüğün hacmi

$V_{F1}$  : 30 dakika sonundaki köpüğün hacmi

### 2.2.4. Toz ürünün özelliklerinin belirlenmesi:

Fasulye haşlama suyunun farklı hava giriş sıcaklıkları kullanılarak püskürterek kurutulmasıyla elde edilen toz ürünlerin kuru madde içeriği WPS 30S nem tayin cihazı (RADWAG, Radom, Polonya), su aktivitesi değeri  $\pm 0.001$  hassasiyete sahip su aktivitesi ölçüm cihazı (Testo AG 400, Germany), renk özellikleri  $L^* a^* b^*$  renk skalasına göre Konica Minolta spektrofotometre (CM-700D, Konica Minolta Sensing, Japonya), Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (FT-IR) analizleri 400 ile 4000  $\text{cm}^{-1}$  dalga boylarında [6] Thermo Scientific NICOLET iS10 (Thermo Fisher Scientific, ABD) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ürünlerin protein içeriği Kjeldahl yöntemi ile modifiye edilerek belirlenmiştir [4].

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

### 3.1. Fasulye haşlama suyunun özellikleri

Fasulye haşlama suyuna uygulanan yöntem sonrası elde edilen köpüklerin; köpük oluşturma kapasitesi %120, köpük stabilitesi %91.67 olarak belirlenmiştir. Baklagil haşlama sularının protein içeriği ile köpürme kapasitesi arasında doğrusal bir korelasyon olduğu bilinmektedir [16]. Yapılan bir çalışmada fasulye haşlama suyunun köpük kapasitesinin  $638.33 \pm 16.07$  ve köpük stabilitesinin  $79.67 \pm 2.12$  olduğu belirtilmiştir [13].

Fasulye haşlama suyu kuru madde (KM) içeriği  $2.83 \pm 0.04$  g KM/100 g olarak bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen kuru madde miktarlarının literatürde yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür. Yapılan bir çalışmada baklagil haşlama suyunun kuru maddesi 4.9-6.4 g/100 g şeklinde tespit edilmiştir [10]. Baklagil haşlama suyunun kuru maddesi karbonhidrat, kül, protein, çözünmeyen lif, saponin, fenolik bileşikler içerir [10].

### 3.2. Toz ürünün özellikleri

Fasulye haşlama suyu tozu örneklerinin su aktivitesi değerleri 0.27-0.30 aralığında değişmektedir (Çizelge 1). 170 °C hava giriş sıcaklığı kullanılarak kurutulan örneklerin en düşük su aktivitesi değerine sahip olduğu görülmüştür. Hava giriş sıcaklığının artmasıyla örneklerin su aktivitesi değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada fasulye haşlama suyu tozunun su aktivitesi değerinin 0.33-0.45 aralığında olduğu belirtilmiştir [9]. Çalışmadan elde edilen su aktivitesi ve nem içeriği değerlerinin literatürde verilen değerlerle benzer sonuçlar olduğu görülmektedir.

**Çizelge 1. Toz örneklerin kuru madde içerikleri ve su aktivitesi değerleri**

Örnek	Sıcaklık (°C)	% Kuru Madde (g KM/100 g)	Su aktivitesi ( $a_w$ )
Fasulye	155	$95.21 \pm 0.094$	$0.30 \pm 0.03$
	170	$96.84 \pm 0.17$	$0.27 \pm 0.05$

Toz ürünlerdeki renk parametrelerinin nihai toz ürünün beğenirliğine büyük etkiye sahiptir ve bu durum kalite özellikleri arasında en önemli özelliklerden biri olduğu bilinmektedir [2]. Analiz sonuçları kurutma sıcaklığının toz ürünlerdeki renk parametreleri üzerindeki etkisini

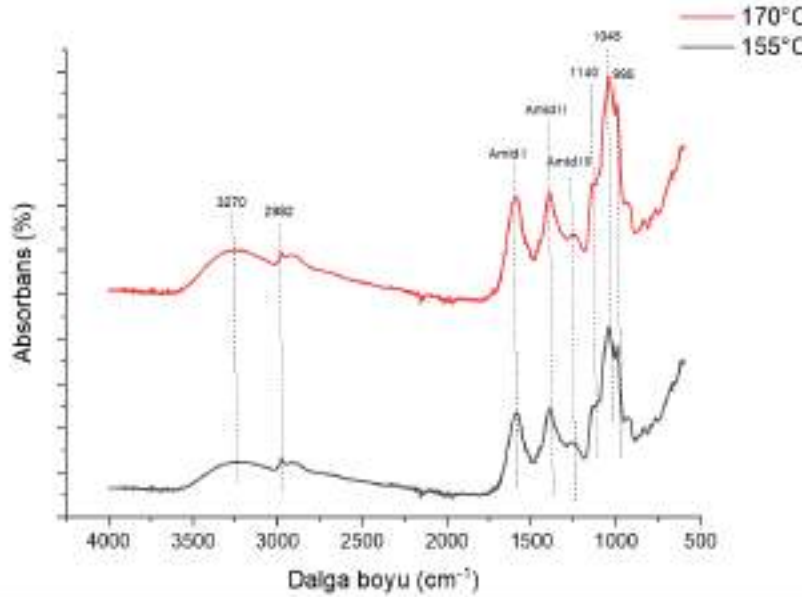
belirtmiştir. Fasulye haşlama suyu tozunun renk değerleri Çizelge 2.'de verilmiştir. Örneklerin L\* değerlerinin 95.13 ile 97.28, a\* değerinin -1.09 ile -1.01, b\* değerinin 7.18 ile 10.29 aralığında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 2). En yüksek L\* ve b\* değerlerinin 170 °C'de kurutulmuş fasulye haşlama suyu örneklerinde gözlemlenmiştir. En yüksek a\* değeri ise 155 °C'de kurutulmuş fasulye haşlama suyu örneklerinde tespit edilmiştir.

**Çizelge 2. Toz örneklerin renk değerleri**

Örnek	Sıcaklık (°C)	L*	a*	b*
Fasulye	155	95.13±0.46	-1,01±0.26	7.18±0.1
	170	97.28±0.6	-1.09±0.13	10.29±0.57

Sıcaklık arttıkça L\* değerinin artmasının sebebinin kuruma işleminin daha kısa sürede gerçekleşmesinden ve renk maddelerinin degrade olma olasılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular literatürde yapılan çalışma ile benzer sonuçlar göstermiştir [3].

Toz ürünlere ait FTIR spektrumları Görsel 1.'de verilmiştir. FTIR spektrumu incelendiğinde ana piklerin 3279-3166 cm<sup>-1</sup>, 2980-2990 cm<sup>-1</sup>, 1727-1477 cm<sup>-1</sup>, 1448-1335 cm<sup>-1</sup>, 1298-1230 cm<sup>-1</sup> bantlarında olduğu görülmektedir.



**Görsel 1. Toz örneklerin FTIR spektrumları**

Fasulye haşlama suyu tozu örnekleri için yapılan FTIR spektrumuna göre 3200 cm<sup>-1</sup> civarlarında büyük ve güçlü bir bağı gösteren pik yapıda olan O-H grubunu temsil ettiği gözlemlenmiştir. 2900 cm<sup>-1</sup> civarlarında çıkan pik ise C-H grubunun varlığını göstermektedir. 1300-800 cm<sup>-1</sup> dalga boyu aralığı yapıdaki nişastanın karakteristiğine dair bilgi vermektedir. 1048 cm<sup>-1</sup> dalga boyunda verilen pik kristal yapıya dair, 1022 cm<sup>-1</sup> dalga boyunda verilen pik ise amorf yapıya dair bilgi vermektedir ve her iki örnekte de kristal yapının baskın olduğu belirlenmiştir.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Fasulye haşlama suyu tozlarının kurutma sıcaklığı artışı ile protein içeriğinin, köpük oluşturma kapasitesinin ve köpük stabilitesinin düştüğü bulunmuştur. Aynı zamanda sıcaklık artışı ile kuru madde içeriğinin arttığı su aktivitesi değerinin ise azaldığı tespit edilmiştir. Literatürde baklagil haşlama sularının genel olarak yumurta akı ikamesi olarak kullanımıyla ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmaların yeterli sayıda olmaması nedeniyle yeni yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle nohut dışındaki baklagiller hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Baklagil haşlama sularının köpük oluşturma kapasitesi ve stabilitesi konularında ve bu özelliklerin incelenebileceği yeni ürünlerin geliştirildiği çalışmaların gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

- [1] Als Salman, F. B., Tulbek, M., Nickerson, M., & Ramaswamy, H. S., Evaluation of factors affecting aquafaba rheological and thermal properties. *LWT*, 132, 109831, 2020.
- [2] Aslan, M., & Ertaş, N., Foam drying of aquafaba: Optimization with mixture design. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(3), e15185, 2021.
- [3] Azizpour, M., Mohebbi, M., & Khodaparast, M. H. H., Effects of foam-mat drying temperature on physico-chemical and microstructural properties of shrimp powder. *Innovative food science & emerging technologies*, 34, 122-126, 2016.
- [4] Begliyev, H., Yavuz, N., & Ok, S., Effects of high-pressure homogenization on the rheological properties of spray-dried aquafaba powder. *Journal of Food Process Engineering*, e14389, 2023.
- [5] Cabral, R. A., Telis-Romero, J., Telis, V. R. N., Gabas, L., & Finzer, J. R. D., Effect of apparent viscosity on fluidized bed drying process parameters of guava pulp. *Journal of Food Engineering*, 80, 1096– 1106. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.09.002>, 2007.
- [6] Choden, N., Odelli, D., Casanova, F., Petersen, H. O., Ajalloueian, F., & Feyissa, A. H. (2023). Effect of the extraction process parameters on aquafaba composition and foaming properties. *Applied Food Research*, 3(2), 100354, 2023.
- [7] Damian, J. J., Huo, S., & Serventi, L., Phytochemical content and emulsifying ability of pulses cooking water. *European Food Research and Technology*, 244(9), 1647-1655, 2018.
- [8] Erem, E., İcyer, N. C., Tatlısu, N. B., Kilicli, M., Kaderoglu, G. H., & Toker, Ö. S., A new trend among plant-based food ingredients in food processing technology: Aquafaba. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-18, 2021.
- [9] Golzi, M. E., Marchetti, L., & Lorenzo, G., Aquafaba from lentils (*Lens culinaris*) and common beans (*Phaseolus vulgaris*): a study of cooking variables and drying process on the techno-functional and microstructural properties. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(10), 5398-5407, 2023.
- [10] He, Y., Meda, V., Reaney, M. J., & Mustafa, R., Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 111, 27-42, 2021.
- [11] Mitrus, M., Wójtowicz, A., Kocira, S., Kasprzycka, A., Szparaga, A., Oniszczyk, T., Combrzyński, M., Kupryaniuk, K., & Matwijczuk, A., Effect of extrusion cooking conditions on the pasting properties of extruded white and red bean seeds. *International Agrophysics*, 34(1), 25–32, <https://doi.org/10.31545/intagr/116388>, 2020.
- [12] Mustafa, R., He, Y., Shim, Y. Y., & Reaney, M. J., Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake. *International journal of food science & technology*, 53(10), 2247-2255p., 2018.

- [13] Nguyen, T. M. N., Nguyen, T. P., Tran, G. B., & Le, P. T. Q., Effect of processing methods on foam properties and application of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) aquafaba in eggless cupcakes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(11), e14886, 2020.
- [14] Odelli, D., Sarigiannidou, K., Soliani, A., Marie, R., Mohammadifar, M. A., Jessen, F., ... & Casanova, F., Interaction between Fish Skin Gelatin and Pea Protein at Air-Water Interface after Ultrasound Treatment. *Foods*, 11(5), 659, 2022.
- [15] Rahman, M. S., & Perera, C. O., Drying and food preservation. In *Handbook of food preservation* (pp. 421-450). CRC press, 2007.
- [16] Serventi, L., S. Wang, J. Zhu, S. Liu, and F. Fei., Cooking water of yellow soybeans as emulsifier in gluten-free crackers. *European Food Research and Technology* 244 (12):2141–8, doi: <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3122-4>, 2018.
- [17] Stantiall, S. E., Dale, K. J., Calizo, F. S., & Serventi, L., Application of pulses cooking water as functional ingredients: The foaming and gelling abilities. *European Food Research and Technology*, 244(1), 97-104, 2018.



## DENİZEL KAYNAKLARDAN KAROTENOİD EKSTRAKSİYONUNA İLİŞKİN SON GELİŞMELER

**Elvan Gizem GÜRİSOY<sup>1</sup>, Doç. Dr. Seher KUMCUOĞLU<sup>2</sup>,**

**Prof. Dr. Şebnem TAVMAN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,  
[elvangizemgursoy@gmail.com](mailto:elvangizemgursoy@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-3789-6408

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,  
[seher.kumcuoglu@ege.edu.tr](mailto:seher.kumcuoglu@ege.edu.tr), ORCID ID: 0000-0002-3663-2881

<sup>3</sup> Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,  
[sebnemtavman@gmail.com](mailto:sebnemtavman@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-3069-1709

### ÖZET

Dünya nüfusunun 2050 yılında 10 milyara ulaşacağı ve bunun başta gıda yetersizliği olmak üzere birçok problemi beraberinde getireceği Birleşmiş Milletler ve FAO tarafından öngörülmektedir. Yeterli miktarda ve kalitede gıdaya ulaşma ve dengesiz beslenme gibi sorunlar insanları alternatif kaynaklar bulmaya yönlendirmiştir. Tarım alanlarının ve taze su kaynaklarının azalmasıyla da denizler cazip hale gelmiş ve denizel kaynaklar önem kazanmıştır. Bu kaynaklar sürdürülebilir gıda arzını sağlayabilme potansiyeline sahip olmalarının yanı sıra, yüksek besin içerikleri ve sağlık açısından faydalı yönleriyle dikkat çekmekte ve bu özellikleriyle fonksiyonel gıda olmaya aday ürünler olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra birçok denizel kaynak, gıda uygulamalarında kullanılabilecek karotenoidler, fenolik bileşikler ve polisakkaritler gibi ticari değere sahip biyoaktif maddeler içermesi nedeniyle doğal ve sürdürülebilir kaynak niteliği taşımaktadır. Güçlü antioksidan özelliklere sahip çeşitli pigmentlerden oluşan karotenoidler, deniz organizmalarının renklerinde ve besinsel bileşiminde kritik rol oynamaktadır. Ayrıca karotenoidler, antioksidan ve renk artırıcı özellikleri ile gıda matrislerine dahil edilme konusunda önemli potansiyele sahiptir. Sağlıklı beslenme konusunda bilincin artması ve tüketicilerin kaliteli doğal kaynaklara artan eğilimi nedeniyle insan sağlığı açısından önem teşkil eden bu değerli bileşenlerin en iyi şekilde korunmasına yönelik yeni işleme teknikleri önem kazanmıştır. Isısal değişimler, oksijen, ışık gibi çeşitli koşullara karşı hassas bileşenler olan karotenoidlerin ekstraksiyonunda meydana gelebilecek kayıpların önüne geçilebilmesi için geleneksel ekstraksiyon yöntemlerine alternatif teknolojiler son yıllarda yaygın biçimde araştırılmaktadır. Algler gibi denizel organizmaların doğrudan gıda olarak kullanımı bazı ülkelerde yaygın olsa da karotenoidlerinin ekstrakte edilerek gıda formülasyonlarında kullanıldığına dair literatür çalışmaları sınırlıdır. Bu doğal pigmentlerin gıda matrislerine entegrasyonu hem tüketicilerin doğal ve sağlıklı gıda içeriklerine yönelik tercihleriyle hem de sektörün sürdürülebilir stratejiler ve sağlık odaklı inovasyon yönelimiyle uyumlu bir yol sunmakta, ayrıca gelişmiş besin ve renk profillerine sahip fonksiyonel gıdalar yaratma potansiyeli taşımaktadır. Bu çalışmada, karotenoidlerin denizel

kaynaklardan verimli şekilde geri kazanılması hakkında son yıllarda yapılan bazı çalışmalar incelenmekte ve bilgi aktarımının sağlanması amaçlanmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Karotenoidler; Ekstraksiyon; Algler; Antioksidan

## 1. KAROTENOİDLER

Biyoaktif maddelerden olan karotenoidler içerdikleri konjuge çift bağlardan dolayı renk verme özelliğine sahip, doğada 600'den fazla çeşidi bulunan ve yağda çözünen pigmentlerdir [1, 2]. Karotenoidlerin 250'den fazlasının deniz organizmalarında bulunduğu bildirilmektedir [3]. Bazı yaprak biti türleri haricinde hayvanlar karotenoidleri sentezleyemedikleri için gıdalardan elde etmek durumundadır [2]. Karotenoidler görünür bölgede 400-500 nm'de maksimum absorpsiyon verdikleri için meyvelerde, sebzelerde ve çiçeklerde bulunan kırmızı, turuncu ve sarı renklerin yanı sıra bazı kuşlar, balık eti, kabuklular ve böceklerin de renklerinden sorumludur [4, 5].

Karotenoidler, genellikle 8 izopren ünitesinin birleşmesi ile oluşmuş izoprenoidlerdir. Karotenoid moleküllerinin en göze çarpan özelliği 3-15 konjuge çift bağdan oluşan uzun polien zinciridir. Genelde halka yapılarıyla sonlanan 35-40 karbonlu polien zinciri ile karakterizedirler [2]. Karotenoidler yapılarına göre "hidrokarbon karotenoidler" ve "ksantofiller" olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. "Karotenler" olarak da adlandırılan apolar özellikteki hidrokarbon karotenoidler, yapılarında herhangi bir fonksiyonel grup içermeyen bir hidrokarbon zincirinden oluşmaktadır.  $\beta$ -karoten,  $\alpha$ -karoten ve likopen, hidrokarbon karotenoidlere örnek verilebilir. Ksantofiller ise, daha polar özellikte olup yapılarında metoksi, hidroksi, keto, karboksi ve epoksi formunda oksijen bulunan, alkol, aldehit, keton gibi fonksiyonel gruplar içeren bileşiklerdir. Ksantofillere örnek olarak; lutein, astaksantin, zeaksantin ve  $\beta$ -kriptoksantin verilebilir [2, 6].

Karotenoidler, karasal organizmalarda olduğu gibi denizel ortamlarda da en yaygın rastlanan pigment grubunu temsil etmektedir. Genellikle algler, bakteri, arkea ve fungi gibi ototrof deniz organizmaları tarafından biyosentez yoluyla üretilirler. Ayrıca heterotrof deniz organizmalarında da beslenmeleri sonucu biriktirdikleri veya metabolik reaksiyonlar sonucunda kısmen modifiye olmuş karotenoidlere rastlanabilmektedir [3].

Karotenoidlerin göz sağlığını koruma, cilt problemlerini engelleme, antiobezite, antikanser, antiinflamatuvar, antioksidan özellikler gibi sağlık üzerinde birçok olumlu etkilerinin bulunduğu literatürde bildirilmektedir [2, 3, 6, 7]. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü'nün mikrobesein öğelerine dayalı yetersiz beslenme hakkında 20 Aralık 2023 tarihinde yaptığı yayında iyot, demir ve A vitamini eksikliğinin dünya genelinde halk sağlığı açısından çok önemli bir sorun olduğu, özellikle de düşük gelirli ülkelerde çocukların ve hamilelerin sağlığını tehdit ettiği vurgulanmıştır [8]. Denizel kaynaklardan da elde edilebilen karotenoidlerin arasında yer alan  $\beta$ -karoten,  $\alpha$ -karoten ve  $\beta$ -kriptoksantin A vitamininin öncül maddesi özelliği göstermekte ve besinlerle alındığı takdirde metabolizmada A vitaminine dönüştürülmektedir [9]. Bu bilgiler ışığında karotenoidlerce zengin gıdalarla beslenmenin insan ve halk sağlığı açısından son derece önemli olduğu anlaşılabilmektedir.

## 2. DENİZEL KAYNAKLARDA BULUNAN KAROTENOİDLER

Karotenoidler havuç, balkabağı, kırmızı biber, domates, papaya, mango, şeftali, portakal, mandalina, yalancı iğde, kadife çiçeği, nar, arı poleni gibi birçok karasal kaynaktan ve bunların atıklarından elde edilebilmektedir. Literatürde de karasal kaynaklardan ve atıklardan karotenoid eldesi hakkında pek çok çalışma bulunmaktadır [10 – 22]. Ancak karasal kaynakların çoğunlukla mevsimsel ve coğrafi koşullara bağımlı olarak yetişmesi karotenoid eldesinin standart hale getirilebilmesi açısından dezavantaj oluşturma potansiyeli taşımaktadır [3]. Ayrıca yıllar içerisinde tarım alanlarının ve taze su kaynaklarının azalması da gezegenin %70'ini kaplayan deniz ve okyanuslardaki flora ve faunayı bilimsel araştırmalar açısından cazip hale getirmiştir. Son yıllarda başta mikro- ve makroalgler olmak üzere, balıklar, kabuklu deniz canlıları, siyanobakteriler, diatomlar, flagellatlar gibi sucül organizma ve mikroorganizmalar karotenoid eldesi açısından önemli bir araştırma alanı teşkil etmektedir.

Çizelge 1. Karotenoidlerin elde edildiği bazı denizel kaynaklar [3]

Karotenoid	Elde edildiği bazı denizel kaynaklar
Astaksantin	Chlorophyta: <i>Haematococcus pluvialis</i> , Bakteri: <i>Agrobacterium</i> , <i>Paracoccus</i> , Maya: <i>Xanthophyllomyces</i> , <i>Rhodotorula</i> , <i>Phaffia</i> , Fungi benzeri protistalar: <i>Thraustochytrium</i> ONC-T18 ve CHN-1, <i>Thraustochytriidae</i> sp. AS4-A1, <i>Aurantiochytrium</i> sp. KH105, Deniz salyangozu: <i>Charonia sauliae</i> , Deniz kestanesi: <i>Arbacia lixula</i> , Ayrıca; deniz yıldızları, deniz hıyarı, yengeçler, karidesler, ıstakozlar ve kabuklu deniz canlıları
Fukoksantin	Makroalg: <i>Sargassum siliquastrum</i> , <i>Hijikia fusiformis</i> , <i>Undaria pinnatifida</i> , <i>Laminaria japonica</i> , <i>Alaria crassifolia</i> , <i>Cladosiphon okamuranus</i> , <i>Cystoseira hakodatensis</i> , <i>Eisenia bicyclis</i> , <i>Ishige okamurae</i> , <i>Kjellmaniella crassifolia</i> , <i>Myagropsis myagroides</i> , <i>Padina tetrastrumatica</i> , <i>Petalonia binghamiae</i> , Diatomlar: <i>Chaetoseris</i> sp., <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Odontella aurita</i> , <i>Phaeodactylum tricorutum</i> , Ayrıca: mercanlar (siyanobakterilerle ilişkilerinden dolayı), deniz kestanesi, deniz yıldızı, deniz hıyarı
$\beta$ -karoten	Mikroalg: <i>Dunaliella salina</i> , Deniz çayır: <i>Posidonia oceanica</i> , <i>Cymodocea nodosa</i> , <i>Zostera noltii</i> , <i>Halophila stipulacea</i> , Haloarchaea: <i>Haloferacaceae</i> familyası, Ayrıca: Fungi benzeri protistalar, kabuklu deniz canlıları, siyanobakteriler, deniz kestanesi, deniz yıldızı, deniz hıyarı
Lutein	Mikroalg: <i>Dunaliella salina</i> , <i>Chlorella</i> sp., Deniz çayır: <i>Posidonia oceanica</i> , <i>Cymodocea nodosa</i> , <i>Zostera noltii</i> , <i>Halophila stipulacea</i>

$\alpha$ -karoten	Mikroalg: <i>Dunaliella salina</i>
Violaksantin, Anteraksantin, Neoksantin	Deniz çayı: <i>Posidonia oceanica</i> , <i>Cymodocea nodosa</i> , <i>Zostera noltii</i> , <i>Halophila stipulacea</i>
Zeaksantin	Mikroalg: <i>Dunaliella salina</i> , Deniz çayı: <i>Posidonia oceanica</i> , <i>Cymodocea nodosa</i> , <i>Zostera noltii</i> , <i>Halophila stipulacea</i> , Ayrıca: Fungi benzeri protistalar, mercanlar (siyanobakterilerle ilişkilerinden dolayı) ve deniz yıldızları
Kantaksantin	Fungi benzeri protistalar: <i>Thraustochytrium</i> ONC-T18 ve CHN-1, <i>Thraustochytriidae</i> sp. AS4-A1, <i>Aurantiochytrium</i> sp. KH105, Ayrıca: Deniz kestanesi, deniz yıldızı, deniz hıyarı, kabuklular, algler ve siyanobakteriler

Çizelge 1’de verilenler dışında *Flavobacteriaceae* familyasına mensup bakterilerde myxol ve *Haloferacaceae* familyasına mensup haloarke bakterilerde bakterioruberin gibi familyaya özgü karotenoidlere ve birçok deniz organizmasında saproksantin, sifonaksantin, fukoksantinol, mytiloksantin, halocynthiaksantin, peridinin,  $\beta$ -echinenon gibi karotenoidlere ve karotenoid türevlerine rastlandığı da bildirilmektedir. Başta kahverengi algler olmak üzere denizel ortamlarda son derece yaygın olarak bulunan fukoksantin toplam doğal karotenoid üretiminin yaklaşık %10’unu oluşturmasıyla doğada en yaygın bulunan karotenoidlerden biridir [3, 23]. Mikroalg *Haematococcus pluvialis*’te majör karotenoid olarak bulunan astaksantin antioksidan aktivitesinin  $\alpha$ - tokoferol ve C ve E vitaminlerine kıyasla 100-500 kat daha yüksek olduğu bildirilmektedir [23].

### 3. DENİZEL KAYNAKLARDAN KAROTENOİD EKSTRAKSİYONUNDA KULLANILAN TEKNİKLER

Ekstraksiyon işlemi uzun yıllardır organik çözügen ekstraksiyonu ve Soxhlet ekstraksiyonu gibi geleneksel yöntemler ile gerçekleştirilmektedir. Ancak matrislerde bulunan çeşitli fiziksel ve kimyasal bariyerler, ekstraksiyon sırasında karotenoidlerin kütle transferini zor hale getirdiği için karmaşık matrislerden geri kazanım düşük düzeylerde kalmaktadır. Ayrıca yapılarda farklı polarite seviyelerine sahip çeşitli karotenoidlerin var olması eşzamanlı ekstraksiyonlarını zor hale getirmektedir. Bununla birlikte karotenoidlerin hassas yapıya sahip maddeler olmaları, yüksek sıcaklık, ışık, oksijen gibi koşullara ve uzun ekstraksiyon sürelerine maruz kalabilme kapasitelerini sınırlamaktadır. Bu tür birçok kısıtlama nedeniyle karotenoidlerin ekstraksiyonunda geleneksel ekstraksiyon yöntemlerine alternatif yöntemler geliştirilmesi amacıyla araştırmacılar ekonomi, toplum ve çevre sağlığı açısından yeni teknolojik arayışlar içerisine girmişlerdir. Bununla birlikte tüketicilerin daha az işlem görmüş, besleyici değeri yüksek ve duyuşal özellikleri gelişmiş gıdaları tercih etmesi ve bu yönde hızla artan eğilimleri nedeniyle yeni teknolojilerin geliştirilmesi bir zorunluluk olmuştur. Yine üreticilerin de işlem için gereken enerji ve zaman ihtiyacının azaltılması, işlem koşullarında iyileşmeler sağlayan teknikler arayışı içinde olmaları ile birlikte insan sağlığı açısından önem teşkil eden fonksiyonel

bileşenler olan karotenoidleri en verimli şekilde ve kayıpları minimize ederek geri kazanmaya yönelik yeni işleme teknikleri önem kazanmıştır.

Karotenoid ekstraksiyonu genellikle aseton, kloroform, hekzan, izopropanol, metanol, etanol, etilen klorür ve dietil eter gibi geleneksel organik çözücüler ve bunların kombinasyon halinde kullanılması ile gerçekleştirilmektedir [24]. Ancak ekstraksiyon işlemlerinde yüksek miktarlarda kullanılan bu çözümlerin çoğunun toprak, su, hava, bitkiler, hayvanlar vb. üzerinde olumsuz çevresel etkileri bulunmakta ve geri kazanım prosesleri uygun şekilde yönetilmediği takdirde bu çözümlerin insan sağlığına zararlı olabileceği bildirilmektedir [25]. Ek olarak, ekstrakte edilen bileşiklerin gıda formülasyonlarına uygulanabilirliği, son üründe çözücü kalıntıları bulunabilmesi olasılığı nedeniyle sınırlı olmaktadır [2]. Bu nedenle özellikle son yıllarda yağ içinde ekstraksiyon gibi zararlı çözümlerin kullanımı gerektirmeyen ve ekstraksiyon sonrasında, ekstrakttan çözümleri uzaklaştırma basamağını ortadan kaldırması bakımından enerji ve zaman tasarrufu gibi ekonomik ve çevresel avantajlar sağlayan ekstraksiyon uygulamaları, derin ötektik sıvılar, iyonik sıvılar, süperkritik akışkanlar gibi alternatif çözümlerin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Ayrıca ultrason destekli ekstraksiyon, süperkritik CO<sub>2</sub> ekstraksiyonu, basınçlı sıvı ekstraksiyonu, enzim yardımcı ekstraksiyon gibi alternatif tekniklerin kullanımı ile denizel kaynaklardan karotenoid ekstraksiyonu konusunda ilgi çekici çalışmaların gerçekleştirildiği görülmektedir. Çizelge 2’de denizel kaynaklardan karotenoid ekstraksiyonunda kullanılan teknikleri içeren ve son yıllarda yapılmış bazı çalışmalar, çalışmalar kapsamında incelenen karotenoidler ve bu karotenoidlerin ekstraksiyonunda kullanılan çözümler gösterilmiştir.

**Çizelge 2. Denizel kaynaklardan karotenoid ekstraksiyonu hakkında son yıllarda gerçekleştirilmiş bazı çalışmalar**

Teknik	Denizel kaynak	Ekstraksiyon ortamı	Elde edilen karotenoid	Yayınlandığı çalışma
Basınçlı sıvı ekstraksiyonu	<i>Padina pavonica</i> , <i>Halopteris scoparia</i> , <i>Cystoseira mediterranea</i> , <i>Ulva lactuca</i> , <i>Ulva intestinalis</i> , <i>Ceramium virgatum</i>	Etanol/su	Toplam karotenoid	[26]
Basınçlı sıvı ekstraksiyonu	<i>Phaeodactylum tricornutum</i> , <i>Spirulina</i> , <i>Chlorella</i>	Su, DMSO	Fukoksantin, $\beta$ -karoten, zeaksantin, lutein	[27]
Vurgulu elektrik alan,	<i>Aristeus antennatus</i> ,	Etanol, DMSO	Astaksantin	[28]

Hızlandırılmış çözgen ekstraksiyonu	<i>Melicertus kerathurus</i>			
Ultrason destekli ekstraksiyon	<i>Padina tetrastromatica</i> (makroalg)	Etanol	Fukoksantin	[29]
Ultrason destekli ekstraksiyon, Maserasyon	Fermente rebon karides	Zeytin-susam- üzüm çekirdeği- hindistan cevizi- soğuk sıkım hindistan cevizi yağları, hekzan, aseton	Astaksantin	[30]
Katı-sıvı ekstraksiyonu, Sıvı-sıvı ekstraksiyonu	<i>Saccharina latissima</i>	İyonik sıvılar/ayçiçeği yağı/su	Fukoksantin	[31]
Soxhlet ekstraksiyonu, Katı-sıvı ekstraksiyonu, Süperkritik CO <sub>2</sub> ekstraksiyonu (ön işlem: mikrodalga)	<i>Cancer pagurus</i> (kahverengi yengeç)	CO <sub>2</sub> , Co-solvent: Etanol, aseton	Astaksantin	[32]
Süperkritik CO <sub>2</sub> ekstraksiyonu	<i>Dunaliella salina</i>	CO <sub>2</sub>	Lutein, zeaksantin, β- kriptoksantin, α-karoten, β- karoten	[33]
Süperkritik CO <sub>2</sub> ekstraksiyonu	<i>Parapeneus longirostris</i> yan ürünleri	CO <sub>2</sub>	Astaksantin	[34]
Süperkritik CO <sub>2</sub> ekstraksiyonu	Atlantik somonu ( <i>Salmo salar</i> ) yan ürünleri	CO <sub>2</sub>	Astaksantin	[35]
Enzim yardımcı ekstraksiyon	<i>Haematococcus pluvialis</i>	Sodyum asetat tamponu + selülaz ve pektinaz	Astaksantin	[36]



Görsel 1’de literatürdeki çalışmalar kapsamında denizel kaynaklardan karotenoidlerin ekstraksiyonunda kullanılan teknikler zaman, enerji, ekipman maliyeti, verim gibi çeşitli açılardan özet halinde karşılaştırılmıştır.

Ekstraksiyon yöntemi	Prensip	Preses basamakları / Zaman maliyeti	Ekipman maliyeti	Kimyasal madde maliyeti	Çevresel etki / güvenlik	Enerji tüketimi	Isı üretimi	Hassas bileşen bozunması	Verim
Geleneksel organik çözügen ekstraksiyonu	Penetrasyon, hücre parçalanması, benzer polarite	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
Yeşil çözügen ekstraksiyonu	İki fazlı karışımın ayırılma katsayısı ve seçicilik farkları	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
Ultrason destekli ekstraksiyon	Kavitasyon, ultrasonik dalgalar etkisiyle parçalama	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Mikrodalga destekli ekstraksiyon	Isıl etki, hücre parçalanması	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓
Süperkritik akışkan ekstraksiyonu	Süperkritik akışkının hücre içine nüfuz ederek materyalleri çözmesi	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Basınç destekli ekstraksiyon	Yüksek basıncın hücre duvarını parçalaması	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yürekli elektrik alan destekli ekstraksiyon	Hücre zarının elektroporasyonu	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Enzim yardımcı ekstraksiyon	Enzimlerin hücre zarlarını parçalaması	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓

**Görsel 1. Denizel kaynaklardan karotenoidlerin ekstraksiyonunda kullanılan tekniklerin karşılaştırılması [37]**

#### 4. DENİZEL KAROTENOİDLERİN ENDÜSTRİYEL AÇIDAN ÖNEMİ

Son yıllarda tüketicilerin iklim değişikliği, çevre ve sağlık konusundaki farkındalığının artmasıyla birlikte üretim süreçlerinin de bu yönde gerçekleştirilen araştırmalarla geliştirildiği ve iyileştirildiği bilinmektedir. Karotenoidlerin sağlık üzerinde birçok olumlu etkilerinin bildirilmesiyle de doğal kaynaklardan karotenoid üretiminde çeşitli sektörlerde yükselen talepleri karşılamak için önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Küresel bir pazar araştırmasına göre küresel karotenoid talebinin 2026 yılında 2 milyar \$’a ulaşacağı raporlanmıştır. Karotenoidlerin gıda, ilaç, kozmetik, hayvan yemi ve gıda takviyeleri gibi sektörlerde pazar paylarının 2026 yılında sırasıyla %26.1, %9.2, %6.5, %34.8 ve %23.5 olacağı tahmin edilmektedir [37]. Dünya genelindeki karotenoid talebi incelendiğinde hayvan yemi ve gıda endüstrilerinin küresel karotenoid pazar payı toplamının %50’den fazlasına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Doğal kaynaklardan elde edilen karotenoidlerin gıda formülasyonlarında sentetik renklendiricilere alternatif olarak, fonksiyonel gıda bileşeni olarak ve aktif ambalajlarda antioksidatif bileşen olarak kullanılma potansiyeli taşımaları gıda endüstrisi açısından doğal kaynaklı karotenoidlere artan talebi açıklamaktadır.

Çeşitli karotenoidler arasında toplam pazar değerinin %60’ını astaksantin,  $\beta$ -karoten ve lutein paylaşmaktadır [38]. Günümüzde karotenoid üretiminin yaklaşık olarak %80–90’ı çevreye zarar

verme potansiyeli taşıyan atık maddelerin oluşmasına neden olan kimyasal sentez ile karşılanmaktadır. Dolayısıyla doğal kaynaklı karotenoidlerin pazar payı, yüksek üretim maliyetleri nedeniyle sentetik karotenoidlere göre oldukça düşük kalmaktadır. Ancak, karotenoidlerin mikroalgler başta olmak üzere denizel kaynaklardan üretiminin finansal olarak mümkün olduğu ve çevresel anlamda avantajlı olduğu belirtilmektedir. Örneğin, sentetik astaksantin üretim maliyeti kilogram başına 1000 \$ iken, *Haematococcus pluvialis* kullanılarak üretilen astaksantin maliyetinin kilogram başına 552 \$ olacağı tahmin edilmektedir [37].

## 5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Literatürde son yıllarda yapılmış çalışmalar incelendiğinde denizel kaynaklardan karotenoid ekstraksiyonunda yenilikçi teknolojilerin ve çevre dostu çözümlerin kullanımının arttığı görülmektedir. Zaman ve enerji maliyetinin fazla olması, zararlı kimyasal maddelerin kullanımı, karotenoidler gibi hassas bileşenlerin bozunması, sürdürülebilirlik, ekstraksiyon verimi gibi açılardan geleneksel ekstraksiyon tekniklerinin yenilikçi teknikler karşısında dezavantajlı kaldığı görülmektedir. Mevcut çalışmalar, denizel kaynağa ait hücre yapısının ekstraksiyon verimi üzerinde belirgin bir etkisi olduğuna işaret etmektedir. Karotenoid veriminin artırılması açısından ekstraksiyon öncesinde kurutma, öğütme, mikrodalga uygulaması gibi hücre içi materyallerin hücre dışına daha kolay çıkarılmasına yardımcı olan çeşitli ön işlemlerin etkilerinin de çalışmalarda araştırıldığı görülmektedir. Karotenoidlerin çeşitli bakteri grupları, karides, yengeç gibi kabuklulardan elde edildiği çalışmalar da olmakla birlikte çalışmaların özellikle mikro- ve makroalgler üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Algerin karasal bitkilere kıyasla çok daha hızlı çoğalma yeteneğine sahip olması, biyotik ve abiyotik ekosistemlere karşı stabil ve toksik olmayan yapıları, üretimlerinin sürdürülebilir olması, kültürel yöntemlerle üretilebilmeleri, kültür koşullarının manipüle edilerek karotenoid verimlerinin artırılabilir olması, diğer deniz organizmalarına kıyasla çok sayıda araştırma sonucunda daha iyi karakterize edilmiş olmaları sayesinde de karotenoid ekstraksiyonu açısından endüstriyel uygulamalarda kullanımlarının artacağı düşünülmektedir. Hakkında sınırlı sayıda araştırma bulunan fungi, prokaryotlar gibi karotenoid eldesi açısından umut vaadeden denizel kaynaklara yönelik araştırmaların artması da insan sağlığı için faydalı olabilecek yeni ve sürdürülebilir karotenoidler hakkında daha fazla bilgi edinilmesine ve hızla büyüyen bu sektörde gerçekleştirilecek farklı endüstriyel uygulamalarda önemli gelişmelere olanak tanıyacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Singh, R.V. and Sambyal, K., An overview of  $\beta$ -carotene production: Current status and future prospects. Food Bioscience, 47, 101717, 2022.
- [2] Saini, R.K., and Keum, Y.S., Carotenoid extraction methods: A review of recent developments. Food Chemistry, 240, 90–103, 2018.
- [3] Galasso, C., Corinaldesi, C., Sansone, C., Carotenoids from Marine Organisms: Biological Functions and Industrial Applications. Antioxidants 6(4):96, 2017.

- [4] Meléndez-Martínez, A., An overview of carotenoids, apocarotenoids, and vitamin A in agro-food, nutrition, health, and disease. *Molecular Nutrition & Food Research*, 63(15), 1801045, 2019.
- [5] Maoka, T., Carotenoids as natural functional pigments. *Journal Of Natural Medicines*, 74(1), 1-16, 2020.
- [6] Tiwari, S., Yawale, P., Upadhyay, N., Carotenoids: Extraction strategies and potential applications for valorization of under-utilized waste biomass. *Food Bioscience*, 48, 101812, 2022.
- [7] Pereira, A.G.; Otero, P.; Echave, J.; Carreira-Casais, A.; Chamorro, F.; Collazo, N.; Jaboui, A.; Lourenço-Lopes, C.; Simal-Gandara, J.; Prieto, M.A. Xanthophylls from the Sea: Algae as Source of Bioactive Carotenoids. *Mar. Drugs*, 19, 188, 2021.
- [8] <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition> (Erişim tarihi: 22.12.2023).
- [9] Fernández-García, E., Carvajal-Lérida, I., Jarén-Galán, M., Garrido-Fernández, J., Pérez-Gálvez, A., Hornero-Méndez, D., Carotenoids bioavailability from foods: From plant pigments to efficient biological activities. *Food Research International*, 46 (2): 438-450, 2012.
- [10] Lara-Abia, S., Gomez-Maqueo, A., Welti-Chanes, J., & Cano, M. P., High hydrostatic pressure-assisted extraction of carotenoids from papaya (*Carica papaya* L. cv. Maradol) tissues using soybean and sunflower oil as potential green solvents. *Food Engineering Reviews*, 13, 660–675, 2021.
- [11] Portillo-López, R., Morales-Contreras, B.E., Lozano-Guzmán, E., Basilio-Heredia, J., Muy-Rangel, M.D., Ochoa-Martínez, L.A., Rosas-Flores, W., Morales-Castro, J., Vegetable oils as green solvents for carotenoid extraction from pumpkin (*Cucurbita argyrosperma* Huber) by-products: Optimization of extraction parameters. *J Food Sci*. 86:3122–3136, 2021.
- [12] Borguini, R.G., Pacheco, S., Chavez, D.W.H., Couto, G.A., Wilhelm, A.E., Santiago, M.C.P.D.A., Nascimento, L.D.S.D.M.D., Jesus, M.S.C.D., & Godoy, R.L.D.O., Carotenoid extraction using edible vegetable oil: An enriched provitamin A product. *Scientia Agricola*, 78(5), 2020.
- [13] Civan, M. and Kumcuoglu, S., Green ultrasound-assisted extraction of carotenoid and capsaicinoid from the pulp of hot pepper paste based on the bio-refinery concept. *LWT-Food Science and Technology*, 113, 108320, 2019.
- [14] Kunthakudee, N., Sunsandee, N., Chutvirasakul, B., Ramakul, P., Extraction of lycopene from tomato with environmentally benign solvents: Box-Behnken design and optimization. *Chemical Engineering Communications*, 207(4), 574–583, 2019.
- [15] Ordoñez-Santos, L.E., Martínez-Girón, J., Rodríguez-Rodríguez, D.X., Extraction of total carotenoids from peach palm fruit (*Bactris gasipaes*) peel by means of ultrasound application and vegetable oil. *DYNA (Colombia)*, 86(209), 91–96, 2019.
- [16] Salazar-González, C., Díaz-Moreno, C., Fuenmayor, C.A., Green extraction of carotenoids from bee pollen using sunflower oil: Evaluation of time and matrix-solvent ratio. *Chemical Engineering Transactions*, 75, 541–546, 2019.

- [17] Nour, V., Corbu, A. R., Rotaru, P., Karageorgou, I., Lalas, S., Effect of carotenoids, extracted from dry tomato waste, on the stability and characteristics of various vegetable oils. *Grasas y Aceites*, 69(1), 1–12, 2018.
- [18] Chuyen, H.V., Nguyen, M.H., Roach, P.D., Golding, J.B., Parks, S.E., Microwave-assisted extraction and ultrasound-assisted extraction for recovering carotenoids from Gac peel and their effects on antioxidant capacity of the extracts. *Food Sciences and Nutrition*, 6(1), 189–196, 2018.
- [19] Goula, A.M., Ververi, M., Adamopoulou, A., Kaderides, K., Green ultrasound-assisted extraction of carotenoids from pomegranate wastes using vegetable oils. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 821–830, 2017.
- [20] Kehili, M., Kammlott, M., Choura, S., Zammel, A., Zetzl, C., Smirnova, I., Allouche, N., Sayadi, S., Supercritical CO<sub>2</sub> extraction and antioxidant activity of lycopene and β-carotene-enriched oleoresin from tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) peels by-product of a Tunisian industry. *Food and Bioproducts Processing*, 102, 340–349, 2017.
- [21] Vargas, E.F.D., Jablonski, A., Flores, S.H., Rios, A.D.O., Waste from peach (*Prunus persica*) processing used for optimisation of carotenoids ethanolic extraction. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 757–762, 2017.
- [22] Ghosh, D. and Biswas, P.K., Enzyme-aided extraction of carotenoids from pumpkin tissues. *Indian Chemical Engineer*, 58(1), 1–11, 2016.
- [23] Muñoz-Miranda, L.A. and Iñiguez-Moreno, M., An extensive review of marine pigments: sources, biotechnological applications, and sustainability, *Aquatic Sciences* (2023) 85:68, 2023.
- [24] Jaeschke, D.P., Menegol, T., Rech, R., Mercali, G.D., Marczak, L.D.F., Carotenoid and lipid extraction from *Heterochlorella luteoviridis* using moderate electric field and ethanol. *Process Biochemistry*, 51(10), 1636–1643, 2016.
- [25] Joshi, D. R. and Adhikari, N., An overview on common organic solvents and their toxicity. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 28(3), 1–18, 2019.
- [26] Keramane, B., del Sánchez-Camargo, A.P., Montero, L. Lainer, F., Bedjou, F., Ibáñez, E., Pressurized liquid extraction of bioactive extracts with antioxidant and antibacterial activity from green, red and brown Algerian algae. *Algal Research*, 76, 103293, 2023.
- [27] Wang, M., Morón-Ortiz, Á., Zhou, J., Benitez-González, A.M., Mapelli-Brahm, P., Meléndez-Martínez, A.J., Barba, F.J., Effects of pressurized liquid extraction with dimethyl sulfoxide on the recovery of carotenoids and other dietary valuable compounds from the microalgae *Spirulina*, *Chlorella* and *Phaeodactylum tricorutum*. *Food Chemistry*, 405, 134885, 2023.
- [28] De Aguiar Saldanha Pinheiro, A.C., Martí-Quijal, F.J., Barba, F.J., Benítez-González, A.M., Meléndez-Martínez, A.J., Castagnini, J.M., Tappi, S., Rocculi, P., Pulsed electric fields (PEF) and accelerated solvent extraction (ASE) for valorization of red (*Aristeus antennatus*) and camarote (*Melicertus kerathurus*) shrimp side streams: Antioxidant and HPLC evaluation of the carotenoid astaxanthin recovery. *Antioxidants*, 12, 406, 2023.
- [29] Raguraman, V.L., Stanley Abraham, L., Mubarak Ali, D., Narendrakumar, G., Thirugnanasambandam, R., Kirubakaran, R., Thajuddin, N., Unraveling rapid extraction

- of fucoxanthin from *Padina tetrastromatica*: Purification, characterization and biomedical application. *Process Biochemistry*, 73, 211–219, 2018.
- [30] Prayitno, D.I., Dewi, E.N., Pringgenies, D., Brotosudarmo, T.H.P., Green ultrasound-assisted extraction of astaxanthin from fermented rebon shrimp (cincaok) using vegetable oils as solvents. *OCL, EDP Sciences*, 29, 15, 2022.
- [31] Martins, M., de Souza Mesquita, L.M., Vaz, B.M.C., Dias, A.C.R.V., Torres-Acosta, M.S., Queguineur, B., Coutinho, J.A.P., Ventura, S.P.M., Extraction and fractionation of pigments from *Saccharina latissima* (Linnaeus, 2006) using an ionic liquid + oil + water system, *ACS Sustain. Chem. Eng.* 9, 6599–6612, 2021.
- [32] Nunes, A.N., Roda, A., Gouveia, L.F., Fernández, N., Bronze, M.R., Matias, A.A., Astaxanthin extraction from marine crustacean waste streams: An integrate approach between microwaves and supercritical fluids. *ACS Sustainable Chem. Eng.* 9, 3050–3059, 2021.
- [33] Bueno, M., Vitali, C., Sánchez-Martínez, J.D., Mendiola, J.A., Cifuentes, A., Ibáñez, E., Herrero, M., Compressed CO<sub>2</sub> technologies for the recovery of carotenoid-enriched extracts from *Dunaliella salina* with potential neuroprotective activity. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8(30), 11413-11423, 2020.
- [34] Messina, C.M., Manuguerra, S., Renda, G., Santulli, A., Biotechnological applications for the sustainable use of marine by-products: In vitro antioxidant and pro-apoptotic effects of astaxanthin extracted with supercritical CO<sub>2</sub> from *Parapeneus longirostris*. *Marine Biotechnology*, 21(4), 565–576, 2019.
- [35] Haq, M., and Chun, B.S., Characterization of phospholipids extracted from Atlantic salmon by-product using supercritical CO<sub>2</sub> with ethanol as co-solvent. *Journal of Cleaner Production*, 178, 186–195, 2018.
- [36] Zhao, X., Zhang, X., Zhu, H., Zhu, Y., Enzyme-assisted extraction of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis* and its stability and antioxidant activity *Food Sci Biotechnol.*, 28(6):1637–1647, 2019.
- [37] Liu, C., Hu, B., Cheng, Y., Guo, Y., Yao, W., Qian, H., Carotenoids from fungi and microalgae: A review on their recent production, extraction, and developments. *Bioresource Technology*, 337, 125398, 2021.
- [38] Barreiro, C. and Barredo, J.L. Carotenoids Production: A Healthy and Profitable Industry. *Methods Mol. Biol.* 2018, 1852, 45–55.



## OHMİK ISITMA YÖNTEMİ İLE KONSANTRE EDİLEN ARONYA ÖRNEKLERİNİN RENK DEĞERLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ

**Yüksek Lisans Öğrencisi ÇAĞLAR ŞAHİN<sup>1</sup>, Dr. Öğretim Üyesi HATİCE PINAR  
YÜKSEL<sup>2</sup>, Doç. Dr. MUTLU ÇEVİK<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Munzur Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı,  
Tunceli, Türkiye, [caglar6201@gmail.com](mailto:caglar6201@gmail.com), ORCID: 0009-0002-5720-6280

<sup>2</sup>Munzur Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak  
Sanatları Bölümü, Tunceli, Türkiye, [pinaryuksel@munzur.edu.tr](mailto:pinaryuksel@munzur.edu.tr), ORCID: 0000-0003-3227-  
6186

<sup>3</sup>Munzur Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak  
Sanatları Bölümü, Tunceli, Türkiye, [mutlucevik3538@hotmail.com](mailto:mutlucevik3538@hotmail.com), ORCID: 0000-0003-  
4847-4910

### ÖZET

Aronya meyvesi gıda sektörü açısından ve sahip olduğu yüksek antioksidan kapasite ve fenolik madde içeriğinden dolayı sağlık açısından da büyük bir öneme sahiptir. Aronya meyvesinin sahip olduğu bu değerli maddelerin evaporasyon işlemleri sırasında korunması ve en yüksek kalite özelliklerine sahip ürünlerin üretilmesi son derece önemlidir. Gıda endüstrisinde konsantrasyon amacıyla termal buharlaştırma, dondurma yöntemleri ve membran teknikleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve yüksek konsantrasyon değerlerine ulaşamaması gibi dezavantajlara sahiptir. Termal konsantrasyon yöntemleri ise yüksek enerji gereksinimleri ve yüksek miktarda atık su oluşumu gibi dezavantajlara sahiptir. Bu konsantrasyon tekniklerinin sahip olduğu dezavantajlar araştırmacıları alternatif güncel ısıtma tekniklerinin araştırılmasına yöneltmiştir. Ohmik ısıtma günümüzde alternatif teknolojiler arasında yer alan elektriksel bir ısıtma yöntemidir. Ohmik ısıtma işlemi, gıda maddesiyle temas halinde bulunan elektrotlardan akım geçirilerek gıdanın direnç göstermesi ve ısınması prensibine dayanmaktadır. Özellikle, ısıl direnci yüksek sıvı gıda maddelerinde hızlı ve homojen bir ısınma işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmada, aronya meyvesi örneklerini (%16.5±0.02 suda çözünür kuru madde (SÇKM)) 3 farklı voltaj gradyanında (10, 12 ve 14 V/cm) atmosferik koşullar altında ohmik ısıtma ile %20, %30, %40 ve %50 SÇKM içeriklerine kadar konsantre edilmesi, hammadde ve konsantre aronya örneklerinin konsantrasyon işlemi boyunca renk değerlerindeki değişim incelenmiştir. Konsantrasyon işlemi boyunca tüm aronya örneklerinde  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Tüm voltaj gradyanlarında konsantrasyon değerinin artmasına bağlı olarak toplam renk farkı ( $\Delta E$ ) değerlerinin artma eğilimi gösterdiği, en yüksek  $\Delta E$  değerlerinin 12 V/cm voltaj gradyanı dışında %50 SÇKM içeriğine sahip örneklerde elde edilmiştir. Benzer şekilde  $\Delta C$  değerlerinin de tüm voltaj gradyanlarında konsantrasyon değerinin artmasına bağlı olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. Örneklerin Kroma değerlerinin ise konsantrasyon değerinin artmasına bağlı olarak azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir.



**Anahtar Kelimeler:** Ohmik, evaporasyon, renk, aronya

## 1. GİRİŞ

Aronya meyvesi Rosaceae familyası içerisinde yer alan, kökeni Kuzey Amerika olan, çalı tipi bitkisidir. Aronya meyvesi halk arasında ise chokeberry adıyla tanınmaktadır (Jeppsson, 2000). Günümüzde ise dünya aronya meyvesi ihtiyacının %90'ını Polonya tek başına karşılamaktadır. Aronya suyu düşük glisemik indeks ve probiyotik özelliklerle karakterize edilen doğal antioksidanlar veya inülin açısından son derece zengindir (Kowalska et al., 2017). Aronya meyvesi, tüm meyveler arasında bu bileşiklerin en büyük miktarını içermekte, başta antosiyaninler olmak üzere zengin bir vitamin ve polifenol kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır (Wilkes et al. 2014). Aronya meyvesinin insan sağlığı üzerinde antikarsinojenik, kardiyovasküler sistem hastalıkları ve diyabet gelişme riskini azaltıcı bir etkiye sahiptir (Jurikova et al., 2017). Aronya suyunun da diğer meyve suyu örnekleri gibi ticari ölçekte pazarlanabilmesi için çeşitli konsantrasyon tekniklerinin kullanılması gerekmektedir.

Meyve suyu sanayinde konsantrasyon amacıyla termal buharlaştırma, dondurma yöntemleri ve membran teknikleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Onsekizoglu, 2013). Dondurarak konsantrasyon ve membran konsantrasyon yöntemleri yüksek ilk yatırım maliyeti ve yüksek konsantrasyon değerlerinin elde edilememesi gibi dezavantajlara sahiptir (Cassano et al., 2003; Jiao, Cassano, & Drioli, 2004). Termal buharlaştırma yöntemleri ise yüksek enerji gereksinimleri, hidroksimetilfurfural (HMF) gibi arzu edilmeyen bileşiklerin oluşumu ve yüksek miktarda atık su oluşumu gibi dezavantajlara sahiptir. Yaygın olarak kullanılan bu konsantrasyon tekniklerinin sahip olduğu dezavantajlar araştırmacıları mikrodalga, radyo frekans ve ohmik ısıtma gibi alternatif güncel ısıtma tekniklerinin araştırılmasına yöneltmiştir (Bozkir & Baysal, 2017; F. Icier, Yıldız, Sabancı, Cevik, & Cokgezme, 2017).

Ohmik ısıtma güncel alternatif teknolojiler arasında yer alan elektriksel bir ısıtma yöntemi olup, elektrik akımının gıda maddesinin üzerinden geçirilmesi prensibine dayanmaktadır (Filiz Icier, 2003). Gıda maddesi elektrik devresinin bir direnç elemanı gibi görev yapmakta ve elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşmektedir. Ohmik ısıtma yöntemi diğer ısıtma yöntemlerine kıyasla gıda maddesinin termofiziksel özelliklerinden daha az etkilenmektedir (Filiz Icier, Yıldız, Sabancı, Cevik, & Cokgezme, 2017). Enerji üretimi ve ısınma hızı uygulanan voltaj gradyanına ve gıda maddesinin elektriksel iletkenlik değerine bağlı olarak değişmektedir. Yüksek sıcaklıklara ani olarak çıkabilmesi nedeniyle ohmik ısıtma işleminde ısınma süresi çok kısa sürmekte bu da ürün kalitesini olumlu bir şekilde etkilemektedir. Özellikle yüksek elektriksel iletkenlik değerlerine sahip meyve suyu gibi örneklerde ısınma hızı saniyeler içerisinde gerçekleşebilmektedir (Filiz Icier et al., 2017; Sabancı & Icier, 2017).

Ohmik ısıtma işleminin gıda endüstrisinde ısıtma, pişirme, evaporasyon, çözündürme, pastörizasyon ve ekstraksiyon amacıyla kullanıldığı birçok çalışma yer almaktadır. Özellikle son yıllarda ohmik ısıtma işleminin ısıtma ve evaporasyon amacıyla farklı meyve suyu örnekleri (nar suyu, vişne suyu, karadut suyu, üzüm suyu, portakal suyu vb.) için yaygın bir şekilde kullanıldığı çalışmaların artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmalarda araştırmacılar ısıtma ve evaporasyon işlemi boyunca meyve suyu örneklerinin elektriksel iletkenlik ve

performans değerlerindeki değişimi incelemişlerdir (Darvishi, Koushesh Saba, Behroozi-Khazaei, & Nourbakhsh, 2020; Darvishi, Mohammadi, Fadavi, Koushesh Saba, & Behroozi-Khazaei, 2019; Darvishi, Salami, Fadavi, & Saba, 2020; Filiz Icier et al., 2017; Sabanci & Icier, 2017).

Bu çalışmanın amacı, aronya suyu örneklerinin atmosferik koşullar altında farklı voltaj gradyanlarında (10, 12 ve 14 V/cm) ohmik ısıtma işlemi ile farklı SÇKM (20, 30, 40 ve 50%) değerlerine konsantre edilmesi ve konsantrasyon işlemi boyunca renk değerlerindeki değişimin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan aronya suyu örnekleri yerel bir meyve suyu üreticisinden 700 ml cam şişeler içerisinde pastörize edilmiş bir şekilde temin edilmiştir. Çalışmada kullanılıncaya kadar oda sıcaklığında depolama işlemine tabii tutulmuştur. Aronya suyu örneklerinin suda çözünür kuru madde içeriği  $16.5 \pm 0.2$ 'dir.

### 2.2. Evaporasyon Yöntemi

Ohmik ısıtma destekli evaporasyon sistemi izole varyak ünitesi, teflon malzemeden yapılmış test hücresi ( $6 \times 5.8 \times 8$  cm), özel yapım mikroişlemci, titanyum elektrot, teflon kaplı T-tipi termokupl, ölçüm elemanları ve bilgisayar sisteminden oluşmaktadır. Ohmik ısıtma destekli evaporasyon sistemine ait detaylı bilgi Cevik (2021)'de verilmiştir.

Aronya örnekleri ohmik ısıtma yöntemi ile atmosferik koşullar altında  $20^\circ\text{C}$ 'den  $100^\circ\text{C}$ 'ye ısıtılmış ve  $100^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  sabit evaporasyon sıcaklığında farklı SÇKM içeriklerine (20, 30, 40 ve 50% SÇKM) ulaşılıncaya kadar evaporasyon işlemine tabii tutulmuştur. Her bir evaporasyon işlemi için test hücresine 75 ml aronya suyu örneği aktarılmış ve ohmik ısıtma işlemi 3 farklı voltaj gradyanında (10, 12 ve 14 V/cm) hedef SÇKM içeriğine ulaşılıncaya kadar devam etmiştir. Evaporasyon işlemi boyunca örneklerin sıcaklık değerleri ucu teflon ile kaplanmış T-tipi ışıl eşler kullanılarak kaydedilmiştir.

### 2.3. Renk Ölçümleri

Aronya suyu ve konsantre örneklerinin renk değerleri Minolta renk ölçüm cihazı (CR300, Japan) kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz renk ölçümlerinde kullanılmadan önce cihaza ait beyaz standart levha kullanılarak kalibre edilmiş, ardından örneklerin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri ölçülmüştür. Farklı voltaj gradyanlarında evaporasyon işlemi boyunca konsantre örneklerdeki renk değişimlerini daha detaylı inceleyebilmek için  $\Delta E$ ,  $\Delta C$  ve Kroma gibi renk kombinasyonu değerleri Eşitlik 1-3 kullanılarak belirlenmiştir (Zell et al. 2009).

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L_i^*)^2 + (a_0^* - a_i^*)^2 + (b_0^* - b_i^*)^2} \quad (1)$$

$$\Delta C = \sqrt{(a_0^* - a_i^*)^2 + (b_0^* - b_i^*)^2} \quad (2)$$

$$Kroma = \sqrt{(a_i^{*2} + b_i^{*2})} \quad (3)$$

burada, “0” alt indeksi hammaddenin renk değerlerini, “i” alt indeksi ise konsantre aronya örneğinin renk değerlerini ifade etmektedir.

#### 2.4. İstatistiksel Analiz

Farklı voltaj gradyanları kullanılarak farklı SÇKM içeriğine konsantre edilen aronya örnekleri için farklı işlem koşullarının renk özellikleri üzerine etkisi SPSS 14.0 paket programı (IBM, USA) kullanılarak ANOVA ve DUNCAN testleri ile belirlenmiştir. Güven seviyesi %95 olarak alınmıştır. Tüm denemeler 3 tekerrürlü ve en az 3 paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Aronya suyu örneklerinin (hammadde)  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla  $20.04 \pm 0.19$ ,  $0.49 \pm 0.05$  ve  $3.42 \pm 0.10$  olarak belirlenmiş ve uygulanan evaporasyon işleminin bu değerlerde önemli değişimlere neden olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ; Çizelge 1). Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, uygulanan evaporasyon işleminin örneklerin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri üzerine önemli bir etkiye sahip olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Maskan, 2006; Uyan et al. 2004; Sabancı et al. 2018). Bu durum bazı fenolik bileşiklerin uygulanan ısıtma işlemi sonunda parçalanması ve polimerizasyonu sonucunda kırmızı bir renk vermesiyle açıklanabilmektedir.

Farklı voltaj gradyanları kullanılarak konsantre edilen aronya örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E$ ,  $\Delta C$  ve Kroma değerlerindeki değişim Çizelge 1’de verilmiştir. Aronya örneklerinin SÇKM içeriğinin artmasına bağlı olarak  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği ve tüm voltaj gradyanlarında en düşük  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin %50 SÇKM içeriğine sahip konsantrelerde elde edilmiştir ( $p < 0.05$ ; Çizelge 1). Konsantrasyon işlemi boyunca  $L^*$  değerlerindeki azalmanın pigmentlerin degradasyonu sonucu ortaya çıktığı ve bu durumun konsantre örneklerin daha koyu bir yapıya sahip olmasına neden olmuştur. Benzer şekilde Sabancı et al. (2018) yaptıkları çalışmada, %40 SÇKM içeriğine konsantre ettikleri nar örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde önemli azalmaların gözlemlendiğini ve evaporasyon işlemi sonucunda ortaya kırmızımsı kahverengi bir renk yapısının ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar antosiyanın bileşiklerinin bozulmasının ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının şeker ve şekerden türetilmiş kalıntı bileşiklerin varlığıyla artabileceğini belirtmişlerdir. Benzer bir durum Maskan (2006) tarafından da rapor edilmiştir.

$\Delta E$  ve  $\Delta C$  renk değerleri, gıda maddesinin maruz kaldığı işlem öncesi renk değerleri ile uygulanan işlem sonrası elde edilen renk değerleri arasındaki farkı ortaya koyan renk parametresi olarak dikkate alınmaktadır. Kroma değerleri ise gıda maddesinin maruz kaldığı işlem öncesi ve sonrası  $b^*$  ve  $a^*$  renk değerlerine bağlı olarak ortaya çıkan, renk değişimini daha detaylı incelemek için hesaplanan renk parametresi olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada da aronya konsantre örneklerinin renk değerlerindeki değişimi daha iyi bir şekilde karakterize edebilmek amacıyla farklı renk kombinasyon parametreleri olan  $\Delta E$ ,  $\Delta C$  ve Kroma değerlerindeki değişim detaylı bir şekilde incelenmiştir. Aronya örneklerinin SÇKM içeriğinin artmasına bağlı olarak  $\Delta E$  ve  $\Delta C$  değerlerinin artma eğilimi gösterdiği ve tüm voltaj gradyanlarında en yüksek  $\Delta E$  ve  $\Delta C$  değerlerinin %50 SÇKM içeriğine sahip konsantrelerde elde edilmiştir ( $p < 0.05$ ; Çizelge 1). En yüksek renk değişimi değerleri ise 14V/cm voltaj gradyanında ve %50 SÇKM içeriğine sahip örnekte elde edilmiştir (Çizelge 1). Benzer şekilde

Sabancı et al. (2018) yaptıkları çalışmada, %40 SÇKM içeriğine konsantre ettikleri nar örneklerinde en yüksek renk değişimi değerlerinin 7.5 ve 12.5 V/cm voltaj gradyanında elde edildiğini rapor etmişlerdir. Özellikle ohmik ısıtma işlemlerinde titanyum elektrotların kullanımının çeşitli oksitlenmiş bileşenlerin oluşumuna neden olduğunu ve bu durumda yüksek renk değişimlerine neden olduğu rapor edilmiştir (Tzedakis et al. 1999).

**Çizelge 1.** Farklı voltaj gradyanları kullanılarak konsantre edilen aronya örneklerinin renk değerlerindeki değişim

Voltaj Gradyanı	SÇKM (%)	L*	a*	b*	ΔE	ΔC	Kroma
10 V/cm	<b>Hammadde</b>	20.04±0.19 <sup>a</sup>	0.49±0.05 <sup>d</sup>	3.42±0.10 <sup>d</sup>	-	-	3.45±0.10 <sup>d</sup>
	<b>20</b>	20.12±0.14 <sup>a</sup>	0.32±0.06 <sup>c</sup>	3.32±0.05 <sup>d</sup>	0.23±0.09 <sup>a</sup>	0.19±0.05 <sup>a</sup>	3.33±0.06 <sup>d</sup>
	<b>30</b>	20.06±0.27 <sup>a</sup>	0.01±0.05 <sup>b</sup>	3.13±0.17 <sup>c</sup>	0.60±0.10 <sup>b</sup>	0.57±0.12 <sup>b</sup>	3.13±0.17 <sup>c</sup>
	<b>40</b>	20.04±0.42 <sup>a</sup>	-0.11±0.08 <sup>a</sup>	2.90±0.35 <sup>b</sup>	0.92±0.21 <sup>c</sup>	0.83±0.26 <sup>c</sup>	2.90±0.34 <sup>b</sup>
	<b>50</b>	19.86±0.46 <sup>a</sup>	-0.16±0.09 <sup>a</sup>	2.69±0.21 <sup>a</sup>	1.08±0.21 <sup>c</sup>	0.98±0.21 <sup>c</sup>	2.70±0.21 <sup>a</sup>
12 V/cm	<b>Hammadde</b>	20.04±0.19 <sup>cd</sup>	0.49±0.05 <sup>d</sup>	3.42±0.10 <sup>c</sup>	-	-	3.45±0.10 <sup>c</sup>
	<b>20</b>	20.20±0.09 <sup>d</sup>	0.15±0.03 <sup>c</sup>	3.03±0.10 <sup>a</sup>	0.54±0.11 <sup>a</sup>	0.52±0.09 <sup>a</sup>	3.04±0.10 <sup>a</sup>
	<b>30</b>	19.74±0.07 <sup>bc</sup>	-0.01±0.09 <sup>b</sup>	3.12±0.04 <sup>ab</sup>	0.66±0.10 <sup>b</sup>	0.58±0.09 <sup>ab</sup>	3.12±0.04 <sup>ab</sup>
	<b>40</b>	19.01±0.61 <sup>a</sup>	-0.15±0.05 <sup>a</sup>	3.14±0.09 <sup>b</sup>	1.07±0.05 <sup>d</sup>	0.70±0.05 <sup>c</sup>	3.15±0.09 <sup>b</sup>
	<b>50</b>	19.55±0.01 <sup>b</sup>	-0.05±0.09 <sup>b</sup>	3.08±0.05 <sup>ab</sup>	0.81±0.04 <sup>c</sup>	0.64±0.05 <sup>bc</sup>	3.08±0.05 <sup>ab</sup>
14 V/cm	<b>Hammadde</b>	20.04±0.19 <sup>c</sup>	0.49±0.05 <sup>c</sup>	3.42±0.10 <sup>c</sup>	-	-	3.45±0.10 <sup>d</sup>
	<b>20</b>	19.83±0.23 <sup>c</sup>	0.20±0.07 <sup>b</sup>	3.36±0.07 <sup>c</sup>	0.29±0.07 <sup>a</sup>	0.30±0.07 <sup>a</sup>	3.34±0.05 <sup>c</sup>
	<b>30</b>	19.18±0.52 <sup>ab</sup>	-0.11±0.12 <sup>a</sup>	3.18±0.11 <sup>b</sup>	0.91±0.12 <sup>ab</sup>	0.50±0.06 <sup>b</sup>	3.19±0.11 <sup>b</sup>
	<b>40</b>	19.62±0.05 <sup>bc</sup>	-0.18±0.05 <sup>a</sup>	2.99±0.03 <sup>a</sup>	0.90±0.03 <sup>ab</sup>	0.79±0.03 <sup>c</sup>	2.99±0.03 <sup>a</sup>
	<b>50</b>	18.98±0.03 <sup>a</sup>	-0.17±0.05 <sup>a</sup>	3.11±0.06 <sup>b</sup>	1.34±0.02 <sup>b</sup>	0.74±0.03 <sup>d</sup>	3.11±0.06 <sup>b</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> Aynı sütundaki farklı harflendirmelerin, aynı suda çözünür kuru madde aralığı için, ilgili değerin değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (p < 0.05)





Elektrokimyasal reaksiyonlarının hızının artmasına bağlı olarak renk değişimi değerlerinin artması da beklenen bir durumdur. Ek olarak, uygulanan ısıl işlem süresinin artmasına bağlı olarak da renk değerlerinde değişimin artması beklenilmektedir. Aronya örneklerinin SÇKM içeriğinin artmasına bağlı olarak Kroma değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği, 10 ve 12 V/cm voltaj gradyanında %50 SÇKM içeriğinde, 14 V/cm ise %40 SÇKM içeriğinde en düşük Kroma değerlerinin elde edildiği belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ; Çizelge1). Özellikle uygulanan en düşük voltaj gradyanında (10 V/cm) Kroma değerlerindeki azalmanın daha belirgin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Bu durum uygulanan voltaj gradyanı değerinin azalmasına bağlı olarak hedef SÇKM içeriğine ulaşılması için gereken işlem süresinin artmasına, başka bir deyişle uzun işlem süresine bağlı olarak renk değerlerindeki değişimin büyük olması ile açıklanabilmektedir.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Farklı voltaj gradyanları kullanılarak konsantre edilen aronya örneklerinin tümünde SÇKM içeriğinin artmasına bağlı olarak  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde düşme eğilimi gösterdiği ve en düşük  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin %50 SÇKM içeriğine sahip konsantre örneklerde elde edilmiştir. Konsantre örneklerin  $\Delta E$  ve  $\Delta C$  değerleri incelendiğinde ise SÇKM içeriğinin artmasına bağlı olarak renk kombinasyon değerlerinin ( $\Delta E$  ve  $\Delta C$ ) de artma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Başka bir deyişle, hedef %SÇKM içeriğine ulaşılabilmesi için gerekli olan işlem süresinin artmasına bağlı olarak toplam renk değişimi değerlerinin de artış gösterdiği belirlenmiştir. Kroma değerleri incelendiğinde ise, SÇKM içeriğinin artmasına bağlı Kroma değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği, en büyük değişimin ise 10 V/cm voltaj gradyanında elde edildiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların pilot ve endüstriyel ölçekte kurulabilecek olan ohmik evaporasyon sistemleri için veri eksikliğini gidereceği düşünülmektedir.

#### KAYNAKÇA

- Bozkir, H., & Baysal, T. (2017). Concentration of apple juice using a vacuum microwave evaporator as a novel technique: Determination of quality characteristics. *Journal of Food Process Engineering*, 40, 1–9. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12535>
- Cassano, A., Drioli, E., Galaverna, G., Marchelli, R., Di Silvestro, G., & Cagnasso, P. (2003). Clarification and concentration of citrus and carrot juices by integrated membrane processes. *Journal of Food Engineering*, 57, 153–163. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00293-5](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00293-5)
- Cevik, M. (2021). Electrical conductivity and performance evaluation of verjuice concentration process using ohmic heating method. *Journal of Food Process Engineering*, e13672.
- Darvishi, H., Koushesh Saba, M., Behroozi-Khazaei, N., & Nourbakhsh, H. (2020). Improving quality and quantity attributes of grape juice concentrate (molasses) using ohmic heating. *Journal of Food Science and Technology*, 57, 1362–1370. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04170-1>

- Darvishi, H., Mohammadi, P., Fadavi, A., Koushesh Saba, M., & Behroozi-Khazaei, N. (2019). Quality preservation of orange concentrate by using hybrid ohmic – Vacuum heating. *Food Chemistry*, 289, 292–298. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.043>
- Darvishi, H., Salami, P., Fadavi, A., & Saba, M. K. (2020). Processing kinetics, quality and thermodynamic evaluation of mulberry juice concentration process using Ohmic heating. *Food and Bioproducts Processing*, 123, 102–110. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.06.003>
- Icier, F., Yildiz, H., Sabanci, S., Cevik, M., & Cokgezme, O. F. (2017). Ohmic heating assisted vacuum evaporation of pomegranate juice: Electrical conductivity changes. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 39. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.12.014>
- Icier, Filiz. (2003). *The experimental investigation and mathematical modeling of ohmic heating of foods*. Ege University.
- Icier, Filiz, Yildiz, H., Sabanci, S., Cevik, M., & Cokgezme, O. F. (2017). Ohmic heating assisted vacuum evaporation of pomegranate juice: Electrical conductivity changes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 39, 241–246. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2016.12.014>
- Jeppsson, N. (2000). The effects of fertilizer rate on vegetative growth, yield and fruit quality, with special respect to pigments, in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) cv. “Viking.” *Scientia Horticulturae*, 83(2), 127–137. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00070-9](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00070-9)
- Jiao, B., Cassano, A., & Drioli, E. (2004). Recent advances on membrane processes for the concentration of fruit juices: A review. *Journal of Food Engineering*, 63, 303–324. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.08.003>
- Jurikova, T., Mlcek, J., Skrovankova, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlavacova, I., ... Orsavova, J. (2017). Fruits of black chokeberry aronia melanocarpa in the prevention of chronic diseases. *Molecules*, 22(6), 1–23. <https://doi.org/10.3390/molecules22060944>
- Kowalska, H., Marzec, A., Kowalska, J., Ciurzyńska, A., Czajkowska, K., Cichowska, J., ... Lenart, A. (2017). Osmotic dehydration of Honeoye strawberries in solutions enriched with natural bioactive molecules. *Lwt*, 85, 500–505. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.044>
- Maskan M. (2006). Production of pomegranate (*Punica granatum* L.) juice concentrate by various heating methods: colour degradation and kinetics. *J Food Eng* 72:218–224.

- Onsekizoglu, P. (2013). Production of high quality clarified pomegranate juice concentrate by membrane processes. *Journal of Membrane Science*, 442, 264–271.  
<https://doi.org/10.1016/j.memsci.2013.03.061>
- Sabanci, S., & Icier, F. (2017). Applicability of ohmic heating assisted vacuum evaporation for concentration of sour cherry juice. *Journal of Food Engineering*, 212, 262–270.  
<https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2017.06.004>
- Sabanci, S., Cevik, M., Cokgezme, O.F., Yildiz, H., Icier, F. (2019). Quality characteristics of pomegranate juice concentrates produced by ohmic heating assisted vacuum evaporation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99 (5): 2589-2595.
- Uyan, S.E., Baysal, T., Yurdagel, Ü. El, S.N. (2004). Effects of drying process on antioxidant activity of purple carrots. *Molecular Nutrition Food Research*, 48:57–60.
- Tzedakis, T., Basseguy, R. and Comtat, M. (1999). Voltammetric and coulometric techniques to estimate the electrochemical reaction rate during ohmic sterilization. *Journal of Applied Electrochemistry*, 29(7), 819-826.
- Wilkes, K., Howard, L.R., Brownmiller, C. Prior, R.L. (2014). Changes in chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) polyphenols during juice processing and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62: 4018–4025. <https://doi.org/10.1021/jf404281>
- Zell, M., Lyng, J.G., Cronin, D.A., Morgan, D.J. (2009). Ohmic cooking of whole beef muscle- optimization of meat preparation. *Meat Science*, 81(4), 693–698.