

# PROCEEDING BOOK



## EGE 7. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ



**EGE**  
**7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES**  
**December 24- 25, 2022- Izmir**

ISBN: 978-605-72197-9-4

Academy Global Publishing House



EGE  
7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES  
DECEMBER 24- 25, 2022  
İZMİR

*Edited By*  
**PROF. DR. ALİ BİLGİLİ**

**CONGRESS ORGANIZING BOARD**

- Head of Conference:* Prof. Dr. Hülya Çiçek Kanbur  
*Head of Organizing Board:* Dr. Gültekin Gürçay  
*Organizing Committee Member:* Dr. Amaneh Manafidizaji  
*Organizing Committee Member:* Dr. Zəmfira Abbasova  
*Organizing Committee Member:* Prof. Dr. Həcər Hüseynova  
*Organizing Committee Member:* Doç. F.ü.f.d., İradə Kərimova  
*Organizing Committee Member:* Aynur Əliyeva  
*Organizing Committee Member:* Doç. Dr. Nazilə Abdullazadə  
*Organizing Committee Member:* Doç. Dr. Sevinc Sadıqova  
*Organizing Committee Member:* Dr. Nadire Kantarcıoğlu  
*Organizing Committee Member:* Dr. Mehdi Meskini Heydarlou  
*Organizing Committee Member:* Doç. Dr. Könül Səmədova  
*Organizing Committee Member:* Dr. Leman Kuzu

*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 Conference–2022 ©*

*Issued: 28.12.2022*  
**ISBN: 978-605-72197-9-4**

# ***CONFERENCE ID***

---

**EGE  
7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES**

**DATE – PLACE**  
**DECEMBER 24- 25, 2022**  
**IZMIR**

**ORGANIZATION**  
**ACADEMY CONFERENCES**

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

**PARTICIPATING COUNTRIES**  
Turkey – Malaysia. United Arab Emirates - United States- Israel- Spain – Japan-  
Nigeria- Poland- Algeria- India- Sweden- Italy- Ghana- UK- Iran- Egypt- China-  
Kazakhstan- Indonesia- Lebanon- RA- Bangladesh- Azerbaijan- Philippines- México-  
West Africa- Cameroon- Pakistan- Nepal- Lithuania- France- Thailand- Croatia-  
Hungary- Eritrea- Portugal- Morocco- Bulgaria- Belarus- Australia- Georgia- Maldives.  
Ukraine – Germany – Greece – Russia – Tajikistan - Iraq

**PRESENTATION**  
Oral presentation

**PERCENTAGE OF PARTICIPATION**  
45% FROM Turkey And 55% From Other Countries

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

## Scientific & Review Committee

---

Dr. Gulmira ABDİRASULOVA  
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV  
Ufa State Petroleum Technological University

Dr. Maha Hamdan ALANAZI  
Riyad Kral Abdülaziz Teknoloji Enstitüsü

Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV  
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Doç. Dr. Hülya BALKAYA  
Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN  
Mardin Artuklu Üniversitesi

Dr. Amina Salihi BAYERO  
Yusuf Maitama Sule Üniversitesi

Dr. Karligash BAYTANASOVA  
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Baurcan BOTAKARAEV  
Hoca Ahmet Yesevi Üniversitesi

Dr. Ahmad Sharif FAKHEER  
Ürdün Devlet Üniversitesi

Doç. Dr. Abbas GHAFARI  
Tebriz Üniversitesi

Prof.Dr. Ariz Avaz GOZALOV  
Moskova Devlet Üniversitesi

Doç. Dr. Ebru GÖZÜKARA  
İstanbul Arel Üniversitesi

Prof. Dr. Gulzar İBRAGİMOVA  
Bakü Avrasya Üniversitesi

Dr. Gültekin GÜRÇAY



Doç. Dr. Dilorom HAMROEVA  
Özbekistan Bilimler Akademisi

Dr. Mehdi Meskini Heydarlou

Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA  
K.Zhubanov Aktobe Devlet Bölge Üniversitesi

Dr. Keles Nurmaşılı JAYLIBAY  
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Mamatkuli Jurayev  
Özbekistan Bilim Akademisi

Dr. Kalemkas KALIBAEVA  
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Bouaraour Kamel  
Ghardaia Üniversitesi

Prof. Dr. Ergün KOCA  
Girne Amerikan Üniversitesi

Prof Dr. Bülent KURTİŞOĞLU  
Ardahan Üniversitesi

Dr. Leman KUZU  
İstanbul Kültür Üniversitesi

Sonali MALHOTRA  
Delhi Balbahtri Academy

Dr. Alia R. MASALİMOVA  
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Prof. Muntazir MEHDI  
Pakistan Language Academy

Dr. Amanbay MOLDİBAEV  
Taraz Devlet Pedagoji Üniversitesi

Prof. Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK  
Çukurova Üniversitesi

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ  
Munzur Üniversitesi

Dr. Aysulu B. SARSEKENOVA  
Orleu Milli Kalkınma Enstitüsü

Dr. Gulşat ŞUGAYEVA  
Dosmukhamedov Atyrau Devlet Üniversitesi

Doç. Dr. Yeliz KINDAP TEPE  
Cumhuriyet Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Özkan TİMURKAN  
Atatürk Üniversitesi

Dr. K.A. TLEUBERGENOVA  
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA  
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Doç. Dr. Yıldırım İsmail TOSUN  
Şırnak Üniversitesi

Dr. Botagul TURGUNBAEVA  
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Dinarakhan TURSUNALIEVA  
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Doç. Dr. Ali Korkut ULUDAĞ  
Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Fahriye Oben ÜRÜ  
İstanbul Arel Üniversitesi

Prof. Dr. Akbar VALADBIGI  
Urumiye Üniversitesi

Doç. Dr. C. VIJAI  
St.Peter's Institute

Dr. Yang ZİTONG  
Wuhan Üniversitesi



**EGE**

**7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES  
7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES  
13th International Group Exhibition" Adventure Of Art From  
Traditional To Contemporary"  
December 24- 25, 2022 – Izmir**

**Conference Organizing Committee**

Chairman: Prof. Dr. Hülya Çiçek Kanbur  
Head of Organizing Committee: Dr. Gültekin Gürçay  
Organizing Committee Member: Dr. Amaneh Manafidizaji  
Organizing Committee Member: Dr. Leman Kuzu  
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Hülya Çiçek Kanbur  
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Həcər Hüseynova  
Organizing Committee Member: Doç.F.ü.f.d., İradə Kərimova  
Organizing Committee Member: Doç. Dr. Könül Səmədova  
Organizing Committee Member: Doç. Dr. Nazilə Abdullazadə  
Organizing Committee Member: Doç. Dr. Sevinc Sadıqova  
Organizing Committee Member: Aynurə Əliyeva  
Organizing Committee Member: Dr. Mehdi Meskini Heydarlou



### **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,

**exp. H-..., S- ... NAME SURNAME**

# EGE

7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES  
7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES  
December 24- 25, 2022 – Izmir

## Bildiri Sunumları / Presentation Session Face to Face : Ramada Plaza by Wyndham Izmir

24 Aralık / 24 December 2022 /10:00-12:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon no	Session Chair : PROF.DR. HAKKI M. AY	Authors	Theme	
Salon 1	1	YEREL YÖNETİMLER VE TARIMSAL DESTEKLERE YÖNELİK FAALİYETLERİ (İZMİR BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ ÖRNEĞİ)	DOÇ. DR. ADNAN SÖYLEMEZ PROF. DR. HAKKI M. AY	Social Science
	2	A CASE OF CORRECT RESTORATION PRACTICES BY MUNICIPALITIES (ASUDE HATUN TOMB IN İSTANBUL)	ÖĞR. GÖR. DR. DUYGU İLKHAN SÖYLEMEZ ÖĞR. GÖR. NİHAL GÜNEŞ AY	
	3	TARİHİ ESERLERİN RESTORASYONUNDA BELEDİYELERİN ROLÜ VE KONYA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ ÖRNEĞİ	ÖĞR. GÖR. NİHAL GÜNEŞ AY ÖĞR. GÖR. DR. DUYGU İLKHAN SÖYLEMEZ	
	4	LİSE ÖĞRENCİLERİNİN AİLE İÇİ SINIR İHLALİ PUANLARININ SOSYO- DEMOGRAFİK DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ	UZMAN PSK. DAN. GİZEM ADA PROF. DR. BURHAN ÇAPRI	
	5	LİSE ÖĞRENCİLERİNİN PSİKOLOJİK İSTİSMAR PUANLARININ SOSYO- DEMOGRAFİK DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ	UZMAN PSK. DAN. GİZEM ADA PROF. DR. BURHAN ÇAPRI	
	6	SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRENİN SAĞLANMASINDA YEŞİL MESLEKLERİN ROLÜ	PROF. DR. HAKKI M. AY DOÇ. DR. ADNAN SÖYLEMEZ	
	7	A QUALITATIVE RESEARCH ON DETERMINING THE FACTORS THAT MOVE ENTREPRENEUR WOMEN (GAZİANTEP PROVINCE EXAMPLE)	ASSOC. PROF. DR. ESRA ÇIKMAZ	
	8	BELEDİYE HİZMETLERİ İÇİNDE KATI ATIK YÖNETİMİNİN ÖNEMİ VE KONYA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ ÖRNEĞİ	PROF.DR. HAKKI M. AY DOÇ.DR. ADNAN SÖYLEMEZ	
	9	BARRIER-FREE CITIES THAT ARE ACCESSIBLE AND INCLUSIVE FOR ALL (CASE OF CHESTER CITY)	DOÇ. DR. ADNAN SÖYLEMEZ PROF. DR. HAKKI M. AY	
	10	SAĞLIK TURİZMİNİN GELİŞMESİNDE SOSYAL BELEDİYECİLİĞİN ROLÜ VE KONYA KARATAY BELEDİYESİ KARATAY TERMAL TATİL KÖYÜ ÖRNEĞİ	ÖĞR. GÖR., NİHAL GÜNEŞ AY ÖĞR. GÖR., DUYGU İLKHAN SÖYLEMEZ	
	11	RESTORATION APPLICATIONS FOR THE SUSTAINABILITY OF URBAN HERITAGE (BURSA MAHKEME BATH)	ÖĞR. GÖR. DR. DUYGU İLKHAN SÖYLEMEZ ÖĞR. GÖR. NİHAL GÜNEŞ AY	

24 Aralık / 24 December 2022 /10:00-12:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon no		Session Chair : <b>PROF. DR. ALİ BİLGİLİ</b>	Authors	Theme
<b>Salon 2</b>	1	KUZUKULAĞI (RUMEX ACETOSELLA) BİTKİSİNİN EKSTRAKTINDAN YEŞİL SENTEZ İLE ELDE EDİLEN BAKIR NANOPARÇACIKLARIN ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	DR. ÖĞR. ÜYESİ ŞÜKRÜ GÖKHAN ELÇİ RAMAZAN YUNUS AKYOL MUSTAFA KOCABAŞ	<b>Applied Science</b>
	2	BABESIOSIS IN DOGS AND DIFFERENT THERAPY CHOICES	PROF. DR. ALİ BİLGİLİ PROF. DR. BAŞAK HANEDAN	
	3	DOMATESTE MİKROBİYAL GÜBRE KULLANIMIN MEYVE KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	PROF. DR. ŞEBNEM KUŞVURAN ÖZGÜN KIRDAR	
	4	YAŞA BAĞLI DEĞİŞİM FARKINDALIĞI VE ÖLÇÜMÜ	Öğr. Gör. Dr. FATMA ZEHRA GENÇ Öğr. Gör. SUZAN YILDIZ Prof. Dr. NAİLE BİLGİLİ	
	5	THE IMPORTANCE OF MICROPLASTICS IN FOOD SAFETY	RES. ASSIT. AYSEGUL KIRMIZIGUL PEKER PROF. DR. İLKİN SENGUN	
	6	LENTIL PROTEIN EXTRACTION	BİHTER ÇİFTÇİ GİZEM KAHRAMAN SILA SATI ŞİMŞEK MUSTAFA KARADUMAN ARDA SERPEN	
	7	IMPROVING THE PROPERTIES OF FLEXIBLE POLYURETHANES WITH CHAMOMILLA PLANT	Sıla Topçu Murat Zengin Eren Ertik Fatih Karahan Fatih Çalışkan	
	8	CATION EXCHANGE OF SODIUM MONTMORILLONITE WITH ZINC NITRATE	Sümevra Z. Öztürk Sıla Topçu Murat Zengin Fatih Çalışkan	
	9	Z KUŞAĞIN YAPAY ZEKÂ KAYGI DURUMLARININ SOSYO-DEMOGRAFİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: HEMŞİRELİK BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ARAŞTIRMA	Öğ. Gör. İLKNUR BUÇAN KIRKBİR Dr. Öğr. Gör. BÜLENT AKKAYA Dr. Öğr. Gör. SEMA ÜSTGÖRÜL	
	10	HEMŞİRELİKTE ÇEVİK LİDERLİK İLE İŞ MEMNUNİYETİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Gör. SEMA ÜSTGÖRÜL Dr. Öğr. Gör. BÜLENT AKKAYA	

24 Aralık / 24 December 2022 /14:00-16:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon no		Session Chair : <b>PROF. DR. BERNA BALCI İZGİ</b>	Authors	Theme
<b>Salon 3</b>	1	BATIL İNANIŞLAR	ASSOC. PROF. DR. KADRİ ÖNEMLİ	<b>Social Science</b>
	2	GAYB ÂLEMİ	ASSOC. PROF. DR. KADRİ ÖNEMLİ	
	3	AN ASSESSMENT ON THE BENEFIT RATE OF FINANCIAL SUPPORT TO WOMEN ENTREPRENEURS	PROF. DR. BERNA BALCI İZGİ	
	4	SARAY SANATI OLARAK GRAVÜR RESİMLER	ÖĞR.GÖR.DR. NECLA TOSMUR	
	5	ESTETİK BİR TAVİR OLARAK SANAT	ÖĞR.GÖR.DR. NECLA TOSMUR	
	6	ÜSTÜN ZEKÂLI / YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN MANİSA'NIN KÜLTÜREL ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ FARKINDALIKLARI: MANİSA BİLİM VE SANAT MERKEZİ ÖRNEĞİ	BİLGE AYŞE ATIŞ SEKÜCÜ EMİR BARLAS	



			DEFNE YILMAZ	
	7	SAHA (YAKUT) TÜRKÇESİNDE +LA:- EKİ ÜZERİNE	DR. İSMET KILIÇ	
	8	THE DESIGN OF THE TURKISH FLAG AS A SYMBOL REPRESENTING HISTORICAL EVENTS	ASSOC. PROF. DR. ÇAĞLAR OKUR	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /14:00-16:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : ASSOC. PROF. DR. ERHAN KILINÇ</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 4</b>	1	THE EFFECTS OF THE COVID-19 PANDEMIC on REAL ESTATE SECTOR IN TURKEY	DR. ÖĞR.ÜYESİ NACİ BÜYÜKKARACIĞAN ÖĞR.GÖR. MEHMET NURİ ÖDÜK	<b>Social Science</b>
	2	EVALUATION OF REAL ESTATE VALUATION SYSTEM IN TURKEY	DR. ÖĞR.ÜYESİ NACİ BÜYÜKKARACIĞAN ÖĞR.GÖR. MEHMET NURİ ÖDÜK	
	3	EVALUATION OF THE PRESIDENTIAL GOVERNMENT SYSTEM in TURKEY	ÖĞR.GÖR. MEHMET NURİ ÖDÜK DR. ÖĞR.ÜYESİ NACİ BÜYÜKKARACIĞAN	
	4	PROBLEMS AND SUGGESTIONS FOR SOLUTIONS OF DISTRICT MUNICIPALITIES IN METROPOLITAN MUNICIPALITIES IN TURKEY	ÖĞR.GÖR. MEHMET NURİ ÖDÜK DR. ÖĞR.ÜYESİ NACİ BÜYÜKKARACIĞAN	
	5	AN OVERVIEW OF ORGANIZATIONAL TRUST CONCEPT: A CONCEPTUAL ANALYSIS WITH BIBLIOMETRIC ANALYSIS	ASSOC. PROF. DR. ERHAN KILINÇ LECTURER ŞÜKRÜ GÜVEN	
	6	THE CORNERSTONE OF NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS: PUBLIC RELATIONS	LECTURER ŞÜKRÜ GÜVEN ASSOC. PROF. DR. ERHAN KILINÇ	
	7	ULUSLARARASI MUHASEBE ALANINDAKİ GELİŞMELERİN TÜRKİYE'DEKİ MUHASEBE EĞİTİMİNE ETKİLERİ	ASSOC. PROF. DR. ALİ ANTEPLİ LECTURER MEMİŞ KARAER	
	8	ACCOUNTING OF CRYPTO COINS UNDER TMS&TFRS	LECTURER MEMİŞ KARAER ASSOC. PROF. DR. ALİ ANTEPLİ	

# EGE

7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES  
7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES  
December 24- 25, 2022 – Izmir

**Bildiri Sunumları / Presentation Session – I**  
**Meeting ID: 865 1310 5022** **Passcode: 24251222**

**24 Aralık / 24 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>PROF.DR. ŞAFAK ULUÇINAR SAĞIR</b>	Authors	Theme
<b>Salon 1</b>	1	ÜNİVERSİTE YÖNETİM HİZMETLERİ ÖRGÜTÜ YÖNETİCİ KADROLARI İÇİN ATAMA-YÜKSELTME MODELİ ÖNERİSİ	DR. ÖĞR. ÜYESİ NALAN SABİR TAŞTANDR. KÜRŞAT TAŞTAN	<b>Social Science</b>
	2	EBEVEYNLERİN KENDİNİ DAMGALAMA ÖLÇEĞİ'Nİ TÜRKÇEYE UYARLAMA, GEÇERLİK ve GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI	YASEMİN ASLAN PROF. DR. HALİL EKŞİ	
	3	İLKOKULDA İLETİŞİMDE ÖĞRENCİ-ÖĞRETMEN-EBEVEYN	DR. ÖĞR. ÜYESİ, ADEM ARSLAN MAHMUT ELMA	
	4	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN BESİN TERCİHLERİ VE BUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA	ÖĞR.GÖR. SIMGE GÜNEŞER	
	5	COVID-19 SÜRECİNİN 6-9 YAŞ ÇOCUKLAR ÜZERİNDEKİ OLUMSUZ ETKİLERİ	ÖĞR.GÖR. SIMGE GÜNEŞER ÖĞR.GÖR. RİGİNA RAKHMATOVA ÖĞR.GÖR. SEHER SEÇKİN	
	6	ORTAOKULDA BAĞLAM TEMELLİ FEN ÖĞRETİMİNİN ETKİLİLİĞİ	HANNE ERDOĞAN PROF.DR. ŞAFAK ULUÇINAR SAĞIR	
	7	A MATHEMATICAL MODEL FOR COURSE SCHEDULING PROBLEM AND A CASE STUDY	ASSİST. PROF. DR. FATMA SELEN MADENOĞLU	
	8	FEN BİLİMLERİ DERSİ 5. SINIF IŞIK ÜNİTESİ TAM GÖLGE KONUSUNUN DİJİTAL MATERYALLER YOLUYLA ÖĞRENİLMESİ: BİR EYLEM ARAŞTIRMASI	Dr. Öğr. Üyesi EMİNE AKKAŞ BAYSAL Prof. Dr. İJLAL OCAK Öğr. SÜLEYMAN YOLCU	
	9	İLKOKUL VE ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN DERS DIŞI ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİ	Dr. Öğr. Üyesi EMİNE AKKAŞ BAYSAL Prof. Dr. İJLAL OCAK Öğr. FATİH ÖZFİDAN	
	10	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN DUYGUSAL ZEKÂ VE ÖZ-BİLİNÇ DÜZEYLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLERCE İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Yiğit DOĞAN	

**24 Aralık / 24 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>PROF. DR. SONGÜL KEÇECİ KURT</b>	Authors	Theme
<b>Salon 2</b>	1	İZMİR'İN İŞGALİNE KARŞI TÜRK MİLLETİNİN VE ÖZELLİKLE BALIKESİRLİLERİN TEPKİSİ ÜZERİNE DEĞERLENDİRME	PROF. DR. NURETTİN GÜLMEZ	<b>Social Science</b>
	2	INFRASTRUCTURE PREPARATION BEFORE ARCHAEOLOGICAL EXCAVATIONS: THE CASE OF TAVŞANLI HÖYÜK	DOÇ. DR. ERKAN FİDAN	
	3	PRELIMINARY REPORT ON BİLECİK BAĞÇELİEVLER NEOLITHIC ARCHITECTURE	DOÇ. DR. ERKAN FİDAN	
	4	OSRHOENE'NİN (EDESSA) İLK HRİSTİYAN KRALLIK OLDUĞU ANLATISI ÜZERİNE YENİ BİR YAKLAŞIM	FEVZİ DEMİR	

	5	GUMUSHACIKOY MINING MANAGERS	PROF. DR. SONGÜL KEÇECİ KURT	
	6	NOT FOUND: A RAPE CASE IN AMASYA	PROF. DR. SONGÜL KEÇECİ KURT	
	7	A Name Sitting in the Papal Seat Three Times: Benedict IX	DR. BANU ÇETİN ÜNAL	
	8	BATI ANADOLU'DAN BİR GRUP ROMA YOLU	DR. ÖĞR. ÜYESİ SİNAN ALTUN	

**24 Aralık / 24 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : ASSOC. PROF. DR. FUAT KORKMAZER	Authors	Theme
<b>Salon 3</b>	1	HEKİMLERİN YÖNETİM MACERASININ HİBRİT YÖNETİCİLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	ASSOC. PROF. DR. FUAT KORKMAZER	<b>Social Science</b>
	2	İSLAM HUKUKUNDA MURABAHA	DOÇ. DR. SEVGİ IŞIK EROL	
	3	İSLAM HUKUKUNDA SOSYAL GÜVENLİK: TEKAFÜL SİGORTACILIĞI PERSPEKTİFİNDEN	DOÇ. DR. SEVGİ IŞIK EROL	
	4	ÇALIŞANLARIN YETENEK YÖNETİMİ ALGILARININ DEMOGRAFİKLER VE ÇALIŞAN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ: ÖZEL SEKTÖRDE BİR ARAŞTIRMA	DR. nihâl ÇAKMAK	
	5	STRATEJİK İNSAN KAYNAKLARI VE ÇALIŞANLARIN PERFORMANS ALGILARI ARASINDAKİ İLİŞKİ: HİZMET SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA	DR. FARUK ÇAKMAK	
	6	STRATEGIC HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT IN BUSINESSES	DR. ÖĞR. ÜYESİ HALE EDA AKDURU	
	7	HOSPITAL EMPLOYEES' PERCEPTION OF SERVICE LEADERSHIP IN THE COVID-19 PROCESS	LECTURER AHMET TUĞRUL KÜÇÜKYİĞİT ASSIST. PROF. DR. EMEL BURAK	
	8	GENÇ HAVACILARIN GİRİŞİMCİLİK HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİ: TÜBİTAK 4004 "HAVACI KIZLAR GİRİŞİMCİLİĞE ADIM ATIYOR" PROJESİ	PROF. DR. FERHAN ŞENGÜR ARŞ. GÖR. HİLAL TUĞÇE LAPÇIN DOÇ. DR. NAZİRE BURÇİN HAMUTOĞLU	
	9	COVID 19 SALGINI SÜRECİNDE VERİLERLE KISA ÇALIŞMA: ÇANAKKALE İLİ ÖRNEĞİ	ARAŞ.GÖR.DR. SİYRET AYAS ŞARMAN	

**24 Aralık / 24 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Doç. Dr. KEMAL DİL	Authors	Theme
<b>Salon 4</b>	1	ŞEHİT ANNELERİNE YÖNELİK ANIMSAMA TERAPİ Sİ ODAKLI GRUPLA PSİKOLOJİK DANIŞMA PROGRAMI	Dr. Öğretim Üyesi Naciye GÜVEN	<b>Social Science</b>
	2	EVLİLİK İLİŞKİSİNİ GELİŞTİRMEDE İMAGO İLİŞKİ YAKLAŞIMI: BİR OLGU SUNUMU	Dr. Öğretim Üyesi Naciye GÜVEN	
	3	WACQUANT'IN "BÖLGESEL YAFTALAMA" KAVRAMINI SURİYELİ SİĞİNMACILARIN MEKÂNSAL KONUMLANIŞI ÜZERİNDEN OKUMAK	Arş. Gör. Dr. TUBA GÜN ÇİNGİ	
	4	SALGIN SÜRECİNCE (COVID-19) KADINA YÖNELİK ŞİDDETE GENEL BİR BAKIŞ	Tuğba Türkcü	
	5	THE RELATIONSHIP OF TWO SOCIAL FACTS: MIGRATION AND POVERTY	Kevser Çeliker	
	6	YURTTAŞLIKTAN AKTİF YURTTAŞLIĞA: AVUSTRALYA'DAKİ TÜRK GÖÇMENLER	Doç Dr. KEMAL DİL	
	7	18 YAŞ ALTINDA TÜRKİYE'YE SİĞİNAN SURİYELİ ÇOCUKLARIN DENEYİMLEDİĞİ SORUNLAR VE OLANAKLAR: ÇANKIRI İLİ ÖRNEĞİ	İREM KOŞMAK Doç Dr. KEMAL DİL	
	8	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE İSLAMİ DİNDARLIK DÜZEYİ İLE TOPLUMSAL CİNSİYET ALGISI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Arş. Gör. MELEK AKGÜN ÖZBEY	
	9	THE ROLE OF GEOGRAPHICAL INDICATION IN CITY BRANDING: THE CASE OF İZMİR	Assist. Prof. Dr. Çağla Melisa Kaya Prof. Dr. Burcu Öksüz	

	10	THE ROLE OF RISK COMMUNICATION IN DISASTER MANAGEMENT	Prof. Dr. Burcu Öksüz Assist. Prof. Dr. Çağla Melisa Kaya	
	11	DİJİTAL EBEVEYNLİK	Doç. Dr. Burcu GEZER ŞEN	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		Session Chair : <b>Elif AKPINAR KÜLEKÇİ</b>	Authors	Theme
<b>Salon 5</b>	1	A DIFFERENT APPROACH TO GROWING: ECO GARDENS	Yüksek Lisans Öğr. Selin GÜRSAN Doç. Dr. Sevinç BAŞAY	
	2	INVESTIGATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF WATER EXTRACT AND ESSENTIAL OIL OF <i>SALVIA EUPHRATICA</i> VAR. <i>LEIOCALYCINA</i> FLOWERS BELONGING TO THE MALATYA-AKÇADAĞ REGION	Prof. Dr. ÜLKÜ YILMAZ	
	3	SUSTAINABLE CONSERVATION METHOD PROPOSAL IN ARCHAEOLOGICAL AREAS IN THE CITY, ANTAKYA MUSEUM HOTEL EXAMPLE	Ferruh Yılmaz GULSER Prof. Dr. Nevin GULTEKİN	
	4	ÇEVRESEL FAKTÖRLER ve ESTETİK ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BİTLİS GELENEKSEL EVLERİNDE İRDELENMESİ	Mimar, Yüstra Alparmak Prof. Dr. F. Demet Aykal	
	5	AUTUMN COLOR EFFECTS OF WOODY LANDSCAPE PLANTS	Graduate Student, Serap ÖZTÜRK Assoc.Prof. Dt. Nilüfer SEYİDOĞLU AKDENİZ	
	6	EVALUATION OF USE OPPORTUNITIES OF SOME WETLAND PLANTS IN LANDSCAPE APPLICATIONS	Dr. Merve YILMAZ Prof.Dr. Seher KARAMAN Dr. Özlem MAVİ İDMAN Fatma ÖZKAY Dr. Öğr. Üyesi. Bahadır ALTUN Büşrah ALTUN	
	7	ÇOCUK HASTA ODASINDA OYUNA YÖNELİK TASARIM ARAYIŞI: AYDINLATMA ARMATÜRÜ	Doç. Dr. ŞENGÜL YALÇINKAYA Gönül ZENGİN	
	8	SAĞLIK YAPILARINDA ÇOCUKLARA YÖNELİK GÜNCEL TASARIM YAKLAŞIMLARI	Gönül ZENGİN Doç. Dr. ŞENGÜL YALÇINKAYA	
	9	EXAMPLES OF "LAND ART" IN RURAL LANDSCAPE APPLICATIONS	Başak AYTATLI Elif AKPINAR KÜLEKÇİ	
	10	GENERAL CHARACTERISTICS OF SOME NATIONAL PARKS IN TERMS OF SUSTAINABLE PLANNING AND MANAGEMENT	Elif AKPINAR KÜLEKÇİ	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		Session Chair : <b>Prof. Dr. Hülya Çiçek</b>	Authors	Theme
<b>Salon 6</b>	1	THE CORRELATION OF SpHb AND Hb IN THE CRITICAL CARE UNIT AND ITS EFFECT ON MORTALITY	Assoc. Prof. Dr. PINAR AYVAT Assoc. Prof. Dr. BAŞAK BÜYÜK	
	2	SERRATUS ANTERIOR PLANE BLOCK FOR RESISTANT HERPES ZOSTER PAIN MANAGEMENT: A CASE SERIES	Assoc. Prof. Dr. PINAR AYVAT Uz. Dr. Birdal GULLUPINAR	
	3	KALP VE DAMAR CERRAHİSİ YOĞUN BAKIM HEMŞİRELERİNİN DELİRYUM HAKKINDA BİLGİ DÜZEYLERİ	Uzm. Hem. DERYA SARIDAG Dr. Öğr. Üye. Aysegül GÜNEŞ	
	4	NON-PHARMACOLOGICAL METHODS USED IN ONCOLOGY PATIENTS	Öğr. Gör. Bahar ERDOĞAN Öğr. Gör. Kevser GÜRSAN	
	5	REHABILITATION APPROACHES USED FOR SHOULDER PAIN IN HEMIPLEGIA PATIENTS	Öğr. Gör. Kevser GÜRSAN	

			Öğr. Gör. Bahar ERDOĞAN	
6	KOLON KANSERİ TEDAVİSİNDE PROTEİN KİNAZ C İNHİBİSYONUNUN HEDEFLENMESİ		Yiğit KOZALI Dr. Cemal Köprülüoğlu Prof. Dr. Hülya AYAR KAYALI	
7	DİSSOSİYATİF BELİRTİLER, BAĞLANMA STİLLERİ VE ÇOCUKLUK ÇAĞI OLUMSUZ YAŞANTILARININ ALKOL KULLANIM BOZUKLUĞU İLE İLİŞKİSİ		Psikolog HASAN AKALIN Doç. Dr. GÖKHAN UMUT	
8	IMPORTANCE OF BCL-2 IN THE REGULATION OF APOPTOSIS		Prof. Dr. Hülya Çiçek Hanım Seval Kaya Rumeysa Duyuran	
9	RUHSAL HASTALIKLARIN İYİLEŞTİRİLMESİNDE HAYVANLARIN YERİ		Yüksek Lisans, Büşra BİLGİN Doç. Dr. Latife Utaş AKHAN	
10	HAND HYGIENE BELIEF AND HAND HYGIENE PRACTICES İN STUDENTS TAKING NEONATAL NURSING TRAINING		Serap ÖZDEMİR Erhan ELMAOĞLU	
11	VOLEYBOLCULARDA ALT EKSTREMİTE İZOKİNETİK KUVVET ORANLARININ İNCELENMESİ		Araştırmacı, Nazmiye Nur Topaloğlu	
12	BİR SAĞLIK KURUMUNDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ (L TİPİ MATRİS)		Yaşar Furkan UYANIK Doç.Dr. Sezgin Aygün	

**24 Aralık / 24 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no	Session Chair : Prof. Dr. Mustafa YÜKSEK	Authors	Theme
1	MONOMETALİK KATALİZÖR YAPISINDA PERLİTİN DESTEK MALZEMESİ OLARAK KULLANIMININ İNCELENMESİ	Dr. Erhan ONAT Taha TURAL Doç. Dr. Mehmet Sait İZGİ	
2	PERLİT DESTEKLİ KOBALT BAZLI BİMETALİK NANOKATALİZÖR YAPISININ SODYUM BORHİDRÜR HİDROLİZİNE ETKİSİ	Dr. Erhan ONAT Taha TURAL Doç. Dr. Mehmet Sait İZGİ	
3	APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN DEVELOPMENT OF AN ANALGESIC SOLID DOSAGE FORM AND PREDICTION OF ANALYSIS RESULTS	Esila Doldur Ozgün Yucel	
4	Cd(II)-KOMPLEKSLERİNİN FLORESANS TABANLI UYGULAMALARI	Prof. Dr. Mustafa YÜKSEK Füreye Elif ÖZTÜRKKAN	
5	BİS(4-FORMİL BENZOATO-K-2O)BİS[(4-FORMYL BENZOATO-K2 O:O)-BİS(4-SİYANOPİRİDİN-KN) BAKIR(II)] MOLEKÜLLERARASI ETKİLEŞİMLERİN ve ETKİLEŞİM ENERJİLERİNİN CRYSTALEXPLOREER PROGRAMI YARDIMI İLE İNCELENMESİ	Füreye Elif ÖZTÜRKKAN Prof. Dr. Mustafa YÜKSEK	
6	DETERMINATION OF THE EFFECTS OF TPPT ON THE ANTI-WEAR PERFORMANCE OF VEGETABLE OIL AND POLYOL ESTERS	Tuğçe Özperçin Kübra Kavut Hanife Gülen Tom	
7	METAL İŞLEME SIVILARINDA KULLANILAN 4 FARKLI YAPIDAKİ KÜKÜRTLÜ KATKI MADDELERİNİN SRV TEST CİHAZI KULLANILARAK AŞIRI BASINÇ (EP) VE AŞINMA (AW) ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	EBRU ERDOĞAN BURAK KÖKSAL HANİFE GÜLEN TOM	
8	PERİFERAL POZİSYONDA METİL 2-MERKAPTO BENZOAT GRUPLARI İÇEREN FTALOSİYANİNLERİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU	Yüksek Lisans Öğrencisi, HATİCE UYSAL Dr. Öğr. Üyesi NESUHİ AKDEMİR	
9	PERİFERAL POZİSYONDA METİL 2-MERKAPTO BENZOAT GRUPLARI İÇEREN FTALOSİYANİNLERİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU	Yüksek Lisans Öğrencisi, HATİCE UYSAL Dr. Öğr. Üyesi NESUHİ AKDEMİR	
10	MICROSTRUCTURE AND MAGNETIC PROPERTIES OF Fe-Co-Ni-Al-Cu-Ti HIGH ENTROPY ALLOYS	Assist. Prof. Dr., İLKAY KALAY Graduate Student, HÜSEYİN BASRİ ÇERÇİ	

**Salon 7**

	11	SCHIFF BASE CONTAINING PHENANTROLINE: SYNTHESIS, CHIMOSENSORS AND INVESTIGATION OF COLOR PROPERTIES	Dr. AYŞEGÜLKÖSE Dr. MUSTAFA BAL	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		Session Chair : <b>Dr. Öğr. Üyesi Samet YILMAZ</b>	Authors	Theme
<b>Salon 8</b>	1	İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ PROGRAMI ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARILARINA KURUMLARIN ETKİSİ: KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ	Prof.Dr.,ALİ ŞAHİN Öğr.Gör., MEHMET POLAT	
	2	ELEKTRİK PROGRAMI ÖĞRENCİLERİNİN İŞ GÜVENLİĞİ ALGILARININ ÖLÇÜLMESİ: KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ	Prof.Dr.,ALİ ŞAHİN Öğr.Gör., MEHMET POLAT	
	3	İNSAN KAYNAKLARI GERİ BİLDİRİMİ: ÇIKIŞ MÜLAKATLARI	Assoc. Prof. Dr. CEMİLE ÇETİN Uzman, NAZLI MÜGE EMİR	
	4	DUYGUSAL EMEK, TÜKENMİŞLİK VE İŞTEN AYRILMA ARASINDAKİ İLİŞKİLERİ İNCELEYEN ÇALIŞMALARA GENEL BİR BAKIŞ	Assoc. Prof. Dr. Zekavet KABASAKAL Yaren YILDIRIM Veli DÜZGÜN	
	5	RESILIENCE AT WORKPLACE: A REVIEW	Assoc. Prof. Dr. Zekavet KABASAKAL Dilara ATEŞ Mustafa Rahman ÖZDEN	
	6	ASSOCIATION OF CARIBBEAN STATES AS AN INITIATIVE FOR EXPANDING REGIONAL COOPERATIVE PROCESSES IN THE CARIBBEAN	Dr. Öğr. Üyesi Samet YILMAZ	
	7	NEO-LİBERAL-KÜRESEL SÜREÇTE ULUSLARARASI TİCARET VE TİCARİ İŞLEMLER HUKUKU	Assist. Prof. Dr. Şaban ÖZTÜRK	
	8	OSMANLI EKONOMİSİNDE DEĞİŞİM: TANZİMAT DÖNEMİ EKONOMİ POLİTİKALARI	Assist. Prof. Dr. Şaban ÖZTÜRK	
	9	GLOBAL ENERGY TRANSFORMATION AND ITS EFFECTS ON NEW ENERGY GEOPOLITICS	Assoc. Prof. Dr. Mesut ŞÖHRET	
	10	YUMUŞAK GÜÇ POLİTİKASI: ÇİN HALK CUMHURİYETİ ÖRNEĞİ	Dr. Öğr. Üyesi Adem Ali İREN Mehmet Tunahan ÇELİK	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		Session Chair : <b>Doç.Dr. Sibel OĞUZ</b>	Authors	Theme
<b>Salon 9</b>	1	AN ANALYSIS ON THE ROLE OF TECHNOLOGY IN COMBATING CRIMES	Dr.Sumanta Bhattacharya	
	2	RURAL DIGITALIZATION : A NEED OF THE HOUR TO REDUCE CLIMATE CHANGE AND PROMOTE SOCIO-ECONOMIC GROWTH IN INDIAN- SUBCONTINENT	Dr.Sumanta Bhattacharya Bhavneet Kaur Sachdev	
	3	A THEORETICAL EXAMINATION ON THE RELATIONSHIP OF MIGRATION- INTERNATIONAL TRADE	Doç.Dr. Zerrin KILIÇARSLAN Doç.Dr. Yasemin DUMRUL	
	4	INVESTIGATION OF RSS AND ATOM FEED USE CASES OF THE WEBSITES OF THE JOURNALS IN TR INDEX	Öğr.Gör.Sezgin ATAÇ Öğr.Gör.Gürkan BEYAZGÜL	
	5	THE ROLE OF TOURISTS' RISK PERCEPTIONS IN REPURCHASING AND GETTING OTHERS TO BUY	Murad ALILI Rana GASIMOVA	
	6	ADVENTURE TOURISM AND POSSIBLE ACCIDENT RISKS: THE CASE OF AZERBAIJAN	Murad ALILI Ilkin HUSEYNOV	
	7	KAMUDA ÇALIŞAN ANNELERİN MESLEK GRUPLARINA GÖRE ANNELİK TUTUMLARI VE STRESLE BAŞ ETME YÖNTEMLERİ	Tuba BAŞAR DAZ Prof. Dr. Ayşe Dilek ÖĞRETİR ÖZÇELİK	
	8	A CONTROVERSIAL RESEARCH METHOD IN SOCIAL SCIENCES: DIGITAL ETHNOGRAPHY	Arş. Gör. Dr. Yelda BEKTAŞ	
	9	SOSYAL MEDYA'DA ADANA SOKAK LEZZETLERİ YOUTUBE ÖRNEĞİ	Doç.Dr. Sibel OĞUZ Doç.Dr. Zafer BUZCU Doç.Dr.Murat İsmet HASEKİ	



	10	QUIET FIRING: A CONCEPTUAL INVESTIGATION QUIET FIRING (SESSİZ İŞTEN ÇIKARMA): KAVRAMSAL BİR ARAŞTIRMA	Res.Asst.Dr., İbrahim YIKILMAZ	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Doç.Dr. Sinan Ateş</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 10</b>	1	TÜRKİYE'DE ELEKTRONİK ARŞİVLEME ALANINDA YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN SİSTEMATİK İNCELEMESİ	Öğr. Gör. Açelya ÖZER YAKIN	
	2	PALEOGEOGRAPHY OF ANCIENT CITIES OF LOADIKEA AND HIERAPOLIS	Dr. Öğr. Üyesi Aziz Ören Bilge Kurtuluş	
	3	THE RELATIONSHIP BETWEEN LIFE SATISFACTION AND THE LEVELS OF COPING WITH STRESS OF INDIVIDUALS PLAYING SPORTS ON THE ASTROTURF	Özkan Akarsu Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Dinç	
	4	COGNITIVE CONTROL AND COGNITIVE FLEXIBILITY IN VOCATIONAL INTERVENTIONS OF SOCIAL WORKERS	Muhammet Talha KARAKELEŞ	
	5	19. YÜZYILIN İLK YARISINDA OSMANLI DEVLETİ'NDE YENİLEŞME HAREKETLERİ ve M. SADIK RIFAT PAŞA	Doç.Dr. Sinan Ateş Öğr.Gör. Dr. Gönül Güneş	
	6	HAREKET DERGİSİNİN (1939-1950) 'MAKUL' BİREY ANLAYIŞINDA KABUL ETTİĞİ DİNAMİKLER: AHLAK, MİLLET VE MEDENİYET	Doktora Öğrencisi, CANSU KAYA Doktora Öğrencisi, FATMA NESİBE ÇOLAK	
	7	SABİHA SERTEL'İN DÜŞÜNCE DÜNYASINDA KADIN: BÜYÜK MECMUA YAZILARI	Doktora Öğrencisi, FATMA NESİBE ÇOLAK Doktora Öğrencisi, CANSU KAYA	
	8	INVESTIGATION OF THE LEVELS OF ATHLETES' MINDFULNESS COMPETING IN THE 1st LEAGUE OF ATHLETICS	Dr. Abdulsalam KAHRAMAN Doç. Dr.Veyssel TEMEL	
	9	INVESTIGATION OF COGNITIVE AND EMOTIONAL CONTROL LEVELS OF THE ATHLETES COMPETING IN ATHLETICS 1ST LEAGUE	Doç. Dr. Veyssel TEMEL Dr. Abdulsalam KAHRAMAN	
<b>Bildiri Sunumları / Presentation Session – I</b> <b>Meeting ID: 837 9303 7290</b> <b>Passcode: 24251222</b>				
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assoc. Prof. Dr. Yoko Suganuma Oi</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 1</b>	1	Reading against the Grain: Transcodifying Stimulus Meaning	Dr. Aba-Carina Pärlog	<b>Social Science</b>
	2	Top-Down Influences to Multistable Perception: Evidence from Temporal Dynamics	Daria N. Podvigina, Tatiana V. Chernigovskaya	
	3	The Effects of the Inference Process in Reading Texts in Arabic	Lecture May George	
	4	The Relationship between Iranian EFL Learners' Multiple Intelligences and Their Performance on Grammar Tests	Rose Shayeghi Pejman Hosseinioun	
	5	Efficacy of Self-Assessment in Written Production among High School Students	Assoc. Prof. Dr. Yoko Suganuma Oi	
	6	The Interplay of Locus of Control, Academic Achievement, and Biological Variables among Iranian Online EFL Learners	Azizeh Chalak Niloufar Nasri	
	7	An Investigation on Students' Reticence in Iranian University EFL Classrooms	Dr. Azizeh Chalak Firouzeh Baktash	
	8	A Survey of 2nd Year Students' Frequent English Writing Errors and the Effects of Participatory Error Correction Process	Chaiwat Tantarangsee	
	9	Botswana and Nation-Building Theory	Prof. Dr. Rowland M. Brucken	
	10	Perception and Implementation of Machine Translation Applications by the Iranian English Translators	Phd. Can. Abdul Amir Hazbavi	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Prof. Dr. Mosses E. Lufuke</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>

<b>Salon 2</b>	1	Corporate Governance and Corporate Social Responsibility: Research on the Interconnection of Both Concepts and Its Impact on Non-Profit Organizations	Helene Eller	<b>Social Science</b>
	2	0 The Influence of Consumer and Brand-Oriented Capabilities on Business Performance in Young Firms: A Quantitative Causal Model Analysis	Assis. Prof.Katharina Buttenberg	
	3	Environmental Impact of Trade Sector Growth: Evidence from Tanzania	Prof. Dr. Mosses E. Lufuke	
	4	The Corporate Vision Effect on Rajabhat University Brand Building in Thailand	Pisit Potjanajaruwit	
	5	Public Relations for the Faculty of Management Science in Suan Sunandha Rajabhat University	Narong Anurak	
	6	Customer Relationship Management on Social Media Affecting Brand Loyalty of Siam Commercial Bank in Bangkok	Dr. Charawee Butbumrung	
	7	Create and Design Visual Presentation to Promote Thai Cuisine	Dr. Supaporn Wimonchailerk	
	8	The Quality of Working Life and the Organizational Commitment of Municipal Employee in Samut Sakhon Province	Mananya Meenakorn	
	9	Optimisation of Intermodal Transport Chain of Supermarkets on Isle of Wight, UK	Jingya Liu Yue Wu Jiabin Luo	
	10	The Characteristics of Transformation of Institutional Changes and Georgia	Nazira Kakulia	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Prof. Dr. Hossein Taherian Far Ali Bazae</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 3</b>	1	Risk Management through Controlling in Industrial Enterprises Operating in Slovakia	Mária Hudáková Mária Lusková	<b>Social Science</b>
	2	The Role of the Internal Audit Unit in Detecting and Preventing Fraud at Public Universities in West Java, Indonesia	Dr. Fury Khristianty Fitriyah	
	3	Evaluating Efficiency of Nina Distribution Company Using Window Data Envelopment Analysis and Malmquist Index	Hossein Taherian Far Ali Bazae	
	4	The Model to Calculate the Cost of Money to the Breakdown of Deposits and Banking Service	Javad Elkaie Behjati Mehrzaad Minouei	
	5	The Relationship between Human Values and Service Quality with the Mediating Role of Motivation: A Quantitative Study on Malaysian Commercial Banks	Kuppusamy Singaravelloo Zahra Kamiab	
	6	The Influence of Congruence between Incentive System and Locus of Control on Team Performance: An Experiment	Phd. Siti Mutmainah Assis. Prof. Slamet Sugiri	
	7	Analysis of Delays during Initial Phase of Construction Projects and Mitigation Measures	Assos. Prof. Dr. Sunaitan Al Mutairi	
	8	Financial Decision-Making among Finance Students: An Empirical Study from the Czech Republic	Dr. Barbora Chmelíková	
	9	A Study of Islamic Stock Indices and Macroeconomic Variables	Mohammad Irfan	
	10	The Impact of Exchange Rate Volatility on Real Total Export and Sub-Categories of Real Total Export of Malaysia	Wong Hock Tsen	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assos. Prof. Dr. Divya Sharma</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 4</b>	1	True Detective as a Southern Gothic: A Study of Its Music-Lyrics	Assoc. Prof. Dr. Divya Sharma	<b>Social Science</b>
	2	Development of a Rating Scale for Elementary EFL Writing	Mohammed S. Assiri	
	3	The Code-Mixing of Japanese, English and Thai in Line Chat	Premvadee Na Nakornpanom	
	4	Speech Acts and Politeness Strategies in an EFL Classroom in Georgia	Tinatin Kurdghelashvili	
	5	Dialogue Journals as an EFL Learning Strategy in the Preparatory Year Program: Learners' Attitudes and Perceptions	Dr. Asma Alyahya	
	6	Myth in Political Discourse as a Form of Linguistic Consciousness	Lecture Kuralay Kenzhekanova Phd. Can. Akmaral Dalelbekkyzy	
	7	The Sign in the Communication Process	S. Pesina	

			T. Solonchak	
	8	The Comparative Analysis of Micro-reading and Traditional Reading Based On Schema Theory	Haiyan Wang	
	9	Students' Knowledge, or Random Choice in ESP?	ress. Assis. Ivana Šimonová	
	10	Error Analysis of English Inflection among Thai University Students	Suwaree Yordchim, Toby J. Gibbs	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assis. Prof. Dr. Shoji Katagiri</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 5</b>	1	The Importance of Customer Engagement and Service Innovation in Value Co-Creation	Soheila Raeisi Meng Lingjie	<b>Social Science</b>
	2	Role of ICT and Wage Inequality in Organization	Assis. Prof. Dr. Shoji Katagiri	
	3	Evaluation of Top-down and Bottom-up Leadership Development Programs in a Finnish Company	Dr. Kati Skarp Assis. Prof. Dr. Keijo Varis Assis. Prof. Dr. Juha Kettunen	
	4	A Review of the Antecedents and Consequences of Employee Engagement	Ibrahim Hamidu Magem	
	5	Viability of Smart Grids for Green IT Sustainability: Contemplated within the Context of Sri Lanka	Assis. Prof. Dr. Manuela Nayantara Jeyaraj	
	6	A Framework for Investigating Reverse Logistics Capability of E-Tailers	Wen-Shan Lin Shu-Lu Hsu	
	7	Impact of Moderating Role of e-Administration on Training, Performance Appraisal and Organizational Performance	Ejaz Ali Muhammad Younas Tahir Saeed	
	8	The Requirements of Developing a Framework for Successful Adoption of Quality Management Systems in the Construction Industry	Mohammed Ali Ahmed Prof. Dr. Vaughan Coffey Bo Xia	
	9	Risk in the South African Sectional Title Industry: An Assurance Perspective	Leandi Steenkamp	
	10	Analyzing the Effects of Adding Bitcoin to Portfolio	Phd. Shashwat Gangwal	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assoc. Prof. Dr. Chanokporn Angsuviya</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 6</b>	1	A Development of English Pronunciation Using Principles of Phonetics for English Major Students at Loei Rajabhat University	Assis. Prof. Dr. Pongthep Bunrueng	<b>Social Science</b>
	2	EFL Teachers' Metacognitive Awareness as a Predictor of Their Professional Success	Saeedeh Shafiee Nahrkhalaji	
	3	Learner Autonomy Based On Constructivism Learning Theory	Haiyan Wang	
	4	On the Relationship between Language Output and Second Language Acquisition	Assis. Prof. Dr. Haiyan Wang	
	5	Linguistic Devices Reflecting Violence in Border-Provinces of Southern Thailand on the Front Page of Local and National Newspapers	Assoc. Prof. Dr. Chanokporn Angsuviya	
	6	Grading and Sequencing Tasks in Task-Based Syllabus: A Critical Look at Criterion Selection	Hossein Ahmadi Ogholgol Nazari	
	7	The Impact of Gender Differences on the Expressions of Refusal in Jordanian Arabic	Hanan Yousef Nisreen Naji Al-Khawaldeh	
	8	Opinion Mining and Sentiment Analysis on DEFT	Assis. Prof. Dr. Najiba Ouled Omar Assis. Prof. Dr. Azza Harbaoui Henda Ben Ghezala	
	9	Evaluation of Pragmatic Information in an English Textbook: Focus on Requests	Israa A. Qari	
	10	Individualistic and Social Moral Concerns in Hawthorne's Novels	Mohsen Mahmoud Rowshanzamir	

**24 Aralık / 24 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Prof. Dr. Jihong Wang</b>	Authors	Theme
<b>Salon 7</b>	1	Autistic Children and Different Tense Forms	Ameneh Zare Shahin Nematzadeh, Shahla Raghibdoust Iran Kalbassi	<b>Social Science</b>
	2	The Importance of Theatrical Language in the Creativeness of the Actor	Ordabek Khozhamberdiyev	
	3	Working Memory Capacity in Australian Sign Language (Auslan)/English Interpreters and Deaf Signers	Prof. Dr. Jihong Wang	
	4	Awareness of Reading Strategies among EFL Learners at Bangkok University	Assis. Prof. Dr. Nuttanuch Munsakorn	
	5	Developing ESL Students' Writing	Esmael Hassannejad	
	6	Do C-Test and Cloze Procedure Measure what they Purport to be Measuring? A Case of Criterion-Related Validity	Masoud Saeedi Assoc. Prof. Dr. Mansour Tavakoli Prof. dr. Shirin Rahimi Kazerooni Vahid Parvaresh	
	7	Evaluation Pattern of Cognitive Processes in Language in Written Comprehension	Agnès Garletti	
	8	Convergence and Divergence in Telephone Conversations: A Case of Persian	Anna Mirzaiyan Vahid Parvaresh Mahmoud Hashemian Masoud Saeedi	
	9	AGHAZ : An Expert System Based approach for the Translation of English to Urdu	Uzair Muhammad Assis. Prof. Dr. Kashif Bilal Assis. Prof. Dr. Atif Khan Dr. M. Nasir Khan	
	10	N. A. Nazarbayev and Peculiar Features of Ethnic Language Processes in Kazakhstan	Dr. Aliya Isaeva Dr. Anar Sultaniarova	

**24 Aralık / 24 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Assis. Prof. Dr. Musthaya Patchanee</b>	Authors	Theme
<b>Salon 8</b>	1	Present State of Local Public Transportation Service in Local Municipalities of Japan and Its Effects on Population	Lecture Akiko Kondo Dr. Akio Kondo	<b>Social Science</b>
	2	De-Securitizing Identity: Narrative (In)Consistency in Periods of Transition	Katerina Antoniou	
	3	Globalization and Public Policy Analysis: A Case Study of Foreign Policy of ASEAN Member States	Nattapol Pourprasert	
	4	An Application of Geographic Information System to Select Areas for Sanitary Landfill in Bang Nok- Khwaek Municipality	Assis. Prof. Dr. Musthaya Patchanee	
	5	Facilitating Factors for the Success of Mobile Service Providers in Bangkok Metropolitan	Yananda Siraphatthada	
	6	Collapse of Family System of Japanese Tomb Culture	Assis. Prof. Dr. Miho Tsukamoto	
	7	Correction of Frequent English Writing Errors by Using Coded Indirect Corrective Feedback and Error Treatment: The Case of Reading and Writing English for Academic Purposes II	Chaiwat Tantarangsee	
	8	Arabic Literature as a Tool for Educational Transformation in Nigeria	Assis. Prof. Dr. Abdulfatah A Raji	
	9	Through the Lens of Forced Displacement: Refugee Women's Rights as Human Rights	Pearl K. Atuhaire Sylvia Kaye	
	10	Juxtaposing South Africa's Private Sector and Its Public Service Regarding Innovation Diffusion, to Explore the Obstacles to E-Governance	Assis. Prof. Dr. Petronella Jonck Assis. Prof. Dr. Freda van der Walt	

**24 Aralık / 24 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Prof. Dr. Mária Hudáková	Authors	Theme
<b>Salon 9</b>	1	Personal Knowledge Management: Systematic Review and Future Direction	Kuribachew Gizaw Tohiye Monica Garfield	<b>Social Science</b>
	2	Dual Role of Women and Its Influence on Farmers' Household Income and Consumption Pattern: Study of Informal Women Workers in the District Mandalle, Pangkep, South Sulawesi Province	Ida Rosada Nurliani	
	3	Granger Causal Nexus between Financial Development and Energy Consumption: Evidence from Cross Country Panel Data	Prof. Dr. Mária Hudáková Vladimír Míka Katarína Hollá	
	4	The Evaluation of Event Sport Tourism on Regional Economic Development	Huei-Wen Lin Huei-Fu Lu	
	5	A Reinforcement Learning Approach for Evaluation of Real-Time Disaster Relief Demand and Network Condition	Ali Nadi Ali Edrissi	
	6	Net Fee and Commission Income Determinants of European Cooperative Banks	Karolína Vozková Matěj Kuc	
	7	A Study to Design a Survey to Encourage the University-Industry Relation	Ress. Ssis. Lizbeth Puerta Assis. Prof. Dr. Enselmina Marín	
	8	Mediating Role of Social Responsibility on the Relationship between Consumer Awareness of Green Marketing and Purchase Intentions	Norazah Mohd Suki, Norbayah Mohd Suki	
	9	Spatial Distribution of Socio-Economic Factors in Kogi State, Nigeria: Development Issues and Implication(s)	Dr. Yahya A. Sadiq Assis. Prof. Dr. Grace F. Balogun Assis. Prof. Dr. Olufemi J. Anjorin	
	10	Customers' Intention to Use Electronic Payment System for Purchasing	Wanida Suwunniponth	

**24 Aralık / 24 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assis. Prof. Dr. Emmanuel U. Ingwu	Authors	Theme
<b>Salon 10</b>	1	Guidelines for Developing, Supervising, Assessing and Evaluating Capstone Design Project of BSc in Electrical and Electronic Engineering Program	Muhibul Haque Bhuyan	<b>Social Science</b>
	2	Research on the Teaching Quality Evaluation of China's Network Music Education APP	G Assis. Prof. Dr. uangzhuang Yu, Dr. Chun-Chu Liu	
	3	Computer Aided Language Learning System for Arabic for Second Language Learners	Assis. Prof. Dr. Osama Abufanas	
	4	Academic Performance of Engineering Students: The Role of Abilities & Learning Style	Dr. Sumita Chowhan	
	5	Pay Differentials and Employee Retention in the State Colleges of Education in the South-South Zone, Nigeria	Assis. Prof. Dr. Emmanuel U. Ingwu	
	6	Pre-Service Teachers' Assessment of Information Technology Application to Instruction	Adesanya Anuoluwapo Olusola	
	7	E-Learning Management Systems General Framework	Assis. Prof. Dr. Hamed Fawareh	
	8	Determination of Skills Gap between School-Based Learning and Laboratory-Based Learning in Omar Al-Mukhtar University	Prof. Dr. Aisha Othman, Prof. Dr. Crinela Pislaru, Ahmed Impes	
	9	The HDH Model for the Development of Creative Structural Thinking and Its Applications to Other Systems	Mosseri Avraham	
	10	Effectiveness of ICT Training Workshop for Tutors of Allama Iqbal Open University, Pakistan	Dr. Muhammad Javid Qadir, Abdul Hameed	

**Bildiri Sunumları / Presentation Session – II**  
**Meeting ID: 865 1310 5022**                      **Passcode: 24251222**

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Doç. Dr. SAMET DOĞAN	Authors	Theme
Salon 1	1	YÜKSEK PERFORMANSLI POLİAMİD VE ELASTAN İÇERİKLİ KUMAŞLAR İLE KLASİK RAHAT KALIP PANTOLON TASARIMI	M. Sc. SİBEL KIZILKAYA	
	2	FARKLI DESENLERDEKİ KAPİTONE KUMAŞLARIN ISIL KONFOR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	M. Sc. SİBEL KIZILKAYA	
	3	SOKAK SANATI VE MEKÂN İLİŞKİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, NAZLI GENCER Prof. .Dr. NURDAN GÖKÇE	
	4	ROBERT RAUSCHENBERG'İN YAPITLARINDA GÜNLÜK YAŞAM, SANAT VE İZLEYİCİ İLİŞKİLERİ	Doç. Dr. SAMET DOĞAN	
	5	ÇAĞDAŞ SANATTA ÖRÜMCEK: LOUISE BOURGEOIS'NİN ESERLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	Öğ.Gör.Dr., LALE ASLAN	
	6	KEÇE SANATININ GERMİYAN KÖYÜNDEKİ KADINLARA TANITILMASI VE ALTERNATİF MOTİFLERDE YORUMLANMASI	Şükran TÜMER Berna AYBARTÜRK Derya DENİZ Umay ERZEN	
	7	GELİNLİK VE ABİYE SEKTÖRÜNDE ÜRETİCİ VE MÜŞTERİ TEMELLİ FARKINDALIK YARATMAK	Şükran TÜMER Berna AYBARTÜRK Derya DENİZ Umay ERZEN	

24 Aralık / 24 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon no		Session Chair : Prof. Dr. CANAN NAKİBOĞLU	Authors	Theme
Salon 2	1	EVSEL YAĞLARIN GERİ DÖNÜŞÜM SÜRECİNİN İLKOKUL 4. SINIF SIVILARI ÖLÇME ÜNİTESİNE ENTEGRE EDİLEREK GERÇEKLEŞTİRİLMESİ	Assoc. Prof. Dr. ZEYNEP YILDIZ SEMA NUR GENÇLER	
	2	ÖZEL EĞİTİM OKULLARINDA GÖREV YAPAN ÖĞRETMENLERİN SOSYAL DESTEK DÜZEYİ İLE TAKIM ÇALIŞMASI TUTUMU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	YUNUSCAN OLGUN	
	3	KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ NÜKLLER ENERJİNİN HAYATIMIZDAKİ YERİNE YÖNELİK TARTIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	Prof. Dr. CANAN NAKİBOĞLU	
	4	KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÇEVRE VE ÇEVRE OKURYAZARLIĞI İLE İLGİLİ BİLGİ DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Prof. Dr. CANAN NAKİBOĞLU Prof. Dr. NURİ NAKİBOĞLU	
	5	EVALUATION OF THE EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY OF DISTANCE EDUCATION	Dr. Öğretim Üyesi, YUNUS EMRE AVCI HAMZA ÜLGEN	
	6	EVALUATION OF İŞKUR'S IMPLEMENTATION OF SENDING TEMPORARY STAFF TO SCHOOLS	Dr. Öğretim Üyesi, YUNUS EMRE AVCI MEHMET ÖZHAN TURHAN	
	7	OKUL ÖNCESİ EĞİTİMDE ÖĞRETMENLERİN TEKNOLOJİK ARAÇ-GEREÇ KULLANIMINA YÖNELİK TUTUMU, TEKNOLOJİ KABUL DÜZEYLERİ VE TEKNOLOJİ ÖZ YETERLİK İNANÇLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Mukaddes BÖLÜK YILDIRIM Doç. Dr. Bilal ATASOY	
	8	DEVELOPMENT OF ACHIEVEMENT TEST FOR 6TH GRADE CULTURE AND HERITAGE LEARNING AREA	Res. Assist. Okan YETİŞENSOY	
	9	EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SECONDARY SCHOOL STUDENTS' ATTITUDES TOWARD ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND THEIR DISASTER AWARENESS LEVELS	Res. Assist. Okan YETİŞENSOY Res. Assist. Şemsettin AKDENİZ	
	10	DETERMINATION OF LEISURE TIME LITERACY LEVEL OF TEACHERS IN KIRIKKALE	Milay Böyter Doç.Dr. Mehmet Öçalan	

24 Aralık / 24 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon no		Session Chair : Doç. Dr. Öner USLU	Authors	Theme
Salon	1	ÖĞRENEN ÖZERKLİĞİ KONUSUNDA YAPILAN ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, ŞEVVAL İLKNUR KALKIŞIM Doç.Dr., SEDA ÇAVUŞ	



			GÜNGÖREN	
2	4. SINIF OKUMA BECERİLERİ KİTABI METİN VE SORULARININ İNCELENMESİ		Dr. İlhan POLAT	
3	YETİŞKİNLERİN ANILARINDA İLKOKUL ÖĞRETMENLERİ: ÖĞRETMEN-ÖĞRENCİ İLİŞKİSİ		Dr. İlhan POLAT	
4	SAĞLIK HİZMETLERİ MESLEK YÜKSEKOKULU ÖĞRENCİLERİNİN DEPREM BİLGİSİ BAŞARI TESTİ DEĞERLENDİRMESİ: HAKKÂRİ ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ		Öğr. Gör. Erkut ÖZGÜR Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAC	
5	ÖĞRETME YAKLAŞIMLARI ENVANERİNİN TÜRKÇEYE KÜLTÜREL UYARLAMASI		Doç. Dr. Öner USLU	
6	ÖĞRETME MOTİVASYONU ÖLÇEĞİNİN TÜRKÇEYE KÜLTÜREL UYARLAMASI		Doç. Dr. Öner USLU	
7	DIMINUTIVE SUFFIX IN OGHUZ (WESTERN) TURKISH		Doktora Öğrencisi, Hamdiye DEMETLER	
8	TÜRKÇE ÖĞRETMENİ ADAYLARININ ELEŞTİREL OKUMAYA YÖNELİK ALGILARININ İNCELENMESİ		Doç. Dr. Başak KARAKOÇ ÖZTÜRK Dr. Öğr. Üyesi B. Erdem DAĞISTANLIOĞLU	
9	EĞİTİMDE SOSYAL ADALET ÇERÇEVESİNDE TÜRK KIZILAYIN EĞİTİME DESTEK FAALİYETLERİNİN İNCELENMESİ		Öğretmen, CEYDA TÜRKKAŞ Dr. Öğr. Üyesi, ÖZGÜR ÖNEN	
10	SINIF ÖĞRETMENLERİNİN ÇOCUK HAKLARINA YÖNELİK TUTUMLARI İLE YANSITICI DÜŞÜNME EĞİMLERİNİN İNCELENMESİ		BÜŞRA KARTAL Doç. Dr. BELGİN ARSLAN CANSEVER	
11	“DOĞAYI TAKİP ET! GÖR, YAŞA, HİSSET.” ADLI PROJE UYGULAMASININ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ÇEVRE OKURYAZARLIKLARINA ETKİSİ		Prof. Dr. Engin ASLANARGUN Uzm. Hilal ÇETİN Uzm. Eda KAYA Dr. Çiğdem KARAKAYA AKÇADAĞ.	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no	Session Chair :	Authors	Theme	
Salon 4	1	PANDEMİ SÜRECİNDE UZAKTAN EĞİTİM ORTAMLARININ KULLANIMINA İLİŞKİN TUTUM ÖLÇEĞİNİN SPOR BİLİMLERİ ALANINA UYARLAMA ÇALIŞMASI	Dr. Öğr. Üyesi Cüneyt TAŞKIN Doç. Dr. Umut CANLI	
	2	BOŞ ZAMAN ENGELLERİ ÖLÇEĞİNİN SPOR BİLİMLERİ ALANINA UYARLAMA ÇALIŞMASI	Dr. Öğr. Üyesi Cüneyt TAŞKIN Doç. Dr. Umut CANLI	
	3	SPOR BİLİMLERİ ÖĞRENCİLERİNİN BOŞ ZAMAN KULLANIMLARINA ENGEL DURUMLARIN İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Cüneyt TAŞKIN Doç. Dr. Umut CANLI	
	4	HOW EFFECTIVE ARE PARENTS' PROFESSIONAL GOALS ON INDIVIDUALS? FACULTY OF SPORTS SCIENCES CASE	Research Assistant Mehmet İsmail TOSUN Research Assistant Mustafa ARICI Assoc. Prof. Abdurrahim KAPLAN Assoc. Prof. Gamze DERYAHANOĞLU	
	5	UZAKTAN EĞİTİM İLGİLİ YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZ ÇALIŞMALARININ KULLANDIKLARI YÖNTEM ÇEŞİTLİLİKLERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ: 2000-2021	Doktora Öğrencisi, ARZU EKİN Dr. Öğr. Üyesi EZLAM SUSAM	
	6	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN İYİLİK HALİNİN İNCELENMESİ	Arş. Gör. Cemal GÜLER Dr. Öğr. Üyesi Çağrı İLK	
	7	INVESTIGATION of TURKISH and TURKMEN STUDENTS' AWARENESS TOWARDS ENVIRONMENTAL PROBLEMS	Dr. Öğr. Üyesi EMRAH ÖZBUĞUTU Dr. ENGİN YALMANCI	
	8	REVIEW OF SUMMER SCHOOL MATHEMATICS FRAMEWORK PROGRAM	Yüksek Lisans Öğrencisi, Merva KURD	
	9	SOSYAL BİLGİLER DERS KİTABINDA COĞRAFI TERİMLERİN GÖRSEL VE TANIMLARLA DESTEKLENME DÜZEYİ	Zeynep IRMAK	
	10	FORMASYON EĞİTİMİ ALAN ÖĞRENCİLERİN UZAKTAN EĞİTİM SÜRECİNDE ALDIKLARI EĞİTİMİ ÖĞRETMEN TUTUM VE DAVRANIŞLARI EKSENİNDE DEĞERLENDİRMESİ	Prof. Dr., ENGİN ASLANARGUN	

			Yüksel Lisans Öğrencisi, AYDAN SEDA GÜLEÇ	
	11	UZAKTAN EĞİTİMLE İLGİLİ YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZ ÇALIŞMALARININ ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ: 2000-2021	Doktora Öğrencisi, ARZU EKİN Dr. Öğr. Üyesi EZLAM SUSAM	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Asst. Prof. Dr. GÜLER ÇAVUŞOĞLU</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 5</b>	1	SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN MUTLULUK DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ	NIHAD MOHAMMED DAKHEEL IBRAHİM Doç.Dr.Özgür BOSTANCI Doç.Dr. Levent BAYRAM	
	2	AKADEMİK PERFORMANS ve DEMOGRAFİK DEĞİŞKENLER	Dr. Öğr. Üyesi, SEVİNÇ ÇIRAK KARADAĞ	
	3	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK HAYAT VE SPORA KATILIMLARINA YÖNELİK EBEVEYN GÖRÜŞLERİ	CELAL AYDIN Assist. Prof. Dr., BURAK GÜNEŞ	
	4	ESNEK ÖĞRENME MERKEZİ OLARAK YENİ BİR OKUL MİMARİSİ TASARIMI ÖRNEĞİ: QRESTAD LİSESİ (QRESTAD GYMNASIUM) VE TÜRKİYE İÇİN ÇIKARIMLAR	Prof. Dr.,HASAN BASRİ MEMDUHOĞLU Doktora Öğrencisi,ZEYNEP DAĞ	
	5	ERKEN ÇOCUKLUKTA AÇIK ALANDA MATEMATİK ETKİNLİKLERİ GELİŞTİRME ÖRNEĞİ	Dr. S. Seda BAPOĞLU DÜMENCİ Prof. Dr. Figen GÜRSOY	
	6	SPORDA AKRAN ZORBALIĞI KAVRAMI	Dr. Öğr. Üyesi, Cemile Nihal YURTSEVEN Arş. Gör. Cemal GÜLER	
	7	KURUMSAL SPOR İLETİŞİMİNDE SOSYAL MEDYANIN KULLANIMI	Arş. Gör. Cemal GÜLER Dr. Öğr. Üyesi Cemile Nihal YURTSEVEN	
	8	EXAMINING THE PROCESSES OF CREATING CONCEPTUAL CARTOONS IN DETERMINING THE MISCONCEPTIONS OF PRIMARY SCHOOL MATHEMATICS TEACHER CANDIDATES	Asst. Prof. Dr. GÜLER ÇAVUŞOĞLU	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Dr., Emine SUR</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 6</b>	1	THE EFFECT OF THE PANDEMIC ON SOCIAL STUDIES EDUCATION	Tamer Serdar GÖZÜM	
	2	DİNLEME BECERİSİYLE İLGİLİ MAKALELER ÜZERİNE BİR İNCELEME: WEB OF SCIENCE VERİ TABANINDAKİ EĞİLİMLER	Dr., Emine SUR	
	3	İKİNCİ DÜNYA SAVAŞI'NIN İLK YILLARINDA ORTAOKUL TARİH DERS KİTAPLARINA YÖNELİK OLARAK YAPILAN BİR İNCELEME	Yüksek Lisans Öğrencisi, Furkan ER	
	4	ÖZEL YETENEKLİ BİREYLERİN ARDUINO İLE KODLAMA ETKİNLİKLERİNİN GELECEKTEKİ MESLEK SEÇİMLERİNDEKİ ETKİSİNİN ÖĞRETMEN GÖZLEMLERİ DOĞRULTUSUNDA İNCELENMESİ	Öğretmen, SERKAN DÜNDAR Uzm. Öğr. Dr., FUAT TOKUR	
	5	ÖZEL YETENEKLİ BİREYLERE YÖNELİK AKIL VE ZEKÂ OYUNLARI ATÖLYESİNİN ETKİSİNİN ÖĞRETMEN GÖZLEMLERİ DOĞRULTUSUNDA İNCELENMESİ	Uzm. Öğr., ABDURRAHMAN ÜNAL Uzm. Öğr. Dr., FUAT TOKUR	
	6	GENÇLİK SPOR İL MÜDÜRLÜĞÜ ÇALIŞANLARININ BOŞ ZAMAN TUTUMLARININ İNCELENMESİ	Semra GÜNDÜZ Doç.Dr. Levent BAYRAM Doç.Dr. Deniz Özge YÜCELOĞLU KESKİN	
	7	PROBLEMS OF TRANSLATION IN THE MEDIA: THE CASE OF SPORTS NEWSPAPER	YL. Öğrencisi, Alican MANGÖR	
	8	REKREASYON LİDERLİK TÜRLERİNİN GAZİANTEP HALKININ REKREASYON AKTİVİTELERİNE KATILIMLARI ÜZERİNE ETKİSİ	Eda GÜZEL, Faruk GÜVEN, Samet AKTAŞ	
	9	ENGELLİLERİN KARŞILAŞTIKLARI PROBLEMLERE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA VE TÜRK TELEKOM ERİŞİLEBİLİR YAŞAM MOBİL UYGULAMASI ÖRNEĞİ	Assoc. Prof. Dr., ÇAĞRI GÜMÜŞ Lecturer HÜMEYRA TUNÇER	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Doç. Dr., FEYZA SÖNMEZÖZ	Authors	Theme
Salon 7	1	NOTE ON THE USE OF SI BEMOL TWO OF FOLK SONGS NOTATED IN THE BUSELİK AUTHORITY SERIES AND LOCAL EXECUTION DIFFERENCES CULTURAL TRANSFER EFFECT	Res. Assist. Dr. Yasemin KARATAŞ Assist. Prof. Dr. Mehmet Sadık DOĞAN	
	2	UZMANLARIN GÖZÜNDEN “BİR ÇALGIDA UZMAN İCRACI OLMAK”	Dr. Şükriye Tuğçe RENDA Prof. Dr. Ömay ÇOKLUK BÖKEOĞLU	
	3	MÜZİK BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN BAKIŞ AÇISINDAN İLHAM NEDİR?	Dr. Şükriye Tuğçe RENDA Prof. Dr. Ömay ÇOKLUK BÖKEOĞLU	
	4	OVERVIEW OF THE STUDY PIECES IN THE LCM CLASSIC GUITAR PROGRAM	Dr. BERK CEVİZ	
	5	A COMPARATIVE REVIEW OF THE CONTENT OF GUITAR METHODS	Dr. BERK CEVİZ	
	6	APPROACHES OF FLUTE STUDENTS TO COMPUTER AIDED ACCOMPANY PLAYING	Prof. Dr., BEGÜM AYTEMUR Doç. Dr., FEYZA SÖNMEZÖZ	
	7	ANADOLU ROCK'IN YENİDEN KEŞFİ	Dr. Öğr. Üyesi Ali Keleş	
	8	JAMES BASTIEN'İN FARKLI YAŞ GRUPLARI İÇİN YAZDIĞI İKİ PİYANO METODUNUN İNCELENEREK KARŞILAŞTIRILMASI	Araştırma Görevlisi, CENGİZHAN ŞİRİN SENEM SİPAHİ ŞİRİN	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assist. Prof. Dr. GÜLŞAH HALICI	Authors	Theme
Salon 8	1	“CONSISTENT FANTASY IS REALITY”: FANTASY IN NAZLI ERAY'S CHILDREN'S BOOKS	Res. Assist. Dr. Gülçin OKTAY	
	2	ALPAMIŞ DESTANI'NDA KAHRAMAN TİPOLOJİSİ	Assist. Prof. Dr. GÜLŞAH HALICI	
	3	TURKISH MODERNIZATION ADVENTURE AND AHMET HAMDİ TANPINAR	SERTAÇ YÜRÜK Prof. Dr. Yılmaz BİNGÖL	
	4	SUDAN ARAPÇASINDAKİ ATASÖZLERİ VE DEYİMLERİN TÜRKÇEDEKİ KARŞILIĞI	Doç. Dr. Zeki GÜREL Abubaker Ahmed	
	5	THE BYRONIC SENSE OF SELF BEYOND THE MIRROR: A LACANIAN READING OF MANFRED: A DRAMATIC POEM	Dr. Tuğba Karabulut	
	6	A Naturalist Understanding of George Gissing's Narrative Figures in New Grub Street	Dr Selin Turan	
	7	TAHÂ HUSEYN'İN “EDİB” ADLI ROMANINDA KADIN TEMASI ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	Yüksek Lisans Öğrencisi, RÜMEYSA ŞENKAYA	
	8	Hasib El-Keyyâli'nin “Zebûn Vâhid” Adlı Hikayesinin Teknik ve Tematik Açından İncelenmesi	Arş. Gör. Esranur YAZAR	
	9	THE EXPERIENCE OF WRITING AS A HEALING POWER IN NEZİHE MERİÇ'S ALACACEREN	Dr. Öğr. Üyesi ELİF PALIÇKO	
	10	SHRINES OF SHEIKH İBRAHİM AND SİTTİ MERYEM IN THE CONTEXT OF SACRED SPACE PHENOMENON	Dr. Öğr. Üyesi Ayşenur ÖZDAL Hayriye Sema MUNGAN	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Dr. Öğr. Üyesi, Diler Ezgi TARHAN	Authors	Theme
Salon 9	1	MİT VE EKİN ELEŞTİRİSİ: MEDEA MİTİ ÖRNEĞİNDE DOĞU-BATI İKİLİĞİ	Doç. Dr. YILDIZ AYDIN Y.L. Öğr. EDANUR EREM	
	2	PROFESYONELLEŞME VE PROLETERLEŞME TARTIŞMALARI KAPSAMINDA HEKİMLİK MESLEĞİ	CENK UMUR	
	3	BAUDRILLARD PENCERESİNDEN ÖZNEİN YİTİMİ NESNENİN EGEMENLİĞİ DEVRİNDE TÜKETİM TOPLUMU: NESNELEŞEN ÖZNE	Doktora Öğrencisi, Aybuke Çakıray	

	4	AN ESSAY IN THE CONTEXT OF MUSIC SOCIOLOGY: MALATYA/ARGUVAN FOLK SONGS	Assist. Prof. Dr. Jale KARHAN	
	5	CULTURAL INDUSTRY AND SOCIAL MEDIA DIVERSITY IN THE CONTEXT OF MAX HORKHEIMER AND THEODOR ADORNO	Sociologist, AYŞENUR YAŞAR YETKİN	
	6	HASSAS AYAR ARGÜMANI TANRI'NIN VARLIĞI LEHİNE BİR DELİL OLARAK İNCELENMESİ ÜZERİNE	Yüksek Lisans Öğrencisi, MEHMET ZÜBEYİR YARDIMCI	
	7	DOĞRULANABİLİRLİK İLKESİNİN TANIMSAL SINIRLARI ÜZERİNE	Dr. Arş. Gör, MUSTAFA POLAT	
	8	HUSSERL VE MERLEAU-PONTY FENOMENOLOJİSİNDE BEDEN KAVRAYIŞI	Doktora Öğrencisi, BURCU BAŞARAN	
	9	KANT VE WITTGENSTEIN'DA NESNELİĞİN TRANSANDANTAL İMKÂNI	Dr.Öğr.Üyesi, Diler Ezgi TARHAN	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Dr. Öğr. Üyesi, FULYA DOĞRUEL</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 10</b>	1	GENÇLİK REFAHINA YÖNELİK HUKUKİ DÜZENLEMELER VE SUNULAN HİZMETLER	Dr., Fikret YAMAN	<b>sosyal</b>
	2	KÖK DEĞERLER ÜZERİNE YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	Öğr. Gör., MEHMET ALİ ER	
	3	CEZA İNFAZ KURUMLARINDA ÇALIŞAN PERSONELLERİN YAŞADIKLARI PSİKOSOSYAL SORUNLAR KONUSUNDA HAZIRLANAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN ANALİZİ	Doktora Öğrencisi, HESNA KESEN Doç. Dr., HARUN CEYLAN	
	4	INNOVATIVE DESIGN APPROACH IN CHILD DEVELOPMENT: BIYOMİMİ CRY	Dr. Öğr. Gör. Raziye PEKŞEN AKÇA, Dr. Öğr. Üyesi Rukiye ARSLAN	
	5	İSTATİSTİKLERLE ÇOCUK 2021	Rukiye ARSLAN Raziye PEKŞEN AKÇA	
	6	ÇOCUK CEZA İNFAZ KURUMLARININ TUTUKLU ÇOCUKLAR ÜZERİNDEKİ PSİKOLOJİK ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi FAZİLET TAŞDEMİR GÜLSÜM KELEŞ	
	7	PANDEMİ SÜRECİNDE HUZUREVİNDEKİ 65 YAŞ ÜSTÜ YAŞLILARIN RUHSAL DURUMLARININ İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi FAZİLET TAŞDEMİR ESRA AĞTAŞ SİBEL GÜNAYDIN YELİZ YILMAZ	
	8	DISABILITY AND SOCIAL PARTICIPATION IN EVERYDAY LIFE	Dr. Öğr. Üyesi, FULYA DOĞRUEL	
	9	INSTITUTIONAL CARE AND PARENTING	Master's Student, ONUR ISLEYICI Assoc. Prof. ABDULKADIR DEVELİ	
	10	SOSYAL PAYLAŞIM AĞLARINDA BİREYİN KENDİNİ SUNUŞ BİÇİMİ OLARAK SANAL KİMLİK OLUŞTURMA ÜZERİNE BİR İNCELEME	Dr. KÜBRA ERDEN	
	11	İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN GELİŞİMİ NETİCESİNDE ERKEN ÇOCUKLUK DÖNEMİNDE DİJİTAL MEDYA OKURYAZARLIĞI EDİNİLMESİNİN ÖNEMİ	Dr. KÜBRA ERDEN	
	12	SOCIAL WORK AGAINST CHILD LABOR	Assistant Prof. Malik Atış Dr. Lecturer Esra Ağyar	
	13	PSYCHO-SOCIAL SUPPORT FOR FAMILIES WITH FAMILY DISEASE CHILDREN	Lecturer Dr. Esra AĞYAR Assistant Prof. Ferhat TOPER	
<b>Bildiri Sunumları / Presentation Session – II</b>				
<b>Meeting ID: 837 9303 7290</b>			<b>Passcode: 24251222</b>	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assis. Prof. Dr. Somdech Rungsrissawas</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 1</b>	1	Knowledge Management Factors Affecting the Level of Commitment	Abbas Keramati Abtin Boostani Mohammad Jamal Sadeghi	<b>Social Science</b>
	2	Dictating Impact of Systemic (Trans)formations on Management Re-engineering in R&D Firms	M. Aminu Sanda	
	3	Exploring the Importance of Different Product Cues on the Selection for Chocolate from the Consumer Perspective	Assis. Prof. Dr. Ezeni Brzovska Durdana Ozretic-Dosen	
	4	Data and Spatial Analysis for Economy and Education of 28 E.U. Member-States for 2014	Alexiou Dimitra Fragkaki Maria	
	5	Determining the Direction of Causality between Creating Innovation and Technology Market	Assis. Prof. Dr. Liubov Evstigneeva	
	6	Qualitative and Quantitative Case Study Research Method on Social Science: Accounting Perspective	Bubaker F. Shareia	
	7	Organisational Effectiveness and Its Implications for Seaports	Shadi Alghaffari, Hong-Oanh Nguyen, Peggy Chen, Hossein Enshaei	
	8	The Management Accountant's Roles for Creation of Corporate Shared Value	Assoc. Prof. Prateep Wajeetongratana	
	9	Consumption Insurance against the Chronic Illness: Evidence from Thailand	Yuthapoom Thanakijborisut	
	10	Competitive Advantage Effecting Firm Performance: Case Study of Small and Medium Enterprises in Thailand	Assis. Prof. Dr. Somdech Rungsrissawas	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assis. Prof. Dr. Saptiadi Nugroho</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 2</b>	1	Factors Affecting Employee Performance: A Case Study in Marketing and Trading Directorate, Pertamina Ltd.	Assis. Prof. Dr. Saptiadi Nugroho A. Nur Muhamad Afif	<b>Social Science</b>
	2	Effects of Alternative Opportunities and Compensation on Turnover Intention of Singapore PMET	Dr. Han Guan Chew Keith Yong Ngee Ng Dr. Shan-Wei Fan	
	3	Window Display Design of Thai Craft Product Affecting Perceptions of Thai and Foreign Tourists	Kanokwan Somoon Chumporn Moorapun	
	4	Effect of Organizational Resources on Improving Independency of People with Severe Disabilities: Vocational Rehabilitation Facilities in South Korea	Assis. Prof. Dr. Soungwan Kim	
	5	Capital Accumulation and Unemployment in Namibia, Nigeria, and South Africa	Assoc. Prof. Abubakar Dikko	
	6	A Pragmatics Study on Jokes and the Implicature in Broadcast Messages	Yuli Widiana	
	7	Stop Forced Child Marriage: A Comparative Global Law Analysis	Michelle J. Miller	
	8	Assessment on Communication Students' Internship Performances from the Employers' Perspective	Yesuselvi Manickam Tan Soon Chin	
	9	863 The Use of Themes and Variations in Early and Contemporary Juju Music	Phd. Olupemi E. Oludare	
	10	Tom Stoppard: The Amorality of the Artist	Majeed Mohammed Midhin Clare Finburgh	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assoc. Prof. Dr. Ilkka J. Virtanen</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 3</b>	1	Exploring Life Meaningfulness and Its Psychosocial Correlates among Recovering Substance Users – An Indian Perspective	Fouzia Alsabah Shaikh Anjali Ghosh	
	2	Towards Better Understanding of the Concept of Tacit Knowledge – A Cognitive Approach	Assoc. prof. Ilkka J. Virtanen	

	3	Development of Organizational Justice in Incentive Allocation of the Thai Public Sector	Assis. Prof. Dr. Kalayanee Koonmee	<b>Social Science</b>
	4	On the Need to have an Additional Methodology for the Psychological Product Measurement and Evaluation	Corneliu Sofronie Roxana Zubcov	
	5	Cultural Anxiety and Its Impact on Students- Life: A Case Study of International Students in Wuhan University	Prof. Dr. Nadeem Akhtar, Shan Bo	
	6	Study on the Relations between One's Personality Dimensions and his Personality Judgment about Friend based on Reality Distortion	Bahareh Babaei Dr. Hadi Bahrami Ehsan Assis. Prof. Dr. Reza Reza-zadeh Assis. Prof. Dr. Hossien Kaviani	
	7	Treatment or Re-Victimizing the Victims	Juliana Panova	
	8	The Story of Mergers and Acquisitions: Using Narrative Theory to Understand the Uncertainty of Organizational Change	Phd. Philip T. Roundy	
	9	Attachment Styles of Children Raised in Nursery vs. Those Who are Raised in the Family in Iran	Assis. Prof. Dr. Narges Razeghi	
	10	Paranoid Thoughts and Thought Control Strategies in a Nonclinical Population	Takashi Yamauchi Anju Sudo Yoshihiko Tanno	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Prof. Dr. Rebecca Angeles	Authors	Theme
<b>Salon 4</b>	1	The Process of Crisis: Model of Its Development in the Organization	M. Mikušová	<b>Social Science</b>
	2	Managing HR Knowledge in a Large Privately Owned Enterprise: An Empirical Case Analysis	Kirsten Hoepfer Maïke Kriependorf	
	3	Managing of Work Risk in Small and Medium-Size Companies	Assis. Prof. Dr. Janusz K. Grabara, Dr. Bartłomiej Okwiet Sebastian Kot	
	4	Kuehne + Nagel's PharmaChain: IoT-Enabled Product Monitoring Using Radio Frequency Identification	Prof. Dr. Rebecca Angeles	
	5	Comparative Study of Iran and Turkey Advantages to Attract Foreign Investors	Assis. Prof. Dr. Alireza Saviz Assoc. prof. Dr. Sedigheh Zarei	
	6	Effect of Inventory Management on Financial Performance: Evidence from Nigerian Conglomerate Companies	Assis. Prof. Dr. Adamu Danlami Ahmed	
	7	The Use of Simulation Programs of Leakage of Harmful Substances for Crisis Management	Phd. Can. Jiří Barta	
	8	Reframing Service Sector Privatisation Quality Conception with the Theory of Deferred Action	Mukunda Bastola Frank Nyame-Asiamah	
	9	Perception of Hygiene Knowledge among Staff Working in Top Five Famous Restaurants of Male'	Zulaikha Reesha Rashaad	
	10	International Migration of Highly Skilled Indian Professionals: A Case Study of Indian IT Professionals in Japan, Preliminary Results	Assis. Prof. Dr. Rimpi Rani	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : TINATIN MSHVIDOBADZE	Authors	Theme
<b>Salon 5</b>	1	A Book Review on Prospect One: Iranian Middle School English Book	ASSIS.PROF., MOHAMMAD REZA KHODADUST PARDIS JAFARI SEDIGHE GHAZANFARI	<b>Social Science</b>
	2	A Comparative Study of the Effect of Using Self-assessment and Traditional Method on Improving Students' Academic Motivation in Reading Competency: The Case of Primary School Students	VAHID NOROUZI LARSARI	
	3	Difficulties of Growing English Vocabulary Knowledge	SOULICHANH LUANGSOMBATH KHOUNMY VINNALATH	



			SILAVANH SIDA VONG AMMALIN PHOTHILADTH BOUNMEE KEOPASEUTH CHANSY PHOMPITHAK	
	4	Impact Of Social Medias And Service Delivery On Customer Satisfaction With The Role Of Sales Promotion In Iranian Chain Stores, Mashhad	ASSIS. PROF. ALIREZA MOGHADDASI	
	5	A Survey on Identification of Crop Disease Using Internet of Things (IoT)	RESEARCH SCHOLAR ABHISHEK PANDEY ASSISTANT PROFESSOR DR. V. RAMESH	
	6	Which Effective Linkage Exist Between Work Performance And Employee Satisfaction: Mediating Role Of Perceived Career Opportunities In Hotel Industry	ASSIS.PROF. DR. SUDIN BAG RESEARCH SCHOLAR MRS. PAYEL AICH	
	7	Innovations In E-Business and Security Challenges	TINATIN MSHVIDOBADZE	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Assis. Prof. Dr. Michaela Vašková</b>	Authors	Theme
<b>Salon 6</b>	1	The Application of the Security Audit Method on the Selected Objects of Critical Infrastructure	Assis. Prof. Dr. Michaela Vašková	<b>Social Science</b>
	2	The "Project" Approach in Urban: A Response to Uncertainty	Nedjima Mouhoubi Souad Sassi Boudemagh	
	3	Equality, Friendship, and Violence in Slash or Yaoi Fan Art	Proud Arunrangsiwed	
	4	Water Crisis Management in a Tourism Dependent Community	Assis. Prof. Dr. Aishath Shakeela	
	5	Green Sustainability Using Radio Frequency Identification: Technology-Organization-Environment Perspective Using Two Case Studies	Dr. Rebecca Angeles	
	6	Analysis of Poverty Reduction Strategies as Mechanism for Development in Nigeria from 1999-2014	Ahmed Usman Egye, Hamza Muhammad	
	7	Impact of Reproductive Technologies on Women's Lives in New Delhi: A Study from Feminist Perspective	Assis. Prof. Dr. Zairunisha	
	8	The Study of Using Mon Dance in Pathum Thani Province's Tradition	Assis. Prof. Dr. Dusittorn Ngamyng	
	9	Readiness of Military Professionals for Challenging Situations	Petra Hurbišová Monika Davidová	
	10	Social Structure, Involuntary Relations, and Urban Poverty	Mahmood Niroobakhsh	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Prof. Dr. Kawpong Polyorat</b>	Authors	Theme
<b>Salon 7</b>	1	The Influences of Marketplace Knowledge, General Product Class Knowledge, and Knowledge in Meat Product with Traceability on Trust in Meat Traceability	Prof. Dr. Kawpong Polyorat	<b>Social Science</b>
	2	Bus Transit Demand Modeling and Fare Structure Analysis of Kabul City	Ramin Mirzada, Takuya Maruyama	
	3	The Study on the Relationship between Momentum Profits and Psychological Factors: Evidence from Taiwan	Assis. Prof. Dr. Chih-Hsiang Chang	
	4	Relationship between Hofstede's Cultural Dimensions and Tourism Product Satisfaction	Thanawit Buafai Siyathorn Khunon	
	5	Cultural Diversity and Challenges for Female Entrepreneurs: Empirical Study of an Emerging Economy	Amir Ikram Qin Su, Muhammad Fiaz Muhammad Waqas Shabbir	
	6	Creation of Greater Mekong Subregion Regional Competitiveness through Cluster Mapping	Assis. Prof. Dr. Danuvasin Charoen	

	7	Determinants of Conference Service Quality as Perceived by International Attendees	Shiva Hashemi Azizan Marzuki S. Kiumarsi	
	8	Teaching Method in Situational Crisis Communication Theory: A Literature Review	Assoc. Prof. Dr. Proud Arunrangsiwed	
	9	A Practical Model for Managing Beach Safety Focusing on Tourist Drownings in Koh Samui, Thailand	iyathom Khunon, Thanawit Buafai	
	10	Liquidity Risk of Banks in Light of a Dominant Share of Foreign Capital in the Polish Banking Sector	Dr. Karolina Patora	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assoc. Prof. Dr. Komon Paisal	Authors	Theme
<b>Salon 8</b>	1	The Analysis of Teacher Talk in "Learner-centered" Teaching Mode	Haiyan Wang	<b>Social Science</b>
	2	Virtual Science Hub: An Open Source Platform to Enrich Science Teaching	Enrique Barra Aldo Gordillo Juan Quemada	
	3	The Cooperative Learning Management in the Course of Principles of Mathematics for Graduate Level	Assoc. Prof. Dr. Komon Paisal	
	4	Relationship of Arm Acupressure Points and Thai Traditional Massage	Boonyarat Chaleephay	
	5	Drug Use Knowledge and Antimicrobial Drug Use Behavior	Pimporn Thongmuang	
	6	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	Assis. Prof. Dr. Chaiwat Waree	
	7	Mining Educational Data to Support Students' Major Selection	Kunyanuth Kularbphetong Cholticha Tongsir	
	8	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	Assis. Prof. Dr. Wilailuk Meepracha	
	9	Investigating Interference Errors Made by Azzawia University 1st year Students of English in Learning English Prepositions	Aimen Mohamed Almaloul	
	10	Entrepreneur Universal Education System: Future Evolution	Assis. Prof. Dr. Khaled Elbehiery, Hussam Elbehiery	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assoc. Prof. Dr. Anwar Sadat	Authors	Theme
<b>Salon 9</b>	1	Degeneracy of MIS under the Conditions of Instability: A Mathematical Formulation	Nazar Younis Raied Salman	<b>Social Science</b>
	2	Lessons to Management from the Control Loop Phenomenon	Assis. Prof. Dr. Raied Salman Assis. Prof. Dr. Nazar Younis	
	3	Investigating the Possible use of Session Initiation Protocol for Extending Mobility Service to the Biomedical Engineers	Assoc. Prof. Dr. Anwar Sadat	
	4	Modeling Corporate Memories using the ReCaRo Model, Some Experiments	Lotfi Admane	
	5	Information Security Risk in Financial Institutions	Lecture James A. Nelson	
	6	Improving Co-integration Trading Rule Profitability with Forecasts from an Artificial Neural Network	Assis. Prof. Dr. Paul Lajbcygier, Seng Lee	
	7	Manufacturers-Retailers: The New Actor in the U.S. Furniture Industry. Characteristics and Implications for the Chinese Industry	Assis. Prof. Dr. Lidia Martinez Murillo	
	8	Deployment of Service Quality Characteristics	Shuki Dror	
	9	A Multilevel Comparative Assessment Approach to International Services Trade Competitiveness: The Case of Romania and Bulgaria	Ana Bobirca, Paul-Gabriel Miclaus	

**24 Aralık / 24 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assis. Prof. Dr. Volker Koch	Authors	Theme
Salon 10	1	Measuring Innovative and Entrepreneurial Networks Performance	Luís Farinha João J. Ferreira	Social Science
	2	Consumer Behavior and Knowledge on Organic Products in Thailand	Warunpun Kongsom Chaiwat Kongsom	
	3	Education of Purchasing Professionals in Austria: Competence Based View	Assis. Prof. Dr. Volker Koch	
	4	Developing an Audit Quality Model for an Emerging Market	Bitu Mashayekhi, Azadeh Maddahi, Arash Tahriri	
	5	Determinants of Profitability in Indian Pharmaceutical Firms in the New Intellectual Property Rights Regime	Shilpi Tyagi D. K. Nauriyal	
	6	The Impact of Motivation, Trust, and National Cultural Differences on Knowledge Sharing within the Context of Electronic Mail	Assis. Prof. Dr. Said Abdullah Al Saifi	
	7	Improving the Management Systems of the Ownership Risks in Conditions of Transformation of the Russian Economy	Mikhail V. Khachatryan	
	8	Understanding the Influence on Drivers' Recommendation and Review-Writing Behavior in the P2P Taxi Service	Res. Assis. Liwen Hou	
	9	Relationship between Financial Reporting Transparency and Investment Efficiency: Evidence from Iran	Dr. Bitu Mashayekhi Dr. Hamid Kalhornia	
	10	Modeling Salam Contract for Profit and Loss Sharing	Dchieche Amina, Aboulaich Rajae	

**Bildiri Sunumları / Presentation Session – III**  
**Meeting ID: 865 1310 5022**      **Passcode: 24251222**

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Dr. Aynurə Əliyeva	Authors	Theme
Salon 1	1	DEVELOPMENT OF THE STATE SOCIAL INSURANCE IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN AND ITS CONTEMPORARY LEGAL REGULATION	Aghamoghanov Kamran Alovzat	
	2	EXAMINATION OF MINISTER OF JUSTICE, PROF. DR. HÜSEYİN AVNİ GÖKTÜRK'S POLITICAL LIFE AND HIS BOOKS	Dr. Ahmet Yusuf YILMAZ	
	3	PENSIYA YAŞININ HÜQUQİ TƏNZİMİ PROBLEMLƏRİ	Prof. Dr. ƏLİYEV MAYIS NƏBİ OĞLU	
	4	AHİM KARARLARI İŞİĞINDA ROMANLARIN EĞİTİM HİZMETİME ERİŞİMİ	Öğr. Gör. Abdullah ELMAS	
	5	TÜRK HUKUKU BAĞLAMINDA ÖLÜLERİN HAKLARI VE ÖLÜLERİN DEFİN İŞLEMLERİNİN HUKUKİLİĞİ	Öğr. Gör. Abdullah ELMAS	
	6	LAW EXPERT INVESTIGATIONS IN SUPREME COURT DECISIONS ON TAX OFFENSES	Dr. Öğr. Üyesi Abdullah ÖMERCİOĞLU	
	7	DENİZCİLİK SEKTÖRÜNDE GERÇEKLEŞEN SİBER SALDIRILARDAN TAŞIYANIN SORUMLULUĞU	Yüksek Lisans Öğrencisi, Av. , MELİS GEDİKOĞLU Doç. Dr. , PELİN BOLAT	
	8	SOSYAL HİZMET VE İNSAN HAKLARI	Ata Valiyev	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Doç. Dr. Özcan IŞIK	Authors	Theme
Salon 2	1	SESSİZ İSTİFA	Prof. Dr. MURAT TÜRK Doktora Öğrencisi, MUSTAFA İSMET BAŞBOĞA	
	2	ESG (ÇEVRESEL, SOSYAL VE KURUMSAL YÖNETİM) PERFORMANSININ HİBRİD BİR MODELLE ANALİZİ: YAPI VE KREDİ BANKASI ÖRNEĞİ	Doç. Dr. Özcan IŞIK	
	3	SİGORTA ŞİRKETLERİNİN PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ İLE YAPILAN ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİ ANALİZİ	Doç. Dr. Özcan IŞIK	

4	PUBLIC SUPPORTED SOCIAL ENTREPRENEURSHIP IN TOURISM: DOST AGENCY	Murad ALILI Tofig GULIYEV Najaf GASIMOV
5	TOURIST TYPOLOGY IN SPIRITUAL TOURISM: LITERATURE REVIEW	Hijran RZAZADE Nijat ALIJANOV Farid ALIYEV Murad ALILI
6	SAĞLIK HİZMETLERİNDE ALGILANAN HİZMET KALİTESİ VE HASTA MEMNUNİYETİNİN DEMOGRAFİK ÖZELLİKLER AÇISINDAN İNCELENMESİ	Öğr. Gör. Kâmil GÜNEŞ Doç. Dr. Buket BORA SEMİZ Dr. Öğr. Üyesi Tark SEMİZ
7	SAĞLIK KURUMLARINDA DİJİTAL PAZARLAMA: ÖZEL DAL MERKEZLERİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA	Dr.Öğr. Üyesi, Tark SEMİZ Doç.Dr, Buket BORA SEMİZ
8	THE RELATIONSHIP OF SECTORAL DEVELOPMENT AND EXTERNALITY IN REGIONAL CONTEXT	Res. Assist. Dr. Rahman AYDIN Assist. Prof. Dr. Serhat ALPAĞUT
9	X, Y VE Z KUŞAĞI İŞGÖRENLERİN MESLEKİ BAĞLILIK VE ÖZYETERLİLİKLERİNİN İNCELENMESİ	Bil. Uzm. Emin KUZKAYA Doç. Dr. Eymen GÜREL Arş. Gör. İlay TILKI Doç. Bil. Uzm. İrem KILIÇ
10	TÜRKİYE BANKACILIK FAALİYETLERİNDE KREDİLERİN EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ROLÜ	SUNA SOYLU Prof. Dr. NAZİF ÇALIŞ

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no	Session Chair : Dr. Öğrt. Üyesi, Sevim AKGÜL	Authors	Theme
1	AYDIN'DAKİ KADIN DERNEKLERİNİN GİRİŞİMCİLİK FAALİYETLERİ	Öğr.Gör.Dr.,AYLİN DİLEK Öğr.Gör.SAADET NİHAL COŞKUN	
2	ÖRGÜTSEL İLETİŞİMDE SOSYAL MEDYA KULLANIMI: AYDIN KADIN DERNEKLERİ	Öğr.Gör.Dr.,AYLİN DİLEK	
3	TÜRKİYE ELEKTRİK ENERJİSİ TALEP TAHMİNİ	Dr. Öğrt. Üyesi, Sevim AKGÜL	
4	TÜRKİYE'DE ELEKTRİK TÜKETİMİNİN TALEP TAHMİNİ	Dr. Öğrt. Üyesi, Sevim AKGÜL	
5	THE EFFECT OF CRITICAL SUCCESS FACTORS IN R&D PROJECTS ON TECHNOLOGY TRANSFER PERFORMANCE	Günay GENÇER	
6	GÜVENLİ ŞEHİRLER ENDEKSİ'NİN SINIFLANDIRMA BAŞARISININ DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr. Arş. Gör., Sibel ÖRK ÖZEL Dr. Arş. Gör., Çiğdem KOŞAR TAŞ	
7	EKONOMİK ÖZGÜRLÜK ENDEKSİ'NİN SINIFLANDIRMA BAŞARISININ DİSKRİMİNANT ANALİZİ İLE ÖLÇÜLMESİ	Dr. Arş. Gör., Çiğdem KOŞAR TAŞ Dr. Arş. Gör., Sibel ÖRK ÖZEL	
8	ARE WE READY FOR VIRTUAL MODELS?	Dr. Nihan TOMRİS KÜÇÜN Öğr. Gör. Dr. Kader EROL	
9	TÜKETİCİLERİN PARALEL İTHALAT TEKNOLOJİK ÜRÜNLERİNE YÖNELİK TUTUMLARI: DEMOGRAFİK FAKTÖRLERE GÖRE FARKLILIKLARIN ARAŞTIRILMASI	Prof. Dr. Erkan ÖZDEMİR Araş. Gör. Dr. Yaşar Numan AKSANYAR	
10	ÜRÜN İNOVASYONUNUN PAZARLAMA PERFORMANSINA ETKİSİ: MOBİL YA SEKTÖRÜNDE BİR ARAŞTIRMA	Prof. Dr. Erkan ÖZDEMİR Onur GÖGERÇİN	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no	Session Chair : Dr. Öğretim Üyesi Gülay DEMİR	Authors	Theme
----------	---	---------	-------

<b>Salon 4</b>	1	THE MODERATING ROLE OF INTERNATIONAL EXPERIENCE ON THE RELATIONSHIP BETWEEN ORGANIZATIONAL CULTURE AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE	ALAADDIN MOHAMMEDHASSAN	
	2	EXAMINATION OF THE GLASS CEILING PHENOMENON IN VARIOUS SECTORS IN THE WORLD AND IN TURKEY	Yüksek Lisans Öğrencisi, Fatma Aleyna DÜZDEMİR Yüksek Lisans Öğrencisi, Hande ÇETGİN Yüksek Lisans Öğrencisi, Ayşegül ARSLAN	
	3	FACTORS AFFECTING CONSUMERS' BEHAVIORAL INTENT TO GIG-BASED SERVICE APPLICATIONS	Dr. Öğr. Üyesi, AYŞE ERSOY YILDIRIM	
	4	ANADOLU HAYAT EMEKLİLİK ŞİRKETİNİN 2016-2021 PERFORMANSININ LOPCOW, COCOSO VE MOOSRA YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr. Öğretim Üyesi Gülay DEMİR	
	5	İŞ BANKASININ 2010-2020 ÇEVRESEL, SOSYAL VE KURUMSAL YÖNETİM (ESG) PERFORMANSININ İSTATİSTİKSEL VARYANS, ENTROPY VE ARAS YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr. Öğretim Üyesi Gülay DEMİR	
	6	DÜNYA TEKSTİL VE HAZIR GIYIM SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN ÜLKELERİN REKABET GÜCÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ	ZEHRA YALNIZ Doç. Dr. FİGEN BÜYÜKAKIN Arş. Gör. SEDANUR DEMİR	
	7	A RESEARCH ON THE RELATIONSHIP OF POWER DISTANCE AND SELF-EFFICACY	Dr. Öğr. Üyesi Emine KARAKAPLAN ÖZER	
	8	PATIENT EMPOWERMENT AND QUALITY OF LIFE IN SUSTAINABLE HEALTHCARE	Arş. Gör. Dr., MUHSİN TAN Prof. Dr. SAİT PATİR	
	9	YENGEÇLERİN GİZEMİ: "Fıçıdaki Yengeç Sendromu"	Nida Bengisu Torun Prof. Dr. İlhami Yücel	
	10	ENERJİ SEKTÖRÜNDE YEŞİL İŞLER KADIN İSTİHDAMINDA DEZAVANTAJA NEDEN OLUR MU?	Arş. Gör. Dr. HİLAL Tuğçe BAYAR TÜRÜKOĞLU	
	11	ADLİ MUHASEBENİN TÜRKİYE'DE GELİŞİMİ VE BAĞIMSIZ DENETİM ÜZERİNE ETKİSİ	Dr. Öğr. Üyesi Fatih Ömür BİNİCİ	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>	<b>Session Chair : Doç. Dr. Uğur Korkut PATA</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 5</b>	1	STRATEGİC HUMAN RESOURCES MANAGEMENT AFTER COVID-19	Doç. Dr. DEVRİM VURAL YILMAZ
	2	A NEW DIMENSION OF SUSTAINABILITY: GREEN HUMAN RESOURCES MANAGEMENT	Doç. Dr. DEVRİM VURAL YILMAZ
	3	ACTIVITY ANALYSIS OF COMPANIES OPERATING AT TEKNOPOLIS IN COOPERATION WITH UNIVERSITY INDUSTRY: A RESEARCH IN TEKNOPOLIS OF LAKES REGION	Dr. Zehra KILINÇ Doç. Dr. Oğuzhan ÇARIKÇI
	4	ARE SHOCKS TO SECTORAL CARBON EMISSIONS TEMPORARY OR PERMANENT FOR TURKEY? AN EMPIRICAL ANALYSIS WITH STRUCTURAL BREAK UNIT ROOT TESTS	Doç. Dr. Uğur Korkut PATA Doç. Dr. Süleyman YURTKURAN
	5	EFFECT OF TRADE OPENNESS AND ECONOMIC GROWTH ON ENVIRONMENTAL POLLUTION IN TURKIYE: EVIDENCE FROM FOURIER ADL APPROACH	Doç. Dr. Süleyman YURTKURAN Doç. Dr. Uğur Korkut PATA
	6	THE IMPORTANCE OF THE INTERNET AND ELECTRONIC MARKETING IN THE ECONOMIC SYSTEM FOR SUSTAINABILITY ON MANUFACTURERS AND CONSUMER	Ayşenur ERDİL
	7	CUSTOMER-ORIENTED PRODUCTION AND MARKETING STRATEGY FOR THE SUSTAINABILITY OF THE BUSINESS	Ayşenur ERDİL
	8	TÜRKİYE'DE BANKACILIK GELİŞİMİ İLE EKOLOJİK AYAK İZİ ARASINDAKİ İLİŞKİ	Dr. Öğr. Üyesi, TOLGA ERGÜN Dr. Öğr. Üyesi, YUSUF GÜNEYSU
	9	MERKEZ BANKALARININ COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE İZLEDİĞİ PARA POLİTİKALARININ İNCELENMESİ	Dr. Öğretim Üyesi, ZEYNEP KARAS

	10	WHAT RESOURCES SHOULD HRM IMPROVE TO INCREASE THE EFFICIENCY OF REMOTE WORK?	Dr. Benan GÖK	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer ÖZSOY</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 6</b>	1	THE RELATIONSHIP OF BRAND LOYALTY, BRAND TRUST, AND PERCEIVED BRAND VALUE OF GENERATION Y TO E-COMMERCE SITES	Dr. Öğr. Üyesi SEMA SARI Yüksek Lisans Öğrencisi RABİA MANİSA	
	2	INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN MARKET CONCENTRATION AND LOGISTICS PERFORMANCE IN THE FRAMEWORK OF DEVELOPING COUNTRIES WITH THE PANEL VECTOR AUTOREGRESSIVE METHOD	ÖĞR. GÖR. DR. MÜCAHİT ÇİTİL	
	3	THE RELATIONSHIP BETWEEN FOREIGN TRADE VOLUME AND IMPORTED INFLATION: THE CASE OF TURKEY	ÖĞR. GÖR. DR. MÜCAHİT ÇİTİL	
	4	TRAKYA ÜNİVERSİTESİ BALKAN YERLEŞKESİ'NDE YAŞANAN SORUNLARIN NEDENLERİNİN ISHIKAWA DİYAGRAMI YARDIMIYLA ANALİZİ	Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer ÖZSOY	
	5	KATILIM BANKALARINDA DEVAM SİGORTALARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	Ömer İŞLER Dr. Öğr. Üyesi Yavuz DEMİRDÖĞEN	
	6	TÜRKİYE'DE COVID-19 VAKA SAYILARININ GECİKMESİ DAĞITILMIŞ OTOREGRESİF (ARDL) MODEL İLE İNCELENMESİ	Dr., GİZEM KAYA	
	7	DIFFERENTIATION, COMPETITION, AND SURVIVAL: COMPETITION THEORIES IN TERMS OF MARITIME TRANSPORTATION	Artun Tomatir	
	8	THE EFFECTS OF SOME SYNDROMES ENCOUNTERED IN WORKING LIFE ON FEMALE ACADEMICIANS	Merve AYDIN Doç. Dr. Aysun AYDIN	
	9	DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERE GÖRE GERİ DÖNÜŞÜMLÜ ÜRÜNLERE YÖNELİK RİSK ALGISININ ANALİZİ	Orhan EKİCİ Dr. Hakan GÜVENER Doç. Dr. Mehmet AYTEKİN	
	10	GERİ DÖNÜŞÜMLÜ ÜRÜNLERE YÖNELİK RİSK ALGISININ SATIN ALMA DAVRANIŞINA ETKİSİ	Orhan EKİCİ Dr. Hakan GÜVENER Doç. Dr. Mehmet AYTEKİN	
<b>24 Aralık / 24 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Dr. Öğr. Üyesi Rahim ARSLAN</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 7</b>	1	TÜRK VERGİ HUKUKUNDA YENİDEN DEĞERLEME ORANI UYGULAMASI	Öğr. Gör. Dr. AHMET İNNECİ	
	2	STATISTICAL ANALYSIS OF WOMEN'S LABOR PARTICIPATION IN TÜRKİYE	Doç. Dr. Sait BARDAKÇI Dr. Öğr. Üyesi Rahim ARSLAN	
	3	URBAN FORTRESS MENTALITY AND EVALUATING GATED COMMUNITIES AND SHOPPING MALLS TOGETHER: A CONCEPTUAL APPROACH	Research Assistant ORÇUN ÇOBANGİL	
	4	THE EFFECT OF SOCIO-ECONOMIC VARIABLES ON RISK TOLERANCE IN FINANCIAL DECISION MAKING PROCESSES	Dr. Süleyman ELÇİ Dr. Mehmet Münip BABUR	
	5	CAPITAL ELITES	Dr. Mehmet Münip BABUR Dr. Süleyman ELÇİ	
	6	COVID-19 PANDEMİSİNİN BANKA KARTLARI KULLANIMINA VE ONLINE ALIŞVERİŞE ETKİSİ	Dr. Öğr. Üyesi, ABDULMUTTALİP PİLATİN	
	7	THE RELATIONSHIP BETWEEN WORKPLACE INCURRENCE AND ORGANIZATIONAL EXCLUSION: A REVIEW	Yüksek Lisans Öğrencisi Seda ÇETİNKAYA Doç. Dr. Zümrüt Hatun DEMİREL	
	8	THE ROLE OF SOCIAL MEDIA IN DESTINATION MARKETING	Dr. Öğretim Üyesi, İbrahim Atilla KARATAŞ	

	9	SAĞLIK HİZMETLERİNİN DİJİTAL PAZARLAMASINDA BLOG KULLANIMI VE SEO UYUMLU İÇERİĞİN YERİ: ÖZEL SAĞLIK KURULUŞLARININ WEB SİTELERİNE YÖNELİK BİR İNCELEME	GÜLŞAH GÖNÜLŞEN DOÇ. DR. TOLGA ŞENTÜRK	
	10	SÜRDÜRÜLEBİLİR AMBALAJIN KALİTE ALGISI VE SATIN ALMA NİYETİNE ETKİSİ: BİR MODEL ÖNERİSİ	Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Zahid Ecevit	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assist. Prof. Dr. Nil Konyalılar	Authors	Theme
Salon 8	1	REAL EFFECTIVE EXCHANGE RATE AND FOREIGN TRADE RELATIONSHIP	Assist. Prof. Gizem VERGİLİ	
	2	ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİME ETKİLERİ	Doç.Dr. Hüseyin ŞENKAYAS Dr. Özden GÜRİSOY	
	3	HOW DOES CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY AFFECT CUSTOMERS' BEHAVIORS AGAINST A SERVICE FAILURE?	Res. Assist. Dr. Dr. Fuat Erol	
	4	INDIVIDUAL PENSION: ARE FINANCIAL INCENTIVES OR AUTOMATIC ENROLLMENT POLICY MORE EFFECTIVE?	Prof. Dr. HALİT YANIKKAYA ZEYNEP AKTAŞ KORAL Doç. Dr. S.HALUK ÇİTÇİ	
	5	TÜRKİYE BANKACILIK SEKTÖRÜ PERFORMANSININ ENTROPİ TEMELLİ TOPSİS YÖNTEMİYLE ANALİZİ	Res. Assist. İLKNUR KÜLEKÇİ	
	6	COVID-19 PANDEMİSİNİN ULUSLARARASI SİVİL HAVACILIK SEKTÖRÜNDE MEYDANA GETİRDİĞİ DEĞİŞİM VE DÖNÜŞÜMLER	Doktora Öğrencisi, Fatma Cande YAŞAR DİNÇER	
	7	RUSYA-UKRAYNA SAVAŞI'NIN YARATTIĞI KRİZİN SİVİL HAVA ULAŞTIRMA ENDÜSTRİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	Doktora Öğrencisi, Fatma Cande YAŞAR DİNÇER	
	8	THE EFFECT OF GREEN MANAGEMENT CONCEPTS ON BUSINESS PERFORMANCE A RESEARCH IN THE AVIATION SECTOR	Assist. Prof. Dr. Nil Konyalılar	
	9	HAVACILIKTA ÖRGÜTSEL İKLİM VE KRİZ YÖNETİMİ	Öğr. Gör. Ramis Onur ÖRÜK Prof.Dr. Ferhan ŞENGÜR	
	10			
	11	KARANLIK LİDERLİĞİN ÖRGÜTSEL VATANDAŞLIK DAVRANIŞI VE YÖNETİCİYE DUYULAN GÜVEN İLE İLİŞKİSİ	Doç.Dr. Yunus ZENGİN Berna ÇİÇEK	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assoc. Prof. Dr. İBRAHİM ARAP	Authors	Theme
Salon 9	1	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF ARTICLES PUBLISHED ON "KEY AUDIT ISSUES" IN TURKEY	Assist. Prof. Dr. SEÇİL ÖZTÜRK YÖNDEMLİ	
	2	CORPORATE REPUTATION AND CORPORATE REPUTATION PROTECTION POLICIES IN THE CRISIS MANAGEMENT PROCESS	Dr. Öğr. Üyesi, Handan BOYALI Doç. Dr., Yıldız ATMACA	
	3	DURUMSALLIK YAKLAŞIMI BAĞLAMINDA ORKESTRA ŞEFLİĞİ VE LİDERLİK TARZI	Assoc. Prof. Dr. İBRAHİM ARAP	
	4	YÖNETİM VE İŞLETME YAZININDA ÖRGÜTSEL MUHALEFET: BİR BİBLİYOMETRİK ANALİZ	Dr.Öğr. Üyesi Mehmet Selman KOBANOĞLU Dr. Ahmet ALP ÖZBALCI	
	5	Analysis Of Community Pharmacists Opinions About The Competency Models Of The Employees	Uzm. Murat BİNGÖL Dr. Öğr. Üyesi Eray Ekin SEZGİN	
	6	Evaluation of Physician-Patient Communication in Health Facilities in Terms of Quality and Factors Affecting Communication	Uzm. Gülşah AYDIN BULUT Dr. Öğr. Üyesi Eray Ekin SEZGİN	
	7	AKREDİTE ÜNİVERSİTELERİN KALİTE SÜREÇ PERFORMANSLARININ GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ:2019-2021 DÖNEMİ	Öğr.Gör. Derya ÖZÇALIŞKAN Doç.Dr., Özlem YAŞAR UĞURLU	



			Dr.Öğr.Üyesi,Orhan ECEMİŞ	
	8	Management in the Shadow of Artificial Intelligence: Society 6.0	Assist. Prof. Dr. Derya YÜCEL	
	9	The Role of Accounting Towards Net Zero	Prof. Dr. Rahmi YÜCEL	
	10	HAKLA İLİŞKİLER ARACI OLARAK PODCAST: TÜRKİYE'DEKİ ÜNİVERSİTELERİN PODCAST YAYINLARINA YÖNELİK BİR İNCELEME	Merve DOYURAN	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Dr. Öğr. Üyesi İsmail GÜRLER	Authors	Theme
<b>Salon 10</b>	1	ADAY ÇEVİRMENLERİN KARŞILAŞTIĞI ÇEVİRİ PROBLEMLERİNİN TESPİT VE SINIFLANDIRMASI	Dr. Öğr. Üyesi İsmail GÜRLER	
	2	FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ SU TÜKETİM DAVRANIŞLARININ DEĞER KİMLİK AHLAKİ NORM MODELİ İLE AÇIKLANMASI	Dr. Hüseyin ATEŞ	
	3	SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN TEMELLERİNDEN BİRİ OLAN ATIK BERTARAFININ SAĞLANMASINDA FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ DAVRANIŞLARININ ANLAŞILMASI	Dr., Hüseyin ATEŞ	
	4	CUMHURİYET'İN İLK ON YILI İÇERİSİNDE YER ALAN "SEVİMLİ KIRAAT" (1929) İSİMLİ TÜRKÇE DERS KİTABININ ÇOCUĞA GÖRELİK İLKESİ BAKIMINDAN İNCELENMESİ	Öğr. Gör. GİZEM TÜRE	
	5	EĞİTİM KURUMLARINDA ÖRGÜTSEL USTALIK ÜZERİNE KURAMSAL BİR DEĞERLENDİRME	Samet KABAKKAYA	
	6	DOĞAYI TANIRKEN MATEMATİĞİ ÖĞRENİYORUM: TOHUMDAN FİDAN ELDE ETME SÜRECİNİN, PROBLEM ÇÖZME BECERİSİ İLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ	MERVE TEKİN Doç. Dr., ZEYNEP YILDIZ	
	7	EXAMINATION OF MATHEMATICAL LANGUAGE USE OF PROSPECTIVE MATHEMATICS TEACHERS THROUGH GEOMETRIC SHAPES	Zeynep ÖZAYDIN Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN Doç. Dr. Çiğdem ARSLAN	
	8	GRADE INFLATION: PRESERVICE TEACHERS' BELIEFS	Assist. Prof. Dr. AYŞE TOKAÇ KAN	
	9	UNCOVERING PRESERVICE TEACHERS' BELIEFS ABOUT HOW MORAL DEVELOPMENT OCCURS IN A CLASSROOM CONTEXT	Assist. Prof. Dr. AYŞE TOKAÇ KAN	
	10	ALTERNATİF DEĞERLENDİRME ÜZERİNE GERÇEKLEŞTİRİLMİŞ OLAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ	Assist. Prof. Dr. Meryem KONU KADİRHANOĞULLARI Assist. Prof. Dr. Jale KALEMKUŞ	

**Bildiri Sunumları / Presentation Session – III**  
**Meeting ID: 837 9303 7290** **Passcode: 24251222**

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Dr. Haya Y Alobaid	Authors	Theme
<b>Salon 1</b>	1	Accounting Information Systems of Kuwaiti Companies: Obstacles and Barriers	Dr. Haya Y Alobaid	
	2	25 The Influence of Organisational Culture on the Implementation of Enterprise Resource Planning	Assis. Prof. Dr. Redha M. Elhuni	
	3	Planning a Supply Chain with Risk and Environmental Objectives	Ghanima Al-Sharrah Haitham M. Lababidi Yusuf I. Ali	<b>Social Science</b>
	4	An Improved GA to Address Integrated Formulation of Project Scheduling and Material Ordering with Discount Options	Babak H. Tabrizi Assis. Prof. Dr. Seyed Assis. Prof. Dr. Farid Ghaderi	
	5	Production and Market of Certified Organic Products in Thailand	Chaiwat Kongsom Vitoon Panyakul	

	6	Exploring the Role of Private Commercial Banks in Increasing Small and Medium Size Enterprises' Financial Accessibility in Developing Countries: A Study in Bangladesh	Khondokar Farid Ahmmed Robin Bown	
	7	Corporate Governance in Network Marketing Organizations: The Role of Ethics and CSR	Assis. Prof. Dr. Venugopal Kummamuru	
	8	Oman's Position in U.S. Tourists' Mind: The Use of Importance-Performance Analysis on Destination Attributes	Mohammed Gamil Montasser Angelo Battaglia	
	9	Human Resources Recruitment Defining Peculiarities of Students as Job Seekers	Assoc. Dr. O. Starineca	
	10	Need for Standardization of Manual Inspection in Small and Medium-Scale Manufacturing Industries	Adithya Nadig	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assis. Prof. Dr. Safiyeh Khayati	Authors	Theme
<b>Salon 2</b>	1	Post Earthquake Volunteer Learning That Build Up Caring Learning Communities	ASsoc. Prof. Naoki Okamura	<b>Social Science</b>
	2	Teachers' Awareness of the Significance of Lifelong Learning: A Case Study of Secondary School Teachers of Batna – Algeria	Bahloul Amel	
	3	Affirming Students' Attention and Perceptions on Prezi Presentation via Eye Tracking System	Mona Masood, Norshazlina Shaik Othman	
	4	The Potential Benefits of Multimedia Information Representation in Enhancing Students' Critical Thinking and History Reasoning	Ang Ling Weay Mona Masood	
	5	Effective Factors Increasing the Students' Interest in Mathematics in the Opinion of Mathematic Teachers of Zahedan	Assis. Prof. Dr. Safiyeh Khayati Dr. Ali Payan	
	6	Gender, Tutoring and Track in Egyptian Education	Eman Sh. Sayed Ray Langsten	
	7	Case Study: Linking Career Education to University Education in Japan	Kumiko Inagaki	
	8	Satisfaction on English Language Learning with Online System	Suwaree Yordchim, Toby J. Gibbs	
	9	Assessment of Master's Program in Technology	Phd. Niaz Latif, lecture Joy L. Colwell	
	10	Teacher Talk and Language Output	Assis. Prof. Dr. Haiyan Wang	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assoc. Pro Dr. Ahmed Alaoui	Authors	Theme
<b>Salon 3</b>	1	Job Satisfaction of Midwives Working in Labor Ward of the Lady Dufferin Hospital: A Cross-Sectional Study	B. Muhammadani	<b>Social Science</b>
	2	Knowledge Transfer and the Translation of Technical Texts	Assoc. Pro Dr. Ahmed Alaoui	
	3	A Study of the Impact of Discrimination Experience on Life Satisfaction in Korean Women with Severe Disabilities	Soungwan Kim	
	4	The Influence of Islamic Arts on Omani Weaving Motifs	Dr. Zahra Ahmed Al-Zadjali	
	6	Valuation of Green Commercial Office Building: A Preliminary Study of Malaysian Valuers' Insight	Tuti Haryati Jasimin Hishamuddin Mohd Ali	
	7	A Study of Behaviors in Using Social Networks of Corporate Personnel of Suan Sunandha Rajabhat University	Wipada Chiawchan	
	8	Impact of Health Sector Economic Reforms in Underdeveloped Countries	Haga Elimam	
	9	Variations and Fugue on an Ancient Taiwanese Music: The Art of Combining Taiwanese Traditional Music and Western Composition in Kuo Chih-Yuan's Piano Repertoire	Assis. Prof. Dr. Sheng Wei Hsu	
	10	De-commoditisation of Food: How Organic Farmers from the Madrid Region Reconnect Products and Places through Web Marketing	Assis. Prof. Dr. Salvatore Pinna	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Assis. Prof. Dr. Salman Iqbal</b>	Authors	Theme
<b>Salon 4</b>	1	Key Factors Influencing Individual Knowledge Capability in KIFs	Assis. Prof. Dr. Salman Iqbal	<b>Social Science</b>
	2	Corporate Philanthropy as a Source of Competitive Advantage	Mateusz Rak	
	3	The Impact of Brand Loyalty on Product Performance	Assis. Prof. Dr. Tanzeel bin Abdul Rauf Patker Saba Mateen	
	4	Influence of a Company's Dynamic Capabilities on Its Innovation Capabilities	Lovorka Galetic Zeljko Vukelic	
	5	85 A Hybrid Particle Swarm Optimization-Nelder-Mead Algorithm (PSO-NM) for Nelson-Siegel-Svensson Calibration	Sofia Ayouche Rachid Ellaia Rajae Aboulaich	
	6	An Assessment on the Effect of Participation of Rural Woman on Sustainable Rural Water Supply in Yemen	Afrah Saad Mohsen Al-Mahfadi	
	7	Armed Groups and Intra State Conflict: A Study on the Egyptian Case	Ghazlan Mahmoud Abdel Aziz	
	8	Role of Leaders in Managing Employees' Dysfunctional Behavior at Workplace	Assis. Prof. Dr. Aya Maher Pakinam Youssef	
	9	An Analysis of Organoleptic Qualities of a Three-Course Menu from Moringa Leaves in Mubi, Adamawa State Nigeria	Rukaiya Suleiman Umar Annah Kwadu Medugu	
	10	Financial Statement Fraud: The Need for a Paradigm Shift to Forensic Accounting	Assis. Prof. Dr. Ifedapo Francis Awolowo	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Elke Mackensen</b>	Authors	Theme
<b>Salon 5</b>	1	A Project-Orientated Training Concept to Prepare Students for Systems Engineering Activities	Elke Mackensen	<b>Social Science</b>
	2	Websites for Hypothesis Testing	František Mošna	
	3	Applying Multiple Intelligences to Teach Buddhist Doctrines in a Classroom	Phalaunnaphat Siriwongs	
	4	The Implementation of Self-Determination Theory on the Opportunities and Challenges for Blended e-Learning in Motivating Egyptian Logistic Learners	Aisha Tarek Noour Nick Hubbard	
	5	Homogeneous and Heterogeneous Catalysis: Teachings of the Thermal Energy and Power Engineering Course	Assis. Prof. Dr. Junjie Chen	
	6	Development of Multimedia Learning Application for Mastery Learning Style: A Graduated Difficulty Strategy	Nur Azlina Mohamed Mokmin, Mona Masood	
	7	How to Use E-Learning to Increase Job Satisfaction in Large Commercial Bank in Bangkok	Teerada Apibunyopas Nithinant Thammakoranonta	
	8	Practices of Self-Directed Professional Development of Teachers in South African Public Schools	Assis. Prof. Dr. Rosaline Govender	
	9	Teachers and Learners Perceptions on the Impact of Different Test Procedures on Reading: A Case Study	Res. Assis. Bahloul Amel	
	10	The Effectiveness of Classroom Management on Nurturing	Barzan Hadi Hama Karim	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Assos. Prof. Dr. Oon-Seng Tan</b>	Authors	Theme
<b>Salon 6</b>	1	Investigating Mental Workload of VR Training versus Serious Game Training on Shoot Operation Training	Ta-Min Hung Tien-Lung Sun	<b>Social Science</b>
	2	Dynamic of Aggressive Behavior at the Context of Reflective Process	Elena Chernyshkova	
	3	How Does Psychoanalysis Help in Reconstructing Political Thought? An Exercise of Interpretation	Assis. Prof. Dr. Subramaniam Chandran	
	4	Problem-based Learning Approach to Human Computer Interaction	Assos. Prof. Dr. Oon-Seng Tan	
	5	The Strange Relationship between Literacy and Well-Being: The Results of an International Survey with Special Focus on Italy	Federica Cornali	

	6	Curriculum and Sex-specific Differences in Academic Stress Arising from Perceived Expectations	Glenn M. Calaguas	
	7	Aligning IS Development with Users- Work Habits	Assis. Prof. Dr. Abbas Moshref Razavi Rodina Ahmad	
	8	Exploration of Autistic Children using Case Based Reasoning System with Cognitive Map	Ebtehal Alawi Alsaggaf Shehab A. Gamalel-Din	
	9	Organization as System, Psychic Dynamism as Equilibration: A Conceptualization	Assis. Prof. Dr. Abbas Moshref Razavi Rodina Ahmad	
	10	How Valid Are Our Language Test Interpretations? A Demonstrative Example	Masoud Saeedi Shirin Rahimi Kazerooni Vahid Parvaresh	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Prof. Dr. Tereza Dolečková	Authors	Theme
<b>Salon 7</b>	1	Customer Adoption and Attitudes in Mobile Banking in Sri Lanka	Prasansha Kumari	<b>Social Science</b>
	2	A Study of Student Satisfaction of the Suan Sunandha Rajabhat University Radio Station	Prapoj Na Bangchang	
	3	The Service Appraisal of Soldiers of the Army of the Czech Republic in the Context of Personal Expenses	Prof. Dr. Tereza Dolečková	
	4	Peculiarities of Implementation of Branding Principles	Maia Seturi	
	5	Market Segmentation and Conjoint Analysis for Apple Family Design	Abbas Al-Refaie, Nour Bata	
	6	The Role of Emotions in the Consumer: Theoretical Review and Analysis of Components	Mikel Alonso López	
	7	Recent Advances and Challenges in the Catalytic Combustion at Micro-Scales	Junjie Chen, Deguang Xu	
	8	Usage of Military Spending, Debt Servicing and Growth for Dealing with Emergency Plan of Indian External Debt	Assis. Prof. Dr. Sahbi Farhani	
	9	The Relationship between Military Expenditure, Military Personnel, Economic Growth, and the Environment	El Harbi Sana Ben Afia Neila	
	10	Studying the Influence of Logistics on Organizational Performance through a Supply Chain Strategy: Case Study in Goldiran Electronics Co.	Assis. Prof. Dr. Ali Hajiesmaeli Dr. Mehdi Rahimi Dr. Ehsan Jaber Amir Abbas Hosseini	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assis. Prof. Dr. Osagiede Mercy Afe	Authors	Theme
<b>Salon 8</b>	1	Mobile Collaboration Learning Technique on Students in Developing Nations	Amah Nnachi Lofty, Oyefeso Olufemi Ibiam Udu Ama	<b>Social Science</b>
	2	Complexity Leadership and Knowledge Management in Higher Education	Assis. Prof. Dr. Prabhakar Venugopal Gantasala	
	3	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	
	4	Transnational Higher Education: Developing a Transnational Student Success 'Signature' for Pre-Clinical Medical Students – An Action Research Project	W. Maddison	
	5	Collaborative Team Work in Higher Education: A Case Study	Swapna Bhargavi Gantasala	
	6	Transformation of Kosovo Education from Traditional into Modern 1999-2012	Bekim Avdiaj	
	7	Remedying Students' Misconceptions in Learning of Chemical Bonding and Spontaneity through Intervention Discussion Learning Model (IDLM)	Ihuarulam Ambrose Ikenna	
	8	Knowledge and Information Sharing in the Opinion of the Polish Academic Community	Dr. Marzena Świgoń	
	9	Customization of Moodle Open Source LMS for Tanzania Secondary Schools' Use	Assis. Prof. Dr. Ellen. A. Kalinga	

	10	The Influence of Gender on Job-Competencies Requirements of Chemical-Based Industries and Undergraduate-Competencies Acquisition of Chemists in South West, Nigeria	Rachael Olatoun Okunuga	
--	----	---	-------------------------	--

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assis. Prof. Dr. Soungwan Kim</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 9</b>	1	Factors Underlying the Digital Divide for Disabled People: Focus on a Korean Case Study	Assis. Prof. Dr. Soungwan Kim	<b>Social Science</b>
	2	Mikrofonie I (1964) by Karlheinz Stockhausen - Between Idea and Auditory Image	Justyna Humiğcka-Jakubowska	
	3	A Framework for the Evaluation of Infrastructures' Serviceability	Kyonghoon Kim, Wonyoung Park, Taeil Park	
	4	Participatory Democracy to the Contemporary Problems of Polish Social Policy	Agnieszka Szczudlińska-Kanoś	
	5	The Interpretation of World Order by Epistemic Communities in Security Studies	Dr. Gabriel A. Orozco	
	6	Mikrofonie I (1964) by Karlheinz Stockhausen - Between Idea and Auditory Image	Justyna Humiğcka-Jakubowska	
	7	The Phatic Function and the Socializing Element of Personal Blogs	Emelia Noronha, Milind Malshe	
	8	17 The Use of Appeals in Green Printed Advertisements: A Case of Product Orientation and Organizational Image Orientation Ads	Chutima Ruangtamanun	
	9	Human Resource Development Strategy in Automotive Industry (Eco-Car) for ASEAN Hub	Assoc. Prof. Phichak Phutrakul	
	10	Forms of Promotion and Dissemination of Traditional Local Wisdom: Creating Occupations among the Elderly in Noanmueng Community, Muang Sub-District, Baan Doong District, Udonthani Province	Assis. Prof. Dr. Pennapa Palapin	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assis. Prof. Dr. Ibrahim Dauda Adagye</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 10</b>	1	Upon Further Reflection: More on the History, Tripartite Role, and Challenges of the Professoriate	Jeffrey R. Mueller	<b>Social Science</b>
	2	Effective Internal Control System in the Nasarawa State Tertiary Educational Institutions for Efficiency: A Case of Nasarawa State Polytechnic, Lafia	Assis. Prof. Dr. Ibrahim Dauda Adagye	
	3	Instruction and Learning Design Consideration for the Development of Mobile Learning Application	M. Sarrab, M. Elbasir	
	4	An Innovative Approach to Improve Skills of Students in Qatar University Spending in Virtual Class through Learning Management System	Mohammad Shahid Jamil, Mohamed Chabi	
	5	The Effects of Applying Linguistic Principles and Teaching Techniques in Teaching English at Secondary School in Thailand	Wannakarn Likittrattanaporn	
	6	Integrated Education at Jazan University: Budding Hope for Employability	Jayanthi Rajendran	
	7	Developing Leadership and Teamwork Skills of Pre-Service Teacher through Learning Camp	Sirimane Banjong	
	8	Web Application for Evaluating Tests in Distance Learning Systems	Bogdan Walek, Dr. Vladimir Bradac, Phd. Can. Radim Farana	
	9	Cooperative Learning: A Case Study on Teamwork through Community Service Project	Priyadharshini, Ahrumugam	
	10	Challenges and Opportunities of Utilization of Social Media by Business Education Students in Nigeria Universities	Assis. Prof. Dr. Titus Amodu Umoru	

**24 Aralık / 24 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assis. Prof. Dr. Farzana Islam</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
-----------------	--	---	----------------	--------------

<b>Salon 11</b>	1	Angiographic Evaluation of ETT (Treadmill) Positive Patients in a Tertiary Care Hospital of Bangladesh	Syed Dawood Md. Taimur, Saidur Rahman Khan, Farzana Islam	<b>Applied Science</b>
	2	Protective Effect of Saponin Extract from the Root of Garcinia kola (Bitter kola) against Paracetamol- Induced Hepatotoxicity in Albino Rats	Yemisi Rufina Alli Smith, Isaac Gbadura Adanlawo	
	3	Evaluation of Salivary Nickel Level during Orthodontic Treatment	Mudafara S. Bengleil, Juma M. Orfi, Iman Abdelgader	
	4	A Study of Cardio Pulmonary Changes during Upper Gastrointestinal Endoscopy	Sharan Badiger, Prema T. Akkasaligar, P. Amith Kumar	
	5	The Role of Identifications in Women Psychopathology	Mary Gouva, Elena Dragioti, Evangelia Kotsotsiou	
	6	A Review of Pharmacological Prevention of Peri-and Post-Procedural Myocardial Injury after Percutaneous Coronary Intervention	Assis. Prof. Dr. Syed Dawood Md. Taimur, Md. Prof. Dr. Hasanur Rahman, Syeda Fahmida Afrin, Farzana Islam	
	7	An Empirical Mode Decomposition Based Method for Action Potential Detection in Neural Raw Data	Sajjad Farashi, Assoc. Prof. Dr. Mohammadjavad Abolhassani, Mostafa Taghavi Kani	
	8	The Origin, Diffusion and a Comparison of Ordinary Differential Equations Numerical Solutions Used by SIR Model in Order to Predict SARS-CoV-2 in Nordic Countries	Assis. Prof. Dr. Gleda Kutrolli, Assis. Prof. Dr. Maksi Kutrolli, Etjon Meco	
	9	Tuberculosis Modelling Using Bio-PEPA Approach	Dalila Hamami, Baghdad Atmani	
	10	Possible Role of Polyamine on Tumor Spread after Surgical Trauma	prof. Dr. Kuniyasu Soda	

## EGE

**7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES**  
**7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES**  
December 24- 25, 2022 – Izmir

**Bildiri Sunumları / Presentation Session – I**  
**Meeting ID: 865 1310 5022** **Passcode: 24251222**

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Doç. Dr. İlknur GÜRSES KÖSE</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 1</b>	1	ERKEN CUMHURİYET DÖNEMİNDE YEREL BASIN YOLUYLA TARİH VE TOPLUMUN KURGULANIŞI: VAN YEREL BASINI ÖRNEĞİ	Öğr. Gör.,Ergin SARI Doç. Dr.Ömer ALANKA	
	2	2000 SONRASI TÜRK KORKU FİLMLERİNDE MİTOLOJİK TEMSİLLER	Doç. Dr. İlknur GÜRSES KÖSE	
	3	PATRİARKAL YARGILAMANIN VE ADALETİN METAFORU OLARAK GÜNDÜZ KUŞAĞI REALITY TV PROGRAMLARI	Doç. Dr. İlknur GÜRSES KÖSE	
	4	ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ'NİN SOSYAL MEDYA İLETİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Öğr.Gör.Dr. Nazif Kutay ERDEN	
	5	MÜZİK VE GÜZEL SANATLARDA SEYİRCİ İLE ETKİLİ İLETİŞİM	Öğr.Gör.Dr.Nazif Kutay ERDEN	
	6	ORMAN YANGINLARIYLA MÜCADELEDE KAMU FARKINDALIĞI OLUŞTURAN KAMPANYALARIN ROLÜ	Doç. Dr. Selin BİTİRİM OKMEYDAN	
	7	KUŞAKLAR VE TÜKETİM ANLAYIŞINDAKİ DEĞİŞİMLER	Doç. Dr. Selin BİTİRİM OKMEYDAN	
	8	SOSYAL MEDYA KONULU LİSANSÜSTÜ YAZININ BİBLİYOMETRİK ANALİZİ: SICAK NOKTALAR, SINIRLAR VE GELECEKTEKİ EĞİLİMLER	Doç. Dr. HACER AKER ÇİSEM ÇOMRUK	

	9	SİNEMA ALANINDA YAZILMIŞ YEŞİLÇAM KONULU TEZLERİN (1999-2022) BİBLİYOMETRİK PROFİLİ	Doç. Dr. HACER AKER ALİYENUR YEL	
	10	MEDYADA ATAERKİL PAZARLIK: YALI ÇAPKINI DİZİSİ ÜZERİNE BİR ANALİZ	Araş.Gör Beste Elveren Arı	
	11	FARKLI MEDYA PLATFORMLARINDA POPÜLER KÜLTÜR ÜRETİMİ: TÜRKİYE'DE CADILAR BAYRAMI ÖRNEĞİ	Deniz Keba Ekinci Şefika Yurdakul Saygılı	
	12	THE HISTORY OF COSTUME DESIGN IN TURKISH CINEMA	Dr. Öğr. Üyesi. Burcu Dabak Özdemir	
<b>25 Aralık / 25 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Prof. Dr. Mehmet ÖZBAŞ</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 2</b>	1	[In]DISCIPLINE in EDUCATION	Prof. Dr. Mehmet ÖZBAŞ	
	2	A REVIEW OF ACADEMIC LITERACY SKILLS OF THE 21st CENTURY	Öğr., Hakan İBİLİ Prof. Dr., Mehmet ÖZBAŞ	
	3	“MÜZİKSEL İŞİTME OKUMA VE YAZMA EĞİTİMİ” ALANINDA YAPILAN ULUSAL VE ULUSLARARASI TEZLERİN İNCELENMESİ	Prof. Dr. Ersan ÇİFTÇİ Derya YAZICI	
	4	ÜNİVERSİTELİ GENÇ KIZLARDA PREMENSTRÜEL SENDROM BELİRTİLERİNİN CİNSEL İŞLEV VE ÇOCUKLUK TRAVMALARI İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Hande Özkan Dr. Öğr. Üyesi, Özlem ŞENER	
	5	STUDENTS ASSESSMENT OF ONLINE EDUCATION DURING THE COVID-19 EPIDEMIC	Zohaib Hassan Sain	
	6	FİZİKSEL MODELLER YARDIMIYLA SINIF ÖĞRETMENLERİNE TEMEL ASTRONOMİ KONULARININ ÖĞRETİMİ	Yunus ERİŞGİN Prof. Dr. Hüseyin KALKAN	
	7	COMICS AND SKILL TRAINING	Mucahit POYRAZ	
	8	COMIC AND EMPATHY SKILLS: HISTORICAL EMPATHY	Mucahit POYRAZ	
	9	ORTAOKUL MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ PROBLEM ÇÖZME VE KURMA PERFORMANSLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ	Assist. Prof. Dr. MERVE ÖZKAYA	
	10	EXAMINATION OF MENTORING APPLICATION WITH GIFTED STUDENTS	Dr, Fatma Özge ÇAVUŞ	
<b>25 Aralık / 25 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Doç. Dr. Mehmet Akif DUMAN</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 3</b>	1	DİL FELSEFESİ KAPSAMINDA İDEAL DİL VE BELİRSİZLİĞİN TEMATİK SINIFLANDIRMASI ÜSTÜNE BİR DENEME	Doç. Dr. Mehmet Akif DUMAN	
	2	DİL FELSEFESİ KAPSAMINDA SÖZ, SÖZCÜK VE CÜMLE ZİTLİĞİNİN TEMATİK SINIFLANDIRMASI ÜSTÜNE BİR DENEME	Doç. Dr. Mehmet Akif DUMAN	
	3	DANS EDEN ON İKİ PRENSE	AYŞE İZCİ	
	4	TÜRK DİLİ ÇALIŞMALARINDA ZEKİ VELİDİ TOGAN KÜTÜPHANESİ	Arş. Gör. Dr. , NURAY TAMİR	
	5	AŞIK DERTLİ POLAT'IN NASİHAT KONULU ŞİİRLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	Arş. Gör. Dr. ESRA TARHAN	
	6	CORRECTIONS ON TARAMA DICTIONARY	Arş. Gör. Hülya ERGENE	
	7	BİR KENTLE ÖZDEŞLEŞEN ROMAN: O'HAKKÂRİ'DE BİR MEVSİM	Prof. Dr. Hanife Nalan GENÇ	
	8	NEDİM GÜRSEL'İN ANLATISINDA PARİS VE İSTANBUL	Prof. Dr. Hanife Nalan GENÇ	
	9	SABAHATTİN ALİ HİKÂYELERİNDE TEMEL ÇATIŞMALAR	YAREN EZGİ ŞEN	
	10	BİR EDEBİ ÇATIŞMA ÖRNEĞİ OLARAK: NAZİM HİKMET PUTLARI MI YIKTI, POT MU KIRDI?	Assoc. Prof. Dr. Canan OLPAK KOÇ	
<b>25 Aralık / 25 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assoc. Prof. Dr. Merve YILDIRIM</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 4</b>	1	CHRONOLOGICAL ANALYSIS OF STRIPED TEXTILES IN MODERN TURKISH INTERIOR DESIGN	İLGİ SELEN ŞAHİN YAREN ÖZBENT Prof. Dr. DENİZ HASIRCI	
	2	MODERN TURKISH SCULPTORS AND THEIR FURNITURE DESIGN: A COMPARISON OF APPROACHES	SILA KİRAS GÖNÜL BUĞSE GÜLLER	



			Prof. Dr. DENİZ HASIRCI	
3	PHOTOREALISM IN CONTEMPORARY TURKISH PAINTING AND THE WORKS OF TANER CEYLAN		AHMET GÖKTUĞ KILIÇ	
4	Color Perception in Digital Game Design		Dr. Öğr. Üyesi Merve Karaman	
5	THE STYATIONISM MOVEMENT AND CONTEMPORARY ART		Assoc. Prof. Dr. Merve YILDIRIM	
6	ARCHITECTURAL DETAILED MOTIFS IN TURKISH TILE ART		Dr. Instructor See. Eda DEMİR TOSUNOĞLU	
7	DEPICTIONS OF “FLOWER VASE” IN OTTOMAN PERIOD TILES		Dr. Instructor See. Eda DEMİR TOSUNOĞLU	
9	OP ART AKIMININ MODERN DESENLERİNİN DİJİTAL BASKI UYGULAMALARI		Assist. Prof. Dr. HÜSEYİN ÖZDEMİR HATİCE HİLAL AKAY	
10	REALISM AND SYMBOLISM IN ART: THE EXPRESSIONISM DEBATE		Eylem YILDIZER	

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assist. Prof. Dr. Emre EKİNCİ	Authors	Theme
<b>Salon 5</b>	1	2002 SONRASI DÖNEMDE MERKEZİ YÖNETİM BÜTÇE AÇIKLARI VE FİNANSMANININ ANALİZİ	NİHAN DEMİR Prof. Dr. YAŞAR UYSAL	
	2	GREEN BUDGETING AND APPLICABILITY	Dr. Öğr. Üyesi, İrem ERASA AKÇA	
	3	CITIZEN FOCUSED BUDGET: EVALUATION WITHIN THE SCOPE OF FINANCIAL TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY	Assist. Prof. Dr. İREM ERASA AKÇA Res. Assist. MEHMET FATİH ÇAPANOĞLU	
	4	DAVRANIŞSAL KAMU POLİTİKASI UYGULAMASI: GAZİANTEP ÖRNEĞİ	Perihan Tabur Doç. Dr. Harun Şahin	
	5	KENTSEL DİRENÇLİLİK KAVRAMI PERSPEKTİFİNDEN KIRSAL DİRENÇLİLİK KAVRAMINI ANLAMLANDIRMAK	Assist. Prof. Dr. Emre EKİNCİ	
	6	BİLGE KRAL ALİYA İZZETBEGOVİÇ'İN HAYATI, LİDERLİĞİ VE İLİM DÜNYASI	Yüksek Lisans Öğrencisi, Serhat POLAT	
	7	15 TEMMUZ DARBE GİRİŞİMİ SONRASI ORDUNUN KONTROLÜ SORUNU	Dr. Öğr. Üyesi, MÜCAHİT AVCI	
	8	VERGİNİN TARİHİ GELİŞİMİ ve GEÇMİŞTE ALINAN BAZI İLGİNÇ VERGİLERİN TOPLUMA YANSIMALARI	Araş. Gör. Dr. TUBA GEZER	
	9	SİYASET BİLİMİNDE YENİ PERSPEKTİFLER: SİYASAL İLETİŞİMDE ve SEÇİM KAMPANYALARINDA ‘NÖROPOLİTİKA’ BİR ANALİZ MODELİ OLABİLİR Mİ?	Dr. Emre AYDİLEK	
	10	ZORLU SİYASA PROBLEMİ OLARAK COVID-19 PANDEMİSİNİN KAMU SEKTÖRÜNDE İŞBİRLİKÇİ YÖNETİŞİME ETKİSİ	Arş. Gör. Dr., F. BURAK YERLİKAYA	

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY	Authors	Theme
<b>Salon 6</b>	1	SOME INTEGRAL TYPE FIXED-CIRCLE RESULTS	Assoc. Prof. Dr. NİHAL TAŞ	
	2	FIXED-CIRCLE RESULTS ON G-METRIC AND S-METRIC SPACES	Assoc. Prof. Dr. NİHAL TAŞ Asst. Prof. Dr. ELİF KAPLAN	
	3	ASYMPTOTIC STABILITY OF AN IMPULSIVE HUANG-LI FINANCIAL MODEL	Dr. Nur CENGİZ Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN	

4	UNIFORM ASYMPTOTIC STABILITY OF A HIGHER ORDER DIFFERENTIAL EQUATION WITH GENERALIZED PIECEWISE CONSTANT ARGUMENT	Dr. Nur CENGİZ Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN
5	İKİ DEĞİŞKENLİ MAXIMUM ÇARPIM TİPİ BERSTEIN-STANCU OPERATÖRÜ	Prof. Dr. Sevilay KIRCI SERENBAY Ayşe Kübra BİNMAR
6	SOME FIXED-ELLIPSE RESULTS ON $S_b$ -METRIC SPACES	Research Asistant Dr. HÜLYA AYTİMUR
7	NEW FIXED-HYPERBOLA THEOREMS VIA DIFFERENT CONTRACTIONS	Research Asistant Dr. HÜLYA AYTİMUR
8	TANGENT SURFACES OF ADJOINT CURVES IN EUCLIDEAN 3-SPACES	Dr. GÜL UĞUR KAYMANLI Prof. Dr. TALAT KÖRPİNAR
9	CANAL SURFACES WITH FLC-FRAME IN 3-DIMENSIONAL EUCLIDEAN SPACES	Dr. GÜL UĞUR KAYMANLI
10	A SUBORDINATION RESULT FOR SOME SUBCLASSES OF ANALYTIC FUNCTIONS INVOLVING THE GENERALIZED $k$ -MITTAG-LEFFLER FUNCTIONS	Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY
11	A NEW SUBCLASS OF BI-UNIVALENT FUNCTIONS CONNECTED WITH THE MILLER-ROSS-TYPE POISSON DISTRIBUTION BASED UPON EINSTEIN FUNCTION	Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no	Session Chair : Assoc.Prof. Dr. Ramazan İLGÜN	Authors	Theme
Salon 7	1	IS THIAMETHOXAM AN OXIDATIVE STRESSOR?: ROS LEVEL IN ZEBRAFISH LARVAE INCREASES WITH THE EFFECT OF THIAMETHOXAM	Dr. Öğr Üyesi, Mine KÖKTÜRK Dr., Ekrem SULUKAN
	2	MORPHOLOGICAL EVALUATIONS ON FUNCTIONAL ANATOMY OF SINUS INTERDIGITALIS IN SHEEP FOOT ANATOMY	Assoc.Prof. Dr. Ramazan İLGÜN
	3	EFFECT OF OVARIECTOMY ON MALONDIALDEHYDE AND GLUTATHIONE IN SUBSTANTIA NIGRA TISSUE	Doç. Dr. Mustafa MAKAV Doç. Dr. Mushap KURU Doç. Dr. Hüseyin Avni EROĞLU
	4	HİSTOPATHOLOGICAL EXAMINATION OF CARDIAC TISSUE DAMAGE AND EVALUATION OF SOME BLOOD PARAMETERS IN CARDIOTOXICITY CAUSED BY 5-FU IN RATS	Dr. Merve ÖZTÜRK Dr. Yasin ÖZTÜRK Dr. Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK
	5	EVALUATION OF THE LENGTH-WEIGHT AND LENGTH-LENGTH RELATIONSHIPS OF <i>Carassius gibelio</i> POPULATION INHABITING ENGİZ STREAM (SAMSUN, TURKEY)	CEREN ÇETİN Prof. Dr. SAVAŞ YILMAZ Dr. SEMRA SAYGIN Dr. MELEK ÖZPİÇAK
	6	THE PREVALENCE OF LARVAL FORMS OF DICROCOELID TREMATODES IN LAND SNAILS "Helix lucorum" COLLECTED FROM İĞDIR, TURKEY	Asst. Prof. Ahmet Hakan UNLU
	7	OKSİTETRAŞİKLİN UYGULANAN RATLARDA BAZI KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE BORİK ASİDİN ETKİLERİ	Buket Fidancı Prof. Dr. Miyase Çınar Arş. Gör. Ali Şenol

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no	Session Chair : Dr. Öğr. Üyesi Melih ÜRKMEZ	Authors	Theme
Salon 8	1	The EFFECT OF LACTICASEIBACILLUS RHAMNOSUS GG on SERUM OSTEOCALCIN, INSULIN and INTERLEUKIN-6 LEVELS in HEALTHY MALE RATS	Dr. Ersin BEYAZÇIÇEK Dr. Özge BEYAZÇIÇEK
	2	ANALYSIS OF ANATOMY LABORATORY IN TERMS OF MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION	Res. Assist. Yusuf Seçgin Assoc. Prof. Dr. Şeyma Toy Prof. Dr. Hasan Solmaz Specialist Dr. Erhan Başar
	3	DETERMINATION OF GENDER BY MACHINE LEARNING ALGORITHMS, THROUGH USING CRANIOCERVICAL JUNCTION	Asst. Prof. Dr. Gamze Taşkın Şenol Prof. Dr. İbrahim Kürtül

		PARAMETERS AND DIMENSIONS OF THE CERVICAL SPINAL CANAL	Abdullah Ray Gülçin Ahmetoğlu Res. Assist. Yusuf Seçgin Assoc. Prof. Dr. Zülal Öner
4		FACTORS RELATED TO HEALTH EXPENDITURES IN TÜRKİYE: EVIDENCE FROM COINTEGRATION ANALYSIS	PhD, CANAN GÜLCAN
5		EVALUATION OF PEDIATRIC PATIENTS PRESENTING TO THE 2ND LEVEL EMERGENCY DEPARTMENT	Dr. Öğr. Üyesi Ramazan Kıyak Doç. Dr. Süha Serin Doç. Dr. Bahadır Çağlar
6		KÖK HÜCRE UYGULAMALARI OSTEOARTRİT TEDAVİSİNDE BAŞARILI MIDIR?	Assoc. Prof. Dr. Fatih Kar
7		NÖRODEJENERATİF HASTALIKLARIN ENTROPİ TABANLI ÖZNELİK KULLANILARAK MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİYLE SINIFLANDIRILMASI	DİLARA ARAPOĞLU PROF DR, ERSOY ÖZ
8		BAŞARILI EMZİRMEDE EBELİK FAKTÖRLERİ: POSTPARTUM İLK 6 AY	Dr. Öğr. Üyesi, ESRA SABANCI BARANSEL BÜŞRA İKİKAT BİRGÜL EKİCİ İLKNUR OSKAY
9		YENİ AÇILAN KALP MERKEZİNDE 1 YILLIK ASENDAN AORT CERRAHİSİ SONUÇLARI	Dr.Öğr.Üyesi Melih ÜRKMEZ
10		ESSENTIAL OILS AND CARVACROL COMBINATION FOR DISINFECTION OF ROOM AIR	Dr., AYŞEGÜL HOŞ AYŞE İNCİ

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no	Session Chair : Assoc. Prof. Dr. KAPTANIDERYA TAYFUR	Authors	Theme
1	AKUT LÖSEMİLERDE YENİ NESİL DİZİLEME (YND) YÖNTEMİ İLE TESPİT EDİLEN MUTASYONLARIN DAĞILIMLARI	Biyolog Kübra YILDIZ KAYACI Dr. Öğr. Üyesi Seda EREN KESKİN Prof. Dr. Hakan Savlı Prof. Dr. Abdullah HACİHANİFİOĞLU Doç. Dr. Naci ÇİNE Uzm. Biyolog Buket DOĞRUOĞLU Uzm. Biyolog Zeynep İLKAY Biyolog Işıl AKALIN YILDIRIM	
2	YENİ AÇILAN KALP MERKEZİNDE ABDOMİNAL AORT ANEVİZMASININ ENDOVASKÜLER YÖNTEMLE TEDAVİSİNDE 1 YILLIK TECRÜBEMİZ	Assoc. Prof. Dr. KAPTANIDERYA TAYFUR	
3	RETROSPECTIVE EVALUATION OF THE EFFICACY OF TWO DIFFERENT DEXAMETHASONE DOSES IN ARDS PATIENTS FOLLOWED IN COVID-19 INTENSIVE CARE UNIT	Uzm. Dr. MERVE YAMAN Öğr. Gör. Dr. MURAT EMRE TOKUR Prof. Dr. CANAN BALCI	
4	DOES REDUCTION TO PEDIATRIC TORUS FRACTURES EFFECT ON PAIN DURATION?	Asistant Professor Taner Alıç, Research Asistant Onur Afacan, Research Asistant Murat Okan Demirezen	
5	OUR RESULTS OF APPLICATION OF ZIPTIGHT IN ACROMIOCLAVICULAR JOINT SEPARATIONS	Dr. Öğr. Üyesi Taner Alıç Arş. Gör. Salih Çimen Arş. Gör. Muhammet Zeki Bakal	
6	ERUCIC ACID POTENTIATE ANTITUMOR, APOPTOTIC, AND OXIDANT ACTIONS OF CISPLATIN VIA THE STIMULATION OF TRPM2 CHANNEL IN COLON TUMOR CELLS	Aysenur Nazıroğlu Ahmet Çarhan	
7	COMPARISON OF THE EFFECT OF HEGU POINT ICE MASSAGE AND MUSIC ON PAIN AND COMFORT LEVELS IN DYSMENORRHEA	Arş. Gör. Dr. Sevgi PAKIŞ ÇETİN Doç. Dr. Kıvan ÇEVİK KAYA	

**Salon 9**

	8	COVID-19 PANDEMİSİ DÖNEMİNDE DERMATOLOJİ POLİKLİNİĞİNE YAPILAN BAŞVURULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR RETROSPEKTİF ARAŞTIRMA	Dr. Öğr. Üyesi Aslı KURTĞÖZ Dr. Öğr. Üyesi Zehra İNCEDAL SONKAYA Öğr. Gör. Dr. Selin KESKİN KIZILTEPE
	9	SEPSİSTE NÜTRİSYONEL MÜDAHALELER	AYŞE KIRANLIOĞLU Doç. Dr. AYŞE GÜNEŞ BAYIR
	10	INVESTIGATION OF WHETHER ACHILLEA BIEBERSTEINII EXTRACT CROSS-TALK WITH UPR TRANSCRIPTION FACTORS IN ER STRESS PATHWAY ON EPENDYMOMA (NF-KB + ) BRAIN CANCERS	Assist.Prof. Serkan KÜÇÜKTÜRK Assist.Prof. Tuğçe DURAN Lecturer Dr. Mehmet Ali KARASELEK
	11	CİNSEL İŞLEV BOZUKLUĞU OLAN BİREYLERE YAKLAŞIM	Öğr. Gör. Esra KARABULUT Doç. Dr. Birgül ÖZKAN
	12	FARKLI GRUPLARDA PSİKOSOSYAL YÖNLERİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	Öğr. Gör. Esra KARABULUT Öğr. Gör. Fatma BOĞAN Uzm. Hemşire Sevgi KESKİN Doç. Dr. Birgül ÖZKAN

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:00-11:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assoc. Prof. Dr. Diren ÇAKMAK	Authors	Theme
<b>Salon 10</b>	1	INTERNATIONAL NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS (INGO) ROLES IN CYBER DIPLOMACY	Dr. Nabat Garakhanova	
	2	TÜRKİYE'NİN SAHRA ALTI AFRİKA'DA ARTAN VARLIĞI: SİVİL TOPLUM ÖRNEKLİĞİ	Dr. Ahmet Emin Dağ	
	3	A STUDY ON GASTRODIPLOMACY INVESTMENTS AND THEIR EFFECTS AS A SOFT POWER TOOL	Umut KARADUMAN	
	4	TÜRKİYE'NİN İKİNCİ DÜNYA SAVAŞI'NA GEÇ GİRİŞİNE YÖNELİK ELEŞTİRİLER VE TÜRK BASINININ BUNA KARŞI PROPAGANDASI	Dr. Sacit Yarımoğlu	
	5	DISCOURSES AND POLICIES REGARDING WOMEN'S ISSUES IN POLITICAL PARTY WEBSITES IN JAPAN	HACER ELMACI	
	6	BEING A JOURNALIST IN THE GAZA STRIP AND ANTISEMITISM	Assoc. Prof. Dr. Diren ÇAKMAK	
	7	ISRAEL'S WAR ON TERROR : OPERATION QIBYA	Assoc. Prof. Dr. Diren ÇAKMAK	
	8	TÜRK TOPLUMUNUN AVRUPA BİRLİĞİ'NE BAKIŞI: YAŞ DEĞİŞKENİ ÜZERİNDEN BİR ARAŞTIRMA	Assist. Prof. Dr. Serkan GÜNDOĞDU Assoc. Prof. Dr. İsmail DURSUNOĞLU	
	9	21ST CENTURY CHINESE MARITIME STRATEGY: A MILITARY AND ECONOMIC PROJECTION IN SEA POWER	Assist. Prof. Dr. Eda TUTAK	
	10	DEVELOPMENT OF ANTI-TERRORISM COOPERATION IN EUROPE AND DEFICIENCIES IN THE FIGHT AGAINST RELIGIOUSLY-MOTIVATED TERRORIST GROUPS	Assoc. Prof. Dr. Sezgin Kaya	
	11	COVID-19 PANDEMİSİ VE UKRAYNA-RUSYA SAVAŞI'NIN, TÜRKİYE'DE TAHİL FİYATLARI VE ÜRETİM ARZLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	Öğr. Gör. Dr. Bige Küçükkefe Öğr. Gör. Dr. Hande Özolgun Akkurt	

**Bildiri Sunumları / Presentation Session – I**

**Meeting ID: 837 9303 7290**

**Passcode: 24251222**

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assis. Prof. Dr. Riham A. Ragheb	Authors	Theme
<b>Salo n 1</b>	1	Funding Innovative Activities in Firms: The Ownership Structure and Governance Linkage - Evidence from Mongolia	Assis. Prof. Dr. Ernest Nweke Assis. Prof. Dr. Enkhtuya Bavuudorj	

	2	The Impact of Size of the Regional Economic Blocs to the Country's Flows of Trade: Evidence from COMESA, EAC and Tanzania	Mosses E. Lufuke, Lorna M. Kamau	<b>Social Science</b>
	3	Sustainable Tourism Development: Assessment of Egyptian Sustainable Resorts	Assis. Prof. Dr. Riham A. Ragheb	
	4	A Conceptual Framework and a Mathematical Equation for Managing Construction-Material Waste and Cost Overruns	Saidu Ibrahim Winston M. W. Shakantu	
	5	Simulation Modeling and Analysis of In-Plant Logistics at a Cement Manufacturing Plant in India	Sachin Kamble Shradha Gawankar	
	6	Estimation of Time Loss and Costs of Traffic Congestion: The Contingent Valuation Method	Assos. Prof. Amira Mabrouk Chokri Abdennadher	
	7	Electronic Health Record System: A Perspective to Improve the Value of Services Rendered to Patients in Healthcare Organization in Rwanda, Case of CHUB and Hopital De Nemba	Assis. Prof. Dr. Mugabe Nzarama Gabriel	
	8	Spatial Econometric Approaches for Count Data: An Overview and New Directions	Paula Simões Isabel Natário	
	9	Importance of Knowledge in the Interdisciplinary Production Processes of Innovative Medical Tools	Assis. Prof. Dr. Katarzyna Mleczko	
	10	The Use of Electronic Shelf Labels in the Retail Food Sector	Brent McKenzie Victoria Taylor	

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Salako Emmanuel Adekunle</b>	Authors	Theme
<b>Salon 2</b>	1	An Implementation of Multi-Media Applications in Teaching Structural Design to Architectural Students	Assis. Prof. Dr. Wafa Labib	<b>Social Science</b>
	2	Online Teaching and Learning Processes: Declarative and Procedural Knowledge	Dr. Eulalia Torras Lecture Andreu Bellot	
	3	Emotional Intelligence as Predictor of Academic Success among Third Year College Students of PIT	Assis. Prof. Dr. Sonia Arradaza-Pajaron	
	4	Simulation versus Hands-On Learning Methodologies: A Comparative Study for Engineering and Technology Curricula	Mohammed T. Taher Usman Ghani Ahmed S. Khan	
	5	Remote Training with Self-Assessment in Electrical Engineering	Zoja Raud Valery Vodovozov	
	6	Parental Expectations and Student Performance in Secondary School Mathematics Education	Daya Weerasinghe	
	7	Perception of Secondary Schools' Students on Computer Education in Federal Capital Territory (FCT-Abuja), Nigeria	Salako Emmanuel Adekunle	
	8	A Linguistic Analysis of the Inconsistencies in the Meaning of Some -er Suffix Morphemes	Assis. Prof. Dr. Amina Abubakar	
	9	The Importance of Raising Awareness of Collocational Knowledge in ESL/EFL Classrooms	Assoc. Prof. Mohammad ALAmro	
	10	Enhancing Teaching of Engineering Mathematics	Tajinder Pal Singh	

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Chaiwat Tantarangsee</b>	Authors	Theme
<b>Salon 3</b>	1	The Importance of Issues for the Youth in Voter Decision Making: A Case Study among University Students in Malaysia	Prof. Dr. Sivamurugan Pandian	<b>Social Science</b>
	2	Moves" for Guiding Presentations in French	Nuchanat Handumrongkul Suwaree Yordchim Anantachai Aeka	
	3	Correction of Frequent English Writing Errors by Using Coded Indirect Corrective Feedback and Error Treatment	Assis. Prof. Dr. Chaiwat Tantarangsee	
	4	Auspicious Meaning for Community Souvenir Products	Somsakul Jerasilp Jong Boonpracha	
	5	Military Families' Attachment to the Royal Guards Community of Dusit District, Bangkok Metropolitan	Kaniknun Photchong Phusit Phukamchanoad	
	6	Japanese English in Travel Brochures	Assis. Prof. Dr. Premvadee Na Nakompanom	

	7	Thai Perception on Bitcoin Value	Toby Gibbs, Suwaree Yordchim	
	8	Diversity Management of Gender, Age and Disability in the Banking Sector in the Kingdom of Saudi Arabia	Assis. Prof. Dr. Nada Azhar	
	9	The Study of Applying Models: House, Temple and School for Sufficiency Development to Participate in ASEAN Economic Community: A Case Study of Trimitra Temple (China Town) Bangkok, Thailand	Saowapa Phaithayawat	
	10	Ways of Life of Undergraduate Students Based On Sufficiency Economy Philosophy in Suan Sunandha Rajabhat University	Phusit Phukamchanoad	

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Fayza Obied-Allah</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 4</b>	1	Developing and Validating an Instrument for Measuring Mobile Government Adoption in Saudi Arabia	Sultan Alotaibi Dmitri Roussinov	<b>Social Science</b>
	2	Budget Optimization for Maintenance of Bridges in Egypt	Hesham Abd Elkhalek Assis. Prof. Dr. Sherif M. Hafez Assoc. Yasser M. El Fahham	
	3	Knowledge Management and Tourism: An Exploratory Study Applied to Travel Agents in Egypt	Mohammad Soliman Mohamed A. Abou-Shouk	
	4	Competitiveness and Value Creation of Tourism Sector: In the Case of 10 ASEAN Economies	Assis. Prof. Dr. Apirada Chinprateep	
	5	Comparison of the Amount of Resources and Expansion Support Policy of Photovoltaic Power Generation: A Case on Hokkaido and Aichi Prefecture, Japan	Hiroaki Sumi Kiichiro Hayashi	
	6	The Impact of Quality Cost on Revenue Sharing in Supply Chain Management	Assis. Prof. Dr. Fayza Obied-Allah	
	7	Foreign Direct Investment on Economic Growth by Industries in Central and Eastern European Countries	Shorena Pharjiani	
	8	Factors Influencing Bank Profitability of Czech Banks and Their International Parent Companies	Libena Cernohorska	

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Zohreh Soltani</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 5</b>	1	Sectoral Energy Consumption in South Africa and Its Implication for Economic Growth	Kehinde Damilola Ilesanmi Assis. Prof. Dr. Dev Datt Tewari	<b>Social Science</b>
	2	The Relationship of the Marketing Mix, Brand Image, and Consumer Behavior of the Low-Cost Airlines Service	Assis. Prof. Dr. Bunit Pungnirund	
	3	Investigating the Effect of Refinancing on Financial Behavior of Energy Efficiency Projects	Zohreh Soltani Sayedmohammadhossein Hosseinian	
	4	The Marketing Mix in Small Sized Hotels: A Case of Pattaya, Thailand	Anyapak Prapannetivuth	
	5	Owner/Managers' External Financing Used and Preference towards Islamic Banking	Khalid Hassan Abdesamed Kalsom Abd Wahab	
	6	Student Attitude towards Entrepreneurship: A South African and Dutch Comparison	Natanya Meyer Johann Landsberg	
	7	Efficiency of Investments, Financed from EU Funds in Small and Medium Enterprises in Poland	Dr. Jolanta Brodowska-Szewczuk	
	8	Motivational Factors Influencing Women's Entrepreneurship: A Case Study of Female Entrepreneurship in South Africa	Natanya Meyer Johann Landsberg	
	9	Ownership, Management Responsibility and Corporate Performance of the Listed Firms in Kazakhstan	Assis. Prof. Dr. Gulnara Moldasheva	
	10	Detecting Earnings Management via Statistical and Neural Network Techniques	Mohammad Namazi Mohammad Sadeghzadeh Maharlouie	

	11	IT System in the Food Supply Chain Safety: Application in SMEs Sector	Ress. Assis Mohsen Shirani, Micaela Demichela	
<b>25 Aralık / 25 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assis. Prof. Dr. Najwa Alsayed Omar</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 6</b>	1	Legal Problems with the Thai Political Party Establishment	Paiboon Chuwatthanakij	<b>Social Science</b>
	2	Theorizing Women's Political Leadership: Cross-National Comparison	Minjeoung Kim	
	3	Advertising Appeals and Cultural Values in Social Media Commercials in UK, Brasil and India: Case Study of Nokia and Samsung	Assoc. Prof Han Nguyen	
	4	Online Metacognitive Reading Strategies Use by Postgraduate Libyan EFL Students	Assis. Prof. Dr. Najwa Alsayed Omar	
	5	Research Analysis in Eclectic Theory (Kaboudan and Sfandiar)	Farideh Alizadeh Mohd Nasir Hashim	
	6	Zhou Enlai's Impact to the Foreign Policy of China	Nazira B. Boldurukova	
	7	Guideline for Happy Living According to Sufficiency Economy Philosophy of People and Community Leaders in Urban Communities	Phusit Phukamchanoad	
	8	Fingerprint on Ballistic after Shooting	Narong Kulnides	
	9	The Development of Online Lessons in Integration Model	Chalermpol Tapsai	
	10	Model of Community Management for Sustainable Utilization	Assis. Prof. Dr. Luedech Girdwichai Witthaya Mekhum	
<b>25 Aralık / 25 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assis. Prof. Dr. Elena Krelja Kurelović</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 7</b>	1	Information Overload, Information Literacy and Use of Technology by Students	Assis. Prof. Dr. Elena Krelja Kurelović Jasminka Tomljanović Vlatka Davidović	<b>Social Science</b>
	2	Web 2.0 in Higher Education: The Instructors' Acceptance in Higher Educational Institutes in Kingdom of Bahrain	Amal M. Alrayes Hayat M. Ali	
	3	Leading, Teaching and Learning "in the Middle": Experiences, Beliefs, and Values of Instructional Leaders, Teachers, and Students in Finland, Germany, and Canada	Assis. Prof. Dr. Brandy Yee Assis. Prof. Dr. Dianne Yee	
	4	Connecting Lives Inside and Outside the Classroom: Why and How to Implement Technology in the Language Learning Classroom	Dr. Geoffrey Sinha	
	5	Enhancing Learning for Research Higher Degree Students	enny Hall Alison Jaquet	
	6	Digital Preservation in Nigeria Universities Libraries: A Comparison between University of Nigeria Nsukka and Ahmadu Bello University Zaria	Suleiman Musa Shuaibu Sidi Safiyanu	
	7	The Application of Action Research to Integrate the Innovation in Learning Experience in a Design Course	Assis. Prof. Dr. Walaa Mohammed Metwally	
	8	Role of Feedbacks in Simulation-Based Learning	Usman Ghani	
	9	xperimental Verification of the Relationship between Physiological Indexes and the Presence or Absence of an Operation during E-learning	Masaki Omata Shumma Hosokawa	
	11	Experimental Model for Instruction of Pre-Service Teachers in ICT Tools and E-learning Environments	Rachel Baruch	
	12	Morphological and Syntactic Meaning: An Interactive Crossword Puzzle Approach	Ibrahim Garba	
	<b>25 Aralık / 25 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>			
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Anna Rogozińska-Pawelczyk</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 8</b>	1	Overview of E-government Adoption and Implementation in Ghana	Isaac Kofi Mensah	
	2	Investigation of Compliance of the Prevailing Import Murabah'a to Sharia	Aqeel Akhtar	



	3	Customer Involvement in the Development of New Sustainable Products: A Review of the Literature	Dr. Natalia Moreira Trevor Wood-Harper	<b>Social Science</b>
	4	Integration of FMEA and Human Factor in the Food Chain Risk Assessment	Mohsen Shirani Micaela Demichela	
	5	5 Service Quality and Consumer Behavior on Metered Taxi Services	Nattapong Techarattanased	
	6	Financial Literacy of Students of Finance: An Empirical Study from the Czech Republic	Ress. AssisBarbora Chmelíková	
	7	The Relationships between Human Resource Management and Entrepreneurship: Case Study SME in Thailand	Assoc. Prof. Dr. Bella Llego	
	8	Scientometrics Analysis of Food Supply Chain Risk Assessment Literature Based on Web of Science Record 1996-2014	Mohsen Shirani Shadi Asadzandi Micaela Demichela	
	9	The Psychological Contract and the Readiness to Verbalize It in Financial Institutions in Poland	Assis. Prof. Dr. Anna Rogozińska-Pawelczyk	

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Kalindi Kokal</b>	Authors	Theme
<b>Salon 9</b>	1	Ex-Offenders' Labelling, Stigmatisation and Unsuccessful Re-Integration as Factors Leading into Recidivism: A South African Context	Tshimangadzo Oscar Magadze	<b>Social Science</b>
	3	Article 5 (3) of the Brussels I Regulation and Its Applicability in the Case of Intellectual Property Rights Infringement on the Internet	Nataliya Hitsevich	
	4	Pathological Truth: The Use of Forensic Science in Kenya's Criminal Justice System	Assis. Prof. Dr. Peter Ndichu Muriuki	
	5	The Tort Liability of the State in the Portuguese Administrative Courts	Assis. Jorge Barros Mendes	
	6	The International Labor Standard on the Elimination of Discrimination in Employment: Response and Prospect of Malaysia	Dr. Harlida Abdul Wahab	
	7	7 Understanding the Silence: When Courts Don-t Speak About Religion	Kalindi Kokal	
	8	Definition in Law: Transgender Identities and Marriage	Kimberly Tao	
	9	Process of Reprivatization of Agricultural Properties in the Selected European Countries	Adam Niewiadomski	
	10	U.S. Supreme Court Justices and Partisanship: Support for the President and Solicitor General	James Meernik Joseph Ignagni Rebecca Deen	

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Prof. Dr. Sujit K. Basak Simon Collin</b>	Authors	Theme
<b>Salon 10</b>	1	Otherness of Roma in Inclusive Education of Roma Pupils in Slovakia	Bibiana Hlebova	<b>Social Science</b>
	2	Equity and Diversity in Bangladesh's Primary Education: Struggling Indigenous Children	Md Rabiul Islam, Ben Wadham	
	3	Analyzing the Technology Affecting on the Social Integration of Students at University	Prof. Dr. Sujit K. Basak Simon Collin	
	4	The Effectiveness of Implementing Interactive Training for Teaching Kazakh Language	Samal Abzhanova, Saule Mussabekova	
	5	Using Metacognitive Strategies in Reading Comprehension by EFL Students	Simin Sadeghi-Saeb	
	6	The Investment of Islamic Education Values toward Children in the Early Age through Story-Telling Method	Abdul Rofiq Badril Rizal Muzammil	
	7	The Relationship of Emotional Intelligence, Perceived Stress, Religious Coping with Psychological Distress among Afghan Students	Assis. Prof. Dr. Mustafa Jahanara	
	8	Integration of Best Practices and Requirements for Preliminary E-Learning Courses	Assis. Prof. Dr. Sophie Huck Ress. AssisKnut Linke	
	9	The Role of the Constructivist Learning Theory and Collaborative Learning Environment on Wiki Classroom and the Relationship between Them	Assis. Prof. Dr. Ibraheem Alzahrani	
	10	Identifying Teachers' Perception of Integrity in School-Based Assessment Practice: A Case Study	Abd Aziz Bin Abd Shukor Eftah Binti Moh Hj Abdullah	

**25 Aralık / 25 December 2022 /9:30-11:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Baeza S. Roberto	Authors	Theme
Salon 11	1	Evaluation of Corrosion by Impedance Spectroscopy of Embedded Steel in an Alternative Concrete Exposed to the Chloride Ion	Assis. Prof. Dr. Erika J. Ruíz Assis. Prof. Dr. Jairo R. Cortes William A. Aperador	Applied Science
	2	Effect of T6 and Re-Aging Heat Treatment on Mechanical Properties of 7055 Aluminum Alloy	M. Esmailian M. Shakouri A. Mottahedi S. G. Shabestari	
	3	Determination of Material Properties for Biodegradable Polylactic Acid Plastic Used in 3D Printers	Assis. Prof. Dr. Juraj Beniak Assoc. Prof. Lubomír Šooš Dr. Peter Križan Miloš Matúš	
	4	Research of Concentratibility of Low Quality Bauxite Raw Materials	Nadezhda Nikolaeva, Tatyana Alexandrova, Alexandr Alexandrov	
	5	The Effect of Molybdate on Corrosion Behaviour of AISI 316Ti Stainless Steel in Chloride Environment	Dr. Viera Zatkáliková Dr. Lenka Markovičová, Aneta Tor-Swiatek	
	6	Effect of UV Radiation to Change the Properties of the Composite PA+GF	Lenka Markovičová Viera Zatkálikov Tomasz Garbacz	
	7	Surface Activation of Carbon Nanotubes Generating a Chemical Interaction in Epoxy Nanocomposite	Mohamed Eldessouk Ebraheem Shady Yasser Gowayed	
	8	Aging Effect on Mechanical Behavior of Duplex Satinless Steel	Jungho Moon Tae Kwon Ha	
	9	Precious and Rare Metals in Overburden Carbonaceous Rocks: Methods of Extraction	Tatyana Alexandrova, Alexandr Alexandrov, Nadezhda Nikolaeva	
	10	Dry Relaxation Shrinkage Prediction of Bordeaux Fiber Using a Feed Forward Neural	Assoc. Prof. Dr. Baeza S. Roberto	

**Bildiri Sunumları / Presentation Session – II**  
**Meeting ID: 865 1310 5022**      **Passcode: 24251222**

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Prof. Dr. VELİ DENİZHAN KALKAN	Authors	Theme
Salon 1	1	FARKLI SOSYOEKONOMİK DÜZEYDEN EBEVEYNLERİN CİNSİYET ROL ALGISI VE ÇOCUKLA ETKİLEŞİMİ	Assist. Prof. Dr. Ş. Hülya KURT	
	2	ÖRGÜTLERDE KRİTİK DAVRANIŞSAL SORUNLAR: KAVRAMLARA İLİŞKİN BİR TARTIŞMA VE YÖNETİM DERSLERİ İÇİN BİR MODÜL ÖNERİSİ	Prof. Dr. VELİ DENİZHAN KALKAN	
	3	ONLINE KANAL YÖNETİCİ SİSTEMLERİNİN OTEL OPERASYONLARI ÜZERİNDE OLUŞTURDUĞU ETKİNİN İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üy. ,Hakan ÖZKÖSE Cenk BORA	
	4	TRACES OF ELDERLINESS IN WORKING LIFE: THE CASE OF KIRKLARELİ	Dr. Öğr. Üyesi, MEHTAP DEMİR	
	5	DETERMINANTS AND EFFECTS OF ORGANIZATIONAL RESISTANCE IN THE CHANGE MANAGEMENT PROCESS	Dr.Öğr.Üys. Zekeriya ŞAHİN	
	6	WOMEN IN THE DEVELOPMENT PROCESS AND THE GLASS CEILING SYNDROME	Öğretim Görevlisi, Çiğdem BAL	
	7	SUSTAINABLE CONSUMPTION BEHAVIOR: A COMPARATIVE ANALYSIS OF GENERATION X AND GENERATION Y CONSUMERS	Ph.D. Lecturer Yasin YILMAZTÜRK Ph.D. Research Assistant Çağatay AKDOĞAN	
	8	THE FUNDING NEED OF THE SYSTEM AND CBRT POLICY ACTIONS	Asst. Prof. Dr., GÖKHAN ORUÇ ÖNALAN	
	9	İŞLETME BÜTÇELERİ VE GELENEKSEL BÜTÇE SİSTEMİNE KARŞI YAPILAN ELEŞTİRİLER	Smmm. Büşra BİLEN	

	10	HORMONAL EFFECTS ON FINANCIAL RISK PERCEPTION: TESTOSTERONE AND MASCULINITY	Dr. Sezen GÜNGÖR	
--	----	---	------------------	--

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Öğr. Gör. Dr. Mehmet EREN,	Authors	Theme
<b>Salon 2</b>	1	SURVEYING OF STRUCTURES AND ONE DIMENSIONAL STAKE-OUT	Öğr. Gör. Dr. Mehmet EREN,	
	2	NEVŞEHİR ANDEZİT TAŞININ FİZİKSEL, MEKANİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	Mustafa EKEN Ela B. GÖRÜR AVŞAROĞLU Burhan CENGİZLER	
	3	UÇAK BAKIM HANGARINDA FİNE-KİNNEY METODU İLE RİSK DEĞERLENDİRMESİ	Erhan SICAK	
	4	CONTACT ANALYSIS OF AN ORTHOTROPIC LAYER BASED ON THE FINITE ELEMENT METHOD	Assoc. Prof. Dr. ERDAL ÖNER Assoc. Prof. Dr. MURAT YAYLACI	
	5	İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TAŞKIN AFETİ ÜZERİNE ETKİLERİ; SOLAKLI ÇAYI HAVZASI AFETLERİ	Ufuk YÜKSELER Assoc. Prof. Dr. Ömerul Faruk DURSUN	
	6	AKIM AYIRICILI BASAMAKLI DOLUSAVAKLARIN AKIM KARAKTERİSTİKLERİ	İsa Cici Mahmut Aydoğdu Assoc. Prof. Dr. Ö. Faruk DURSUN	
	7	ATIK LASTİK AGREGASI KATKILI HARÇLARDA ÇİMENTO YERİNE MİKRONİZE KALSİT VE ELAZIĞ FERROKROM CÜRUFU İKAMESİNİN FARKLI KÜR KOŞULLARI ALTINDA MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ	İnşaat Mühendisi, OĞUZ KAAAN KARAÇALI Doçent Dr. ALİ DOĞAN	
	8	GEOTEKSTİL DONATILI DUVARLARIN NÜMERİK ANALİZİ	KEMAL KAPLAN Dr. Öğr. Üyesi ,MURAT TONAROĞLU	
	9	INVESTIGATION OF TiO <sub>2</sub> IN GLASS FIBER REINFORCED CONCRETE MIXTURES ON MOLECULAR BONDING AND THERMAL PROPERTIES	B.Sc. BEDİRHAN USTA Dr. FATİH DOĞAN Prof. Dr. SERKAN SUBASI Dr. HEYDAR DEHGHANPOUR Msc. MUHAMMED MARASLI	

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair :	Authors	Theme
<b>Salon 3</b>	1	INVESTIGATION OF NRF-2 LEVEL IN THE PERICARDIAL FLUID AND BLOOD PLASMA OF PATIENTS UNDERGOING CARDIAC SURGERY AND ITS RELATIONSHIP WITH KIDNEY DAMAGE	Öğr.Gör.Dr. Mahmut PADAK Dr.Öğr. Üyesi Reşat DİKME	
	2	THE INVESTIGATION OF PAPP-A AND CERULOPLASMIN LEVELS IN PERICARDIAL LIQUIDS OF THE PATIENTS TAKEN INTO CARDIOPULMONARY BYPASS	Nur Dilber ASLAN Prof.Dr. Mehmet Salih AYDIN Dr.Öğr. Üyesi Reşat DİKME Öğr.Gör.Dr. Mahmut PADAK	
	3	ERUCIC ACID POTENTIATE ANTITUMOR, APOPTOTIC, AND OXIDANT ACTIONS OF CISPLATIN VIA THE STIMULATION OF TRPM2 CHANNEL IN COLON TUMOR CELLS	Aysenur Nazıroğlu Ahmet Çarhan	
	4	HEMŞİRELİKTE VAKA TEMELLİ ÖĞRETİMİN ÖZ YETERLİLİĞE ETKİSİ: KARMA YÖNTEM	Dr.Öğr. Üyesi NİLAY ÇAKICI	
	5	TERS YÜZ EĞİTİM MODELİNİN KLİNİK UYGULAMAYA YANSIMASI	Dr.Öğr. Üyesi NİLAY ÇAKICI	
	6	BUSULFAN İLE OLUŞTURULMUŞ BÖBREK HASARI ÜZERİNE KÖK HÜCRE VE D VİTAMİNİ'NİN KORUYUCU VE TEDAVİ EDİCİ ETKİSİ	Uğur ÜNAL, Pınar BİLGİCİ Derya ÇAKIR Gülce YILDIZ Dr. Öğr. Üyesi Esra BALCIOĞLU	

	7	DETERMINATION OF OPTIMUM PARAMETERS OF MICROWAVE ABLATION IN CANCER TREATMENT	Dr. Öğretim Üyesi, Reyyan KAVAK YÜRÜK	
	8	EFFECTS OF SUMAC ( <i>Rhus coriaria</i> L.) ON METHOTREXATE-INDUCED LUNG INJURY	Asst. Prof. Gülsen BAYRAK Prof. Dr. Ebru BALLI Asst. Prof. Tuba ÖZCAN METİN	
	9	PİTAYA-GÜMÜŞ NANO PARTİKÜLÜNÜN ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ	Dr.Öğr.Üyesi, Aybek YİĞİT	
	10	KARBON NANO TÜPLERİN MODİFİKASYONU VE MİKROBİYAL AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ	Dr.Öğr.Üyesi,Aybek YİĞİT Dr.Erhan ÖZTÜRK Zeynep Şilan TURHAN	
	11	VOLEYBOLCULARDA ALT EKSTREMİTE İZOKİNETİK KUVVET ORANLARININ İNCELENMESİ	Araştırmacı, Nazmiye Nur Topaloğlu	

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assoc. Prof. Dr. Yusuf KAYGISIZ	Authors	Theme
<b>Salon 4</b>	1	INVESTIGATION OF INCREASING DOP FROM 40% TO 45% IN THE PARCELING PROCESS	Selim Taşkaya	
	2	EXAMINATION OF THE AREAS SEPARATED BY THE SEPARATION DIAMETER IN THE RAISING PROCESS	Selim Taşkaya	
	3	Al-Si-Mg-Cr ALAŞIM SİSTEMLERİNİN TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ	Assoc. Prof. Dr. Yusuf KAYGISIZ	
	4	CO <sub>2</sub> TAVLAMASININ Lİ- İYON BATARYALARDA ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Özge ERDOĞAN Selda TOPÇU ŞENDOĞDULAR Levent ŞENDOĞDULAR	
	5	METHODS FOR DETERMINING THE QUASIGEOID MODEL	Zahid Idriszade	
	6	INVESTIGATION OF THE THREATENING VISUAL STIMULI EFFECTS ON EYE MOVEMENT BEHAVIOR	Araştırmacı Özgün Ahmet Efettürk Dr. Öğretim Üyesi Hamid Asadi Dereshgi Dr. Öğretim Üyesi Gizem Turgut	
	7	METAN NDIR GAZ SENSÖRLERİNDE OPTİK YÜZEY VE YOĞUŞMA SICAKLIKLARININ YÜKSEK BAĞIL NEMDE GAZ ÖLÇÜMÜNE ETKİSİ	Kontrol ve Otomasyon Mühendisi, ÜSAME AYAZ	
	8	MAKİNE ÖĞRENMESİ İLE AKARSU AKIM TAHMİNİ: BÜYÜK MENDERES HAVZASI ÖRNEĞİ	E. Dilek Taylan Tahsin Baykal Özlem Terzi	
	9	BRONKOPULMONER SEKRESYON TEMİZLEMeye YARDIMCI SOLUNUM DEVRESİ GELİŞTİRİLMESİ	Ekrem Amaç Yusuf Pekgüzel	
	10	REAKTÖR ve TRAF0 KULLANIMINDA GÜRÜLTÜ ÖNLEME	İlke Çağrı AKSAKAL Murat KAVUK AHMET FEYZİOĞLU	

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Dr Seda ŞAHİN	Authors	Theme
<b>Salon 5</b>	1	TAVUK HİDROKSİAPATİTE TİTANYUM OKSİT İLAVESİNİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Dr. Öğretim Üyesi Süleyman Serdar PAZARLIOĞLU Dr. Hasan GÖKÇE	
	2	BİTKİ KORUMADA TUZAK BİTKİLERİN ÖNEMİ	Ziraat Yüksek Mühendis Fatma IŞIK GÜLSOY Prof. Dr. Yusuf KARSAVURAN	
	3	TAHİL VE BAKLAGİLLERİN BESİNSEL ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE ALTERNATİF BİR YÖNTEM: ÇİMLENDİRME	Res. Assist. Betül OSKAYBAŞ EMLEK Assist. Prof. Dr. Ayşe ÖZBEY Assoc. Prof. Dr. Kevser KAHRAMAN	

4	DNA BARKODLAMA AV-AVCI BÖCEK İLİŞKİLERİ	Ziraat Mühendisi Elif Zana KOCAGA Assist. Prof. Dr. Halil DİLMEN
5	INVESTIGATION OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS ACCORDING TO DIFFERENT LAND USE PATTERNS AND DETERMINATION OF CARBON STORAGE CAPACITIES	Aynur İSTER Dr. Ömer Faruk DEMİR Prof. Dr. Kadir YILMAZ
6	ANTALYA DÜZLERÇAMI YABAN HAYATI GELİŞTİRME SAHASINDAKİ BÜYÜK MEMELİ YABAN HAYVANLARININ YAYILIŞI VE DAĞILIMI	Dilek ARSLAN HİSARKAYA Mevlüt ZENBİLCİ Yasin ÜNAL Ahmet KOCA
7	YABAN HAYATINDA YERLEŞTİRME: TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARI, SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	MEVLÜT ZENBİLCİ YASİN ÜNAL Ahmet KOCA
8	TÜRKİYE'DE TARIMDA ÖLÇEK EKONOMİSİ VE KOOPERATİFLERİN ÖNEMİ	Prof. Dr. Gülşen KESKİN
9	THE EFFECT OF BACTERIA APPLICATION ON SALT STRESS TOLERANCE IN MELON	Prof. Dr. ŞEBNEM KUŞVURAN Araş. Gör. Dr. DAMLA TURAN BÜYÜKDİNÇ
10	DETERMINATION OF CHARACTERISTICS OF FUELS OBTAINED FROM THE MIXTURE OF WASTE FRYING OILS BIODIESEL WITH BUTANOL	Dr Seda ŞAHİN

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no	Session Chair : Doç. Dr., BURCU TUNCER	Authors	Theme	
Salon 6	1	THE EFFECTS OF DIFFERENT SUSTAINABLE FERTILIZERS AND EDIBLE COATING ON POST-HARVEST SOME QUALITY PARAMETERS IN FRESH-CUT MELONS (Cucumis melo L.)	Öğr. Gör. Dr. Fırat İŞLEK Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU	UYGULAMALI
	2	LAHANA ÜRETİM YÖNTEMLERİ VE MUHAFAZASI	Öğr. Gör. Dr. Fırat İŞLEK	
	3	TÜRKİYE' DE SEBZE ISLAHINDA ANDROGENESİS ARAŞTIRMALARI	Doç. Dr., BURCU TUNCER	
	4	TÜRKİYE' DE SEBZE ISLAHINDA KULLANILAN ANDROGENESİS YÖNTEMLERİNE GENEL BİR BAKIŞ	Doç. Dr., BURCU TUNCER	
	5	ÇİFTÇİLERİN PESTİSİT BİLGİ DÜZEYLERİ VE ALGILARI	Dr. Şenay SEVİM	
	6	AN OVERVIEW OF KAHRAMANMARAŞ (TÜRKİYE) GEOPHYTES, TAXONOMIC CHANGES AND THE LIST OF ACCEPTED PLANT NAMES	Assist Prof. Dr. ALPER UZUN Assist Prof. Dr. SEYRAN PALABAŞ UZUN	
	7	ŞANLIURFA İLİNDE ORGANİK TARIM VE HAYVANCILIK	Doktora Öğrencisi, HASİNE ELÇİ Doktora Öğrencisi, ÖZLEM DURĞUN Doktora Öğrencisi, HALİME ÖZTÜRK	
	8	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFICULT WORKING CONDITIONS ON WORKER HEALTH IN THE FIGHT AGAINST FOREST FIRES	Neşe Gülcü Büşra Akbulut	
	9	DETERMINATION OF THE EFFICACY OF BIOCHAR ON ROOT NEMATODES [(MELOIDOGYNE SPP.) (TYLENCHIDA: MELOIDOGYNIDAE)] IN GREENHOUSE CUCUMBER CULTIVATION	Ziraat Yüksek Mühendisi Mehmet Ali MANDACI Prof. Dr. Uğur GÖZEL	
	10	INVESTIGATION OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS ACCORDING TO DIFFERENT LAND USE PATTERNS AND DETERMINATION OF CARBON STORAGE CAPACITIES	Aynur İSTER Dr. Ömer Faruk DEMİR Prof. Dr. Kadir YILMAZ	
11	DÜNYADA VE TÜRKİYE ÖLÇEĞİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR TOPRAK YÖNETİMİNDE SIFIR TOPRAK İŞLEME VE ÖRTÜ BİTKİLERİNİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	Mehmet Ali EMİNOĞLU Beliz Birce HAMUT Halime ÖZTÜRK		

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assoc. Prof. Dr. Okan SEZER	Authors	Theme
<b>Salon 7</b>	1	POLLEN MORPHOLOGY ASPECT OF TWO ECONOMICALLY IMPORTANT Citrus L. (Rutaceae) TAXA GROWING IN ESKİŞEHİR	Assoc. Prof. Dr. Okan SEZER Prof. Dr. İsmühan POTOĞLU ERKARA	<b>uygulamalı</b>
	2	COMPARATIVE POLLEN MORPHOLOGY OF TWO Thuja L. (Cupressaceae) TAXA GROWING IN ESKİŞEHİR/TURKEY	Assoc. Prof. Dr. Okan SEZER Prof. Dr. İsmühan POTOĞLU ERKARA	
	3	FARKLI AZOT VE FOSFOR KONSANTRASYONLARININ ACUTODESMUS DESERTICOLA MİKROALGININ KÜLTÜR BÜYÜME PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ	FÜSUN AKGÜL SAMET KÖSEL	
	4	DETECTION OF PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIA	MSc. Student Fikriye Mehtap ŞEN Asst. Prof. Dr. Burcu Emine TEFON ÖZTÜRK	
	5	ALOPESİLİ SİĞİRLARDA BAZI BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİN İNCELENMESİ	Büşra AKDAĞ Dr. Öğr.Üyesi Özkan DURU	
	6	UTILIZATION OF NANOPARTICLES AS ELICITORS FOR THE ENHANCEMENT OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN PLANT-BASED FOODS	Doç. Dr. Meryem KARA	
	7	THE USE OF FLOW CYTOMETRY IN BACTERIOLOGY	Kadriye Aslıhan ONAT TAŞDELEN Hatice ÖZTÜRKEL KABAKAŞ Merve SEZER KÜRKCÜ Bekir ÇÖL	
	8	KNOCKOUT OF yhbE GENE IN Escherichia coli DECREASES TRANS CINNAMIC ACID TOLERANCE	Kadriye Aslıhan ONAT TAŞDELEN Hatice ÖZTÜRKEL KABAKAŞ Merve SEZER KÜRKCÜ Bekir ÇÖL Esra DİBEK	
<b>25 Aralık / 25 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
Salon no		Session Chair : Dr. Öğr. Üyesi, Nurcan DOĞAN	Authors	Theme
<b>Salon 8</b>	1	TÜRKİYE'DEKİ COVID-19 MUTASYONLARININ SEYRİNİN ARAŞTIRILMASI	Aslı AĞAR Prof. Dr. Leyla AÇIK Merve YILDIZ	
	2	LACK OF EXPRESSION OF THE queE GENE IN Escherichia coli CAUSES SENSITIVITY TO BENZOIC ACID	Hatice ÖZTÜRKEL KABAKAŞ Kadriye Aslıhan ONAT TAŞDELEN Merve SEZER KÜRKCÜ Bekir ÇÖL Esra DİBEK	
	3	INVESTIGATION OF THE FOOD PROTECTIVE ACTIVITIES OF BENZOIC ACID AND DERIVATIVES OCCURING NATURALLY IN SOME FOODS	Hatice ÖZTÜRKEL KABAKAŞ Kadriye Aslıhan ONAT TAŞDELEN Merve SEZER KÜRKCÜ Bekir ÇÖL	
	4	INDUSTRIAL POTENTIAL OF COLD-ACTIVE MICROBIAL ENZYMES	PhD Std. Tuna KARAYTUĞ Res. Asst. Dr. Nihan ARABACI	
	5	PRODUCTION, PARTIAL PURIFICATION AND CHARACTERIZATION OF COLD-ACTIVE PROTEASE FROM A PSYCHROPHILIC BACTERIUM	PhD Std. Tuna KARAYTUĞ Prof. Dr. Burhan ARIKAN	
	6	AMASYA BÖLGESİNDEN TOPLANAN BAZI PINUS TÜRLERİNİN FİTOKİMYASAL ANALİZİ, İNSEKTİSİDAL VE DAVRANIŞSAL ETKİLERİ	Doç. Dr. ÖMER CEM KARAKOÇ Prof. Dr. AYŞE ŞAHİN YAĞLIOĞLU Arş. Gör. SERKAN KOLDAŞ	

7	THE EFFECTS OF Morchella esculenta AND Lactarius deliciosus MUSHROOMS ON THE PHYSICAL AND SENSORY PROPERTIES OF CHICKEN MEATBALLS	Gamze SEL Assoc. Prof. Dr. Gulen YILDIZ TURP
8	AĞIR METAL VE GIDA KONTAMİNASYONU	Assoc. Prof. Dr. Mehmet PİŞKİN
9	INVESTIGATION OF MINERAL COMPOSITION OF DIFFERENT TEA TYPES BY MULTILINEAR REGRESSION AND UNSUPERVISED MACHINE LEARNING METHODS	Assist. Prof. Dr. Yusuf DURMUŞ Assoc. Prof. Dr. Ayşe Dilek Atasoy Prof. Dr. Ahmet Ferit ATASOY
10	KOMBUCHA SİRKEİNİN ÜRETİMİ ve GIDA PATOJENLERİNE KARŞI ANTİMİKROBİYAL POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi, Nurcan DOĞAN Dr. Öğr. Üyesi, Cemhan DOĞAN
11	DOĞAL GIDA KAYNAKLARI ve ARTIKLARINDAN KARBON NOKTALARININ SENTEZİ, BİYOAKTİVİTESİ ve UYGULAMA ALANLARI	Dr. Öğr. Üyesi, Cemhan DOĞAN Dr. Öğr. Üyesi, Nurcan DOĞAN

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no	Session Chair : Dr. Öğretim Üyesi Tuğçe Tezel	Authors	Theme
Salon 9	1	THE EFFECT OF THE GREENHOUSE GAS INCREASE IN TURKEY ON METEOROLOGICAL DATA	DR, ALPER YILDIRIM
	2	KOMPRESÖR DAİRESİNDE OLUŞAN DURUŞ SÜRESİ, HURDA MİKTARI VE ENERJİ TÜKETİMİNİN AZALTILMASI	ŞAFAK KİREN Dr. Öğr. Üyesi, AHMET FEYZİOĞLU
	3	ISI DEĞİŞTİRİCİYE SABİT SICAKLIK VE DEBİDE GİREN AKIŞKANIN ISI TRANSFERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: ANSYS ÇALIŞMASI	Dr. Öğr. Üyesi Nesrin ADIGÜZEL Y. Lisans Öğr. Muhammet ÖZGERİŞ
	4	PROBABILITY AND STATISTICS APPLICATIONS ON RISK ASSESSMENT METHODOLOGY FOR AN AIRCRAFT AVIONICS SYSTEM SAFETY ANALYSIS	AYÇİN GÜRDAMAR Prof.Dr. ŞEREF NACİ ENGİN
	5	DETERMINATION OF BIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF BORON NITRIDE PREPARED WITH DIFFERENT ADDITIVES	Busra M. Bozer Muhammed Öz Gurcan Yıldırım
	6	THE IN VITRO BIOLOGICAL EVALUATION OF BIOCOMPATIBLE CERAMICS REINFORCED POLYMER COMPOSITE	Büşra Moran Bozer Ümit ERDEM
	7	VAKUM İNFÜZYON YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN MEŞE PALAMDU TAKVİYELİ CAM ELYAF/EPOKSİ KOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE UZAKLIĞIN ETKİSİ	SUAT ALTUNÇ OKAN ÖZDEMİR
	8	CNC PANEL EBATLAMA MAKİNELERİNDE TUTUCU SİSTEMİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA	Makine Mühendisi, Ahmet ÖZDEN Makine Mühendisi, Orhan KEYİF Proje Şefi, İbrahim Volkan DEMİREL Makine Mühendisi, Erkan GÖKÇEDAĞ
	9	5 EKSEN CNC MAKİNELERİNDE Z EKSEN ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA	Makine Mühendisi, Ahmet ÖZDEN Makine Mühendisi, Orhan KEYİF Makine Mühendisi, Süleyman Cem BAL Makine Mühendisi, Erkan GÖKÇEDAĞ
	10	SEÇİCİ LAZER ERİTME YÖNTEMİNDE ÜRETİM KISITLAMALARINA UYGUN TASARIM KRİTERLERİ	Dr. Öğretim Üyesi Tuğçe Tezel Prof. Dr. Volkan Kovan
	11	EKLEMELİ İMALATTA ULUSLARARASI KURULUŞLAR TARAFINDAN YÜRÜTÜLEN STANDARDİZASYON FAALİYETLERİ	Dr. Öğretim Üyesi Tuğçe Tezel Prof. Dr. Volkan Kovan
	OTOMATİK TELEME BASKI MAKİNESİ GELİŞTİRİLMESİ	Emine KERVAN	



			Mehmet HALICI Erol YALÇIN Muzaffer KURTOĞLU	
<b>25 Aralık / 25 December 2022 /13:00-15:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assoc. Prof. Dr. Seniye Karakaya</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 10</b>	1	FEMTOSECOND LASER NONLINEAR OPTICAL EFFECTS FOR TiO <sub>2</sub> @Zr NANOALLOYS IN LIQUIDS	Yasemin GÜNDOĞDU Hamdi Şükür Kılıç	
	2	EFFECT OF Ce-AI Co-DOPING ON THE SURFACE, ELECTRICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF SOL-GEL DERIVED ZNO THIN FILMS	Assoc. Prof. Dr. Seniye Karakaya	
	3	EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE STRUCTURAL, SURFACE AND OPTICAL PROPERTIES OF SOL-GEL DERIVED ZnO THIN FILMS	Assoc. Prof. Dr. Seniye Karakaya	
	4	THE EFFECT OF DIFFERENT REFLECTOR GEOMETRIES IN NDIR GAS SENSORS ON THE LIGHT CONCENTRATION REACHING THE DETECTOR	Physics Engineer, DİLAN YALÇIN Doç. Dr., SERHAT İKİZOĞLU	
	5	THE EFFECTS OF VEGETABLE AND FRUIT BASED ADDITIVES ON OXIDATION DEVELOPMENT, COLOR AND SENSORY PROPERTIES OF THE POULTRY PRODUCTS	Cansu CELEBIOGLU Assoc. Prof. Gulen YILDIZ TURP	
	6	DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN İKİNCİL ETKİLERİ VE ENDÜSTRİYEL TESİS KAZALARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	Tolga SAVAŞ M. Eyyuphan YAKINCI	
	7	GERİ DÖNÜŞÜM LİF KULLANIMININ KUMAŞLARIN HASLIK VE YIKAMA ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ	Leman ATİKER Nilgün ÖZDİL Arif Taner ÖZGÜNEY Serkan ALSAN	
	8	KURU ÜRETİM YÖNTEMLERİ KULLANILARAK ÜRETİLEN DEMİR OKSİT NANOPARTİKÜLLERİNİN MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEMEDE T 2 KONTRAST AJANI OLARAK POTANSİYEL KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI	ELİF LÜLEK Dr. Öğr. Üyesi, Yavuz Nuri ERTAŞ	
	9	KÜÇÜK ALANLARIN MOBİLYA TASARIMINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ	BERKE ÖZDEMİR Dr. Öğr. Üyesi ARİF ÇAĞLAR KONUKÇU	
	10	DESIGNING A SPATIAL DATABASE FOR SINKHOLE HAZARD ANALYZES AND PREPARING A HAZARD ANALYSIS MAP, THE CASE OF KARAPINAR	Dr. Öğrencisi Bilge BİNGÜL Dr. Öğr. Üyesi Emrah PEKKAN	
<b>Bildiri Sunumları / Presentation Session – II</b>				
<b>Meeting ID: 837 9303 7290</b>			<b>Passcode: 24251222</b>	
<b>25 Aralık / 25 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assoc. Prof. Kyoko Tominaga</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 1</b>	1	Models of Copyrights System	A. G. Matveev	<b>Social Science</b>
	2	Modern Problems of Russian Sport Legislation	Dr. Yurlov Sergey	
	3	How to Modernise the European Competition Network (ECN)	Dr. Dorota Galeza	
	4	3 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	Selection Standards for National Teams: Theory and Practice	Alexey Kulik	
	8	The Linguistic and Legal Term	Adam Niewiadomski	
	9	Illicit Return Practices of Irregular Migrants from Greece to Turkey	Prof. Dr. Enkelejda Koka, Denard Veshi	
	10	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	

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Taechit Cheuypoung</b>	Authors	Theme
<b>Salon 2</b>	1	International Tourists' Travel Motivation by Push-Pull Factors and the Decision Making for Selecting Thailand as Destination Choice	Siripen Yiamjanya Kevin Wongleedee	<b>Social Science</b>
	2	The Design Inspired by Phra Maha Chedi of King Rama I-IV at Wat Phra Chetuphon Vimolmangklaram Rajwaramahaviharn	Assis. Prof. Dr. Taechit Cheuypoung	
	3	A Comparative Study of Costumes for Religious Festivals in ASEAN Countries	Jaruphan Supprung	
	4	Loan Guarantee Schemes: Private and Public Examples	Assis. Prof. Dr. Simeon Karafolas Maciej Woźniak	
	5	The Application of Rhizophora Wood to Design: A Walking Stick for Elderly	Noppadon Sangwalpetch	
	6	Properties of Rhizophora Charcoal for Product Design	Tanutpong Phriwanrat	
	7	Fabric Printing Design: An Inspiration from Thai Kites	Assis. Prof. Dr. Suwit Sadsunk	
	8	The Design of English Materials to Communicate the Identity of Mueang District, Samut Songkram for Ecotourism	Ress. Assis. Kitda Prarathajariya	
	9	Ideological Feramming in Internet News	Assis. Prof. Dr. Suwit Sadsunk	
	10	1 Baby Boom Generation in Singapore and Its Impact on Ageing	Sharmistha Roy	

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Bashaiar Alsanaa</b>	Authors	Theme
<b>Salon 3</b>	1	Innovative Teaching in Systems Analysis and Design - an Action Research Project	Assis. Prof. Dr. Imelda Smit	<b>Social Science</b>
	2	Media Pedagogy - The Medium is the Message	Dr. Syed Sultan Ahmed	
	3	Students' Acceptance of Incorporating Emerging Communication Technologies in Higher Education in Kuwait	Assis. Prof. Dr. Bashaiar Alsanaa	
	4	Using Critical Systems Thinking to Improve Student Performance in Networking	Albertus G. Joubert Roelien Goede	
	5	The Future of Blended Learning	Reem A. Alebaikan	
	6	The Impact of e-Learning and e-Teaching	Prof. Dr. Mohammad Mohammad	
	7	Using Technology with a New Model of Management Development by Simulation of Neural Network and its Application on Intelligent Schools	Ahmad Ghayoumi Mehdi Ghayoumi	
	8	Developing of Intelligent Schools with a New Model of Strategic Management System	Ahmad Ghayoumi Mehdi Ghayoumi	
	9	The Design and Development of Multimedia Pronunciation Learning Management System	Phd. Can. Fei Ping Por Soon Fook Fong	
	10	Comparing Academically Gifted and Non-Gifted Students- Supportive Environments in Jordan	Mustafa Qaseem Hielat Ahmad Mohammad Al-Shabatat	

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Alhamdi Alfi Fajri</b>	Authors	Theme
<b>Salon 4</b>	1	Quantifying the UK's Future Thermal Electricity Generation Water Use: Regional Analysis	Assis. Prof. Dr. Daniel Murrant Assoc. Prof. Dr. Andrew Quinn Lee Chapman	<b>Social Science</b>
	2	Antecedents and Consequences of Social Media Adoption in Travel and Tourism: Evidence from Customers and Industry	Mohamed A. Abou-Shouk, Mahamoud M. Hewedi	
	3	Electricity Load Modeling: An Application to Italian Market	Giovanni Masala Stefania Marica	

	4	Fair Value Implementation of Financial Asset: Evidence in Indonesia's Banking Sector	Alhamdi Alfi Fajri	
	5	Managers' Capacity Building for Institutional Sustainability Performance	Analiza Acuña-Villacorte	
	6	Adaptation Actions in Companies as Theoretical and Practical Aspects: A Case Study of a Food Ingredients and Additives Producer	Assis. Prof. Dr. Maja Sajdak	
	7	In Search of Innovation: Exploring the Dynamics of Innovation	Michal Lysek Mike Danilovic Jasmine Lihua Liu	
	8	Constructing a New World Order through a Narrative of Infrastructural Development: The Case of the BRICS	Carolijn Van Noort	

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Prof. Dr. Aber Salem Aboalgasm</b>	Authors	Theme
<b>Salon 5</b>	1	Common Acceptable Cuisine in Multicultural Countries: Towards Building the National Food Identity	Mohd Zulhilmi Suhaimi Mohd Salehuddin Mohd Zahari	<b>Social Science</b>
	2	Employee Aggression, Labeling and Emotional Intelligence	Martin Popescu D. Dana Maria	
	3	The Design of Picture Books for Children from Tales of Amphawa Fireflies	Marut Pichetvit	
	4	The Potential of Digital Tools in Art Lessons at Junior School Level to Improve Artistic Ability Using Tamazight Fonts	Prof. Dr. Aber Salem Aboalgasm Assis. Prof. Dr. Rupert Ward	
	5	Simple Infrastructure in Measuring Countries e-Government	Assis. Prof. Dr. Sukhbaatar Dorj Dr. Erdenebaatar Altangerel	
	6	Quality Service Standard of Food and Beverage Service Staff in Hotel	Thanasit Saksutdhi	
	7	Marketing Management and Cultural Learning Center: The Case Study of Arts and Cultural Office, Suansunandha Rajabhat University	Phd. Cam. Pirada Techaratpong	
	8	Form of Distribution of Traffic Accident and Environment Factors of Road Affecting of Traffic Accident in Dusit District, Only Area Responsible of Samsen Police Station	Assis. Prof. Dr. Musthaya Patchanee	
	9	A Study of Management Principles Incorporating Corporate Governance and Advocating Ethics to Reduce Fraud at a South African Bank	Roshan Jelal Charles Mbohwa	
	10	Money Laundering and Financing of Terrorism	C. Mallada Fernández	

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Assis. Prof. Dr. Samir Al-Zobaidi</b>	Authors	Theme
<b>Salon 6</b>	1	Studying the Intercalation of Low Density Polyethylene/Clay Nanocomposites after Different UV Exposures	Assis. Prof. Dr. Samir Al-Zobaidi	<b>Applied Science</b>
	3	The Experimental and Numerical Analysis of Trip Steel Wire Drawing Processes Drawn with Different Partial Reductions	Lecture Sylwia Wiewiorowska, Assis. Prof. Dr. Zbigniew Muskalski	
	4	Prediction of Solidification Behavior of Al Alloy in a Cube Mold Cavity	N. P. Yadav Assoc. Prof. Deepti Verma	
	5	Influence of High Temperature and Humidity on Polymer Composites Used in Relining of Sewage	Parastou Kharazmi Folke Björk	
	6	Anticorrosive Polyurethane Clear Coat with Self-Cleaning Character	Prof. Nihit Madireddi P. A. Mahanwar	
	7	Effects of Coupling Agent on the Properties of Durian Skin Fibre Filled Polypropylene Composite	Hazleen Anuar Nur Aimi Mohd Nasir Yousuf El-Shekeil	
	8		R. Joseph Raviselvan	

		Response Surface Methodology for Optimum Hardness of TiN on Steel Substrate	K. Ramanathan P. Perumal M. R. Thansekhar	
	9	The Effects and Interactions of Synthesis Parameters on Properties of Mg Substituted Hydroxyapatite	S. Sharma U. Batra S. Kapoor, A. Dua	
	10	Experimental Investigation on Mechanical Properties of Rice Husk Filled Jute Reinforced Composites	Priyankar Pratim Deka, Sutanu Samanta	

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Jakub Kraus, Vladimir	Authors	Theme
<b>Salon 7</b>	1	Satellite Rainfall Prediction Techniques - A State of the Art Review	S. Sarumathi N. Shanthi S. Vidhya	<b>Applied Science</b>
	2	Material Parameter Identification of Modified AbdelKarim-Ohno Model	Pedro F. Albuquerque Assis. Prof. Dr. Pedro V. Gamboa Assoc. Prof. Miguel A. Silvestre	
	3	"Friction Surfaces" of Airport Emergency Plan	Dr. Jakub Kraus, Vladimir Plos, Peter Vittek	
	4	Parametric Investigation of Aircraft Door's Emergency Power Assist System (EPAS)	Dr. Marshal D. Kafle Jun H. Kim Hyun W. Been Kyoung M. Min Sung H. Kim	
	5	Acoustic Behavior of Polymer Foam Composite of Shorea leprosula after UV-Irradiation Exposure	Anika Zafiah M. Rus S. Shafizah	
	6	Modeling and Simulation of Axial Fan Using CFD	Assis. Prof. Dr. Hemant Kumawat	
	7	A Modified Decoupled Semi-Analytical Approach Based On SBFEM for Solving 2D Elastodynamic Problems	M. Fakharian M. I. Khodakarami	
	8	Numerical Investigation of Nanofluid Based Thermosyphon System	Kiran Kumar K Ramesh Babu Bejjam Atul Najan	
	9	Prediction of Scour Profile Caused by Submerged Three-Dimensional Wall Jets	Abdullah Al Faruque Ram Balachandar	
	10	Numerical Investigation of the Effect of Number of Waves on Heat Transfer in a Wavy Wall Enclosure	Assis. Prof. Dr. Ali Reza Tahavvor Assis. Prof. Dr. Saeed Hosseini Dr. Afshin Karimzadeh Fard	

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Cheryl Lowe	Authors	Theme
<b>Salon 8</b>	1	Correlational Analysis between Brain Dominances and Multiple Intelligences	Lakshmi Dhandabani, Rajeev Sukumaran	<b>Applied Science</b>
	2	Awareness of Students and Teachers towards AIDS and AIDS Education	Assis. Prof. Dr. Anjan Saikia	
	3	Application of Single Subject Experimental Designs in Adapted Physical Activity Research: A Descriptive Analysis	Jiabei Zhang Ying Qi	
	4	The Classification Performance in Parametric and Nonparametric Discriminant Analysis for a Class- Unbalanced Data of Diabetes Risk Groups	Dr. Lily Ingsrisawang Assis. Prof. Dr. Tasanee Nacharoen	
	5	Validation of an Acuity Measurement Tool for Maternity Services	Cheryl Lowe	
	6	A Comprehensive Method of Fault Detection and Isolation Based On Testability Modeling Data	Junyou Shi Weiwei Cui	
	7	Yawning and Cortisol as a Potential Biomarker for Early Detection of Multiple Sclerosis	Simon B. N. Thompson	

	8	An Application of Self-Health Risk Assessment among Populations Living in the Vicinity of a Fiber-Cement Roofing Factory	Assis. Prof. Dr. Phayong Thepaksorn	
	9	Predictors of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease in Egyptian Obese Adolescents	Moushira Zaki Wafaa Ezzat Yasser Elhosary, Omnia Saleh	
	10	Angiographic Evaluation of ETT (Treadmill) Positive Patients in a Tertiary Care Hospital of Bangladesh	Syed Dawood Md. Taimur, Saidur Rahman Khan, Farzana Islam	
<b>25 Aralık / 25 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Nirmal J.I. Kumar</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 9</b>	1	Differential Sensitivity of Nitrogen-Fixing, Filamentous Cyanobacterial Species to an Organochlorine Insecticide - 6, 7, 8, 9, 10, 10- Hexachloro-1, 5, 5a, 6, 9, 9a-Hexahydro-6, 9- Methano-2, 4, 3-Benzodioxathiepine-3- Oxide	Nirmal J.I. Kumar, Dr. Anubhuti A. Bora, Assis. Prof. Dr. Manmeet K. Amb	<b>Applied Science</b>
	2	An Evaluation of Pesticide Stress Induced Proteins in three Cyanobacterial Species-Anabaena Fertilissima, Aulosira Fertilissima and Westiellopsis Prolifica using SDS-PAGE	Nirmal Kumar, Rita N. Kumar, Anubhuti Bora, Manmeet Kaur Amb	
	3	Computational Identification of MicroRNAs and their Targets in two Species of Evergreen Spruce Tree (Picea)	Assis. Prof. Dr. Muhammad Y.K. Barozai, Ifthikhar A. Baloch, M. Din	
	4	A New Approach In Protein Folding Studies Revealed The Potential Site For Nucleation Center	Nurul Bahiyah Ahmad Khairudin, Habibah A Wahab	
	5	Detection of Oxidative Stress Induced by Mobile Phone Radiation in Tissues of Mice using 8-Oxo-7, 8-Dihydro-2'-Deoxyguanosine as a Biomarker	Phd. Can Ahmad M. Khalil, Dr. Ahmad M. Alshamali, Marwan H. Gagaa	
	6	Microbial Oil Production by Isolated Oleaginous Yeast <i>Torulaspota globosa</i> YU5/2	Rita Kumar, Alka Sharma, Purnima Dhall, Niha M. Kulshreshtha, Anil Kumar	
	7	High-Intensity Nanosecond Pulsed Electric Field effects on Early Physiological Development in <i>Arabidopsis thaliana</i>	Assis. Prof. Dr. Wisuwat Songnuan, Dr. Phumin Kirawanich	
	8	Micro-aerobic, Anaerobic and Two-stage Condition for Ethanol Production by enterobacter aerogenes from Biodiesel-derived Crude Glycerol	Kanokrat Saisaard, Irini Angelidaki, Poonsuk Prasertsan	
	9	Using Malolactic Fermentation with Acid- And Ethanol- Adapted <i>Oenococcus Oeni</i> Strain to Improve the Quality of Wine from Champs Bourcin Grape in Sapa - Lao Cai	Pham Thu Thuy, Nguyen Lan Huong, Chu Ky Son	
	10	A New Edit Distance Method for Finding Similarity in Dna Sequence	Assis. Prof. Dr. Patsaraporn Somboonsak, Assis. Prof. Dr. Mud-Armeen Munlin	
	11	Characterization of the O.ul-mS952 Intron:A Potential Molecular Marker to Distinguish Between <i>Ophiostoma Ulmi</i> and <i>Ophiostoma Novo-Ulmi</i> Subsp. Americana	Mohamed Hafez, Georg Hausner	
<b>25 Aralık / 25 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Prof. Dr. Suman B. Chakraborty,</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 10</b>	1	Sex Differences in Thyroid Gland Structure of Rabbits	Parchami A., Fatahian Dehkordi RF.	
	2	Evaluation of Protein Digestibility in Canola Meals between Caecectomised and Intact Adult Cockerels	Ali Nouri Emamzadeh, Akbar Yaghobfar	
	3	Effect of L-Arginine on Neuromuscular Transmission of the Chick Biventer Cervicis Muscle	Assis. Prof. Dr. S. Asadzadeh Vostakolaei	

	4	The Relationship between Sheep Management and Lamb Mortality	Assis. Prof. Dr. T. M. Mousa-Balabel	<b>Applied Science</b>
	5	Effect of Stocking Density on Monosex Nile Tilapia Growth during Pond Culture in India	Suman B. Chakraborty, Samir Banerjee	
	6	Pragati Node Popularity (PNP) Approach to Identify Congestion Hot Spots in MPLS	E. Ramaraj, A. Padmapriya	
	7	Improvement of Semen Quality in Holstein Bulls during Heat Stress by Supplementing Omega-3 Fatty Acids	Hamid. Gholami, Mohammad. Chamani, Armin. Towhidi, Mohammad. H. Fazeli	
	8	The Relationship between Excreta Viscosity and TMEn in SBM	Assis. Prof. Ali Nouri Emamzadeh	
	9	Anticoagulatory Role of an Ergot Mesylate: Hydergine	Fareeha A., Irfan Z Qureshi	
	10	The Effect of Selective Cyclooxygenase (COX) Inhibitors on Japanese Medaka (Oryzias latipes) Reproduction Parameters	Dr. Agata Kowalska, Radosław K. Kowalski, Assis. Prof. Dr. Zdzisław Zakęś	

**25 Aralık / 25 December 2022 /13:30-15:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Asha Hasnimy Mohd Hashim	Authors	Theme
<b>Salon 11</b>	1	Perceptions of Health Status and Lifestyle Health Behaviors of Poor People in Mauritius	Smita S. D. Goorah, Melisha Panchoo	<b>Applied Science</b>
	2	Spreading Dynamics of a Viral Infection in a Complex Network	Assis. Prof. Dr. Khemanand Moheput, Smita S. D. Goorah, Satish K. Ramchurn	
	3	Chase Trainer Exercise Program in Athlete with Unilateral Patellofemoral Pain Syndrome (PFPS)	Asha Hasnimy Mohd Hashim, Lee Ai Choo	
	4	Analysis of Metallothionein Gene MT1A (rs11076161) and MT2A (rs10636) Polymorphisms as a Molecular Marker in Type 2 Diabetes Mellitus among Malay Population	Assis. Prof. Dr. Norsakinah Mohammad Osman, Ali Etemad, Assoc. Prof. Dr. Patimah Ismail	
	5	Effect of On-Demand Cueing on Freezing of Gait in Parkinson's Patients	Prof. Dr. Rosemarie Velik	
	6	Effect of Cold, Warm or Contrast Therapy on Controlling Knee Osteoarthritis Associated Problems	Amal E. Shehata, Manal E. Fareed	
	7	Chemotherapy Safety Protocol for Oncology Nurses: It's Effect on Their Protective Measures Practices	Magda M. Mohsen, Manal E. Fareed	
	8	FITTER - A Framework for Integrating Activity Tracking Technologies into Electric Recreation for Children and Adolescents	R. Altamimi, G. Skinner, K. Nesbitt	
	9	Consumption Pattern and Dietary Practices of Pregnant Women in Odeda Local Government Area of Ogun State	Dr. Ademuyiwa, Assis. Prof. Dr. M. O., Sanni, S. A.	
	10	Biomechanics Analysis When Delivering Baby	Kristyanto B.	

**Bildiri Sunumları / Presentation Session – III**  
**Meeting ID: 865 1310 5022**      **Passcode: 24251222**

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assist. Prof. Dr. Hakan YÜKSEL	Authors	Theme
<b>Salon 1</b>	1	FACTS SİSTEMLERİ İÇİN GEÇİCİ HATA KAYIT SİSTEMİ GELİŞTİRME PROJESİ	Ar-Ge Proje Mühendisi, Uğur Cem Yılmaz Ar-Ge Proje Mühendisi, İlayda Aygün Ar-Ge Proje Lideri, Canan Şişman Korkmaz Proje Yöneticisi, Kenan Ahmet Mumcu	

			Proje Yöneticisi, Alper Terciyanlı	
	2	ENERJİSİNİ HATTAN ALAN YERLİ VE MİLLİ ARIZA GÖSTERGE CİHAZI GELİŞTİRİLMESİ VE PİLOT UYGULAMASI	Ar-Ge Proje Mühendisi, Uğur Cem Yılmaz Ar-Ge Proje Mühendisi, İlayda Aygün Ar-Ge Proje Lideri, Canan Şişman Korkmaz Proje Yöneticisi, Ceyhan Ankitçi	
	3	EXAMINATION OF LOAD-INDEPENDENT VICKERS HARDNESS PARAMETERS FOR ALUMINUM OXIDE ADDED BI-2212 SUPERCONDUCTOR WITH MECHANICAL MODELS	Assoc.Prof. Dr. MUHAMMED ÖZ Assoc.Prof. Dr. ÜMİT ERDEM Prof. Dr. GÜRCAN YILDIRIM	
	4	DEDUCTION OF THE RELATION BETWEEN MODULI OF ELASTICITY AND GRANULARITY DEGREES FOR ALUMINUM OXIDE ADDED BI-2212 SUPERCONDUCTOR	Assoc.Prof. Dr. MUHAMMED ÖZ Assoc.Prof. Dr. ÜMİT ERDEM Prof. Dr. GÜRCAN YILDIRIM	
	6	HAVA TRAFİK KONTROLÜNDE İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI	Gürkan GÜRGÖZE	
	7	GEOMETRİK BOYUT TOLERANSININ FARKLI ÖLÇÜM CİHAZLARINDAN ALINAN ÖLÇÜMLERE GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI	Müh. Kaan BİRO Prof. Dr. Muammer NALBANT	
	8	VIRTUAL POWER PLANT FOR DEMAND AGGREGATION OF DISTRIBUTED ENERGY NETWORK AND TRADING PLATFORM DEVELOPMENT	Canan Şişman Korkmaz Obed Nelson Onsomu Ertuğrul Özer Abdulhameed Aboumadi Fatma Üzel	
	9	BELİRLİ FİYATLI VARLIKLARIN ENERJİ TİCARETİ İÇİN OPTİMİZE VARLIK YÖNETİMİ PLATFORMU GELİŞTİRİLMESİ	Ertuğrul Özer Canan Şişman Korkmaz Rabia Şeyma Güneş	
	10	ANALYSIS OF DIYARBAKIR MANSIONS WITH RESPECT TO ENVIRONMENTAL FACTORS	Assist. Prof. Dr. Meltem ERBAŞ ÖZİL Prof. Dr. F. Demet AYKAL	
	11	GÜÇ ELEKTRONİĞİNDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI DERLEMESİ	Celal TUNCEL Dr. Öğr. Üyesi ,Tolga ÖZER	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Dr. Öğretim Üyesi, Engin EYCEYURT	Authors	Theme
<b>Salon 2</b>	1	MICROSCALE WIND ENERGY SYSTEM ANALYSIS FOR ISTANBUL ATATURK AIRPORT	ŞEYMA KILIÇ Asst. Prof., BURAK BARUTÇU	
	2	BICOMPLEX NARAYANA NUMBERS	Dr. ÇAĞLA ÇELEMOĞLU	
	3	GAUSS LEONARDO NUMBERS	Dr. ÇAĞLA ÇELEMOĞLU	
	4	IMPROVING THE PROPERTIES OF FLEXIBLE POLYURETHANES WITH CHAMOMILLA PLANT	Sıla Topçu Murat Zengin Eren Ertik Fatih Karahan Fatih Çalışkan	
	5	CATION EXCHANGE OF SODIUM MONTMORILLONITE WITH ZINC NITRATE	Sümevra Z. Öztürk Sıla Topçu Murat Zengin Fatih Çalışkan	



	6	INVESTIGATION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS AND BUILDING SOURCED GREENHOUSE GAS EMISSIONS ON SECTORAL BASIS IN THE WORLD, EU AND TURKEY	Hidayet Emre YILDIZ Dr.Öğr.Üyesi Necmi Cemal ÖZDEMİR	
	7	MACHINE LEARNING-BASED LTE HANDOVER PERFORMANCE ANALYSIS	Dr. Öğretim Üyesi, Engin EYCEYURT	
	8	AN INVESTIGATION OF FEATURE SELECTION METHODS FOR CLASSIFICATION PURPOSES USING SUPERVISED MACHINE LEARNING	M.Sc., BUSE NUR BALTACIOĞLU Assoc. Prof. Dr. İDİL YAVUZ	
	9	RESTORANLAR DA ÖDEME ARAÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI VE WEB TABANLI QR KOD İLE ÖDEME MODELİ GELİŞTİRİLMESİ	GİZEM BODUR AHMET FEYZİOĞLU	
	10	ORGANİK OPTOELEKTRONİK MALZEMELERİN HOMO VE LUMO ENERJİ SEVİYELERİNİN POTANSİYELE GÖRE DEĞİŞİMİ	Dr. AHMET BATTAL	
	11	CHEMOSTRATIGRAPHY APPLICATIONS IN HYDROCARBON-RICH BASINS	Graduate Student Çiğdem YILDIZ Assoc. Prof. Dr. Berna YAVUZ PEHLIVANLI	
	12	GAS CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETER (GC-MS) TECHNIQUE AND ITS APPLICATION	Graduate Student Ufuk KESKİN Assoc. Prof. Dr. Berna YAVUZ PEHLIVANLI	
	13	INVESTIGATION OF FILAMENTS USED IN 3D PRINTER IN GRADUATE THESIS IN TURKEY	Assist. Prof. Dr. Hakan YÜKSEL	
	17	ANALYSIS OF BLOCK CHAIN APPLICATION AREAS IN THE INTERNET OF THINGS	Assist. Prof. Dr. Hakan YÜKSEL	
<b>25 Aralık / 25 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Doç. Dr. GONCA DURMAZ GÜNGÖR</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 3</b>	1	EFFICIENCY MEASUREMENT OF TURKISH UNIVERSITIES USING THE STOCHASTIC FRONTIER MODEL	YELİZ MERT KANTAR İSMAİL YENİLMEZ İBRAHİM ARIK	
	2	COMPARISON OF BOX-JENKINS AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS METHODS: DEMAND FORECAST FOR CERAMIC SANITARY WARE	ALPER SİNAN ÇALIK İSMAİL YENİLMEZ ÖMER SEVİNÇTEKİN	
	3	NEW FIXED CIRCLE RESULTS ON FUZZY METRIC SPACES	Asst. Prof. Dr. ELİF KAPLAN	
	4	FIXED-CIRCLE RESULTS VIA BILATERAL TYPE CONTRACTIONS ON G-METRIC SPACES	Asst. Prof. Dr. ELİF KAPLAN	
	5	SIRT ÇANTASI PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜNDE GENETİK ALGORİTMALAR VE NÖROEVİRİM	Arif GÜRSOY Hediye ALTIN	
	6	AN OVERVIEW OF THE FIDUCIAL INFERENCE IN STATISTICAL THEORY	Dr. Gamze GÜVEN	
	7	FIXED POINT RESULTS UNDER $\theta$ -CONTRACTIONS ON QUASI METRIC SPACE	Doç. Dr. GONCA DURMAZ GÜNGÖR Prof. Dr. İSHAK ALTUN	
	8	VERİ MADENCİLİĞİNDE KÜMELEME ANALİZİ VE SAĞLIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ	İş Zekası Mühendisi, Mehmet Görkem ERGAN Doç.Dr., Yusuf Sait TÜRKAN Endüstri Mühendisi, Aslıhan SAĞIROĞLU CIDA	
	9	HAVALİMANI TERMİNALİNDE KUYRUK SİSTEMLERİ ÜZERİNE BİR SİMÜLASYON VE MODELLEME UYGULAMASI	Endüstri Mühendisi, Melek Rabia TÜREL Doç.Dr., Yusuf Sait TÜRKAN	
	10	A BIBLIOMETRIC COMPARISON ON MACHINE LEARNING vs. DEEP LEARNING APPROACHES IN CYBERSECURITY	Ali Melih Kanca İlker Türker	
	11	TIME SERIES REPRESENTATION TECHNIQUES UNDER THE CHALLENGES OF HIGH DIMENSIONAL DATA AND COMPUTATIONAL COST– A BRIEF SURVEY	Mushtaq Mohammed Abdulnabi İlker Türker	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Doç. Dr, Fatma SÖNMEZ ÇAKIR	Authors	Theme
Salon 4	1	EXAMINATION OF THE EFFECTS OF MANAGEMENT PRACTICE, MANAGEMENT COMMITMENT AND LEAN SIGMA BEHAVIORS IN TEXTILE COMPANIES	Assoc. Prof. Fatma Sonmez Cakir Assoc. Prof. Zafer Adiguzel	
	2	NORMALLİK TESTLERİ VE NORMAL DAĞILIMA VERİ DÖNÜŞTÜRME	Doç. Dr, Fatma SÖNMEZ ÇAKIR	
	3	FİNANSAL OKURYAZARLIK TUTUM VE DAVRANIŞI: ŞIRNAK ÜNİVERSİTESİ BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR YÜKSEKOKULU ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Öğr. Üyesi Hasan OSMANOĞLU Öğr. Gör. Dr. Cahit ÇAĞLIN	
	4	TÜRKİYE'DE SANAYİLEŞMEDE DİJİTALLEŞME: GAZİANTEP MODEL FABRİKA ÖRNEĞİ	YUNUS CANER TANRIÖVER DOÇ.DR.HARUN ŞAHİN	
	5	ÇİP KRİZİ GÖLGESİNDE APPLE M SERİSİ İŞLEMCİLERİN INTEL-AMD DUOPOLÜNE OLASI ETKİLERİ	Dr.Öğr.Üyesi Vedat BAYDAR	
	6	TÜRKİYE'DE GELİR EŞİTSİZLİĞİNE İLİŞKİN BİR DEĞERLENDİRME	Dr. Öğr. Üyesi, Nagihan ÖZKANCA ANDIÇ	
	7	KÜRESELLEŞME SÜRECİNİN ORTAYA ÇIKARDIĞI VERGİSEL SORUNLAR	Dr. Öğr. Üyesi, Nagihan ÖZKANCA ANDIÇ	
	8	TÜRKİYE'DE ULAŞTIRMA ALT YAPI YATIRIMLARININ EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİNİN GRANGER NEDENSELLİK TESTİ İLE ANALİZİ	Dr. Servet Kapçak Ahmet Akyol	
	9	THE HDI-GNP CIRCLE APPROACH TO REGIONAL INEQUALITIES RESEARCH IN TURKEY	Res. Asst. CEM ARIK Prof. Dr. ÖMER YILMAZ	
	10	ÜST- ORTA GELİRLİ SAHRA ALTI AFRİKA ÜLKELERİNDE KÜRESELLEŞMENİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ	Esra CEBECİ MAZLUM	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Dr. Öğr. Üyesi LEVENT SEZAL	Authors	Theme
Salon 5	1	THE DETERMINANTS OF INFLATION RATE IN FRAGILE FIVE COUNTRIES	Prof. Dr. Hüseyin AĞIR Dr. Öğr. Üyesi Sefa ÖZBEK	
	2	KREDİ FAİZ ORANLARI VE MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLER ARASINDAKİ İLİŞKİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ	Dr. Öğr. Üyesi LEVENT SEZAL	
	3	THE NONLINEAR CAUSALITY RELATIONSHIP BETWEEN MONEY GROWTH AND INFLATION IN TURKEY	PhD, Mesut Alper GEZER	
	4	TÜRKİYE'DE İHRACAT EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: SEKTÖREL BİR ANALİZ	Çiğdem KULALI SEÇKİN Dr. Öğr. Üyesi Volkan BEKTAŞ	
	5	CDS PRİMİ VE TÜRKİYE BELİRSİZLİK ENDEKSİ ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ	Prof. Dr., Ayça SARIALIOĞLU HAYALİ Öğretim Görevlisi, Asiye KÜÇÜKOSMAN	
	6	TÜRKİYE'DE SOSYAL GÜVENLİK HARCAMALARI ve GİNİ ENDEKSİ ARASINDAKİ İLİŞKİ	Öğretim Görevlisi, Asiye KÜÇÜKOSMAN	
	7	EFFECT OF BRENT CRUDE PRICES ON S&P 500 SHARIAH INDEX	Sadık ÖNCÜ Sümeyye TURAK	
	8	GELİR ÜZERİNDEN ALINAN VERGİLERİN TÜRKİYEDE GELİR DAĞILIMINA ETKİSİ	Ali YILDIRIM Dr.Öğr.Üyesi Özge Kama Masala	
	9	THE EFFECTS of PUBLIC PRIVATE PARTNERSHIP ENERGY INVESTMENTS on ECONOMIC GROWTH for the CASE of BRAZIL with the EXISTENCE of STRUCTURAL BREAK	Asst. Prof. Dr., ÖZGÜR ÖZAYDIN Research Assistant., ANIL DAĞDEMİR	
	10	THE EFFECTS of CREDITS on ECONOMIC GROWTH in HONG KONG with STRUCTURAL BREAK: IS THERE A KUZNETS CURVE?	Asst. Prof. Dr., ÖZGÜR ÖZAYDIN Research Assistant., ANIL DAĞDEMİR	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : ELİF TOZ	Authors	Theme
----------	--	--------------------------	---------	-------

<b>Salon 6</b>	1	SİRÂFÎ'NİN SİBEVEYH'E YÖNELTİĞİ TEMEL ELEŞTİRİLER	Araş. Görv. MUHAMMED ŞEHİT HAKÇIOĞLU Prof. Dr. MEHMET ŞİRİN ÇINAR
	2	MOLLA CÂMÎ'NİN EL-FEVÂİDU'D-DİYÂİYYE ADLI ESERİNDEKİ BAZI BEYİTLERİN ZARÛRET OLGUSU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Şirin ALADAĞ Dr. Öğretim Üyesi Muhammed Meşhud HAKÇIOĞLU
	3	HATİCE HADİSİ'NİN GRAMERİN KOLAYLAŞTIRILMASI BAĞLAMINDA BAZI GÖRÜŞLERİ	ELİF TOZ Prof. Dr. MEHMET ŞİRİN ÇINAR
	4	TELİF TÜRK SİYERİNİN SON HALKALARINDAN KOÇHİSARÎ- ZÂDE'NİN SİYERİ	Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet BÜKÜM
	5	İMÂM-I NEVEVÎ'NİN BUSTÂNÜ'L ÂRİFİN ADLI ESERİNDE İHLÂS VE NİYET	Kerime Mıcık
	6	EBÛ'L-LEYS ES-SEMERKANDÎ'NİN TENBİHÜ'L-GÂFİLİN İSİMLİ ESERİNDE TEVBİ	Kübra Mıcık
	7	DİN EĞİTİMİ PERSPEKTİFİNDEN KIRILGANLIK VE EKOLOJİ	Elif ÇAKIR
	8	ABDULLAH BİN VEHB'İN KUR'AN İLİMLERİ ALANINDAKİ YERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, MUHAMMED BAYSAL
	9	EVALUATION OF THE CONCEPT OF BID'AT IN TERMS OF CHANGE IN DYNAMIC SOCIETY LIFE	Abdulsamet EKİNCİ
	10	KUR'AN-I KERİM'DE GEÇEN PEYGAMBER DUALARININ MUHTEVA BAKIMINDAN İLGİLİ KISSALARLA İLİŞKİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, AHMET KARADUMAN

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no	Session Chair : Dr. Öğr. Üy. Muhammet Ali AVCI	Authors	Theme
1	ANALYSIS OF THE MIDDLE INCOME TRAP WITH ALTERNATIVE UNIT ROOT TESTS: THE CASE OF TURKEY	Dr. Öğr. Üy. Muhammet Ali AVCI	
2	TÜRKİYE'DE ENFLASYON, DÖVİZ KURU VE FAİZ ORANININ İHRACAT ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: AMPİRİK BİR UYGULAMA	Araş. Gör. SÜMEYYE UZUN	
3	EKONOMİK BÜYÜME VE ELEKTRİK TÜKETİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN TAHMİNİ	Öğr. Gör. Dr. MELAHAT BATU AĞIRKAYA Dr. Öğr. Üyesi HİKMET AKYOL	
4	AVRUPA YEŞİL MUTABAKATI VE TÜRKİYE EKONOMİSİNE YANSIMALARI	Öğretim Görevlisi Doktor Esra UYGUN	
5	A LITERATURE SURVEY ON THE ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE	Mustafa Sedat ACAR Alper SÖNMEZ	
6	YAPISAL KIRILMALAR ALTINDA BİTCOİN'İN BİST 30 ENDEKSİ VE DÖVİZ SEPETİ İLE ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Araş. Gör. Kübra Karadağ Mehmet Ali Yücel	
7	FON TRANSFER FİYATLAMA (FTF) UYGULAMASININ BANKA FİNANSAL BİLGİ SİSTEMİNE ETKİLERİ	Dr. Öğrencisi Teoman TAĞTEKİN	
8	TÜKETİCİLERİN KRİPTO PARALARA YÖNELİK TUTUM VE NİYETLERİNİN TEKNOLOJİ KABUL MODELİ ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ	Tuğçe ÇİFTÇİ	
9	TURKISH VALIDITY AND RELIABILITY STUDY OF COVID-19 CONSPIRACY BELIEFS SCALE	PROF. DR. YALÇIN KARAGÖZ ASSİST. PROF. DR. FUAT YALMAN	
10	TURKISH VALIDITY AND RELIABILITY STUDY OF THE PERCEIVED COVID-19 INFECTABILITY SCALE	Assist. Prof. Dr. Fuat YALMAN Prof. Dr. Yalçın KARAGÖZ	
11	GLOBAL ENERGY TRANSFORMATION AND ITS EFFECTS ON NEW ENERGY GEOPOLITICS	Assoc. Prof. Dr. Mesut ŞÖHRET	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no	Session Chair : Doç.Dr. Meryem Berrin Bulut	Authors	Theme
----------	---	---------	-------

<b>Salon 8</b>	1	KORKULU BAĞLANMA VE PSİKOLOJİK İYİ OLUŞ ARASINDAKİ İLİŞKİDE ERKEN DÖNEM UYUMSUZ ŞEMALARIN ARACI ROLÜNÜN İNCELENMESİ	Psk. Abdullah Tunç Doç.Dr. Meryem Berrin Bulut	
	2	SAPLANTILI BAĞLANMA VE DUYGUSAL DENGESİZLİĞİN KİŞİLERARASI DUYARLILIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	Psk. Abdullah Tunç Doç.Dr. Meryem Berrin Bulut	
	3	DANSA DAVET: EŞLİ DANSLAR VE PSİKOLOJİK ETKİLERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, BUSE İSTEK	
	4	PSİKANALİTİK KURAMDA TEKİNSİZLİK KAVRAMININ SANATLA İLİŞKİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, SELEN TOKSAL	
	5	DUYGUSAL TEPKİSELLİK İLE ÇOCUKLUK ÇAĞINDA AİLE TUTUMU İLİŞKİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, ÜMMÜ NUR GÜNLÜ	
	6	KARANLIK ÜÇLÜ KİŞİLİK ÖZELLİKLERİ VE MİZAH TARZLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, DİLA TEKSİN	
	7	ÇALIŞMA PSİKOLOJİSİ TEORİSİNİ ANLAMAK	Prof. Dr. BURCU GÜLER Psk. CEREN TUNALI Psk. GÜLCE TUNCEL Psk. OKAN DEMİR	
	8	ÇOCUK İSTİSMARI VE İHMALİ	Prof.Dr. İbrahim Mazman, Öğrenci,Ebru Kılıç	
	9	Çocukluk Çağı Örselenme Yaşantılarının Duygusal Özfarındalık ve Duygu Düzenlemeye Etkisi	Dr. Öğretim Üyesi, EZGİ ÖZKAN Dr. Öğretim Üyesi, BURCU TÜRK	
	10	EXAMINATION OF WORK PSYCHOLOGY IN THE CONTEXT OF MOTIVATION BY FILM ANALYSIS METHOD	Araştırma Asistanı Emine Aytan Doç. Dr. Meryem Karaaziz	
	11	PSİKOLOJİK İYİ OLUŞUN ÖRGÜTSEL BAĞLILIK ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: BİR ALAN ARAŞTIRMASI	Prof. Dr. İsmail BAKAN Prof. Dr. Burcu ERŞAHAN Arş. Gör. Yağmur MATYAR TANIR	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>	<b>Session Chair : Doç. Dr. Sevda KOÇ AKRAN</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>	
<b>Salon 9</b>	1	İNTHAR OLASILIĞINI YORDAYICI BİR FAKTÖR OLARAK OBSESİF KOMPULSİF BOZUKLUK BELİRTİLERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi İSLİM YILMAZ Dr. Öğr. Üyesi YASEMİN KAHYA	
	2	GENÇ YETİŞKİNLERDE STRES VE OYUN OYNAMA MOTİVASYONLARININ İNTERNET OYUN OYNAMA BOZUKLUĞU ÜZERİNE ETKİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, EZGİ GÜRBÜZ Prof. Dr., M. HAKAN TÜRKÇAPAR	
	3	EXAMINATION OF MARRIED INDIVIDUALS' ATTITUDES TO SEEKING PSYCHOLOGICAL HELP	ŞAZİLE KARAGÖZ Assoc.Prof. YAŞAR BARUT	
	4	ÜNİVERSİTELİ GENÇ KIZLARDA PREMENSTRÜEL SENDROM BELİRTİLERİNİN CİNSEL İŞLEV VE ÇOCUKLUK TRAVMALARI İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Hande Özkan Dr. Öğr. Üyesi, Özlem ŞENER	
	5	EŞ SEÇİMİ TUTUMUNUN YORDAYICILARI OLARAK: ERKEN DÖNEM UYUMSUZ ŞEMALAR, DISSOSİYATİF YAŞANTILAR VE ÇOCUKLUK ÇAĞI TRAVMALARI	Yüksek Lisans Öğrencisi, ZEYNEP KARAKUŞ	
	6	YAKIN İLİŞKİLERDE TRAVMATİK YAŞAM OLAYLARININ KARMAŞIK TRAVMA SONRASI STRES BOZUKLUĞU İLE OLAN İLİŞKİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi SAFİYE ÜNALIR Dr. Öğr. Üyesi ZEHRA ERŞAHİN	
	7	İLKOKUL 3. VE 4. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL DUYGUSAL ÖĞRENME BECERİLERİ İLE ALGILANAN ANNE BABA TUTUMU VE OKULA AİDİYET DUYGUSU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Psk. Dan. NİHAL YARDIMCI Dr. Öğr. Üyesi İŞİL TEKİN	
	8	EVALUATION THE CAREER PLANNING OPINIONS OF THE GEOGRAPHY UNDERGRADUATE STUDENTS	Assoc. Prof. Dr. Cennet ŞANLI	

	9	MARJ MODELİNE GÖRE PEDAGOJİK FORMASYON ÖĞRENCİLERİNİN ÖĞRETİM SÜREÇLERİNE İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ	Doç. Dr. Sevda KOÇ AKRAN	
	10	ÖĞRETMEN ADAYLARININ “ÖĞRENCİ BİLGİ SİSTEMİ” KAVRAMINA İLİŞKİN METAFORİK ALGILARININ İNCELENMESİ	Doç. Dr. Sevda KOÇ AKRAN	
<b>25 Aralık / 25 December 2022 /16:00-18:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Assoc. Prof. Dr. İLKAY TAŞ GÜRSOY</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 10</b>	1	TOURISM AFTER THE GLOBAL PANDEMIC: THE END OF THE ANTHROPOCENE ERA	Assoc. Prof. Dr. İLKAY TAŞ GÜRSOY	
	2	MARKA ŞEHİRLERİN KÜLTÜREL TURİZM YÜZÜ: DENİZLİ ÖRNEĞİ	Dr. Arzu ERSÖZ TÜĞEN	
	3	GASTRONOMIC PLACE AND IMPORTANCE OF PURSLANE	Yüksek Lisans Öğrencisi - Şeyma GÖK Dr. Öğrt. Üyesi - Tuba PEHLİVAN	
	4	WASTAGE IN TOURISM ENTERPRISES: META SYNTHESIS STUDY	Yüksek Lisans Öğrencisi, Çiğdem İŞİN	
	5	EVALUATION OF THE WEBSITES OF FIVE STAR THERMAL HOTELS IN THE CESME REGION	Cemre Damdelen Asst. Prof. Selcen Seda Türksoy Res. Asst. Mehmet Alper Nisari	
	6	SURF AND TURF TREND WITHİN THE SCOPE OF SUSTAINABLE GASTRONOMY	HATİCE NUR EROL PROF. DR. ATILLA AKBABA	
	7	A COMPARISON ON THE OTTOMAN PALACE KITCHEN HIERARCHY AND THE MODERN KITCHEN HIERARCHY	Yüksek Lisans Öğrencisi Aysu Türkman Prof. Dr. Atilla Akbaba	
	8	SEAFOOD IN THE OTTOMAN CUISINE CULTURE BETWEEN XVI-XVIII CENTURIES FROM THE EYES OF WESTERN TRAVELERS: A REVIEW IN THE LIGHT OF TRAVEL BOOKS	Yüksek Lisans Öğrencisi Yaşar Asu Tabanlı Prof. Dr. Atilla Akbaba	
	9	INVESTIGATION OF THE POTENTIAL OF MUĞLA TO BE A UNESCO CREATIVE GASTRONOMY CITY	OYA KAYA Assoc. Prof. Dr. İŞİL ARIKAN SALTİK	
	10	A TRADITIONAL TURKISH TASTE: DIYARBAKIR BURMA KADAYIF DESSERT	Gıda Yüksek Mühendisi Derya BULUTDAĞ Gıda Yüksek Mühendisi/Doktora Öğrencisi Mustafa DEDEOĞLU	
	11	STRATEJİK KENTSEL PLANLAMADA YENİ ARAYIŞLAR: KÜLTÜR EKSENLİ PLANLAMA VE YARATICI KENTLER	Arş. Gör. Dr. Arzu MALTAŞ EROL	
<b>Bildiri Sunumları / Presentation Session – III</b>				
<b>Meeting ID: 837 9303 7290</b>				
<b>Passcode: 24251222</b>				
<b>25 Aralık / 25 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)</b>				
<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Abhishek Priyam</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 1</b>	1	Maximum Power Point Tracking Based on Estimated Power for PV Energy Conversion System	Assis. Prof. Dr. Zainab Almkhtar, Dr. Adel Merabet	<b>Applied Science</b>
	2	Effect of Collector Aspect Ratio on the Thermal Performance of Wavy Finned Absorber Solar Air Heater	Abhishek Priyam, Prabha Chand	
	3	Similitude for Thermal Scale-up of a Multiphase Thermolysis Reactor in the Cu-Cl Cycle of a Hydrogen Production	Assis. Prof. Dr. Mohammed W. Abdulrahman	
	4	Enhancement of Thermal Performance of Latent Heat Solar Storage System	Rishindra M. Sarviya, Ashish Agrawal	
	6	Intelligent Maximum Power Point Tracking Using Fuzzy Logic for Solar Photovoltaic Systems Under Non-Uniform Irradiation Conditions	Assis. Prof. Dr. P. Selvam, Res. Assis S. Senthil Kumar	
	7	An Improved Cuckoo Search Algorithm for Voltage Stability Enhancement in Power Transmission Networks	Reza Sirjani, Nobosse Tafem Bolan	

	8	Technical Analysis of Combined Solar Water Heating Systems for Cold Climate Regions	Hossein Lotfizadeh, André McDonald, Amit Kumar	
	9	An Experimental Study on Evacuated Tube Solar Collector for Steam Generation in India	Assis. Prof. Dr. Avadhesh Yadav, Anunaya Saraswat	
	10	Coupling Heat and Mass Transfer for Hydrogen-Assisted Self-Ignition Behaviors of Propane-Air Mixtures in Catalytic Micro-Channels	Junjie Chen, Deguang Xu	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Assoc. Prof. Dr. Young-Seok Choi</b>	Authors	Theme
<b>Salon 2</b>	1	Real-Time Recognition of Dynamic Hand Postures on a Neuromorphic System	Qian Liu, Steve Furber	<b>Applied Science</b>
	2	Optimal Planning of Dispatchable Distributed Generators for Power Loss Reduction in Unbalanced Distribution Networks	Mahmoud M. Othman, Y. G. Hegazy, A. Y. Abdelaziz	
	3	Optimal Economic Load Dispatch Using Genetic Algorithms	Assis. Prof. Dr. Vijay Kumar, Assis. Prof. Dr. Jagdev Singh, Dr. Yaduvir Singh, Sanjay Sood	
	4	Empirical Mode Decomposition Based Multiscale Analysis of Physiological Signal	Young-Seok Choi	
	5	Experimental Implementation of Model Predictive Control for Permanent Magnet Synchronous Motor	Assis. Prof. Dr. Abdelsalam A. Ahmed	
	6	Analysis of Direct Current Motor in LabVIEW	E. Ramprasath, P. Manojkumar, P. Veena	
	7	Improvement of Voltage Profile of Grid Integrated Wind Distributed Generation by SVC	Fariba Shavakhi Zavareh, Hadi Fotoohabadi, Reza Sedaghati	
	8	A Simple Adaptive Atomic Decomposition Voice Activity Detector Implemented by Matching Pursuit	Thomas Bryan, Veton Kepuska, Ivica Kostanic	
	9	Data-driven Multiscale Tsallis Complexity: Application to EEG Analysis	Young-Seok Choi	
	10	Overview of Different Approaches Used in Optimal Operation Control of Hybrid Renewable Energy Systems	K. Kusakana	
	11	A New IFO Estimation Scheme for Orthogonal Frequency Division Multiplexing Systems	Keunhong Chae, Seokho Yoon	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : <b>Harcharan Singh Ranu</b>	Authors	Theme
<b>Salon 3</b>	1	Improving Protein-Protein Interaction Prediction by Using Encoding Strategies and Random Indices	Assis. Prof. Dr. Essam Al-Daoud	<b>Applied Science</b>
	2	Temperature-dependent Structural Perturbation of Tuna Myoglobin	Yoshihiro Ochiai	
	3	An Intelligent System for Knee and Ankle Rehabilitation	Dimitar Karastoyanov, Vladimir Monov	
	4	Design the Bowtie Antenna for the Detection of the Tumor in Microwave Tomography	Assis. Prof. Dr. Muhammd Hassan Khalil, Xu Jiadong	
	5	On the Design of Shape Memory Alloy Locking Mechanism: A Novel Solution for Laparoscopic Ligation Process	Reza Yousefian, Michael A. Kia, Mehrdad Hosseini Zadeh	
	6	Why We Are Taller in the Morning than Going to Bed at Night – An in vivo and in vitro Study	Assis. Prof. Dr. Harcharan Singh Ranu	
	7	A User - Requirements Approach in Medical Devices Maintenance System Development: A Case Study from an Industry Perspective	Manar AlJazzazi, Mohammed Rawashdeh, Tariq Alshawaheen, Aktham Malkawi	
	8	Characterization of Lubricity of Mucins at Polymeric Surfaces for Biomedical Applications	Seunghwan Lee	



	9	Influence of Microstructural Features on Wear Resistance of Biomedical Titanium Materials	Dr. Mohsin T. Mohammed, Zahid A. Khan, Arshad N. Siddiquee	
	10	MiRNAs as Regulators of Tumour Suppressor Expression	Dr. Olga A. Berillo, Gaukhar K. Baidildinova, Anatoliy T. Ivashchenko	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Assis. Prof. Dr. Sanchita B. Sarma	Authors	Theme
<b>Salon 4</b>	1	Clinical Comparative Study Comparing Efficacy of Intrathecal Fentanyl and Magnesium as an Adjuvant to Hyperbaric Bupivacaine in Mild Pre-Eclamptic Patients Undergoing Caesarean Section	Sanchita B. Sarma M. P. Nath	<b>Applied Science</b>
	2	Effect of Muscle Energy Technique on Anterior Pelvic Tilt in Lumbar Spondylosis Patients	Dr. Enas Elsayed Abutaleb, Mohamed Taher Eldesoky, Shahenda Abd El Rasol	
	3	The Oxidative Damage Marker for Sodium Formate Exposure on Lymphocytes	Assis. Prof. Dr. Malinee Pongsavee	
	4	Association of Overweight and Obesity with Breast Cancer	Amir Ghasemlouei, Alireza Khalaj	
	5	Effects of Synchronous Music on Gymnastics' Motor Skills Performance among Undergraduate Female Students in Physical Education College	Assis. Prof. Dr. Sanaa Ali Ahmed Alrashid	
	6	Influence of Bilateral and Unilateral Flatfoot on Pelvic Alignment	Mohamed Taher Eldesoky, Enas Elsayed Abutaleb	
	7	Protective Effect of L-Carnitine against Gentamicin-Induced Nephrotoxicity in Rats	Mohamed F. Ahmed, Mabruka S. Elashheb, Fatma M. Ben Rabha	
	8	Body Composition Analysis of University Students by Anthropometry and Bioelectrical Impedance Analysis	Phd. Can. Vinti Davar	
	9	Phthalate Exposure among Roma Population in Slovakia	Miroslava Šidlovská Ida Petrovičová Tomáš Pilka Branislav Kolena	
	10	Relevance of the Variation in the Angulation of Palatal Throat Form to the Orientation of the Occlusal Plane: A Cephalometric Study	Sanath Kumar Shetty, Sanya Sinha, K. Kamalakanth Shenoy	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Kiranmai S.Rai	Authors	Theme
<b>Salon 5</b>	1	Neurogenic Potential of Clitoria ternatea Aqueous Root Extract–A Basis for Enhancing Learning and Memory	Assis. Prof. Dr. Kiranmai S.Rai	<b>Applied Science</b>
	2	Comparison between Antibacterial Effects of Ethanolic and Isopropyl: Hexan (7:3) Extracts of Zingiber officinale Rose	Tahereh Naji Mahsa Jassemi	
	3	Mahmood Ahmad, Ghulam Murtaza, Sonia Khiljee, Muhammad Asadullah Madni	Mahmood Ahmad Ghulam Murtaza Sonia Khiljee Muhammad Asadullah Madni	
	4	In vitro Anti-tubercular Screening of Newly Synthesized Benzimidazole Derivatives	Assoc. Prof. M. Shahar Yar M. Mustaqeem Abdullah, Jaseela Majeed	
	5	Formulation and Evaluation of Vaginal Suppositories Containing Lactobacillus	Sanae Kaewnopparat, Nattha Kaewnopparat	
	6	Pentachlorophenol Removal via Adsorption and Biodegradation	Rakmi Abd.-Rahman Nurina Anuar	
	7	Packaging the Alkaloids of Cinchona Bark in Combination with Etoposide in Polymeric Micelles Nanoparticles	Diky Mudhakar Satrialdi, Sukmadjaja Asyarie, Yeyet C. Sumirtapura	



	8	Comparative Evaluation of the Biopharmaceutical and Chemical Equivalence of the Some Commercial Brands of Paracetamol Tablets	Dr. Raniah Al-Shalabi, Omaima Al- Gohary, Dr. Samar Afify Eram Eltahir	
	9	Data Mining Classification Methods Applied in Drug Design	Mária Stachová Lukáš Sobíšek	
	10	Salbutamol Sulphate-Ethylcellulose Tabletted Microcapsules: Pharmacokinetic Study using Convolution Approach	Ghulam Murtaza Kalsoom Farzana	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Essam A. Al-Bahkali	Authors	Theme
<b>Salon 6</b>	1	Analysis of Different Designed Landing Gears for a Light Aircraft	Assis. Prof. Dr. Essam A. Al-Bahkali	<b>Applied Science</b>
	2	Conceptual Design of an Airfoil with Temperature-Responsive Polymer	Mohammed Niyasdeen Nejaamtheen	
	3	Concentrated Solar Power Utilization in Space Vehicles Propulsion and Power Generation	Maged A. Mossallam	
	4	Optimization of Multifunctional Battery Structures for Mars	Assis. Prof. Dr. James A Foster Guglielmo S Aglietti	
	5	Modeling and Control of a Quadrotor UAV with Aerodynamic Concepts	Dr. Wei Dong, Assis. Prof. Dr. Guo-Ying Gu Xiangyang Zhu Han Ding	
	6	Topology Optimization of Aircraft Fuselage Structure	Assis. Prof. Dr. Muniyasamy Kalanchiam, Baskar Mannai	
	7	Terrain Evaluation Method for Hexapod Robot	Tomas Luneckas Dainius Udris	
	8	Small Satellite Modelling and Attitude Control Using Fuzzy Logic	Amirhossein Asadabadi, Amir Anvar	
	9	Advantages of Composite Materials in Aircraft Structures	Prof. Dr. Muniyasamy Kalanchiam, Moorthy Chinnasamy	
	10	Characterization of Electrohydrodynamic Force on Dielectric-Barrier-Discharge Plasma Actuator Using Fluid Simulation	Assis. Prof. Dr. Hiroyuki Nishida Taku Nonomura Takashi Abe	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

Salon no		Session Chair : Leila Samiee	Authors	Theme
<b>Salon 7</b>	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	<b>Applied Science</b>
	2	Material Selection for Footwear Insole Using Analytical Hierarchal 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	
	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	
	9	Influence of Milled Waste Glass to Clay Ceramic Foam Properties Made by Direct Foaming Route	A. Shishkin V. Mironovs D. Goljandin A. Korjakins	
	10	Relating Interface Properties with Crack Propagation in Composite Laminates	Tao Qu Assis. Prof. Dr. Chandra Prakash Vikas Tomar	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Ondşej Nowak</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 8</b>	1	Corporate Governance Networks and Interlocking Directorates in the Czech Republic	Assis. Prof. Dr. Ondşej Nowak	<b>Applied Science</b>
	2	The Impact of Stakeholder Communication Strategies on Consumers-Acceptance and Financial Performance: In the Case of Fertilizer Industry in Malaysia	Hasnida Abdul Wahab Shahrina Md Nordin Lai Fong Woon Hasrina Mustafa	
	3	Analysis of Rubber Waste Utilization at Pandora Production Company Limited	S. Pechpoothong M. Kopystecki	
	4	Combating Money Laundering in the Banking Industry: Malaysian Experience	Aspalella A. Rahman	
	5	Hybrid Energy Supply with Dominantly Renewable Option for Small Industrial Complex	Tomislav Stambolic, Anton Causevski	
	6	A Statistical Prediction of Likely Distress in Nigeria Banking Sector Using a Neural Network Approach	Prof. Dr. D. A. Farinde	
	7	Efficiency in Urban Governance towards Sustainability and Competitiveness of City : A Case Study of Kuala Lumpur	Hamzah Jusoh Azmizam Abdul Rashid	
	8	A Study of Neuro-Fuzzy Inference System for Gross Domestic Product Growth Forecasting	Assoc. prof. E. Giovanis	
	9	Risk of Late Payment in the Malaysian Construction Industry	Dr. Kho Mei Ye Hamzah Abdul Rahman	
	10	The Current Implementation Status of Manufacturing Control Systems for a Key Manufacturing Industry	Rajab Abdullah Hokoma	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Sanae Kaewnopparat</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 9</b>	1	Development of Molecular Imprinted Polymers (MIPs) for the Selective Removal of Carbamazepine from Aqueous Solution	Bianca Schweiger, Lucile Bahnweg, Barbara Palm, Ute Steinfeld	<b>Applied Science</b>
	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	
	5	Sericin Film: Influence of Concentration on its Physical Properties	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 Muhammad Asadullah Madni	
	7	Antibacterial Capacity of Plumeria alba Petals	Assis. Prof. Dr. M. H. Syakira Dr. L. Brenda	
	8	Proactive Identification of False Alert for Drug-Drug Interaction	Hsuan-Chia Yang, Yan-Jhih Haung, Yu-Chuan Li	
	9	Comparison between Antibacterial Effects of Ethanolic and Isopropyl: Hexane (7:3) Extracts of Zingiber officinale Rose	Tahereh Naji Mahsa Jassemi	
	10	Neurogenic Potential of Clitoria ternatea Aqueous Root Extract—A Basis for Enhancing Learning and Memory	Assis. Prof. Kiranmai S.Rai	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Prof. Dr. Ezenwa Chinenye</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 10</b>	1	Evaluation of Urban Land Development Direction in Kabul City, Afghanistan	Ahmad Sharif Ahmadi Yoshitaka Kajita	<b>Applied Science</b>
	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 in 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	
	8	Effects of Urbanization on Land Use/Land Cover and Stream Flow of a Sub-Tropical River Basin of India	Satyavati Shukla Lakhan V. Rathod Mohan V. Khire	
	9	Rapid Urbanization and the Challenge of Sustainable Urban Development in Palestinian Cities	Assis. Prof. Dr. Lubna Shaheen	

**25 Aralık / 25 December 2022 /16:30-18:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)**

<b>Salon no</b>		<b>Session Chair : Byung-Kon Kim</b>	<b>Authors</b>	<b>Theme</b>
<b>Salon 11</b>	1	Evaluation of Shear Strength Parameters of Amended Loess through Using Common Admixtures in Gorgan, Iran	Seyed Erfan Hosseini Mohammad K. Alizadeh, Amir Mesbah	<b>Applied Science</b>
	2	A Study on the Developing Method of the BIM (Building Information Modeling) Software Based On Cloud Computing Environment	Assis. Prof. Dr. Byung-Kon Kim	
	3	Simulation and Parameterization by the Finite Element Method of a C Shape Delectromagnet for Application in the Characterization of Magnetic Properties of Materials	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	Convection through Light Weight Timber Constructions with Mineral Wool	J. Schmidt O. Kornadt	
	6	The Establishment of Cause-System of Poor Construction Site Safety and Priority Analysis from Different Perspectives	Shirong Li Xueping Xiang	
	7	Stability Optimization of Functionally Graded Pipes Conveying Fluid	Karam Y. Maalawi Lecture Hanan E.M EL-Sayed	
	8	Optimum Design of Launching Nose during Incremental Launching Construction of Same-Span Continuous Bridge	Weifeng Wang Hengbin Zheng Xianwei Zeng	
	9	Application of "Streamlined" Material Accounting to Estimate Environmental Impact	Assis. Prof. Dr. Paul Osmond	
	10	Springback Simulations of Monolithic and Layered Steels Used for Pressure Equipment	Assis. Prof. Dr. Anish H. Gandhi Dr. Harit K. Raval	

CONTENT	
CONGRESS ID	
SCIENTIFIC & REVIEW COMMITTEE	
PROGRAM	
CONTENT	
ORAL PRESENTED PAPERS IN THE CONFERENCE	
COVID-19 PANDEMİSİ DÖNEMİNDE DERMATOLOJİ POLİKLİNİĞİNE YAPILAN BAŞVURULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR RETROSPEKTİF ARAŞTIRMA Dr. Öğr. Üyesi Aşlı KURTGÖZ , Dr. Öğr. Üyesi Zehra İNCEDAL SONKAYA , Öğr. Gör. Dr. Selin KESKİN KIZILTEPE	1
MAKİNE ÖĞRENMESİ İLE AKARSU AKIM TAHMİNİ: BÜYÜK MENDERES HAVZASI ÖRNEĞİ E. Dilek Taylan , Tahsin Baykal , Özlem Terzi	11
DETERMINATION OF CHARACTERISTICS OF FUELS OBTAINED FROM THE MIXTURE OF WASTE FRYING OILS BIODIESEL WITH BUTANOL SEDA ŞAHİN	19
Cd(II)-KOMPLEKSLERİNİN FLORESANS TABANLI UYGULAMALARI Prof. Dr. Mustafa YÜKSEK, Doç. Dr. Füreyâ Elif ÖZTÜRKKAN	26
BİS(4-FORMİLBENZOATO-K-2O:O')BİS[(4-FORMYLBENZOATO-K2 O:O'-BİS(4-SİYANOPİRİDİN-KN) BAKIR(II)] MOLEKÜLLERARASI ETKİLEŞİMLERİN VE ETKİLEŞİM ENERJİLERİNİN CRYSTALEXPLORER PROGRAMI YARDIMI İLE İNCELENMESİ FÜREYA ELIF ÖZTÜRKKAN, MUSTAFA YÜKSEK	30
A NEW SUBCLASS OF BI-UNIVALENT FUNCTIONS CONNECTED WITH THE MILLER-ROSS-TYPE POISSON DISTRIBUTION BASED UPON EINSTEIN FUNCTION HATUN ÖZLEM GÜNEY	38
A SUBORDINATION RESULT FOR SOME SUBCLASSES OF ANALYTIC FUNCTIONS INVOLVING THE GENERALIZED k-MITTAG-LEFFLER FUNCTIONS Hatun Özlem GÜNEY	47
2. BAŞAMAK ACIL SERVİS BAŞVURAN ÇOCUK HASTALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ DR. ÖĞR. ÜYESİ RAMAZAN KIYAK (1), DOÇ. DR. SÜHA SERİN (1) , DOÇ. DR. BAHADIR ÇAĞLAR (1)	54
SOME INTEGRAL TYPE FIXED-CIRCLE RESULTS ASSOC. PROF. DR. NİHAL TAŞ	59
DÜNYA, AB VE TÜRKİYE'DE SEKTÖREL BAZDA SERA GAZI EMİSYONLARI VE BİNA KAYNAKLI SERA GAZI EMİSYONLARININ İNCELENMESİ HİDAYET EMRE YILDIZ, DR.ÖĞR.ÜYESİ NECMİ CEMAL ÖZDEMİR	68
ÇİNSEL İŞLEV BOZUKLUĞU OLAN BİREYLERE YAKLAŞIM Öğr. Gör. Esra KARABULUT, Doç. Dr. Birgül ÖZKAN	80
FARKLI GRUPLARDA PSİKOSOSYAL YÖNLERİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER ÖĞR. GÖR. ESRA KARABULUT, ÖĞR. GÖR. FATMA BOĞAN, UZM. HEMŞİRE SEVGİ KESKİN, DOÇ. DR. BİRGÜL ÖZKAN	87

BICOMPLEX NARAYANA NUMBERS DR, ÇAĞLA ÇELEMOĞLU	94
GAUSS LEONARDO NUMBERS Dr, ÇAĞLA ÇELEMOĞLU	100
GERİ DÖNÜŞÜM LİF KULLANIMININ KUMAŞLARIN HASLIK VE YIKAMA ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ LEMAN ATİKER <sup>1</sup> , NILGÜN ÖZDİL <sup>2</sup> , ARIF TANER ÖZGÜNEY <sup>2</sup> , GONCA ÖZÇELİK KAYSERİ <sup>3</sup> , SERKAN ALSAN <sup>4</sup>	107
THE EFFECT OF DIFFERENT REFLECTOR GEOMETRIES IN NDIR GAS SENSORS ON THE LIGHT CONCENTRATION REACHING THE DETECTOR Physics Engineer, DILAN YALÇIN 1, Assoc.Prof. Dr. SERHAT İKİZOĞLU 2	117
KÖPEKLERDE BABESİOZİS VE FARKLI SAĞALTIM SEÇENEKLERİ Prof. Dr. ALİ BİLGİLİ <sup>1</sup> , Prof. Dr. BAŞAK HANEDAN <sup>2</sup>	128
DOMATESTE MİKROBİYAL GÜBRE KULLANIMIN MEYVE KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ PROF. DR. ŞEBNEM KUŞVURAN 1, ÖZGÜN KIRDAR 2	132
YAŞA BAĞLI DEĞİŞİM FARKINDALIĞI VE ÖLÇÜMÜ Öğr. Gör. Dr. FATMA ZEHRA GENÇ <sup>1</sup> , Öğr. Gör. SUZAN YILDIZ <sup>2</sup> , Prof. Dr. NAİLE BİLGİLİ <sup>3</sup>	143
THE IMPORTANCE OF MICROPLASTICS IN FOOD SAFETY RES. ASSIT. AYSEGUL KIRMIZIGUL PEKER, PROF. DR. ILKIN SENGUN	148
CHAMOMİLLA BİTKİSİ İLE FLEKSİBLE POLİÜRETANLARIN ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ Çevre Müh. Sıla Topçu* <sup>1</sup> , Yüksek Metalurji ve Malzeme Müh. Murat Zengin <sup>2</sup> , Eren Ertik <sup>3</sup> , Fatih Karahan <sup>4</sup> , Prof. Dr. Fatih Çalışkan <sup>5</sup>	159
SODYUM MONTMORİLLONİT'İN ÇİNKO NİTRAT İLE KATYON DEĞİŞİMİ SÜMEYRA Z. ÖZTÜRK A,* <sup>1</sup> , SİLA TOPÇUB, MURAT ZENGİNC, FATİH ÇALIŞKAND,	167
Z KUŞAĞIN YAPAY ZEKÂ KAYGI DURUMLARININ SOSYO-DEMOGRAFİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: HEMŞİRELİK BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ARAŞTIRMA Öğ. Gör. İLKNUR BUÇAN KIRKBİR 1, Dr. Öğr. Gör. BÜLENT AKKAYA 2, Dr. Öğr. Gör. SEMA ÜSTGÖRÜL 3	180
HEMŞİRELİKTE ÇEVİK LİDERLİK İLE İŞ MEMNUNİYETİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ DR. ÖĞR. GÖR. SEMA ÜSTGÖRÜL <sup>1</sup> , DR. ÖĞR. GÖR. BÜLENT AKKAYA 2	192
A DIFFERENT APPROACH TO GROWING: ECO GARDENS Graduate Student, Selin GÜRSAN <sup>1</sup> , Assoc.Prof. Dt. Sevinç BAŞAY <sup>2*</sup>	198
INVESTIGATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF WATER EXTRACT AND ESSENTIAL OIL OF <i>SALVIA EUPHRATICA</i> VAR. <i>LEIOCALYCINA</i> FLOWERS BELONGING TO THE MALATYA-AKÇADAĞ REGION Prof. Dr., ÜLKÜ YILMAZ	210

KENT İÇİNDEKİ ARKEOLOJİK ALANLARDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KORUMA YÖNTEMİ ÖNERİSİ, ANTAKYA MÜZE OTEL ÖRNEĞİ Ferruh Yılmaz GÜLSER1 , Prof. Dr. Nevin GÜLTEKİN2	219
ÇEVRESEL FAKTÖRLER ve ESTETİK ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BİTLİS GELENEKSEL EVLERİNDE İRDELENMESİ Mimar, Yüstra Alparmak1, Prof. Dr. Öğretim Üyesi, F. Demet Aykal2	234
AUTUMN COLOR EFFECTS OF WOODY LANDSCAPE PLANTS GRADUATE STUDENT, SERAP ÖZTÜRK1, ASSOC.PROF. DT. NILÜFER SEYİDOĞLU AKDENİZ2*	244
ÇOCUK HASTA ODASINDA OYUNA YÖNELİK TASARIM ARAYIŞI: AYDINLATMA ARMATÜRÜ DOÇ. DR. ŞENGÜL YALÇINKAYA1, YL. ÖĞR. GÖNÜL ZENGİN2	255
SAĞLIK YAPILARINDA ÇOCUKLARA YÖNELİK GÜNCEL TASARIM YAKLAŞIMLARI Gönül ZENGİN1, Doç. Dr. ŞENGÜL YALÇINKAYA2	267
THE CORRELATION OF SPHB AND HB IN THE CRITICAL CARE UNIT AND ITS EFFECT ON MORTALITY DOÇ. DR. PINAR AYYAT 1, DOÇ. DR. BAŞAK BÜYÜK	282
SERRATUS ANTERIOR PLANE BLOCK FOR RESISTANT HERPES ZOSTER PAIN MANAGEMENT: A CASE SERIES Doç. Dr. PINAR AYYAT 1, Uz. Dr. Birdal GULLUPINAR 2	291
HEMİPLEJİ HASTALARDA GÖRÜLEN OMUZ AĞRISINDA KULLANILAN REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARI Öğr. Gör. Kevser GÜRSAN1, Öğr. Gör. Bahar ERDOĞAN2	298
ONKOLOJİ HASTALARINDA KULLANILAN NON-FARMAKOLOJİK YÖNTEMLER ÖĞR. GÖR. BAHAR ERDOĞAN, ÖĞR. GÖR. KEVSER GÜRSAN	305
IMPORTANCE OF BCL-2 IN THE REGULATION OF APOPTOSIS PROF. DR. HÜLYA ÇİÇEK1, HANIM SEVAL KAYA2, DR. RUMEYSA DUYURAN2	314
RUHSAL HASTALIKLARIN İYİLEŞTİRİLMESİNDE HAYVANLARIN YERİ Yüksek Lisans, Büşra BİLGİN1, Doç. Dr. Latife Utaş AKHAN2	326
YENİDOĞAN HEMŞİRELİĞİ DERSİ ALAN ÖĞRENCİLERDE EL HİJYENİ İNANCI VE EL HİJYENİ UYGULAMALARI 1SERAP ÖZDEMİR 2ERHAN ELMAOĞLU	334
MONOMETALİK KATALİZÖR YAPISINDA PERLİTİN DESTEK MALZEMESİ OLARAK KULLANIMININ İNCELENMESİ Dr. Erhan ONAT 1, Taha TURAL 2, Doç. Dr. Mehmet Sait İZGİ 3	344
PERLİT DESTEKLİ KOBALT BAZLI BİMETALİK NANOKATALİZÖR YAPISININ SODYUM BORHİDRÜR HİDROLİZİNE ETKİSİ Dr. Erhan ONAT 1, Taha TURAL 2, Doç. Dr. Mehmet Sait İZGİ 3	357
DETERMINATION OF THE EFFECTS OF TPPT ON THE ANTI-WEAR PERFORMANCE OF VEGETABLE OIL AND POLYOL ESTERS TUĞÇE ÖZPERÇİN 1, KÜBRA KAVUT 2, HANİFE GÜLEN TOM 3	371

METAL İŞLEME SIVILARINDA KULLANILAN 4 FARKLI YAPIDAKİ KÜKÜRTLÜ KATKI MADDELERİNİN SRV TEST CİHAZI KULLANILARAK AŞIRI BASINÇ (EP) VE AŞINMA (AW) ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ EBRU ERDOĞAN 1, BURAK KÖKSAL 1,2, HANİFE GÜLEN TOM 1	380
SCHIFF BASE CONTAINING PHENANTROLINE: SYNTHESIS, CHIMOSENSORS AND INVESTIGATION OF COLOR PROPERTIES DR. AYŞEGÜLKÖSE 1, DR. MUSTAFA BAL 2	392
ASYMPTOTIC STABILITY OF AN IMPULSIVE HUANG-LI FINANCIAL MODEL Dr. Nur CENGİZ 1, Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN 2	402
UNIFORM ASYMPTOTIC STABILITY OF A HIGHER ORDER DIFFERENTIAL EQUATION WITH GENERALIZED PIECEWISE CONSTANT ARGUMENT DR. NUR CENGİZ 1, PROF. DR. DUYGU ARUĞASLAN ÇİNÇİN 2	409
İKİ DEĞİŞKENLİ MAXIMUM ÇARPIM TİPİ BERNSTEIN-STANCU OPERATÖRÜ Prof. Dr. Sevilay KIRCI SERENBAY 1, Ayşe Kübra BİNMAR 2	420
SOME FIXED-ELLIPSE RESULTS ON $S_b$ -METRIC SPACE RESEARCH ASISTANT DR. HÜLYA AYTİMUR 1	426
NEW FIXED-HYPERBOLA THEOREMS VIA DIFFERENT CONTRACTIONS Research Asistant Dr. HÜLYA AYTİMUR 1	431
TANGENT SURFACES OF ADJOINT CURVES IN EUCLIDEAN 3-SPACE DR. GÜL UĞUR KAYMANLI, PROF. DR. TALAT KÖRPINAR	436
MORPHOLOGICAL EVALUATIONS ON FUNCTIONAL ANATOMY OF SINUS INTERDIGITALIS IN SHEEP FOOT ANATOMY Assoc.Prof. Dr. Ramazan İLGÜN	442
OVEREKTOMİNİN SUBSTANTİA NİGRA DOKUSUDA MALONDİALDEHİT VE GLUTATYON ÜZERİNE ETKİSİ DOÇ. DR. MUSTAFA MAKAV1, DOÇ. DR. MUSHAP KURU2, DOÇ. DR. HÜSEYİN AVNİ EROĞLU3	445
ATIK LASTİK AGREGASI KATKILI HARÇLARDA ÇİMENTO YERİNE MİKRONİZE KALSİT VE ELAZIĞ FERROKROM CÜRUFU İKAMESİNİN FARKLI KÜR KOŞULLARI ALTINDA MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ İnşaat Mühendisi, OĞUZ KAAN KARAÇALI1, Doçent Dr. ALİ DOĞAN2	450
EVALUATION OF THE LENGTH-WEIGHT AND LENGTH-LENGTH RELATIONSHIPS OF <i>Carassius gibelio</i> POPULATION INHABITING ENGİZ STREAM (SAMSUN, TURKEY) CEREN ÇETİN*1, Prof. Dr. SAVAŞ YILMAZ2, Dr. SEMRA SAYGIN3, Dr. MELEK ÖZPİÇAK4	464
OKSİTETRASİKLİN UYGULANAN RATLARDA BAZI KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE BORİK ASİDİN ETKİLERİ Buket Fidancı1, Prof. Dr. Miyase Çınar2, Arş. Gör. Ali Şenol2	473
KÖK HÜCRE UYGULAMALARI OSTEOARTRİT TEDAVİSİNDE BAŞARILI MIDIR? DOÇ. DR. FATİH KAR 1	482



COVID-19 YOĞUN BAKIMDA TAKİP EDİLEN ARDS HASTALARINDA İKİ FARKLI DEKSAMETAZON DOZUNUN ETKİNLİĞİNİN RETROSPEKTİF OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ UZM. DR. MERVE YAMAN 1, ÖĞR. GÖR. DR. MURAT EMRE TOKUR 2, PROF. DR. CANAN BALCI 3	489
ANDEZİT TAŞININ KİMYASAL, FİZİKO MEKANİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ DR. ÖĞRETİM ÜYESİ MUSTAFA EKEN1, DR. ÖĞRETİM ÜYESİ ELA B. GÖRÜR AVŞAROĞLU2, BURHAN CENGİZLER1	500
CONTACT ANALYSIS OF AN ORTHOTROPIC LAYER BASED ON THE FINITE ELEMENT METHOD Assoc. Prof. Dr. ERDAL ÖNER1, Assoc. Prof. Dr. MURAT YAYLACI2	507
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TAŞKIN AFETİ ÜZERİNE ETKİLERİ; SOLAKLI ÇAYI HAVZASI AFETLERİ UFUK YÜKSELERA*, ÖMERUL FARUK DURSUNB	516
AKIM AYIRICILI BASAMAKLI DOLUSAVAKLARIN AKIM KARAKTERİSTİKLERİ İSA CİCIA, MAHMUT AYDOĞDUB , Ö. FARUK DURSUNA*	534
GEOTEKSTİL DONATILI DUVARLARIN NÜMERİK ANALİZİ KEMAL KAPLAN 1, Dr. Öğr. Üyesi ,MURAT TONAROĞLU 2	541
HEMŞİRELİKTE VAKA TEMELLİ ÖĞRETİMİN ÖZ YETERLİLİĞE ETKİSİ: KARMA YÖNTEM DR.ÖĞR. ÜYESİ NİLAY ÇAKICI 1	556
TERS YÜZ EĞİTİM MODELİNİN KLİNİK UYGULAMAYA YANSIMASI DR.ÖĞR. ÜYESİ NİLAY ÇAKICI	561
BUSULFAN İLE OLUŞTURULMUŞ BÖBREK HASARI ÜZERİNE KÖK HÜCRE VE D VİTAMİNİ'NİN KORUYUCU VE TEDAVİ EDİCİ ETKİSİ Uğur ÜNAL1, Pınar BİLGİCİ 2, Derya ÇAKIR3, Gülce YILDIZ4, Dr. Öğr. Üyesi Esra BALCIOĞLU5	566
EFFECTS OF SUMAC ( <i>Rhus coriaria L.</i> ) ON METHOTREXATE-INDUCED LUNG INJURY Asst. Prof. Gülsen BAYRAK <sup>1</sup> , Prof. Dr. Ebru BALLI <sup>2</sup> , Asst. Prof. Tuba ÖZCAN METİN <sup>3</sup>	576
Examination of the Areas Separated by the Separation Diameter in the Raising Process 1Selim Taşkaya	584
INVESTIGATION OF INCREASING DOP FROM 40% TO 45% IN THE PARCELING PROCESS 1SELİM TAŞKAYA	595
KVAZİGEOİD MODELİNİN TƏYİN EDİLMƏSİ ÜSULLARI ZAHİD İDRİSZADƏ	606
METAN NDIR GAZ SENSÖRLERİNDE OPTİK YÜZEY VE YOĞUŞMA SICAKLIKLARININ YÜKSEK BAĞIL NEMDE GAZ ÖLÇÜMÜNE ETKİSİ KONTROL VE OTOMASYON MÜHENDİSİ, ÜSAME AYAZ 1	614

BONKOPULMONER SEKRESYON TEMİZLEMeye YARDIMCI SOLUNUM DEVRESİ GELİŞTİRİLMESİ EKREM AMAÇ1, YUSUF PEKGÜZEL2	625
TAVUK HİDROKSİPATİTE TİTANYUM OKSİT İLAVESİNİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ DR. ÖĞRETİM ÜYESİ SÜLEYMAN SERDAR PAZARLIOĞLU, DR. HASAN GÖKÇE	633
DNA BARKODLAMA AV-AVCI BÖCEK İLİŞKİLERİ Ziraat Mühendisi Elif Zana KOCAĞA 1, Dr. Öğr. Üyesi Halil DİLMEN 2	648
FARKLI ARAZI KULLANIM ŞEKİLLERİNE GÖRE TOPRAKLARIN BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ VE KARBON DEPOLAMA KAPASİTELERİNİN BELİRLENMESİ AYNUR İSTER1, DR. ÖMER FARUK DEMİR2, PROF. DR. KADIR YILMAZ3	664
TÜRKİYE'DE TARIMDA ÖLÇEK EKONOMİSİ VE KOOPERATİFLERİN ÖNEMİ PROF. DR. GÜLŞEN KESKİN	670
KAVUNDA TUZ STRESİNE TOLERANSIN SAĞLANMASINDA BAKTERİ UYGULAMASININ ETKİSİ Prof. Dr. ŞEBNEM KUŞVURAN1, Araş. Gör. Dr. DAMLA TURAN BÜYÜKDİNÇ2	677
KAVUNDA ( <i>Cucumis melo</i> L.) FARKLI SÜRDÜRÜLEBİLİR GÜBRELER İLE YENİLEBİLİR KAPLAMALARIN DİLİMLENMİŞ MEYVELERDE HASAT SONRASI BAZI KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ Öğr. Gör. Dr. Fırat İŞLEK <sup>1</sup> , Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU <sup>2</sup>	689
LAHANA ÜRETİM YÖNTEMLERİ VE MUHAFAZASI ÖĞR. GÖR. DR. FIRAT İŞLEK1	701
TÜRKİYE' DE SEBZE ISLAHINDA KULLANILAN ANDROGENESİS YÖNTEMLERİNE GENEL BİR BAKIŞ Doç. Dr., BURCU TUNCER1	707
TÜRKİYE' DE SEBZE ISLAHINDA ANDROGENESİS ARAŞTIRMALARI DOÇ. DR., BURCU TUNCER1	721
KAHRAMANMARAŞ (TÜRKİYE) GEOFİTLERİNE GENEL BAKIŞ, TAKSONOMİK DEĞİŞİKLİKLER VE KABUL EDİLEN BİTKİ İSİMLERİ LİSTESİ Dr. Öğr. Üyesi ALPER UZUN1*, Dr. Öğr. Üyesi SEYRAN PALABAŞ UZUN2	733
ŞANLIURFA İLİNDE ORGANİK TARIM VE HAYVANCILIK DOKTORA ÖĞRENCİSİ, HASİNE ELÇİ 1, DOKTORA ÖĞRENCİSİ, ÖZLEM DURĞUN2, DOKTORA ÖĞRENCİSİ, HALİME ÖZTÜRK3,	741
ORMAN YANGINLARIYLA MÜCADELEDE ZORLU ÇALIŞMA KOŞULLARININ İŞÇİ SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI DR. ÖĞR. ÜYESİ NEŞE GÜLCİ 1, BÜŞRA AKBULUT 2	754
POLLEN MORPHOLOGY ASPECT OF TWO ECONOMICALLY IMPORTANT CITRUS L. (RUTACEAE) TAXA GROWING IN ESKİŞEHİR OKAN SEZER 1, İSMÜHAN POTOĞLU ERKARA 2	763

POLLEN MORPHOLOGY ASPECT OF TWO ECONOMICALLY IMPORTANT CITRUS L. (RUTACEAE) TAXA GROWING IN ESKİŞEHİR OKAN SEZER 1, İSMÜHAN POTOĞLU ERKARA 2	770
COMPARATIVE POLLEN MORPHOLOGY OF TWO THUJA L. (CUPRESSACEAE) TAXA GROWING IN ESKİŞEHİR/TURKEY OKAN SEZER 1, İSMÜHAN POTOĞLU ERKARA 2	776
ALOPESİLİ SİĞİRLARDA BAZI BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİN İNCELENMESİ BÜŞRA AKDAĞ 1, DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖZKAN DURU 2	782
UTILIZATION OF NANOPARTICLES AS ELICITORS FOR THE ENHANCEMENT OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN PLANT-BASED FOODS Assoc. Prof. Dr. Meryem KARA	788
<i>Escherichia Coli</i> 'de <i>Quee</i> GENİNİN İFADE EDİLMEMESİ BENZOİK ASİT'E KARŞI DUYARLILIĞA NEDEN OLUR HATICE ÖZTÜRKEL KABAKAŞI, KADRIYE ASLIHAN ONAT TAŞDELENİ, MERVE SEZER KÜRKCÜ 2, BEKİR ÇÖL 2, 3, ESRA DİBEK 4	796
GIDALARDA DOĞAL OLARAK BULUNAN BENZOİK ASİT VE TÜREVLERİNİN GIDA KORUYUCU AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ HATICE ÖZTÜRKEL KABAKAŞI, KADRIYE ASLIHAN ONAT TAŞDELENİ, MERVE SEZER KÜRKCÜ 2, BEKİR ÇÖL 3	803
KOMBUCHA SİRKESİNİN ÜRETİMİ ve GIDA PATOJENLERİNE KARŞI ANTİMİKROBİYAL POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ Dr. Öğr. Üyesi, Nurcan DOĞAN 1*, Dr. Öğr. Üyesi, Cemhan DOĞAN 2	811
DOĞAL GIDA KAYNAKLARI VE ARTIKLARINDAN KARBON NOKTALARININ SENTEZİ, BİYOAKTİVİTESİ VE UYGULAMA ALANLARI DR. ÖĞR. ÜYESİ, CEMHAN DOĞAN 1, DR. ÖĞR. ÜYESİ, NURCAN DOĞAN 2*	819
THE EFFECT OF THE GREENHOUSE GAS INCREASE IN TURKEY ON METEOROLOGICAL DATA DR, ALPER YILDIRIM 1	827
ISI DEĞİŞTİRİCİYE SABİT SICAKLIK VE DEBİDE GİREN AKIŞKANIN ISI TRANSFERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: ANSYS ÇALIŞMASI Nesrin ADIGÜZEL*, Muhammet ÖZGERİŞ*	832
PROBABILITY AND STATISTICS APPLICATIONS ON RISK ASSESSMENT METHODOLOGY FOR AN AIRCRAFT AVIONICS SYSTEM SAFETY ANALYSIS AYÇİN GÜRDAMAR 1, PROF.DR. ŞEREF NACİ ENGİN 2	839
DETERMINATION OF BIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF BORON NITRIDE PREPARED WITH DIFFERENT ADDITIVES BUSRA M. BOZER 1, MUHAMMED ÖZ 2, GURCAN YILDIRIM 3	850
THE IN VITRO BIOLOGICAL EVALUATION OF BIOCOMPATIBLE CERAMICS REINFORCED POLYMER COMPOSITE BÜŞRA MORAN BOZER 1 AND ÜMIT ERDEM 2	864
VAKUM İNFÜZYON YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN MEŞE PALAMDU TAKVİYELİ CAM ELYAF/EPOKSİ KOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE UZAKLIĞIN ETKİSİ SUAT ALTUNÇ 1, OKAN ÖZDEMİR 2	878

SEÇİCİ LAZER ERGİTME YÖNTEMİNDE ÜRETİM KISITLAMALARINA UYGUN TASARIM KRİTERLERİ DR. ÖĞRETİM ÜYESİ TUĞÇE TEZEL 1, PROF. DR. VOLKAN KOVAN 2	885
EKLEMELİ İMALATTA ULUSLARARASI KURULUŞLAR TARAFINDAN YÜRÜTÜLEN STANDARDİZASYON FAALİYETLERİ DR. ÖĞRETİM ÜYESİ TUĞÇE TEZEL 1, PROF. DR. VOLKAN KOVAN 2	891
FEMTOSECOND LASER NONLINEAR OPTICAL EFFECTS FOR TIO <sub>2</sub> @ZR NANOALLOYS IN LIQUIDS DR. ÖĞR. ÜYESİ YASEMIN GÜNDOĞDU <sup>1,2,*</sup> , PROF. DR. HAMDI ŞÜKÜR KILIÇ <sup>2,3</sup>	898
EFFECT OF CE-AL CO-DOPING ON THE SURFACE, ELECTRICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF SOL-GEL DERIVED ZNO THIN FILMS ASSOC. PROF. DR. SENİYE KARAKAYA	906
EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE STRUCTURAL, SURFACE AND OPTICAL PROPERTIES OF SOL-GEL DERIVED ZNO THIN FILMS ASSOC. PROF. DR. SENİYE KARAKAYA 1	912
DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN İKİNCİL ETKİLERİ VE ENDÜSTRİYEL TESİS KAZALARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ TOLGA SAVAŞ <sup>1</sup> , M. EYYUPHAN YAKINCI <sup>2</sup>	918
OBRUK TEHLİKE ANALİZLERİ İÇİN KONUMSAL VERİTABANI TASARLANMASI VE TEHLİKE ANALİZ HARİTASININ OLUŞTURULMASI, KARAPINAR ÖRNEĞİ DR. ÖĞRENCİSİ BİLGE BİNGÜL <sup>1</sup> , DR. ÖĞR. ÜYESİ EMRAH PEKKAN <sup>2</sup>	930
EXAMINATION OF LOAD-INDEPENDENT VICKERS HARDNESS PARAMETERS FOR ALUMINUM OXIDE ADDED BI-2212 SUPERCONDUCTOR WITH MECHANICAL MODELS ASSOC.PROF. DR. MUHAMMED ÖZ <sup>1</sup> , ASSOC.PROF. DR. ÜMİT ERDEM <sup>2</sup> , PROF. DR. GÜRCAN YILDIRIM <sup>3</sup>	942
DEDUCTION OF THE RELATION BETWEEN MODULI OF ELASTICITY AND GRANULARITY DEGREES FOR ALUMINUM OXIDE ADDED BI-2212 SUPERCONDUCTOR ASSOC.PROF. DR. MUHAMMED ÖZ <sup>1</sup> , ASSOC.PROF. DR. ÜMİT ERDEM <sup>2</sup> , PROF. DR. GÜRCAN YILDIRIM <sup>3</sup>	955
FACTS SİSTEMLERİ İÇİN GEÇİCİ HATA KAYIT SİSTEMİ GELİŞTİRME PROJESİ AR-GE PROJE MÜHENDİSİ, UĞUR CEM YILMAZ <sup>1</sup> , AR-GE PROJE MÜHENDİSİ, İLAYDA AYGÜN <sup>2</sup> , AR-GE PROJE LİDERİ, CANAN ŞIŞMAN KORKMAZ <sup>3</sup> , PROJE YÖNETİCİSİ, KENAN AHMET MUMCU <sup>4</sup> , PROJE YÖNETİCİSİ, ALPER TERCIYANLI <sup>5</sup>	965
HAVA TRAFİK KONTROLÜNDE İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI GÜRKAN GÜRGÖZE	972
DİYARBAKIR KÖŞKLERİNİN ÇEVRESEL ETKİLER BAKIMINDAN ANALİZİ DR. ÖĞR. ÜYESİ MELTEM ERBAŞ ÖZİL 1, PROF. DR. F. DEMET AYKAL 2	977
GÜÇ ELEKTRONİĞİNDE YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI DERLEMESİ CELAL TUNCEL 1, DR. ÖĞR. ÜYESİ, TOLGA ÖZER 2	997

MACHINE LEARNING-BASED LTE HANDOVER PERFORMANCE ANALYSIS DR. ÖĞRETİM ÜYESİ, ENGIN EYCEYURT 1	1005
ORGANİK OPTOELEKTRONİK MALZEMELERİN HOMO VE LUMO ENERJİ SEVİYELERİNİN POTANSİYELE GÖRE DEĞİŞİMİ DR. AHMET BATTAL	1010
EFFICIENCY MEASUREMENT OF TURKISH UNIVERSITIES USING THE STOCHASTIC FRONTIER MODEL İSMAİL YENİLMEZ 1, YELİZ MERT KANTAR 2, İBRAHİM ARIK 3	1017
COMPARISON OF BOX-JENKINS AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS METHODS: DEMAND FORECAST FOR CERAMIC SANITARY WARE ALPER SİNAN ÇALIK 1, İSMAİL YENİLMEZ 2, ÖMER SEVİNÇTEKİN 3	1024
NEW FIXED CIRCLE RESULTS ON FUZZY METRIC SPACES ASST. PROF. DR. ELİF KAPLANI	1030
FIXED-CIRCLE RESULTS VIA BILATERAL TYPE CONTRACTIONS ON G-METRIC SPACES ASST. PROF. DR. ELİF KAPLANI	1036
FIXED POINT RESULTS UNDER $\Theta$ -CONTRACTIONS ON QUASI METRIC SPACE DOÇ. DR. GONCA DURMAZ GÜNGÖR1, PROF. DR. İSHAK ALTUN2	1040
VERİ MADENCİLİĞİNDE KÜMELEME ANALİZİ VE SAĞLIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ İŞ ZEKASI MÜHENDİSİ, MEHMET GÖRKEM ERGAN 1, DOÇ.DR., YUSUF SAIT TÜRKAN 2 ENDÜSTRİ MÜHENDİSİ, ASLIHAN SAĞIROĞLU CIDA 3	1052
HAVALİMANI TERMİNALİNDE KUYRUK SİSTEMLERİ ÜZERİNE BİR SİMÜLASYON VE MODELLEME UYGULAMASI ENDÜSTRİ MÜHENDİSİ, MELEK RABIA TÜREL 1, DOÇ.DR., YUSUF SAIT TÜRKAN	1066
A BIBLIOMETRIC COMPARISON ON MACHINE LEARNING VS. DEEP LEARNING APPROACHES IN CYBERSECURITY ALI MELİH KANCA 1, İLKER TÜRKER 2	1078
TIME SERIES REPRESENTATION TECHNIQUES UNDER THE CHALLENGES OF HIGH DIMENSIONAL DATA AND COMPUTATIONAL COST- A BRIEF SURVEY MUSHTAQ MOHAMMED ABDULNABI 1, İLKER TÜRKER 2	1092
DÜNYA VE TÜRKİYE ÖLÇEĞİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR TOPRAK YÖNETİMİNDE SIFIR TOPRAK İŞLEME VE ÖRTÜ BİTKİLERİNİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ MEHMET ALİ EMİNOĞLU1, BELİZ BİRCE HAMUT2, HALİME ÖZTÜRK3	1102
THE EFFECTS OF VEGETABLE AND FRUIT BASED ADDITIVES ON OXIDATION DEVELOPMENT, COLOR AND SENSORY PROPERTIES OF THE POULTRY PRODUCTS ASSOC. PROF. GÜLEN YILDIZ TURP1, CANSU CELEBIOĞLU2	1117
3 BOYUTLU YAZICILARDA KULLANILAN FILAMENTLERİN TÜRKİYE' DEKİ LİSANSÜSTÜ TEZLERDE İNCELENMESİ HAKAN YÜKSELİ	1130

NESNELERİN İNTERNETİ KAPSAMINDA BLOK ZİNCİR UYGULAMA ALANLARININ ANALİZİ HAKAN YÜKSEL1	1140
MONOMETALİK KATALİZÖR YAPISINDA PERLİTİN DESTEK MALZEMESİ OLARAK KULLANIMININ İNCELENMESİ DR. ERHAN ONAT 1, TAHA TURAL 2, DOÇ. DR. MEHMET SAIT İZGİ 3	1150
PERLİT DESTEKLİ KOBALT BAZLI BİMETALİK NANOKATALİZÖR YAPISININ SODYUM BORHİDRÜR HİDROLİZİNE ETKİSİ DR. ERHAN ONAT 1, TAHA TURAL 2, DOÇ. DR. MEHMET SAIT İZGİ 3	1163
<b>AFYONKARAHİSAR İLİ DOĞAL ALANINA SALINAN ANADOLU YABAN KOYUNU (OVIS GMELINI ANATOLICA)'NIN POPULASYON DURUMU</b> DR. ÖĞR. ÜYESİ. YASİN ÜNAL 1, ORM. YÜK. MÜH. MEVLÜT ZENBİLCİ 2 YASİN AYALP3	1177
ANTALYA DÜZLERÇAMI YABAN HAYATI GELİŞTİRME SAHASINDAKİ BÜYÜK MEMELİ YABAN HAYVANLARININ YAYILIŞI VE DAĞILIMI DİLEK ARSLAN HİSARKAYA1, MEVLÜT ZENBİLCİ2, YASİN ÜNAL3, AHMET KOCA4	1184
TAHİL VE BAKLAGİLLERİN BESİNSEL ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE ALTERNATİF BİR YÖNTEM: ÇİMLENDİRME ARŞ. GÖR. BETÜL OSKAYBAŞ EMLEK1, DR. ÖĞR. ÜYESİ AYŞE ÖZBEY2, DOÇ. DR. KEVSER KAHRAMAN3	1190
FIXED-CIRCLE RESULTS ON G-METRIC AND S-METRIC SPACES Assoc. Prof. Dr. NİHAL TAŞ 1, Asst. Prof. Dr. ELİF KAPLAN 2	1202
INVESTIGATION OF TIO2 IN GLASS FIBER REINFORCED CONCRETE MIXTURES ON MOLECULAR BONDING AND THERMAL PROPERTIES B.SC. BEDIRHAN USTA1, DR. FATİH DOĞAN2, PROF. DR. SERKAN SUBASI3, DR. HEYDAR DEHGHANPOUR4, MSC. MUHAMMED MARASLI5	1210
GELENEKSEL BİR TÜRK LEZZETİ: DİYARBAKIR BURMA KADAYIF TATLISI GIDA YÜKSEK MÜHENDİSİ DERYA BULUTDAĞI, GIDA YÜKSEK MÜHENDİSİ/DOKTORA ÖĞRENCİSİ MUSTAFA DEDEOĞLU 2	1221
AKIŞ SİTOMETRİSİNİN (FLOW CYTOMETRY) BAKTERİYOLOJİDE KULLANIM ALANLARI KADRIYE ASLIHAN ONAT TAŞDELEN1, HATICE ÖZTÜRKEK KABAKAŞI, MERVE SEZER KÜRKCÜ2, BEKİR ÇÖL2, 3	1235
<i>Escherichia coli</i> 'DE <i>yhbE</i> GENİNİN NAKAVT OLMASI TRANS SİNAMİK ASİT TOLERANSINI DÜŞÜRÜR Kadriye Aslıhan ONAT TAŞDELEN1, Hatice ÖZTÜRKEK KABAKAŞI1, Merve SEZER KÜRKCÜ2, Bekir ÇÖL2,3, Esra DİBEK4	1243
AĞIR METAL VE GIDA KONTAMİNASYONU MEHMET PİŞKİN	1249
FİZİKSEL MODELLER YARDIMIYLA SINIF ÖĞRETMENLERİNE TEMEL ASTRONOMİ KONULARININ ÖĞRETİMİ YUNUS ERİŞGİN 1, PROF. DR. HÜSEYİN KALKAN	1260
AKUT LÖSEMİLERDE YENİ NESİL DİZİLEME (YND) YÖNTEMİ İLE TESPİT EDİLEN MUTASYONLARIN DAĞILIMLARI BİYOLOG KÜBRA YILDIZ KAYACI 1, DR. ÖĞRT. ÜYESİ SEDA EREN KESKİN 2, PROF. DR. HAKAN SAVLI3, PROF. DR. ABDULLAH HACİHANİFİOĞLU4, DOÇ. DR. NACI ÇİNE5, UZM. BİYOLOG BUKET DOĞRUOĞLU6, UZM. BİYOLOG ZEYNEP İLKAY7, BİYOLOG İŞİL AKALIN YILDIRIM8	1275



## COVID-19 PANDEMİSİ DÖNEMİNDE DERMATOLOJİ POLİKLİNİĞİNE YAPILAN BAŞVURULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR RETROSPEKTİF ARAŞTIRMA

Dr. Öğr. Üyesi Aslı KURTGÖZ <sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Zehra İNCEDAL SONKAYA <sup>2</sup>, Öğr.

Gör. Dr. Selin KESKİN KIZILTEPE <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Amasya Üniversitesi, Sabuncuoğlu Şerefeddin SHMYO, asli.aydogan@amasya.edu.tr-  
ORCID ID: 0000-0001-5903-9389

<sup>2</sup> Amasya Üniversitesi, Sabuncuoğlu Şerefeddin SHMYO, zehra.inedal@amasya.edu.tr-  
ORCID ID: 0000-0002-5446-9707

<sup>3</sup> Düzce Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, selinkeskin@ gmail.com- ORCID ID:  
0000-0001-8848-6575

### ÖZET

Covid-19 pandemisinde koruyucu önlemler amacıyla sıkça yapılan uygulamalar ve kullanılan ekipmanlar, dermatolojik sorunların artmasına neden olmuştur. Dermatolojik sorunlar başta sağlık personelleri olmak üzere toplumdaki diğer bireylerde de yaygın olarak görülmüştür. Bu çalışma, Covid-19 pandemisi döneminde dermatoloji polikliniğine yapılan hasta başvurularının değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma retrospektif tipte yürütülmüştür. Araştırmada 1 Nisan-31 Aralık 2020 tarihleri arasında bir eğitim ve araştırma hastanesinin dermatoloji polikliniğine yapılan hasta kayıtları incelenmiştir. Araştırma kapsamında ilgili tarihlerde dermatoloji polikliniğine başvuran toplam 12,238 hasta kaydı incelenmiştir. Araştırmanın verileri 12.02.2021-19.05.2021 tarihinde araştırmacılar tarafından hastane başvuru kayıtları incelenerek toplanmıştır. Elde edilen veriler ortalama± standart sapma ve frekans (yüzde) olarak ifade edilmiştir. Çalışmaya başlamadan önce bir üniversitenin klinik araştırmalar etik kurulundan etik kurul izni, araştırmanın ilgili kurumda yürütülebilmesi için il sağlık müdürlüğünden çalışma izni ve T.C Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Bilimsel Araştırma Platformu'ndan izin alınmıştır. Başvuru kaydı incelenen hastaların %55,8'inin kadın, %44,8'inin 18-34 yaş grubunda olduğu, yaş ortalamasının ise 41,15±18,49 olduğu belirlenmiştir. Dermatoloji polikliniğine başvuran hastaların en çok aldıkları tanıların dermatit (diğer) (%19,6), kserosis kütis (%15,6), akne (%14,4), dermatofitoz (%8,1) ve pruritus (%6,7) olduğu saptanmıştır. Bu araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, Covid-19 pandemisi döneminde dermatoloji polikliniğe kadınların ve 18-34 yaş grubunda yer alan bireylerin daha fazla başvurduğu, en fazla alınan tanıların dermatit (diğer), kserosis kütis, akne, dermatofitoz ve pruritus olduğu belirlenmiştir. En fazla saptanan bu tanıların Covid-19 pandemisi sürecinde kişisel koruyucu donanım kullanımı ve hijyen uygulamalarına bağlı olarak ortaya çıkmış olabileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda toplumun hijyen uygulamaları ve kişisel koruyucu donanım kullanımına bağlı ortaya çıkabilecek deri sorunlarının nasıl önlenebileceği veya azaltılabileceği konusunda bilgilendirilmesi önerilmektedir.



**Anahtar Kelimeler:** Covid-19, Deri Sorunları, Dermatoloji, Hasta başvurusu, Pandemi.

## 1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü tarafından 11 Mart 2020’de pandemi olarak ilan edilen Covid-19 salgını dünya çapında yayılmaya devam etmektedir (Park ve ark., 2021). Bu süreçte Covid-19 pandemisi ülkeleri ve bireyleri birçok yönden etkilemekte ve beraberinde birtakım sorunlar getirmektedir. Covid-19 pandemisinin beraberinde getirdiği en önemli sorunlardan birisi virüsün bulaşını önlenmek amacıyla yapılan uygulamalar kaynaklı deri sorunlarıdır. Bulaşın önlenmesi amacıyla bireylerin sık el yıkaması, hijyen kurallarına dikkat etmesi ve kişisel koruyucu donanımları (KKD) kullanmaları önerilmektedir (Kaçar & Balcı, 2020). Bu doğrultuda pandemi döneminde toplumdaki bireylerin sık el yıkama, dezenfektan ve antiseptik solüsyonların yoğun kullanımı ve kişisel koruyucu donanımların (eldiven, cerrahi maske, N95 maske, gözlük, yüz siperi) uzun süreli kullanımı beraberinde bir takım deri problemlerini getirmektedir (Kaçar & Balcı, 2020; Gül, 2020). Çin’de yürütülen bir çalışmada Covid-19 hastalarının bakımını üstlenen hastanelerde görev yapan 542 sağlık çalışanının 526’sı (%97) deri semptomları yaşadığını bildirmiştir (Lan ve ark., 2020). Ayrıca literatürde Covid-19 tanısı alan hastalarda ve Covid-19 tedavisinde kullanılan ilaçlara bağlı olarak da birtakım deri semptomları geliştiği ve mevcut deri hastalıklarının alevlendiği bildirilmektedir (Gül, 2020; Catalá Gonzalo & Galván Casas, 2020; Zheng & Lai, 2020).

Vücudun en büyük organı olan deride dış faktörler, bulaşıcı ajanlar ve ilaçlar gibi birçok etkene bağlı olarak semptomlar gelişebilmektedir (Gül, 2020). Pandemi döneminde Türkiye dahil birçok ülkede maske kullanımı zorunlu hale getirilmiştir (Doğan & Kaya, 2021). Uzun süreli maske, gözlük ve yüz siperliği kullanımı yanak, alın ve burun köprüsünde baskı ve friksiyona neden olarak bu bölgelerde mekanik hasar oluşturabilmektedir (Gül, 2020). Bu konuya yönelik yapılan çalışmalarda günde 6 saatten uzun süreli KKD kullanımının cilt hasarı yönünden önemli bir risk faktörü olduğu belirtilmektedir (Lan ve ark., 2020; Saha ve ark., 2021). Uzun süre eldiven kullanımı stratum corneumun aşırı hidrasyonuna neden olarak deride maserasyon ve erozyon oluşumunu tetiklemektedir. Özellikle de lateks eldivenlerin içeriğinde bulunan kimyasalların terli ellerde kontakt dermatite neden olabileceği bildirilmektedir (Yan ve ark., 2020). Techasatian ve arkadaşlarının (2021) çalışmasında günlük hayatta eldiven kullandığını belirten katılımcılarda seboreik dermatit oluşum sıklığının fazla olduğu saptanmıştır (Techasatian ve ark., 2021). Literatürde uzun süreli KKD kullanımının neden olduğu başlıca deri sorunları ve belirtileri; basınç yaraları, akne, rosacea, ürtiker, kontakt dermatit, seboreik dermatit, kuruluk, eritem, kaşıntı, hassasiyet ve mevcut deri hastalıklarının alevlenmesi olarak bildirilmektedir (Lan ve ark., 2020; Yan ve ark., 2020; Wollina, 2020).

Pandemi sürecinde hijyen ve temizlik uygulamalarında bir artış meydana gelmiştir. Vayisoğlu ve Öncü tarafından ülkemizde yürütülen bir çalışmada pandemi döneminde pandemi öncesine göre temizlik yapma sıklığının %69,3; temizlik ürünü kullanım miktarının %74,2; çamaşır suyu kullanımının %70,4; sabun kullanımının %87,4; el antiseptiği/kolonya kullanımının ise %92,7 oranında arttığı bildirilmiştir (Vayisoglu & Oncu, 2021). Yapılan bir başka çalışmada katılımcıların %89,8’i Covid-19 salgını sırasında el yıkama sıklığını artırdığını ifade etmişlerdir (10). İsveç’te yapılan bir epidemiyolojik çalışmada ise uzun süre suya maruz kalmanın deri

hasarlarına neden olduğu bildirilmiştir (Meding ve ark., 2017). Sık el yıkama (>10 kez/gün), dezenfektan (özellikle %75 alkol, klor bazlı dezenfektanlar, perasetik asit ve kloroform gibi yağda çözünen dezenfektanlar) ve alkali sabun kullanımının yoğun olması cilt hasarlarını ve özellikle de el dermatiti riskini artırmaktadır (Lan ve ark., 2020; Saha ve ark., 2021; Cavanagh & Wambier, 2020). Literatürde dezenfektan kullanımının sağlıklı kişilerde ve sağlık çalışanlarında kontakt dermatit insidansını artırdığı belirtilmektedir (Zheng & Lai, 2020). Tayland'da 805 katılımcıyla gerçekleştirilen bir çalışmada alkol bazlı ürünler kullanarak ellerini yıkadığı ifade eden katılımcıların, alkol bazlı ürün kullanmayan katılımcılara göre el egzaması sıklığının anlamlı düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır (Techasatian ve ark., 2021). Literatürde Covid-19 ve dermatoloji konularını kapsayan çoğu çalışma sağlık çalışanlarında pandemi döneminde ortaya çıkan deri semptomlarına odaklanmaktadır. Ancak pandemi sürecinde yalnızca sağlık çalışanlarının değil sağlık çalışanı olmayan bireylerin de uzun süreli KKD kullanımı, sık el yıkama, yoğun dezenfektan ve temizlik ürünleri kullanımı göz önünde bulundurulduğunda deri sorunlarının tüm toplumda fazlaca görülebileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda araştırmamız Covid-19 pandemisi döneminde dermatoloji polikliniğine yapılan başvuruların değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır.

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

### 2.1. Araştırmanın Tipi

Bu araştırma retrospektif tipte yürütülmüştür.

### 2.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini 1 Nisan-31 Aralık 2020 tarihleri arasında bir eğitim ve araştırma hastanesinin dermatoloji polikliniğine başvuran bireylerin başvuru kayıtları oluşturmuştur. Çalışmada örneklem seçimi yöntemine gidilmeyip belirtilen tarih aralığında dermatoloji polikliniğine başvuran, 18 yaş ve üzeri kadın ve erkek bireylere ait tüm hasta kayıtları araştırma kapsamına dahil edilmiştir. Bu doğrultuda çalışmanın örneklemini toplam 12,238 hasta kaydı oluşturmuştur.

### 2.3. Veri Toplama Yöntemi

Araştırmanın verileri çalışmanın yapılabilmesi için gerekli izinler alındıktan sonra 12.02.2021-19.05.2021 tarihinde araştırmacılar tarafından hastane başvuru kayıtları incelenerek toplanmıştır. Başvuru kayıtlarından hastaların bazı sosyodemografik (yaş ve cinsiyet) özelliklerine ve tanılarına yönelik bilgilere ulaşılmıştır. Bireylerin diğer kişisel bilgilerine (ad, soyad, adres, kimlik numarası, telefon numarası ve diğer iletişim bilgileri) yönelik veriler toplanmamıştır.

### 2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmada kapsamında elde edilen tanı sayısının fazla olması nedeniyle tanı sayısını azaltabilmek için birbiriyle ilişkili veya benzer tanıları, ICD-10 tanı ve kod listesinden yararlanılarak tek tanı kodu altında birleştirilmiştir (Sağlık Bakanlığı, 2021). Birleştirilen tanıları şu şekildedir; dermatit, tanımlanmamış + eritema intertrigo + enfeksiyöz dermatit =

dermatit, diğer; akne vulgaris + akne, diğer = akne; idiopatik ürtiker + ürtiker, diğer + ürtiker, tanımlanmamış + dermatografik ürtiker + kolinerjik ürtiker = ürtiker; seboreik dermatit, tanımlanmamış + seboreik dermatit, diğer = seboreik dermatit; akne keloid+ foliküler bozukluk tanımlanmamış, + hidradenitis suppurativa = diğer foliküler bozukluklar; tinea barba ve tinea capitis + tinea corporis+ tinea cruris + tinea manuum + tinea pedis + tinea unguium = dermatofitoz; telogen effluvium + skar yapmayan saç kaybı, tanımlanmamış = skar yapmayan diğer saç kayıpları; liken simplex chronicus + prurigo nodularis + prurigo, diğer = liken simplex chronicus ve prurigo; melanin hiperpigmentasyonu, diğer + pigmentasyonun diğer tanımlanmamış bozuklukları + çiller = Diğer pigmentasyon bozuklukları; tekrarlayan oral aftlar + stomatitin diğer formları = stomatit ve ilgili lezyonlar; ikinci derece yanık vücut bölgesi tanımlanmamış + birden fazla bölgenin yanıkları = yanık, vücut bölgesi tanımlanmamış; tırnak bozukluğu + ete doğru büyüyen tırnak = tırnak bozuklukları; herpes virüs enfeksiyonu, tanımlanmamış + herpes virüs veziküler dermatiti = herpes virüs enfeksiyonları; alopecia areata, diğer + alopecia areata, tanımlanmamış =alopecia areata; pruritis, diğer + pruritis, tanımlanmamış = pruritis; rosacea, diğer + rosacea, tanımlanmamış = rosacea; androjenik alopesi, diğer + androjenik alopesi, tanımlanmamış = androjenik alopesi; psoriasis, diğer + psoriasis vulgaris = psoriasis. Bununla birlikte dermatolojik tanılar haricindeki birçok tanı (serebrovasküler hastalık, akut sinüzit, baş ağrısı, gastrit, depresif nöbet, hipertansiyon, kardiyak aritmi, üriner sistem enfeksiyonu, romatoid artrit, pankreatit vb.) “Diğer hastalıklar” tanı grubu altında birleştirilmiştir. Birleştirmeler sonucunda tanı sayısı 65’e indirgenmiştir.

Araştırmadan elde edilen veriler, IBM SPSS V20 paket programı ortamında değerlendirilmiştir. Verilerin analizi sonuçları ortalama± standart sapma ve frekans (yüzde) olarak ifade edilmiştir.

### 2.5. Araştırmanın Etik Yönü

Çalışmaya başlamadan önce bir üniversitenin klinik araştırmalar etik kurulundan etik kurul izni (Sayı: E-15386878-044-1703, Tarih: 20.01.2021 ve araştırmanın ilgili kurumda yürütülebilmesi için il sağlık müdürlüğünden çalışma izni (Sayı: 68724985-044, Tarih: 24.12.2020) alınmıştır. Bununla birlikte çalışma Covid-19 kapsamında olduğu için T.C Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Bilimsel Araştırma Platformu’ndan izin alınmıştır. Çalışma retrospektif bir araştırma olarak planlandığı için başvuru kayıtları incelenen bireylerden bilgilendirilmiş gönüllü onam formu kullanılarak izin alınmamıştır.

### 3. BULGULAR

Çizelge 1’de dermatoloji polikliniğine başvuran hastaların cinsiyet ve yaş dağılımları verilmiştir. Hastaların %55,8’inin kadın, %44,8’inin 18-34 yaş grubunda olduğu ve yaş ortalamasının 41,15±18,49 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Dermatoloji polikliniğine başvuran hastaların en çok aldıkları tanılarının sırasıyla dermatit (diğer) (%19,6), kserosis kütis (%15,6), akne (%14,4), dermatofitoz (%8,1) ve pruritus (%6,7) olduğu saptanmıştır (Çizelge 2).

#### Çizelge 1. Hastaların Cinsiyet ve Yaş Dağılımı (n=12238)

Özellikler		n (%)
Cinsiyet	Kadın	6823 (55,8)
	Erkek	5415 (44,2)
Yaş Grubu	18-34	5487 (44,8)
	35-49	2828 (23,1)
	50-64	2101 (17,2)
	65-79	1502 (12,3)
	80 ve üzeri	320 (2,6)

**Çizelge 2. Hastaların Tanı Özellikleri (n=12238)**

Tanı	n (%)	Tanı	n (%)
Akne	1768 (14,4)	Liken planus	64 (0,5)
Aktinik keratoz	37 (0,3)	Liken simpleks kronikus ve prurigo	36 (0,3)
Allerji	30 (0,2)	Mikozis fungoides	3 (0,02)
Allerjik kontakt dermatit	34 (0,3)	Molluskum kontagiozum	14 (0,1)
Alopesia areata	135 (1,1)	Nevüs, neoplastik olmayan	148 (1,2)
Androjenik alopesi	26 (0,2)	Parapsoriasis, diğer	16 (0,1)
Anjionörotik ödem	7 (0,1)	Pemfigus vulgaris	4 (0,03)
Anogenital Siğiller	115 (0,9)	Pityriasis rosea	47 (0,4)
Atopik dermatit	59 (0,5)	Pityriasis versicolor	165 (1,3)
Atrofik striae	2 (0,01)	Piyoderma	129 (1,1)
Behçet hastalığı	21 (0,2)	Piyojenik granülom	8 (0,1)
Benign lipomatöz neoplazm	6 (0,04)	Postzoster nevralji	10 (0,1)
Boynuzlaşma ve nasırlaşmalar	114 (0,9)	Pruritus	815 (6,7)
Çoğul vücut bölgelerini içeren açık yaralar	7 (0,1)	Psoriasis	215 (1,8)
Deri apse, furonkül ve karbonkülü	27 (0,2)	Rosacea	175 (1,4)
Deri benign neoplazmı	51 (0,4)	Seboreik dermatit	196 (1,6)
Deriye sınırlı vaskülit	10 (0,1)	Seboreik keratoz	69 (0,6)
Dermatit, diğer	2395 (19,6)	Selülit	32 (0,3)
Dermatofitoz	989 (8,1)	Skabiyez	46 (0,4)
Diğer foliküler bozukluklar	88 (0,7)	Skar yapmayan diğer saç kayıpları	249 (2,0)
Diğer pigmentasyon bozuklukları	116 (0,9)	Stomatit ve ilgili lezyonlar	69 (0,6)
Epidemik myalji	41 (0,3)	Tırnak Bozuklukları	43 (0,4)
Epidermal kist	9 (0,1)	Ürtiker	296 (2,4)
Eritema multiforme	17 (0,1)	Viral siğiller	460 (3,8)
Eritema nodosum	12 (0,1)	Vitamin- Mineral eksikliği	146 (1,2)
Hemanjiom	16 (0,1)	Vitiligo	89 (0,7)
Herpes virüs enfeksiyonları	45 (0,4)	Yanık, vücut bölgesi tanımlanmamış	3 (0,02)
Hiperhidroz	14 (0,1)	Yumuşak doku bozukluğu	192 (1,6)
İktiyozis vulgaris	13 (0,1)	Zehirsiz böcek ve artropot tarafından ısırılma/ sokulma	183 (1,5)
İmpetigo	6 (0,04)	Zoster, komplikasyonsuz	156 (1,3)
İrritan kontakt dermatit	14 (0,1)	Diğer hastalıklar	
Kandidiyaz	6 (0,04)		
Keloid skar	8 (0,1)		
Kserosis kütis	1907 (15,6)		

Çizelge 3'te hastaların en çok aldıkları 10 tanının cinsiyete göre dağılımı yer almaktadır. Çizelge 3'e göre kadınların en çok dermatit (diğer) (%56,5), kserosis kütis (%56,4), akne (%69,3), viral siğiller (%56,3), ürtiker (%62,8), skar yapmayan saç kayıpları (%81,9) tanısı aldıkları, bununla birlikte erkek hastaların ise dermatofitoz (%53,1) ve seboreik dermatit (%66,3) tanısı aldığı belirlenmiştir. Pruritus (kadın: %49,9, erkek: %50,1) ve psoriasis (kadın: %49,3, erkek: %50,7) tanılarının kadın ve erkeklerde benzer sıklıkta olduğu görülmüştür (Çizelge 3).

**Çizelge 3. Tanıların Cinsiyete Göre Dağılımı (n=12238)**

Tanı	Cinsiyet		Toplam n (%)
	Kadın n (%)	Erkek n (%)	
<b>Dermatit, diğer</b>	1352 (56,5)	1043 (43,5)	2395 (19,6)
<b>Kserosis kütis</b>	1075 (56,4)	832 (43,6)	1907 (15,6)
<b>Akne</b>	1225 (69,3)	543 (30,7)	1768 (14,4)
<b>Dermatofitoz</b>	464 (46,9)	525 (53,1)	989 (8,1)
<b>Pruritus</b>	407 (49,9)	408 (50,1)	815 (6,7)
<b>Viral siğiller</b>	259 (56,3)	201 (43,7)	460 (3,8)
<b>Ürtiker</b>	186 (62,8)	110 (37,2)	296 (2,4)
<b>Skar yapmayan diğer saç kayıpları</b>	204 (81,9)	45 (18,1)	249 (2,0)
<b>Psoriasis</b>	106 (49,3)	109 (50,7)	215 (1,8)
<b>Seboreik dermatit</b>	66 (33,7)	130 (66,3)	196 (1,6)

En çok alınan 10 tanının yaş gruplarına göre dağılımına bakıldığında 18-34 yaş grubunda yer alan hastaların en çok dermatit (diğer) (%33,7), kserosis kütis (%27,2), akne (%92,4), dermatofitoz (%30,9), pruritus (%30,1), viral siğiller (%66,3), ürtiker (%33,8), skar yapmayan diğer saç kayıpları (%75,5) ve seboreik dermatit (%63,8); 35-49 yaş grubunun ise psoriasis (%31,2) tanısı aldığı belirlenmiştir (Çizelge 4).

**Çizelge 4. Tanıların Yaş Grubuna Göre Dağılımı (n=12238)**

Tanı	Yaş grubu n (%)				
	18-34	35-49	50-64	65-79	80 ve üzeri
<b>Dermatit, diğer</b>	807 (33,7)	621 (25,9)	554 (23,1)	343 (14,3)	70 (2,9)
<b>Kserosis kütis</b>	518 (27,2)	470 (24,6)	444 (23,3)	374 (19,6)	101 (5,3)
<b>Akne</b>	1634 (92,4)	124 (7,0)	7 (0,4)	3 (0,2)	0 (0,0)
<b>Dermatofitoz</b>	306 (30,9)	290 (29,3)	231 (23,4)	133 (13,4)	29 (2,9)
<b>Pruritus</b>	245 (30,1)	180 (22,1)	168 (20,6)	176 (21,6)	46 (5,6)
<b>Viral siğiller</b>	305 (66,3)	103 (22,4)	42 (9,1)	10 (2,2)	0 (0,0)
<b>Ürtiker</b>	100 (33,8)	96 (32,4)	66 (22,3)	29 (9,8)	5 (1,7)
<b>Skar yapmayan diğer saç kayıpları</b>	188 (75,5)	52 (20,9)	9 (3,6)	0 (0,0)	0 (0,0)
<b>Psoriasis</b>	67 (31,2)	70 (32,6)	41 (19,1)	36 (16,7)	1 (0,5)
<b>Seboreik dermatit</b>	125 (63,8)	40 (20,4)	20 (10,2)	10 (5,1)	1 (0,5)



#### 4. TARTIŞMA

Covid-19 pandemisi döneminde dermatoloji polikliniğine yapılan başvuruların değerlendirilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada kadınların dermatoloji polikliniğine daha fazla başvuru yaptığı ve en çok dermatit, kserosis kütis ve akne tanısı aldıkları belirlenmiştir. Çalışma bulgumuzu destekler nitelikte Doğan ve Kaya (2021) tarafından herhangi bir dermatolojik hastalık nedeniyle başvuru yapan hastalarda maske kullanımı ile ilişkili dermatolojik semptomları değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada kadın başvuru sayısının daha fazla olduğu belirlenmiştir (Doğan & Kaya, 2021). Kore’de 12 hastanede yapılan bir çalışmada dermatoloji bölümüne maske kullanımına bağlı deri semptomu geliştiği için başvuran hastaların çoğunluğunun kadın olduğu bildirilmiştir (Choi ve ark., 2021). Çin’de sağlık çalışanlarıyla yapılan bir başka çalışmada kadın çalışanların erkeklere göre anlamlı düzeyde daha fazla deri sorunları yaşadıkları saptanmıştır (Zuo ve ark., 2020). Tayland’da yapılan bir çalışmada ise kadın cinsiyetine sahip olma, alkol bazlı ürün kullanarak el yıkama ve günlük yaşamda eldiven kullanma el egzemasının oluşumuyla ilgili risk faktörleri olarak bildirilmiştir (Techasatian ve ark., 2021). Pandemi döneminde kadınlarda deri semptomlarının bu denli yüksek olması kadınların virüsün bulaşını önleyici uygulamaları (KKD kullanımı, sık el yıkama, temizlik ürünlerinin yoğun kullanımı) daha fazla yaptıklarını düşündürmektedir. Yapılan bir çalışmada pandemi döneminde kadınların erkeklere göre el yıkama sıklığının anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu; erkek katılımcıların ise el yıkama sıklığının az olmasını “sık el yıkamanın gereksiz olduğunu düşünme”, “el yıkamaya isteksiz olma”, “el yıkamayı unutmama” ve “el yıkamaya vakit bulamama” gibi gerekçelerle ifade ettikleri belirlenmiştir (Guzek ve ark., 2020). Ayrıca kadınlardaki sık deri semptomlarının çoğu kültürde ev işlerinin kadının yapması gereken bir cinsiyet rolü olduğu algısı nedeniyle kadınların pandemi döneminde ev temizliğinde kimyasal içerikli ürünlere daha fazla maruz kalmaları ve suya fazla temas etmelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada hastaların en çok 18-34 yaş grubunda olduğu ve yaş ortalamasının  $41,15 \pm 18,49$  olduğu belirlenmiştir. Çalışma bulgumuz literatürde yer alan pandemi döneminde dermatoloji birimlerine başvuran hastaların ele alındığı diğer çalışmalarla uyum göstermektedir (Doğan & Kaya, 2021; Choi ve ark., 2021; Mushtaq ve ark., 2021).

Çalışmamızda pandemi döneminde en fazla alınan tanının dermatit olduğu saptanmıştır. Sık hijyen uygulamaları ve uzun süreli KKD kullanımı deri ve mukoza bariyerini bozarak akut ve kronik dermatite neden olabilmektedir (Yan ve ark., 2020; Zhang ve ark., 2020). Bununla birlikte ev temizliğinde kullanılan kimyasal içerikli temizlik ürünlerinin Covid-19 salgınının önlenmesine önemli katkılar sunduğu ancak bu ürünlerin doğru ve uygun şekilde kullanılmadığında dermatit insidansında artış olabileceği bildirilmektedir (Vayisoğlu & Oncu, 2021). Çalışma bulgumuz, toplumda yaşayan bireylerin virüsün bulaşını önlemek amacıyla sık el hijyeni, kimyasal içerikli temizlik ürünlerinin yoğun kullanımı, günlük hayatta eldiven giyme ve diğer kişisel koruyucu ekipmanların uzun süre kullanımı gibi nedenlerle dermatit tanısının fazla olduğunu düşündürmektedir.

Bu çalışmada pandemi döneminde dermatoloji polikliniğinde en fazla konulan diğer tanıların kserosis kütis, akne, dermatofitoz, pruritus, viral siğiller, ürtiker, skar yapmayan saç kayıpları, psoriasis ve seboreik dermatit olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada dermatoloji

polikliniğine başvurularda Covid-19 dönemindeki pruritus tanı sıklığının Covid-19 öncesi döneme göre anlamlı düzeyde arttığı saptanmıştır (Turan ve ark., 2020). Daye ve arkadaşlarının (2020) yaptıkları çalışmada katılımcıların %90,2'sinde deri problemi olduğu, maske kullanım süresi ile akne problemi görülme sıklığının anlamlı düzeyde arttığı belirlenmiştir (Daye ve ark., 2020). Mushtaq ve arkadaşlarının (2021) çalışmasında Covid-19'a karşı koruyucu önlemlerin kullanıma bağlı deri sorunları yaşayan hastalarda en çok görülen tanıların kontakt dermatit, akne ve rosacea olduğu, ayrıca KKD kullanımının bazı hastalarda mevcut dermatolojik hastalıkları alevlendirdiği, alevlenen hastalıkların sırasıyla atopik dermatit, rosacea, akne ve seboreik dermatit olduğu bildirilmiştir (Mushtaq ve ark., 2021). Kore 'de yapılan bir çalışmada ise maske kullanımı ile ilişkili en çok saptanan tanıların kontakt dermatit, yeni başlangıçlı akne, akne alevlenmesi (önceden var olan aknenin şiddetlenmesi), atopik dermatit, rosacea ve rosacea alevlenmesi olduğu belirlenmiştir (Choi ve ark., 2021). Dermatoloji birimine başvuran hastaların maske kullanımı ile ilişkili deri semptomlarının değerlendirildiği bir başka çalışmada ise kabul edilen hastalarda akne vulgaris, seboreik dermatit, kontakt dermatit, akne rosacea ve atopik dermatit tanısı olduğu bildirilmiştir (Doğan & Kaya, 2021). Bu bağlamda çalışma bulgularımız literatürde yer alan diğer çalışmaların bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Bu durum pandemi döneminde virüsün bulaşı önlemek amacıyla yapılan uygulamaların pruritus, dermatit, akne, rosacea ve seboreik dermatit gibi tanıların insidansında önemli bir artışa neden olduğunu düşündürmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Covid-19 pandemisi döneminde dermatoloji polikliniğe kadınların ve 18-34 yaş grubunda yer alan bireylerin daha fazla başvurduğu, en fazla alınan tanıların dermatit (diğer), kserosis kütis, akne, dermatofitoz ve pruritus olduğu belirlenmiştir. En çok alınan tanıların Covid-19 pandemisi sürecinde KKD kullanımı ve hijyen uygulamalarına bağlı olarak ortaya çıkmış olabileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda dermatolojik semptomların artışını önlemek adına toplumdaki bireylerin deri semptomların gelişmesini önleyici basit tedbirler hakkında (koruyucu madde içermeyen sabun kullanımı, eldiven giymeden önce ellerin temiz ve kuru olması, maskelerin iç kısmına deri ile teması önlemek adına gazlı bez vb. yerleştirilmesi, maske ile eldiven takmadan önce ve sonra derinin nemlendirici kullanılarak nemlendirilmesi, derinin terli/ıslak bırakılmaması mutlaka kurulanması, KKD kullanım süresine dikkat edilmesi, el yıkarken çok sıcak ve soğuk su kullanımından kaçınma vb.) sağlık bakanlığı ve dermatoloji uzmanları tarafından kamu spotları, haber kaynakları, sosyal medya araçları vb. yollarla bilgilendirilmesi önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

- [1] Park, M., Kim, H., Kim, S., Lee, J., Kim, S., Byun, J. W., Hwang-Bo, J., & Park, K. H. (2021). Changes in Skin Wrinkles and Pores Due To Long-Term Mask Wear. *Skin Res Technol*, 27(5), 785–788.
- [2] Kaçar, N., & Balcı, DD. (2020). *COVID-19 ve Dermatolojik Bulgular*. İçinde: Dursun R, ed. Dermatoloji ve COVID-19. Ankara: Türkiye Klinikleri, ss.9-13.
- [3] Gül, Ü. (2020). COVID-19 and Dermatology. *Turk J Med Sci*, 50, 1751-59.



- [4] Lan, J., Song, Z., Miao, X., Li, H., Li, Y., Dong, L., Yang, J., An, X., Zhang, Y., Yang, L., Zhou, N., Yang, L., Li, J., Cao, J., Wang, J., & Tao, J. (2020). Skin Damage Among Health Care Workers Managing Coronavirus Disease-2019. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 82(5), 1215–1216.
- [5] Catalá Gonzalo, A., & Galván Casas, C. (2020). COVID-19 and the skin. *Actas Dermosifiliogr*, 111(6), 447-49.
- [6] Zheng, Y., & Lai, W. (2020). Dermatology Staff Participate in Fight Against Covid-19 in China. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 34(5), e210-e211.
- [7] Doğan, E.İ., & Kaya, F. (2021). Dermatological Findings in Patients Admitting to Dermatology Clinic After Using Face Masks During Covid-19 Pandemia: A New Health Problem. *Dermatologic Therapy*, 34 (3), 1-7.
- [8] Saha, M., Podder, I., & Das, A. (2021). Skin Damage Induced by Enhanced Protective Measures in Frontline Doctors During Covid-19 Pandemic: A Web-Based Descriptive Study. *Indian Journal of Dermatology*, 66(2), 145–150.
- [9] Yan, Y., Chen, H., Chen, L., Cheng, B., Diao, P., Dong, L., Gao, X., Gu, H., He, L., Ji, C., Jin, H., Lai, W., Lei, T., Li, L., Li, L., Li, R., Liu, D., Liu, W., Lu, Q., Shi, Y., ...& Li, H. (2020). Consensus of Chinese Experts on Protection of Skin and Mucous Membrane Barrier for Health-Care Workers Fighting Against Coronavirus Disease 2019. *Dermatologic Therapy*, 33(4), e13310.
- [10] Techasatian, L., Thaowandee, W., Chaiyarit, J., Uppala, R., Sitthikarnkha, P., Paibool, W., Charoenwat, B., Wongmast, P., Laoaroon, N., Suphakunpinyo, C., Kiatchoosakun, P., & Kosalaraksa, P. (2021). Hand Hygiene Habits and Prevalence of Hand Eczema During the COVID-19 Pandemic. *Journal of Primary Care & Community Health*, 12, 21501327211018013.
- [11] Wollina, U. (2020). Challenges of COVID-19 Pandemic for Dermatology. *Dermatol Ther*, 33(5), e13430.
- [12] Vayisoglu, S.K., & Oncu, E. (2021). The Use of Cleaning Products and Its Relationship With The Increasing Health Risks During The Covid-19 Pandemic. *Int J Clin Pract*, e14534.
- [13] Meding, B., Grönhagen, C. M., Bergström, A., Kull, I., Wrangsjö, K., & Lidén, C. (2017). Water Exposure on the Hands in Adolescents: A Report from the BAMSE Cohort. *Acta dermato-venereologica*, 97(2), 188–192.
- [14] Cavanagh, G., & Wambier, CG. (2020). Rational Hand Hygiene During The Coronavirus 2019 (COVID-19) pandemic. *J Am Acad Dermatol*, 82(6), e211.
- [15] Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Sosyal Güvenlik Uygulamaları Dairesi Başkanlığı. ICD-10-TRM hastalık ve sağlık girişimi sınıflandırma sistemleri geliştirilmesi. <https://shgmsgudb.saglik.gov.tr/TR,6220/icd-10-trm-hastalik-ve-saglik-girisimi-siniflandirma-sistemleri-gelistirilmesi.html> (Erişim tarihi: 01.08.2021)
- [16] Choi, S. Y., Hong, J. Y., Kim, H. J., Lee, G. Y., Cheong, S. H., Jung, H. J., Bang, C. H., Lee, D. H., Jue, M. S., Kim, H. O., Park, E. J., Ko, J. Y., & Son, S. W. (2021). Mask-Induced Dermatoses During The COVID-19 Pandemic: A Questionnaire-Based Study in 12 Korean Hospitals. *Clinical and experimental dermatology*, 46(8), 1504–1510.

- [17] Zuo, Y., Hua, W., Luo, Y., & Li, L. (2020). Skin Reactions of N95 Masks and Medial Masks Among Health-Care Personnel: A Self-Report Questionnaire Survey in China. *Contact Dermatitis*, 83(2), 145-47.
- [18] Guzek, D., Skolmowska, D., & Głąbska, D. (2020) Analysis of Gender-Dependent Personal Protective Behaviors in A National Sample: Polish Adolescents' COVID-19 Experience (PLACE-19) Study. *Int J Environ Res Public Health*, 17(16), 5770.
- [19] Mushtaq, S., Terzi, E., Recalcati, S., Salas-Alanis, JC., Amin, S., & Faizi, N. (2021). Cutaneous Adverse Effects Due To Personal Protective Measures During Covid-19 Pandemic: A Study Of 101 Patients. *Int J Dermatol*, 60(3), 327-31.
- [20] Zhang, B., Zhai, R., & Ma, L. (2020). 2019 Novel Coronavirus Disease Epidemic: Skin Protection For Healthcare Workers Must Not Be Ignored. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 34(9), e434-e435.
- [21] Turan, Ç., Metin, N., Utlu, Z., Öner, Ü., & Kotan, ÖS. (2020). Change of the Diagnostic Distribution in Applicants To Dermatology After COVID-19 Pandemic: What It Whispers To Us?. *Dermatol Ther*, 33(4), e13804.
- [22] Daye, M., & Cihan, FG., Durduran, Y. (2020). Evaluation of Skin Problems And Dermatology Life Quality Index in Health Care Workers Who Use Personal Protection Measures During Covid-19 Pandemic. *Dermatol Ther*, 33(6), e14346.

## MAKİNE ÖĞRENMESİ İLE AKARSU AKIM TAHMİNİ: BÜYÜK MENDERES HAVZASI ÖRNEĞİ

E. Dilek Taylan <sup>1</sup>, Tahsin Baykal <sup>2</sup>, Özlem Terzi <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, dilektaylan@sdu.edu.tr-  
0000-0003-0734-1900

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tahsinbaykal@gmail.com –  
0000-0001-6218-0826

<sup>3</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, ozlemterzi@isparta.edu.tr-  
0000-0001-6429-5176

### ÖZET

Akarsu akımlarının doğru bir şekilde tahmin edilmesi, su kaynaklarının optimum planlaması ve işletilmesi çalışmalarında önemli bir adımı oluşturmaktadır. Havzalardaki akarsu akımı ölçüm ağının eksik ve yetersiz olması durumunda, akım verilerinin tamamlanmasında kullanılan yöntemlerden yapay zekâ uygulamaları sıklıkla tercih edilmektedir. Bu çalışmada yapay zekâ uygulamalarından biri olan makine öğrenmesi algoritmaları ile Büyük Menderes Havzası'ndaki akarsu akımlarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için Büyük Menderes Havzası'nda yer alan altı adet akım gözlem istasyonuna ait 1999-2010 yılları arasındaki aylık akım verileri kullanılmıştır. Modeller geliştirilirken farklı girdi-çıkı kombinasyonları Lasso, Ridge ve Lineer regresyon algoritmaları ile denenmiştir. Model sonuçları incelendiğinde en yüksek performansı tek girdili Ridge regresyon algoritması ile geliştirilen modelin verdiği bulunmuştur. Makine öğrenmesi modellerinin akarsu akım tahmininde kullanılabileceği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Akarsu akımı, Makine öğrenmesi, Büyük Menderes Havzası

### 1. GİRİŞ

Su kaynakları planlaması ve yönetimi bakımından akarsu akımlarının doğru tahmini ve modellenmesi büyük öneme sahiptir. Rezervuarların işletilmesi ve planlanması, sediment taşınımı, hidroelektrik enerji üretimi, sulama sistemlerinin yönetimi ve diğer birçok uygulama için önemlidir [1-3].

Son yıllarda, araştırmacıların çoğu akarsu akımlarını tahmin etmek için yapay zekâ kullanmaktadırlar. Yapay zekâ uygulamalarından biri olan makine öğrenmesi ise verilere bağlı olarak, kendi kendine öğrenip sonuç vermektedir ve fiziksel süreçlerin doğrusal olmayan karmaşık özelliklerini doğru sonuçlar ve tahminlerle yansıtmaktadır [4]. Makine öğrenmesi, bilgisayarların bir programlama olmadan nasıl öğrenebileceği konusunda gelişmekte olan bir çalışma alanıdır. Bilgisayarların verileri özümlediği ve daha sonra yeni veriler eklendikçe giderek daha doğru tahminler yapmak için algoritmalar kullandığı bir tür yapay zekâdır [5]. Son yıllarda makine öğrenmesi, bilgisayar bilimi, istatistik, uygulamalı matematik ve optimizasyon ile kesişen disiplinler arası bir alan haline gelmiştir. Hidrolojik parametrelere ait ölçülmüş çok sayıda veri kayıtlarının olması bu alanda da makine öğrenmesinin kullanımını

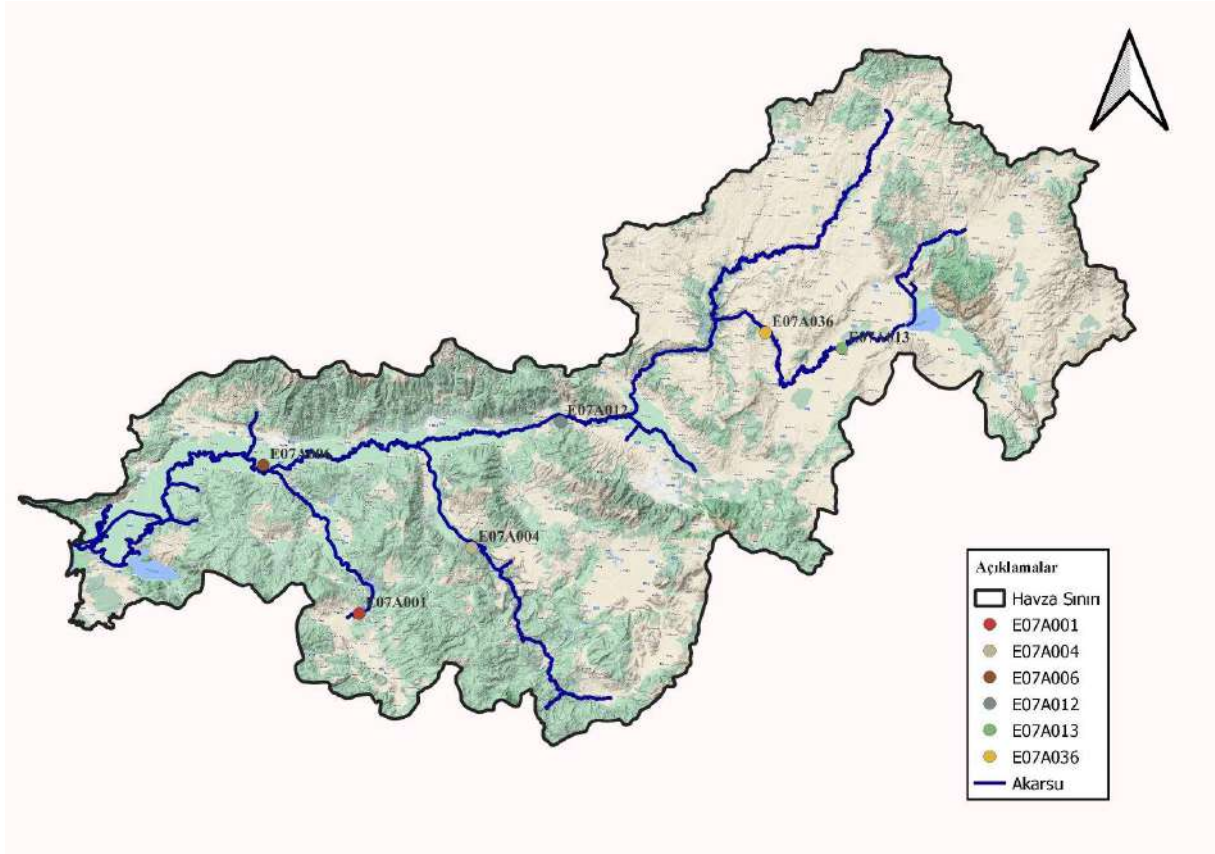
kaçınılmaz kılınmıştır [6-7]. Çubukçu vd. (2022) Mersin Lamas Nehri aylık ortalama akım verileri kullanarak Yapay Sinir Ağları (YSA), Destek Vektör Makineleri (DVM) ve Derin Öğrenme (DÖ) optimizasyonları ile akım modellemesi yapmışlardır. Model sonuçlarına göre en iyi yöntemin DÖ olduğunu belirtmişlerdir [8]. Babacan ve Saka (2002) Doğu Karadeniz Havzası'nda bulunan Aksu Deresi alt havzası için gelecek yıllara ait akım modellemesini YSA ve klasik regresyon (KR) yöntemlerini kullanarak yapmışlardır. Akım tahmini için performansı en yüksek modelin çok katmanlı YSA ile oluşturulan model olduğunu söylemişlerdir [9]. Tosunoğlu vd. (2020) Çoruh Havzası'ndaki aylık akarsu akımlarının modellenmesinde DVM, Adaptif Yükseltme (AdaBoost), K-En Yakın Komşular ve Rassal Ormanlar makine öğrenmesi algoritmalarını denemişlerdir. Rassal Orman tabanlı modelin diğer modellere göre daha iyi sonuç verdiğini bulmuşlardır [10].

Bu çalışmada, önemli havzalardan biri olan Büyük Menderes Havzası'nda akarsu akımı tahmini amaçlanmıştır. Bunun için havza içerisinde bulunan altı adet akım gözlem istasyonunun aylık akım değerleri kullanılarak farklı makine öğrenmesi algoritmaları ile modeller geliştirilmiştir.

## 2. ÇALIŞMA BÖLGESİ

Büyük Menderes Havzası,  $37^{\circ} 6' - 38^{\circ} 55'$  kuzey enlemleri ile  $27^{\circ} 15' - 30^{\circ} 36'$  doğu boylamları arasında yer alır. Havzanın güneyinde ve batısında Akdeniz iklimi, kuzeyinde ise karasal iklim hakimdir. Havzada uzun yıllar yağış ortalaması 635 mm'dir. Büyük Menderes Nehri, havzanın ana sulama kaynağıdır ve uzunluğu 584 km'dir. Batı Anadolu'nun en büyük nehridir. Afyon'un Dinar ilçesinden doğup, Uşak, Denizli ve Aydın illerinden geçerek Ege Denizi'ne dökülür. Nehrin önemli kolları Çine, Akçay, Emir, Banaz, Kufi, Dandalaz ve Madran çaylarıdır [11-12].

Çalışmada, havza içerisinde Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE)'ne ait E07A001, E07A004, E07A006, E07A012, E07A013 ve E07A036 no.lu istasyonların 1999-2010 yılları arasındaki su yılı aylık akım verileri kullanılmıştır. Görsel 1'de istasyonların gösterildiği çalışma bölgesi haritası ve Çizelge 1'de kullanılan verilere ait istatistiksel parametreler verilmiştir.



Görsel 1. Çalışma bölgesi haritası

Çizelge 1. İstatistiksel parametreler

	E07A013	E07A036	E07A012	E07A004	E07A001	E07A006
Ortalama	6.20	6.75	20.37	12.96	4.67	28.83
Maksimum	28.40	31.90	55.40	86.50	40.50	152.00
Minimum	0.40	0.47	0.88	0.04	0.00	0.04
Standart Sapma	5.64	6.09	10.72	17.88	6.99	24.00
25%	2.12	2.45	13.00	0.49	0.70	14.15
50%	4.20	4.21	18.00	4.10	1.86	23.45
75%	8.72	9.64	26.75	18.00	5.45	37.83

### 3. Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi, veriden bilgi üretmek için çeşitli hesaplama yöntemleri kullanır [13]. Makine öğrenmesi denetimli, denetimsiz, yarı denetimli ve takviyeli öğrenme olarak dört gruba ayrılır. Makine öğrenmesinde en çok kullanılan algoritmalar, yapay sinir ağları, destek vektör makineleri, karar ağaçları ve lojistik regresyon şeklinde sıralanabilir [14]. Bu çalışmada, makine öğrenmesi algoritmalarından olan Lasso, Linear ve Ridge regresyon kullanılmıştır.

**Lasso Regresyon:** Lasso (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator) modeli, katsayıların mutlak değerinin toplamının bir sabitten küçük olması şartına bağlı olarak artık kareler toplamını en aza indirmek amacıyla doğrusal modelleri tahmin etmek için kullanılan bir



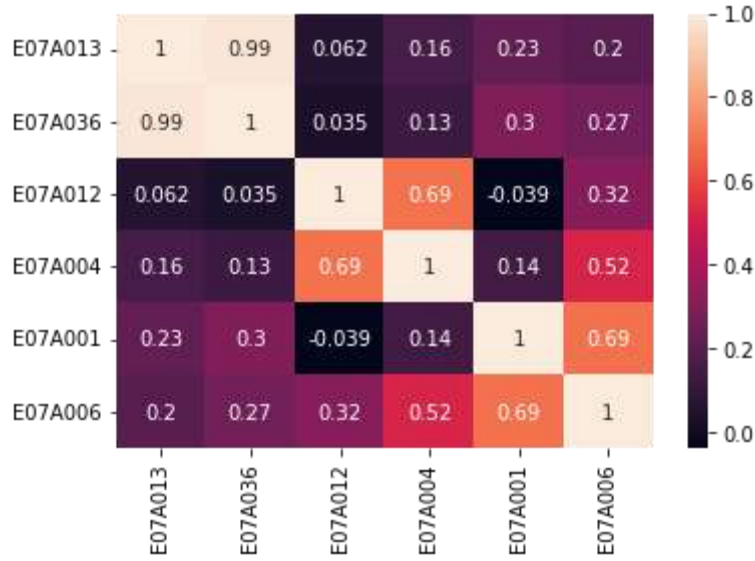
yöntemdir. Bu nedenle, küçük katsayılar sıfıra indirgenerek modelden çıkarılabilir veya küçük bir alt küme daha büyük ve sıfırdan farklı olabilir [15].

**Linear Regresyon:** İstatistiksel temelli bir yöntem olan lineer regresyon, önceden tanımlanmış ağırlıklarla çarpılan özellikleri içeren bir veri sınıflarını belirten bir yöntemdir [16].

**Ridge Regresyon:** Ridge regresyonu, çoklu bağlantı problemini hafifletmek için çok yararlı bir araç olarak bilinir. Parametreler üzerinde belirli bir tür kısıtlamaya tabi olan en küçük karelerden biri olarak verilir [17].

#### 4. UYGULAMALAR

Büyük Menderes Havzası'na ait akarsu akımlarını tahmin etmek için makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmıştır. Lasso, Linear ve Ridge regresyon algoritmaları ve farklı girdi-çıkı kombinasyonları kullanılarak makine öğrenmesi (ML) modelleri geliştirilmiştir. Modeller geliştirilirken Büyük Menderes Nehri ve yan kolları üzerinde bulunan E07A013, E07A036, E07A012, E07A004, E07A001 ve E07A006 akım gözlem istasyonlarına ait 2000-2010 yılları arasındaki aylık ortalama akım verileri kullanılmış ve veriler arasındaki korelasyon değerleri Görsel 2'de verilmiştir.



Görsel 2. Aylık akım verileri arasındaki korelasyon değerleri

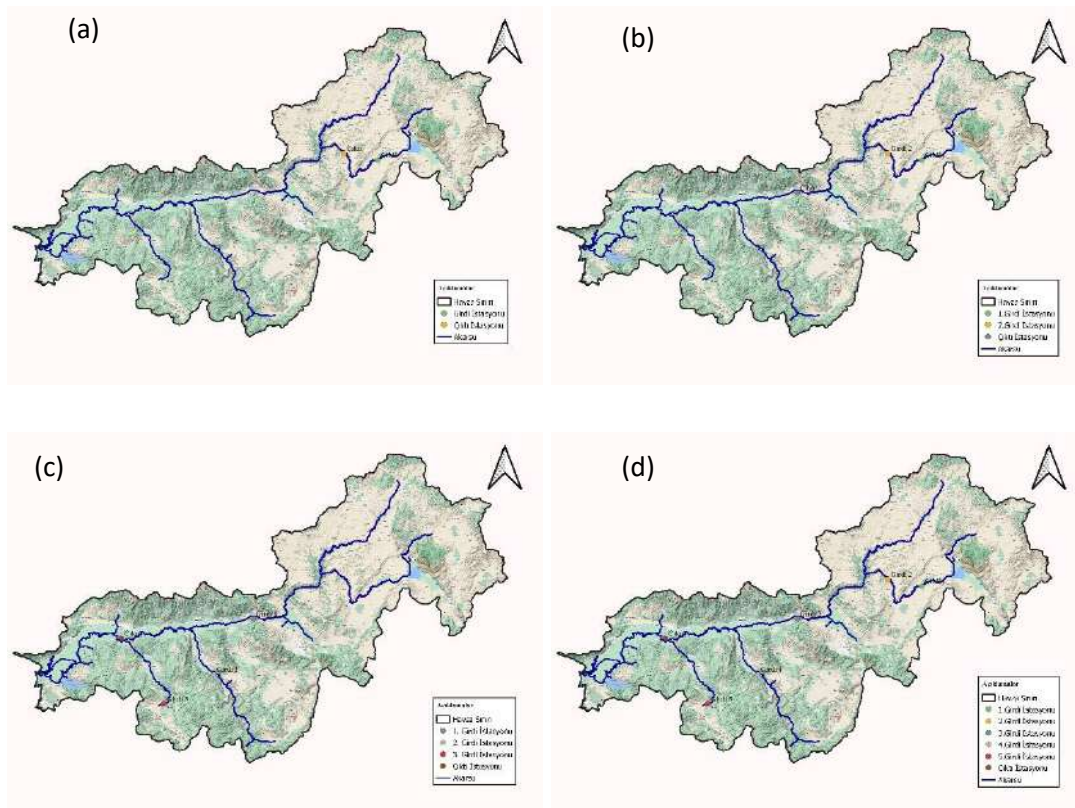
Görsel 2 incelendiğinde E07A013 ve E07A36 istasyonlarının yüksek korelasyon verdiği görülmektedir. Bu istasyonların yüksek korelasyon vermesi, aynı kol üzerinde birbirine yakın olmaları ve iki istasyon arasında yan kol bulunmaması kaynaklı olabilir.

Makine öğrenmesi modelleri geliştirmek için 1999-2010 yılları arasında bulunan verilerin %80'i eğitim setinde modelleri geliştirmek için, kalan %20'si test setinde modellerin doğruluğunu belirlemek için kullanılmıştır. Geliştirilen makine öğrenmesi modellerinin girdi

ve çıktıları Çizelge 2’de verilmiştir. Modellerde kullanılan istasyonların konumları Görsel 3’te gösterilmiştir.

Çizelge 2. Makine öğrenmesi modelleri

Model	Girdi	Çıktı
M1	E07A013	E07A036
M2	E07A013- E07A036	E07A012
M3	E07A012- E07A004- E07A001	E07A006
M4	E07A013- E07A036- E07A012- E07A004- E07A001	E07A006



Görsel 3. a) M1, b) M2, c) M3 ve d) M4 modelleri girdi konumları

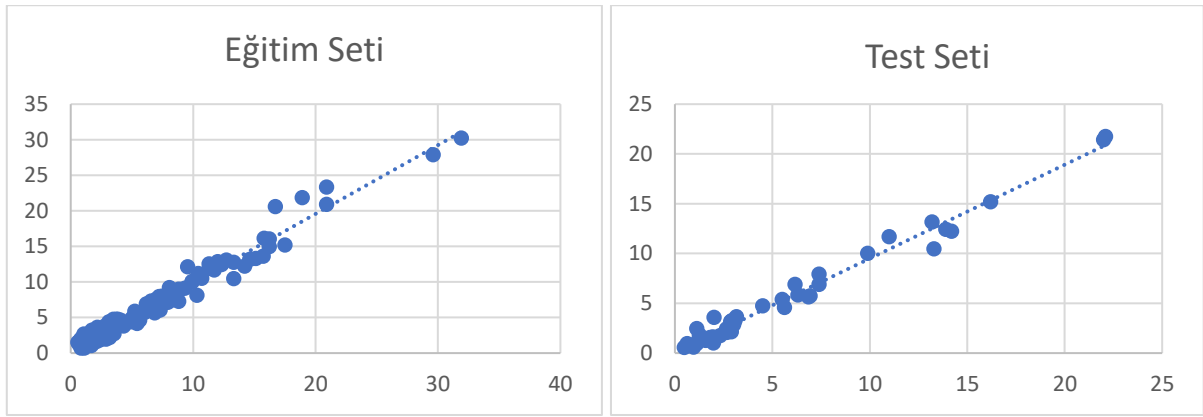
## 5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Makine öğrenmesi modellerinin sonuçları Çizelge 3’te verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde en yüksek korelasyonu M1 modelinin Ridge regresyon algoritması ile verdiği görülmektedir. Havza çıkış noktasına en yakın istasyon için geliştirilen M3 ve M4 modellerinde, Lasso regresyonu ile test seti için 0.78  $R^2$  değeri elde edilmiştir. Görsel 4, 5 ve 6’da M1, M3 ve M4 modellerinin eğitim ve test setleri için saçılma grafikleri verilmiştir. Saçılma grafiklerine göre gerçek ve model sonuçları arasında ilişkinin en yüksek M1 modelinde olduğu görülmüştür.

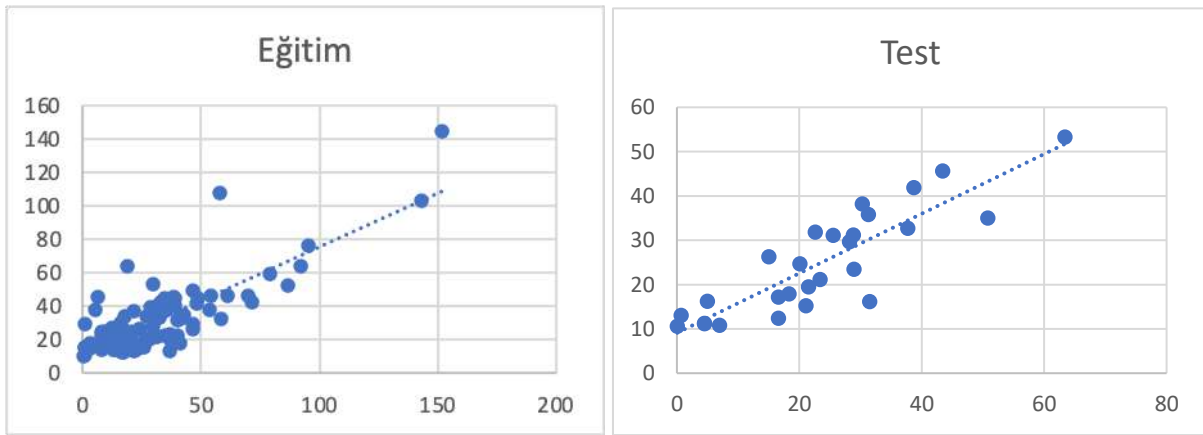


Çizelge 3. Model Sonuçları

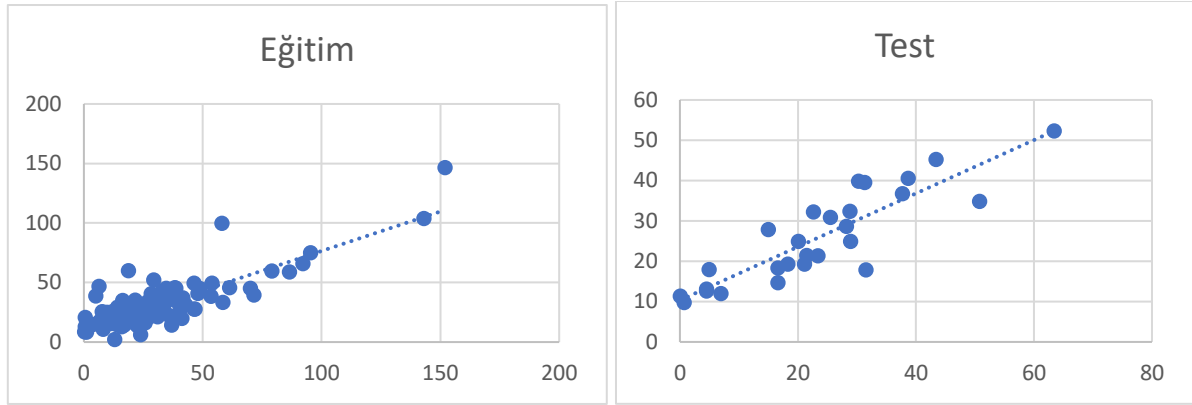
Model	Algoritma	Eğitim		Test	
		R <sup>2</sup>	KOH	R <sup>2</sup>	KOH
M1	Ridge regresyon	0.97	1.08	0.99	0.69
M2	Lineer regresyon	0.018	10.19	0.04	11.83
M3	Lineer regresyon	0.65	15.2	0.76	7.62
M4	Lasso regresyon	0.68	14.5	0.78	7.76



Görsel 4. M1 modeli eğitim ve test setleri için saçılım diyagramları



Görsel 5. M3 modeli eğitim ve test setleri için saçılım diyagramları



Görsel 6. M4 modeli eğitim ve test setleri için saçılım diyagramları

## 6. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Akarsu akımlarının tahmini su kaynaklarının planlı kullanımı için önemlidir. Farklı sebeplerle akım ölçümlerinin elde edilememesi, akarsu ölçüm ağına sahip havzalarda bölgedeki diğer istasyonlara ait mevcut verilerin kullanılarak tahmin çalışmaları yapılmasına yol açmıştır. Son yıllarda zaman serisi gibi geleneksel tahmin yöntemlerinin yanı sıra yapay zeka uygulamaları tercih edilmeye başlanmıştır. Bu yöntemlerden biri olan makine öğrenmesi Büyük Menderes Havzası'ndaki akım tahmini için çalışmada kullanılmıştır. Makine öğrenmesi ile model geliştirilirken Ridge, Lineer ve Lasso regresyon algoritmaları farklı girdi-çıkı kombinasyonları için denenmiştir. Bu modellerden en yüksek performansa sahip model bir girdili modeldir. Havza çıkış noktasındaki istasyon için geliştirilen model ise ortalama bir performans sergilemiştir. Yapılan çalışma sonucunda bu algoritmaların ölçüm ağındaki eksik verilerin tamamlanmasında kullanılabileceği görülmüştür.

### KAYNAKÇA

- [1] Tigkas D., Christelis V., Tsakiris G. Comparative study of evolutionary algorithms for the automatic calibration of the Medbasin-D conceptual hydrological model, Environ Process. doi:10.1007/s40710-016-0147-1, 2016.
- [2] Liu, Z., Zhou, P., Chen, G., Guo, L. Evaluating a coupled discrete wavelet transform and support vector regression for daily and monthly streamflow forecasting, J Hydrol. doi:10.1016/j.jhydrol.2014.06.050, 2014.
- [3] Kagoda, P.A., Ndiritu, J., Ntuli, C., Mwaka, B. (2010) Application of radial basis function neural networks to short-term streamflow forecasting, Phys Chem Earth 35:571–581. doi:10.1016/j.pce.2010.07.021, 2010.
- [4] Hussain, D., Khan, A. A. Machine learning techniques for monthly river flow forecasting of Hunza River, Pakistan, Earth Science Informatics, 13(3), 939-949, 2020.
- [5] Cheamanunkul, S., Freund, Y. *Improved KNN Rule for Small Training Sets*. 13th International Conference on Machine Learning and Applications. <https://doi.org/10.1109/icmla.2014.37>, 2014.
- [6] Brunton, S. L., Noack, B. R., Koumoutsakos, P. Machine learning for fluid mechanics, Annual Review of Fluid Mechanics, 52, 477–508, 2020.

- [7] Shen, C. A transdisciplinary review of deep learning research and its relevance for water resources scientists, *Water Resources Research*, 54(11), 8558–8593, 2018.
- [8] Çubukçu, E. A., Demir, V., Sevimli, M. F. Akım Verilerinin Makine Öğrenmesi Teknikleriyle Tahmin Edilmesi, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(2), 257-272, 2022.
- [9] Babacan, H. T., Fatih, S. A. K. A. Makine Öğrenmesi ile Aksu Deresi'nde Akış Tahmin Modeli Geliştirilmesi, *Türk Hidrolik Dergisi*, 6(1), 1-11, 2022.
- [10] Tosunoğlu, F., HANAY, S., Çintaş, E., Özyer, B. Monthly streamflow forecasting using machine learning, *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 13(3), 1242-1251, 2020.
- [11] Öztürk, Ö., Cebeci, İ. Büyük Menderes Havzasında Bazı Hidroklimatolojik Değişkenlerin Eğilim Analizi, *Toprak Su Dergisi*, 10(1), 43-50, 2021.
- [12] [https://tr.wikipedia.org/wiki/Büyük\\_Menderes](https://tr.wikipedia.org/wiki/Büyük_Menderes) (Erişim Tarihi: 05.12.2022)
- [13] Gültepe, Y. Makine öğrenmesi algoritmaları ile hava kirliliği tahmini üzerine karşılaştırmalı bir değerlendirme, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 8-15, 2019.
- [14] Aydın, S. G., Aydoğdu, G. Makine Öğrenmesi Algoritmaları Kullanılarak Türkiye ve AB Ülkelerinin CO2 Emisyonlarının Tahmini, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (37), 42-46, 2022.
- [15] Geraldo-Campos, L. A., Soria, J. J., & Pando-Ezcurra, T. Machine Learning for credit risk in the Reactive Peru Program: a comparison of the Lasso and Ridge regression models, *Economies*, 10(8), 188, 2022.
- [16] Tufaner, F., Özbeyaz, A. Estimation and easy calculation of the Palmer Drought Severity Index from the meteorological data by using the advanced machine learning algorithms, *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(9), 1-14, 2020.
- [17] Ahn, J. J., Byun, H. W., Oh, K. J., Kim, T. Y. Using ridge regression with genetic algorithm to enhance real estate appraisal forecasting, *Expert Systems with Applications*, 39(9), 8369-8379, 2012.

## Determination of Characteristics of Fuels Obtained from the Mixture of Waste Frying Oils Biodiesel with Butanol

Seda ŞAHİN

Selcuk University, Faculty of Agriculture, [sedabacak@selcuk.edu.tr](mailto:sedabacak@selcuk.edu.tr) -  
<https://orcid.org/0000-0003-1743-9530>

### ABSTRACT

Waste frying oils are low-cost raw materials that can be used in biodiesel production. By using waste frying oils as raw material in biodiesel production, biodiesel pump prices will be reduced to reasonable levels, and serious environmental problems caused by waste frying oils will be eliminated. In this study, some biodiesel properties of waste frying oils were produced by the transesterification method, and their compliance with the standards was examined. It has been determined that the viscosity value and flash point of waste frying biodiesel in terms of fuel properties are not in compliance with the TS EN 14214 standard. With the addition of 10% and 20% butanol to the waste frying biodiesel, it has been observed that the fuel mixtures fall within the TS EN 14214 standards. It was determined that the kinematic viscosity, density, and cold flow properties improved with the increased butanol ratio in the blended fuels. It was determined that the flash point, pour point, and cloud point temperatures and calorific values decreased slightly. The high viscosity value of waste oil biodiesel can be brought to appropriate standards by using high alcohols such as butanol.

**Keywords :** Waste frying oils, Biodiesel, Fuel properties

### 1. INTRODUCTION

Finding environmentally friendly fuels that can be an alternative to petroleum-derived fuels is among the most important problems of today's automotive industry due to the decrease in the reserve life of the oil used as fuel in internal combustion engines and the tightening of emission standards day by day. Biodiesel, which can be obtained from vegetable products and waste oils, can reduce exhaust emissions when used in diesel engines. The production of biodiesel from waste oils, besides being low in cost, also provides great benefits in eliminating the negative effects of waste oils on the environment. Otherwise, waste oils are thrown into the environment unconsciously, which leads to a major environmental disaster (Mustafa Aydın et al., 2017). Waste frying biodiesel is an alternative fuel type that can be used without the need for any modification in the systems of diesel engines.

The main reason for the high cost of biodiesel is the raw material cost, which is usually caused by the production of biodiesel from high quality vegetable oils. Waste frying oils are low-cost raw materials that can be used in biodiesel production. Waste frying oils will be used as a raw material in biodiesel production, lowering biodiesel pump prices and eliminating serious environmental problems caused by waste frying oils (Şanlı, 2014).

Frying oils form as a result of using vegetable and animal oils for a certain period of time; they lose their physical and chemical properties and become waste oil. These waste oils; since they are both ecotoxic and contain heavy metals and chlorine compounds, cause pollution as a result of burning, harming the environment and human health. For this reason, waste oils should be disposed of safely and used in a way that is not harmful to human health (Koçer & Durmuş, 2019). 1 liter of waste oil

in the environment pollutes 1 million liters of drinking water and groundwater. Used vegetable and animal oils constitute 25% of the pollution in wastewater at the source. Waste oils, which have ecotoxic properties, cause an increase in the pollution load when spilled into seas, lakes, and rivers, increase the cost of operation and maintenance, prevent oxygen transfer in the aquatic ecosystem by forming a film layer on the water surface due to their specific gravity, and negatively affect living things (Dülger, 2016; Koçer & Durmuş, 2019).

Our country has a consumption of 1 500 000 tons of vegetable oil, of which 950 thousand tons are liquid, 550 thousand tons are margarine, and 200 thousand tons are used in the feed, paint, and soap industries. It is estimated that the use of vegetable oils generates approximately 350 000 tons of waste oil (Keskin, 2005). According to this ratio, with the conversion of almost all of the waste vegetable oils released into biodiesel, the amount of greenhouse gas carbon dioxide released into the atmosphere in our country will be reduced by 900 thousand tons compared to diesel fuel (Firoz, 2017).

In recent years, many research groups and biotechnology companies have used genetically engineered microorganisms (*Escherichia coli*, *Cyanobacteria*, *Saccharomyces cerevisiae* etc.) to increase the yield of alcohol species such as butanol and pentanol from cellulose with modern fermentation processes. They produced sustainable vehicle fuels through biosynthesis from glucose with these microorganisms (Kumar & Saravanan, 2016). Since vegetable oils cause many engine problems such as deposits in the injectors, sticking of pistons and rings, and dilution in engine oil due to the long usage period of vegetable oils, a mixture with different fuels is needed to improve the fuel properties of vegetable oils (Budak et al., 2009). High alcohols are more preferred in biodiesel blends.

One of the most often utilized alcohols is butanol. Butyl alcohol is a kind of alcohol that may be made from renewable resources. It is also known as n-butanol, n-butyl alcohol, or butanol1-ol. Colorless, transparent, and water-insoluble. Butanol has a light, transient smell. It has been employed as a solvent in the food, paint, plastics, cosmetics, and primarily in the manufacture of iso-butyl acetate industries. Alcohol toxin butanol is. It frequently burns. Butanol has a lower calorific value than diesel and can replace up to 40% of the diesel oil's caloric content. Additionally, butanol has a lot of characteristics with diesel fuel (Kumar & Saravanan, 2016; Ozer, 2010; Yesilyurt et al., 2018; Yilmaz et al., 2014). It is also added to the substances used against rust and wear in motor oils. For use in diesel engines, butanol is a reliable fuel additive or enticing substitute fuel. It is superior than low carbon alcohols in several ways, including having a greater cetane number, a higher heating value, and a lower heat of vaporization. As a result, research into butanol's application in diesel engines has grown recently (Ibrahim, 2016; Wei et al., 2014).

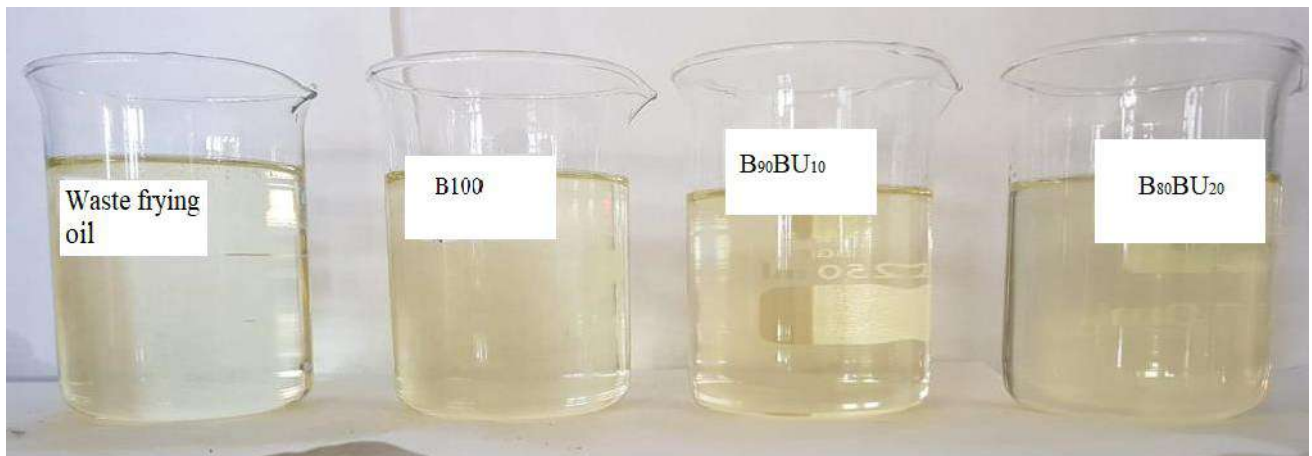
In this study, the properties of fuels obtained by mixing biodiesel produced from waste frying oil with butanol at different rates were investigated. Studies on biodiesel fuels with butanol blends obtained from waste frying oil have not been found in the literature.

## 2. METHOD

### 2.1. Biodiesel Production

Biodiesel production was carried out by transesterification method in the pilot production facility established within the scope of DPT 2004/7 project (Öğüt et al., 2004) within the body of

Selçuk University Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering. The filtered waste frying oil was heated up to 55°C, which is the reaction temperature where the ester yield is the best (Eryılmaz, 2009). Methanol and sodium hydroxide (NaOH) as catalyst were added to the waste frying oil heated to 55°C reaction temperature. Waste frying oil and methoxide (methanol + NaOH) were mixed for 60 minutes, keeping the reaction temperature constant at 55 °C. As a result of the reaction, it took 24 hours for the glycerol to precipitate. As a result of the precipitation process, glycerol decomposed from the safflower biodiesel and settled to the bottom. The obtained biodiesel was heated up to 70 °C to remove the alcohol in its content, and the alcohol was removed by stirring for 1 hour. Biodiesel (50 °C) was washed with distilled water heated up to 50 °C by misting (humidification) method (Eryılmaz, 2009). It took 8 hours for the washing water to settle to the bottom. The biodiesel, which is separated from the washing water, was heated up to 100oC by stirring, in case there was any remaining water in its content (Eryılmaz, 2009). The production of waste frying oil methyl ester (biodiesel) was completed by applying the drying process to the biodiesel at 100°C for 2 hours.



**Figure 1. Waste Frying Oil Biodiesel and Mixture Fuels**

## ***2.2. Determination of fuel properties***

Fuel analyses of the prepared fuels and mixtures were carried out in the fuel analysis laboratory, which was established within the scope of the DPT 2004/7 project (Öğüt et al., 2004) and within the Selçuk University Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies.

In the study, some fuel properties of waste cooking oil biodiesel; kinematic viscosity, density, calorific value, water content, flash point, color, cloud point, pour point, copper strip corrosion were determined. These measurements were made according to the device and working methods given in Table 1.



**Tablo 1. Specifications of Test Devices**

Fuel Characteristic	Devices	Measuring range	Unit	Measuring accuracy	Manufacturer	Standard
Intensity	Kem Kyoto DA-130N	0.0000 - 2.0000	g cm <sup>-3</sup>	±0.0001	Kem Kyoto	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Kinematic viscosity	Koehler K23377	Ambient temperature - 150	°C	±0.01	Koehler Instrument Company, US	EN ISO 3104
Flash point	Koehler K16270	Ortam sıcaklığı-370	°C	±0.01	Koehler Instrument Company, USA	EN ISO 2719 EN ISO 3679
Water content	Kem Kyoto MKC-501	10µg-100mg	µg	±0.01	Kem Kyoto	EN ISO 12937
Calorimeter	IKA C 200	0-40.000	J	±0.0001	IKA, UK	DIN 51900
Cloud and pour point	Koehler	-	°C	-	-	ASTM D97
Copper strip corrosion	Koehler K 25330	0-190	°C	±0.01	Koehler Instrument Company, USA	EN ISO 2160

### 3. RESULTS

The kinematic viscosity, density, calorific value, water content, flash point, and copper strip corrosion values of waste cooking oil biodiesel and blended fuels are given in Table 2 and compared with the TS EN 14214 standard.

**Table 2. Fuel Properties of Waste Frying Biodiesel and Mixture Fuels**

Fuels / Properties	Waste fried oil	B100	B90BÜ10	B80BÜ20	EN 14214	
					Min	Max
Intensity (kg m <sup>-3</sup> ) (15 °C)	0.922	0.88	0.879	0.874	860	900
Kinematic viscosity (mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> ) (40 °C)	31.44	5.15	4.63	4.05	3.50	5.00
Flash point (°C)	200	140	42	40	>101	
Calorific value (Mj kg <sup>-1</sup> )	39.95	39.75	39.68	39.62	38	
Water content (mg kg <sup>-1</sup> )	350	210	156	154	-	500
Cloud point (°C)	-8	-2.5	-2.8	-3	-	
Pour point (°C)	-13	-4.7	-5	-5.4	-	
Copper strip corrosion (°C)	1a	1a	1a	1a	Sınıf 1	

It was determined that the density values of waste cooking oil biodiesel and fuel mixtures were within the limit value. It was determined that the density values of biodiesel mixed with butanol were improved.

The kinematic viscosity values of waste frying oil biodiesel were slightly higher than the limit value. However, the viscosity values decreased with the use of butanol in the mixtures. It was determined that the viscosity decreased as the butanol ratio increased in the mixtures. High density and viscosity causes blockages in injectors, poor atomization of fuel, and worsening combustion (Oğuz, 2004). If the viscosity is too low, it can cause leaks in the fuel pump (Acaroğlu, 2010).



It is seen that as the butanol ratio in the mixtures increases, the heating values of the fuel mixtures decrease. This is due to the increase in the oxygen content of fuel mixtures (Nanthagopal et al., 2018).

Copper rod corrosion, which is used to determine the corrosive effect of fuels, is expressed as class 1 at most, according to the biodiesel standard TS EN 14214. It has been determined that waste cooking oil and all fuels comply with the standard.

It was determined that the flash point of waste frying oil biodiesel was higher than that of the blended fuels. The flash point values in the fuels were found to decrease as the butanol ratio increased. Flash point is important in the risk classification of fuels, and high flash point values are required in terms of transportation and storage (Öğüt & Oğuz, 2006).

The cloud point occurs when small solid particles appear in the remaining fuel in cold climate conditions. If the temperature is above this value, the fuel can be used without any problems. If the temperature drops below this value, the filter becomes clogged (Öğüt & Oğuz, 2006). The cloud point temperature decreased as the butanol ratio increased in the fuel mixtures. According to YEŞİLYURT et al. (2018), the cloud point temperature decreased as the alcohol content in fuel mixtures increased.

Pour point defines the lowest temperature at which the fuel can be moved before solidification (Yüce, 2008). In waste frying biodiesel and its blends, the pour point temperature decreased as the biodiesel ratio decreased and the butanol ratio increased. Çalışkan (2021) also reported in his study that the pour point temperature increased as the biodiesel ratio increased in fuel mixtures.

#### 4. CONCLUSION

B90Bü10 and B80Bü20 fuels were obtained by mixing waste frying biodiesel (B100) obtained from waste frying oil by transesterification, and butanol at 10% and 20%. The fuel properties of waste frying biodiesel (B100) and their blended fuels were investigated. It has been determined that the viscosity value of waste frying biodiesel in terms of fuel properties are not in compliance with the TS EN 14214 standard. With the addition of 10% and 20% butanol to the waste frying biodiesel, it has been observed that the fuel mixtures fall within the TS EN 14214 standards. It was determined that kinematic viscosity, density, cold flow properties, and water content improved with the increase in butanol ratio in the blended fuels, while glare and thermal value decreased slightly. The high viscosity value of waste oil biodiesel can be brought to appropriate standards by using high alcohols such as butanol. Engine performance and exhaust emission tests can be done with fuels. For different engine types, long-term tests should be conducted to investigate the effects of fuels on engine parts and the fuel system. Long-term tests should be carried out, and its effect on engine oil should be examined. The fuels used in the study can also be examined in terms of thermodynamics, environmental, and economic aspects.

## KAYNAKLAR

- Acaroğlu, M., Ünalı, M., Aydoğan, H. . (2010). *Fuels and combustion*. Nobel Yayınevi.
- Budak, N., Bayındır, H., & Yücel, H. (2009). Evaluation of the use of biodiesel in diesel engines in terms of performance and exhaust emissions. *V. Renewable energy resources symposium*, 123-130.
- Çalışkan, S. (2021). *Çay Yağı Metil Esterinin Farklı Karışım Oranları ve Enjeksiyon Basınçlarındaki Dizel Motor Performansı, Egzoz ve Gürültü Emisyonlarının Araştırılması* Necmettin Erbakan University (Turkey)].
- Dülger, G. Ç., Geçgel, Ü. ve Apaydın, D. (2016, 27-30 Eylül 2016). Atık Kızartma Yağlarının Biyoyakıt Olarak Değerlendirilmesi. 2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu, Samsun.
- Eryılmaz, T. (2009). *Hardal yağı biyodizelinde farklı karışım oranlarının dizel motorlarda performansa etkisi* Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Firoz, S. (2017). A review: advantages and disadvantages of biodiesel. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4(11), 530-533.
- Ibrahim, A. (2016). Performance and combustion characteristics of a diesel engine fuelled by butanol–biodiesel–diesel blends. *Applied Thermal Engineering*, 103, 651-659.
- Keskin, A. (2005). Tall yağı esaslı biyodizel ve yakıt katkı maddesi üretimi ve bunların dizel motor performansı üzerindeki etkileri. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara*.
- Koçer, N. N., & Durmuş, B. (2019). Atık Yağlardan Elde Edilen Biyodizel Potansiyeli ve Gliserol Miktarının Belirlenmesi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 9(1), 69-80.
- Kumar, B. R., & Saravanan, S. (2016). Use of higher alcohol biofuels in diesel engines: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 84-115.
- Mustafa Aydın, Mehmet Afşar, & Çelik, M. B. (2017). Tek silindri bir dizel motorda atık biyodizel kullanımının motor performansı ve emisyonlarına etkisi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21, 871-878.
- Nanthagopal, K., Ashok, B., Saravanan, B., Patel, D., Sudarshan, B., & Ramasamy, R. A. (2018). An assessment on the effects of 1-pentanol and 1-butanol as additives with Calophyllum Inophyllum biodiesel. *Energy Conversion and Management*, 158, 70-80.
- Oğuz, H. (2004). Tarım kesiminde yaygın olarak kullanılan dizel motorlarında fındık yağı biyodizelinin yakıt olarak kullanım imkanlarının incelenmesi. *Yayınlanmamış doktora tezi. Konya*.
- Ozer, S. (2010). *Experimental investigation of the effects of using butanol on diesel engine performance and exhaust emissions* MSc Thesis. Karabük, Turkey: Karabük University].
- Öğüt, H., Akınerdem, F., Pehlivan, E., Aydın, M. E., & Oğuz, H. (2004). Türkiye’de bazı yağ bitkilerinden biyodizel üretim prosesleri ve dizel motorlarda kullanımının tarım, çevre, gıda, kimya ve teknolojik boyutlarıyla araştırılması :DPT Proje No:2004/7 Biyoenerji 2004 Sempozyumu, İzmir.
- Öğüt, H., & Oğuz, H. (2006). Üçüncü Milenyumun Yakıtı Biyodizel, Nobel Yayın Dağıtım, 2. Baskı. In: Ankara.
- Şanlı, H., (2014) "Atık kızartma yağlarının karakterizasyonu ve biyodizel üretiminde değerlendirilmesi", Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Makine Eğitimi.
- Wei, L., Cheung, C. S., & Huang, Z. (2014). Effect of n-pentanol addition on the combustion, performance and emission characteristics of a direct-injection diesel engine. *Energy*, 70, 172-180.
- Yesilyurt, M. K., Eryılmaz, T., & Arslan, M. (2018). A comparative analysis of the engine performance, exhaust emissions and combustion behaviors of a compression ignition engine fuelled with biodiesel/diesel/1-butanol (C4 alcohol) and biodiesel/diesel/n-pentanol (C5 alcohol) fuel blends. *Energy*, 165, 1332-1351.
- Yeşilyurt, M. (2020). The effects of different higher alcohols (1-butanol, 1-pentanol, 1-hexanol) addition into the diesel fuel on the performance, combustion, and exhaust emission characteristics of a single-cylinder diesel engine. *International journal of engineering research and development*, 12(2), 397-426.

- Yeşilyurt, M., Arslan, M., & Eryılmaz, T. (2018). Biyodizel-Dizel Yakıt Karışımlarına Etanol Katılmasının Performans, Yanma ve Emisyon Karakteristiklerine Etkilerinin Deneysel İncelenmesi. *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 38(2), 129-150.
- Yılmaz, N., Vigil, F. M., Benalil, K., Davis, S. M., & Calva, A. (2014). Effect of biodiesel–butanol fuel blends on emissions and performance characteristics of a diesel engine. *Fuel*, 135, 46-50.
- Yüce, İ., 2008, Alternatif Yakıt Olarak Biyodizelin Türkiye’deki ve Almanya’daki Durumu ile Taşıtlarda Kullanımının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 10-12.).

## Cd(II)-KOMPLEKSLERİNİN FLORESANS TABANLI UYGULAMALARI

**Prof. Dr. Mustafa YÜKSEK<sup>1</sup>, Doç. Dr. Füreyâ Elif ÖZTÜRKKAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, mustafa.yuksekk@iste.edu.tr – orcid.org/0000-0003-2169-1827

<sup>2</sup>Kafkas Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, fozturkkan36@gmail.com - orcid.org/0000-0001-6376-4161

### ÖZET

Cd(II)-komplekslerinin kendilerine has optik soğurma ve floresans özellikleri olması dolayısıyla kendilerine verilen önemin yanında titizlikle incelenmektedirler. Mortal-organik kompleksler optik davranışlarının yanında hem yüksek dayanıklılık hem de komplekslerin yapılarındaki grupların kolay bir şekilde ekleme veya çıkarma işlemleri yapılarak manipüle edilebilmesi gibi yapısal özellikleri, onları lipopolisakkaritler, nitroaromatik patlayıcılar, kirlilikler ve tehlikeli maddeler gibi maddelerin tespit edilmesinde önemli biyosensörler ve kemosenörler olarak kılmaktadır. Bilindiği gibi içlerinde metal barındıran kompleksler, buldukları metallerin optik özelliklerini önemli derecede yansıtırlar. Biz bu çalışmada Cd(II)-komplekslerinin floresans özelliklerine dayanarak nitroaromatik patlayıcıların dedeksiyonuna yönelik yapılmış çalışmaların derlemesini yaptık. Metal-organik komplekslerin floresansa dayalı nitroaromatik dedekte etme mekanizmaları, nitroaromatiklerin floresansı sönmlemelerine dayanır. Yapılan çalışma sonucunda Cd(II)-komplekslerinin nitroaromatik patlayıcıların dedeksiyonunda kullanılmak üzere çok iyi bir potansiyele sahip oldukları tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Cd(II)-kompleksleri, floresans, nitroaromatik patlayıcılar

### 1. GİRİŞ

Periyodik cetvel de IIB grubunda yer alan kadmiyum (Cd) doğada daha çok kadmiyum sülfür olarak bulunur ve çinko üretiminde yan ürün olarak elde edilir. Cd Dünya'nın kabuğunda 0.1–0.5 ppm arasındaki konsantrasyonlarda doğal yapıda bulunan bir ağır metaldir. Cd endüstriyel ve tarımsal süreçler (örneğin madencilik, pil üretimi ve fosfatlı gübrelerin kullanımı) çevrede yaygın bir şekilde dağılmasına neden olmaktadır.

Cd metali biyosensörlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bilindiği gibi, biyosensör biyolojik bir bileşeni fizikokimyasal bir detektörle birleştiren, kimyasal bir maddenin saptanması için kullanılan analitik bir cihazdır. Geliştirilerek çalışılan Cd biyosensör yapıları genellikle bilinen ağır metal direnç operonlarından genetik elementler (cadC, cadR veya zntA) içerir [1-3]. Direnç mekanizmaları, hücreden Cd salgılayan P-tipi ATPazların veya kemiozmotik katyon/proton antiporterlerin düzenlenmiş ifadesine dayanır [4]. Cd direnci operonu, Cd iyonlarının yokluğunda farklı bir operatör/promotör bölgesine bağlanan bir transkripsiyon düzenleyici tarafından düzenlenir. Örneğin, Staphylococcus aureus'un pl258 plazmidinde üzerindeki cadCA genleri, sırasıyla bir düzenleyici proteini (CadC) ve bir akış pompasını (CadA) kodlar. Mevcut Cd biyosensörlerinin çoğu, Cd varlığının biyoluminesans, flüoresans veya pigment üretimi dahil olmak üzere belirli bir çıktının üretilmesine yol açtığı "tek çıkışlı" biyosensörlerdir [5-7]. Kullanılan düzenleyici genlerin anlaşılması için yararlı

olmakla birlikte, bakterinin metabolik sağlığı hakkında sınırlı bilgi verilmektedir. Çok katlı mikrobiyal biyosensörlerin geliştirilmesi, hücrenin metabolik durumunu ve çevresel dalgalanmaların neden olduğu değişkenliği izlemek için daha güvenilir çıktılar sağlayabilmektedir. E. coli, P. seudomonas fluorescens, P. putida, S. aureus ve B. subtilus dahil olmak üzere birkaç bakteri türü Cd biyosensörleri olarak kullanılmış olsa da, hiçbir çalışma aynı yapıyı neredeyse aynı koşullara tabi farklı türlerde analiz etmemiştir. Bugüne kadar geliştirilen Cd biyosensörleri arasında tespit limitlerinde gözlemlenen farklılıklar ve özgüllük eksikliği genellikle kullanılan düzenleyici gen ile ilişkilendirilebilir.

Cd metalinin bir başka kullanım alanı kemosensörlerdir. Kemosensör, kimyasal bir maddeyi biyolojik bir sinyale dönüştüren bir özel duyuşal reseptör hücrelidir. Hassas ve seçici bir flüoresan sensörün tasarımı ve sentezi, kimya, biyoloji ve çevre bilimleri için temel bir hedeftir [8-10]. Cd(II) iyonlarının boyutu büyüktür ve çeşitli koordinasyon geometrileri ve koordinasyon sayıları gösterir. Bu davranış, sınır asiditesinden kaynaklanmaktadır ve Cd(II), organik engelleyicinin yumuşak ve sert merkezlerini koordine edebilir. Bu nedenle, farklı organik ligandların kullanımı, kristal mühendisliği alanında potansiyel pratik değeri olan Cd(II) bazlı farklı bileşiklerinin tasarımı ve sentezini geliştirir [11].

Birkaç nitroaromatik bileşik, metal-organik çevrelerin (MOFs) emisyon (flüoresans) yoğunluğunu söndürür. MOF'un bu özelliği, patlayıcı ve kirletici nitro aromatik (epNAC) bileşiklerini tespit etmek için kullanılabilir. Son zamanlarda terörist faaliyetler küresel bir sorun haline geldi. Patlayıcıları kolayca tanıyabilecek uygun sistemin geliştirilmesi, ülke güvenliğini artırmak ve terör faaliyetlerini kısıtlamak için önemlidir. Cd metal iyonlarına sahip MOF'lerin nitroaromatik bileşikler için sensörler olduğu bildirilmiştir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Burada incelenen çalışmalarda Cd(II) bazlı Schiff-Base [12], polimer [13,14], benzoat [15] türevleri biyosensör [16], kemosensör [17] ve nitroaromatik patlayıcı dedeksiyonunda [18] kullanım potansiyelleri değerlendirilmek üzere sentezlenmiştir. Sentezlenme yöntemlerine verilen referanslardan ulaşılabilir. Ayrıca hem biyosensör, hem kemosensör hem de nitroaromatik patlayıcıların dedeksiyonu için söz konusu malzemelerin karakterizasyonlarının nasıl yapıldığı da referanslar içerisinde yer almaktadır. Bu çalışmalar kısaca genellikle malzemelerin gerilim değerlerine karşılık akım şiddetinin değişimi ile dalga boyuna bağlı doğrusal soğurma ve flüoresanslarının incelenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Değerlendirilen çalışmalarda incelenen biyosensörün floresan tepkisinin, farklı Cd(II) konsantrasyonlarında zamanla kademeli olarak arttığı gözlemlenmiştir [16]. 0–10  $\mu$ M konsantrasyonlarda Cd(II) eklenen ve 8 saat inkübe edilen biyosensörün arttırılan Cd(II) konsantrasyonuna bağlı olarak floresan yanıtının önemli ölçüde değiştiği ve yanıt süresinin 8 saat boyunca devam ettiği belirlenmiştir [16]. Buradan Cd(II)'nin biyosensör yapımında önemli bir yere sahip olduğu söylenebilir.

Kemosensörlere eklenen elementlere bağlı olarak, kemosensörlerin çalışma performansı üzerinde önemli etkisi olan flüoresans yeteneğinin arttırılması çok kıymetlidir. Literatüre bakıldığında Cd(II) geçiş metali iyonları kullanılarak oluşturulan yeni bir floresan kemosensörün tasarlandığı ve sentezlendiği görülmektedir. Cd(II) içeren kemosensörlerin flüoresans ışımalarının  $n \rightarrow \pi^*$  şeklindeki seviyeler arası geçişlerden kaynaklanmaktadır [17].

Nitroaromatik patlayıcıların dedeksiyonunda kullanılan yöntemlerden biri flüoresan sönümlenme tekniğine dayanmaktadır. Yapılan değerlendirmede Cd(II) içeren nitroaromatik patlayıcı dedeksiyon malzemelerinin flüoresan şiddetinin Cd(II) oranıyla doğru orantılı değiştiği görülmektedir [18]. Bilindiği gibi flüoresan şiddetinin artması dedeksiyon hassasiyetinin artmasına neden olur.

## KAYNAKÇA

- [1] Brocklehurst, K.R., Hobman, J.L., Lawley, B., Blank, L., Marshall, S.J., Brown, N.L., Morby, A.P., 1999. ZntR is a Zn(II)-responsive MerR-like transcriptional regulator of zntA in Escherichia coli. *Mol. Microbiol* 31, 893–902.
- [2] Endo, G., Silver, S., 1995. CadC, the transcriptional regulatory protein of the cadmium resistance system of staphylococcus aureus plasmid pI258. *J. Bacteriol.* 177, 4437 – 4441.
- [3] Lee, S.W., Glickmann, E., Cooksey, D.A., 2001. Chromosomal locus for cadmium resistance in Pseudomonas putida consisting of a cadmium-transporting ATPase and a MerR family response regulator. *Appl. Environ. Microbiol.* 67, 1437–1444.
- [4] Silver, S., 1996. Bacterial resistances to toxic metal ions – a review. *Gene* 179, 9–19.
- [5] Joe, M.-H., Lee, K.-H., Lim, S.-Y., Im, S.-H., Song, H.-P., Lee, I.S., Kim, D.-H., 2012. Pigment-based whole-cell biosensor system for cadmium detection using genetically engineered Deinococcus radiodurans. *Bioprocess Biosyst. Eng.* 35, 265–272.
- [6] Tao, H.-C., Peng, Z.-W., Li, P.-S., Yu, T.-A., Su, J., 2013. Optimizing cadmium and mercury specificity of CadR-based E. coli biosensors by redesign of CadR. *Biotechnol. Lett.* 35, 1253–1258.
- [7] Tauriainen, S., Karp, M., Chang, W., Virta, M., 1998. Luminescent bacterial sensor for cadmium and lead. *Biosens. Bioelectron.* 13, 931–938.
- [8] Rurack, K., Kollmannsberger, M., Resch-Genger, U., Daub, J., 2000. A selective and sensitive fluoroionophore for HgII, AgI, and CuII with virtually decoupled fluorophore and receptor units, *J. Am. Chem. Soc.* 122, 968–969.
- [9] Liu, J.M., Zheng, Q.Y., Yang, J.L., Chen, C.F., Huang, Z.T., 2002. A new fluorescent chemosensor for Fe<sup>3+</sup> and Cu<sup>2+</sup> based on calix[4]arene, *Tetrahedron Lett.* 43, 9209–9212.
- [10] Panasyuk-Delaneya, T., Mirskya, V.M., 2001. Impedometric herbicide chemosensors based on molecularly imprinted polymers, *Anal. Chim. Acta* 435, 157–162.
- [11] Xu, J.H., Xia, X.Z., Zhang, G., Wu, H.L., Qu, Y., Xia, L.X., Han, X.T., 2020. Two heteronuclear ZnII/CdII-DyIII complexes based on open-chain ether schiff base ligand: Synthesis, structures, fluorescence and antioxidation activity, *Inorg. Chim. Acta*, 512, 119918 1-7.
- [12] Han, A., Su, H., Xu, G., Khan, M.A., Li, H., 2020. Synthesis, crystal structures, and luminescent properties of Zn(II), Cd(II), Eu(III) complexes and detection of Fe(III) ions based on a diacylhydrazone Schiff base, *RSC Adv.*, 10, 23372 – 23378.
- [13] Ren, Y., Chai, H., Tang, L., Hou, X., Wang, J., 2016. Structural diversity and fluorescence properties of three 2-sulfoterephthalate Cd<sup>II</sup>/Zn<sup>II</sup> coordination polymers employing 1,4-bisbenzimidazole, *Solid State Chem.*, 234, 103 – 109.
- [14] Xia, X., Xia, L., Zhang, G., Li, Y., Wang, J., Xu, J., Wu, H., 2021. Synthesis, structures and fluorescent properties of two cadmium(II) coordination polymers based on bis(benzimidazole) and different anions, *J. Mol. Struct.*, 1227, 129726 1-7.



- [15] Zhang, H., Han, L.-F., Zachariasse, K.A., Jiang, Y.-B., 2005. 8-Hydroxyquinoline Benzoates as Highly Sensitive Fluorescent Chemosensors for Transition Metal Ions, *Org. Lett.*, 7, 4217 – 4220.
- [16] Zhang, G., Hu, S., Jia, X., 2021. Highly Sensitive Whole-Cell Biosensor for Cadmium Detection Based on a Negative Feedback Circuit. *Front. in Bioeng. and Biotech.*, 9, 799781-11.
- [17] Feng, L., Chen, Z., 2007. 2-Mercaptobenzothiazole benzoates as highly sensitive fluorescent enhancement chemosensors for transition metal ions. *Sensors and Actuators B*, 120, 665 – 668.
- [18] Halder, S., Ghosh, P., Rizzoli, C., Banerjee, P., Roy, P., 2017. Nitroaromatic explosives detection by a luminescent Cd(II) based metal organic framework. *Polyhedron*, 123, 217 – 225.



## BİS(4-FORMİLBENZOATO-K-2O:O')BİS[(4-FORMYLBENZOATO-K2 O:O'-BİS(4-SİYANOPİRİDİN-KN) BAKIR(II)] MOLEKÜLLERARASI ETKİLEŞİMLERİN ve ETKİLEŞİM ENERJİLERİNİN CRYSTALEXPLORER PROGRAMI YARDIMI İLE İNCELENMESİ

Füreye Elif Öztürkkan<sup>1</sup>, Mustafa Yüksek<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Kafkas Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kars, Türkiye

<sup>2</sup>İskenderun Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Hatay, Türkiye

### Özet

Bu çalışmada, kristal yapısı daha önce belirlenmiş olan bis(4-formilbenzoato-κ-2O:O')bis[(4-formilbenzoato-κ2 O:O'-bis(4-siyanopiridin-κN) bakır(II)] kompleksinin CrystalExplorer 17.5 Programı yardımı ile Hirshfeld yüzey analizi yapılmış ve moleküllerarası etkileşim özellikleri, ve  $d_{norm}$  haritaları, şekil indeksleri, kavislilik ve boşluk analiz haritaları ve iki boyutlu parmak izi grafikleri kullanılarak moleküller arası etkileşim yüzdeleri belirlenmiştir. Yapıdaki O—H...O ve N—H...O hidrojen bağlarının varlığı H...O/O...H ve H...N/N...H etkileşimlerinin varlığı ile doğrulanmıştır. Yapıda bulunan benzen ve piridin halkaları arasındaki etkileşimden kaynaklanan zayıf C-H...π ve π-π etkileşimleri H...C/C...H etkileşimleri ve şekil indeksinde görülen bitişik kırmızı ve mavi üçgenler yardımıyla doğrulanmıştır. Kompleksin moleküller arası etkileşim enerjileri CE-HF/3-21G enerji modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Kompleksin lineer absorpsiyon davranışları UV-Vis spektroskopisi ile incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** 4-formilbenzoik asit, siyanopiridin, Hirshfeld yüzey analizi, Geçiş metal kompleksi, etkileşim enerjisi hesaplamaları.

### Abstract:

In this study, the crystal structure of bis(4-formylbenzoato-κ-2O:O')bis[(4-formylbenzoato-κ2 O:O'-bis(4-cyanopyridine-κN) copper(II)] complex, whose crystal structure was determined before, was investigated using CrystalExplorer Hirshfeld surface analysis was performed with the help of 17.5 Program. In order to examine the intermolecular interaction properties of the complex, shape index,  $d_{norm}$ , curvature, molecular electrostatic potential, orbital and space analysis maps were created and the percentages of intermolecular interaction were determined using two-dimensional fingerprint graphics. The existence of O—H...O ve N—H...O hydrogen bonds was confirmed by the existence of H...O/O...H and H...N/N...H interactions. Weak C-H...π and π-π interactions resulting from the interaction between the benzene and pyridine rings in the structure, were confirmed with the help of H...C/C...H interactions and the adjacent red and blue triangles seen in the shape index. Intermolecular interaction energies of the complex were calculated using the CE-HF/3-21G energy model. The linear absorption behaviors of the complex were investigated by UV-Vis spectroscopy.

**Keywords:** 4-formylbenzoic acid, cyanopyridine, Hirshfeld surface analysis, Transition metal complex, interaction energy calculations.

### Giriş

Geçiş metal kompleksleri sahip oldukları ilaç, katalizör ve absorpsiyon özellikleri nedeniyle birçok uygulamada kullanılmaktadır. Uygulamaya yönelik molekül tasarımı için son yıllarda hesaplamalı kimyanın önemi giderek artmaktadır. Bu çalışmalardan elde edilen dataların deneysel datalarla uyumu bu çalışmalara olan ilgiyi arttırmıştır. Zira yapılan çok sayıda deney hem ekonomi hem de zaman açısından maliyetlidir. Yapılan hesaplamalı çalışmalar sayesinde bir molekülün moleküllerarası etkileşimleri, fiziksel ve kimyasal doğasına ilişkin birçok tahminde bulunulabilmektedir. Araştırmacılar bu alanın önemi ve bu tür hesaplamaları sağlamak amacıyla yeni araç arayışlarını sürdürmektedirler. Bu teorik hesaplama programlarından biri olan CrystalExplorer, kristal yapılarıdaki moleküllerarası etkileşimleri belirlemek için kullanımı kolay bir arayüz içinde grafik ve hesaplama araçları sağlamaktadır [1]. Bu çalışmada kristal yapısı önceden belirlenmiş olan bis(4-formilbenzoato-κ-2O:O')bis[(4-formilbenzoato-κ2 O:O'-bis(4-siyanopiridin-κN) bakır(II)] kompleksinin moleküllerarası etkileşimleri ve etkileşim enerjileri CrystalExplorer programı yardımı ile incelenmiştir. Kompleksin UV-Vis spektroskopisi ile lineer absorpsiyon davranışları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde yapıdaki moleküller arası etkileşimlerin krşatal yapıya kararlılık sağladığı belirlenmiştir.

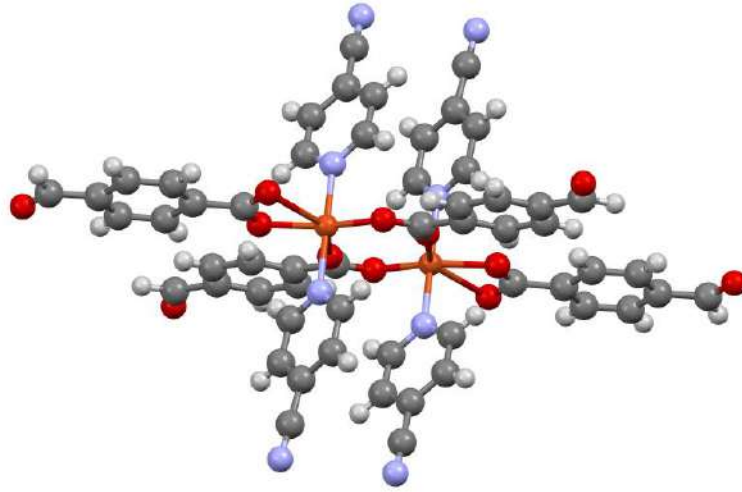
### Materyal ve Yöntem

Çalışmada daha önce kristal yapısı karakterize edilmiş olan, bis(4-formilbenzoato-κ-2O:O')bis[(4-formilbenzoato-κ2 O:O'-bis(4-siyanopiridin-κN) bakır(II)] [2] (Şekil 1) kompleksinin moleküller arası etkileşimleri CrystalExplorer 17.5 programı [3] yardımıyla Hirshfeld yüzeyi analizi [1, 4]) yapılarak belirlenmiştir. Hirshfeld yüzeyi, dnorm ve kavislilik haritaları ve şekil indeksi [4-6] ve 2D parmak izi grafikleri [1] bileşiklerin kristalografik bilgi dosyası (CIF) kullanılarak elde edilmiştir. Kompleksin moleküller arası etkileşim enerjileri CrystalExplorer (CE) programında yer alan CE-HF/3-21G enerji modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Kompleksin ayrıca orbital haritası, moleküler elektrotstatik potansiyel haritası ve boşluk haritası bu program yardımıyla elde edilmiştir.

### Sonuçlar

#### Kompleksin Yapısı

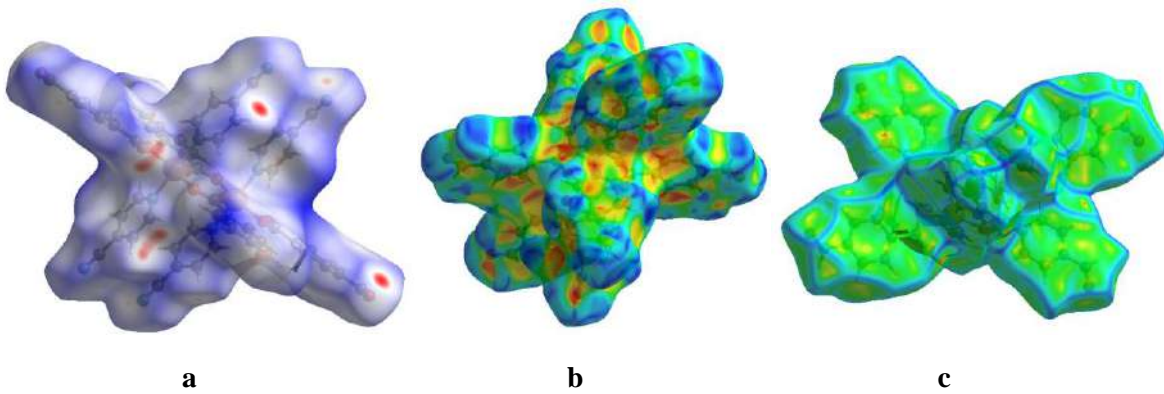
Kompleksin kristal yapısı incelendiğinde asimetrik birimde Cu<sup>II</sup> katyonları, iki 4-siyanopiridin ligandının iki azotatomu, iki köprü oluşturmuş 4-formilbenzoat (FBA) anyonunun iki karboksilat oksijen atomu ve bir şelat oluşturmuş FBA anyonunun iki oksijen atomu ile çevrilidir (Şekil 1). Siyanopiridin ligandları, yalnızca heteroazot atomları aracılığıyla Cu<sup>II</sup> katyonuna koordine olmuştur. İki FBA anyonu, Cu<sup>II</sup> katyonuna hem köprü hem de şelat oluşturacak şekilde koordine olmuştur. Cu1 atomunun etrafındaki dört karboksilat oksijen atomu arasındaki Cu-O bağ uzunlukları 1.945 (3), 1.974 (3), 2.306 (4) ve 2.306 (4) Å'dur ve hafif bozulmuş kare düzlem geometrisi sergilemektedir. Oktahedral koordinasyon hetero-azot atomları tarafından tamamlanır. Cu1-N1 ve Cu1-N3 mesafeleri sırasıyla 2.041(5) ve 2.050(5) Å'dir [2].



Şekil 1. Kompleksin moleküler yapısı

### Hirshfeld YüzeY Analizi

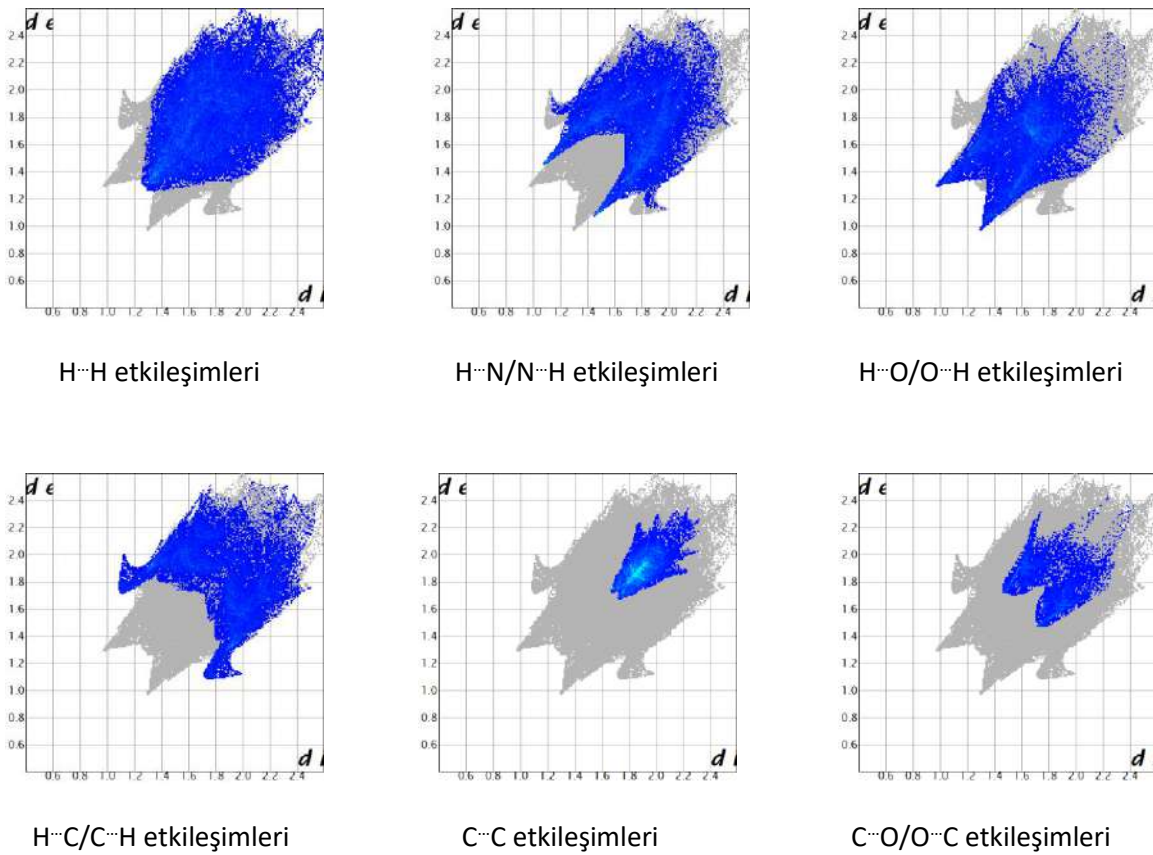
Hirshfeld yüzeY analizi, moleküller arası etkileşimleri farklı renkler ve renk yoğunlukları içeren görsel grafikler şeklinde sunan bir analizdir. Kompleksin  $d_{norm}$  haritası incelendiğinde, Van der Waals yarıçapından daha kısa mesafelere sahip etkileşimler yani yakın temaslar kırmızı yüzeyler ve Van der Waals yarıçapından daha uzun mesafelere sahip etkileşimler yani daha uzak temaslar mavi yüzeyler şeklinde görülmektedir.  $D_{norm}$  haritasında beyaz yüzeyler, Van der Waals yarıçaplarının toplamına eşit olan mesafeleri temsil etmektedir (Şekil 2a). Sentezlenen kompleksin 3D Hirshfeld yüzeylerinde  $d_{norm}$  haritası -0,2375-1,8448 a.u aralığında belirlenmiştir (Spackman ve diğerleri, 2008). Kompleksin şekil indeksinde (Şekil 2b) görülen kırmızı ve mavi üçgenler komplekslerin yapılarındaki aromatik halkaların (benzene ve piridin)  $C-H \cdots \pi$  ve  $\pi \cdots \pi$  etkileşimlerinin varlığından kaynaklanmaktadır (Spackman ve diğerleri, 2008).



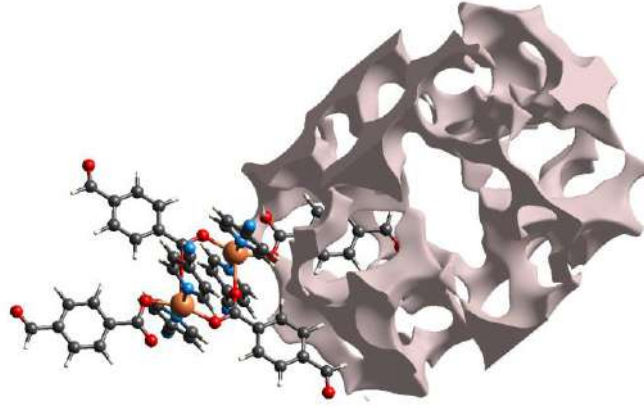
Şekil 2. Kompleksin  $d_{norm}$  haritası (a), şekil indeksi (b) ve kavislilik haritası (c).

Komplekslerin kavislilik haritalarında (Şekil 2c) görülen geniş yeşil yüzeyler düzlemsel bir yüzey alanını temsil etmektedir. Bu bölgeler komplekslerin yapısında bulunan benzen ve piridin halkalarının bulunduğu yerlerde görülmektedir. Bu halkar etrafındaki düz bölgeler  $\pi - \pi$  istiflemelerinin varlığını doğrulamaktadır. Mavi bölgeler ise eğrilik alanlarını temsil etmektedir.

Moleküller arası etkileşimleri temsil eden iki boyutlu parmak izi grafikleri Şekil 3'te verilmiştir. Kompleksin moleküler yüzeyindeki hidrojen bolluğundan dolayı genel olarak en önemli etkileşimler H··H etkileşimleridir. Bu etkileşimlerin Hirshfeld yüzeyine katkısı % 27,7'dir. Yapıda hidrojen bağları varlığından kaynaklanan H··N/N··H H etkileşimleri Hirshfeld yüzeyine ikinci en büyük katkıyı (% 21,3) sunan etkileşimdir. Kompleks için en önemli üçüncü en önemli katkı % 17,9 oranıyla, H··O/O··H etkileşimleridir. Bu etkileşimler komplekslerin yapılarında kristal yapı kararlılığına büyük katkı sunan O—H··O hidrojen bağlarından kaynaklanmaktadır. 2 boyutlu parmak izi grafiklerinde görülen H··C/C··H etkileşimleri C-H··π etkileşimleri ve π-π istiflemelerinden kaynaklanmaktadır. Bu etkileşimlerin Hirshfeld yüzeyine katkısı % 16,3'tür. Komplekslerin Hirshfeld yüzeyine bir diğer önemli katkı C...C etkileşimleridir (%9,2). 2 boyutlu parmak izi analizi sonuçlarına göre, bakır kompleksinde Cu-O ve Cu-H etkileşimleri tespit edilmemiştir. Hirshfeld yüzeyine daha az katkı sunan diğer etkileşimler olan C··O/O··C, C··N/N··C ve N··O/O··N ve N··N etkileşimlerinin katkı yüzdeleri sırasıyla 5,8, 0,9, 0,8 ve 0,3'tür.



Şekil 3. Kompleksin 2 boyutlu parmak izi grafikleri



Şekil 4. Kompleksin boşluk haritası.

Yapılan boşluk analizi haritası Şekil 4’te verilmiştir. Bu analizin sonuçlarına göre kompleks yapısında % 29,97 boşluk bulunduğu tespit edilmiştir. Yapıdaki büyük boşluk miktarından yola çıkılarak kompleksin adsorpsiyon davranışlarını belirleyebilmek adına ileri deneysel çalışmalar ile yapılması önerilmektedir.

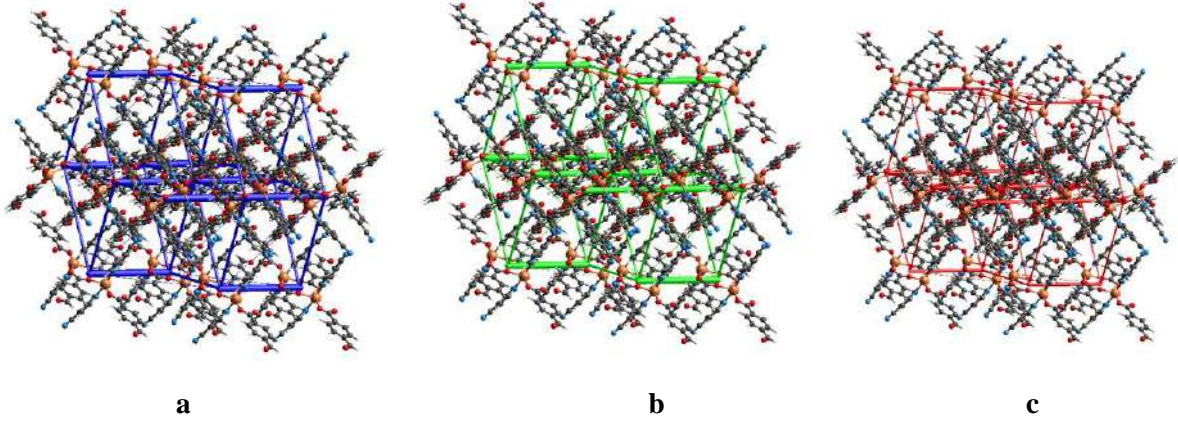
İkili etkileşim enerjilerine dayalı olarak, enerji çerçeve analizi, kristallerin spesifik moleküller üstü mimarisini görselleştirmek için doğru ve benzersiz bir tekniktir. Enerji çerçevesinin topolojisi, 3,8 Å yarıçapındaki moleküllerin etkileşim enerjilerini hesaplamak ve göstermek için kullanılır. Renk ve silindir, birçok etkileşim türünü ve bunların farklı yönlereki güçlerini temsil eder. Molekül çiftleri arasındaki elektrostatik (E ele), polarizasyon (E pol), dağılım (E dis), itme (E rep) ve toplam etkileşim enerjisi (E tot) bu yaklaşım kullanılarak hesaplanır. Kompleksin etkileşim enerjileri belirlenmiş ve bulgular Tablo 1’de verilmiştir. x, y, z koordinatların da etkileşim enerjileri elektrostatik (Eele= -47.9 kJ/mol), polarizasyon (E pol = -8.9 kJ/mol), dağılım (Edis = -149.6 kJ/mol), itme (Erep = 69.2 kJ/mol) ve toplam etkileşim enerjisi (Etot = -147.3 kJ/mol) olarak belirlenmiştir. E ele (kırmızı) ve E dis (yeşil) ve E tot (mavi), moleküler çiftler arasındaki etkileşim enerjileridir, enerji çerçevelerini oluşturmak için molekül çiftlerinin merkezlerini birleştiren silindireler olarak gösterilir (Şekil 5) . a eksenini boyunca paralel silindirik boru desenleri, yapıdaki hidrojen bağları ve  $\pi$ -  $\pi$  istifleme etkileşimlerinin katkılarını doğrular [7-9]. Enerji dağıtım modeli ve hesaplanan etkileşim enerjisi bileşenleri genel olarak değerlendirildiğinde, dağılım (dispersiyon) enerjisinin elektrostatik enerjiye göre baskın olduğu ve toplam enerjiye büyük katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Tablo 1. Kompleksin hesaplanan etkileşim enerjileri.

	N	Symop	R	Elektron yoğunluğu	E_ele	E_pol	E_dis	E_rep	E_tot
	2	x, y, z	9.09	HF/3-21G	-47.9	-30.5	-149.6	69.2	-147.3
	4	-x+1/2, y+1/2, -z+1/2	17.33	HF/3-21G	1.3	-3.7	-14.5	6.5	-8.9
	2	x, y, z	18.43	HF/3-21G	-5.9	-0.8	-4.2	0.1	-10.2
	4	-x+1/2, y+1/2, -z+1/2	13.24	HF/3-21G	-23.2	-9.0	-56.0	23.9	-60.6
	2	x, y, z	13.13	HF/3-21G	-25.8	-16.5	-50.2	25.7	-61.5
	2	x, y, z	13.05	HF/3-21G	-27.4	-12.6	-61.9	27.2	-69.9

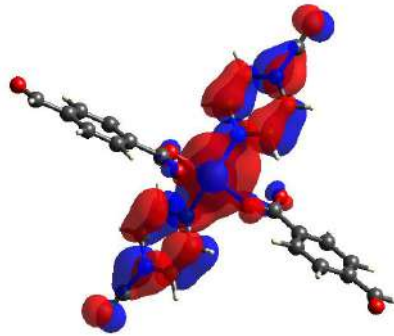


Enerji Modeli	k_ele	k_pol	k_disp	k_rep
CE-HF ... HF/3-21G Elektron yoğunlukları	1.019	0.651	0.901	0.811



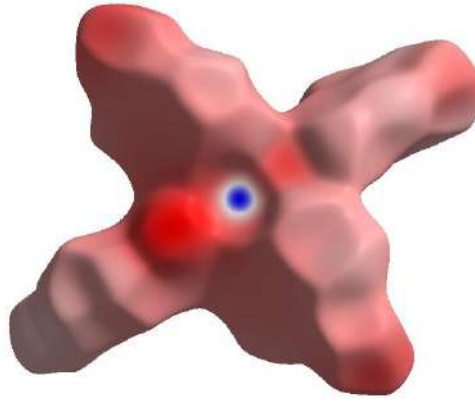
Şekil 5. Kompleksin Toplam Enerji (a), Dispersiyon enerjisi (b), Coulomb enerjisi (c) çerçevesi.

Kompleksün üç boyutlu Hirshfeld yüzeyinde elektrostatik potansiyel görünümü -0.0500-0.0500 a.u aralığında HF/STO-3G basis seti kullanarak elde edilmiştir. Elektropozitif ve elektronegatif potansiyele karşılık gelen atomların etrafında sırasıyla mavi ve kırmızı bölgeler olarak görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Kompleksün elektrostatik potansiyel görünümü

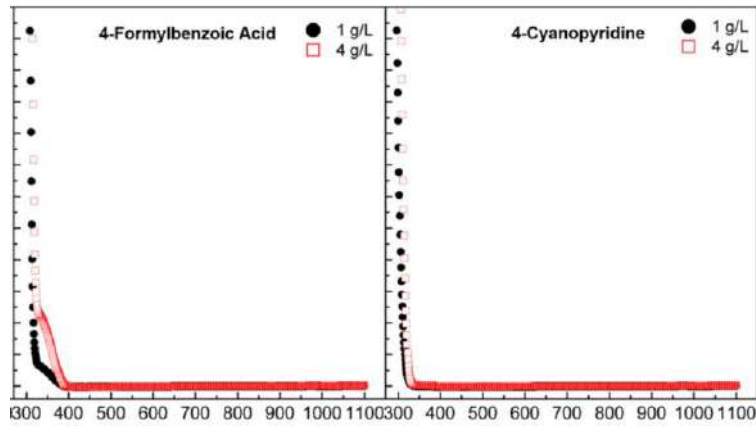
Moleküler elektrostatik potansiyel (MEP) yüzeyindeki kırmızı ve mavi renkli bölgeler sırasıyla nükleofilik ve elektrofilik bölgeyi temsil etmektedir (Şekil 7). Metal atomu çevresinde elektrofilik bölge oluşurken, aromatik halkalar ve bunlara bağlı fonksiyonel grupların çevresinde nükleofilik bölgeler oluştuğu görülmektedir.



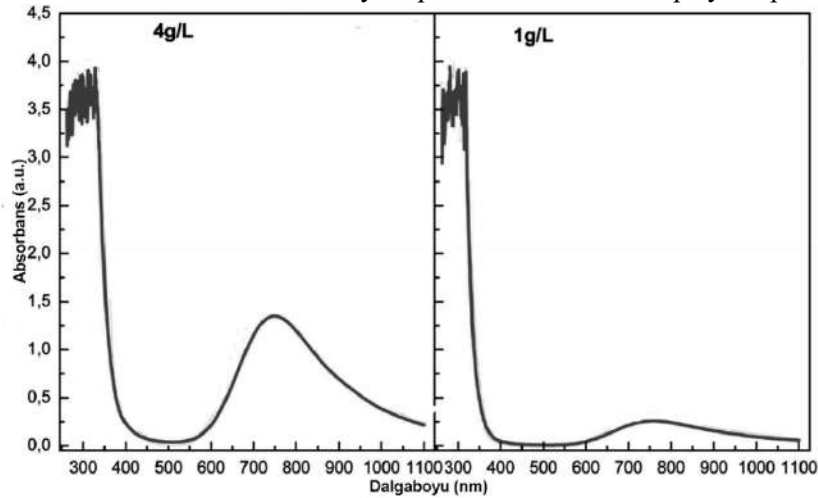
Şekil 7. Kompleksin Moleküler elektrostatik potansiyel haritası

### UV-Vis Spektroskopisi

600 nm'den 950 nm'ye kadar olan lineer absorpsiyon tepe noktaları, en yüksek moleküler orbitalin (HOMO) atomik orbital katsayılarının lineer kombinasyonunun sonucudur. Kompleksin elde edilen lineer absorpsiyon sonuçları ışığında (şekil 9), başlangıç bileşenleri olan 4-formilbenzoik asit ve 4-siyanopiridin ile kıyaslandığında (Şekil 8) bu kompleksin optik filtrasyon uygulamaları için iyi birer aday olabileceği söylenebilir.



Şekil 8. 4-formilbenzoik asit ve 4-siyanopiridin'in lineer absorpsiyon spektrumu.



Şekil 9. Kompleksin lineer absorpsiyon spektrumu.



## Sonuçlar

Bu çalışmada, bis(4-formilbenzoato-κ-2O:O')bis[(4-formylbenzoato-κ2 O:O'-bis(4-siyanopiridin-κN) bakır(II)] kompleksinin yapısı karakterize edilmiş ve kompleksin Hirshfeld yüzeyleri ile moleküllerarası etkileşimleri incelenmiştir. Hirshfeld Yüzey Analizi sonuçlarına göre kristal yapıya H...H, H...O/O...H, H...N/N...,H, C... O/O ... C, C ... N/N ... C ve N ... O/O ... N ve N...N etkileşimleri katkıda bulunmaktadır. H...H etkileşimleri kristal yapıya en fazla katkıyı sağlar. H...N/N...,H ve H...O/O...H etkileşimleri de ikinci ve üçüncü en önemli Şekil indeksinde görülen bitişik kırmızı ve mavi üçgenlerin kompleksin kristal yapısındaki benzen ve piridin halkaları arasındaki π-istifleme etkileşimlerinin varlığını desteklemektedir. Sonuç olarak tek kristal X-ışını analizi ile Hirshfeld yüzey analizinden elde edilen sonuçların birbirini doğrulamaktadır. Kompleksin referans molekülünün CrystalExplorer (CE) programının HF/3-21G temel seti ile elde edilen polarizasyon (E\_pol), dispersiyon (E\_dis) ve değişim-itme (E\_rep) enerjilerinin toplam enerjiye katkısı incelendiğinde en büyük katkıyı dağılım (dispersiyon) enerjisinin yaptığı belirlenmiştir. Kompleksin lineer absorpsiyon davranışları incelendiğinde, optik ve optoelektronik alanında kullanılabilecek bir malzeme olarak daha ileri çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

## Kaynaklar

- [1] Spackman M.A., Jayatilaka D. Hirshfeld surface analysis. *CrystEngComm*. 2009;11(1):19-32.
- [2] Öztürkkan Özbek F.E., Dimeric complexes of copper (II) arylcarboxylate with 4-cyanopyridine: synthesis, structural characterization and linear absorption properties. *J. Chem. Sci.* 2020; 132:61.
- [3] Turner M. J., McKinnon J. J., Wolff S. K., Grimwood D. J., Spackman P. R., Jayatilaka D., Spackman M. A. *CrystalExplorer17* (2017). University of Western Australia.
- [4] Hirshfeld F.L. Bonded-atom fragments for describing molecular charge densities. *Theoret Chim Acta*. 1977;44(2):129-38.
- [5] Spackman M.A., Jayatilaka D. Hirshfeld surface analysis. *CrystEngComm*. 2009;11(1):19-32.
- [6] McKinnon J.J., Jayatilaka D., Spackman M.A. Towards quantitative analysis of intermolecular interactions with Hirshfeld surfaces. *Chem Commun*. 2007;(37):3814.
- [7] Mackenzie C.F., Spackman P.R., Jayatilaka D., Spackman M.A. *CrystalExplorer* model energies and energy frameworks: extension to metal coordination compounds, organic salts, solvates and open-shell systems. *IUCrJ*. 2017;4(5):575-87.
- [8] Etse K.S., Lamela LC., Zaragoza G., Pirote B. Synthesis, crystal structure, Hirshfeld surface and interaction energies analysis of 5-methyl-1,3-bis(3-nitrobenzyl)pyrimidine-2,4(1H,3H)-dione. *Eur J Chem*. 2020;11(2):91-9.
- [9] Madan Kumar S. 3D energy frameworks of dimethylbenzophenone tetramorphs. *Heliyon*. 2019;5(2):e01209.

## A NEW SUBCLASS OF BI-UNIVALENT FUNCTIONS CONNECTED WITH THE MILLER-ROSS-TYPE POISSON DISTRIBUTION BASED UPON EINSTEIN FUNCTION

**Hatun Özlem GÜNEY**

University of Dicle, Faculty of Science, Department of Mathematics, 21280, Diyarbakır-TÜRKİYE

<https://orcid.org/0000-0002-3010-7795>

[ozlemg@dicle.edu.tr](mailto:ozlemg@dicle.edu.tr)

### ABSTRACT

The Miller–Ross-type Poisson distribution is an important model for plenty of real-world applications. In this presentation, we introduce a new subclass of bi-univalent functions connected with Miller-Ross-type Poisson distribution based upon Einstein function  $E(z)$ . We obtain estimates on the first two Taylor-Maclaurin coefficients for functions in this class.

**Key words :** Einstein function, bi-univalent function, analytic function, Miller-Ross function.

### INTRODUCTION

Let  $A$  denote the class of analytic functions of the form

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \quad (1)$$

in the unit disc  $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$ . Let  $S$  denote the subclass of  $A$ , which consists of functions of the form (1) that are univalent and normalized by the conditions  $f(0) = f'(0) - 1 = 0$  in  $U$ .

Consider that the functions  $f$  and  $g$  are analytic in the unit disc  $U$ . An analytic function  $f$  is subordinate to an analytic function  $g$ , written  $f(z) \prec g(z)$ , if there is an analytic function  $w: U \rightarrow U$  with  $w(0) = 0$  satisfying  $f(z) = g(w(z))$ . In particular, if  $g$  is univalent in  $U$ , the above subordination is equivalent to  $f(0) = g(0)$  and  $f(U) \subset g(U)$ .

It is well known that every function  $f \in S$  has an inverse  $f^{-1}$ , which is defined by

$$f^{-1}(f(z)) = z; \quad z \in U$$

and

$$f(f^{-1}(w)) = w; \quad |w| < r_0(f) \quad \text{and} \quad r_0(f) \geq \frac{1}{4},$$

where the inverse function  $f^{-1}$  is given by

$$g(w) = f^{-1}(w) = w - a_2w^2 + (2a_2^2 - a_3)w^3 - (5a_2^3 - 5a_2a_3 + a_4)w^4 + \dots = w + \sum_{n=2}^{\infty} b_n w^n . \quad (2)$$

Then we say that the function  $f \in S$  is said to be bi-univalent in  $U$  if both  $f$  and  $f^{-1}$  are univalent in  $U$ . Let  $\Sigma$  denote the class of bi-univalent functions in  $U$  given by (1). The aforecited work of Srivastava et al. [25] essentially revived the investigation of various subclasses of bi-univalent function class  $\Sigma$  in recent years. Recently, many authors investigated bounds for various subclasses of bi-univalent functions. Not much is known about the bounds on general coefficient  $|a_n|$  for  $n \geq 4$ . (see [1-21])

In mathematics, the Einstein function is a name occasionally used for one of the functions (see [22, 23]):

$$E_1(z) = \frac{z}{e^z - 1} , \quad E_2(z) = \frac{z^2 e^z}{(e^z - 1)^2} , \quad E_3(z) = \log(1 - e^{-z}) , \quad E_4(z) = \frac{z}{e^z - 1} - \log(1 - e^{-z}).$$

It is easily noticed that both  $E_1$  and  $E_2$  have these nice properties, but  $E_3$  and  $E_4$  are not; the range of  $E_1$  and  $E_2$  ( $E_1$  and  $E_2$  are convex functions) is symmetric along the real axis and starlike about  $E_1(0) = E_2(0) = 1$  and  $\text{Re}(E_1(z)) > 0$  ,  $\text{Re}(E_2(z)) > 0$  ,  $\forall z \in U$ .

The series representation is given by

$$E(z) = E_1(z) + z = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{B_n}{n!} z^n$$

$$E(z) = E_2(z) + \frac{1}{2}z = 1 + \frac{1}{2}z + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(1-n)B_n}{n!} z^n ,$$

where  $B_n$  is the  $n^{\text{th}}$  Bernoulli number, it is known that the Bernoulli numbers  $B_n$  can be defined by the contour integral

$$B_n = \frac{n!}{2\pi i} \oint \frac{z}{e^z - 1} \frac{dz}{z^{n+1}}$$

where the contour encloses the origin, has radius less than  $2\pi i$  and is traversed in a counterclockwise direction, the first few members are

$$B_0 = 1 , \quad B_1 = -\frac{1}{2} , \quad B_2 = \frac{1}{6} , \quad B_4 = -\frac{1}{30} , \quad B_6 = \frac{1}{42}, \dots$$

and

$$B_{2n+1} = 0 \quad \forall n \in \mathbb{N}.$$

Let  $\Phi_{\nu,c}(z)$  the Miller-Ross function [26] ( also see [27, 28, 29, 30] defined by

$$\Phi_{\nu,c}(z) = z^{\nu} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(dz)^n}{\Gamma(n+\nu+1)} \quad (\nu, d, z \in \mathbb{C}). \quad (3)$$

Let  $\mathbf{E}_{\alpha,\beta}(z)$  be the two parameters of the Mittag-Leffler function [18]

$$\mathbf{E}_{\alpha,\beta}(z) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{z^n}{\Gamma(\alpha n + \beta)} \quad (\alpha, \beta \in \mathbb{C}, \operatorname{Re}(\alpha) > 0, \operatorname{Re}(\beta) > 0). \quad (4)$$

It can be also written as

$$\mathbf{E}_{\alpha,\beta}(z) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{z^{n-1}}{\Gamma(\alpha(n-1) + \beta)} \quad (z, \alpha, \beta \in \mathbb{C}, \operatorname{Re}(\alpha) > 0, \operatorname{Re}(\beta) > 0). \quad (5)$$

For  $\beta = 1$ , the function  $\mathbf{E}_{\alpha}(z)$  was introduced by Mittag-Leffler [32] and is, therefore, known as the Mittag-Leffler function. Consequently many researchers have worked on the generalization of Mittag-Leffler function see for example [33-36].

Very recently, Şeker et.al. [30] introduced a power series whose coefficients are Miller-Ross-type Poisson distribution as follows:

$$\Upsilon_{\nu,d}^m(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{m^{\nu} (dm)^{n-1}}{\Gamma(n+\nu)\Phi_{\nu,d}(m)} z^n$$

where  $\nu > -1$ ,  $d > 0$ . Furthermore, by convolution we consider

$$\mathbf{I}_{\nu,d}^m f(z) = \Upsilon_{\nu,d}^m(z) * f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{m^{\nu} (dm)^{n-1}}{\Gamma(n+\nu)\Phi_{\nu,d}(m)} a_n z^n \quad (6)$$

where  $\nu > -1$ ,  $d > 0$ .

In this presentation, we introduce a new subclass of bi-univalent functions connected with Miller-Ross-type Poisson distribution based upon Einstein function  $E(z)$ . We obtain estimates on the first two Taylor-Maclaurin coefficients for functions in this class.

### 1. MAIN RESULTS

We begin by defining the new subclass  $\mathfrak{S}_{\Sigma}^{\beta,\gamma}$  involving Miller-Ross-type Poisson distribution associated with Einstein function.

**Definition 2.1** A function  $f(z) \in \Sigma$  given by (1) is said to be in the class  $\mathfrak{S}_{\Sigma}^{\beta,\gamma}$  if the following subordinations are satisfied:

$$(1-\gamma+2\beta)\frac{\mathbf{I}_{v,d}^m f(z)}{z} + (\gamma-2\beta)\left(\mathbf{I}_{v,d}^m f(z)\right)' + \beta z\left(\mathbf{I}_{v,d}^m f(z)\right)'' \prec E(z) \tag{7}$$

and

$$(1-\gamma+2\beta)\frac{\mathbf{I}_{v,d}^m g(w)}{w} + (\gamma-2\beta)\left(\mathbf{I}_{v,d}^m g(w)\right)' + \beta w\left(\mathbf{I}_{v,d}^m g(w)\right)'' \prec E(w) \tag{8}$$

where  $\gamma, \beta \geq 0$  and the function the function  $g = f^{-1}$  is given by (2).

We recall the following lemma to prove our main result:

**Lemma 2.1 [24]** If  $w(z) = \sum_{n=1}^{\infty} p_n z^n$  is analytic in the unit open disc  $U$  with  $w(0) = 0, |w(z)| < 1$

then

$$|p_1| \leq 1 ; |p_n| \leq 1 - |p_1|^2 ; n > 1.$$

Now, we give our main result.

**Theorem 2.1** Let  $f$  be given by (1) belongs to the class  $\mathfrak{S}_{\Sigma}^{\beta,\gamma}$ . Then

$$|a_2| \leq \frac{\Gamma(2+v)\Phi_{v,d}^m(m)\sqrt{3\Gamma(3+v)}}{\sqrt{\left| m^v(dm)^2 \left( 3(1+2\beta+2\gamma)(\Gamma(2+v))^2 \Phi_{v,d}^m(m) - (1+\gamma)^2 m^v \Gamma(3+v) \right) \right|}}$$

and

$$|a_3| \leq \frac{\Gamma(3+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)}{2(1+2\beta+2\gamma)m^\nu(dm)^2} + \frac{(\Gamma(2+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m))^2}{4(1+\gamma)^2 m^{2\nu}(dm)^2}.$$

**Proof** Since  $f \in \mathfrak{S}_{\Sigma}^{\beta,\gamma}$ , there exist two analytic functions  $u$  and  $v$  in  $U$  with

$$u(0) = v(0) = 0, \quad \text{and} \quad |u(z)| < 1, |v(w)| < 1 \quad \text{for all } z, w \in U \quad \text{given by}$$

$$u(z) = \sum_{n=1}^{\infty} c_n z^n \quad \text{and} \quad v(w) = \sum_{n=1}^{\infty} d_n w^n. \quad \text{From Lemma 2.1 we have}$$

$|c_n| \leq 1$  and  $|d_n| \leq 1$ . In view of (7) and (8) we have

$$(1-\gamma+2\beta)\frac{\mathbf{I}_{\nu,d}^m f(z)}{z} + (\gamma-2\beta)(\mathbf{I}_{\nu,d}^m f(z))' + \beta z(\mathbf{I}_{\nu,d}^m f(z))'' = E(u(z)) \tag{9}$$

and

$$(1-\gamma+2\beta)\frac{\mathbf{I}_{\nu,d}^m g(w)}{w} + (\gamma-2\beta)(\mathbf{I}_{\nu,d}^m g(w))' + \beta w(\mathbf{I}_{\nu,d}^m g(w))'' = E(v(w)). \tag{10}$$

After some simple calculations, we deduce

$$\begin{aligned} E(u(z)) &= \frac{u(z)e^{u(z)}}{e^{u(z)}-1} = 1 + \frac{u(z)}{2} + \frac{(u(z))^2}{12} - \frac{(u(z))^4}{720} + \dots \\ &= 1 + \frac{c_1}{2}z + \frac{1}{12}\left(c_2 + \frac{c_1^2}{6}\right)z^2 + \dots \end{aligned} \tag{11}$$

$$\begin{aligned} E(v(w)) &= \frac{v(w)e^v(w)}{e^{v(w)}-1} = 1 + \frac{v(w)}{2} + \frac{(v(w))^2}{12} - \frac{(v(w))^4}{720} + \dots \\ &= 1 + \frac{d_1}{2}w + \frac{1}{12}\left(d_2 + \frac{d_1^2}{6}\right)w^2 + \dots \end{aligned} \tag{12}$$

Thus, upon comparing the corresponding coefficients in (9) - (11) and (10) - (12), we have

$$(1+\gamma)\frac{m^\nu(dm)}{\Gamma(2+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)} a_2 = \frac{c_1}{2} \tag{13}$$

$$(1+2\beta+2\gamma)\frac{m^{\nu}(dm)^2}{\Gamma(3+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)}a_3 = \frac{1}{2}\left(c_2 + \frac{c_1^2}{6}\right) \quad (14)$$

and

$$-(1+\gamma)\frac{m^{\nu}(dm)}{\Gamma(2+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)}a_2 = \frac{d_1}{2} \quad (15)$$

$$(1+2\beta+2\gamma)\frac{m^{\nu}(dm)^2}{\Gamma(3+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)}(2a_2^2 - a_3) = \frac{1}{2}\left(d_2 + \frac{d_1^2}{6}\right) \quad (16)$$

From (13) and (15), we get

$$c_1 = -d_1 \quad (17)$$

and

$$2(1+\gamma)^2\frac{m^{2\nu}(dm)^2}{\left(\Gamma(2+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)\right)^2}a_2^2 = \frac{c_1^2 + d_1^2}{4} \quad (18)$$

If we add (14) and (16) we obtain

$$2(1+2\beta+2\gamma)\frac{m^{\nu}(dm)^2}{\Gamma(3+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)}a_2^2 = \frac{1}{2}\left(c_2 + d_2 + \frac{c_1^2 + d_1^2}{6}\right). \quad (19)$$

After calculations, we have

$$a_2^2 = \frac{3\Gamma(3+\nu)\left(\Gamma(2+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)\right)^2(c_2 + d_2)}{4\left(m^{\nu}(dm)^2\left(3(1+2\beta+2\gamma)\left(\Gamma(2+\nu)\right)^2\Phi_{\nu,d}^m(m) - (1+\gamma)^2m^{\nu}\Gamma(3+\nu)\right)\right)} \quad (20)$$

Then taking the absolute value to the above equation and from  $|c_n| \leq 1$  and  $|d_n| \leq 1$ , we find

$$|a_2| \leq \frac{\Gamma(2+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)\sqrt{3\Gamma(3+\nu)}}{\sqrt{\left|m^{\nu}(dm)^2\left(3(1+2\beta+2\gamma)\left(\Gamma(2+\nu)\right)^2\Phi_{\nu,d}^m(m) - (1+\gamma)^2m^{\nu}\Gamma(3+\nu)\right)\right|}}$$



which gives the bound for  $|a_2|$ .

Now, to estimate the bound for  $|a_3|$ , we can use (14) and (16)

$$2(1+2\beta+2\gamma)\frac{m^v(dm)^2}{\Gamma(3+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)}(a_3-a_2^2)=\frac{1}{2}(c_2-d_2). \quad (21)$$

From (17) and (18), we have

$$|a_3| \leq \frac{\Gamma(3+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)}{2(1+2\beta+2\gamma)m^v(dm)^2} + \frac{(\Gamma(2+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m))^2}{4(1+\gamma)^2 m^{2\nu}(dm)^2}$$

which gives the bound for  $|a_3|$ .

## REFERENCES

1. Amourah, A.; Frasin, B.A.; Abdeljawad, T. Fekete-Szegő inequality for analytic and bi-univalent functions subordinate to Gegenbauer polynomials. *J. Funct. Spaces* 2021, 2021, 5574673.
2. Amourah, A.; Frasin, B.A.; Murugusundaramoorthy, G.; Al-Hawary, T. Bi-Bazilevič functions of order  $\vartheta + i\delta$  associated with  $(p, q)$ -Lucas polynomials. *AIMS Math.* 2021, 6, 4296–4305.
3. Attiya, A.A. Some applications of Mittag-Leffler function in the unit disk. *Filomat* 2016, 30, 2075–2081.
4. Bansal, D.; Prajapat, J.K. Certain geometric properties of the Mittag-Leffler functions. *Complex Var. Elliptic Equ.* 2016, 61, 338–350.
5. Frasin, B.A.; Aouf, M.K. New subclass of bi-univalent functions. *Appl. Math. Lett.* 2022, 24, 1569–1573.
6. Frasin, B.A.; Al-Hawary, T.; Yousef, F. Some properties of a linear operator involving generalized Mittag-Leffler function. *Stud. Univ. Babeş-Bolyai Math.* 2020, 65, 67–75.
7. Frasin, B.A.; Swamy, S.R.; Nirmala, J. Some special families of holomorphic and Al-Oboudi type bi-univalent functions related to  $k$ -Fibonacci numbers involving modified sigmoid activated function. *Afr. Mat.* 2021, 32, 631–643.
8. Garg, M.; Manohar, P.; Kalla, S.L. A Mittag-Leffler-type function of two variables. *Integral Transform. Spec. Funct.* 2013, 24, 934–944.
9. Murugusundaramoorthy, G.; Bulboaca, T. Subclasses of yamakawa-type Bi-starlike functions associated with gegenbauer polynomials. *Axioms* 2022, 11, 92.
10. Guney, Hatun Özlem. Coefficient Bounds for Analytic bi-Bazilevic Functions Related to Shell-like Curves Connected with Fibonacci Numbers. *Sahand Communications in Mathematical Analysis* 16.1 2019: 149-160.

11. Lewin, M. On a coefficient problem for bi-univalent functions. *Proc. Am. Math. Soc.* 1967, 18, 63–68.
12. Long, P.; Liu, J.; Gangadharan, M.; Wang, W. Certain subclass of analytic functions based on  $q$ -derivative operator associated with the generalized Pascal snail and its applications. *AIMS Math.* 2022, 7, 13423–13441. *Mathematics* 2022, 10, 2462 10 of 10
13. Guney, H. O., Murugusundaramoorthy, G., & Vijaya, K. Initial Coefficient Bounds For Subclasses Of Bi-Univalent Functions Associated With The Chebyshev Polynomials. *Advanced Studies In Contemporary Mathematics*, 2018. 28(3), 401-412.
14. Swamy, S.R. Coefficient bounds for Al-Oboudi type bi-univalent functions based on a modified sigmoid activation function and Horadam polynomials. *Earthline J. Math. Sci.* 2021, 7, 251–270.
15. Swamy, S.R.; Bulut, S.; Sailaja, Y. Some special families of holomorphic and S $\tilde{a}$ l $\tilde{a}$ gean type bi-univalent functions associated with Horadam polynomials involving modified sigmoid activation function. *Hacet. J. Math. Stat.* 2021, 50, 710–720.
16. Tan, D.L. Coefficient estimates for bi-univalent functions. *Chin. Ann. Math. Ser. A* 1984, 5, 559–568.
17. Tang, H.; Deng, G.; Li, S. Coefficient estimates for new subclasses of Ma-Minda bi-univalent functions. *J. Ineq. Appl.* 2013, 2013, 317.
18. Wiman, A. Über die Nullstellun der Funcktionen  $E(x)$ . *Acta Math.* 1905, 29, 217-134.
19. Yousef, F.; Alroud, S.; Illafe, M. A comprehensive subclass of bi-univalent functions associated with Chebyshev polynomials of the second kind. *Boletín Soc. Matemática Mex.* 2019, 26, 329–339.
20. Yousef, F.; Amourah, A.; Frasin, B.A.; Bulboaca, T. An Avant-Garde Construction for Subclasses of Analytic Bi-Univalent Functions. *Axioms* 2022, 11, 267.
21. Yousef, F.; Alroud, S.; Illafe, M. New subclasses of analytic and bi-univalent functions endowed with coefficient estimate problems. *Anal. Math. Phys.* 2021, 11, 58
22. M. Abramowitz and I. A. Stegun, Debye functions, in *Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs, and Mathematical Tables*, pp. 999-1000, Dover, New York, 9th edition, 1972.
23. E. W. Lemmon and R. Span, Short fundamental equations of state for 20 industrial fluids, *Journal of Chemical & Engineering Data*, vol. 51, no. 3, pp. 785–850, 2006.
24. Z. Nehari, *Conformal Mapping*, McGraw-Hill, New York, NY, USA, 1952.
25. H.M.,Srivastava, A.K. Mishra, P. Gochhayat, Certain subclasses of analytic and bi-univalent functions. *Appl. Math. Lett.* (2010), 23: 1188-1192.
26. Miller, K.S.; Ross, B. *An Introduction to the Fractional Calculus and Fractional Differential Equations*; John Wiley and Sons: New York, NY, USA, 1993.
27. Kazimoğlu, S. Partial Sums of The Miller–Ross Function. *Turkish J. Sci.* Vol. 2021, 6, 167–173.

28. Cerutti, R.A. The Generalized  $k$ - $\alpha$ -Miller–Ross Function. *Nonlinear Anal. Differ. Equ.* 2016, 4, 455–465.
29. Eker, S.S.; Ece, S. Geometric Properties of the Miller–Ross Functions. *Iran. J. Sci. Technol. Trans. Sci.* 2022, 46, 631–636.
30. B. Seker, S. Sumer Eker, and B. Cekic, On subclasses of analytic functions associated with Miller-Ross-type Poisson distribution series, *Sahand Communications in Mathematical Analysis (SCMA)*, in press.
31. B. Seker, S. Sumer Eker, and B. Cekic, Certain Subclasses Of Analytic Functions Associated With Miller-Ross-Type Poisson Distribution Series, *Honam Mathematical J.* 44 (2022), No. 4, pp. 504–512
32. Mittag-Leffler, G. M. (1903). Sur la nouvelle fonction  $E\alpha(x)$ . *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 137, 554-558.
33. Agarwal, R. P. (1953). A propos d'une note de M. Pierre Humbert. *CR Acad. Sci. Paris*, 236(21), 2031-2032.
34. Gradshteyn, I. S., & Ryzhik, I. M. (1980). *Table of integrals, series, and products*. New York: Academic Press, 8, 362.
35. P. Humbert, (1953), Quelques resultants relatifs a la fonction de Mittag-Leffler, *Comptes Rendus de L'Academie Des Sciences*, 236 1467–1468.
36. Humbert, P., & Agarwal, R. P. (1953). Sur la fonction de Mittag-Leffler et quelques-unes de ses généralisations. *Bull. Sci. Math*, 77(2), 180-185.

## A SUBORDINATION RESULT FOR SOME SUBCLASSES OF ANALYTIC FUNCTIONS INVOLVING THE GENERALIZED k-MITTAG-LEFFLER FUNCTIONS

Hatun Özlem GÜNEY

University of Dicle, Faculty of Science, Department of Mathematics, Diyarbakır, TÜRKİYE

<https://orcid.org/0000-0002-3010-7795>

[ozlemg@dicle.edu.tr](mailto:ozlemg@dicle.edu.tr)

### ABSTRACT

In the present paper, using a subordination result given by H.S.Wilf in 1961 we obtain some interesting subordination relations for some subclasses of analytic functions involving the generalized k-Mittag-Leffler functions. While we obtain the main theorem, we consider coefficient estimate which was obtained by Rehman et.al.. For some special parameters, we obtained some results which were found by other mathematicians.

**Key words :** Subordination result, analytic function, Mittag-Leffler function.

### 1. INTRODUCTION

Let  $A$  denote the class of analytic functions of the form

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \quad (1)$$

in the unit disc  $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$ . Let  $S$  denote the subclass of  $A$ , which consists of functions of the form (1) that are univalent and normalized by the conditions  $f(0) = f'(0) - 1 = 0$  in  $U$ .

Consider that the functions  $f$  and  $g$  are analytic in the unit disc  $U$ . An analytic function  $f$  is subordinate to an analytic function  $g$ , written  $f(z) \prec g(z)$ , if there is an analytic function  $w: U \rightarrow U$  with  $w(0) = 0$  satisfying  $f(z) = g(w(z))$ . In particular, if  $g$  is univalent in  $U$ , the above subordination is equivalent to  $f(0) = g(0)$  and  $f(U) \subset g(U)$ .

Let the one-parameter Mittag-Leffler function  $E_{\alpha}(z)$  and two-parameters extension  $E_{\alpha,\beta}(z)$  be the function defined by

$$E_{\alpha}(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{z^n}{\Gamma(\alpha n + 1)} \quad (z \in \mathbb{C}, \operatorname{Re}(\alpha) > 0) \quad (2)$$

and

$$\mathbf{E}_{\alpha,\beta}(z) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{z^n}{\Gamma(\alpha n + \beta)} \quad (\alpha, \beta \in \mathbb{R}, \operatorname{Re}(\alpha) > 0, \operatorname{Re}(\beta) > 0) \quad (3)$$

respectively. It can be also written as

$$\mathbf{E}_{\alpha,\beta}(z) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{z^{n-1}}{\Gamma(\alpha(n-1) + \beta)} \quad (z, \alpha, \beta \in \mathbb{R}, \operatorname{Re}(\alpha) > 0, \operatorname{Re}(\beta) > 0). \quad (4)$$

The function  $\mathbf{E}_{\alpha}(z)$  was introduced by Mittag-Leffler [3] and is, therefore, known as the Mittag-Leffler function. A more general function  $\mathbf{E}_{\alpha,\beta}(z)$  generalizing  $\mathbf{E}_{\alpha}(z)$  was introduced by Wiman [4] and defined by

$$\mathbf{E}_{\alpha,\beta}(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{z^n}{\Gamma(\alpha n + \beta)} \quad (z, \alpha, \beta \in \mathbb{R}, \operatorname{Re}(\alpha) > 0, \operatorname{Re}(\beta) > 0). \quad (5)$$

Consequently many researchers have worked on the generalization of Mittag-Leffler function see for example [5], [6], [7], [8] and [9]. However to achieve our results we use the Salim [9] type of generalized k-Mittag-Leffler function which is of the form

$$\mathbf{E}_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(\gamma)_{nq,k}}{\Gamma_k(\alpha n + \beta)(\delta)_n} z^n \quad (6)$$

the imposition on parameters are  $\alpha, \beta, \gamma \in \mathbb{R}, \operatorname{Re}(\alpha) > 0, \operatorname{Re}(\beta) > 0, k \in \mathbb{R}, \delta$  is nonnegative real number,  $nq$  is a positive integer and  $(\gamma)_n$  is the Pochhammer symbol:

$$(\gamma)_n = \frac{\Gamma(\alpha + n)}{\Gamma(\gamma)} = \begin{cases} 1 & ; n = 0 \\ \gamma(\gamma+1)\dots(\gamma+n-1) & ; n \in \mathbb{N} = \{1, 2, 3, \dots\}. \end{cases}$$

Note that

$$(x)_n = x(x+1)_{n-1} \quad ; n \in \mathbb{N},$$

where  $(\gamma)_{nq,k}$  is the k-Pochhammer symbol defined by

$$(\gamma)_{nq,k} = \gamma(\gamma+k)(\gamma+2k)\dots(\gamma+(nq-1)k) \quad (\gamma \in \mathbb{R}, k \in \mathbb{R}, n \in \mathbb{N}). \quad (7)$$

Since the Mittag-Leffler function  $\mathbf{E}_{\alpha,\beta}(z)$  doesn't belong to the family  $A$ . Srivastava et al. [10] have considered some normalization on  $\mathbf{E}_{\alpha,\beta}$  and made it an analytic function of class  $A$ . Similarly, Rehman et al. [2] have considered some normalization on the most generalized Mittag-Leffler function  $\mathbf{E}_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(z)$  defined in (6) as follows:

$$\begin{aligned} \mathbf{Q}_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(z) &= \frac{\Gamma k(\beta)}{(\gamma)_k} \left( \mathbf{E}_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(z) \right) \\ &= z + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(\gamma)_{nq,k} \Gamma k(\beta) \Gamma(\delta+1)}{(\gamma)_{q,k} \Gamma k(\alpha n + \beta) \Gamma(\delta+n)} z^{n+1} \\ &= z + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(\gamma)_{(n-1)q,k} \Gamma k(\alpha + \beta) \Gamma(\delta+1)}{(\gamma)_{q,k} \Gamma k(\alpha(n-1) + \beta) \Gamma(\delta+n-1)} z^n. \end{aligned} \tag{8}$$

Let  $f(z) \in A$ . Denote  $\mathbf{L}_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(f): A \rightarrow A$  the operator is defined by

$$\mathbf{L}_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(f)(z) = \mathbf{Q}_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(z) * f(z)$$

and by convolution the operator  $\mathbf{L}_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(f)(z)$  becomes

$$\mathbf{L}_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(f)(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(\gamma)_{nq,k} \Gamma k(\alpha + \beta) \Gamma(\delta+1)}{(\gamma)_{q,k} \Gamma k(\alpha n + \beta) \Gamma(\delta+n)} a_n z^n$$

where  $\alpha, \beta, \gamma \in \mathbb{R}$ ,  $\text{Re}(\alpha) > 0$ ,  $\text{Re}(\beta) > 0$ ,  $k \in \mathbb{R}$ ,  $\delta$  is nonnegative real number,  $nq$  is a positive integer and  $q \in (0,1) \cup \mathbb{R}$ .

In [2], Rehman et.al. defined the class  $S_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(\lambda)$  and  $C_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(\lambda)$  as follows:

For  $f(z) \in A$ ,

$$f(z) \in S_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(\lambda) \text{ if and only if } \text{Re} \left( \frac{z \left[ \mathbf{L}_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(f)(z) \right]'}{\mathbf{L}_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(f)(z)} \right) > \lambda \quad ; \quad 0 \leq \lambda < 1$$

and

$$f(z) \in C_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(\lambda) \text{ if and only if } \text{Re} \left( \frac{\left[ z \left( \mathbf{L}_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(f)(z) \right)' \right]'}{\left( \mathbf{L}_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}(f)(z) \right)'} \right) > \lambda \quad ; \quad 0 \leq \lambda < 1$$

By taking specific values of parameters, one can obtain many important subclasses studied by various authors in earlier paper.

Also, in [2], Rehman et.al. obtained the coefficient inequality for the functions in this subclass as follows:

**Theorem A:** Let  $f(z) \in A$ . For  $\{k, \beta, \gamma\} \geq 1$  and  $\{\alpha, q, \delta\} \geq 0$  if

$$\sum_{n=2}^{\infty} (n-\lambda) \left\{ \Psi_{k, \alpha, \beta, \delta}^{\gamma, q} \right\} |a_n| \leq 1-\lambda \quad ; \quad 0 \leq \lambda < 1 \quad (9)$$

then  $f(z) \in S_{k, \alpha, \beta, \delta}^{\gamma, q}(\lambda)$  where  $\Psi_{k, \alpha, \beta, \delta}^{\gamma, q} = \frac{(\gamma)_{nq, k} \Gamma k(\beta) \Gamma(\delta+1)}{(\gamma)_{q, k} \Gamma k(\alpha n + \beta) \Gamma(\delta+n)}$ . The result is sharp.

**Theorem B.** Let  $f(z) \in A$ . For  $\{k, \beta, \gamma\} \geq 1$  and  $\{\alpha, q, \delta\} \geq 0$  if

$$\sum_{n=2}^{\infty} n(n-\lambda) \left\{ \Psi_{k, \alpha, \beta, \delta}^{\gamma, q} \right\} |a_n| \leq 1-\lambda \quad ; \quad 0 \leq \lambda < 1 \quad (10)$$

then  $f(z) \in C_{k, \alpha, \beta, \delta}^{\gamma, q}(\lambda)$  where  $\Psi_{k, \alpha, \beta, \delta}^{\gamma, q} = \frac{(\gamma)_{nq, k} \Gamma k(\beta) \Gamma(\delta+1)}{(\gamma)_{q, k} \Gamma k(\alpha n + \beta) \Gamma(\delta+n)}$ . The result is sharp.

A sequence  $\{b_n\}_{n=0}^{\infty}$  of complex numbers is said to be a **Subordinating Factor Sequence** if,

whenever  $f(z)$  of the form  $f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n$  is analytic, univalent and convex in  $U$ , we have

the subordination given by  $\sum_{n=1}^{\infty} a_n b_n z^n \prec f(z)$  with  $a_1 = 1$  ([1]).

In 1961, Wilf [1] showed that

“The sequence  $\{b_j\}_{j=1}^{\infty}$  is a subordinating factor sequence if and only if  $\operatorname{Re} \left( 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} b_n z^n \right) > 0$ ”. (11)

In this presentation, we use the above definition and lemma due to Wilf [1]. While we obtain the main theorem, we consider Theorem A and Theorem B which were obtained by Rehman et al. [2].

## 2. MAIN RESULTS

Let  $S_{k, \alpha, \beta, \delta}^{\gamma, q}[\lambda]$  and  $C_{k, \alpha, \beta, \delta}^{\gamma, q}[\lambda]$  denote the class of functions  $f \in A$  whose coefficients satisfy the condition (2) and (3), respectively. We note that  $S_{k, \alpha, \beta, \delta}^{\gamma, q}[\lambda] \subset S_{k, \alpha, \beta, \delta}^{\gamma, q}(\lambda)$  and  $C_{k, \alpha, \beta, \delta}^{\gamma, q}[\lambda] \subset C_{k, \alpha, \beta, \delta}^{\gamma, q}(\lambda)$ . Employing the technique used earlier by several authors we obtain the following subordination results:



**Theorem 1:** Let  $f \in S_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}[\lambda]$ . Then

$$\frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{2[(1-\lambda)+(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}]}(f * h)(z) \prec h(z) \tag{12}$$

for every function  $h \in C$ , and

$$\operatorname{Re}(f(z)) > -\left(1 + \frac{(1-\lambda)}{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}\right). \tag{13}$$

The constant factor  $\frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{2[(1-\lambda)+(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}]}$  in (12) cannot be replaced by a larger one.

**Proof.** Let  $f \in S_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}[\lambda]$  and  $h(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} c_n z^n \in C$ . Then we have

$$\frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{2[(1-\lambda)+(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}]}(f * h)(z) = \frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{2[(1-\lambda)+(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}]} \left( z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n c_n z^n \right).$$

Thus by definition of Subordinating Factor Sequence, the subordination result (12) will hold true if the sequence

$$\left\{ \frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{2[(1-\lambda)+(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}]} a_n \right\}_{n=1}^{\infty}$$

is a subordinating factor sequence with  $a_1 = 1$ . This is equivalent to the following inequality:

$$\operatorname{Re} \left\{ 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{(1-\lambda)+(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}} a_n z^n \right\} > 0. \tag{14}$$

Now, since  $(n-\lambda)\{\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}\}$  is increasing function of  $n$  ( $n \geq 2$ ), we have

$$\begin{aligned} & \operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{(1-\lambda)+(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}} \sum_{n=1}^{\infty} a_n z^n \right\} \\ &= \operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{(1-\lambda)+(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}} z + \frac{1}{(1-\lambda)+(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}} \sum_{n=2}^{\infty} (n-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q} a_n z^n \right\} \\ &\geq 1 - \frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{(1-\lambda)+(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}} r - \frac{1}{(1-\lambda)+(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}} \sum_{n=2}^{\infty} (n-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q} a_n r^n \\ &> 1 - \frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{(1-\lambda)+(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}} r - \frac{1-\lambda}{(1-\lambda)+(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}} r \\ &= 1-r > 0 \quad (|z|=r < 1) \end{aligned}$$

where we have also made use of (9). Thus (14) holds true in the unit disc which proves the subordination result (12). The inequality (13) follows from (12) by taking the convex function

$$h(z) = \frac{z}{1-z} = z + \sum_{n=2}^{\infty} z^n.$$

Now let consider the function

$$f_0(z) = z - \frac{1-\lambda}{(1-\lambda) + (2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}} z^2$$

which is the member of the class  $S_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}[\lambda]$ . Then by using (14), we have

$$\frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{2[(1-\lambda) + (2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}]} f_0(z) \prec \frac{z}{1-z}.$$

It is easily verified that

$$\min_{|z| \leq r} \left\{ \frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{2[(1-\lambda) + (2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}]} f_0(z) \right\} = -\frac{1}{2}.$$

Then the constant  $\frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{2[(1-\lambda) + (2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}]}$  in (12) cannot be replaced by a larger one, which completes the proof of Theorem 1.

**Theorem 2:** Let  $f \in C_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}[\lambda]$ . Then

$$\frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{(1-\lambda) + 2(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}} (f * h)(z) \prec h(z) \tag{15}$$

for every function  $h \in C$ , and

$$\operatorname{Re}(f(z)) > -\left(1 + \frac{(1-\lambda)}{2(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}\right). \tag{16}$$

The constant factor  $\frac{(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}{(1-\lambda) + 2(2-\lambda)\Psi_{k,\alpha,\beta,\delta}^{\gamma,q}}$  in (15) cannot be replaced by a larger one.

**Proof.** If calculations similar to the proof of Theorem 1 are done, the desired can be easily found.

## REFERENCES

- [1] Wilf, H. S. (1961). Subordinating factor sequences for convex maps of the unit circle. *Proceedings of the American Mathematical Society*, 12(5), 689-693.
- [2] Rehman, H., Darus, M., & Salah, J. (2017). Coefficient properties involving the generalized k-Mittag–Leffler functions. *Transylv. J. Math. Mech*, 9, 155-164.
- [3] Mittag-Leffler, G. M. (1903). Sur la nouvelle fonction  $E_\alpha(x)$ . *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 137, 554-558.
- [4] Wiman, A. (1905). Über die Nullstellen der funktionen  $E_\alpha(x)$ . *Acta Math*, 29(1), 217-234.
- [5] Agarwal, R. P. (1953). A propos d'une note de M. Pierre Humbert. *CR Acad. Sci. Paris*, 236(21), 2031-2032.
- [6] Grandshteyn, I. S., & Ryzhik, I. M. (1980). Table of integrals, series, and products. *New York: Academic Press*, 8, 362.
- [7] P. Humbert, (1953), Quelques resultants reitifs a la fonction de Mittag-Leffler, *Comptes Rendus de L'Academie Des Sciences*, 236 1467–1468.
- [8] Jackson, F. H. (1909). XI.—on q-functions and a certain difference operator. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 46(2), 253-281.
- [9] Humbert, P., & Agarwal, R. P. (1953). Sur la fonction de Mittag-Leffler et quelques-unes de ses généralisations. *Bull. Sci. Math*, 77(2), 180-185.
- [10] Srivastava, H. M., & Tomovski, Ž. (2009). Fractional calculus with an integral operator containing a generalized Mittag–Leffler function in the kernel. *Applied Mathematics and Computation*, 211(1), 198-210.

## 2. Basamak Acil Servise Başvuran Çocuk Hastaların Değerlendirilmesi

Dr. Öğr. Üyesi Ramazan Kıyak (1), Doç. Dr. Süha Serin (1) , Doç. Dr. Bahadır Çağlar (1)

1 - Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Acil Tıp AD, Balıkesir

[kiyak1903@hotmail.com](mailto:kiyak1903@hotmail.com), [suhaserin@gmail.com](mailto:suhaserin@gmail.com), [mail@bahadircaglar.com](mailto:mail@bahadircaglar.com)

Ramazan Kıyak: <https://orcid.org/0000-0002-8866-8595>, Tel: +905426005302

Süha Serin: <https://orcid.org/0000-0003-0654-8061>, Tel: +905334665083

Bahadır Çağlar: <https://orcid.org/0000-0002-4164-393X>, Tel: +905325215078

**Giriş:** Çalışmadaki amaç; 2. basamak ilçe devlet hastanelerinde acil servise başvuran pediatrik hastalarının demografik ve klinik özelliklerinin ortaya koyarak elde edilen bulgular doğrultusunda benzer hastanelerde daha iyi bir hasta yönetimi sunmak, hastaların sevk planlamalarının düzenlenebileceği bir hastane/acil servis modeli çizmektir.

**Yöntem:** 01.06.2021 - 01.06.2022 tarihleri arasında Balıkesir Bigadiç Devlet Hastanesi Acil Servisine başvuran pediatrik hastalar incelendi. Hastaların bilgilerine hastane bilgi yönetim sistemi üzerinden retrospektif olarak ulaşıldı. Hastaların; yaş, cinsiyet dağılımları, başvuru şekli, başvuru saati, başvuru nedenleri, hastane içi ve dışı sonlanım özellikleri incelendi.

**Bulgular:** 01.06.2021 - 01.06.2022 tarihleri arasında Balıkesir Bigadiç Devlet Hastanesi Acil Servisine travma nedeni ile toplam 13301 hasta başvurmuştur. Hastaların 6281 (%47.22) si kızdır. En sık başvuran yaş grubu 6-12 yaş (%36.46) arasındadır.(Tablo 1) Hastaların 13035 (%98) si ayaktan başvurudur. En fazla başvuru saati %46.8 ile 08:00 - 16:00 aralığındadır.(Tablo 2) ICD (uluslararası hastalık sınıflandırması) kodlarına göre hastaların tanıları incelendiğinde, en sık tanı grupları sırasıyla; J-solunum sistemi hastalıkları (%31), M-kas iskelet sistemi hastalıkları (%18), R-semptomatik bulgular (%15) ve K-sindirim sistemi hastalıkları (%10) dır.(Tablo 3) Başvuran 13301 hastanın %96.5 i taburcu, %3.4 ü sevk olmuş ve %0.1 i yatmıştır. Mortalite ile sonlanan hasta yoktur. Sevk olan 453 hastanın sevk nedenleri incelendiğinde; %79.69 u branş uzmanı, %20.08 i ileri tetkik ve %0.22 i yoğun bakım ihtiyacıdır. (Tablo 4)

**Tartışma ve Sonuç:** Pediatrik hasta yönetimi; anamnez almanın zorluğu, fiziksel özelliklerin yaşa bağlı değişmesi ve klinik yaklaşım çeşitliliği açısından acil servisler için kritiktir. Acil servislere, Sağlık Bakanlığı verilerine göre yılda yaklaşık 90 milyon başvuru gerçekleştirilmektedir. Hasta yoğunluklarının çok olmasına rağmen 1. ve 2. basamak devlet hastanelerinde çocuk acil servis bulunmamaktadır. Bu durum çocuk hasta gibi özellikli hizmet gerektiren durumlarda mağduriyet doğurabilmektedir. Ayrıca pediatrik hastaların yönetiminde medikal ve medikolegal boyutu unutmamak gerekir. Medikal ve medikolegal zorluklar pediatrik hastalara ayrı bir alanda daha fazla vakit ayırmayı gerektirir. Acil servislerde eksiksiz tıbbi hizmet sunmak ve önlenbilir faaliyetlerde bulunabilmek için hasta profilinin iyi bilinmesi önemlidir. Hastanelerin hasta profillerinin yerleşim yeri ve zaman bağlamında değiştiği

bilinmektedir. Ayrı bir çocuk acil alanı ve ekibi olmayan 2. basamak acil servislerde daha başarılı pediatrik hasta yönetimi ve daha az sevk için mevcut acil servis modellerini iyileştirmek gereklidir. Ülkemizde hala belirli branşlarda uzman hekim ihtiyacı devam etmektedir. Özellikle perifer ilçe hastanelerinde bu büyük problem olmaktadır. Çalışmamızda da sevk edilen hastaların yaklaşık %80 i uzman hekim eksikliğindedir. Bundan dolayı belirli branşlar için tıpta uzmanlık planlamalarının daha özenli yapılması gerekmektedir. Özellikle pediatri, genel cerrahi, dahiliye gibi ana branşlar olarak sayılabilecek bölümlerde hekim eksikliği gereksiz hasta sevkine neden olmaktadır. Bu durum hem ülke ekonomisine bir yük hem de hastaların nitelikli sağlık hizmetine ulaşmalarına engel olmaktadır. Sağlık alanında yapılacak kadro planlamaları ve geliştirilecek acil servis modelleri bu ve buna benzer çalışmalardan elde edilecek veriler ile mümkün olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** pediatri, acil servis, sağlık tesisleri, hastane tasarımı

### **Evaluation of Pediatric Patients Presenting to the 2nd Level Emergency Department**

**Introduction:** The purpose of the study; The aim is to present a better patient management in similar hospitals in line with the findings obtained by revealing the demographic and clinical characteristics of pediatric patients admitted to the emergency department in 2nd step district state hospitals, and to draw a hospital/emergency service model in which patients' referral planning can be arranged.

**Method:** Pediatric patients admitted to Balıkesir Bigadiç State Hospital Emergency Service between 01.06.2021 and 01.06.2022 were examined. The information of the patients was obtained retrospectively through the hospital information management system. Patients; Age, gender distribution, type of application, admission time, reasons for admission, in-hospital and out-of-hospital outcomes were examined.

**Results:** Between 01.06.2021 and 01.06.2022, a total of 13301 patients were admitted to Balıkesir Bigadiç State Hospital Emergency Service due to trauma. 6281 (47.22%) of the patients were girls. The most frequently applied age group is between the ages of 6-12 (36.46%). (Table 1) 13035 (98%) of the patients were outpatients. The maximum application time is 46.8% between 08:00 - 16:00. (Table 2) When the diagnoses of the patients are examined according to the ICD (international classification of diseases) codes, the most common diagnosis groups are; They are J-respiratory system diseases (31%), M-musculoskeletal system diseases (18%), R-symptomatic findings (15%) and N-nervous system diseases (10%). (Table 3) Of the 13301 patients who applied, 96.5% were discharged, 3.4% referred, and 0.1% hospitalized. There is no patient who ended up with mortality. When the reasons for referral of 453 patients were examined; 79.69% are branch specialists, 20.08% need advanced examination and 0.22% need intensive care. (Table 4)

**Discussion and Conclusion:** Pediatric patient management; It is critical for emergency services in terms of difficulty in taking anamnesis, age-related changes in physical characteristics and variety of clinical approaches. According to the data of the Ministry of Health, approximately 90 million applications are made to the emergency services annually. Despite the high patient densities, there is no pediatric emergency service in the 1st and 2nd level state hospitals. This situation may cause victimization in situations that require special services such as child patients. In addition, medical and medicolegal aspects should not be forgotten in the management of pediatric patients. Medical and medicolegal challenges require pediatric patients to spend more time in a separate area. It is important to know the patient profile well in order to provide complete medical service and to be able to take preventable activities in emergency departments. It is known that the patient profiles of hospitals change in the context of settlement and time. It is necessary to improve existing emergency service models for more successful pediatric patient management and fewer referrals in secondary emergency departments without a separate pediatric emergency area and team. There is still a need for specialist physicians in certain branches in our country. This is a big problem especially in peripheral district hospitals. Approximately 80% of the patients referred in our study were due to the lack of specialist physicians. Therefore, specialization planning in medicine for certain branches should be done more carefully. Especially in departments such as pediatrics, general surgery and internal medicine, the lack of physicians causes unnecessary patient referral. This situation is both a burden to the country's economy and prevents patients from accessing qualified health services. Staff planning to be made in the field of health and emergency service models to be developed will be possible with the data to be obtained from this and similar studies.

**Keywords:** pediatrics, emergency department, health facilities, hospital planning

YAŞ	KIZ	ERKEK	TOPLAM
0 ay – 2 yaş	1242	1339	2581 (%19.4)
2 yaş – 6 yaş	1581	1915	3496 (%26.2)
6 yaş – 12 yaş	1666	1980	3646 (%27.4)
12 yaş – 18 yaş	1792	1786	3578 (%26.9)
<b>Toplam</b>	<b>6281 (%47.22)</b>	<b>7020 (%52.78)</b>	<b>13301 (%100)</b>

**Tablo 1:** Hastaların yaş ve cinsiyet dağılımları

<b>BAŞVURU ŞEKLİ</b>	<b>n (%)</b>
Ayaktan	13035 (%98.0)
Ambulans	266 (%2.0)
<b>Toplam</b>	<b>13301 (%100)</b>
<b>GELİŞ SAATİ</b>	<b>n (%)</b>
08:00-16:00	6227 (%46.8)
16:00-24:00	5637 (%42.3)
24:00-08:00	1437 (%10.8)
<b>Toplam</b>	<b>13301 (%100)</b>

**Tablo 2:** Hastaların başvuru şekli ve geliş saatleri

<b>ICD TANILARINA GÖRE</b>	<b>n</b>	<b>(%)</b>
J- Solunum sistemi hastalıkları	4128	31,0
M- Kas+iskelet sistemi hastalıkları	2409	18,1
R- Semptomatik bulgular	2021	15,2
K- Sindirim sistemi hastalıkları	1327	10,0
S-T- Yaralanma, zehirlenme ve dış etki	1141	8,6
H- Göz hastalıkları+Kulak Burun Boğaz	751	5,6
Q- Merkezi Sinir Sisteminin konjenital anomalileri	683	5,1
W- Travma	312	2,3
N- Ürogenital sistemi hastalıkları	294	2,2
L- Dermatolojik hastalıklar	65	0,5
V - Trafik kazaları	41	0,3
F- Psikolojik hastalıklar	34	0,3
X - Yanıklar	26	0,2



B- Enfeksiyöz+ paraziter hastalıklar	18	0,1
I- Dolaşım sistemi hastalıkları	17	0,1
G- Merkezi Sinir Sistemini hastalıkları	12	0,1
E- Endokrin+metabolik hastalıklar	10	0,1
D- Kan hastalıkları	5	0,0
Y- Madde+ilaç bağımlılığı	4	0,0
A- Enfeksiyon hastalıkları	3	0,0
C- Neoplazmalar	0	0,0
O- Kadın doğum hastalıkları	0	0,0
P- Perinatal dönem hastalıkları	0	0,0
<b>TOPLAM</b>	<b>13301</b>	<b>100</b>

**Tablo 3:** Hastaların ICD tanılarına göre dağılımı

Sonlanım Durumu	n (%)	Sevk Nedeni	n (%)
Taburculuk	12838 (%96.5)	İleri Tetkik	91 (%20.08)
Yatış	10 (%0.1)	Branş Uzmanı	361 (%79.69)
Sevk	453 (%3.4)	Yoğun Bakım	1 (%0.22)
Exitus	0 (%0.0)		
<b>Toplam</b>	<b>13301 (%100)</b>	<b>Toplam</b>	<b>453 (%100)</b>

**Tablo 4:** Hastaların sonlanım durumu ve sevk nedenlerine göre dağılımı

## SOME INTEGRAL TYPE FIXED-CIRCLE RESULTS

**Assoc. Prof. Dr. NİHAL TAŞ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Balıkesir University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics,  
nihaltas@balikesir.edu.tr - 0000-0002-4535-4019

### ABSTRACT

In the last days, fixed-point theory and some generalizations have been studied with various approaches. Fixed-circle problem was arisen as a geometric generalization for this purpose. In this talk, we obtain new fixed-circle results on metric spaces using integral type contractions. To do this, we modify some known contractions which are used in the fixed-point theorems. So we define the notions of the integral Wardowski type  $F_C$ -contraction, the integral Ciric type  $F_C$ -contraction, the integral Hardy-Rogers type  $F_C$ -contraction, the integral Reich type  $F_C$ -contraction and the integral Chatterjea type  $F_C$ -contraction. Using these new contractions, we prove some fixed-circle theorems and the obtained results generalize some fixed-circle theorems in the literature.

**Keywords:** Metric space, fixed-circle problem, contractive condition.

### 1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

In recent years, fixed-point theory has been extensively studied with various techniques. To do this, the generalizations of fixed-point theorems are investigated via different approaches. These approaches are as follows:

- To generalize the used contractive condition.
- To generalize the used metric space.
- To investigate the geometric interpretation of the fixed point set of a self-mapping  $T$ .

For the third approach, fixed-circle problem was introduced as a geometric generalization of the metric fixed-point theory in [1].

Let  $(X, d)$  be a metric space and  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping. A circle with the radius  $r$  and the center  $x_0$  is defined on a metric space as follows:

$$C_{x_0, r} = \{x \in X : d(x, x_0) = r\}.$$

If  $Tx = x$  for every  $x \in C_{x_0,r}$ , that is,  $C_{x_0,r} \subseteq \text{Fix}(T)$  where  $\text{Fix}(T)$  is the set of fixed points of  $T$ , then the circle  $C_{x_0,r}$  is called a fixed circle of  $T$  [1].

In this paper, we investigate new solutions to the fixed-circle problem using the integral type contractions on metric spaces. To do this, we inspire the techniques used in [2], [3], [4], [5], [6], [7] and [8]. For this purpose, we construct the notions of the integral Wardowski type  $F_C$ -contraction, the integral Ciric type  $F_C$ -contraction, the integral Hardy-Rogers type  $F_C$ -contraction, the integral Reich type  $F_C$ -contraction and the integral Chatterjea type  $F_C$ -contraction. The obtained results generalize the known fixed-circle theorems in the literature.

## 2. MAIN RESULTS

At first, we recall the following definition:

**Definition 2.1** [3] Let  $F$  be the family of all functions  $F : (0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}^+$  such that

( $F_1$ )  $F$  is strictly increasing,

( $F_2$ ) For each sequence  $\{\alpha_n\}$  in  $(0, \infty)$  the following holds

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_n = 0 \Leftrightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} F(\alpha_n) = -\infty,$$

( $F_3$ ) There exists  $k \in (0,1)$  such that

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0^+} \alpha^k F(\alpha) = 0.$$

Now, we give new contractive conditions of integral type and prove some fixed-circle theorems.

**Definition 2.2** Let  $(X, d)$  be a metric space and  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping. If there exist  $t > 0$ ,  $F \in F$  and  $x_0 \in X$  such that

$$x \notin \text{Fix}(T) \Rightarrow t + \int_0^{F(d(x,Tx))} \varphi(t) dt \leq \int_0^{F(d(x_0,x))} \varphi(t) dt,$$

for all  $x \in X$ , where  $\varphi : [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$  is a Lebesgue-integrable mapping which is summable, that is, with finite integral on each compact subset of  $[0, \infty)$ , nonnegative and such that

$$\int_0^\varepsilon \varphi(t) dt > 0,$$

for each  $\varepsilon > 0$ , then  $T$  is called an integral Wardowski type  $F_C$ -contraction on  $X$ .

**Remark 2.1** If we take  $\varphi(t) = 1$  in Definition 2.2 then we get the definition of the notion of  $F_C$ -contraction given in [9]. Also, this contraction was studied on  $S$ -metric spaces to obtain a fixed-circle result [10].

**Theorem 2.1** Let  $(X, d)$  be a metric space,  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping and

$$r = \inf \{d(x, Tx) : x \notin \text{Fix}(T)\}.$$

If  $T$  is an integral Wardowski type  $F_C$ -contraction with  $x_0 \in X$  then

- (i)  $x_0 \in \text{Fix}(T)$ ,
- (ii)  $C_{x_0, r} \subseteq \text{Fix}(T)$ .

Proof. (i) Let  $x_0 \notin \text{Fix}(T)$ . Using the integral Wardowski type  $F_C$ -contraction hypothesis, we get

$$t + \int_0^{F(d(x_0, Tx_0))} \varphi(t) dt \leq \int_0^{F(d(x_0, x_0))} \varphi(t) dt,$$

a contradiction with the definition of  $F$ . Then we have

$$x_0 \in \text{Fix}(T).$$

(ii) Case1: Let  $r = 0$ . Then we have  $C_{x_0, r} = \{x_0\}$  and using (i), we get

$$C_{x_0, r} \subseteq \text{Fix}(T).$$

Case 2: Let  $r > 0$  and  $x \in C_{x_0, r}$  such that  $x \notin \text{Fix}(T)$ . Then using hypothesis, we obtain

$$t + \int_0^{F(d(x, Tx))} \varphi(t) dt \leq \int_0^{F(d(x_0, x))} \varphi(t) dt = \int_0^{F(r)} \varphi(t) dt \leq \int_0^{F(d(x, Tx))} \varphi(t) dt,$$

a contradiction with  $t > 0$ . Then we get  $x \in \text{Fix}(T)$  and so  $C_{x_0, r} \subseteq \text{Fix}(T)$ .  $\square$

**Remark 2.2** If we take  $\varphi(t) = 1$  in Theorem 2.1 then we get Proposition 3.3 and Theorem 3.4 given in [9], that is, Theorem 2.1 generalizes the mentioned proposition and theorem.

**Definition 2.3** Let  $(X, d)$  be a metric space and  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping. If there exist  $t > 0$ ,  $F \in \mathbb{F}$  and  $x_0 \in X$  such that

$$x \notin \text{Fix}(T) \Rightarrow t + \int_0^{F(d(x,Tx))} \varphi(t)dt \leq \int_0^{F(m(x_0,x))} \varphi(t)dt ,$$

for all  $x \in X$  , where

$$m(x, y) = \max \left\{ d(x, y), d(x, Tx), d(y, Ty), \frac{1}{2} [d(x, Ty) + d(y, Tx)] \right\}$$

and  $\varphi : [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$  is a Lebesgue-integrable mapping which is summable, that is, with finite integral on each compact subset of  $[0, \infty)$  , nonnegative and such that

$$\int_0^\varepsilon \varphi(t)dt > 0 ,$$

for each  $\varepsilon > 0$  , then  $T$  is called an integral Ciric type  $F_C$  -contraction on  $X$  .

**Remark 2.3** If we take  $\varphi(t) = 1$  in Definition 2.3 then we get Definition 4 given in [8].

**Theorem 2.2** Let  $(X, d)$  be a metric space,  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping and the number  $r$  be defined as in Theorem 2.1. If  $T$  is an integral Ciric type  $F_C$  -contraction with  $x_0 \in X$  then

- (i)  $x_0 \in \text{Fix}(T)$ ,
- (ii)  $C_{x_0,r} \subseteq \text{Fix}(T)$ .

Proof. (i) Let  $x_0 \notin \text{Fix}(T)$  . Using the integral Ciric type  $F_C$  -contraction hypothesis, we get

$$t + \int_0^{F(d(x_0,Tx_0))} \varphi(t)dt \leq \int_0^{F(m(x_0,x_0))} \varphi(t)dt = \int_0^{F(d(x_0,Tx_0))} \varphi(t)dt ,$$

a contradiction with  $t > 0$  . Then we have

$$x_0 \in \text{Fix}(T) .$$

(ii) Case1: Let  $r = 0$  . Then we have  $C_{x_0,r} = \{x_0\}$  and using (i), we get

$$C_{x_0,r} \subseteq \text{Fix}(T) .$$

Case 2: Let  $r > 0$  and  $x \in C_{x_0,r}$  such that  $x \notin \text{Fix}(T)$  . Then using hypothesis, we obtain

$$t + \int_0^{F(d(x,Tx))} \varphi(t)dt \leq \int_0^{F(m(x_0,x))} \varphi(t)dt \leq \int_0^{F(d(x,Tx))} \varphi(t)dt ,$$

a contradiction with  $t > 0$ . Then we get  $x \in \text{Fix}(T)$  and so  $C_{x_0,r} \subseteq \text{Fix}(T)$ .  $\square$

**Remark 2.4** If we take  $\varphi(t) = 1$  in Theorem 2.2 then we get Proposition 1 and Theorem 2 given in [8], that is, Theorem 2.2 generalizes the mentioned proposition and theorem.

**Definition 2.4** Let  $(X, d)$  be a metric space and  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping. If there exist  $t > 0$ ,  $F \in F$  and  $x_0 \in X$  such that

$$x \notin \text{Fix}(T) \Rightarrow t + \int_0^{F(d(x,Tx))} \varphi(t) dt \leq \int_0^{F(h(x_0,x))} \varphi(t) dt,$$

for all  $x \in X$ , where

$$h(x, y) = \alpha d(x, y) + \beta d(x, Tx) + \gamma d(y, Ty) + \delta d(x, Ty) + \eta d(y, Tx),$$

$\alpha + \beta + \gamma + \delta + \eta = 1$ ,  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \eta \geq 0$ ,  $\alpha \neq 0$  and  $\varphi : [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$  is a Lebesgue-integrable mapping which is summable, that is, with finite integral on each compact subset of  $[0, \infty)$ , nonnegative and such that

$$\int_0^\varepsilon \varphi(t) dt > 0,$$

for each  $\varepsilon > 0$ , then  $T$  is called an integral Hardy-Rogers type  $F_C$ -contraction on  $X$ .

**Remark 2.5** If we take  $\varphi(t) = 1$  in Definition 2.4 then we get Definition 5 given in [8].

**Theorem 2.3** Let  $(X, d)$  be a metric space,  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping and the number  $r$  be defined as in Theorem 2.1. If  $T$  is an integral Hardy-Rogers type  $F_C$ -contraction with  $x_0 \in X$  then

- (i)  $x_0 \in \text{Fix}(T)$ ,
- (ii)  $C_{x_0,r} \subseteq \text{Fix}(T)$ .

Proof. (i) Let  $x_0 \notin \text{Fix}(T)$ . Using the integral Hardy-Rogers type  $F_C$ -contraction hypothesis, we get

$$t + \int_0^{F(d(x_0,Tx_0))} \varphi(t) dt \leq \int_0^{F(h(x_0,x_0))} \varphi(t) dt < \int_0^{F(d(x_0,Tx_0))} \varphi(t) dt,$$

a contradiction with  $t > 0$ . Then we have

$$x_0 \in \text{Fix}(T).$$

(ii) Case1: Let  $r = 0$ . Then we have  $C_{x_0,r} = \{x_0\}$  and using (i), we get

$$C_{x_0,r} \subseteq \text{Fix}(T).$$

Case 2: Let  $r > 0$  and  $x \in C_{x_0,r}$  such that  $x \notin \text{Fix}(T)$ . Then using hypothesis, we obtain

$$t + \int_0^{F(d(x,Tx))} \varphi(t)dt \leq \int_0^{F(h(x_0,x))} \varphi(t)dt \leq \int_0^{F(d(x,Tx))} \varphi(t)dt,$$

a contradiction with  $t > 0$ . Then we get  $x \in \text{Fix}(T)$  and so  $C_{x_0,r} \subseteq \text{Fix}(T)$ .  $\square$

**Remark 2.6** If we take  $\varphi(t) = 1$  in Theorem 2.3 then we get Proposition 2 and Theorem 3 given in [8], that is, Theorem 2.3 generalizes the mentioned proposition and theorem.

**Definition 2.5** Let  $(X, d)$  be a metric space and  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping. If there exist  $t > 0$ ,  $F \in \mathbb{F}$  and  $x_0 \in X$  such that

$$x \notin \text{Fix}(T) \Rightarrow t + \int_0^{F(d(x,Tx))} \varphi(t)dt \leq \int_0^{F(r(x_0,x))} \varphi(t)dt,$$

for all  $x \in X$ , where

$$r(x, y) = \alpha d(x, y) + \beta d(x, Tx) + \gamma d(y, Ty),$$

$\alpha + \beta + \gamma < 1$ ,  $\alpha, \beta, \gamma \geq 0$  and  $\varphi : [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$  is a Lebesgue-integrable mapping which is summable, that is, with finite integral on each compact subset of  $[0, \infty)$ , nonnegative and such that

$$\int_0^\varepsilon \varphi(t)dt > 0,$$

for each  $\varepsilon > 0$ , then  $T$  is called an integral Reich type  $F_C$ -contraction on  $X$ .

**Remark 2.7** If we take  $\varphi(t) = 1$  in Definition 2.5 then we get Definition 6 given in [8].

**Theorem 2.4** Let  $(X, d)$  be a metric space,  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping and the number  $r$  be defined as in Theorem 2.1. If  $T$  is an integral Reich type  $F_C$ -contraction with  $x_0 \in X$  then

- (i)  $x_0 \in \text{Fix}(T)$ ,
- (ii)  $C_{x_0,r} \subseteq \text{Fix}(T)$ .



Proof. (i) Let  $x_0 \notin \text{Fix}(T)$ . Using the integral Reich type  $F_C$ -contraction hypothesis, we get

$$t + \int_0^{F(d(x_0, Tx_0))} \varphi(t) dt \leq \int_0^{F(r(x_0, x_0))} \varphi(t) dt < \int_0^{F(d(x_0, Tx_0))} \varphi(t) dt,$$

a contradiction with  $t > 0$ . Then we have

$$x_0 \in \text{Fix}(T).$$

(ii) Case1: Let  $r = 0$ . Then we have  $C_{x_0, r} = \{x_0\}$  and using (i), we get

$$C_{x_0, r} \subseteq \text{Fix}(T).$$

Case 2: Let  $r > 0$  and  $x \in C_{x_0, r}$  such that  $x \notin \text{Fix}(T)$ . Then using hypothesis, we obtain

$$t + \int_0^{F(d(x, Tx))} \varphi(t) dt \leq \int_0^{F(r(x_0, x))} \varphi(t) dt < \int_0^{F(d(x, Tx))} \varphi(t) dt,$$

a contradiction with  $t > 0$ . Then we get  $x \in \text{Fix}(T)$  and so  $C_{x_0, r} \subseteq \text{Fix}(T)$ .  $\square$

**Remark 2.8** If we take  $\varphi(t) = 1$  in Theorem 2.4 then we get Proposition 3 and Theorem 4 given in [8], that is, Theorem 2.4 generalizes the mentioned proposition and theorem.

**Definition 2.6** Let  $(X, d)$  be a metric space and  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping. If there exist  $t > 0$ ,  $F \in F$  and  $x_0 \in X$  such that

$$x \notin \text{Fix}(T) \Rightarrow t + \int_0^{F(d(x, Tx))} \varphi(t) dt \leq \int_0^{F(c(x_0, x))} \varphi(t) dt,$$

for all  $x \in X$ , where

$$c(x, y) = \eta [d(x, Ty) + d(y, Tx)],$$

$\eta \in \left(0, \frac{1}{2}\right)$  and  $\varphi : [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$  is a Lebesgue-integrable mapping which is summable, that is, with finite integral on each compact subset of  $[0, \infty)$ , nonnegative and such that

$$\int_0^\varepsilon \varphi(t) dt > 0,$$

for each  $\varepsilon > 0$ , then  $T$  is called an integral Chatterjea type  $F_C$ -contraction on  $X$ .

**Remark 2.9** If we take  $\varphi(t) = 1$  in Definition 2.6 then we get Definition 7 given in [8].

**Theorem 2.5** Let  $(X, d)$  be a metric space,  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping and the number  $r$  be defined as in Theorem 2.1. If  $T$  is an integral Chatterjea type  $F_C$ -contraction with  $x_0 \in X$  then

- (i)  $x_0 \in \text{Fix}(T)$ ,
- (ii)  $C_{x_0,r} \subseteq \text{Fix}(T)$ .

Proof. (i) Let  $x_0 \notin \text{Fix}(T)$ . Using the integral Chatterjea type  $F_C$ -contraction hypothesis, we get

$$t + \int_0^{F(d(x_0, Tx_0))} \varphi(t) dt \leq \int_0^{F(c(x_0, x_0))} \varphi(t) dt < \int_0^{F(d(x_0, Tx_0))} \varphi(t) dt,$$

a contradiction with  $t > 0$ . Then we have

$$x_0 \in \text{Fix}(T).$$

(ii) Case 1: Let  $r = 0$ . Then we have  $C_{x_0,r} = \{x_0\}$  and using (i), we get

$$C_{x_0,r} \subseteq \text{Fix}(T).$$

Case 2: Let  $r > 0$  and  $x \in C_{x_0,r}$  such that  $x \notin \text{Fix}(T)$ . Then using hypothesis, we obtain

$$t + \int_0^{F(d(x, Tx))} \varphi(t) dt \leq \int_0^{F(c(x_0, x))} \varphi(t) dt < \int_0^{F(d(x, Tx))} \varphi(t) dt,$$

a contradiction with  $t > 0$ . Then we get  $x \in \text{Fix}(T)$  and so  $C_{x_0,r} \subseteq \text{Fix}(T)$ .  $\square$

**Remark 2.10** If we take  $\varphi(t) = 1$  in Theorem 2.5 then we get Proposition 4 and Theorem 5 given in [8], that is, Theorem 2.5 generalizes the mentioned proposition and theorem.

**Remark 2.11** The obtained results can be studied with different approaches on some generalized metric spaces (for example, see [10] and [11] for more details).

## REFERENCES

- [1] Özgür, N.Y. and Taş, N. Some fixed-circle theorems on metric spaces, Bull. Malays. Math. Sci. Soc. 42, 1433-1449 (2019).

- [2] Branciari, A. A fixed point theorem for mappings satisfying a general contractive condition of integral type, *Int. J. Math. Math. Sci.* 29 (9), 531-536 (2002).
- [3] Wardowski, D. Fixed points of a new type of contractive mappings in complete metric spaces, *Fixed Point Theory Appl.* 2012, 94 (2012).
- [4] Ćirić, L.B. Generalized contractions and fixed-point theorems, *Publ. Inst. Math. (Beograd) (N.S.)* 12 (26), 19-26 (1971).
- [5] Hardy, G.E., Rogers, T.D. A generalization of a fixed point theorem of Reich, *Canad. Math. Bull.* 16, 201-206 (1973).
- [6] Reich, S. Some remarks concerning contraction mappings, *Canad. Math. Bull.* 14, 121-124 (1971).
- [7] Chatterjea, S.K. Fixed-point theorems, *C. R. Acad. Bulgare Sci.* 25, 727-730 (1972).
- [8] Taş, N., Özgür, N.Y. and Mlaiki, N. New types of  $F_c$ -contractions and the fixed-circle problem, *Mathematics* 6, 188 (2018).
- [9] Taş, N., Özgür, N.Y. and Mlaiki, N. New fixed-circle results related to  $F_c$ -contractive and  $F_c$ -expanding mappings on metric spaces, arXiv:2101.10770.
- [10] Mlaiki, N., Çelik, U., Taş, N., Özgür, N.Y. and Mukheimer, A. Wardowski type contractions and the fixed-circle problem on  $S$ -metric spaces, *J. Math.* 2018, Article ID 9127486, 9 pages (2018).
- [11] Kaplan, E., Mlaiki, N., Taş, N., Haque, S. and Souayah, A. K. Some fixed-circle results with different auxiliary functions, *J. Funct. Spaces* 2022, Article ID 2775733, 7 pages (2022).

## Dünya, AB ve Türkiye’de Sektörel Bazda Sera Gazı Emisyonları ve Bina Kaynaklı Sera Gazı Emisyonlarının incelenmesi

### Investigation of Greenhouse Gas Emissions and Building Sourced Greenhouse Gas Emissions on Sectoral Basis in the World, EU and Turkey

Hidayet Emre YILDIZ<sup>1</sup>, Dr.Öğr.Üyesi Necmi Cemal ÖZDEMİR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği,  
emre.yildiz@intetra.com.tr-0000-0002-6191-109X

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği,  
necmi.ozdemir@kocaeli.edu.tr-0000-0003-2914-3577

#### Özet

Birleşmiş milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesince (UNFCCC) Türkiye’nin de içinde olduğu ülkelerin çeşitli sektörleri tarafından oluşturulan sera gazı emisyon değerleri kayıt altına alınarak takip edilmektedir. Ülkelerin oluşturdukları sera gazı emisyon değerleri zaman içinde birçok etkene göre farklılık oluşturabilir. Bu değerlerin tahmin edilmesi ülkeler açısından önemlidir. Bu makalede Türkiye’de 1990-2020 yılları arasındaki sera gazı emisyon değerlerinin sektöre göre değişimi, Dünya ve Avrupa’daki Sera Gazı istatistikleri ve sektörel dağılımları incelenmiştir. Çalışmadaki rakamlara göre Türkiye’nin 2020 yılına ait sera gazı emisyon rakamlarında artış gözlenmiştir. 2019 yılı ile kıyaslandığında %3,1 oranında artan sera gazı emisyonları, toplamda 523,9 milyon tona ulaşmıştır. Kişi başına düşen emisyon miktarı ise 6,3 tona yükselmiştir. AB’de ise ikinci çeyrekte toplam 867 milyon ton karbon salımı gerçekleşmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Emisyon, sera gazı, şehir kaynakları, azaltım.

#### Abstract

The greenhouse gas emission values produced by various school sectors, including Turkey, are recorded and monitored by the United Nations climate protection framework (UNFCCC). Orientation of greenhouse gas emission values created by countries over time according to many factors. Estimating this value is important in terms of its dimensions. This article affects the changes in greenhouse gas emission values between 1990-2020 in Turkey by sector, Greenhouse Gas statistics in the World and Europe, and sectoral distributions. According to the regime in the study, a show was observed in the greenhouse gas emission figures of Turkey's 2020 works. Greenhouse gas emissions, which increased by 3.1% compared to 2019, initially reached 523.9 million tons. The number of emissions per capita increased to 6.3. In the EU, a total of 867 million tons of carbon emissions were eliminated in the second quarter.

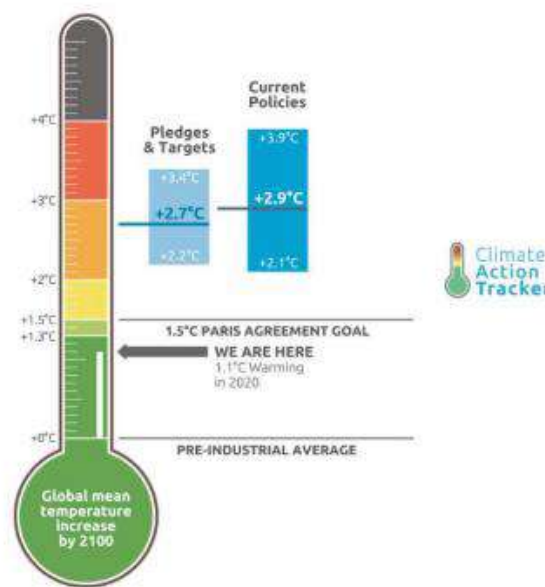
**Keywords:** Emission, greenhouse gas, urban sources, mitigation.

## 1. GİRİŞ

Özellikle sanayi devriminden günümüze kadar geçen süre boyunca enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için fosil yakıtların kullanımı büyük bir ivme kazanmıştır. Bu süreç, mal ve hizmet üretiminde de hızlı bir artışa kaynaklık etmiş ve günümüzde gelişmiş ülkeler kategorisinde yer alan birçok ülke bu sayede ekonomik büyümelerini hızlandırmıştır. Ekonomik büyümede meydana gelen bu artışlar zamanla kalkınmayı da beraberinde getirerek söz konusu ülkelerin refah artışlarına olumlu katkılar sağlamıştır. Ancak fosil yakıtların kullanımı uzun dönemde atmosfere salınan seragazılarında ciddi bir artışa neden olmuş ve günümüzde sıkça tartışılan “küresel ısınma ve iklim değişikliği” sorununa yol açmıştır. Sanayi devriminden günümüze kadar, sera gazı emisyonlarının her geçen gün artmasından dolayı, atmosferde sera gazlarının birikimi de artmaktadır. Bu durum, doğal sera etkisini kuvvetlendirerek, şehir kaynaklı sera gazı emisyonlarının artışı ile dünya yüzey sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. 19.yy’dan günümüze kadar atmosfer sıcaklığının ortalama 1 °C arttığı görülmüştür. Sera gazı emisyonlarının azaltımı için gerekli önlemler alınmadığı takdirde, dünya ekosisteminin önemli bir şekilde etkileneceği ve buna bağlı olarak, deniz seviyesinde yükselme, bölgesel sıcaklık artışları, yağış rejimlerinin değişmesi ile çevresel etkilerinin afet boyutuna ulaşabilmesi gibi muhtemel sonuçların yaşanacağı öngörülmektedir. İklim değişikliği ile mücadele kapsamında, uluslararası kuruluşlar himayesinde son yirmi yıldır önemli çalışmalar ve toplantılar yapılmıştır. Birleşmiş Milletlerin organize ettiği İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS) kapsamında 1992’de Rio de Janeiro’da, 2000 yılında 3. Taraflar Konferansı (COP3) Japonya’da, 2015 yılında 21. Taraflar Konferansı (COP21) Paris’de, 2016’da 22. Taraflar Konferansı Marakeş’de toplantılar yapılarak, ülkelerin sera gazı emisyonlarını kontrol altına alma ve azaltım uygulamaları ile ilgili taahhütleri uygulamaya koymaları için uluslararası antlaşmalar imzalanmıştır. Bu anlaşmalara taraf olan Türkiye’de, sera gazı emisyonlarının doğru bir şekilde belirlenmesi ve azaltımı için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bünyesinde İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı yayımlanarak uygulamaya konulmuştur. Ülkemiz, 20 Eylül 2015 tarihinde, 2030 yılı itibariyle gerçekleşmesi öngörülen “Niyet Edilen Ulusal Katkı” (INDC) beyanını %21’e varan artıştan azaltım olarak açıklamıştır. Ülkemiz, Paris Anlaşması’nı, 22 Nisan 2016 tarihinde, New York’ta düzenlenen Yüksek Düzeyli İmza Töreni’nde 175 ülke temsilcisiyle birlikte imzalamış ve Ulusal Beyanımızda adı geçen Anlaşma’yı geliştirmekte olan bir ülke olarak imzaladığımız vurgulanmıştır. Paris Anlaşması 7 Ekim 2021 tarihinde Cumhurbaşkanı Kararı ile onaylanmış olup, iç hukuk onay süreci tamamlanmıştır. Anlaşma onay belgesi 11 Ekim 2021 tarihinde BM Sekreteryası’na tevdi edilmiştir.

Artan nüfusa bağlı olarak gelişen şehirlerde ortama salınan sera gazı emisyonlarının çevre üzerine olumsuz etkileri olmaktadır. Bundan dolayı, sera gazı emisyonu çalışmaları çoğunlukla iklim değişikliğine sebep olan sera gazlarının sınıflandırılması ve miktarlarının belirlenmesi, etkilerinin incelenmesi ve azaltılmasına yöneliktir. Sera gazlarının kentsel salınım kaynaklarının sınıflandırılması şu şekildedir; ısınma ve enerji sağlamak amacıyla yakılan fosil

yakıtlar, endüstriyel işletmeler, ulaşım vasıtaları, tarımsal faaliyetler ve atık yönetimi işletmeleridir. Şehirlerde, insan kaynaklı faaliyetler neticesinde atmosfere verilen sera gazı emisyonu olan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve diğer sera gazları, toplam emisyon miktarında önemli orana sahiptir. Şehirlerde sera gazı emisyon kaynaklarının bir kısmı (enerji üretimi ve tüketimi, ısınma, ulaşım, atık yönetimi) aynı zamanda hava kirliliği emisyonu oluşturan fosil yakıt kullanan kaynaklardır. Bu kaynaklardan salınan sera gazları ortama veriliğinde, atmosferde uğradığı kimyasal reaksiyonlar neticesinde hava kirliliği oluşturan ikincil kimyasal maddelere ve O<sub>3</sub>'e dönüşür. Bu durumda kaynaklardan ortama verilen bu sera gazları küresel ısınmaya neden olmakla beraber, aynı zamanda atmosferde hava kirlleticilerinin oluşumuna neden olan kaynaklar olarak değerlendirilmelidir. Kaynaklardan beraber salınan sera gazları ve hava kirleticili bileşikler halk sağlığına ve çevreye doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz yönde etkilemektedir. Bundan dolayı sera gazının azaltımı için yapılan çalışmalar, aynı zamanda hava kirliliğine sebep olan kirleticili emisyonların ve atmosferde oluşumunun azalmasına sebep olacaktır. Ancak, özellikle fosil yakıtların (kömür, benzin, dizel, odun, doğal gaz) yakılması sonucu oluşan sera gazları ile beraber oluşan hava kirleticileri tam tersine halk sağlığı ve çevre açısından olumsuz özelliklere sahiptir. Bu durumda, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin kontrolü için sera gazlarının emisyonunun azaltılmasıyla beraber, halk sağlığının korunması için hava kirleticili kaynaklardan salınan emisyon miktarları da azaltılmış olacaktır. Bu alanda gerekli çalışmaların yapılabilmesi için, küresel ısınmaya neden olan seragazı emisyonlarının detaylı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı Türkiye’de ve Dünya da ekonomik büyümenin getirdiği etkilere bağlı olarak fosil yakıtlara olan talebin artması ile Sera Gazı emisyonlarının yıllara göre değişimini incelemek ve analiz ederek söz konusu analizden elde edilen bulguları değerlendirmektir.



Görsel 1. Sıcaklık artışı 2100'e kadar

## 2. SERA GAZI EMİSYONLARI VE TÜRKİYE

Hepimizin hayatına etki eden iklim değişikliğini hızlandıran en önemli etmen,insani faaliyetler neticesinde doğaya salınan sera gazlarıdır. Başta enerji sektörü olmak üzere, tüm sektörlerin ve bireysel tüketim alışkanlıkların atmosfere salınan sera gazı miktarı üzerinde etkisi bulunuyor.Sera gazları hem doğal süreçler hem de insani faaliyetler aracılığıyla salınmaktadır. Atmosferdeki en önemli doğal sera gazı su buharıdır. Bununla birlikte, insani faaliyetler büyük miktarda sera gazı salınmasına neden olarak bu gazların atmosferik konsantrasyonlarını arttırmakta ve bu da sera etkisini arttırarak iklimi ısıtmaktadır.

İnsan kaynaklı sera gazlarının başlıca kaynakları şunlardır:

- fosil yakıtların (kömür, petrol ve gaz) elektrik üretimi, ulaşım, endüstri ve evlerde kullanılmak üzere yakılması (CO<sub>2</sub>);
- Tarım (CH<sub>4</sub>) ve ormansızlaşma (CO<sub>2</sub>) gibi arazi kullanımını değişiklikleri;
- atıkların araziye doldurulması (CH<sub>4</sub>);
- endüstriyel florlu gazların kullanımı.

TÜİK 2022 Mart ayında 2020 yılına dair sera gazı emisyon istatistiklerini yayınlamıştır.Türkiye, 2015'teki BM İklim Değişikliği 21. Taraflar Konferansı öncesinde sera gazı azaltım hedeflerini belirlemiştir. Ulusal Katkı Beyanı Planı'na göre Türkiye, 2030'a kadar sera gazı emisyonunu azaltma yönünde hiçbir önlem alınmadığı senaryoya göre (referans senaryo) beklenen sera gazı emisyon artışını, alacağı önlemler dahilinde beklenenden %21 daha az bir seviyeye indirmeyi hedeflemektedir. Bir başka deyişle, mevcut durumun devam etmesi halinde 2030'da 1,17 milyar ton CO<sub>2</sub>'a çıkması beklenen emisyon miktarının, alınacak tedbirlerle 929 milyon ton CO<sub>2</sub>'de tutulması hedeflenmektedir.TÜİK'in yayınladığı veriler, kişi başı sera gazı emisyonunun yıllar içindeki değişimini takip etmemize ve hangi sektörün emisyonların ne kadarından sorumlu olduğu konusunda fikir sahibi olmamıza olanak sağlamaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2020 sera gazı istatistiklerine göre Türkiye'nin, pandemi sonrası toparlanmayla birlikte, 2020 yılında toplam sera gazı salımları bir önceki yıla göre %3,1 artarak 523,9 milyon ton (Mt) CO<sub>2</sub> eşdeğeri (eşd.) olarak hesaplanmıştır. Kişi başı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılında 4 ton CO<sub>2</sub> eşd., 2019 yılında 6,2 ton CO<sub>2</sub> eşd. ve 2020 yılında 6,3 ton CO<sub>2</sub> eşd. olarak hesaplanmıştır.





Görsel 2. Toplam ve kişi başı sera gazı emisyonu(TÜİK)

Yukarıdaki görselde gösterildiği gibi, toplam sera gazı emisyonlarında 2020 yılında CO<sub>2</sub> eşd. olarak en büyük payı %70,2 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken bunu sırasıyla %14 ile tarım, %12,7 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı ve %3,1 ile atık sektörü takip etti. Enerji sektörü emisyonları 2020 yılında, 1990 yılına göre %163,3 bir önceki yıla göre ise %0,6 artarak 367,6 Mt CO<sub>2</sub> eşd. olarak hesaplanmıştır. Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı emisyonları 1990 yılına göre %190,5 ve bir önceki yıla göre %14 artarak 66,8 Mt CO<sub>2</sub> eşd. olarak hesaplandı. Tarım sektörü emisyonları 2020 yılında, 1990 yılına göre %58,8 ve bir önceki yıla göre %7,5 artarak 73,2 Mt CO<sub>2</sub> eşd. olarak hesaplandı. Atık sektörü emisyonları ise 1990 yılına göre %48, bir önceki yıla göre %2,1 artarak 16,4 Mt CO<sub>2</sub> eşd. olarak hesaplandı. Aşağıdaki görselde 1990-2020 yılları arası sektörlere göre sera gazı emisyonları vardır.

(Milyon ton CO<sub>2</sub> eşd.)

	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	1990-2020 değişim (%)	2019-2020 değişim (%)
<b>Toplam emisyon</b>	<b>219,7</b>	<b>299,0</b>	<b>398,7</b>	<b>474,5</b>	<b>500,8</b>	<b>528,3</b>	<b>524,0</b>	<b>508,1</b>	<b>523,9</b>	<b>138,4</b>	<b>3,1</b>
Enerji	139,6	216,0	287,8	342,0	361,7	382,4	374,1	365,4	367,6	163,3	0,6
Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	23,0	26,3	49,0	59,2	63,5	66,4	68,0	58,6	66,8	190,5	14,0
Tarım	46,1	42,3	44,4	56,1	58,9	63,3	65,3	68,0	73,2	58,8	7,5
Atık	11,1	14,3	17,4	17,1	16,7	16,3	16,6	16,1	16,4	48,0	2,1

Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir.

Görsel 3. Sektörlere göre Sera Gazı Emisyonu(TÜİK)



Görsel 4. Sektörlere göre Sera Gazı Emisyonu(TÜİK)

Toplam CO<sub>2</sub> emisyonlarının 2020 yılında %31,6'sı elektrik ve ısı üretiminden olmak üzere %85,4'ü enerji sektöründen, %14,2'si endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen, %0,4'ü ise tarım ve atık sektörlerinden kaynaklandı. CH<sub>4</sub> emisyonlarının %61'i tarım, %22,1'i atık, %16,9'u enerji ve %0,02'si endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen<sup>(1)</sup>; N<sub>2</sub>O emisyonlarının ise %80,3'ü tarım, %9,1'i enerji, %5,6'sı atık ve %5'i de endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen kaynaklandı.

Gazlara göre sera gazı emisyonları, 1990-2020

	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	(Milyon ton CO <sub>2</sub> eşd.)	
										1990-2020 değişim (%)	2019-2020 değişim (%)
Toplam emisyon	219,7	299,0	398,7	474,5	500,8	528,3	524,0	508,1	523,9	138,4	3,1
CO <sub>2</sub>	151,7	229,9	316,0	384,3	405,3	430,2	422,6	401,7	413,4	172,6	2,9
CH <sub>4</sub>	42,5	43,7	51,6	52,8	55,6	56,8	60,3	63,1	64,0	50,6	1,4
N <sub>2</sub> O	25,0	24,8	27,4	32,3	34,4	35,6	35,5	37,0	40,5	62,2	9,4
F-gazlar	0,6	0,7	3,6	5,0	5,5	5,7	5,7	6,2	6,0	660,6	-3,8

Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir. F-gazlar florlu gazlardır.

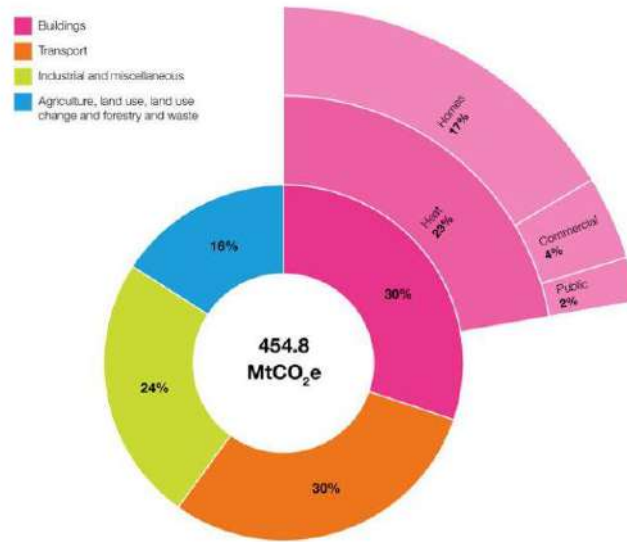
Görsel 5. Gazlara göre Sera Gazı Emisyonu(TÜİK)

### 3.SERA GAZI EMİSYONU VE AVRUPA BİRLİĞİ

Çeşitli AB girişimleri sera gazı emisyonlarını azaltmayı hedeflemektedir. Avrupa Birliği, Kyoto Protokolü kapsamında 2008-2012 yılları arasında hedeflerine ulaştıktan sonra, 2020 yılına kadar 1990 seviyelerinin %20 altındaki bir sera gazı emisyon azaltma hedefini benimsedi. Avrupa 2020 Stratejisi kapsamında ana hedeflerden biri olan bu hedefe ulaşmak için AB Emisyon Ticareti Sistemi (ETS) için AB düzeyinde bir sınır belirlenmiş ve ETS kapsamında

olmayan emisyonlar için tek tek her ülkenin hedefleri Çaba Paylaşımı Kararı altında belirlenmiştir. Aynı zamanda, AB, rüzgar, güneş, hidro ve biyokütle gibi yenilenebilir enerjinin kullanımını artırmak ve geniş bir yelpazedeki ekipman ve ev aletlerinin enerji verimliliğini artırmak için mevzuat uygulamaya koymuştur. AB ayrıca, enerji santralleri ve diğer büyük tesisler tarafından yayılan CO<sub>2</sub>'yi yakalamak ve depolamak için karbon yakalama ve depolama teknolojilerinin geliştirilmesini de desteklemeyi amaçlamıştır. İklim ve enerji politikaları çerçevesinin bir parçası olarak AB, 2030 yılına kadar AB topraklarının emisyonlarını 1990 düzeylerinin en az % 40 altına çekmeyi taahhüt etmiştir. Bu bağlayıcı bir hedefdir. Avrupa'nın, güvenli, ekonomik ve iklim dostu enerji sağlamasını amaçlayan Avrupa Enerji Birliği'nin de hedefi aynıdır. Avrupa İstatistik Ofisi (Eurostat), AB'nin 2021 ikinci çeyrek döneminde sera gazı salınımına ilişkin yayınlanan verilere göre AB ikinci çeyrekte toplam 867 milyon ton karbon salımı gerçekleştirmiştir. Sera gazı emisyonu 2021'nin ikinci çeyreğinde geçen yılın aynı dönemine göre yüzde 18 artmıştır. Söz konusu artış, 2020 yılının ikinci çeyreğinde yeni tip koronavirüs (Kovid-19) nedeniyle ekonomik aktivitede yaşanan yavaşlamanın ardından bu yıl toparlanmanın hız kazanmasından kaynaklandı. Yılın ikinci çeyreğinde sera gazı salımının yaklaşık yüzde 34'ü üretim ve inşaat, yüzde 19'u elektrik üretimi, yüzde 14'ü tarım, yüzde 8'i ulaşım hizmetleri, yüzde 8'i diğer hizmetlerden kaynaklanırken, geriye kalan kısmı hane halklarının ulaşımı ve ısınması sonucunda ortaya çıktı.

Avrupa'da sera gazı salınımında, bina kaynaklı sera gazları da ciddi bir oran teşkil etmektedir. İngiltere'de 2019 yılında yapılan sera gazı verilerine göre 454,8 MtCO<sub>2</sub>e sera gazı salımı yapılmış ve sektörel bazda salım dağılım oranları Görsel 6'da verilmiştir.



Görsel 6. İngiltere'de sera gazı emisyonu(Independent)

Görsel 6 incelendiği zaman en büyük emisyon kaynaklarından birinin konut sektörü olduğu görülmekte. Toplam sera gazı emisyonunun yüzde 23'ü, bina ısıtma kaynaklı olduğu anlaşılmaktadır. Çoğu, ısıtma için yakılan fosil yakıtlar tarafından üretilir.

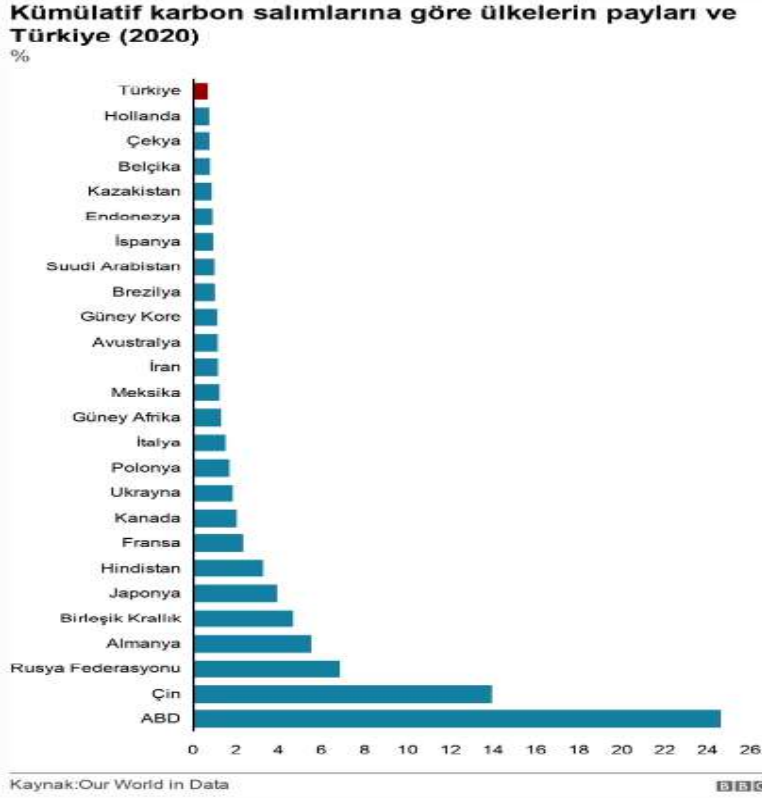
İngiltere, "net sıfır" sera gazı emisyon hedeflerine ulaşabilmek için "hemen hemen tüm binalardaki ısıtma, sıcak su üretimi, aydınlatma ve soğutmada kullanılan enerjinin karbondan arındırılması (karbonsuzlaşma) gerektiğini" stratejik olarak kabul etmiştir ayrıca enerji verimliliğini artırmak ve binalardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmak için hedefler belirlemiştir. Hedeflerin başarısı, gayrimenkul sektörünün ve bu sektöre yönelik tedarik zincirlerinin teslimatların ölçeklendirilmesi gereken kesinliği sağlamak için düzenleyici çerçevenin hızlı ve verimli bir şekilde uygulanmasına bağlıdır. 2030 yılına kadar İngiltere'nin iddialı enerji verimliliği hedeflerine ulaşması için neredeyse tüm konutlarında enerji performansını yükseltmek için yatırım yapması gerekecektir. Bu hedef karbon ayak izini azaltırken aynı zamanda faturalardan tasarruf edilmesine yardımcı olacaktır.

#### 4.DÜNYADA VE ABD'DE SERA GAZI EMİSYONU

Dünya'nın en büyük ekonomik gücü ve küresel sistemdeki en önemli aktör olan ABD'nin bu gücü aslında uluslararası ortamda çevresel sorunlarla mücadelede etkili olma fırsatını artırmaktadır. Fakat geçmişten bugüne atmosfere saldırdığı sera gazı emisyonlarıyla iklim değişikliğinde temel sorumlulardan biri olan ABD bu konuda oldukça isteksiz davranmaktadır. ABD'nin fosil yakıt bağımlılığı ve ekonomisiyle dünya genelinde en fazla sera gazı salınımına neden olan ülkelerden biri olduğu yadsınamaz bir gerçektir. ABD'nin uzun dönemli sera gazı kaynaklarının değişimine bakıldığında 1990-2019 yılları arasında ulaşım, elektrik üretimi ve sanayinin en büyük sera gazı kaynağı olduğu görülmektedir. Ulaşım sektöründen kaynaklanan emisyonlar 2019 yılında 1990 yılına göre %22,9 oranında artmıştır. 2019 yılında toplam sera gazı emisyonlarının %29'unu ulaşım sektörü oluşturmuştur. Bunu elektrik ve sanayi sektörleri takip etmektedir. Sera gazı emisyonlarında en büyük ikinci paya sahip olan elektrik üretimi 2019'da toplam emisyonların %23'ünü oluşturmuştur ve 1990 yılına göre %12,1 oranında azalma görülmektedir. Sanayi ise 2019 yılındaki toplam emisyonların %23'ünü oluşturmuştur. Bu sektörde 1990 yılına göre %8,3 azalma görülmektedir. Diğer bir sera gazı kaynağı olan tarım ise 2019 sera gazı emisyonlarının %10'una neden olmuş ve 1990 yılına göre bu sektörden kaynaklanan emisyonlar %11,5 oranında artış göstermiştir. Ticari ve konut sektörü işletmelerden ve evlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını kapsamaktadır. Bunlar sera gazı içeren ürünlerin kullanılması, atıkların işlenmesi ve ısı için yakılan fosil yakıtların kullanılmasının neden olduğu emisyonlardır. 1990-2019 yılları arasında konutlardan kaynaklanan sera gazı oranı %10, işletmelerden kaynaklanan sera gazı oranı ise %6,1 oranında artmıştır ve 2019 toplam sera gazı emisyonlarının %13'üne tekabül etmektedir. Diğer bir sektör olan arazi kullanımı ve ormancılığın neden olduğu sera gazı emisyonları ise çoğunlukla tarımsal faaliyetler ve ormansızlaşmadan kaynaklanmaktadır. 1990-2019 yılları arasında bu sektörden kaynaklanan emisyonlar %0,8 oranında artmıştır. 2019 yılı toplam emisyonlarında ise %12'lik paya sahip olmuştur (EPA, 2021).

2021 verilerine göre ise kömürden elektrik üretimindeki yüzde 17'lik artış, sera gazı emisyonlarında yüzde 6,2'lik yükselişe neden oldu. New York merkezli küresel konular üzerine analizler yayımlayan araştırma merkezi Rhodium Group'a göre, 2020'de Kovid-19 yüzünden yaşanan kapanma döneminde düşüş gösteren sera gazı seviyeleri, 2021'de yeniden yükselişe geçti. Analizde, geçen yılki yüzde 6,2'lük artışın ABD'yi iklim değişikliğiyle mücadele için 2050 yılına kadar sıfır karbon salımı hedefinden uzaklaştırdığı değerlendirilmesinde bulunuldu. Biden yönetimi iklim kriziyle mücadele kapsamında sera gazı emisyonlarını 2030 yılına kadar yüzde 50 azaltmayı, 2050 yılında ise sıfır karbon hedefine ulaşmayı planlıyor. Paris İklim Anlaşması kapsamında, küresel sıcaklık artışının 1,5 derece ile sınırlandırılabilmesi için küresel karbon emisyonlarının 2030'a kadar yüzde 55 azaltılması, 2050'ye kadar ise sıfıra indirilmesi gerekiyor.

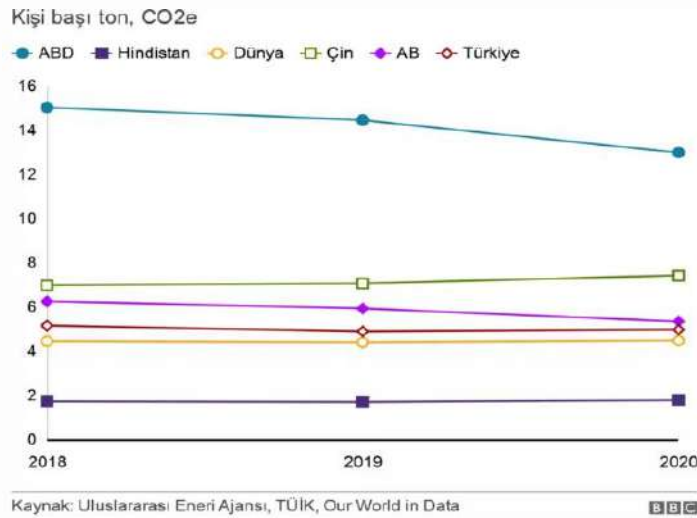
Öte yandan Dünyada en çok sera gazı emisyonuna yol açan iki ülkeden biri olan Çin ABD ile sürpriz bir anlaşma yapmıştır. Anlaşmaya göre dünyanın en büyük kömür üreticisi ve aynı zamanda tüketicisi olan Çin, çevreyi en çok kirleten fosil yakıt olan kömürden başka enerji kaynaklarına yönelme sürecini hızlandırma sözü verdi. Dünyada kömür yakılan enerji santrallerinin yarısına sahip olan Çin'in 2026-2030 yıllarından itibaren kömür tüketimini kademeli olarak azaltmaya başlamasını, metan gazı emisyonlarında da kesintiye gitmesini öngörmektedir. Ülkelerin karbon salımlarının yıllık değerlerini birbiriyle karşılaştırmak mümkün olsa da bu yaklaşım ülkelerin tarihsel sorumluluklarını kapsam dışı bırakıyor. Bununla birlikte karbondioksit gazı atmosferde 300 ila 1000 yıl boyunca kalabildiği için ülkelerin Sanayi Devrimi'nden bu yana toplam salımlarının daha net bir görüntü çizdiği düşünülüyor. Bu toplama kümülatif karbon salımları deniyor. 1751 yılından bu yana atmosfere 1,5 trilyon ton karbon salımı yapıldı ancak ülkelerin bu toplamdaki payları arasında büyük farklar var. Örneğin ABD kümülatif karbon salımların yüzde 25'inden sorumluyken, AB'ye üye 28 ülkenin payı yaklaşık yüzde 22. Türkiye 1865 yılından 2020'ye kadar atmosfere toplam 11 milyar tona yakın karbon saldı. BBC Türkçe'nin veri yayıncılığı platformu Our World in Data'nın 200'den fazla ülkeyi kıyaslayan verilerinden derlediği bilgilere göre, Türkiye kümülatif salımlarda 2020 itibarıyla yüzde 0,64 paya sahip. Türkiye tarihsel salımlarda en fazla paya sahip ülkeler sıralamasında 26'ncı sırada yer alıyor.



Görsel 7. Kümülatif karbon salınımları

Hesaplamalarda dikkate alınması gereken bir diğer ayırım da nüfus. Çünkü toplam sera gazı salımları nüfus arttıkça artma eğiliminde ve bu, yanıltıcı bir görüntü çizebilir.

TÜİK verilerine göre Türkiye'de kişi başı toplam sera gazı emisyonu 2020'de 6,3 tondu. Buna göre Türkiye'de kişi başı karbon salımları kişi başına 4.97 ton olarak gerçekleşti. Bu, 2020'de dünya ortalaması olan 4,47 tondan biraz fazla bir sayıdır.





### Görsel 8. Kişi başı karbon salımları

Türkiye'de kişi başı karbon salımları yükseliş eğiliminde ancak ABD ve AB gibi tarihsel karbon salımlarında büyük pay sahibi olan daha zengin ülke ve bölgelerde kişi başı salımların son üç yılda düştüğü görülüyor.

## 5. SONUÇ

Küresel ısınmanın olumsuz etkileri artık günümüzde yaşanmaya başlanmış ve bir çok ülke küresel ısınmaya sebep olan sera gazlarına ait emisyon değerlerinin düşürülmesi için bazı önlemler almaya başlamıştır. Bir çok sektör sera gazı kaynaklı yüksek emisyon değerleri bakımından küresel ısınmaya tesir etmektedir. Ülkelerin sera gazı salınımlarının gelecek dönemler için tahmin edilmesi gerekli önlemlerin erken alınması bakımından önemlidir. Gerçekleştirilen çalışma ile ortaya koyulan istatistiklerin Türkiye ve Dünya da sera gazı emisyonları için alınacak önlemler bakımından önemli olduğu düşünülmektedir. Çalışmada kullandığımız veri seti 1990- 2020 yılları arasında 2021 yılı sera gazı emisyon değerlerini içermektedir. Seragazı emisyonlarındaki her artış Türkiye'yi net sıfır emisyon hedefinden uzaklaştırmaktadır.2020 yılına ait seragazı emisyon envanteri, Türkiye'nin salgının ilk yılında da emisyonları artırmaya devam ettiğini göstermektedir. 2021 yılında salgın ve ekonomik krize karşın elektrik tüketiminin arttığı düşünülürse emisyon miktarı takip eden yıllarda daha da artacaktır bu bağlamda emisyon rakamlarındaki her artışın Türkiye'nin 2053 için söylenen net sıfır emisyon hedefini zora soktuğu anlaşılmaktadır. Türkiye'nin bir an önce Paris Anlaşması kapsamında Ulusal Katkı Beyanı'nı güncellemesi, kömürden kademeli çıkışı bir takvime bağlaması gerekmektedir. Emisyonlarımızın %70'inin enerji kaynaklı olduğunu unutmayalım. Bilindiği gibi, 2012 yılından itibaren Türkiye'nin ekonomik büyümesi ciddi anlamda yavaşlamış, son 12 yılda önce hızlı bir şekilde artan kişi başına milli geliri 10.000 \$ seviyesine ulaştıktan sonra yerinde saymaya başlamıştır. Orta-gelir tuzağına girdiği düşünülen Türkiye'nin daha fazla kalkınabilmesi için mevcut karbontemelli, düşük katma değerli üretim sektörlerinden ziyade teknolojik inovasyon ve stratejik politika seçenekleriyle düşük karbonlu kalkınma modelini seçmesi gerekmektedir. Bu sayede, hem orta-gelir tuzağından kurtulabilecek hem de daha temiz ve sürdürülebilir gelecek sunan ülke konumuna gelecektir.Hedefleri net bir iklim planı olursa ekonomi seragazı emisyonlarını yönlendirir. Hedefleri olan bir iklim planı varsa iklim politikaları ekonominin yönünü belirler. Dünya açısından ise Dünya Kaynakları Enstitüsü tarafından BM adına hazırlanan rapora göre, sera gazı emisyonunda büyük kesintiler yapılmazsa, gezegenimizin sanayi öncesi dönemle karşılaştırıldığında 2100 yılında ortalama 2,1 ila 2,8 derece ısınacağı uyarısında bulunmuştu.Bu sıcaklık, 2015 Paris Anlaşması'nda kabul edilen mevcut 1,5 derecelik artışın çok çok üzerinde ve bilim insanlarının yıkıcı iklim etkileri ihtimalini belirgin şekilde yükselten eşiği de aşıyor. Atmosfere yayılan emisyonların önemli bir bölümünden ABD, Çin ve Avrupa'nın sorumlu olduğu bilinmekle birlikte bu konuda efektif adımlar atılması gerekmektedir.



## KAYNAKÇA

- [1] Akbostancı, Elif, Gül İpek Tunç ve Serap Türüt Aşık. “CO2 Emissions of Turkish Manufacturing Industry: A Decomposition Analysis”, Applied Energy, Cilt 88, 2011, s.2273-2278
- [2] Türkiye’de Sanayi ve Tarım Sektörlerinde Seragazi Emisyonlarının Belirleyicileri: İndeks Ayırıştırma Analizi Mustafa ÖZÇAĞ\*, Burcu YILMAZ\*\* ve Emrah SOFUOĞLU\*\*\*
- [3] Prediction with Ensemble Learning Methods and Multi-layer Perceptions of Greenhouse Gas Emission Belonging to Different Sectors in Turkey Okan Oral1 , Sinan Uğuz 2 1Akdeniz Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, 07070, Antalya, TÜRKİYE 2 Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, TÜRKİYE
- [4] Aksay C, Ketenoğlu O, Kurt L, 2005. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 1(25): 29-42.
- [5] Turkish Greenhouse Gas Inventory 1990 - 2020 [TÜİK rapor]. Türkiye İstatistik Kurumu (İngilizce). 14 Nisan 2022
- [6][https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi Emisyon-Istatistikleri-1990-2020-45862](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi%20Emisyon-Istatistikleri-1990-2020-45862)
- [7] <https://www.eea.europa.eu/tr/themes/climate/intro>
- [8] <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya/60939869>
- [9] <https://www.mfa.gov.tr/parisanlasmasi.tr.mfa>

## CİNSEL İŞLEV BOZUKLUĞU OLAN BİREYLERE YAKLAŞIM

Öğr. Gör. Esra KARABULUT<sup>1</sup>, Doç. Dr. Birgül ÖZKAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,*  
[esra.karabulut@ksbu.edu.tr](mailto:esra.karabulut@ksbu.edu.tr) ORCID ID: 0000-0002-3425-1129

<sup>2</sup>*Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,* [bozkan@ybu.edu.tr](mailto:bozkan@ybu.edu.tr) ORCID  
ID: 0000-0002-1271-8007

### ÖZET

İnsan cinselliği biyolojik, psikolojik ve sosyokültürel yönleri kapsayan karmaşık bir olgudur. Biyolojik yönler şunları içerir: cinsel gelişim ve cinsel faaliyetlerin anatomi ve fizyolojisi; psikolojik yönler arasında cinsiyet kimliği, cinsel benlik kavramı ve kişinin kendine değer vermesi yer alır. İnsan cinselliğinin tüm yönleri, akut ve özellikle kronik hastalıktan etkilenebilir. Kötü sağlık, cinsel ifadeye en büyük zararlardan biridir. Çünkü enerjileri sadece iyileşmeye odaklanır ama cinsellik genellikle enerjiyi düşürür. Bireyin kişisel değer ve çekicilik duygusu ve dolaylı olarak cinsel arzusu azalır. Kadınlarda en sık görülen disfonksiyonlar uyarılma ve orgazm fonksiyon bozukluklarıdır. Erkeklerde sık görülen işlev bozuklukları iktidarsızlık ve erken boşalmadır. Bu çalışma, cinsel işlev bozukluğu olan bireylere uygulanan girişimleri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma verileri, internet veri tabanı üzerinde yapılan tarama ile elde edilmiştir. “Sexual (cinsel), approach (yaklaşım), dysfunctions (fonksiyon bozukluğu)” anahtar kelimelerinin (Türkçe ve İngilizce olarak) kombinasyonlar yapılarak taramalar yürütülmüştür. Google Scholar, Ulakbim Tıp Veri Tabanı ve PubMed veri tabanlarında taratılmıştır. Kronik hastalık tanısı alan bireylerin, sahip oldukları hastalıklar nedeniyle cinsel işlev bozuklukları yaşadıkları görülmüştür. Bu çalışmada, cinsel işlev bozuklukları tanısı almış bireylerin, sahip oldukları cinsel problemlere yönelik yapılan girişimler literatüre kazandırılmak istenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** cinsel, yaklaşım, fonksiyon bozukluğu

### ABSTRACT

Human sexuality is a complex phenomenon that encompasses biological, psychological and sociocultural aspects. Biological aspects include: anatomy and physiology of sexual development and sexual activities; psychological aspects include gender identity, sexual self-concept, and self-worth. All aspects of human sexuality can be affected by acute and especially chronic illness. Poor health is one of the greatest harms to sexual expression. Because their energies are only focused on healing, but sex often lowers energy. The individual's sense of personal worth and attractiveness and, indirectly, his sexual desire decreases. The most

common dysfunctions in women are arousal and orgasmic dysfunctions. Common dysfunctions in men are impotence and premature ejaculation. This study was conducted to determine the interventions applied to individuals with sexual dysfunction. The research data were obtained by scanning the internet database. Searches were carried out by combining the keywords "Sexual, approach, dysfunctions" (in Turkish and English). It was searched in Google Scholar, Ulakbim Medical Database and PubMed databases. It has been observed that individuals diagnosed with chronic diseases have sexual dysfunctions due to their diseases. In this study, attempts made for sexual problems of individuals diagnosed with sexual dysfunctions were aimed to be brought to the literature.

**Keywords:** sexual, approach, dysfunction

## GİRİŞ

İnsan cinselliği biyolojik, psikolojik ve sosyokültürel yönleri kapsayan karmaşık bir olgudur. Biyolojik yönler şunları içerir: cinsel gelişim ve cinsel faaliyetlerin anatomi ve fizyolojisi; psikolojik yönler arasında cinsiyet kimliği, cinsel benlik kavramı ve kişinin kendine değer vermesi yer alır. Erkek veya kadın; ve sosyokültürel yönler, aile, akranlar ve toplumun değer sistemlerinden öğrenilen cinsel yönelimi içerir. Tüm bu yönler birbiriyle ilişkilidir ve bireyin kendini şefkat, aşk ve aidiyet arayan temel ihtiyaçlarını karşılamaya çalışan erkeksi ya da dişi olarak deneyimlemesini ve değerlendirmesini etkiler (Gorman ve Sultan, 2009; Karakoyunlu ve Öncel, 2008).

İnsan cinselliği sağlıklı, tatmin edici ve zenginleştirici olabilir. Önceki özellikler; fiziksel ve zihinsel sıkıntı kaynağı olabilir. Cinsellik bir insanın kendisi ve başkalarıyla nasıl etkileşim kuracağı hakkındaki duygularını kapsar. Cinsellik ve cinsel davranışlar yaş, bilgi, medeni durumdan etkilenir (Batmaz ve Gezgin Yazıcı, 2021; Çam ve Engin, 2014).

İnsan cinselliğinin tüm yönleri, akut ve özellikle kronik hastalıktan etkilenebilir. Kötü sağlık, cinselliğe en büyük zararlardan biridir. Çünkü enerjileri sadece iyileşmeye odaklanır bu sebeple cinsellik için gerekli enerjiyi düşürür. Bireyin kişisel değer ve çekicilik duygusu ve dolaylı olarak cinsel arzusu azalır. Kadınlarda en sık görülen disfonksiyonlar uyarılma ve orgazm fonksiyon bozukluklarıdır. Erkeklerde sık görülen işlev bozuklukları iktidarsızlık ve erken boşalmadır (Gorman ve Sultan, 2008; Stratton ve ark., 2020).

Bu çalışmada, cinsel işlev bozukluğu olan bireylere uygulanan girişimleri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Elde edilen verilerle cinsel işlev bozukluğu olan hastalara karşı uygulanabilecek girişimleri anlamada sağlık profesyonellerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## YÖNTEM

Araştırma verileri, 28.11.2022- 08.12.2022 tarihleri arasında internet veri tabanı üzerinde yapılan tarama ile elde edilmiştir. "Sexual (cinsel), approach (yaklaşım), dysfunctions (fonksiyon bozukluğu)" anahtar kelimelerinin (Türkçe ve İngilizce olarak) kombinasyonlar yapılarak taramalar yürütülmüştür. Google Scholar, Ulakbim Tıp Veri Tabanı ve PubMed veri tabanlarında taratılmıştır.

Cinsel işlev bozukluğu olan bireylere uygulanan girişimleri belirlemek amacıyla yapılan taramada, son 1 yıl içerisinde yapılan, konu içeriğinde cinsel işlev bozukluklarına yapılan girişimlerini içeren araştırmalar çalışmaya dahil edilmiştir. Tam metnine ulaşılamayan, derleme ve sistematik derleme şeklinde yapılan çalışmalar, araştırmaya dahil edilmemiştir.

## BULGULAR

Bu çalışmada on bir araştırma makalesi incelenmiştir. Çalışmalardan elde edilen bulgular “Çalışmayı Yapan Araştırmacı, Çalışma Bilgileri, Örneklem Sayısı, Hastada Görülen Cinsel Problem, Cinsel İşlev Bozukluğu Tanısına Uygulanan Girişim” başlıkları altında gruplandırılarak sunulmuştur (Tablo 1).

**Tablo 1.** Çalışmada Değerlendirilen Araştırmaların Özellikleri

Çalışmayı Yapan Araştırmacı	Çalışma Grubu	Örneklem Sayısı	Hastada Görülen Cinsel Problem	Cinsel İşlev Bozukluğu Tanısına Uygulanan Girişim
Chinchilla Alfaro K, van Hunsel F, Ekhart C. (2022)	Psikiyatrik Tanılı Bireyler	86	Eretil Disfonksiyon, Vaginal Yağlanma, Orgazm Disfonksiyonu.	Farmakolojik Girişimler ve Terapi
Van Cauwenberghe, J., Enzlin, P., Nefs, G., Ruige, J., Hendrieckx, C., De Block, C., & Pouwer, F. (2022).	Tip 1 ve Tip 2 Diyabet Tanılı Bireyler	756	Eretil Disfonksiyon, Vaginal Yağlanma, Orgazm Disfonksiyonu, Libido Azalması	PDE-5 İnhibitörleri (farmakolojik), Kayganlaştırıcılar
Belau, M. H., Wiessner, C., Becher, H., von Rüden, U., & Briken, P. (2022).	Sık Alkol, Tütün ve Esrar Kullanan Bireyler	4955	Erken Boşalma, Orgazm Disfonksiyon,	Alkol, Tütün ve Esrar Kullanımının Azaltılması,
Haugstvedt, A., Jørgensen, J., Strandberg, R. B., Nilsen, R. M., Haugstvedt, J. F., Pop-Busui, R., & Søfteland, E. (2022).	Tip 1 DM Tanılı Kadınlar	171	Vaginal Yağlanma, Orgazm Disfonksiyonu	Hastalığa Uyum ve Terapi

Hayashi, S., Oishi, F., Sato, K., Fukuda, H., & Ando, S. (2022).	Prostat Kanseri Tanılı Bireyler	38	Libido Azalması, Erektıl Disfonksiyon, Ağrı, Sahte Orgazm	Erektıl İlaçlar, Destek Terapileri,
Yılbaş, B. & Turgay, T. (2022).	Fibromiyalji Tanılı Kadınlar	93	Orgazm Disfonksiyon	D Vitamini Eksikliğinin Desteklenmesi
Taşcı, G., Özsoy, F. (2022)	Depo Antipsikotik Kullanan Bireyler	95	Erektıl Disfonksiyon, Vaginal Yağlanma, Orgazm Disfonksiyonu	Prolaktin Seviyesinin Düzenlenmesine
Uzun Aksoy, M., & Şentürk Erenel, A., (2022).	Diyabet Tanılı Kadınlar	255	Libido Azalması ve Ağrı	Hastalığa Uyum
Kaya, S., & Beydağ, K.D. (2022)	Hipertansiyon Tanılı Kadınlar	290	Libido Azalması	Terapi, Destek, Farmakolojik Girişimler
Tański, W., Dudek, K., Tomasiewicz, A., & Świątoniowska-Lonc, N. (2022).	Romatoid Artrit Tanılı Bireyler	171	Libido Azalması	Yaşam Kalitesini Artırarak, Ağrıyı Azaltmak
Saur, S. J., Schlögl, A., Schmalen, T., Krittian, S., Pecher, A. C., Henes, M., Xenitidis, T., & Henes, J. (2022).	Behçet Hastalığı Tanısı Alan Bireyler	312	Erektıl Disfonksiyon, Vaginal Yağlanma,	Terapi, Farmakolojik Girişimler, Ruhsal Yönden Desteklenmesi

### Çalışma Grubu

Çalışmaya dahil edilen araştırmaların hepsi kronik hastalık tanısına sahip bireylerle yapılmıştır. Araştırmaların, %27,3'ü diyabet tanılı bireylerde (Haugstvedt ve ark., 2022;Uzun Aksoy ve Şentürk Erenel, 2022; Van Cauwenberghe ve ark., 2022), %18,2'si psikiyatrik tanılı bireylerde (Chinchilla Alfaro ve ark., 2022; Taşcı ve Özsoy, 2022), %45,5'i de madde bağımlılığı olan (Belau ve ark., 2022) ve kanser (Hayashi ve ark., 2022), fibromiyalji (Yılbaş ve Turgay, 2022), romatoid artrit (Tański ve ark., 2022), behçet (Saur ve ark., 2022), hipertansiyon (Kaya ve Beydađ, 2022) tanısı alan bireylerde yapıldığı görölmektedir.

### ***Hastada Görülen Cinsel Problem***

Kronik hastalık tanısı alan bireylerde yapılan araştırmaların dahil edildiği bu çalışmada hastaların hepsinin cinsel işlev bozukluğu tanısı aldığı görülmektedir. Araştırmaların %54,5’inde orgazm disfonksiyon, %45,4’ünde hastaların, erektil disfonksiyon, vaginal yağlanma ve libido azalması sorunları yaşadıkları görülmektedir. Hastaların %18,8’inde ağrı, %9,1’inde ise sahte orgazm şikayetleri görülmektedir.

### ***Cinsel İşlev Bozukluğu Tanısına Uygulanan Girişim***

Çalışmaya dahil edilen araştırmaların %45,4’ünde cinsel fonksiyonların düzenlenmesine yönelik farmakolojik tedavi ve terapi yöntemlerinin tercih edildiği görülmektedir. Diğer uygulanan girişimlerin ise bireyin sahip olduğu hastalıklar nedeniyle eksikliği ya da fazlalığı görülen hormon ve vitamin tedavilerinin planlanması, semptomatik desteğin sağlanması şeklinde olduğu görülmektedir.

### **TARTIŞMA**

Bu çalışmada, cinsel işlev bozukluğu tanısı alan bireylere yönelik yapılan girişimler incelenmek amaçlanmıştır. Cinsel işlev bozukluğu çalışmalarının daha çok kronik hastalıklara sahip bireylerle yapıldığı görülmektedir.

Çalışma kapsamında, değerlendirme ölçütlerini karşılayan son bir yıldaki toplam on bir makale incelemeye alınmıştır. İncelenen çalışmaların %27,3’ü diyabet tanılı bireylerde, %18,2’si psikiyatrik tanılı yapılmış olduğu görülmektedir. Literatüre bakıldığında ise kronik hastalıkların arasında diyabet tanısı almış bireylerde cinsel işlev bozukluna bakılmış olduğu dikkat çekmektedir (Asefa ve ark., 2019; ; Buscoven ve ark., 2022; Getie Mekonnen ve ark., 2021). Psikiyatrik hastalık tanısı almış ve tedavisine devam etmekte olan bireylerde de cinsel işlev bozuklukları ile ilgili çalışmaların olduğu literatürde görülmektedir (Dording ve ark., 2008; Liu ve ark., 2022; McCabe ve ark., 2015).

Araştırmaların %54,5’inde orgazm disfonksiyon, %45,4’ünde hastaların, erektil disfonksiyon, vaginal yağlanma ve libido azalması sorunları yaşadıkları görülmektedir. Literatüre bakıldığında ise elde edilen verilerin araştırma sonucu ile paralellik taşıdığı görülmektedir (Asefa ve ark., 2019; ; Buscoven ve ark., 2022; Dording ve ark., 2008; Getie Mekonnen ve ark., 2021; Liu ve ark., 2022; McCabe ve ark., 2015).

Çalışmaya dahil edilen araştırmaların %45,4’ünde cinsel fonksiyonların düzenlenmesine yönelik farmakolojik tedavi ve terapi yöntemlerinin tercih edildiği görülmektedir. Literatürde de farmakolojik yöntem ve terapilerin yanı sıra bireylerin hastalıklarına yönelik girişimlerinde uygulandığı görülmektedir (Asefa ve ark., 2019; ; Buscoven ve ark., 2022; Dording ve ark., 2008; Getie Mekonnen ve ark., 2021; Liu ve ark., 2022; McCabe ve ark., 2015).

### **SONUÇ**

Kronik hastalık tanısı alan bireylerin, sahip oldukları hastalıklar nedeniyle cinsel işlev bozuklukları yaşadıkları görülmüştür. Bu çalışmada, son bir yıl içerisinde cinsel işlev



bozuklukları tanısı almış bireylerin, sahip oldukları cinsel problemlere yönelik yapılan girişimler literatüre kazandırılmak istenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Asefa, A., Nigussie, T., Henok, A., & Mamo, Y. (2019). Prevalence of sexual dysfunction and related factors among diabetes mellitus patients in Southwest Ethiopia. *BMC endocrine disorders*, 19(1), 141. <https://doi.org/10.1186/s12902-019-0473-1>
- Batmaz, M. & Gezgin Yazıcı, H. (2021) Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği. Nobel Tıp Kitapevi, Ankara,
- Belau, M. H., Wiessner, C., Becher, H., von Rügen, U., & Briken, P. (2022). Frequent Cannabis Use Moderates the Relationship Between Sexual Dysfunction and Depression Among Female German Adults. *The journal of sexual medicine*, 19(6), 940–949. <https://doi.org/10.1016/j.jsxm.2022.03.610>
- Buskoven, M. E. H., Kjørholt, E. K. H., Strandberg, R. B., Søfteland, E., & Haugstvedt, A. (2022). Sexual dysfunction in women with type 1 diabetes in Norway: A qualitative study of women's experiences. *Diabetic medicine : a journal of the British Diabetic Association*, 39(7), e14856. <https://doi.org/10.1111/dme.14856>
- Chinchilla Alfaro, K., van Hunsel, F., & Ekhart, C. (2022). Persistent sexual dysfunction after SSRI withdrawal: a scoping review and presentation of 86 cases from the Netherlands. *Expert opinion on drug safety*, 21(4), 553–561. <https://doi.org/10.1080/14740338.2022.2007883>
- Çam, O., & Engin, E. (2014) Rıh Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği. İstanbul Tıp Kitapevi, İstanbul.
- Dording, C. M., Fisher, L., Papakostas, G., Farabaugh, A., Sonawalla, S., Fava, M., & Mischoulon, D. (2008). A double-blind, randomized, pilot dose-finding study of maca root (*L. meyenii*) for the management of SSRI-induced sexual dysfunction. *CNS neuroscience & therapeutics*, 14(3), 182–191. <https://doi.org/10.1111/j.1755-5949.2008.00052.x>
- Getie Mekonnen, E., Yeshita, H. Y., & Bishaw Geremew, A. (2021). Sexual dysfunction among men with diabetes mellitus attending chronic out-patient department at the three hospitals of Northwest Amhara region, Ethiopia: Prevalence and associated factors. *PloS one*, 16(8), e0256015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256015>
- Gorman, L.M. & Sultan, D. F. (2008) Psychosocial Nursing For General Patient Care. E. A. Davis Company, Philadelphia,
- Haugstvedt, A., Jørgensen, J., Strandberg, R. B., Nilsen, R. M., Haugstvedt, J. F., Pop-Busui, R., & Søfteland, E. (2022). Sexual dysfunction in women with type 1 diabetes in Norway: A cross-sectional study on the prevalence and associations with physical and psychosocial complications. *Diabetic medicine : a journal of the British Diabetic Association*, 39(1), e14704. <https://doi.org/10.1111/dme.14704>
- Hayashi, S., Oishi, F., Sato, K., Fukuda, H., & Ando, S. (2022). Sexual dysfunction associated with prostate cancer treatment in Japanese men: a qualitative research.



Supportive care in cancer : official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer, 30(4), 3201–3213. <https://doi.org/10.1007/s00520-021-06728-2>

- Karakoyunlu, F.B., Öncel, S. (2009) Cinsel Fonksiyon Bozukluklarında Kadına Ait Hemşirelik Bakım Süreci Örneği. Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi, 12: 3, 82-92.
- Kaya, S., & Beydağ, K.D. (2022) Hipertansif Evli Kadınlarda Cinsel Fonksiyon Bozukluğu ve Etkileyen Faktörler. Sağlık ve Toplum, 32 (2) 233-239.
- Liu, Y. S., Hankey, J. R., Chokka, S., Chokka, P. R., & Cao, B. (2022). Individualized identification of sexual dysfunction of psychiatric patients with machine-learning. Scientific reports, 12(1), 9599. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13642-y>
- McCabe, M. P., Sharlip, I. D., Lewis, R., Atalla, E., Balon, R., Fisher, A. D., Laumann, E., Lee, S. W., & Se Graves, R. T. (2016). Incidence and Prevalence of Sexual Dysfunction in Women and Men: A Consensus Statement from the Fourth International Consultation on Sexual Medicine 2015. *The journal of sexual medicine*, 13(2), 144–152. <https://doi.org/10.1016/j.jsxm.2015.12.034>
- Saur, S. J., Schlögl, A., Schmalen, T., Krittian, S., Pecher, A. C., Henes, M., Xenitidis, T., & Henes, J. (2022). Sexual dysfunction and depression in Behçet's disease in comparison to healthy controls. *Rheumatology international*, 42(1), 121–126. <https://doi.org/10.1007/s00296-021-05000-4>
- Stratton, H., Sansom, J., Brown-Major, A., Anderson, P., & Ng, L. (2020). Interventions for sexual dysfunction following stroke. *The Cochrane database of systematic reviews*, 5(5), CD011189. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011189.pub2>
- Tański, W., Dudek, K., Tomaszewicz, A., & Świątoniowska-Lonc, N. (2022). Sexual Dysfunction and Quality of Life in Patients with Rheumatoid Arthritis. *International journal of environmental research and public health*, 19(5), 3088. <https://doi.org/10.3390/ijerph19053088>
- Taşçı, G. , Özsoy, F. "Depo antipsikotik kullanan hastalarda prolaktin düzeyi, cinsel fonksiyon, vücut kitle indeksi ve karaciğer fonksiyon testlerinin karşılaştırılması" . *Cukurova Medical Journal* 47 (2022 ) : 1172-1178 <https://dergipark.org.tr/en/pub/cumj/issue/72549/1128200>
- Uzun Aksoy, M., & Şentürk Erenel, A., (2022). Determination of sexual function in women with diabetes mellitus. *Gazi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi* , vol.7, no.2, 39-46.
- Van Cauwenberghe, J., Enzlin, P., Nefs, G., Ruige, J., Hendrieckx, C., De Block, C., & Pouwer, F. (2022). Prevalence of and risk factors for sexual dysfunctions in adults with type 1 or type 2 diabetes: Results from Diabetes MILES - Flanders. *Diabetic medicine : a journal of the British Diabetic Association*, 39(1), e14676. <https://doi.org/10.1111/dme.14676>
- Yılbaş, B. & Turgay, T. (2022). Fibromiyalji Tanılı Kadın Hastalarda Vitamin D Düzeyleri İle Ağrı, Depresyon, Uyku Kalitesi ve Cinsel İşlevler Arasındaki İlişki . *Dicle Tıp Dergisi* , 49 (1) , 193-202 . DOI: 10.5798/dicletip.1086375

## FARKLI GRUPLARDA PSİKOSOSYAL YÖNLERİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Öğr. Gör. Esra KARABULUT<sup>1</sup>, Öğr. Gör. Fatma BOĞAN<sup>2</sup>, Uzm. Hemşire Sevgi KESKİN<sup>3</sup>, Doç. Dr. Birgül ÖZKAN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
[esra.karabulut@ksbu.edu.tr](mailto:esra.karabulut@ksbu.edu.tr) ORCID ID: 0000-0002-3425-1129

<sup>2</sup>Düzce Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, [fatmabogan@duzce.edu.tr](mailto:fatmabogan@duzce.edu.tr)  
ORCID ID: 0000-0002-1356-787X

<sup>3</sup>Etilik Şehir Hastanesi, [kskn.sevgi@hotmail.com](mailto:kskn.sevgi@hotmail.com) ORCID ID: 0000-0002-9827-7125

<sup>4</sup>Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [bozkan@ybu.edu.tr](mailto:bozkan@ybu.edu.tr) ORCID  
ID: 0000-0002-1271-8007

### ÖZET

Psikososyal bakım, rutin tedavi ve bakımdan ayrı düşünülemez bir kavramdır ve bakımın önemli bir parçasıdır. Sağlığını etkileyen yaşam krizleri olan hastalıkların, emosyonel boyutuyla baş etmede zorlanan bireylere yardımı ifade eder. Araştırma verileri, internet veri tabanı üzerinde yapılan tarama ile elde edilmiştir. “Psychosocial (psikososyal), approach (yaklaşım), illness (hastalık)” anahtar kelimelerinin (Türkçe ve İngilizce olarak) kombinasyonlar yapılarak taramalar yürütülmüştür. Google Scholar, Ulakbim Tıp Veri Tabanı ve PubMed veri tabanlarında taratılmıştır. Bireylerin psikososyal yönlerinin hangi durumlarda desteklenmesi gerektiğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bireylerin psikososyal yönlerinin doyurulması ya da desteklenmesi, karşılaştıkları zorluklarla baş edebilmelerini sağlamaktadır. Sahip oldukları sorunlara uyum sağlayıp bu süreçleri sağlıklı bir şekilde yönetebilmelerinde psikososyal desteğin önemi büyüktür. Bu çalışma ile farklı stresörlerle karşılaşmış bireylerin, sahip oldukları psikososyal sorunların, hayatlarına etkilerini dair bulguları literatüre kazandırılmak istenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Psikososyal, Hastalık, Yaklaşım

### ABSTRACT

Psychosocial care is an inseparable concept from routine treatment and care and is an important part of care. It refers to helping individuals who have difficulties in coping with the emotional dimension of diseases with life crises that affect their health. The research data were obtained by scanning the internet database. Searches were carried out by combining the keywords "Psychosocial, approach, illness" (in Turkish and English). It was searched in Google Scholar, Ulakbim Medical Database and PubMed databases. It was conducted to determine in which

situations the psychosocial aspects of individuals should be supported. Satisfying or supporting the psychosocial aspects of individuals enables them to cope with the difficulties they face. Psychosocial support is of great importance in adapting to the problems they have and managing these processes in a healthy way. With this study, it is aimed to bring the findings of the psychosocial problems of individuals who have encountered different stressors on their lives to the literature.

**Keywords:** Psychosocial, Illness, Approach

## GİRİŞ

Bakım, Türk Dil Kurumu'na göre, birinin beslenme, giyinme gibi sorumluluklarını üstlenme işidir (TDK, 2022). Bakım konusunda yardıma gereksinim duyan bireylere, gereksimin özellikleri belirlenerek bireysel planlama yapılarak sorunun ortadan kaldırılması sürecidir. Bakım kavramına teorik olarak bakılmamalıdır. Bireye özgü bakım olmalı ve girişimler buna göre şekillendirilmelidir. Hastanın sadece fiziksel gereksinimlerine değil, tüm gereksinimlerine destek verilmelidir. Birey sosyal, psikolojik ve biyolojik olarak ele alınmalıdır. Holistik yaklaşım da bireyin sahip olduğu hastalıklara verdiği tepkilerde önemli yer tutmaktadır. Bireyin tüm yönleriyle farkına varılması bireyi ve hastalık süreçlerini de olumlu yönde etkilemektedir. Ancak günümüz hastane çalışma ortamında var olan problemler nedeniyle hastanın tedavisi ön plana çıkartarak, hastanın psikolojik, sosyal ve manevi yönlerinin tam olarak desteklenememesine neden olmaktadır (Aydemir ve Çetin, 2019).

Psikososyal bakım, rutin tedavi ve bakımdan ayrı düşünülemez bir kavramdır ve bakımın önemli bir parçasıdır. Sağlığını etkileyen yaşam krizleri olan hastalıkların, emosyonel boyutuyla baş etmede zorlanan bireylere yardımı ifade eder (Eskiyurt ve Özkan, 2017; Kocaman, 2008). Hastalık durumunun neden olduğu duygusal değişimler, sağlığı etkileyen varoluşsal krizler ya da psikiyatrik sorunlarla baş edemeyen insanlara yardım etmek için yapılan girişimlerdir. Hastalığa karşı yoğun duygusal tepkiler, bakımı zorlaştıran kişilik tarzları, psikiyatrik bozukluklar, hastaların hastalığa veya hastaneye yatışa tepkilerini etkileyen stresli olaylar ve aile sorunları gibi faktörler bireyleri psikososyal yönden olumsuz etkilemektedir (Gorman ve Sultan, 2008; Karakaş ve Kelleci, 2021).

Psikososyal bakım, bireyin kognitif, emosyonel, sosyal, psikoseksüel, kültürel ve spiritüel gereksinimlerini tanılama ve karşılama sürecidir. Psikososyal bakımda amaç, hastanın tanı (kanser vb...) ve tedavisine (cerrahi, kemoterapi, radyoterapi vb...) uyum sağlayabilmesi, bu süreçte yaşadıkları psikolojik tepkilerini yönetebilmesi, mevcut durumunu gerçekçi değerlendirebilmesi ve kabullenmesi, sorunlarıyla adaptif baş edebilmesi, yaşam planını ve önceliklerini yeniden oluşturabilmesi, umudunu koruyabilmesi, kendisi, tedavi ekibi ve yakınlarıyla iletişimini sağlayabilmesi ve yaşam kalitesinin yükseltilmesidir. (Aydemir ve Çetin, 2019; Eskiyurt ve Özkan, 2017; Kocaman, 2008).

Psikososyal tepkiler; hastaların fiziksel ve duygusal dirençlerinin azalması, hastalık ve tedaviye uyumsuzluk ve hastalık seyrinde değişiklik olarak ortaya çıkar. Bunlar da hastanede kalış süresinin uzamasına, yaşam kalitesinin düşmesine, mortalite ve morbitide oranının artmasına

neden olur (Gorman ve Sultan, 2008). Bireylerin psikososyal tepkilerini anlayarak, psikososyal becerileri sergilemek, holistik bir bakış açısı ile birey ve çevresi ile etkileşimde olmak, verilen hizmetin kalitesinin artırılmasının yanı sıra, birey ve hastalık sürecini de olumlu yönde etkilemektedir (Varcarolis', 2014).

Bu çalışma, bireylerin psikososyal yönlerinin hangi durumlarda desteklenmesi gerektiğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Elde edilen verilerle insanların psikososyal yönlerini desteklenip, doyurulmasının önemini anlamada sağlık profesyonellerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## YÖNTEM

Araştırma verileri, 28.11.2022- 13.12.2022 tarihleri arasında internet veri tabanı üzerinde yapılan tarama ile elde edilmiştir. “Psychosocial (psikososyal), approach (yaklaşım), illness (hastalık)” anahtar kelimelerinin (Türkçe ve İngilizce olarak) kombinasyonlar yapılarak taramalar yürütülmüştür. Google Scholar, Ulakbim Tıp Veri Tabanı ve PubMed veri tabanlarında taratılmıştır.

Bireylerin psikososyal yönlerinin hangi durumlarda desteklenmesi gerektiğini belirlemek amacıyla yapılan taramada, son 5 yıl içerisinde yapılan araştırmalar çalışmaya dahil edilmiştir. Tam metnine ulaşılamayan, derleme ve sistematik derleme şeklinde yapılan çalışmalar, araştırmaya dahil edilmemiştir.

## BULGULAR

Bu çalışmada sekiz araştırma makalesi incelenmiştir. Çalışmalardan elde edilen bulgular “Çalışmayı Yapan Araştırmacı, Çalışma Bilgileri, Örneklem Sayısı, Psikososyal Verilerle Bağlantılı olan Araştırma Sonuçları” başlıkları altında gruplandırılarak sunulmuştur (Tablo 1).

**Tablo 1.** Çalışmada Değerlendirilen Araştırmaların Özellikleri

<b>Çalışmayı Yapan Araştırmacı</b>	<b>Çalışma Bilgileri</b>	<b>Örneklem Sayısı</b>	<b>Psikososyal Verilerle Bağlantılı olan Araştırma Sonuçları</b>
Nehir ve Güngör, (2019)	Hemşirelerin psikososyal sorunlarla başa çıkma yöntemleri	184	Stresle baş etme mekanizmalarını aktif kullanamayan hemşirelerde psikososyal sorunların daha fazla olduğu görülmüştür.
Akyüz ve ark. (2021).	Ortopedik cerrahi işlem geçirmiş hastaların yaşam kalitelerine ve buna bağlı olarak psikososyal sorunların varlığına bakılmıştır.	155	Operasyon geçiren bireylerin yaşam kalitelerinin düştüğü buna bağlı olarak hayattaki rollerinde değişimlerin meydana geldiği ve bunun psikososyal problemlere yol açtığı belirtilmiştir.

Üstün ve ark. (2021).	Hospitalizasyon sürecindeki çocuklarda görülen psikososyal belirtiler	120	Yapılan çalışmada çocukların hastanede yatış sürecinde daha saldırgan ve huzursuz oldukları, ev ortamından uzak olmanın psikososyal yönden çocukları olumsuz etkilediği görülmüştür.
Hyarat ve ark., (2019).	MS hastalarının yaşam kalitelerini, psikososyal yönlerine olan etkilerine bakılmıştır.	160	Psikososyal yönden desteklenmeyen hastaların yaşam kalitesinin düşük olduğu görülmüştür.
Choi (2018).	Öğrencilerin psikososyal iletişim becerilerinin öğrenme üzerindeki etkisine bakılmıştır.	17	Psikososyal iletişimin sağlanmasının, eğitim sürecine olumlu etki ettiğinden bahsedilmektedir.
Kalra ve ark. (2018).	Depresyon tanılmasında psikososyal yönlerin araştırılmasının gerekliliğinden bahsedilmiştir.	455	Yapılan çalışmada depresyonu tanımlarken bireyin psikososyal yönlerinin araştırılmasının hastalık süreci için gerekli olduğu ve desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır.
Schouten ve ark. (2019).	Kanser tanısı almış bireylerin hastalık sürecindeki psikososyal desteklerine bakılmıştır.	368	Hastalık sürecini yönetimde ve uyum sağlamada psikososyal desteğin önemli olduğu vurgulanmıştır.
Zerbini ve ark. (2020)	Sağlık profesyonellerinin psikososyal yönüne, covid etkileri	110	Sağlık profesyonellerinde covid tanılı hasta ile karşılaşmanın ve stresin psikososyal yönlerini olumsuz etkilediği görülmektedir.

### ***Çalışma Grubu***

Çalışmaya dahil edilen gruplar birbirinden farklılıklar göstermektedir. Covid pandemi sürecinde hemşireler ve sağlık çalışanları üzerinde fazlaca çalışma yapılması nedeniyle birbirinden farklı gruplar çalışmaya dahil edilmiştir. Araştırmaların %62,5'i farklı tanılara sahip hastalar üzerinde (Akyüz ve ark. 2021; Hyarat ve ark., 2019; Kalra ve ark. 2018; Schouten ve ark, 2019; Üstün ve ark. 2021), %25'i sağlık alanında çalışan bireyler üzerinde (Nehir ve Güngör, 2019; Zerbini ve ark. 2020), %12,5'i ise öğrenciler üzerinde yapılmıştır (Choi 2018).

### ***Çalışma Örneklem Sayısı***

Farklı gruplarda psikososyal yönlerin etkileri üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında örneklem sayısında değişiklikler görülmektedir. Örneklem sayısındaki farklılıkların tercih

edilen araştırma yöntemiyle alakalı olduğu görülmüştür. Nicel araştırmalarda sayılar yüzlerle ifade edilebilmekteyken, nitel araştırmalarda sayılar onlarla ifade edilmektedir.

### ***Psikososyal Verilerle Bağlantılı Olan Araştırma Sonuçları***

Psikososyal yönler, bireylerin içinde buldukları durumdan birebir etkilenmektedir. Sağlık çalışanlarında ve hemşirelerde yapılan araştırmalara bakıldığında stres faktörünün, bireyleri psikososyal yönden olumsuz etkilediği görülmektedir (Nehir ve Güngör, 2019; Zerbini ve ark. 2020). Hastalar üzerinde yapılan araştırmalara bakıldığında, hastane sürecinin çocuklarda saldırganlık gibi etkilerinin olduğu, kanser, MS ve depresyon gibi kronik hastalık süreci zorlu hastalıklarda psikososyal yönden desteklenmenin hastalık sürecini yönetmede ve yaşam kalitesini artırmada etkilerinin olduğu görülmüştür (Akyüz ve ark. 2021; Hyarat ve ark., 2019; Kalra ve ark. 2018; Schouten ve ark, 2019; Üstün ve ark. 2021). Psikososyal olarak desteklenen eğitim materyallerinin ise öğrenme sürecini pozitif yönde etkilediği görülmüştür (Choi 2018).

### **TARTIŞMA**

Psikososyal müdahaleler farklı popülasyon ve hasta gruplarında olumlu sonuçlarla ilişkilendirilmiştir. Aydemir ve Çetin (2019), yaptıkları derlemede kronik hastalık tanısı almak bireylerde hafif duygusal tepkilerden ciddi ruhsal bozukluklara kadar çeşitli düzeylerde problemlere sebep olabileceğini ifade etmiştir. Hemşireler, bireylerin hastalığına ve durumuna uyumunu destekleyerek hastalara özgün streslerine uyumunu kolaylaştırma sorumluluğuna sahiptir. Hemşireler hastanın baş etme tepkilerini maksimum güçlerini ve bütünlüğünü sürdürülebilmesini belirlemede önemli rol oynamaktadır (Aydemir ve Çetin, 2019).

Başoğul ve Buldukoğlu (2015), yaptıkları derlemede depresyonda farmakolojik tedavinin yanında psikososyal girişimlerin etkinliğini ve psikiyatri hemşiresinin rolünü vurgulamıştır. Ruh sağlığı ve hastalıkları hemşirelerinin psikososyal müdahaleleri kullanarak depresyonun önlenmesi ve tedavisinde etkin rol alabileceğini ifade etmişlerdir (Başoğul ve Buldukoğlu, 2015).

Tekin Epik ve Öztürk (2020), yaptıkları derlemede sağlık profesyonellerinin karşılaştığı psikososyal tehlikeler ve bunların neden olduğu durumlar diğer tehlike türlerine nazaran çalışanların daha çok zihinsel sağlıkları üzerinde etkili olduğunu vurgulamışlardır. Psikososyal tehlikelere uzun süre maruz kalma kardiyovasküler hastalıklar gibi artan sağlık sorunlarıyla ilişkilendirilmekte ve ayrıca depresyon dâhil pek çok psikiyatrik bozukluğa katkıda bulunduğu belirtilmiştir. Bu durumla baş etmede çalışanlara sosyal ve iletişim becerilerini geliştirme, zaman yönetimi, stresle başa çıkma, işin içerdiği tehlikeler vb. konularda eğitimler verilebileceği önerilmiştir (Tekin Epik ve Öztürk, 2020).

Yaptığımız çalışmada, literatürle uyumlu olarak psikososyal müdahalelerin çeşitli risk gruplarında (hasta grupları, sağlık çalışanları, sosyal gruplar) ruh sağlığının desteklenmesinde etkin rol oynadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada, hemşirelerin stresle baş etmelerinde, ortopedik cerrahi geçiren hastaların psikososyal sorunların çözülmesinde, hastaneye yatan çocuklarda görülen olumsuz ruhsal durumların çözülmesinde, MS hastalarının yaşam kalitelerinin artırılmasında öğrencilerin öğrenme sürelerinin desteklenmesinde, depresyon



hastalarının ilaç dışı müdahalesinde ve sağlık profesyonellerinin yaşadığı mesleki hastalığına (Covid-19 gibi) yakalanma kaygılarıyla mücadele etmede psikososyal müdahalelerin etkili olduğu görülmüştür.

## SONUÇ

Bireylerin psikososyal yönlerinin doyurulması ya da desteklenmesi, karşılaştıkları zorluklarla baş edebilmelerini sağlamaktadır. Sahip oldukları sorunlara uyum sağlayıp bu süreçleri sağlıklı bir şekilde yönetebilmelerinde psikososyal desteğin önemi büyüktür. Bu çalışma ile son beş yıl içerisinde farklı stresörlerle karşılaşmış bireylerin, sahip oldukları psikososyal sorunların, hayatlarına etkilerini dair bulguları literatüre kazandırılmak istenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Akyüz E, Ünlü H, Uğurlu Z, Elbaş N (2021). Ortopedik Cerrahi Geçiren Hastaların Yaşadıkları Psikososyal Sorunlar ve Yaşam Kalitesindeki Değişiklikler. Sağlık ve Toplum, 31(3), 79 - 93.
- Aydemir, T. & Çetin, Ş. (2019). Kronik Hastalıklar ve Psikososyal Bakım . Journal of Anatolian Medical Research , 4 (3) , 109-115 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jamer/issue/50387/642116>
- Başoğlu, C., & Buldukoğlu, K. (2015). Depresif bozukluklarda psikososyal girişimler. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 7(1), 1-15.
- Choi Y. J. (2018). The value of psychosocial group activity in nursing education: A qualitative analysis. Nurse education today, 64, 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.02.012>
- Epik, M. T., & Öztürk, M. Sağlık Hizmetlerinde Psikososyal Riskler Psychosocial Risks In Healthcare. Adi V, 451.
- Eskiurt R, Özkan B. Hemşirelik öğrencilerinin kanser hastalarına yönelik problem çözme eğitimi sonrası yaptıkları psikososyal müdahalelerinin incelenmesi. JILSES, 2017: 3(2), 316-22.
- Gorman, L.M. & Sultan, D. F. (2008) Psychosocial Nursing For General Patient Care. E. A. Davis Company, Philadelphia,
- Hyarat, S. Y., Subih, M., Rayan, A., Salami, I., & Harb, A. (2019). Health Related Quality of Life Among Patients With Multiple Sclerosis: The Role of Psychosocial Adjustment to Illness. Archives of psychiatric nursing, 33(1), 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.apnu.2018.08.006>
- Kalra, H., Reilly, N., & Austin, M. P. (2018). An evaluation of routine antenatal depression screening and psychosocial assessment in a regional private maternity setting in Australia. The Australian & New Zealand journal of obstetrics & gynaecology, 58(6), 629–635. <https://doi.org/10.1111/ajo.12777>
- Karataş, H., & Kelleci, M. (2021). Psikososyal Bakım Yetkinliği Öz Değerlendirme Ölçeği'nin Geliştirilmesi Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. J. Psychiatric Nurs., 12(3):263-271.



- Kocaman, N. (2008). Hastaların Psikososyal Tepkilerini Etkileyen Faktörler. Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi, 11(1), 101-112.
- Nehir, S. & Güngör, N. (2019). Hemşirelerin Psikososyal Sorunlarının ve Stresle Başa Çıkma Tarzlarının İncelenmesi . Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi , 6 (3) , 174-181 . DOI: 10.34087/cbusbed.548466
- Schouten, B., Bergs, J., Vankrunkelsven, P., & Hellings, J. (2019). Healthcare professionals' perspectives on the prevalence, barriers and management of psychosocial issues in cancer care: A mixed methods study. European journal of cancer care, 28(1), e12936. <https://doi.org/10.1111/ecc.12936>
- TDK (2022) <https://sozluk.gov.tr/>
- Üstün, G., Akan, B. & Küçük, L. (2021). Hastanede Yatan Çocuklarda Psikososyal Semptomlar ile Annelerinin Endişe Düzeyleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi . Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi , 14 (3) , 207-216 . DOI: 10.46483/deuhfed.832698
- Varcarolis' EM. (2014) Foundations of Psychiatric Mental Health Nursing. Elsevier Saunders. United States of America
- Zerbini, G., Ebigbo, A., Reicherts, P., Kunz, M., & Messman, H. (2020). Psychosocial burden of healthcare professionals in times of COVID-19 - a survey conducted at the University Hospital Augsburg. German medical science : GMS e-journal, 18, Doc05. <https://doi.org/10.3205/000281>

## BICOMPLEX NARAYANA NUMBERS

Dr, ÇAĞLA ÇELEMOĞLU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, [cagla.ozyilmaz@omu.edu.tr](mailto:cagla.ozyilmaz@omu.edu.tr)- 0000-0003-0572-8132

### ABSTRACT

In this study, the sequence of bicomplex Narayana numbers is defined. The generating function and Binet formula for this sequence are given. In addition, some equalities are obtained about of bicomplex Narayana number sequence.

**Keywords:** Narayana numbers, bicomplex Narayana numbers, generating function.

### ÖZET

Bu çalışmada, bikompleks Narayana sayı dizileri tanımlanır. Bu diziler için üreteç fonksiyonu ve Binet formülü verilir. Ayrıca, bikompleks Narayana sayı dizisi ile ilgili bazı eşitlikler elde edilir.

**Anahtar Kelimeler:** Narayana sayıları, bikompleks Narayana sayıları, üreteç fonksiyonu.

### 1. INTRODUCTION

Different number sequences have attracted the attention of scientists for many years. The most well-known of these is the Fibonacci sequence. In 1202, the Fibonacci sequence,  $\{F_u\}_0^\infty$ , was introduced based on a computational problem related to the birth of rabbits in the book named Liber Abaci by Fibonacci. The sequence of Fibonacci numbers which is denoted by  $F_u$  is defined as the linear recurrence relation. For  $u \geq 2$ , ( $u$  is an integer),

$$F_u = F_{u-1} + F_{u-2} \quad (1.1)$$

with  $F_0 = 0$ ,  $F_1 = 1$  [1].

Another sequence that has been put forward due to a similar computational problem is the Narayana sequence. In 1356, the Narayana sequence,  $\{N_u\}_0^\infty$ , was introduced based on a computational problem related to the birth of cows in the book called Ganita Kaumudi by Narayana. For  $u \geq 3$  ( $u$  is an integer),

$$N_{u+1} = N_u + N_{u-2} \quad (1.2)$$

with  $N_0 = 1$ ,  $N_1 = 1$ ,  $N_2 = 1$  [1].

The first ten terms of Narayana sequence are

1,1,1, 2, 3, 4, 6, 9, 13, 19, 28.

From [1], the characteristic equation of (1.2) is

$$\omega^3 - \omega^2 - 1 = 0. \quad (1.3)$$

The Binet's formula of  $N_u$  is

$$N_u = \frac{\theta^{u+1}}{(\theta - \delta)((\theta - \tau))} + \frac{\delta^{u+1}}{(\delta - \theta)((\delta - \tau))} + \frac{\tau^{u+1}}{(\tau - \theta)((\tau - \delta))} \quad (1.4)$$

where  $\theta$ ,  $\delta$  and  $\tau$  are roots of (1.3) [2].

In [3], the authors proved some identities about Narayana numbers. Some of these are:

$$N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_u = N_{u+3} - 1, \tag{1.5}$$

$$N_1 + N_4 + N_7 + \dots + N_{3u-2} = N_{3u-1}, \tag{1.6}$$

$$N_2 + N_5 + N_8 + \dots + N_{3u-1} = N_{3u}, \tag{1.7}$$

$$N_3 + N_6 + N_9 + \dots + N_{3u} = N_{3u+1} - 1. \tag{1.8}$$

The generalizations of number sequences can also be formed with bicomplex numbers [4]. In 1892, Corrado Segre [5] defined bicomplex numbers by four bases elements  $1, i, j, ij$  where  $i, j, ij$  satisfy the following procedure:

$$i^2 = j^2 = -1 \text{ and } ij = ji.$$

In this situation, a bicomplex number  $b$  can be represented in the following form:

$$b = b_0 + ib_1 + jb_2 + ijb_3 = b_0 + ib_1 + j(b_2 + ib_3) \tag{1.9}$$

where  $b_0, b_1, b_2, b_3 \in R$  and  $R$  is the set of real numbers.

Let any two bicomplex numbers be  $b = b_0 + ib_1 + jb_2 + ijb_3$  and  $b^* = b_0^* + ib_1^* + jb_2^* + ijb_3^*$ . In this situation, it is defined the addition, subtraction and multiplication of the bicomplex numbers as follows:

$$b + b^* = (b_0 + b_0^*) + (b_1 + b_1^*)i + (b_2 + b_2^*)j + (b_3 + b_3^*)ij, \tag{1.10}$$

$$b - b^* = (b_0 - b_0^*) + (b_1 - b_1^*)i + (b_2 - b_2^*)j + (b_3 - b_3^*)ij, \tag{1.11}$$

$$b \times b^* = (b_0b_0^* - b_1b_1^* - b_2b_2^* + b_3b_3^*) + (b_0b_1^* + b_1b_0^* - b_2b_3^* + b_3b_2^*)i + (b_0b_2^* + b_2b_0^* - b_1b_3^* + b_3b_1^*)j + (b_0b_3^* + b_3b_0^* - b_1b_2^* + b_2b_1^*)ij, \tag{1.12}$$

respectively.

Furthermore, for the bicomplex numbers, there are three different conjugations which can be represented in the following form:

$$\bar{b}_i = b_0 - ib_1 + jb_2 - ijb_3, \tag{1.13}$$

$$\bar{b}_j = b_0 + ib_1 - jb_2 - ijb_3, \tag{1.14}$$

$$\bar{b}_{ij} = b_0 - ib_1 - jb_2 + ijb_3. \tag{1.15}$$

If one wants to learn details about the bicomplex numbers. For more information, one can look at [6-12].

There are also studies that are built by combining bicomplex numbers and some important number sequences. For example, in [6], it is introduced the bicomplex Fibonacci numbers by combining bicomplex numbers and Fibonacci numbers as following:

$$BF_n = F_n + iF_{n+1} + jF_{n+2} + ijF_{n+3} \tag{1.16}$$

where  $F_n$  is the  $n^{th}$  Fibonacci number,  $i$  and  $j$  are imaginary units.

In this study, we define bicomplex Narayana numbers by combining bicomplex numbers and Narayana numbers. We obtain the generating function and Binet formula for these numbers. Then, we examine some properties of bicomplex Narayana numbers. We obtain some identities by using three types of conjugations about of bicomplex Narayana number sequence.

## 2. BICOMPLEX NARAYANA NUMBERS

Here, a new number sequences called that the bicomplex Narayana numbers will be defined. Some identities about bicomplex Narayana number sequence will be obtained. And, for these number sequences, the generating function and Binet’s formula are given.

**Definition 2.1.** The bicomplex Narayana numbers are defined by

$$BN_u = N_u + iN_{u+1} + jN_{u+2} + ij N_{u+3} \quad (2.1)$$

where  $N_u$  is the  $u^{th}$  Narayana number and  $i, j$  are bicomplex units which satisfy the commutative multiplication rules:

$$i^2 = j^2 = -1 \text{ and } ij = ji.$$

The first ten terms of bicomplex Narayana sequence are

$$1 + i + j + 2ij, 1 + i + 2j + 3ij, 1 + 2i + 3j + 4ij, 2 + 3i + 4j + 6ij, 3 + 4i + 6j + 9ij, 4 + 6i + 9j + 13ij, 6 + 9i + 13j + 19ij, 9 + 13i + 19j + 28ij, 13 + 19i + 28j + 41ij, 19 + 28i + 41j + 60ij, 28 + 41i + 60j + 88ij.$$

Let  $BN_u = N_u + iN_{u+1} + jN_{u+2} + ij N_{u+3}$  and  $BN_v = N_v + iN_{v+1} + jN_{v+2} + ij N_{v+3}$  be two bicomplex Narayana numbers. The addition and subtraction of these numbers are given by

$$BN_u \mp BN_v = (N_u \mp N_v) + (N_{u+1} \mp N_{v+1})i + (N_{u+2} \mp N_{v+2})j + (N_{u+3} \mp N_{v+3})ij. \quad (2.2)$$

The multiplication of these numbers is given by

$$\begin{aligned} BN_u \times BN_v = & (N_u N_v - N_{u+1} N_{v+1} - N_{u+2} N_{v+2} + N_{u+3} N_{v+3}) \\ & + (N_u N_{v+1} + N_{u+1} N_v - N_{u+2} N_{v+3} + N_{u+3} N_{v+2})i \\ & + (N_u N_{v+2} + N_{u+2} N_v - N_{u+1} N_{v+3} + N_{u+3} N_{v+1})j \\ & + (N_u N_{v+3} + N_{u+3} N_v - N_{u+1} N_{v+2} + N_{u+2} N_{v+1})ij. \end{aligned} \quad (2.3)$$

The multiplication of a bicomplex Narayana numbers by the real scalar  $\lambda$  is defined as follows:

$$\lambda BN_u = \lambda N_u + i\lambda N_{u+1} + j\lambda N_{u+2} + ij \lambda N_{u+3}. \quad (2.4)$$

Moreover, there are three different conjugations which can be defined as follows for bicomplex Narayana numbers:

$$\overline{(BN_u)_i} = N_u - iN_{u+1} + jN_{u+2} - ijN_{u+3}, \quad (2.5)$$

$$\overline{(BN_u)_j} = N_u + iN_{u+1} - jN_{u+2} - ijN_{u+3}, \quad (2.6)$$

$$\overline{(BN_u)_{ij}} = N_u - iN_{u+1} - jN_{u+2} + ijN_{u+3}. \quad (2.7)$$

**Theorem 2.2.** Let  $BN_u$  and  $BN_v$  be two bicomplex Narayana numbers. In this situation, we obtain the following identities about the conjugates of these numbers:

$$\overline{(BN_u)(BN_v)_i} = \overline{(BN_u)_i} \overline{(BN_v)_i} = \overline{(BN_v)_i} \overline{(BN_u)_i} \quad (2.8)$$

$$\overline{(BN_u)(BN_v)_j} = \overline{(BN_u)_j} \overline{(BN_v)_j} = \overline{(BN_v)_j} \overline{(BN_u)_j} \quad (2.9)$$

$$\overline{(BN_u)(BN_v)_{ij}} = \overline{(BN_u)_{ij}} \overline{(BN_v)_{ij}} = \overline{(BN_v)_{ij}} \overline{(BN_u)_{ij}} \quad (2.10)$$

**Proof.** It can be proved easily by using (2.5)-(2.7). ■

Take into account (1.2) and (2.1), there is the following recursive relation among the elements of the sequence  $BN$ .

$$BN_{u+2} = BN_{u+1} + BN_{u-1}. \tag{2.11}$$

Thus, the characteristic equation of (2.11) is

$$\mu^3 - \mu^2 - 1 = 0. \tag{2.12}$$

**Theorem 2.3.** For  $n \geq 0$ , ( $n$  is any integer), the Binet's formula for the bicomplex Narayana numbers  $\{BN_u\}$  is determined by the equation

$$BN_u = \frac{\theta \theta^{u+1}}{(\theta - \delta)((\theta - \tau))} + \frac{\delta \delta^{u+1}}{(\delta - \theta)((\delta - \tau))} + \frac{\tau \tau^{u+1}}{(\tau - \theta)((\tau - \delta))} \tag{2.13}$$

where  $\theta, \delta$  and  $\tau$  are roots of the characteristic equation (2.12).

$$\begin{aligned} \theta &= 1 + i\theta + j\theta^2 + ij\theta^3 \\ \delta &= 1 + i\delta + j\delta^2 + ij\delta^3 \\ \tau &= 1 + i\tau + j\tau^2 + ij\tau^3 \end{aligned}$$

**Proof.** Using (2.1) and (1.4), we have:

$$\begin{aligned} BN_u &= \frac{\theta^{u+1}}{(\theta - \delta)((\theta - \tau))} + \frac{\delta^{u+1}}{(\delta - \theta)((\delta - \tau))} + \frac{\tau^{u+1}}{(\tau - \theta)((\tau - \delta))} \\ &+ i \left( \frac{\theta^{u+2}}{(\theta - \delta)((\theta - \tau))} + \frac{\delta^{u+2}}{(\delta - \theta)((\delta - \tau))} + \frac{\tau^{u+2}}{(\tau - \theta)((\tau - \delta))} \right) \\ &+ j \left( \frac{\theta^{u+3}}{(\theta - \delta)((\theta - \tau))} + \frac{\delta^{u+3}}{(\delta - \theta)((\delta - \tau))} + \frac{\tau^{u+3}}{(\tau - \theta)((\tau - \delta))} \right) \\ &+ ij \left( \frac{\theta^{u+4}}{(\theta - \delta)((\theta - \tau))} + \frac{\delta^{u+4}}{(\delta - \theta)((\delta - \tau))} + \frac{\tau^{u+4}}{(\tau - \theta)((\tau - \delta))} \right) \end{aligned}$$

With some simple calculation, the Binet's formula for the bicomplex Narayana numbers is obtained. ■

**Theorem 2.3.** The generating function to the bicomplex Narayana numbers  $\{BN_u\}$  is given by

$$G(t) = \frac{BN_0 + (BN_1 - BN_0)t + (BN_2 - BN_1)t^2}{(1-t-t^3)} = \frac{BN_0 + (j+ij)t + (i+j+ij)t^2}{(1-t-t^3)}. \tag{2.14}$$

**Proof.** For the generating function of  $\{BN_u\}_{u=0}^\infty$ , we first consider the formal power series representation the following

$$G(t) = \sum_{u=0}^\infty BN_u t^u.$$

That is

$$G(t) = BN_0 + BN_1 t + BN_2 t^2 + \dots + BN_z t^z + \dots$$

Thus

$$\begin{aligned} -tG(t) &= -BN_0 t - BN_1 t^2 - BN_2 t^3 + \dots - BN_z t^{z+1} + \dots \\ -t^3 G(t) &= -BN_0 t^3 - BN_1 t^4 - BN_2 t^5 + \dots - BN_z t^{z+3} - \dots \end{aligned}$$

Considering the above equations, we find that

$$\begin{aligned} (1 - t - t^3)G(t) &= BN_0 + (BN_1 - BN_0)t + (BN_2 - BN_1)t^2 \\ &+ (BN_3 - BN_2 - BN_0)t^3 + \dots + (BN_{z+1} - BN_z - BN_{z-2})t^{z+1} + \dots \end{aligned}$$

Using (2.1), (2.11) and initial conditions, we have

$$G(t) = \frac{BN_0 + (j+ij)t + (i+j+ij)t^2}{(1-t-t^3)}. \blacksquare$$

**Theorem 2.4.** For  $u \geq 0$ , some summation formulas of bicomplex Narayana numbers are

$$\bullet \sum_{v=0}^u BN_v = BN_{u+3} - BN_2. \tag{2.15}$$

$$\bullet \sum_{v=0}^u BN_{3v} = BN_{3u+1} - j - ij. \tag{2.16}$$

**Proof.**

$$\bullet \sum_{v=0}^u BN_v = \sum_{v=0}^u N_v + i \sum_{v=1}^{u+1} N_v + j \sum_{v=2}^{u+2} N_v + ij \sum_{v=3}^{u+3} N_v,$$

From (1.5), we obtain

$$= (N_{u+3} - 1) + i(N_{u+4} - 1) + j(N_{u+5} - 2) + ij(N_{u+6} - 3)$$

From (2.1), we obtain

$$= BN_{u+3} - (1 + i + 2j + 3ij) = BN_{u+3} - BN_2. \blacksquare$$

$$\bullet \sum_{v=0}^u BN_{3v} = \sum_{v=0}^u N_{3v} + i \sum_{v=0}^u N_{3v+1} + j \sum_{v=0}^u N_{3v+2} + ij \sum_{v=0}^u N_{3v+3}$$

From (1.6) and (1.8), we obtain

$$= N_{3u+1} + iN_{3u+2} + j(N_{3u+3} - 1) + ij(N_{3u+4} - 1)$$

From (2.1), we obtain

$$= BN_{3u+1} - (j + ij) = BN_{3u+1} - j - ij. \blacksquare$$

Certain properties are given about the conjugations of the bicomplex Narayana numbers are given with the following:

**Conclusion 2.5.** Let  $\overline{(BN_u)_i}$ ,  $\overline{(BN_u)_j}$  and  $\overline{(BN_u)_{ij}}$  be three different conjugations for the bicomplex Narayana numbers. In this situation, for  $u \geq 0$ , we obtain the following equations:

$$BN_u \overline{(BN_u)_i} = (N_u^2 + N_{u+1}^2 - N_{u+2}^2 - N_{u+3}^2) + 2j(N_{u+2}N_u + N_{u+3}N_{u+1}), \tag{2.17}$$

$$BN_u \overline{(BN_u)_j} = (N_u^2 - N_{u+1}^2 + N_{u+2}^2 - N_{u+3}^2) + 2i(N_{u+1}N_u + N_{u+3}N_{u+2}), \tag{2.18}$$

$$BN_u \overline{(BN_u)_{ij}} = (N_u^2 + N_{u+1}^2 + N_{u+2}^2 + N_{u+3}^2) + 2ij(N_uN_{u+3} - N_{u+2}N_{u+1}). \tag{2.19}$$

**Proof.** By using the equations (2.1) and (2.5), we get (2.17). Similarly, by using the equations (2.1) and (2.6), we get (2.18), and by using the equations (2.1) and (2.7), we get (2.19). ■

### 3. CONCLUSION AND EVALUATION

In this study, firstly, we examined Narayana numbers, bicomplex numbers, bicomplex Fibonacci and bicomplex Lucas numbers [1-11]. And, we introduced bicomplex Narayana numbers. Furthermore, we gave the generating functions and Binet formulas for these numbers. Then, we examined some properties of bicomplex Narayana numbers. Finally, we obtained some summation formulas of bicomplex Narayana numbers. In addition, we gave some identities by using three types of conjugations about of bicomplex Narayana number sequences.

### REFERENCES

[1] Koshy, T. *Fibonacci and Lucas Numbers with Applications*, New York, Wiley, 2001.  
 [2] Soykan, Y. On generalized Narayana numbers. *Int. J. Adv. Appl. Math. Mech*, 7, 3, 2020.  
 [3] Didkivska, T. V., St'opochkina, M. V. Properties of Fibonacci Narayana numbers, In the *World of Mathematics*, 9, 1, 2003.

- [4] Özkan, E., Kuloğlu, B. On the bicomplex Gaussian Fibonacci and Gaussian Lucas numbers, *Acta Et Commentationes Universitatis Tartuensis De Mathematica*, 26, 1, 2022.
- [5] Segre, C., Le rappresentazioni reali delle forme complesse e gli enti iperalgebrici, *Math. Ann.* 40, 1892.
- [6] Nurkan, S.K., Güven, I.A, A note on bicomplex Fibonacci and Lucas numbers, *Internat. J. Pure Appl. Math.* 120, 2018.
- [7] Yağmur, T. On generalized bicomplex k-Fibonacci numbers, *Notes Number Theory Discrete Math.* 25, 2019.
- [8] Rochon, D., Shapiro, M. On algebraic properties of bicomplex and hyperbolic numbers, *An. Univ. Oradea Fasc. Mat.* 11, 2004.
- [9] Elizarrarás-Luna, M.E., Shapiro, M., Struppa, M., Vajiac, A.D.C. The bicomplex numbers. In *Bicomplex Holomorphic Functions; Frontiers in Mathematics*, Birkhuser: Cham, Switzerland, 2015.
- [10] Luna-Elizarraras, M.E., Shapiro, M., Struppa, D.C., Vajiac, A. Bicomplex numbers and their elementary functions. *Cubo* 44, 2012.
- [11] Halıcı, S. On Bicomplex Fibonacci Numbers and Their Generalization, *Models and Theories in Social Systems*, 179, 2019.
- [12] Kızılateş, C., Catarino, P., Tuğlu, N. On the bicomplex generalized Tribonacci quaternions. *Mathematics*, 7, 1, 2019.



## GAUSS LEONARDO NUMBERS

Dr. ÇAĞLA ÇELEMOĞLU <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs University, The Faculty of Science, cagla.ozyilmaz@omu.edu.tr – 0000-0003-0572-8132

### ABSTRACT

Here, we describe Gauss Leonardo numbers. And we obtain some important identities involving these numbers. Then, we study on the different properties of the Gauss Leonardo numbers. Finally, we give generating function and extended Binet's formula for these numbers.

**Keywords:** Leonardo numbers, Gauss Fibonacci numbers, Gauss Leonardo numbers, generating function, Binet's formula.

### ÖZET

Burada, Gauss Leonardo sayılarını tanımlarız. Bu sayıları içeren bazı önemli eşitlikler elde ederiz. Sonra, Gauss Leonardo sayılarının farklı özellikleri üzerine çalışırız. Son olarak bu sayılar için üreteç fonksiyonu ve Binet formülünü veririz.

**Anahtar Kelimeler:** Leonardo sayıları, Gauss Fibonacci sayıları, Gauss Leonardo sayıları, üreteç fonksiyon, Binet formülü

### 1. INTRODUCTION

The number sequences have been a popular topic in mathematics for many years. There is a lot of work done on these topics. The most popular of these sequences are the Fibonacci sequence. The Fibonacci sequence,  $\{F_n\}_{n=0}^{\infty}$ , is a sequence of numbers, starting with 0 and 1, in which the value of any element is computed by taking the sum of the two consecutive numbers. That is, for  $n \geq 2$ , in [1], it is obtained following recurrence relation:

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2}. \quad (1.1)$$

The first ten Fibonacci Numbers are

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55.

There is another interesting sequence closely related to these sequences, which is the Leonardo sequence. In [2], for  $n \geq 2$ , Leonardo sequence are defined by Catarino and Borges with the following recurrence relation

$$Le_n = Le_{n-1} + Le_{n-2} + 1 \quad (1.2)$$

and the boundry conditions  $Le_0 = Le_1 = 1$ .

The first ten Leonardo Numbers are

1, 1, 3, 5, 9, 15, 25, 41, 67, 109, 177.

In addition, for  $n \geq 2$ , there is following identity between Leonardo numbers [2]:

$$Le_{n+1} = 2Le_n - Le_{n-2}. \tag{1.3}$$

The characteristic equation of (1.3) is

$$\beta^3 - 2\beta^2 + 1 = 0. \tag{1.4}$$

The Binet's formula of the  $Le_n$  is

$$Le_n = \frac{2\theta^{n+1} - 2\gamma^{n+1} - \theta + \gamma}{\theta - \gamma} \tag{1.5}$$

where  $\theta$  and  $\gamma$  are roots of the characteristic equation (1.4) [2]. According to (1.5), it is easily obtained that

$$Le_n = 2F_{n+1} - 1, \tag{1.6}$$

where  $F_n$  is  $n^{th}$  Fibonacci number [2]. There are many studies on Leonardo numbers [2-7].

The other of the popular number sequences is the Gauss numbers. The set of these numbers is denoted by  $Z[i]$  where  $Z$  is the set of integers. Gauss numbers were investigated by Gauss in 1832. The first studies on this numbers were made by Gauss. Then, Gauss Fibonacci and Lucas numbers were defined by Jordan in 1965. In [8], these number sequences are defined by the following recurrence relation for  $n \geq 2$ ,

$$GF_n = GF_{n-1} + GF_{n-2} \tag{1.7}$$

and the boundry conditions  $GF_0 = i, GF_1 = 1$ . The first ten Gauss Fibonacci Numbers are  $i, 1, i + 1, i + 2, 2i + 3, 3i + 5, 5i + 8, 8i + 13, 13i + 21, 21i + 34, 34i + 55$ .

And then, according to (1.7), its easily seen that

$$GF_n = F_n + iF_{n-1} \tag{1.8}$$

where  $F_n$  is  $n^{th}$  Fibonacci number,

$$GL_n = GL_{n-1} + GL_{n-2} \tag{1.9}$$

and the boundry conditions  $GL_0 = 2 - i, GL_1 = 1 + 2i$  [8]. The first ten Gauss Lucas Numbers are

$2 - i, 1 + 2i, 3 + i, 4 + 3i, 7 + 4i, 11 + 7i, 18 + 11i, 29 + 18i, 47 + 29i, 76 + 47i, 123 + 76i$ .

And then, According to (1.9), its easily seen that

$$GL_n = L_n + iL_{n-1} \tag{1.10}$$

where  $L_n$  is  $n^{th}$  Lucas number [8].

In addition, according to (1.7) and (1.9), in [8], it is obtained that the following equations are hold.

$$GF_n + GL_n = 2GF_{n+1} \tag{1.11}$$

$$GL_{n+2} + GL_n = 5GF_{n+1} \tag{1.12}$$

$$GF_n = \frac{GL_{n-1} + GL_{n+1}}{5} \tag{1.13}$$

$$GF_{n+2} = \frac{GL_{n-1} + GL_{n+5}}{10} \tag{1.14}$$

$$GL_n = GF_n + 2GF_{n-1} \tag{1.15}$$

After that, Aşçı and Gürel defined Gauss Jacosthal and Gauss Jacobsthal Lucas numbers and studied on Gauss Jacobsthal and Gauss Jacobsthal Lucas polynomials in 2013 [9-10]. Then, these number sequences are defined by the following recurrence relation for  $n \geq 2$ ,

$$GJ_{n+1} = GJ_n + 2GJ_{n-1} \tag{1.16}$$

and the boundry conditions  $GJ_0 = \frac{i}{2}, GJ_1 = 1$  [9]. The first ten Gauss Jacosthal numbers are  $\frac{i}{2}, 1, i + 1, i + 3, 3i + 5, 5i + 11, 11i + 21, 21i + 43, 43i + 85, 85i + 171, 171i + 341$ .

And then, according to (1.16), in [9], it is obtained that

$$GJ_n = J_n + iJ_{n-1} \tag{1.17}$$

where  $J_n$  is  $n^{th}$  Jacobsthal number and

$$Gj_{n+1} = Gj_n + 2Gj_{n-1} \tag{1.18}$$

and the boundry conditions  $Gj_0 = 2 - \frac{i}{2}, Gj_1 = 1 + 2i$ . The first ten Gauss Jacosthal Lucas numbers are

$$2 - \frac{i}{2}, 1 + 2i, 5 + i, 7 + 5i, 17 + 7i, 31 + 17i, 31i + 65, 65i + 127, 127i + 257, 257i + 511.$$

And then, according to (1.18), in [9], it is obtained that

$$Gj_n = j_n + ij_{n-1} \tag{1.19}$$

where  $j_n$  is  $n^{th}$  Jacobsthal Lucas number. There are many studies on Gauss numbers [9-23] and this numbers is still popular.

In this study, firstly we examined Gauss Fibonacci, Gauss Lucas, Gauss Jacobsthal, Gauss Jacobsthal Lucas numbers and Leonardo numbers. And, we described Gauss Leonardo numbers. Moreover, we obtained some important identities involving the Gauss Leonardo numbers. Then, we studied on summation formulas of Gauss Leonardo numbers. Finally, we gave generating function and Binet’s formula for Gauss Leonardo numbers.

## 2. GAUSS LEONARDO NUMBERS

It is defined  $n^{th}$  Gauss Leonardo numbers by the following recurrence relation for  $n \geq 2$ ,

$$GLE_n = GLe_{n-1} + GLe_{n-2} + (1 + i) \tag{2.1}$$

and the boundry conditions  $GLe_0 = 1 - i, GLe_1 = 1 + i$ . The first ten Gauss Leonardo numbers are

$$1 - i, 1 + i, 3 + i, 5 + 3i, 9 + 5i, 15 + 9i, 25 + 15i, 41 + 25i, 67 + 41i, 109 + 67i, 177 + 109i.$$

And then, according to (2.1), it is easily seen that

$$GLE_n = Le_n + iLe_{n-1} \tag{2.2}$$

where  $Le_n$  is  $n^{th}$  Leonardo number.

Thus, from (2.2), it is obtained that

$$\|GLE_n\| = Le_n^2 + Le_{n-1}^2. \tag{2.3}$$

In addition, for  $n \geq 2$ , there is following identity between Gauss Leonardo numbers

$$GLE_{n+1} = 2GLE_n - GLe_{n-2}. \tag{2.4}$$

The characteristic equation of (2.4) is

$$\gamma^3 - 2\gamma^2 + 1 = 0. \tag{2.5}$$

The relation between Gauss Leonardo and Gauss Fibonacci numbers is expressed in the following proposition.

**Proposition 2.1.** For  $n \geq 0$ ,

$$GLE_n = 2GF_{n+1} - (1 + i). \tag{2.6}$$

where  $GF_n$  is the  $n^{th}$  Gauss Fibonacci number.

**Proof.** We prove by induction on  $n$ . For  $n = 0$ , (2.6) is easily hold. For all  $n$ , we assume that (2.6) is true. And, for  $n + 1$ , we prove that the equality (2.6) is true.

The recurrence relation (2.6) using the induction hypothesis and the recurrence relation (2.1) we can successively write

$$\begin{aligned} GLe_{n+1} &= GLe_n + GLe_{n-1} + (1 + i) = (2GF_{n+1} - (1 + i)) + (2GF_n - (1 + i)) + (1 + i) \\ &= 2(GF_{n+1} + GF_n) - (1 + i) = 2GF_{n+2} - (1 + i). \end{aligned}$$

and thus the result is verified. ■

From (1.11) and (2.6), we obtain that following equation

$$GLE_n = GF_n + GL_n - (1 + i) \tag{2.7}$$

Similarly, it is easily obtained following identities by using the recurrence relations (1.7), (1.9), (2.3).

**Proposition 2.2.** For the  $n^{th}$  Gauss Leonardo numbers  $\{GLE_n\}$ , the following identities hold:

$$GLE_n = 2\left(\frac{GL_n + GL_{n-2}}{5}\right) - (1 + i) \tag{2.8}$$

$$GLE_n = \frac{GL_{n+1} + GL_{n+7}}{5} - (1 + i) \tag{2.9}$$

$$GLE_n = GL_{n+2} - GF_{n+2} - (1 + i) \tag{2.10}$$

where  $GL_n$  is the  $n^{th}$  Gauss Lucas number and  $GF_n$  is the  $n^{th}$  Gauss Fibonacci number.

**Proof.** The equations (2.8), (2.9), (2.10) are easily obtained from (2.1), (2.6), (2.7). ■

**Theorem 2.3.** For  $n \geq 0$  ( $n$  is any integer), the Binet's formula for the Gauss Leonardo numbers  $\{GLE_n\}$  is given by

$$GLE_n = \frac{2\rho\rho^{n+1} - 2\underline{\sigma}\sigma^{n+1}}{\rho - \sigma} - (1 + i) \tag{2.11}$$

where  $\rho$  and  $\sigma$  are roots of the characteristic equation (2.5).

**Proof.** It is known that Binet's formula of Gauss Fibonacci numbers is

$$GF_n = \frac{\rho^n - \sigma^n + i(\rho^{n-1} - \sigma^{n-1})}{\rho - \sigma}$$

where  $\rho = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ ,  $\sigma = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$  and  $GF_n$  is the  $n^{th}$  Gauss Fibonacci number from [24]. If  $\underline{\rho} = 1 + \frac{1}{\rho}i$  and  $\underline{\sigma} = 1 + \frac{1}{\sigma}i$ , it is obtained that  $GF_n = \frac{\rho\rho^n - \underline{\sigma}\sigma^n}{\rho - \sigma}$ . If we consider the equation in (2.6), between Gauss Fibonacci and Gauss Leonardo numbers, the desired result is easily obtained.

■

Now, we can give the generating function for the Gauss Leonardo sequences in the following theorem.

**Theorem 2.4.** The generating function to the Gauss Leonardo numbers  $\{GLE_n\}$  is

$$g(t) = \frac{GLE_0 + (-1+3i)t + (1-i)t^2}{(1-2t+t^3)} \tag{2.12}$$

**Proof.** For the generating function of  $\{GLE_n\}_{n=0}^\infty$ , we first consider the formal power series representation the following

$$g(t) = \sum_{n=0}^\infty GLE_n t^n.$$

That is

$$g(t) = GLE_0 + GLE_1 t + GLE_2 t^2 + \dots + GLE_z t^z + \dots.$$

Thus

$$\begin{aligned} -2tg(t) &= -2GLE_0 t - 2GLE_1 t^2 - 2GLE_2 t^3 + \dots - 2GLE_z t^{z+1} + \dots \\ t^3 g(t) &= GLE_0 t^3 + GLE_1 t^4 + GLE_2 t^5 + \dots + GLE_z t^{z+3} + \dots \end{aligned}$$

If the three equations above are considered together, we obtain that

$$\begin{aligned} (1 - 2t + t^3)g(t) &= GLE_0 + (GLE_1 - 2GLE_0)t + (GLE_2 - 2GLE_1)t^2 \\ &\quad + (GLE_3 - 2GLE_2 + GLE_0)t^3 + \dots + (GLE_{z+1} + 2GLE_z - GLE_{z-2})t^{z+1} + \dots \end{aligned}$$

Using (2.4) and initial conditions, we have

$$g(t) = \frac{GLE_0 + (-1+3i)t + (1-i)t^2}{(1-2t+t^3)} . \blacksquare$$

Here, we will give some equations about sums of terms of the Gauss Leonardo sequence.

**Theorem 2.6.** For  $n \geq 0$ , summation formulas of Gauss Leonardo numbers are

$$\sum_{u=0}^n GLE_u = GLE_{n+2} - (n+2)(1+i) . \tag{2.13}$$

$$\sum_{u=0}^n GLE_{2u} = GLE_{2n+1} - n(1+i) - 2i . \tag{2.14}$$

$$\sum_{u=0}^n GLE_{2u+1} = GLE_{2n+2} - (n+2)(1+i) + 2i . \tag{2.15}$$

**Proof.** The summation formulas above are easily obtained by applying induction to  $n$  and using the recurrence relation (2.1). ■

**Theorem 2.7.** For  $n \geq 1$ , another summation formula of Gauss Leonardo numbers is

$$\sum_{u=0}^n (-1)^{u-1} GLE_u = \begin{cases} -(GLE_{n-1} + 2 - 2i) & n \text{ is even} \\ GLE_{n-1} - 1 + 3i & n \text{ is odd} \end{cases} .$$

**Proof.** Using the recurrence relation in (2.1), we obtain

$$\sum_{u=0}^n (-1)^{u-1} GLE_u = \sum_{u=0}^n (-1)^{u-1} L_e u + i \sum_{u=0}^n (-1)^{u-1} GLE_{u+1} .$$

From [6], we know that

$$\sum_{u=1}^n (-1)^{u-1} F_{u+1} = (-1)^{n-1} F_n \tag{2.16}$$

If we consider (1.6) and (2.16), we obtain

$$\sum_{u=0}^n (-1)^{u-1} GLE_u = \begin{cases} -2GF_n - 1 + 3i & n \text{ is even} \\ 2GF_n - 2 + 2i & n \text{ is odd} \end{cases} . \tag{2.17}$$

where  $GF_n$  is the  $n^{th}$  Gauss Fibonacci number. Thus, the desired result for Gauss Leonardo numbers is easily achieved by using the equations in (2.6) and (2.17). ■

### 3. CONCLUSION AND EVALUATION

In this study, firstly, we examined Gauss Fibonacci, Gauss Lucas, Gauss Jacobsthal, Gauss Jacobsthal Lucas numbers and Leonardo numbers in [2, 8-10]. And, we introduced Gauss Leonardo numbers. Furthermore, we obtained some identities involving the Gauss Leonardo, Gauss Fibonacci and Gauss Lucas numbers. Afterwards, we gave generating function and Binet's formula for Gauss Leonardo numbers.

Finally, we studied on summation formulas of Gauss Leonardo numbers. And, we obtained summation formulas for both odd values of Gauss Leonardo numbers and even values of Gauss Leonardo numbers.

## REFERENCES

- [1] Koshy, T. *Fibonacci and Lucas Numbers with Applications*, New York, Wiley, 2001.
- [2] Catarino, P. Borges, A. On Leonardo Numbers. *Acta Math Univ Comenianae*, 89, 1, 2019.
- [3] Catarino P, Borges A. A note on incomplete leonardo numbers. *Integers*, 20, 2020.
- [4] Shannon AG. A note on generalized leonardo numbers. *Notes Number Theory Discrete Mathematics*, 25, 3, 2019.
- [5] Alp Y., Kocer EG. Some properties of leonardo numbers. *Konuralp J Math*; 9, 1, 2021.
- [6] Alp, Y., Kocer, E. G. Hybrid Leonardo numbers. *Chaos, Solitons & Fractals*, 150, 2021.
- [7] Manguiera, M. C. S., Alves, F. R. V., Catarino, P. M. M. C. Hybrid Quaternions of Leonardo. *Trends in Computational and Applied Mathematics*, 23, 2022.
- [8] Jordan, J. H. Gaussian Fibonacci and Lucas Numbers. *Fibonacci Quarterly*, 3, 4, 1965.
- [9] Aşçı, M., Gürel, E. Gaussian Jacobsthal and Gaussian Jacobsthal Lucas polynomials. *Notes Number Theory Discrete Math*, 19, 1, 2013.
- [10] Aşçı M., Gürel E. Gaussian Jacobsthal and Gaussian Jacobsthal Lucas Numbers (to appear in *Ars. Comb*), 2013.
- [11] Berzsenyi, G. Gaussian Fibonacci numbers. *Fibonacci Quarterly*. 15, 3, 1977.
- [12] Pethe, S., Horadam, A. F. Generalised Gaussian Fibonacci numbers. *Bulletin of the Australian Mathematical Society*, 33, 1, 1986.
- [13] Taşçı, D., Acar, H. Gaussian tetranacci numbers. *Communications in Mathematics and Applications*, 8, 3, 2017.
- [14] Catarino, P., Campos, H. A note on Gaussian Modified Pell numbers. *Journal of Information and Optimization Sciences*, 39, 6, 2018.
- [15] Soykan, Y., Taşdemir, E., Okumuş, İ., Göcen, M. Gaussian generalized Tribonacci numbers. *Journal of Progressive Research in Mathematics*, 2018.

- [16] Taş, S. A new family of  $k$ -Gaussian Fibonacci numbers. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21, 1, 2019.
- [17] Prasad, B. A New Gaussian Fibonacci Matrices and its applications. Journal of Algebra and Related Topics, 7, 1, 2019.
- [18] Özkan, E., Taştan, M. On Gauss Fibonacci polynomials, on Gauss Lucas polynomials and their applications. Communications in Algebra, 48,3, 2020.
- [19] Özkan, E., Taştan, M. On a New family of Gauss  $k$ -Lucas numbers and their polynomials, Asian European Journal of Mathematics, 14, 6, 2021.
- [20] Taştan, M., Özkan, E. On The Gauss  $k$ - Fibonacci Polynomials. Electronic Journal of Mathematical Analysis and Applications, 9, 1, 2021.
- [21] Catarino, P., Ricardo, S. On quaternion Gaussian Bronze Fibonacci numbers. In Annales Mathematicae Silesianae, 36, 2, 2022.
- [22] Halici, S., Öz, S. On some gaussian pell and pell-lucas numbers. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6, 1, 2016.
- [23] Özkan, E. Kuloğlu B. On the New Narayana Polynomials, the Gauss Narayana Numbers and their polynomials, Asian-European Journal of Mathematics, 14, 6, 2021.
- [24] Özkan, E., Kuloğlu, B. On the bicomplex Gaussian Fibonacci and Gaussian Lucas numbers, Acta Et Commentationes Universitatis Tartuensis De Mathematica, 26, 1, 2022.



## GERİ DÖNÜŞÜM LİF KULLANIMININ KUMAŞLARIN HASLIK VE YIKAMA ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Leman ATİKER<sup>1</sup>, Nilgün ÖZDİL<sup>2</sup>, Arif Taner ÖZGÜNEY<sup>2</sup>, Gonca ÖZÇELİK  
KAYSERİ<sup>3</sup>, Serkan ALSAN<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Bölümü,  
[atikerleman@gmail.com](mailto:atikerleman@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-8091-3269

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü,  
Prof. Dr. Nilgün ÖZDİL, [nilgun.ozdil@ege.edu.tr](mailto:nilgun.ozdil@ege.edu.tr), ORCID ID: 0000-0001-9488-5337

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü,  
Prof. Dr. Arif Taner ÖZGÜNEY, [arif.taner.ozguney@ege.edu.tr](mailto:arif.taner.ozguney@ege.edu.tr), ORCID ID: 0000-0003-3936-615X

<sup>3</sup>Ege Üniversitesi, Emel Akın Meslek Yüksekokulu,  
Doç. Dr. Gonca ÖZÇELİK KAYSERİ, [gonca.ozcelik@ege.edu.tr](mailto:gonca.ozcelik@ege.edu.tr), ORCID ID: 0000-0001-6775-8295

<sup>4</sup>Menderes Tekstil San. ve Tic. A.Ş., Tekstil Tasarım Merkezi,  
Serkan ALSAN, [serkanalsan@menderes.com](mailto:serkanalsan@menderes.com), ORCID ID:0000-0002-3420-1914

### ÖZET

Son yıllarda dünya nüfusunun hızla yükselmesi, teknolojik yeniliklerin günden güne gelişmesi ile buna bağlı olarak yükselen yaşam standartları ve tekstil sektörünün her alanında hızlı moda kavramının etkili olması sonucu tekstil tüketiminde ciddi artışlar meydana gelmiştir. Bununla birlikte, tekstil ürünlerinin üretiminde su, enerji ve kimyasal madde tüketimlerinin yüksek olması, doğal kaynakların azalması ve üretim süreçlerinin sera gazı emisyonlarının artışına neden olması ekolojik dengeyi ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir [1]. Tekstil sektöründeki lif üretiminin 2021 yılına ait verilerde 113 milyon tona ulaştığı günümüzde, sürdürülebilirlik kavramına hizmet eden tekstilde geri dönüşüm uygulamaları daha da önemli hale gelmiştir [2]. Bu çalışmada, geri dönüşüm lif kullanımının etkisini görmek amacıyla farklı geri dönüşüm lif oranlarına sahip (%15, %25, %35) pamuk iplikler ve bu ipliklerden dokuma kumaşlar üretilmiştir. Çalışma kapsamında üretilen bu kumaşlara reaktif boyarmaddeler ile boyama işlemi ve reaktif- pigment boyarmaddeler ile baskı işlemleri gerçekleştirilmiş, uygulanan bu renklendirme işlemlerinin kumaşların sürtme haslığı, yıkama sonrası akma, solma, boyut değişimi ve kopma mukavemeti özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuçları incelendiğinde, reaktif boyarmadde ile boya ve baskı işlemi yapılan kumaşların haslık değerlerinin pigment baskılı kumaşlara kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bununla birlikte farklı oranlarda geri dönüşüm pamuk lifi içerikli reaktif baskılı kumaşların 10 yıkama sonrası solma haslık değerlerinde bir farklılık gözlenmediği dolayısıyla yıkamaya karşı dayanımlarının oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Geri dönüşüm pamuk lifi içeren kumaşlarda ve geri dönüşüm lif içermeyen kumaşlarda 10 yıkama sonrası kopma mukavemeti değerlerinde bir miktar azalma gözlenmiş olup elde edilen değerler arasında anlamlı bir fark

olmadığı görülmüştür. Çalışma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, geri dönüşüm pamuk lifi içerikli kumaşların haslık ve yıkama sonrası özellikleri açısından yeterli düzeyde performans gösterdiği dolayısıyla geri dönüşüm pamuk lifinin belirli oranlarda normal pamuk lifi yerine kullanımının uygun olduğu tespit edilmiştir. Geri dönüşüm liflerin kullanımını sektöre ekonomik anlamda girdi olarak katkı sağlarken, ekolojik ayak izinin azaltılmasında dolayısıyla çevre ve insan sağlığı açısından da önemli bir role sahip olduğu açıktır.

**Anahtar Kelimeler:** Tekstil atığı, geri dönüşüm pamuk, renk haslığı, yıkama etkisi

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artış, teknolojik yeniliklerin hızla gelişmesi buna bağlı olarak yaşam standartlarının artması, tüketici üzerinde etkili olan hızlı moda kavramı ve önemli bir pazarlama yöntemi olan e-ticaret faaliyetlerindeki artışlar tekstil tüketiminde ciddi artışlara neden olmaktadır [3, 4]. Tekstil tüketimindeki bu artışlar tekstil ürünü üretim süreçlerinde meydana gelen su, enerji ve kimyasal madde tüketimindeki artışları, doğal kaynakların azalmasını tetiklemektedir. Bunun yanı sıra tekstil endüstrisinin çevresel açıdan kirlilik oluşturması ve tekstil ürünü üretim süreçlerinin sera gazı emisyonlarının artışında önemli bir paya sahip olması ekolojik ayak izinin artmasına yol açarak çevresel yük oluşturmakta ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir [1].

2021 yılına ait verilerde küresel tekstil pazarı büyüklüğünün 993,6 milyar dolar değerinde olduğu ve 2030 yılına kadar bu değerın %4'lük bileşik yıllık büyüme oranı ile artması beklenmektedir [4]. Tekstil endüstrisinde lif üretiminin 2021 yılında 113 milyon tona ulaştığı görülmekte ve tüketim hızının aynı oranlarda artması halinde 2050 yılında küresel lif tüketiminin 150-160 milyon tona ulaşması öngörülmektedir [2, 5].

Günümüzde tekstil tüketiminde meydana gelen artışlar tekstil ürünlerinin üretim süreçlerinden bertaraf edilmesine kadar tüm süreçlerde ortaya çıkan tekstil atıkları ciddi boyutlara ulaşmasına neden olmakta ve tekstil tüketiminin kontrol altına alınmasını zorunlu kılmaktadır. Tekstil tüketimin azaltılmasına ilişkin kullanılan en etken yöntemlerden birisi tekstil ürünlerinin geri dönüşümü uygulamalarıdır. Tekstilde geri dönüşüm uygulamaları sürdürülebilirlik kavramına hizmet ederek çevresel kirliliğin oluşmasına engel olmakta, böylece ekolojik dengenin ve insan sağlığının korunması açısından günümüzde her geçen gün daha da önem kazanmaktadır [5-9].

Dünyada en yaygın kullanılan doğal lif pamuk lifidir. Pamuk lifi yüksek nem çekme özelliği, iyi mukavemet ve tutum özellikleri ile ön plana çıkmaktadır. Ancak pamuk bitkisinin yetiştirilme süreçlerinde yüksek miktarlarda su tüketimi, pestisit ve gübre kullanımını gerektirmektedir. Bunun yanı sıra pamuk lifinden kumaş üretimine kadar olan süreçlerde yüksek oranda su, enerji ve kimyasal madde kullanımı söz konusudur. Bu sebeple insan sağlığı için uygun bulunan ve “çevre dostu” olarak bilinen pamuk lifinin geri dönüştürülmesinin

sektöre girdi olarak geri kazandırılması ve ekolojik ayak izinin azaltılması açısından oldukça önem taşımaktadır [7, 8, 10-12].

Tekstilde geri dönüşüm uygulamalarının arttırılması amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, farklı oranlarda geri dönüşüm lifleri kullanılarak üretilen dokuma kumaşlara boyama, baskı (reaktif, pigment) işlemleri uygulanmıştır. Bu kapsamda çalışmada, kullanılan geri dönüşüm pamuk lifi oranının ve farklı renklendirme işlemlerinin kumaşların haslık ve yıkama özellikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal

Çalışmada dokuma dairesinde kumaş üretimi sırasında meydana gelen teleflerin mekanik yöntemlerle geri dönüşümü sağlanarak elde edilen lifler kullanılmıştır. Bu geri dönüşüm lifleri farklı oranlarda (%15, %25 ve %35) kullanılarak normal liflerle karıştırılmış, elde edilen liflerden iplikler eğrilmiştir. Üretilen bu ipliklerden bezayağı örgü yapısında kumaşlar dokunmuştur [13].

Farklı geri dönüşüm lif içeriğine sahip olan ve farklı renklendirme işlemleri uygulanan bu kumaşların özelliklerinin objektif olarak değerlendirilmesi ve karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla geri dönüşüm lif içermeyen %100 normal pamuk ipliklerinden üretilen dokuma kumaşlar da üretilmiştir. Çalışma kapsamında üretilen iplik ve kumaş özelliklerine ilişkin bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Üretilen İplik ve Kumaşların Özellikleri

Kumaş	İplik Numarası	Kumaş Kodu	Lif İçeriği
Farklı oranlarda geri dönüşüm lif içeren kumaşlar	Çözgü Ne 20 Atkı Ne 8	% 15GD	%15 Geri Dönüşüm Pamuk - % 85 Normal Pamuk
		% 25GD	%25 Geri Dönüşüm Pamuk - % 75 Normal Pamuk
		% 35GD	%35 Geri Dönüşüm Pamuk - % 65 Normal Pamuk
% 100 normal pamuk lifi içeren kumaş		% 100 Pamuk	% 100 Normal Pamuk

### 2.2. Metot

Çalışmada farklı oranlarda geri dönüşüm lif içeren ve %100 normal pamuk içerikli dokuma kumaş üretiminin ardından kumaşlar öncelikle terbiye işletmesinde ön terbiye işlemlerine (yakma, haşıl sökme ve ağartma) tabi tutulmuş olup, daha sonra boya ve baskı işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Reaktif boyarmaddeler ile boyama işlemi pad-batch yöntemi ile gerçekleştirilmiş, boyama işlemi ardından kumaşlara 90-95°C sıcaklıkta yıkama işlemi uygulanmıştır. Reaktif ve pigment baskı işlemleri ise rotasyon baskı yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Reaktif boyarmaddeler ile baskı işleminin ardından kumaşlar 10 dk süreyle 102°C doygun buhar ile buharlı fikse işlemine tabi tutulmuş ve sonrasında da 90-95°C sıcaklıkta yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Pigment boyarmaddeler ile baskı işleminin ardından kumaşlar 5 dk süreyle 150°C’de ısı fikse işlemine tabi tutulmuştur.

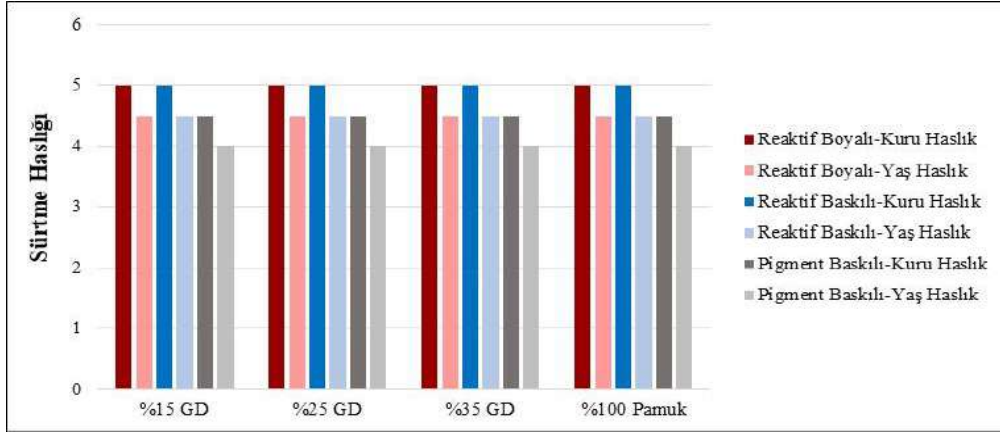
Tüm kumaşlar standart atmosferik koşullar altında laboratuvar şartlarında 24 saat süreyle kondüsyonlanmıştır. Ardından kumaşların sürtme haslığı, yıkama sonrası akma, solma, boyut değişimi ve kopma mukavemeti özellikleri incelenmiştir.

Kumaşlara uygulanan sürtme haslığı testi, sürtme haslığı test cihazında (Crockmeter-Atlas) gerçekleştirilmiş, refakat kumaşın lekelenme derecesi gri skala (1: en düşük haslık, 5: en yüksek haslık) ile değerlendirilmiştir. Kumaşların yıkama işlemleri TS EN ISO 6330 standardına göre 40°C’de gerçekleştirilmiştir. Yıkamaya karşı renk haslığı testleri, TS EN ISO 105-C06 standardına göre yapılmış olup, kumaşların akma değerleri ISO 105 A03, BS EN 20105 A03 standardına sahip gri skala ile değerlendirilirken, solma değerleri ISO 105-A02 standardına sahip gri skala ile tespit edilmiştir. Kumaşların yıkama sonrası boyut değişimi testi TS EN ISO 5077 standardına göre boyut değişim şablonu (James H. Heal marka) ile gerçekleştirilmiştir. Kumaşların yıkama sonrası kopma mukavemet testleri TS EN ISO 13934-1 standardına göre Zwick Z010 marka test cihazında yapılmıştır [13].

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çalışma kapsamında, %15, %25 ve %35 oranlarında geri dönüşüm pamuk lifi içeren ve %100 normal pamuk içeren boya ve baskılı kumaşların sürtme haslığı, yıkama sonrası akma, solma, boyut değişimi ve kopma mukavemeti testleri yapılmış ve sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılarak incelenmiştir.

Kumaşlara uygulanan yaş ve kuru sürtme haslığı testine ait sonuçlar **Görsel 1**’de verilmiştir.



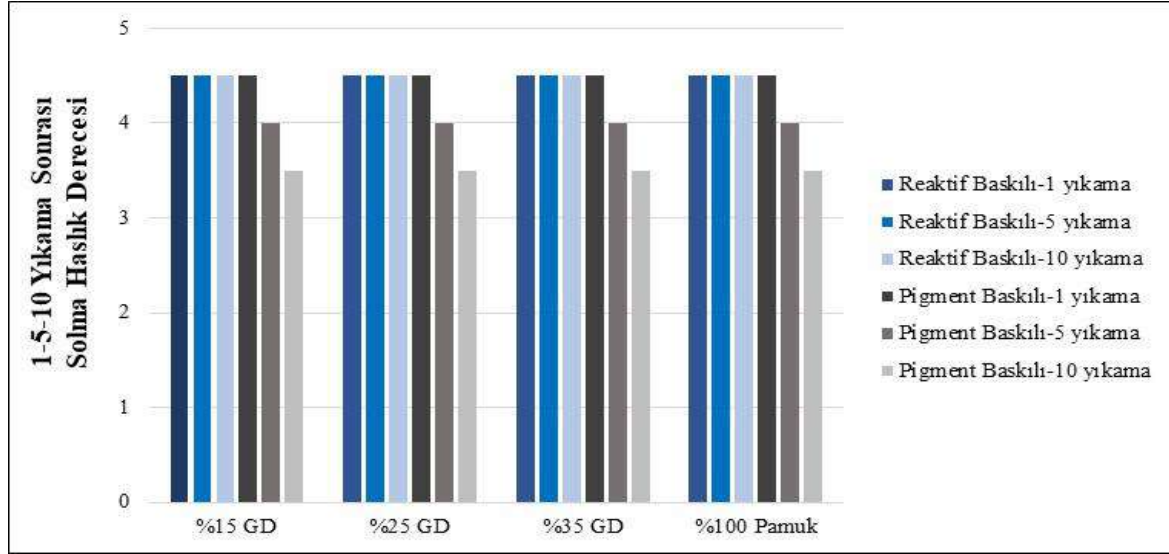
**Görsel 1. Sürtme Haslığı Test Sonuçları**

Sürtme haslığı değerleri incelendiğinde, reaktif boyalı ve reaktif baskılı kumaşların sürtme haslığı değerlerinin pigment baskılı kumaşlara kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğu görölmektedir. Bunun nedeninin reaktif boyarmaddelerin liflere güçlü kovalent bağlarla bağlanırken, pigment boyarmaddelerin ise liflere moleküller arası zayıf bağlar ile bağlanmasından (Van der Waals bağları, hidrojen bağları vb.) kaynaklanmaktadır.

Geri dönüşüm lif kullanımının sürtme haslığı test sonuçlarına etkisi incelendiğinde, farklı geri dönüşüm lif oranlarına sahip kumaşlar ile %100 normal pamuk içerikli kumaşların sürtme haslığı değerlerinin aynı olduğu görölmektedir. Dolayısıyla geri dönüşüm liflerin kullanımının kumaşların sürtme haslık değerlerini etkilemediği dolayısıyla kumaşlarda belirli oranlarda geri dönüşüm liflerin kullanımının uygun olduğu tespit edilmiştir.

Kumaşların yıkamaya karşı renk haslığı testleri incelendiğinde, farklı geri dönüşüm lif oranına sahip kumaşlar ile %100 normal pamuk içerikli reaktif ve pigment baskılı tüm kumaşların 1 yıkama sonrası akma dereceleri “5” ile değerlendirilmiştir. Bu sonuç geri dönüşüm lif içerikli reaktif ve pigment baskılı kumaşların yıkama sonrası haslıklarının (akma) oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

Kumaşların yıkamaya karşı renk haslığı testlerinden solma derecelerine ait sonuçlar **Görsel 2**'de verilmiştir.



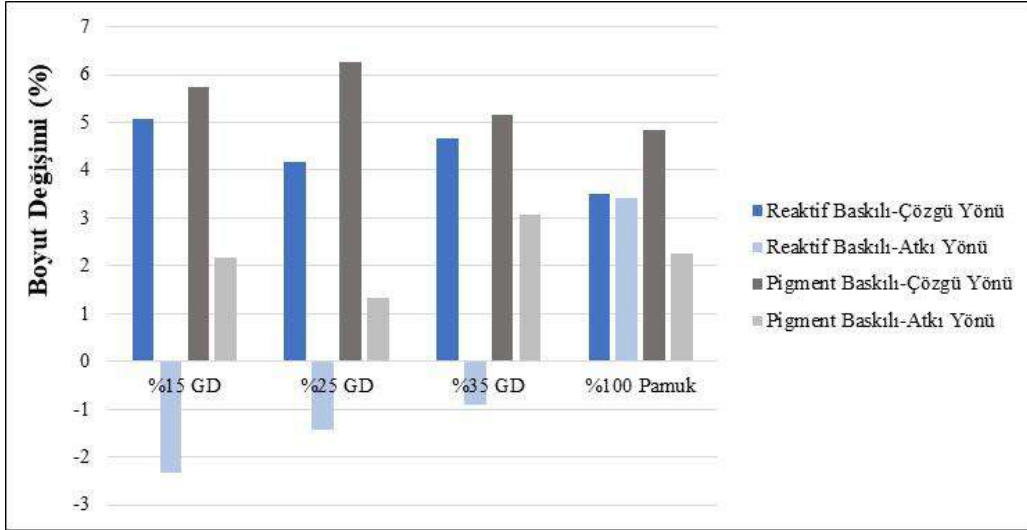
**Görsel 2. Reaktif ve Pigment Baskılı Kumaşların 1-5-10 Yıkama Sonrası Solma Dereceleri**

Kumaşların 1, 5 ve 10 yıkamaya karşı solma haslık dereceleri incelendiğinde, geri dönüşüm pamuk lifi içerikli kumaşlar ile %100 normal pamuk içerikli reaktif baskılı kumaşların solma dereceleri “4-5” olarak değerlendirilmiştir. Bu sonuç ile reaktif baskılı geri dönüşüm içerikli kumaşların haslık değerlerinin yüksek olduğunu ve %100 normal pamuk içerikli kumaşlar ile aynı solma derecelerine sahip oldukları saptanmıştır (Görsel 2).

Pigment baskılı kumaşların 5 ve 10 yıkama sonrası solma dereceleri tüm kumaş tiplerinde reaktif baskılı kumaşlardan daha düşük bulunmuştur. Pigment baskılı kumaşların solma dereceleri 1 yıkama sonrasında “4-5” olarak, 5 yıkama sonrasında “4” ve 10 yıkama sonrasında ise bir miktar daha düşerek “3-4” olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte geri dönüşüm içeren kumaşlar ile %100 pamuk içeren kumaşlar benzer solma derecesi göstermiştir (Görsel 2).

Genel anlamda geri dönüşüm pamuk lifi içeren kumaşların yıkama sonrası akma ve solma derecelerinin %100 normal pamuk içeren kumaşlar ile aynı sonuçlara sahip olduğu görülmektedir (Görsel 2).

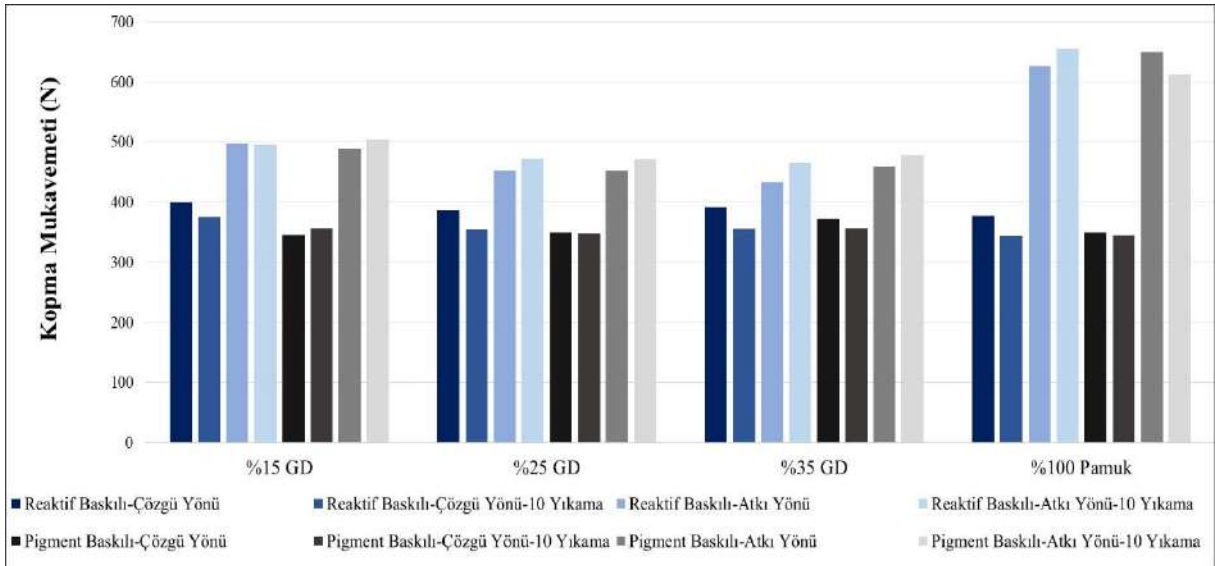
Kumaşların 1 yıkama sonrası boyut değişimine ait sonuçlar **Görsel 3**'te verilmiştir.



**Görsel 3. Reaktif ve Pigment Baskılı Kumaşların 1 Yıkama Sonrası Boyut Değişim Değerleri**

Kumaşların boyut değişimine ait sonuçlar incelendiğinde, geri dönüşüm lif içerikli kumaşların çözgü yönünde çekme gözlenirken, atkı yönünde uzama gözlenmiştir. Tüm geri dönüşüm lif içeren kumaş tiplerinde pigment baskılı kumaşların çekme değerleri reaktif baskılı kumaşlara göre daha yüksek bulunmuştur. Genel anlamda geri dönüşüm lif içerikli kumaşlar %100 normal pamuk içerikli kumaşlar ile karşılaştırıldığında çekme değerlerinin daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

Kumaşların 10 yıkama öncesi ve sonrası kopma mukavemeti testine ait sonuçlar **Görsel 4**'te verilmiştir.



**Görsel 4. Reaktif ve Pigment Baskılı Kumaşların 10 Yıkama Öncesi ve Sonrası Kopma Mukavemeti Değerleri**

Görsel 4 incelendiğinde kumaşlarda atkı yönünde daha kalın iplikler kullanıldığı için bu yöndeki kopma mukavemeti değerleri çözgü yönü değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.



Tüm kumaşlarda pigment baskılı kumaşların kopma mukavemeti reaktif baskılı kumaşlara göre çözgü yönünde bir miktar düşük bulunurken atkı yönünde belirgin bir farklılık görülmemiştir.

Kumaşların 10 yıkama öncesi ve sonrası kopma mukavemeti değerleri açısından, hem reaktif hem de pigment baskılı kumaşlarda %100 normal pamuk içeren kumaşların atkı yönü mukavemeti, geri dönüşüm lif içeren kumaşlardan daha yüksek bulunmakla birlikte, çözgü yönü mukavemet değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Geri dönüşüm oranı açısından incelendiğinde ise %15 geri dönüşüm içeren reaktif ve pigment baskılı kumaşların mukavemet değerleri geri dönüşüm içeren diğer kumaşlara göre bir miktar daha yüksek bulunurken %25 ve %35 oranında geri dönüşüm pamuk lifi içeren kumaşların mukavemet değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde geri dönüşüm içeren baskılı kumaşların yıkama etkisi açısından yeterli mukavemet özelliği gösterdiği söylenebilir (Görsel 4).

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada haslık ve yıkama özellikleri açısından geri dönüşüm liflerinin dokuma kumaşlarda kullanılabilirliği araştırılmıştır. Farklı lif oranında geri dönüşüm lif içeren dokuma kumaşlar üretilerek boya ve baskı işlemi uygulanmış olup, bu kumaşların haslık, yıkama sonrası boyut değişimi ve mukavemet özellikleri değerlendirilmiştir. Yapılan test sonuçları değerlendirildiğinde, geri dönüşüm pamuk lifi içeren kumaşların sürtme ve yıkama sonrası renk haslığı (akma ve solma) açısından geri dönüşüm içermeyen kumaşla ile aynı performans özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Yıkama sonrası boyut değişimi açısından geri dönüşüm lif içeren kumaşların çekme değerleri bir miktar yüksek bulunmuştur. Çoklu yıkamanın kopma mukavemetine etkisi değerlendirildiğinde geri dönüşüm içeren baskılı kumaşların özellikle çözgü yönünde geri dönüşüm içermeyen kumaşlarla benzer mukavemet değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara göre haslık ve yıkama özellikleri açısından geri dönüşüm pamuk lifinin belirli oranlarda normal pamuk lifi yerine kullanımının uygun olduğu söylenebilir. Bu anlamda geri dönüşüm liflerin kullanımı ile tekstil sektörüne hammadde girdisi sağlamakla birlikte tekstil ürünü üretiminde tüketilen su, enerji, kimyasal madde ve doğal kaynakların kullanımının azaltılması dolayısıyla ekolojik ayak izinin azaltılmasına önemli düzeyde katkı sağlanmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Çalışmada kullanılan hammaddelerin temini ve kumaşların üretiminde büyük katkı sağlayan MENDERES TEKSTİL A.Ş. firmasına teşekkürlerimizi sunarız.

## KAYNAKÇA

- [1] Eser, B., Çelik, P., Çay, A., Akgümüş, D. Tekstil ve konfeksiyon sektöründe sürdürülebilirlik ve geri dönüşüm olanakları, Tekstil ve Mühendis, 23, 101, 2016.
- [2] [https://textileexchange.org/app/uploads/2022/10/Textile-Exchange\\_PFMR\\_2022.pdf](https://textileexchange.org/app/uploads/2022/10/Textile-Exchange_PFMR_2022.pdf)  
(Erişim tarihi: 10.12.2022)
- [3] Macit, H., *Bazı dokuma üretim parametrelerinin geri dönüşüm ipliklerle elde edilen battaniyelerin mekanik özelliklerine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak, 2020.
- [4] <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/textile-market>  
(Erişim tarihi: 10.12.2022)
- [5] Telli, A., Babaarslan, O. Usage of recycled cotton and polyester fibers for sustainable staple yarn technology, Tekstil ve Mühendis, 27, 3, 2017.
- [6] Hole, G., Hole, A.S. Recycling as the way to greener production: A mini review. Journal of Cleaner Production, 212, 2019.
- [7] Telli, A., *Geri Dönüşüm Pamuk, r-Pet ve Karışımlarının Denim Kumaş Üretiminde Kullanılması*, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2016.
- [8] Yurtaslan, Ö., *Bir Tekstil İşletmesinde Üretilen Tekstil Teleflerinin Çevreci Bir Yaklaşımla Geri Kazanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 2018.
- [9] Filho W.L., Ellams D., Han S., Tyler D., Boiten V.J., Paço A., Moora H., Balogun A. A review of the socio-economic advantages of textile recycling, Journal of Cleaner Production, 218, 2019.
- [10] Altun, Ş. Prediction of Textile Waste Profile and Recycling Opportunities in Turkey, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 20, 94, 2012.
- [11] Ütebay, B., Çelik, P., Çay, A. Effects of cotton textile waste properties on recycled fibre quality, Journal of Cleaner Production, 222, 2019.
- [12] <https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/assets/upload/dosyalar/usaktekstilgeridonusum-raporu-tgdr.PDF>



(Erişim tarihi: 11.12.2022)

- [13] Atiker, L., *Geri dönüşüm yoluyla elde edilen pamuk ve karışım liflerinden üretilen boyalı ve baskılı kumaşların performans ve tutum özelliklerinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2021.

## THE EFFECT OF DIFFERENT REFLECTOR GEOMETRIES IN NDIR GAS SENSORS ON THE LIGHT CONCENTRATION REACHING THE DETECTOR

Physics Engineer, DİLAN YALÇIN<sup>1</sup>, Assoc.Prof. Dr. SERHAT İKİZOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> UESTCO Energy Systems, Istanbul/Turkey, Electronic Department,

yalcndln@gmail.com- ORCID ID: 0000-0002-8850-2202

<sup>2</sup> Istanbul Technical University, Istanbul/Turkey, Control and Automation Eng. Dept.,

ikizoglus@itu.edu.tr- ORCID ID: 0000-0003-2394-7988

### ABSTRACT

In non-dispersive infrared (NDIR) gas sensors, one of the factors affecting sensor performance is the light concentration reaching the detector. In these NDIR gas sensors, which consist of an IR light source, an optical gas chamber, and a detector, the scattered rays from the infrared light source spread in all directions, resulting in a low concentration of light reaching the detector. The low concentration of light reaching the detector reduces the measurement accuracy. This situation creates the necessity of directing the scattered rays from the IR light source. A reflector to be placed behind the light source in the optical gas chamber will ensure that the rays falling on it are directed towards they come from. This will increase the light concentration reaching the detector. However, depending on the geometric shape of the reflectors, the direction of reflected rays falling on them varies. In this paper, studies have been carried out on the effect of different reflector geometries in NDIR gas sensors, in order to increase the light concentration reaching the detector, which is one of the methods of improving the performance of the NDIR gas sensor. To observe the effect of this situation on the light concentration, three types of reflector structures circular, elliptical, and parabolic were added to the sensor and their effect was investigated. As a result of the parallel reflection of the rays falling on a circular or parabolic reflector used in the sensor, it was obtained that the light concentration increased by approximately 1.14-1.15 times.

**Keywords-** NDIR, optical design, gas sensor, parabolic reflector, circular reflector

### 1. INTRODUCTION

Different sensors such as catalytic, electrochemical, semiconductor, and optical sensors are used in gas measurement systems. Non-dispersive infrared (NDIR) optical gas sensing is increasingly used technique in gas sensing technologies. The infrared gas sensing method is simple and economical for long-term work and enables detection of a specific gas [1]. Besides, NDIR sensors technology provides fast and accurate gas analysis as seen in the sensors and actuators book [2].

NDIR gas sensor basically consists of an infrared light source, an optical gas chamber, and a detector. The optical gas chamber is the part that includes an optical path between the infrared light source and the detector. Hydrocarbon gases with their own infrared absorption range enter the optical gas chamber and absorb the infrared energy with a certain wavelength. As a result

of the absorption, the energy of radiation from the light source to the IR detector is reduced. [3-4]. Depending on the infrared light intensity before and after gas absorption, the gas concentration is calculated through Beer-Lambert's law, [Eq. (1)]:

$$I = I_0 * e^{-KCL} \quad (1)$$

Where  $I_0$  indicates the intensity of incident radiation;  $I$  indicates the intensity of transmitted radiation;  $K$  indicates the correlation coefficient of gas absorption;  $L$  indicates the effective optical path length for infrared light absorption, and  $C$  indicates the gas concentration for absorbing infrared light.

Research in this area shows that many different optical gas chamber designs have been made to develop the NDIR gas sensor. The main factor that determines the performance of the sensor is the optical gas chambers where reflection and absorption take place. There are methods to improve the performance of the NDIR gas sensor, such as increasing the optical path length, increasing the light intensity, and increasing the light concentration reaching the detector [5-6-7].

As can be seen in the studies in this field, increasing the optical path length allows the scattered rays from the source to reflect more and to collide with more gas molecules and absorb them [6]. However, more reflection of the rays causes it to lose more energy until it reaches the detector. Therefore, increasing the optical path length may not always be a good option to improve detector performance.

In this paper, based on the ZEMAX [8] optical software, the method of increasing the light concentration reaching the detector was studied in order to increase the performance of the NDIR gas sensor. The rays from IR light sources used in NDIR gas sensors propagate in every direction. Therefore, in order to increase the light concentration reaching the detector, it is necessary to direct the light toward the detector. This is achieved by using various reflectors with different geometries. Reflectors are optical devices that direct the incoming rays back to the direction they came from [9].

It is thought that reflectors with different geometric shapes, being placed behind the infrared light source in the optical gas chamber, are a way to change the light concentration reaching the detector without changing the optical path. In order to observe the effect of the different reflector geometries, simulations and analyzes were carried out by using reflectors with three different geometries: circular, elliptical, and parabolic, and the results were interpreted.

## 2. SYSTEM MODELLING

This paper shows how different shapes of reflectors affect the light concentration falling on the detector. Modeling and simulation of three different reflector types, circular, elliptical, and parabolic were considered using the ZEMAX optical analysis program. These analyzes were performed in non-sequential ray tracing mode, as it allows beams to propagate in any order between optical components, split and scatter rays, and allow three-dimensional objects to be modeled. In addition, the feature of importing CAD files has also been used.

## 2.1. Light source and optical properties

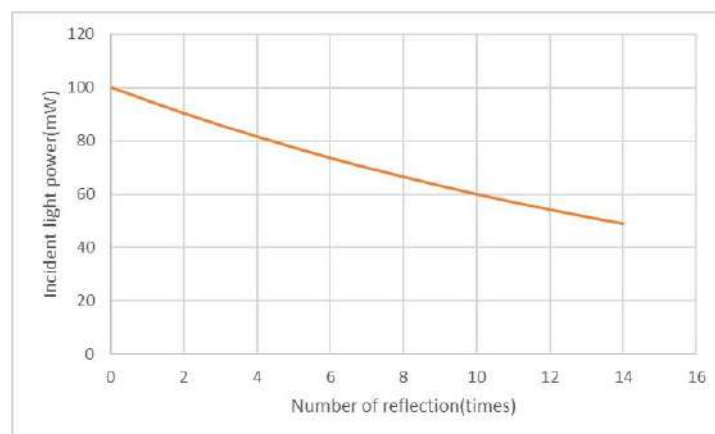
In this analysis, a simple system consisting of an infrared light source, a detector, and an optical gas chamber was created to observe the effect of reflector structure on sensor performance. Two types of light sources, “Source Rectangle” and “Source Volume Rectangle”, are used for the analysis. The Source Rectangle is a light source that scatters rays in a specific direction. It has been preferred in order to better analyze the way the reflectors direct the beams. The Source Volume Rectangle is a light source that scatters rays in all directions. Since it behaves similar to a real LED light source, it has been preferred to perform a realistic analysis.

The wavelength of the light source is  $3.3\ \mu\text{m}$ , its weight is 1, and the random polarization is set. The  $3.3\ \mu\text{m}$  wavelength is the most preferred wavelength in the absorption range of methane gas ( $\text{NH}_4$ ) [10]. The power of the light source is determined as 100 mW. The glass material of the infrared LED has been described as sapphire, which has the transmittance of infrared light wavelength, because sapphire glass provides excellent optical transmission with very little absorption [11].

## 2.2. Detector and Optical Gas Chamber

The optical gas chamber is designed as a rectangular prism with an internal cavity of  $25\text{mm} \times 10\text{mm} \times 6\text{mm}$  and a wall thickness of 1mm. The distance between the light source and the detector in the optical gas chamber is fixed and adjusted to 20mm.

When designing an optical gas chamber, reflectivity, as well as optical path, must be considered. Because each reflection causes energy loss depending on the material and texture of the inner surface of the optical chamber. For this simulation, the inner surface of the optical gas chamber is coated with gold material. The reflectivity of light with a wavelength of  $3.3\ \mu\text{m}$  on the gold layer is about 95% [12]. The variation of the power of the IR light source, according to its reflection from the gold surface and the number of reflections is indicated in Figure 1.



**Figure 1: Incident light power changes according to reflection**

The detector with an acceptance aperture of  $8\text{mm} \times 4\text{mm}$  rectangular area is defined. The detector surface is defined as the absorbing surface for the simulation. By using this detector,

the peak radiation and power values were measured in the system. Energy formula of a photon is [Eq. 2]:

$$E = \frac{h*c}{\lambda} \quad (2)$$

Where h is Plank's Constant; c is the speed of light, and  $\lambda$  is the wavelength of the photon. The power of light is the amount of energy it transmits per unit time. Using the energy equation, the light power is expressed [Eq. 3]:

$$P = N * \frac{h*c}{\lambda*t} \quad (3)$$

Where N is number of photon; t is time. According to these equations, it is seen that there is a linear relationship between light power and light concentration.

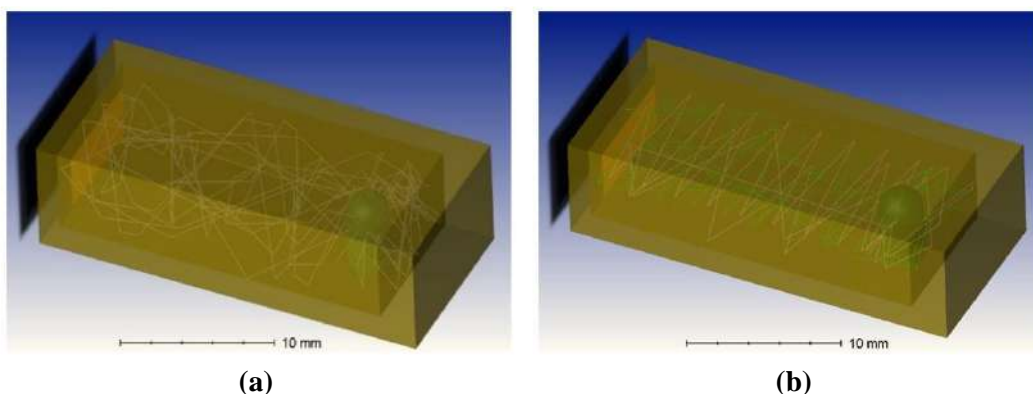
### 3. REFLECTORS AND SIMULATION

In the designed NDIR gas sensor, a reflector is placed behind the light source, allowing the rays scattering from the source to spread in the direction of the detector. By using reflector structures in different geometries, simulations were performed and power values read by the detector were taken.

Some assumptions were made while performing the simulations: 1) In the optical gas chamber, there is no opening for gas inlet and outlet. All scattered rays are reflected in this optical chamber, without escaping to the outside, until they reach the detector 2) The rays reaching the detector are completely absorbed by the surface of the detector 3) On the inner surface, which is gold plated, the light power decreases depending on the reflection and reflection numbers.

#### 3.1 Simple Sensor System

First, the NDIR sensor model described in the system model section was created without using any reflectors, as shown in Figure 2.



**Figure 2: (a) 3D system, without reflector, with source volume rectangle; (b) 3D system without reflector with source rectangle**



The basic sensor system, the system without the reflector, was simulated and the results obtained without using the reflector are shown in Figure 3. As seen in the detector viewer in Figure 3(a), the peak irradiance was recorded as  $2,13mW/mm^2$  and the total power value is  $48,6 mW$ . This indicates that the efficiency of the system is 48,6%. In Figure 3(b), the peak irradiance was recorded as  $5,84 mW/mm^2$  and the total power value is  $64,6 mW$ . This indicates that the efficiency of the system is 64,6%.

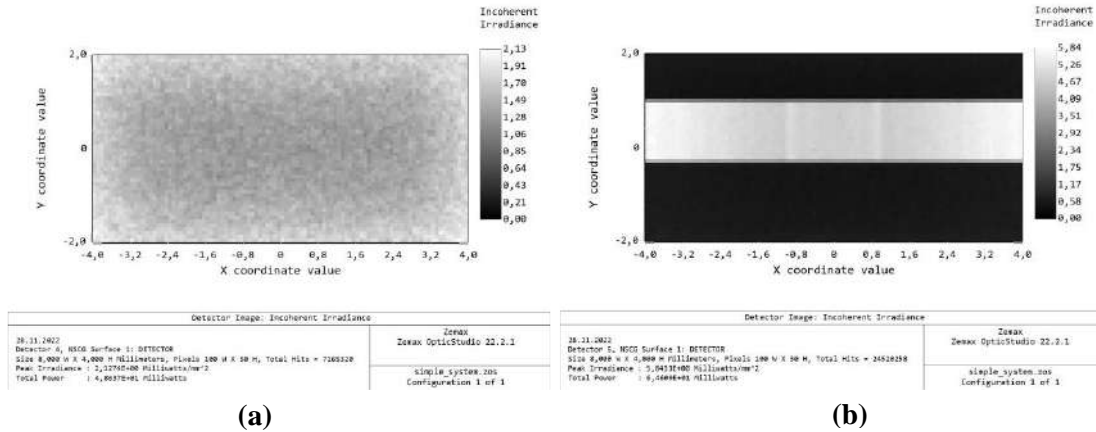


Figure 3: (a) Detector viewer without reflector system with source volume rectangle; (b) Detector viewer without reflector system with source rectangle

### 3.2. Circular Reflector

First, the circular reflector, whose shape and mathematical model are shown in Figure 4, is designed and simulated. Because the width of the optical gas chamber is 10 mm, the radius of the circular reflector is set as 5 mm.

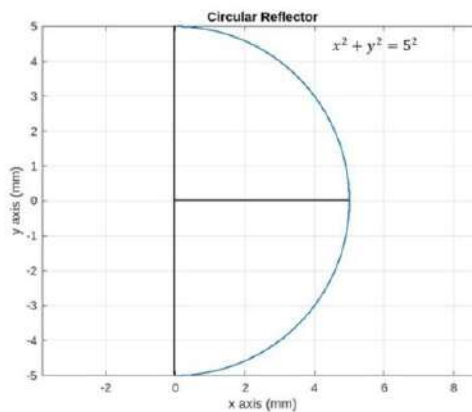
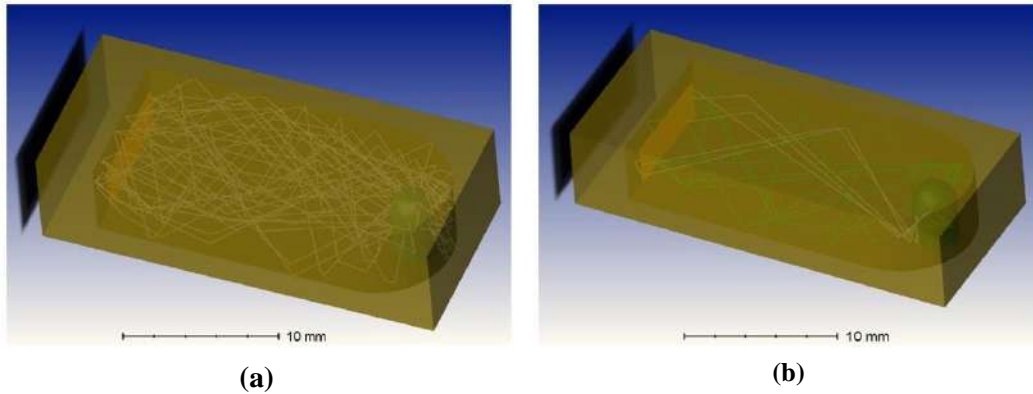


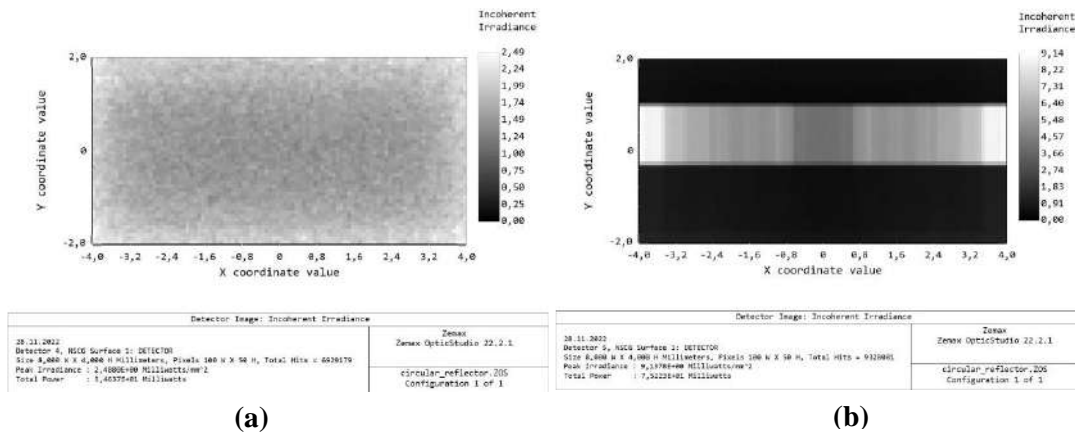
Figure 4: The Mathematical Model of Circular Reflector

The three-dimensional system is shown in Figure 5. All parameters mentioned in the system modeling part were kept constant and the light source is placed in the center of the circle.



**Figure 5: (a) 3D system of circular reflector with source volume rectangle; (b) 3D system of circular reflector with source rectangle**

As seen in the detector viewer in Figure 6(a), the peak irradiance was recorded as  $2,48 \text{ mW/mm}^2$  and the total power value is  $54,6 \text{ mW}$ . This indicates that the efficiency of the system is  $54,6\%$ . In Figure 6(b), the peak irradiance was recorded as  $9,14 \text{ mW/mm}^2$  and the total power value is  $75,2 \text{ mW}$ . This indicates that the efficiency of the system is  $75,2\%$ .



**Figure 6: (a) Detector viewer of circular reflector system with source volume rectangle; (b) Detector viewer of circular reflector system with source rectangle**

### 3.3 Elliptical Reflector

In this section, the design and simulation of the elliptical reflector, whose shape and mathematical model are shown in Figure 7, are made. Reflector dimensions are also defined in accordance with the optical gas chamber. The focal point of the ellipse is the point (5,0), as marked in Figure 4.

The three-dimensional system is shown in Figure 8. The light source is centered at the focal point and the other parameters specified in the system modelling is kept constant.

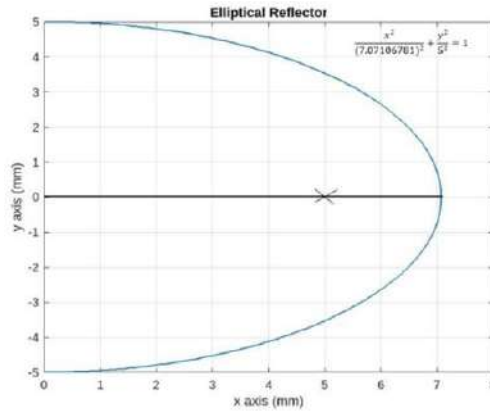


Figure 7: The Mathematical Model of Elliptical Reflector

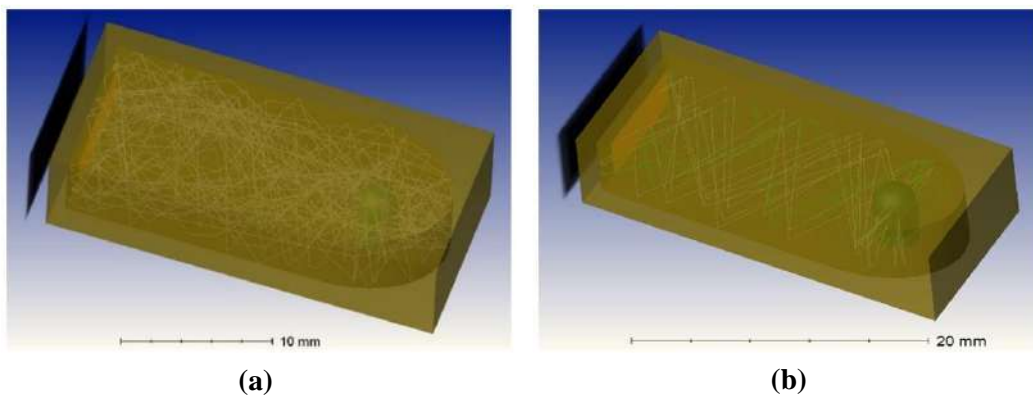


Figure 8: (a) 3D system of elliptical reflector with source volume rectangle; (b) 3D system of elliptical reflector with source rectangle

As seen in the detector viewer in Figure 9(a), the peak irradiance was recorded as  $2,2 \text{ mW/mm}^2$  and the total power value is  $50,2 \text{ mW}$ . This indicates that the efficiency of the system is  $50,2\%$ . In Figure 9(b), the peak irradiance was recorded as  $7,05 \text{ mW/mm}^2$  and the total power value is  $70 \text{ mW}$ . This indicates that the efficiency of the system is  $70\%$ .

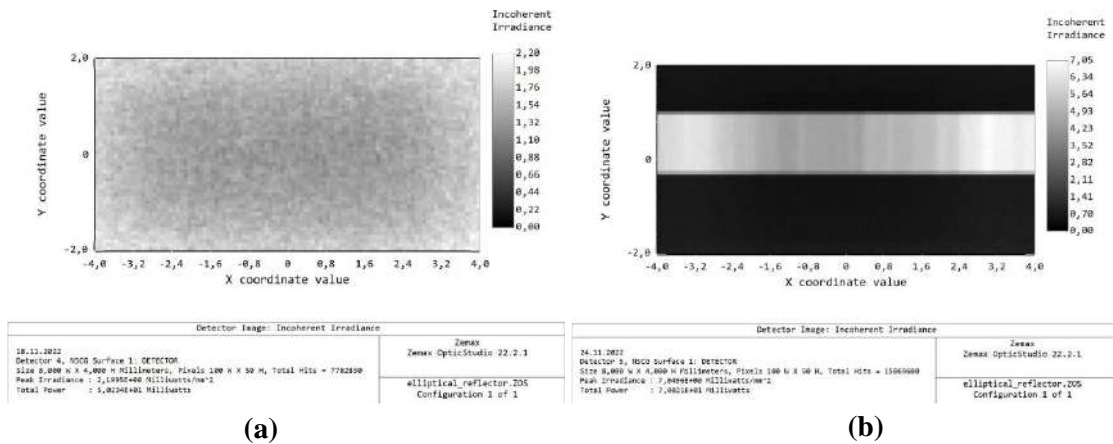
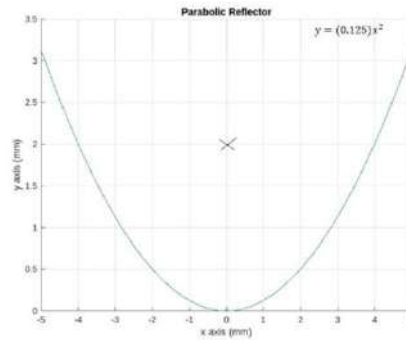


Figure 9: (a) Detector viewer of elliptical reflector system with source volume rectangle; (b) Detector viewer of elliptical reflector system with source rectangle

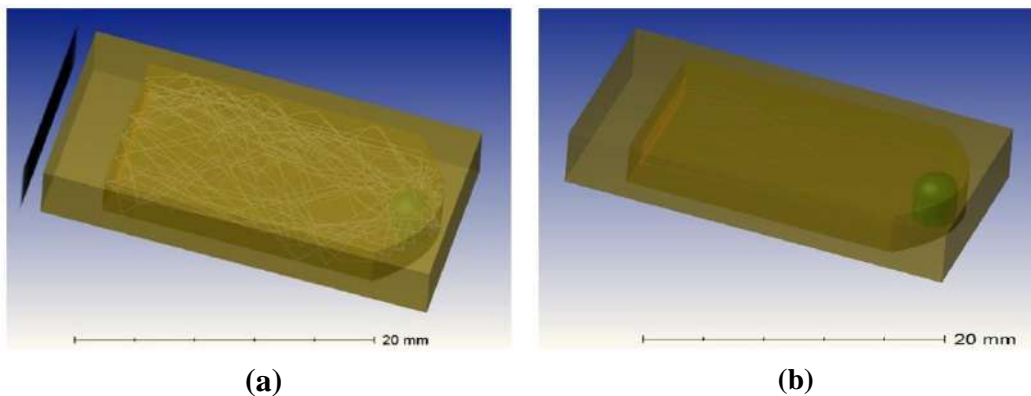
### 3.4. Parabolic Reflector

In this section, the parabolic reflector, whose shape and mathematical model are shown in Figure 10, is designed and simulated. Reflector dimensions are adjusted according to the optical gas chamber. The focal point of the parabola is the point (0,2) as marked in Figure 10.



**Figure 10: The Matemtical Model of Parabolic Reflector**

The three-dimensional system is shown in Figure 11. The light source is placed at the focal point of the parabola, as in the elliptical reflector system. In order to keep the distance between the light source and the detector constant, the wall thickness behind the detector was increased and the detector was brought closer to the light source with a distance of 20 mm between them. The other parameters as shown in the system parameters section have not been changed.



**Figure 11: (a) 3D system of parabolic reflector with source volume rectangle; (b) 3D system of parabolic reflector with source rectangle**

As seen in the detector viewer in Figure 12(a), the peak irradiance was recorded as  $2,37 \text{ mW/mm}^2$  and the total power value is  $53,16 \text{ mW}$ . This indicates that the efficiency of the system is 53%. In Figure 12(b), the peak irradiance was recorded as  $9,84 \text{ mW/mm}^2$  and the total power value is  $73,55 \text{ mW}$ . This indicates that the efficiency of the system is 73,5%.

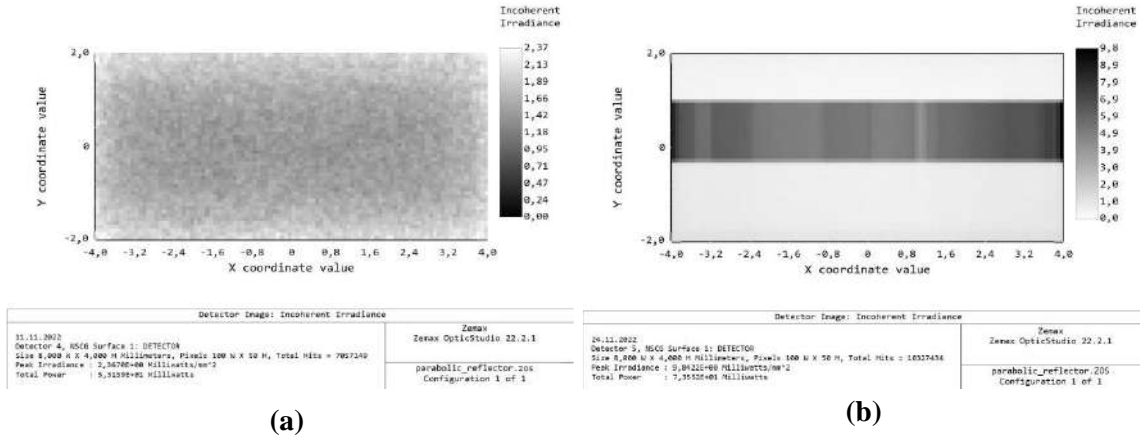


Figure 12: (a) Detector viewer of parabolic reflector system with source volume rectangle; (b) Detector viewer of parabolic reflector system with source rectangle

#### 4. RESULTS

According to the analysis results, the efficiency values of the systems are shown in Figure 13. When these results are evaluated, it is clearly seen that the use of reflector has increased the light concentration reaching the detector.

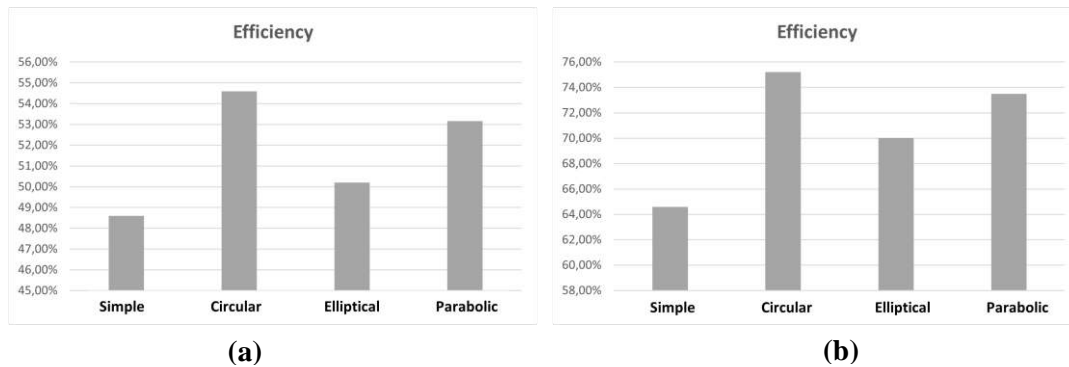


Figure 13: (a) Efficiency of systems with source volume rectangle; (b) Efficiency of systems with source rectangle

While the efficiency of the system without reflector was 64,7%, the result obtained with the elliptical reflector added to the system increased to 70%. That is, the use of the elliptical reflector increased the efficiency 1,08 times. Due to its geometric structure, the elliptical reflector collects the rays scattered from the light source placed at the 1st focal point at the 2nd focal point [14]. This situation causes the rays to hit the surface more in the optical cavity and reflect. Rays lose energy as a result of each reflection. Therefore, some of the rays scattered from the source may not reach the sensor due to the path they follow as a result of reflections, while the rays reaching the sensor have lower energies. For this reason, when compared to other reflectors, the least efficiency increase was seen in the elliptical reflector.

According to the results obtained from the system using parabolic reflector, the efficiency of the system was recorded as 73.55%. Compared to the system without reflector, the use of parabolic reflector increased the efficiency of the system 1.14 times. When a circular reflector

is used, the efficiency of the system was recorded as 74.7%. This shows that the use of circular reflector increases the efficiency of the system by 1.15 times. As seen in the results obtained, better results were obtained when circular and parabolic reflectors were used.

Circular and parabolic reflectors, thanks to their geometric shapes, reflect the rays scattered from the light source at the focal point in parallel [13]. This allows the scattered rays to progress more regularly. Thus, the rays scattered from the light source are directed in the same direction as possible. By using these reflectors, the light concentration reaching the detector is higher, as the rays are better directed in the direction of the detector.

## 5. CONCLUSION

In this paper, it is suggested to use the method of increasing the light concentration reaching the detector to improve sensor performance. It is predicted that the reflectors with different geometry to be used will affect the light concentration reaching the detector by directing the rays scattered from the light source. For this purpose, the effect on the light concentration reaching the detector was observed by using three basic reflector designs: circular, elliptical, and parabolic. In the results obtained, it is clearly seen that circular and parabolic reflectors give better results as they reflect the incoming rays in a parallel way. According to these results, it can be said that adding circular or parabolic reflectors to optical gas chamber designs will improve the performance of the NDIR gas sensor by increasing the light concentration reaching the detector without requiring any change in the optical path.

## REFERENCES

- [1] Zosel, J., Oelßner, W., Decker, M., Gerlach, G., & Guth, U. The measurement of dissolved and gaseous carbon dioxide concentration. *Measurement Science and Technology*, 22(7), 072001, May, 2011.
- [2] Miura N et al. "Sensors and Actuators B", Vol. 9, p. 165., 1992
- [3] A. Rogalski, "Infrared detectors: an overview," *Infrared Phys. Technol.* 43(3-5), 187–210 (2002).
- [4] J. Hodgkinson, R. Smith, W. Ho, J. R. Saffell, and R. P. Tatam, "A low cost, optically efficient carbon dioxide sensor based on nondispersive infra-red (NDIR) measurement at 4.2 $\mu$ m," *Proc. SPIE* 8439, 843919 (2012).
- [5] C. Massie, G. Stewart, G. McGregor, and J. R. Gilchrist, "Design of a portable optical sensor for methane gas detection," *Sens. Actuators B, Chem.*, vol. 113, no. 2, pp. 830–836, Feb. 2006.
- [6] J. Mayrwoger, P. Hauer, W. Reichl, R. Schwodiauer, C. Krutzler, and B. Jakoby, "Modeling of infrared gas sensors using a ray tracing approach," *IEEE Sensors J.*, vol. 10, no. 11, pp. 1691–1698, Nov. 2010.



- [7] Q. L. Tan, W. D. Zhang, C. Y. Xue, J. J. Xiong, Y. C. Ma, and F. Wen, “Design of mini-multi-gas monitoring system based on IR absorption,” *Opt. Laser Technol.*, vol. 40, no. 5, pp. 703–710, Jul. 2008.
- [8] Zemax EE 2022 version, optical raytrace software package, Zemax, Raymond, WA, USA (2022).
- [9] Bielawny, Andreas. "Reflectors in lighting design: Reflector-based non-imaging optics for lighting applications" *Advanced Optical Technologies*, vol. 8, no. 6, 2019, pp. 469-481. <https://doi.org/10.1515/aot-2018-0052>
- [10] Zhu, Z.; Xu, Y.; Jiang, B. A One ppm NDIR Methane Gas Sensor with Single Frequency Filter Denoising Algorithm. *Sensors* 2012, 12,12729-12740. <https://doi.org/10.3390/s120912729>
- [11] *Technical Information Single Crystal Sapphire.* (n.d.). <https://www.advaluetech.com/technical-single-crystal-sapphire>.
- [12] *Photonics Handbook.* (2021, March 26). Mirrors: Coating Choice Makes a Difference. [https://www.photonics.com/Articles/Mirrors\\_Coating\\_Choice\\_Makes\\_a\\_Difference/a25501](https://www.photonics.com/Articles/Mirrors_Coating_Choice_Makes_a_Difference/a25501)
- [13] ZEISS Microscopy Online Campus | Interactive Tutorials | Elliptical Reflectors. (n.d.). <https://zeiss-campus.magnet.fsu.edu/tutorials/ellipticalreflectors/indexflash.html>



## KÖPEKLERDE BABESİOZİS VE FARKLI SAĞALTIM SEÇENEKLERİ

**Prof. Dr. ALİ BİLGİLİ<sup>1</sup>, Prof. Dr. BAŞAK HANEDAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye, abilgili61@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6819-7952>

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Erzurum, Türkiye, fbhanedan@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3873-0124>

### ÖZET

Babesiosis evcil köpeklerde ve yabani köpek türlerinde klinik olarak önemli ve coğrafik olarak yaygın görülen kan protozoon hastalığıdır. Hastalığın şiddeti subklinik enfeksiyondan yoğun organ yetmezliği ve ölüme kadar değişebilir. Köpeklerde babesiozise neden olan etkenler başlıca *B. canis*, *B. vogeli*, *B. rossi*, *B. gibsoni*, *B. conradae*, *B. vulpes*, *B. microti* ve *B. equi*'dir. Parazit farklı coğrafik bölgelerden ixodid kene vektörleriyle (*Ixodes hexagonus*) bulaştırılır. Yaygın şekilde görülen kene vektörleri *Rhipicephalus* türleri, *Haemaphysalis* türleri ve *Dermacentor* türlerine aittir. Bulaşma enfekte köpeğin diğer köpekleri ısırması, kavga davranışları, kan değişimi, plasenta yoluyla da gerçekleşebilmektedir. Köpek babesiosisinde klinik bulgular akut, kronik, subklinik ve atipik biçimde seyredir. Bu makale kapsamında köpeklerde babesiozise neden olan etkenler sıralandı. Son yıllara ait bilimsel kaynaklar taranıp, irdelenerek hangi durumlarda hangi sağaltım seçeneklerinin uygulandığına yönelik geniş şekilde bilgiler verildi. Ayrıca babesiozisten korunma için etkili kene kontrolünün gerekliliğinden bahsedildi ve tutunan kenelerin mümkün olan en kısa sürede uzaklaştırılması hakkında bilgiler verildi.

**Anahtar Kelimeler:** Köpek, babesiosis, sağaltım.

## BABESIOSIS IN DOGS AND DIFFERENT THERAPY CHOICES

### ABSTRACT

Babesiosis is a blood protozoon disease, clinically important and commonly seen geographically in domestic dogs and wild dogs. The severity of disease may vary from subclinical infection to intense organ failure and death. The agents causing babesiosis in dogs are mainly *B. canis*, *B. vogeli*, *B. rossi*, *B. gibsoni*, *B. conradae*, *B. vulpes*, *B. microti* and *B. equi*. The parasite is transmitted by vectors of ixodid tick (*Ixodes hexagonus*) from different geographic regions. Commonly seen tick vectors belong to *Rhipicephalus* spp., *Haemaphysalis* spp. and *Dermacentor* spp. Transmission may also develop by that infected dog bites other dogs, fighting behaviour, blood exchange, placental way. Clinical signs of dog babesiosis are in acute, chronic, subclinic and atypical course. In this paper context, the agents causing babesiosis in dogs were compiled. Information was widely given about which therapy choices are applied to which conditions by reviewing recent scientific sources. In addition, it was

explained from that effective tick control is necessary for protection against babesiosis and information was given about that attached ticks are removed as soon as possible.

**Keywords:** Dog, babesiosis, therapy.

## 1. GİRİŞ

Babesiozis evcil köpeklerde ve yabani köpek türlerinde klinik olarak önemli ve coğrafik olarak yaygın görülen kan protozoon hastalığıdır (Irwin, 2010). Büyük *Babesia (B.) canis* ve küçük *B. gibsoni* çoğunlukla köpekleri enfekte ettiği bilinen 2 organizmadır. Hastalığın şiddeti subklinik enfeksiyondan yoğun organ yetmezliği ve ölüme kadar değişebilir (Sudhakara Reddy ve ark., 2016).

## 2. ETİYOLOJİ

Köpeklerde babesiozise neden olan etkenler başlıca *B. canis*, *B. vogeli*, *B. rossi*, *B. gibsoni*, *B. conradae*, *B. vulpes* (Baneth, 2018), *B. microti* ve *B. equi* (Irwin, 2010)'dir.

## 3. EPİDEMİYOLOJİ

*Babesia canis* Avrupa'da (Solano-Gallego ve Baneth, 2011), *B. rossi* Afrika'da (Oyamada ve ark., 2005), *B. gibsoni* Asya'da (Irwin, 2009) ve *B. vogeli* dünyada (Inokuma ve ark., 2004) yaygın şekilde görülür. *B. conradae* ise California'da (Kjemtrup ve ark., 2006) belirlendi.

## 4. BULAŞMA

Parazit farklı coğrafik bölgelerden ixodid kene vektörleriyle (*Ixodes hexagonus*) bulaştırılır. Yaygın şekilde görülen kene vektörleri *Rhipicephalus* türleri, *Haemaphysalis* türleri ve *Dermacentor* türlerini içermektedir (Matjila ve ark., 2004; Irwin, 2010; Solano-Gallego ve ark., 2016).

## 5. KLİNİK BULGULAR

Köpek babesiozisinde klinik bulgular halsizlik, kusma, ishal, konstipasyon, karında gerginlik, dalakta büyüme, lenf yumrularında büyüme, bacaklarda ödem, müköz zarlarda solgunluk, sarılık, beden ısısında artma, idrarda hemoglobin varlığı, idrar miktarında azalma, anemi, trombosit sayısında azalma, asit-baz bozuklukları meydana gelir (Goddard ve ark., 2013; Sudhakara Reddy ve ark., 2016; Almedros ve ark., 2020).

## 6. TANI

Perifer kan yaymanın Giemsa ile boyanmasından sonra mikroskop altında *Babesia* organizmaları eritrositler içinde çiftler halinde saptanmaktadır (Sudhakara Reddy ve ark., 2016). Tanıda PCR ve seroloji kullanılmaktadır (Evason, 2020).

## 7. LABORATUVAR BULGULARI

Köpeklerde *Babesia* spp. enfeksiyonunda hemoglobin yoğunluğu, eritrosit, trombosit sayısında azalma, lökosit ve nötrofil sayısında azalma, nötrofillerde toksik değişiklikler görülür (Brown ve ark., 2015; Sudhakara Reddy ve ark., 2016).

## 8. SAĞALTIM

Köpeklerde babesiozis sağaltımı parazitlerin elimine edilmesi, şiddetli anemi için kan nakli, komplikasyonlar ve metabolik bozukluklar için destekleyici uygulamalardan oluşur (Köster ve ark., 2015).

*Babesia canis* enfeksiyonunda geleneksel kullanılan ilaçlar imidokarb dipropionat, diminazen aseturat, pentamidin isetionat ve fenamidin isetionattır.

Dünyada çoğu ülkede *B. gibsoni* enfeksiyonu için ilk sıra tercih edilen ilaçlar atovakuon ve azitromisindir. Atovakuon ve azitromisin kullanımları klinik bulguları iyileştirmektedir ancak hastalarda hastalığın tekrarladığı bildirilmektedir (Iguchi ve ark., 2016; Sakuma ve ark., 2009).

## 9. KORUNMA

Korunma etkili kene kontrolüne bağlıdır. Tutunan kenelerin mümkün olan en kısa sürede uzaklaştırılması gerekir (Karasova ve ark., 2022b).

*Babesia canis* ile enfekte *D. reticulatus* keneleriyle köpeklerin enfeste edildiği bir çalışmada sarolanerin etkili olduğu saptanmıştır (Geurden ve ark., 2017).

## KAYNAKLAR

- [1] Almendros, A., Burchell, R., & Wierenga, J. (2020). An alternative combination therapy with metronidazole, clindamycin and doxycycline for *Babesia gibsoni* (Asian genotype) in dogs in Hong Kong. *Journal of Veterinary Medical Science*, 82(9), 1334-1340.
- [2] Baneth, G. (2018). Antiprotozoal treatment of canine babesiosis. *Veterinary Parasitology*, 254, 58-63.
- [3] Brown, A. L., Shiel, R. E., & Irwin, P. J. (2015). Clinical, haematological, cytokine and acute phase protein changes during experimental *Babesia gibsoni* infection of Beagle puppies. *Experimental Parasitology*, 157, 185-196.
- [4] Evason M. (2020). *Babesia* spp. (Babesiosis). In: Weese JS, Evason M (eds), *Infectious Diseases of the Dog and Cat*, Taylor and Francis Group.
- [5] Geurden, T., Six, R., Becskei, C., Maeder, S., Lloyd, A., Mahabir, S., ... & Liebenberg, J. (2017). Evaluation of the efficacy of sarolaner (Simparica®) in the prevention of babesiosis in dogs. *Parasites & Vectors*, 10(1), 415.
- [6] Goddard, A., Wiinberg, B., Schoeman, J. P., Kristensen, A. T., & Kjelgaard-Hansen, M. (2013). Mortality in virulent canine babesiosis is associated with a consumptive coagulopathy. *The Veterinary Journal*, 196(2), 213-217.
- [7] Iguchi, A., Soma, T., Suzuki, H., & Xuan, X. (2016). The epidemiological survey for atovaquone resistant related gene of *Babesia gibsoni* in Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 78(3), 489-491.
- [8] Inokuma, H., Yoshizaki, Y., Matsumoto, K., Okuda, M., Onishi, T., Nakagome, K., ... & Hirakawa, M. (2004). Molecular survey of *Babesia* infection in dogs in Okinawa, Japan. *Veterinary Parasitology*, 121(3-4), 341-346.

- [9] Irwin, P. J. (2009). Canine babesiosis: from molecular taxonomy to control. *Parasites & Vectors*, 2(1), S4.
- [10] Irwin, P. J. (2010). Canine babesiosis. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 40(6), 1141-1156.
- [11] Karasová, M., Tóthová, C., Grelová, S., & Fialkovičová, M. (2022). The etiology, incidence, pathogenesis, diagnostics, and treatment of canine babesiosis caused by *Babesia gibsoni* infection. *Animals*, 12(6), 739.
- [12] Kjemtrup, A. M., Wainwright, K., Miller, M., Penzhorn, B. L., & Carreno, R. A. (2006). *Babesia conradae*, sp. nov., a small canine *Babesia* identified in California. *Veterinary Parasitology*, 138(1-2), 103-111.
- [13] Köster, L. S., Lobetti, R. G., & Kelly, P. (2015). Canine babesiosis: a perspective on clinical complications, biomarkers, and treatment. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 6, 119-128.
- [14] Matjila, P. T., Penzhorn, B. L., Bekker, C. P. J., Nijhof, A. M., & Jongejan, F. (2004). Confirmation of occurrence of *Babesia canis vogeli* in domestic dogs in South Africa. *Veterinary Parasitology*, 122(2), 119-125.
- [15] Oyamada, M., Davoust, B., Boni, M., Dereure, J., Bucheton, B., Hammad, A., ... & Inokuma, H. (2005). Detection of *Babesia canis rossi*, *B. canis vogeli*, and *Hepatozoon canis* in dogs in a village of eastern Sudan by using a screening PCR and sequencing methodologies. *Clinical and Vaccine Immunology*, 12(11), 1343-1346.
- [16] Sakuma, M., Setoguchi, A., & Endo, Y. (2009). Possible emergence of drug-resistant variants of *Babesia gibsoni* in clinical cases treated with atovaquone and azithromycin. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 23(3), 493-498.
- [17] Solano-Gallego, L., Sainz, Á., Roura, X., Estrada-Peña, A., & Miró, G. (2016). A review of canine babesiosis: the European perspective. *Parasites & Vectors*, 9(1), 336-354.
- [18] Sudhakara Reddy, B., Sivajothi, S., Varaprasad Reddy, L. S. S., & Solmon Raju, K. G. (2016). Clinical and laboratory findings of *Babesia* infection in dogs. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(2), 268-272.

## DOMATESTE MİKROBİYAL GÜBRE KULLANIMIN MEYVE KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

**Prof. Dr. Şebnem KUŞVURAN <sup>1</sup>, Özgün KIRDAR <sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Gıda ve Tarım Meslek Yüksekokulu, skusvuran@gmail.com,  
ORCID ID: 0000-0002-1270-6962

<sup>2</sup>Belplas Ankara Termoplastik ve Bakım Onarım Hizmetleri A.Ş., ozgunkirdar@gmail.com,  
ORCID ID: 0000-0002-9096-7738

### ÖZET

Birim alandan elde edilen verim ve kaliteyi artırmaya yönelik olarak bilinçsiz ve yoğun kimyasal gübre ve pestisit kullanımı çoğu zaman toprak tuzluluğu gibi olumsuz çevresel etkilere, toprağın ekolojik dengesinin bozulmasına ve bitkilerin hastalıklara karşı daha duyarlı hale gelmesine neden olmaktadır. Bu olumsuzluklar sürdürülebilir bir tarımın gerçekleştirilmesi ile üretim, verim ve kalitenin artırılmasına yönelik yeni yöntem ve tedbirlerin alınmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu amaç doğrultusunda, açıkta domates yetiştiriciliğinde mikrobiyal gübre kullanımının meyve kalite özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, 6 farklı uygulamaya yer verilmiştir. Bunlar Kimyasal Gübre 0- Kontrol (K0), Kimyasal Gübre %100 (K100), Mikrobiyal Gübre (MG0), Kimyasal Gübre %100 + Mikrobiyal Gübre (MG100), Kimyasal Gübre %50 + Mikrobiyal Gübre (MG50). Mikrobiyal sıvı gübre uygulaması dikim sonrasında 15 gün aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen meyveler; meyve pomolojik ve biyokimyasal parametreler bakımından (ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu, meyve hacmi, meyve sertliği, pH, EC, SÇKM, Asitlik ve Vitamin C) değerlendirilmiştir. İncelenen parametreler ışığında en yüksek değerler mikrobiyal gübre uygulamalarının yer aldığı sistemlerde tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda mikrobiyal gübre kullanımı ile birlikte %50 oranında azaltılmış kimyasal gübre kullanımının etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum yoğun gübre kullanımının gerçekleştiği yetiştiricilik sistemlerinde gübre tasarrufu ile toprağın korunması bakımından da önemli bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Bakteri, *Lactobacillus*, PGPR, *Solanum lycopersicum*

### 1. GİRİŞ

Gerek dünya genelinde devam eden hızlı nüfus artışının, gerekse buna bağlı olarak ortaya çıkan çevresel olumsuzlukların gıda ihtiyacının karşılanmasında ciddi sorunlara yol açacağı öngörülmektedir. Bu durum mevcut tarım alanlarından maksimum verimin sağlanarak, gerekli gıda ihtiyacının karşılanmasını zorunlu hale getirmektedir. Birim alandan elde edilen verim ve kaliteyi artırmaya yönelik olarak bilinçsiz ve yoğun kimyasal gübre ve pestisit kullanımı çoğu zaman toprak tuzluluğu gibi olumsuz çevresel etkilere, toprağın ekolojik dengesinin bozulmasına ve bitkilerin hastalıklara karşı daha duyarlı hale gelmesine neden olmaktadır. Bu olumsuzluklar sürdürülebilir bir tarımın gerçekleştirilmesi ile üretim, verim ve kalitenin artırılmasına yönelik yeni yöntem ve tedbirlerin alınmasını zorunlu hale getirmiştir [1, 2].

Biyogübre veya mikrobiyal gübre olarak isimlendirilen canlı mikroorganizmalar, toprakta ve havadaki yayrışılı besin elementlerinin bitkiler tarafından kullanılmasına katkı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra mikrobiyal gübre kullanımı, mineral gübrelerin bitkiye yayrışılılığını artırarak kullanılan gübre miktarının azalmasına, ayrıca kök bölgesinde pH ve EC seviyelerinde iyileşmeye imkân vermektedir.

Bitki biyostimülanları veya tarımsal biyostimülanlar, bitki büyümesini artıran çeşitli maddeleri ve mikroorganizmaları içermektedir. Farklı mikroorganizmaları içeren bitki biyostimülanları bitkilere veya rizosfere uygulandığında besin alımını, besin elementlerinin etkinliğini teşvik etmekte, abiyotik strese toleransı ve verimi kalitesini artırma yönünden etkili olmaktadır [3]. Çeşitli bakteriler, funguslar mikroalgler ve mikorizalar önemli mikroorganizma grupları olarak değerlendirilmektedir.

Bitki Gelişimini Uyarıcı Bakteriler (Plant Growth Promoting Rhizobacteria-PGPR) doğal olarak oluşan toprak mikroorganizmaları olup kök bakterileri olarak da bilinirler [4]. PGPR'ler bitki köklerine yerleşerek değişik yollarla bitkiler üzerinde olumlu etkide bulunurlar. Bunlar; uyarıcı etki yapma, siderofor üretme, patojenlerin gelişimlerini engelleme, bitkilerde uyarılmış dayanıklılığı harekete geçirme, bitkisel hormonları uyarma veya üretme, besin elementi alımını iyileştirme [5], atmosferde serbest halde bulunan azotu toprağa bağlama ve bitkilerin kullanabileceği forma dönüştürme, amidler ve fitohormonlar gibi bazı bileşikler sentezleme, besin elementleri, iz elementler ve suyu doğrudan köklere taşıma ve topraktaki organik maddenin çözünme sürecini artırma vb. şekillerde görülmektedir [6].

Dünyada ve ülkemizde açıkta ve örtü altında en fazla yetiştirilen sebze türlerinin başında domates gelmektedir. İçerdiği antioksidan ve likopen gibi bileşikler, vitamin ve mineral maddeler sağlıklı yaşam ve fonksiyonel gıda olarak domatesin tüketimde tercih edilirliliğini artırmaktadır. Domates üretimi dünyada 177 milyon ton, ülkemizde ise 2020 verilerine göre 13,2 milyon ton ile üretim bakımından dünyada 4. sırada yer almaktadır. Sunulan bu çalışmada, açıkta domates yetiştiriciliğinde, mikrobiyal uygulamasının bazı meyve kalite özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

## 2. DENEYSEL UYGULAMALAR

Çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Uluyazı Yerleşkesi'nde yer alan Gıda ve Tarım Meslek Yüksekokulu'na ait alanda gerçekleştirilmiştir. Araştırmada materyal olarak Troy F1 oturak domates çeşidi kullanılmıştır. Domatesler dikilirken, sıra arası 120 cm ve sıra üzeri 50 cm olarak düzenlenmiştir. Dikim öncesinde toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırma alanı toprağına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Ölçülen Parametreler	Değer	Ölçülen Parametreler	Değer
pH	8.0	Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	939
EC (dS m <sup>-1</sup> )	2.7	K (mg kg <sup>-1</sup> )	301
Organik Madde (%)	1.2	Na (mg kg <sup>-1</sup> )	40.4
Bünye (Saturasyon) (mL)	73.8	B (mg kg <sup>-1</sup> )	0.8
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	2.2	Toplam Fosfor (mg kg <sup>-1</sup> )	0.1
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	10.5	Toplam Azot (%)	0.12



Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	26.6	Kireç (%)	18.3
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	0.6	Aktif Kireç (%)	1.2
Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	12302	Nem (%)	8.0

Mikrobiyal gübre uygulamasının meyve kalite özellikleri üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, mikrobiyal gübre olarak Profamik LAND (Ankara Termoplastik ve Bakım Onarım Hizmetleri A.Ş.) kullanılmıştır (Çizelge 2). Çalışmada 6 farklı uygulamaya yer verilmiştir.

- 1. Kimyasal Gübre 0-Kontrol (K0):** Fide dikim öncesi ve sonrası herhangi bir gübre uygulaması gerçekleştirilmemiştir.
- 2. Kimyasal Gübre %100 (K100):** Fide dikiminden sonra yetiştiricilik koşullarına uygun olarak kimyasal gübreleme (%100 kimyasal gübreleme) yapılmıştır (Günay, 2005) .
- 3. Kimyasal Gübre %50 (K50):** Fide dikiminden itibaren gerekli gübrelemenin yarısı (%50 kimyasal gübreleme) kadar gübreleme yapılmıştır.
- 4. Mikrobiyal Gübre (MG):** Dikimden sonra 15 gün aralıklarla sadece mikrobiyal gübre uygulaması yapılmış ve herhangi bir kimyasal gübre uygulanmamıştır.
- 5. Kimyasal Gübre %100+ Mikrobiyal Gübre (K100+MG):** Fide dikiminden itibaren kimyasal gübre uygulaması ile birlikte 15 gün aralıklarla mikrobiyal gübre uygulaması gerçekleştirilmiştir.
- 6. Kimyasal Gübre %50+Mikrobiyal Gübre (K50+MG):** Fide dikiminden itibaren gerekli gübrelemenin yarısı kadar gübreleme ile birlikte 15 gün aralıklarla uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Domates fideleri dikim öncesinde 100 litreye 1.5 litre oranında mikrobiyal gübre (Profamik LAND) ile hazırlanan solüsyon, fide dikim yerlerine, kimyasal gübre ve kontrol uygulamaları hariç olmak üzere, uygulanmıştır. Dikimden sonra devam eden süreçte mikrobiyal gübrenin yer aldığı tek başına Mikrobiyal Gübre, %100 Kimyasal Gübre+ Mikrobiyal Gübre ve %50 Kimyasal Gübre+ Mikrobiyal Gübre uygulamalarında 15 gün aralıklarla 100 litreye 750 ml olacak şekilde mikrobiyal gübre uygulaması yapılmıştır. Bu uygulamaya tüm hasadın sonlanmasından bir hafta önce son verilmiştir.

#### Çizelge 2. Denmede kullanılan Profamik LAND - mikrobiyal gübre içeriği

Profamik LAND - Mikrobiyal Gübre İçeriği	
<i>Lactobacillus strains</i>	<i>Lactobacillus lactis</i>
	<i>Lactobacillus diacetylactis</i>
	<i>Lactobacillus cremoris</i>
	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
	<i>Lactobacillus plantarum</i>
<i>Rhodopseudomonas palustris</i>	
<i>Bacillus subtilis</i>	
<i>Kluyveromyces marxianus</i>	

Çalışma sonunda meyvede belirtilen pomolojik ve biyokimyasal ölçümler gerçekleştirilmiştir.



**Ortalama meyve ağırlığı (g) :** Her tekrardan alınan 10 adet meyve hassas terazide ayrı ayrı tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir.

**Titre Edilebilir Asit (TA) Miktarı (%):** 5 ml usare, saf su ile 50 ml'ye tamamlanarak dijital bir pH metre yardımıyla 8.1'e kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmiş ve değerler sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır (Sabır ve ark, 2012).

**Meyvede Sertlik (kg):** Her tekrardan alınan 10 adet meyvede sertlik ölçümleri penatrometre ile gerçekleştirilmiştir.

**Meyve Çapı ve Boyu (mm):** Her tekerrürden alınan 10 adet meyvede ekvatorial bölgeden meyve çapı ve çiçek çukuru ile sap çukuru arasındaki bölgeden meyve boyu sayısal kumpas ile ölçülmüştür.

**Meyvede Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM):** Domates meyvelerinde suda çözünebilir kuru madde miktarı el refraktometresi ile ölçülerek % olarak kaydedilmiştir

**Meyve Hacmi (ml):** Her tekrardan alınan 10 adet meyvede hacim değerleri ölçü silindiri ile ölçülmüştür.

**Meyve Suyunda C Vitamini (L-Askorbik Asit) İçeriği (mg/100 g):** Meyveler blender ile püre haline getirildikten sonra, 1 g meyve örneği tartılarak, üzerine 45 ml %0.4 oksalik asit eklenmiş ve filtre kağıdından süzölmüştür. Elde edilen süzöntüden 1 ml alınarak üzerine 9 ml boya çözeltisi eklenmiş ve 502 nm dalga boyunda okumalar yapılmıştır. Standart olarak 1 ml süzöntü üzerine 9 ml saf su eklenmiş olan çözelti kullanılmıştır (Özdemir ve Dündar, 1998).

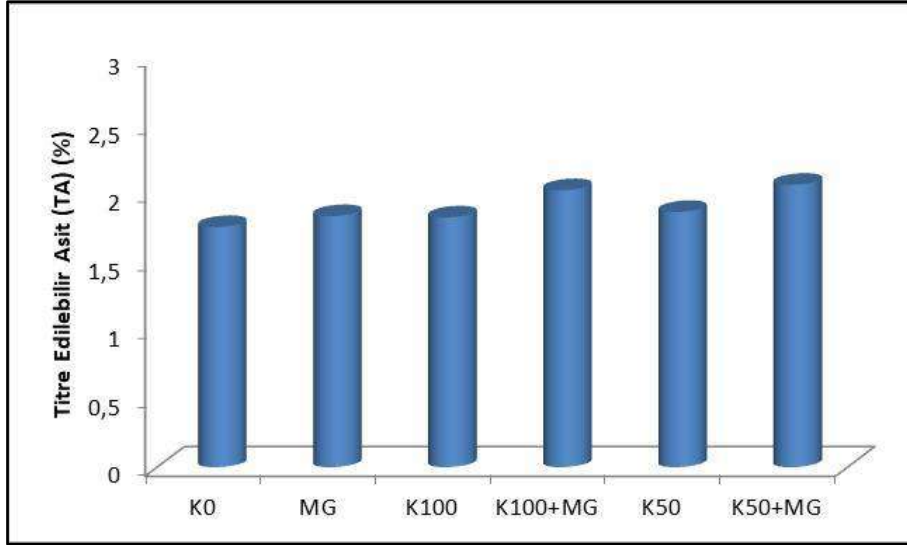
**Meyve Suyunda pH İçeriği:** Bir miktar (100 ml) meyve suyu alınarak, pH metre ile ölçülmüştür.

**Meyve Suyunda EC ölçüm (ms/cm):** Bir miktar (100 ml) meyve suyu alınarak, EC metre ile ölçülmüştür.

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre, 3 tekrarlı ve her tekrarda 20 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Elde edilen veriler JUMP 8.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve aralarında farklılık bulunan ortalamalar LSD (%5) çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır.

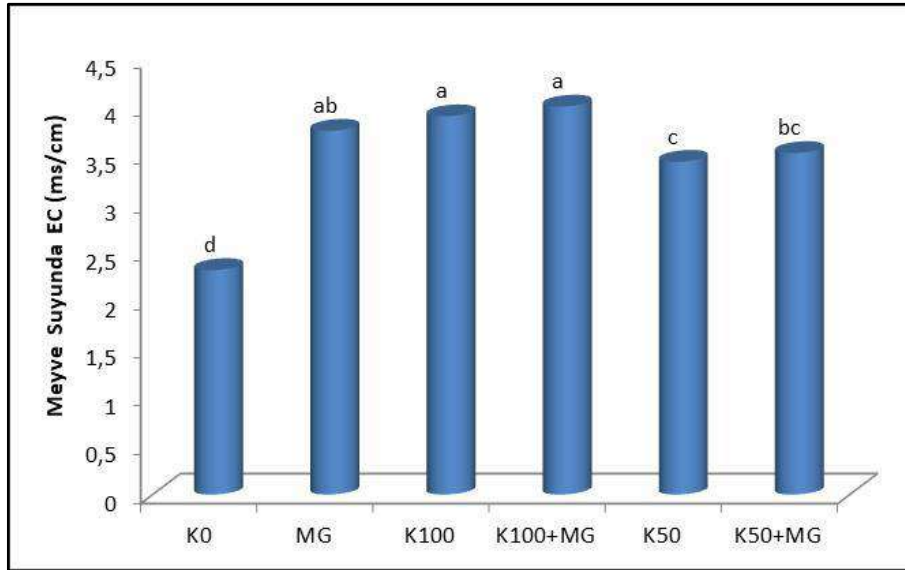
### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Mikrobiyal gübre uygulamasının meyvede asitlik bakımından ortaya koyduğu değişimler incelenmiş ve Görsel 1'de verilmiştir. Titre edilebilir asitlik bakımından incelenen uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte titre edilebilir asitlik değerleri göz önüne alındığında en yüksek asitlik K50+MG ve K100+MG uygulamalarında belirlenirken (%2.07 ve %2.03); en düşük asitlik Kontrol (%0 Gübre-K0) ve %100 Gübre (K100) uygulamalarında tespit edilmiştir (%1.76 ve %1.83).



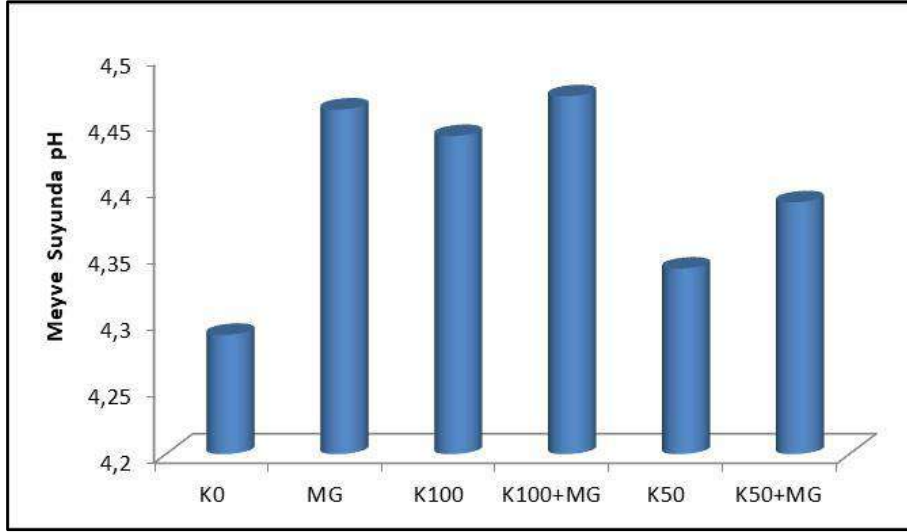
**Görsel 1.** Uygulamaların meyvede titre edilebilir asitlik üzerindeki etkisi

Meyve EC değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Genel olarak incelendiğinde en yüksek EC değeri  $4.01 \text{ dSm}^{-1}$  ile K100+ MG uygulamasında belirlenirken; en düşük EC değeri  $2.32 \text{ dSm}^{-1}$  ile Kontrol (%0 Gübre-K0) uygulamasında saptanmıştır (Görsel 2).



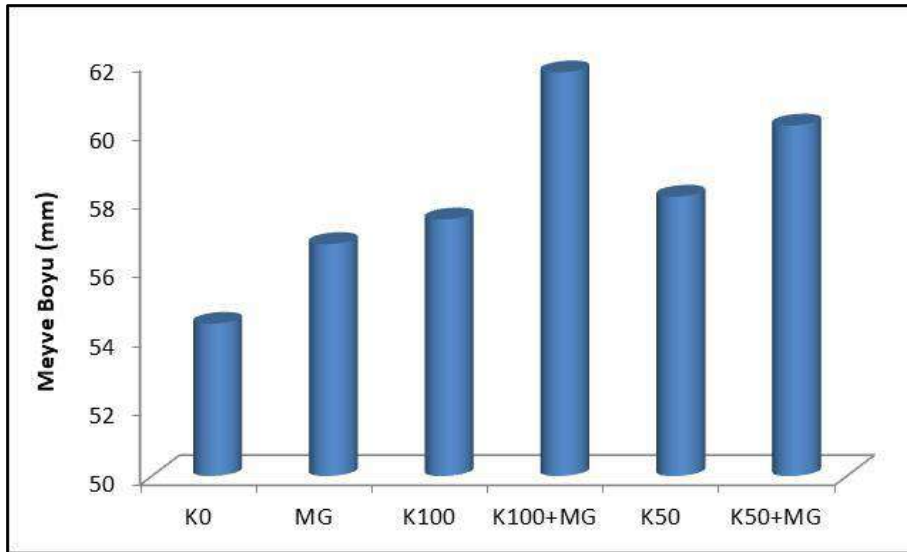
**Görsel 2.** Uygulamaların meyve suyunda EC üzerindeki etkisi

Meyve suyu pH düzeyinde meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Görsel 3). Bununla birlikte en yüksek pH değeri K100+MG (4.47) ve MG (4.46) uygulamalarında belirlenmiştir. En düşük pH değeri ise K0 uygulamasında 4.29 olarak ölçülmüştür.



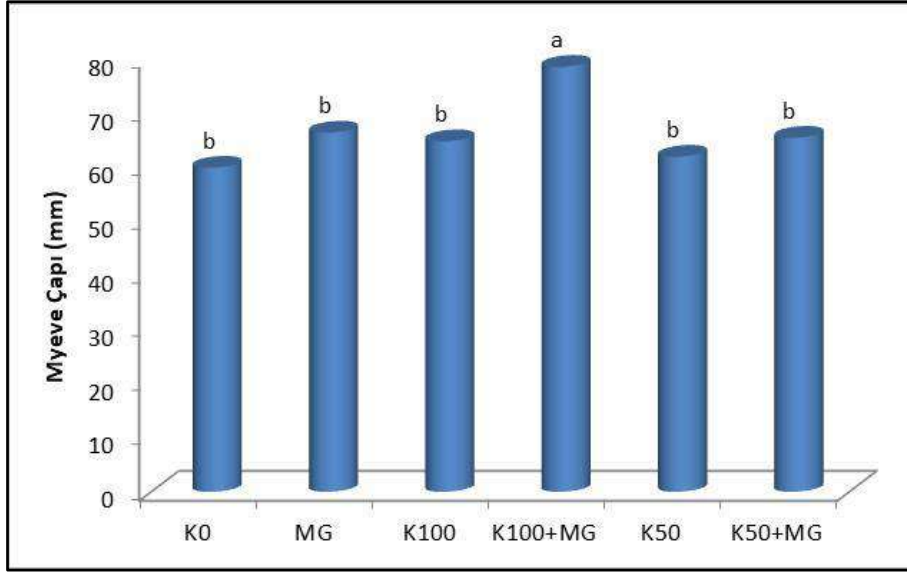
**Görsel 3. Uygulamaların meyve suyunda pH üzerindeki etkisi**

Meyve boyunda meydana gelen değişimler, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Meyve boyu tüm uygulamalarda 54.41-61.69 mm arasında yer almıştır. Ortalama meyve boyu incelendiğinde, en yüksek meyve boyu K100+MG (61.69 mm) uygulamasında belirlenirken bu uygulamayı 60.15 mm ile K50+MG uygulaması izlemiştir. En düşük meyve boyu ise 54.41 mm ile Kontrol %0 Gübre (K0) uygulamasında tespit edilmiştir (Görsel 4).



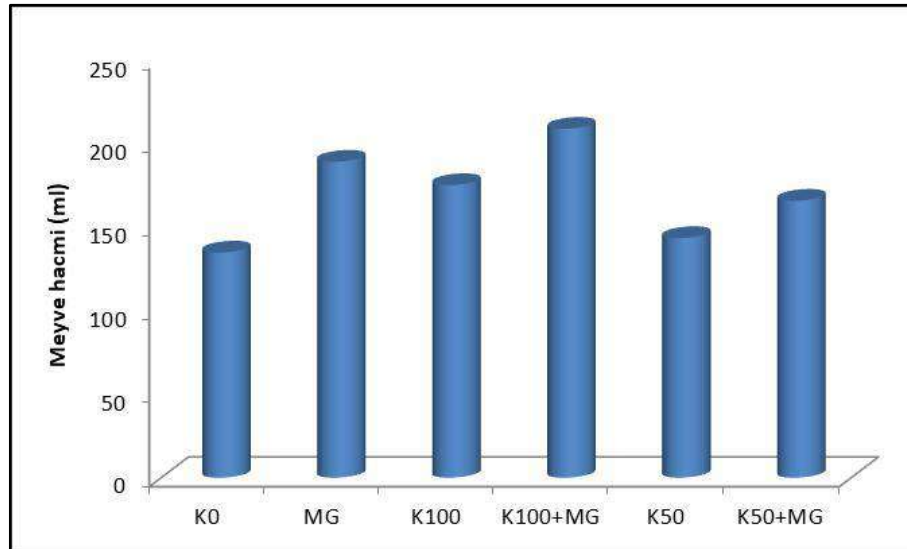
**Görsel 4. Uygulamaların meyve boyu üzerindeki etkisi**

Meyve çapı bakımından uygulamalar arasında ortaya çıkan fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Görsel 5). Ortalama olarak en yüksek meyve çapı K100+MG uygulamasında 78.51 mm olarak ölçülmüştür. En düşük meyve çapı ise 59.87 mm ile Kontrol %0 Gübre (K0) uygulamasında belirlenmiştir.



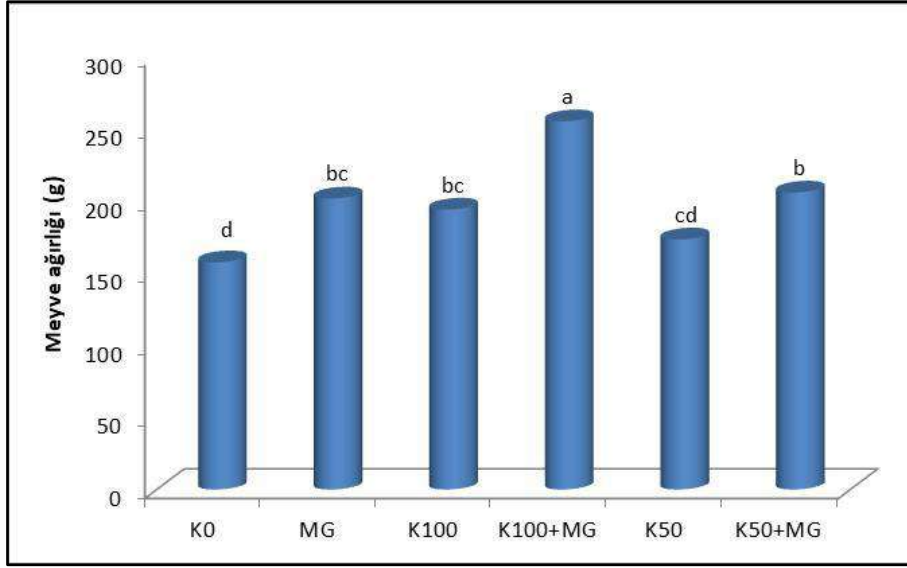
**Görsel 5. Uygulamaların meyve boyu üzerindeki etkisi**

Meyve hacmi bakımından ortaya çıkan fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte çalışmada, en yüksek meyve hacmi K100+MG ve MG uygulamalarında 208.67 ml ve 189 ml olarak belirlenmiştir. En düşük hacim ise Kontrol %0 Gübre (K0) uygulamasında 134.67 ml olarak ölçülmüştür (Görsel 6).



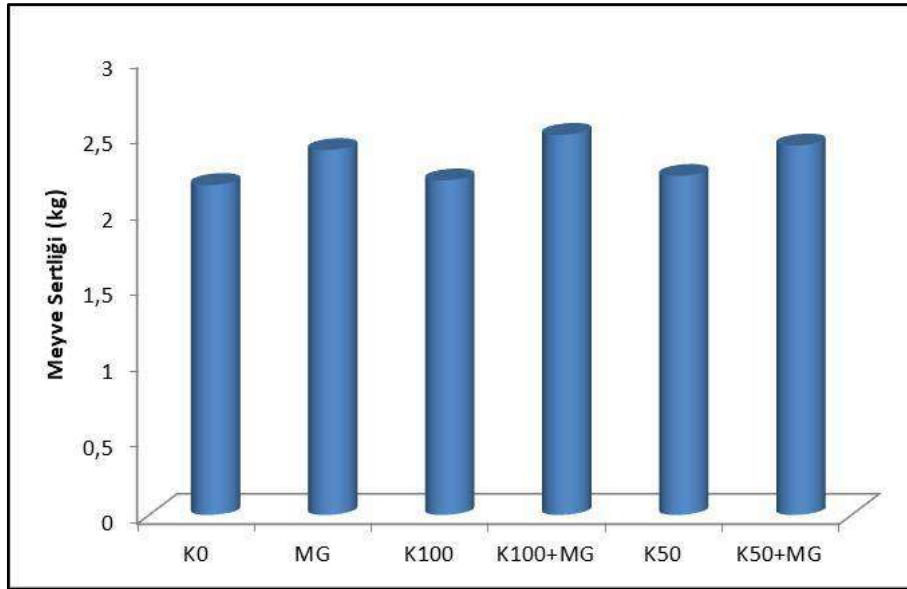
**Görsel 6. Uygulamaların meyve hacmi üzerindeki etkisi**

Meyve ağırlığı 157.46-255.18 g düzeyinde değişim göstermiş ve ortaya çıkan bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ortalama meyve ağırlığı incelendiğinde; en yüksek meyve ağırlığı K100+MG uygulamasında 255.18 g olarak belirlenirken; en düşük ortalama meyve ağırlığı 157.46 g ile Kontrol %0 Gübre (K0) uygulamasında ölçülmüştür (Görsel 7).



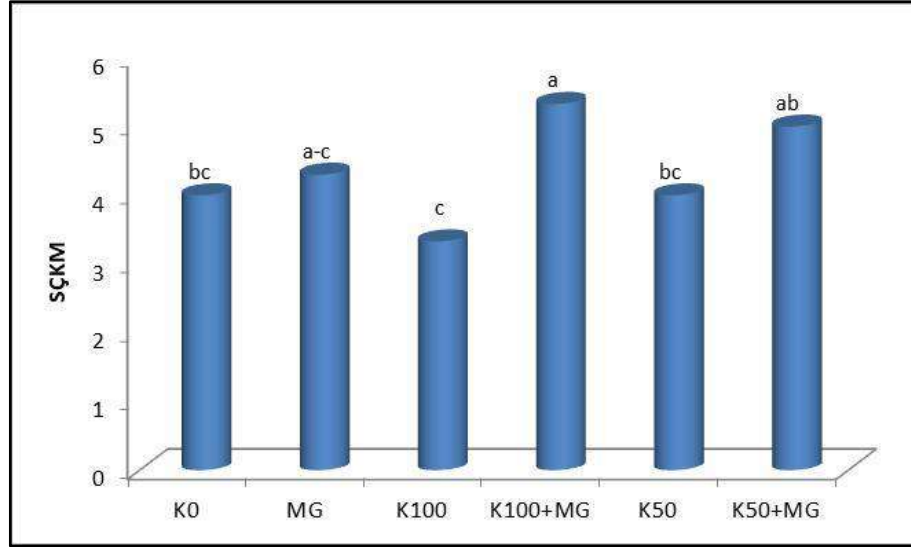
**Görsel 7. Uygulamaların meyve ağırlığı üzerindeki etkisi**

Mikrobiyal gübre uygulamasının meyve sertliği bakımından ortaya koyduğu değişimler incelenmiştir. Meyvede sertlik bakımından ortaya çıkan değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte ortalama meyve sertlik değerleri incelendiğinde; en yüksek sertlik düzeyi K100+MG uygulamasında ortaya çıkarken; en düşük sertlik düzeyi %0 Gübre (K0) uygulamasında ölçülmüştür (Görsel 8).



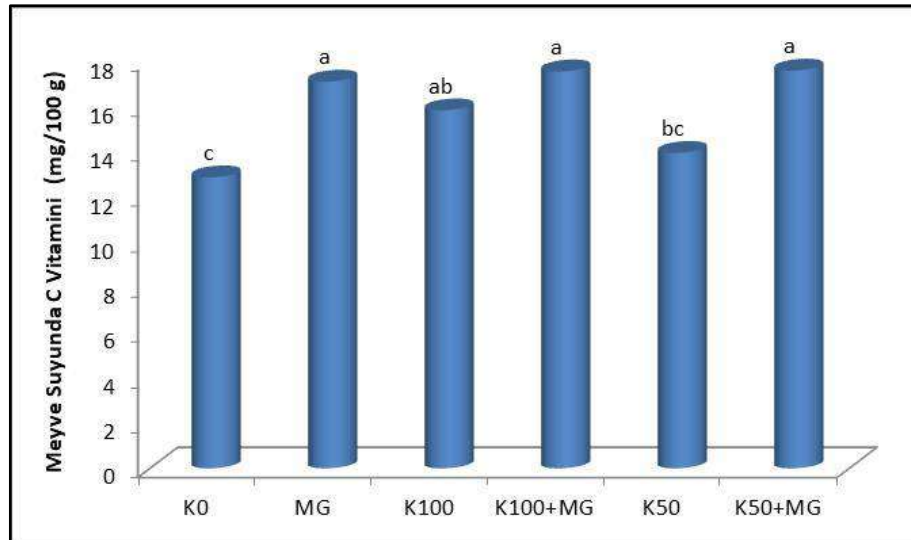
**Görsel 8. Uygulamaların meyve sertliği üzerindeki etkisi**

Suda çözünebilir kuru madde içeriği (SÇKM) bakımından uygulamalar arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ortalama değerler incelendiğinde, en yüksek SÇKM %5.33 ile K100+MG bunu %5 ile K50+MG uygulaması izlemiştir. Çalışmada, en düşük SÇKM %3.33 ile Kontrol %100 Gübre (K100) ve %4 SÇKM değeri ile %50 Gübre (K50) uygulamalarında tespit edilmiştir.



**Görsel 9. Uygulamaların SÇKM üzerindeki etkisi**

Domateste önemli bir kalite parametresi olan Vitamin C içeriği bakımından meydana gelen değişimin de incelendiği çalışmada, uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Buna göre ortalama Vitamin C içeriği incelendiğinde; en yüksek Vitamin C içeriği aynı istatistiksel grupta yer alan K50+MG, K100+MG ve MG uygulamalarında tespit edilmiş olup, bu uygulamalarda Vitamin C içeriği 17.09-17.58 mg/100 ml arasında değişim göstermiştir. En düşük Vitamin C içeriği ise Kontrol %0 Gübre (K0) uygulamasında 12.86 mg/100 ml olarak belirlenmiştir (Görsel 10).



**Görsel 10. Uygulamaların Vitamin C içeriği üzerindeki etkisi**

Biyoaktif bileşikler içeren organik hammaddelerden ekstraksiyon yoluyla elden edilen doğal bitki biyostimülantlarının kullanımı, bitkilerde büyüme, çiçeklenme, dölleme, meyve tutumu, verimlilik ve besin elementi kullanım etkinliğini artıran, ayrıca abiyotik stres faktörlerine karşı toleransın artmasına katkı sağlayan çevre dostu bir yenilik olarak ifade edilmektedir (Kuşvuran ve Kuşvuran, 2021). Bitki Gelişimini Uyarıcı Bakteriler (Plant Growth

Promoting Rhizobacteria-PGPR) doğal olarak oluşan toprak mikroorganizmaları olup kök bakterileri olarak da bilinirler (Aydın ve ark., 2012). PGPR'ler bitki köklerine yerleşerek değişik yollarla bitkiler üzerinde olumlu etkide bulunurlar. Farklı bakteri uygulamalarının domateste verim ve kalite üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, bakteri uygulamalarının meyve kalite özellikleri üzerinde olumlu etkisi olduğu ifade edilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada, bakteri kökenli mikrobiyal gübre kullanımının açıkta domates yetiştiriciliğinde bazı meyve kalite özellikleri incelenmiştir. Mikrobiyal gübre kullanımı incelenen tüm parametreler bakımından olumlu etki sağladığı belirlenmiştir. Çubuklu (2011) domateste gerçekleştirmiş olduğu çalışmasında, mikrobiyal gübre uygulamasının verim ve kaliteyi artırırken; Vitamin C içeriği bakımından da artış sağlandığını bildirmiştir. Tarımda büyük bir öneme sahip olan gübreler, olumsuz koşullar altında optimum verimin elde edilmesi ve beslenme için ihtiyaç duyulan gıdanın sürdürülebilir bir şekilde sağlanmasında önem arz etmektedir (Colla ve Roupael, 2015). Nitekim FAO (2021) son 50 yıllık süreçte birim alanda inorganik gübre kullanımının dünya genelinde iki kattan fazla artış gösterdiğini, gübreye olan talebin her geçen gün arttığını ve bu artışın da devam edeceğini bildirilmiştir. Dolayısıyla, daha fazla kimyasal gübre kullanmadan, ürünlerin verim ve kalitesini artırmak ve doğal tarımsal ekosistemlerin sürdürülebilirliğini sağlamak için; bitkilerin besin elementi alımını iyileştirerek daha etkin kullanımını garanti eden sistemlerin verim ve kalite kayıplarının önlenmesine katkı sağlayacak uygulamalara da yer verilmesi yoluna gidilmelidir. Çalışmada mikrobiyal gübre kullanımı ile kimyasal gübre kullanımı da karşılaştırılmıştır. Buna göre meyve kalite özellikleri bakımından kimyasal gübrenin %50 oranında azaltılması ve mikrobiyal gübre kullanımı, meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu, meyve sertliği, pH, SÇKM, asitlik ve Vitamin C değerleri bakımından sadece kimyasal gübre uygulamasına oranla daha yüksek değerler elde edilmesine imkan sağlamıştır. Sera domates yetiştiriciliğinde (Azeri F1) kullanılan kimyasal gübre miktarını mikrobiyal gübre (*Bacillus amyloliquefaciens* FZB24 (R) ve *Glomus* spp.) kullanarak azaltmak, azaltılmış gübrelemede mikrobiyal gübre uygulamalarının bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkinliğini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada mikrobiyal gübre kullanımının aşırı gübrelemeye iyi bir alternatif olduğu vurgusu yapılmıştır (Korkmaz, 2019).

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Açıkta domates yetiştiriciliğinde mikrobiyal gübre kullanımının meyve kalite özellikleri (meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu, meyve hacmi, meyve sertliği, pH, EC, SÇKM, asitlik ve Vitamin C) üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, en yüksek değerler mikrobiyal gübre uygulamalarının yer aldığı sistemlerde tespit edilmiştir. Ayrıca, meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu, meyve sertliği, pH, SÇKM, asitlik ve Vitamin C değerleri bakımından %50 azaltılmış kimyasal gübre kullanımı ile birlikte mikrobiyal gübre kullanımının, %100 Kimyasal Gübre (K100) uygulamasından daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak incelenen parametreler ışığında mikrobiyal gübre kullanımının açıkta domates yetiştiriciliğinde; meyve kalite özellikleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

#### KAYNAKÇA



- [1] Kumlay, A. M. ve Eryiğit, T. (2011). Bitkilerde büyüme ve gelişmesini düzenleyici maddeler: Bitki hormonları. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(2), 47-56.
- [2] Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Marinković, J., Dozet, G., Petrović, D. K. And Tatić, M. (2021). Research on Importance of microbiological fertilizer used in soybean production: Agronomical and biological aspects. International Journal of Diseases and Disorders, 9(1), 1-8.
- [3] Calvo, P., Nelson, L. and Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and soil, 383(1), 3-41.
- [4] Aydın, A., Yıldırım, E., Karaman, M.R., Turan, M., Demirtaş, A., Şahin, F., Güneş, A., Esringü, A., Dizman, M. and Tutar, A. (2012). Humik asit, PGPR ve kimyasal gübre uygulamalarının brokoli (*Brassica oleracea*) bitkisinin bazı verim parametreleri üzerine etkisi. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi, 1, 309-316.
- [5] Dülger, İ., *Farklı bakteri uygulamalarının (Pseudomonas fluorescens, Bacillus megaterium ve Bacillus subtilis) guar (Cyamopsis tetragonoloba(L.) Taub.)'ın kuraklığa toleransı üzerine etkisi*, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı, 2021.
- [6] Emilia, D. A., Luisa, D. A., Stefania, D. P. and Petronia, C. (2020). Use of biostimulants to improve salinity tolerance in agronomic crops. In Agronomic Crops, 423-441. Springer, Singapore
- [7] Günay, A., 2005. Özel Sebze Yetiştiriciliği kitabı II. Bölüm, Domates Yetiştiriciliği, 318-343.
- [8] Sabır, F. K., Kuşvuran, Ş. Ş., Daşgan, H. Y. and Açar, T. (2012). Effects of 1-methylcyclopropene treatment on postharvest lifeand quality in four tomatoes cultivars, Journal of Animal and Plant Science, 22, 1086-1091.
- [9] Özdemir, E. and Dündar. Ö. *Effect of Different Postharvest Application on Storage of Kozan and Valencia Late Oranges*. XXV. Int. Hort. Con. 2-7 August 1998 Brussels, 1998.
- [10] Kuşvuran, A., Kuşvuran, Ş. (2021). Biyostimulantların abiyotik stres toleransı üzerindeki etkileri. Sebzelerde Stres Toleransı ve Islah Stratejileri. Editörler: Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Daşgahn, H.Y., Kuşvuran, Ş. Gece Kitaplığı, pp: 430-466, Ankara.
- [11] Çubuklu, Ö. *Aşılı ve aşısız domates fideleri ile yapılan yetiştiricilikte mikrobiyal gübrenin (Trichoderma harzianum) verim ve kalite üzerine etkileri*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 2011.
- [12] Colla, G., Nardi, S., Cardarelli, M., Ertani, A., Lucini, L., Canaguier, R. and Roupael, Y. (2015). Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196, 28–38.
- [13] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2021). Pesticide Use. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>
- [14] Korkmaz, C. *Sera domatesi yetiştiriciliğinde kimyasal gübrelerin çevresel etkilerini azaltmaya yönelik mikrobiyal gübre uygulamaları*. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Muğla, 2019

## YAŞA BAĞLI DEĞİŞİM FARKINDALIĞI VE ÖLÇÜMÜ

Öğr. Gör. Dr. FATMA ZEHRA GENÇ<sup>1</sup>, Öğr. Gör. SUZAN YILDIZ<sup>2</sup>, Prof. Dr. NAİLE BİLGİLİ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, fatmazehragnc@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1861-8864

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Reşadiye Meslek Yüksekokulu  
suzanmola@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6833-5710

<sup>3</sup>Gazi Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, nbilgili@gazi.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7639-0303

### ÖZET

Yaşlanma her canlının deneyimlediği doğal ve kaçınılmaz bir süreçtir. Yaşlanma değişim anlamına gelmektedir ve yaşlanma ile birlikte yaşa bağlı olarak hem olumlu hem olumsuz değişiklikler yaşanmaktadır. Yaşa bağlı değişim farkındalığı, insanların yaşlanmaya bağladıkları olumlu veya olumsuz değişikliklerin ne ölçüde farkına vardıklarını kapsamlı bir şekilde açıklamaktadır. Yaşa bağlı değişim farkındalığını değerlendiren ölçeğin farklı uzunlukta versiyonları mevcut olup iki alt boyutu (kazanımlar ve kayıplar) ve beş bölümü (sağlık ve fiziksel işlevsellik, bilişsel işlevsellik, kişilerarası ilişkiler, sosyal-bilişsel ve sosyal-duygusal işlevsellik ve yaşam tarzı ve katılım) mevcuttur. Bu ölçüm aracının 50 maddelik ve 10 maddelik kısa formu vardır. Literatür incelendiğinde ölçeğin Almanya ve ABD toplumunda geliştirildiği, İran, İngiltere, Brezilya, Çin gibi toplumlarda da topluma uyarlama çalışmalarının yapıldığı görülmektedir. Ayrıca literatürde bu farkındalık durumunun öz düzenleme, benlik bütünlüğü, yaş ayrımcılığı, psikolojik iyi oluş, teknoloji becerileri ve teknoloji tutumları ve kişilik rolü gibi değişkenlerle birlikte incelenip değerlendirilmektedir. Hem dünyada hem de ülkemizde artan yaşlı nüfusta bu kavramın ele alınması, ölçümünün yapılması ve çeşitli değişkenlerle birlikte değerlendirilmesi bir farkındalık oluşmasını sağlayabilir. Yaşlı nüfusun hızla arttığı günümüzde Türk toplumunda da bu kavram üzerinde durulmasına, kavramı değerlendiren ölçüm aracının Türkçe formunun oluşturulmasına ve kullanılmasına gereksinim vardır. Bu fikirden hareketle incelemede, yaşa bağlı değişim farkındalığı kavramını tanıtmak ve bu kavramın nasıl ölçüldüğünü tartışmak amaçlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yaşlanmaya yönelik tutum, farkındalık, değişim

### GİRİŞ:

Yaşlanma her canlının deneyimlediği doğal ve kaçınılmaz bir süreçtir. İçinde bulunduğumuz dönemin demografik özelliklerinden en belirgin olanı küresel yaşlanmadır. Nüfusun yaşlanması gelişmiş ülkeler başta olmak üzere tüm dünyanın gündeminde olan bir gerçektir (Ergöçmen & Çağatay, 2018). Dünya Sağlık Örgütü, 60 yaş üstü bireylerin sayısının 2019 yılında 1 milyar olduğunu ve bu sayının 2030 yılında 1,4 milyar, 2050 yılında ise 2,1 olacağını bildirmektedir (WHO, 2022). Tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye de yaşlanma sürecinin hızla gerçekleştiği ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye İstatistik

Kurumunun 2021 yılı verilerine göre Türkiye’de yaşlı nüfus oranı %9,7 olarak belirlenmiş ve her geçen yıl bu oranın hızlı bir şekilde artacağı bildirilmiştir (TÜİK, 2022).

Yaşlanma değişim anlamına gelmektedir ve yaşlanma ile birlikte yaşa bağlı olarak hem olumlu hem olumsuz değişiklikler yaşanmaktadır (Rothermund vd., 2021, Sabatini vd., 2022). Olumlu değişikliklerin örnekleri daha fazla bilgi birikimi ve yaşam deneyimi iken olumsuz değişiklikler ise daha zayıf zihinsel, fiziksel ve işlevsel sağlık olarak belirtilmektedir (Kalınkara, 2016). Sağlığın tüm yaşam boyunca sürdürülmesi yaşam kalitesi ve dünya sağlık sisteminin ve ekonomisinin sürdürülebilirliği için gereklidir (Sabatini vd., 2022). Sağlığın yaşam boyu sürdürülmesi ise bireylerin yaşlanmayı algılama durumlarına bağlı olabilir. Yaşa bağlı değişim farkındalığı kavramı yaşa bağlı değişikliklere ilişkin olumlu (kazanımlar) ve olumsuz (kayıplar) öz algıları yakalayarak bu kazanımı sağlamaya çalışmaktadır (Diehl & Wahl, 2010). Bu bağlamda incelemede, yaşa bağlı değişim farkındalığı kavramını tanıtmak ve bu kavramın nasıl ölçüldüğünü tartışmak amaçlanmaktadır.

### YAŞA BAĞLIĞI DEĞİŞİM FARKINDALIĞI ÖLÇÜMÜ

Bireylerin kendi yaşlanmalarıyla ilgili farkındalıkları “öznel yaş” veya “yaş kimliği” başlıkları altında ele alınmaktaydı. Bu başlıklar çok sınırlı olduğu için çeşitli alanları içeren daha geniş yeni bir kavram oluşmuştur. Oluşan bu kavram öznel yaş veya yaş kimliği kavramlarının aksine, kişinin hayatındaki bir şeyin yaşlanma nedeniyle değiştiğinin farkında olduğuna dikkat çekmektedir. Yaşlanmayla ilgili görüşlerin kavramsallaştırılmasını ve ölçülmesini zenginleştirmek amacıyla, Diehl ve Wahl (2010) bireylerin bir şeyin farkında olma durumuna atıfta bulunan yaşa bağlı değişimin farkındalığı (AARC) kavramını önerdiler. AARC, “bir kişinin davranışlarının, performans düzeyinin veya yaşamı deneyimleme biçiminin yaşlanmasının bir sonucu olarak değiştiğine dair farkındalık durumu” anlamına gelmektedir (Diehl & Wahl, 2010). AARC, insanların yaşlanmaya bağladıkları değişikliklerin ne ölçüde farkına vardıklarını açıklamaktadır (Wettstein vd., 2022).

AARC’yi değerlendiren ölçeğin farklı uzunlukta versiyonları mevcut olup iki alt boyutu (kazanımlar ve kayıplar) ve beş bölümü (sağlık ve fiziksel işlevsellik, bilişsel işlevsellik, kişilerarası ilişkiler, sosyal-bilişsel ve sosyal-duygusal işlevsellik ve yaşam tarzı ve katılım) vardır (Diehl & Wahl, 2010; Brothers vd., 2019; Kaspar vd., 2019). Ölçek öz bildirim dayalı olup her madde başında “yaşım ilerledikçe fark ediyorum ki...” ifadesi yer almaktadır. Ölçeğin kazanım boyutunda “...olayları ve insanları değerlendirme konusunda daha fazla deneyim ve bilgi sahibiyim”, “...arkadaşlıklarım ve ilişkilerim daha da güçleniyor”, “...zevk aldığım şeyler için daha fazla zamanım oluyor” gibi maddeler yer alırken kayıp boyutunda “...yaptığım şeyler için daha fazla zamana ihtiyaç duyuyorum”, “...gelecek hakkında daha fazla endişeleniyorum”, “...yeni şeyler öğrenmek daha fazla zaman ve emek alıyor” gibi maddeler yer almaktadır.

Ölçek beşli likert tipinde ve maddeler 1=hiçbir zaman, 2=nadiren, 3=bazen, 4=oldukça, 5=çok fazla şeklinde yanıtlanmaktadır (Brothers vd., 2019). Ölçüm aracının 50 maddelik (Brothers vd., 2019) ve 10 maddelik kısa formu (Kaspar vd., 2019) mevcuttur. Literatür incelendiğinde ölçeğin Almanya ve ABD toplumunda geliştirildiği görülmektedir. Bu ölçüm aracının İran (Nosrati vd., 2022), İngiltere (Sabatini vd., 2020), Brezilya (Neri vd., 2021), Çin (Zhang & Wood, 2022) gibi toplumlarda da kısa formunun topluma uyarlama çalışmaları yapılmıştır. Çeşitli toplumlarda uyarlaması yapılan bu ölçeğin sıklıkla kısa formunun kullanıldığı görülmektedir. Yaşlı nüfusun hızla arttığı günümüzde Türk toplumunda da bu

kavram üzerinde durulmasına ve kavramı değerlendiren ölçüm aracının Türkçe formuna gereksinim vardır.

## ULUSLARARASI LİTERATÜRDE YAŞA BAĞLI DEĞİŞİM FARKINDALIĞI

AARC kazanımları bireylerin değerli yaşam deneyimlerini ön plana çıkarırken etkili öz düzenleme süreçlerine teşvik ederek bireylerin sağlığını yükseltebilir (Diehl & Wahl, 2010). AARC kayıpları ise bireyin benlik bütünlüğüne zarar verebilir veya bireylerin kalan ömrünün sınırlarını vurgulayarak sağlığı tehdit edebilir (Brothers vd., 2016). Yaşa bağlı değişim farkındalığı kavramı kazanım ve kayıp boyutları ile incelense de literatürde birçok değişkenle birlikte ele alınıp incelenmektedir. Sabatini vd. (2022) 50 yaş ve üzeri bireylerle AARC-10 ve ölçüm aracına yönelik görüşleri sorgulayan kesitsel çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda AARC ölçeğinin bilişsel işlevsellik, fiziksel ve zihinsel sağlık ve sosyal faaliyetlere katılım ile sağlıklı ve uyumlu davranışlarda algılanan yaşa bağlı değişiklikleri saptama yeteneğini desteklemektedir. Ayrıca AARC'nin nasıl geliştiğine dair teorik kavramsallaştırmayı zenginleştirmenin yollarını önermiş ve AARC ölçümlerine verilen yanıtların yorumlanmasına ilişkin içgörüler sunmuştur.

Voelkner ve Caskie (2022) yaşlı bireylerin yaş ayrımcılığının bilişsel işleyişi ve yaşa bağlı değişikliklerin farkındalığını etkilediği saptamıştır. Wilton-Harding ve Windsor (2022) boylamsal çalışmasında daha yüksek AARC kazanımlarının ve daha düşük AARC kayıplarının, sürekli olarak daha yüksek psikolojik iyi oluşla ilişki olduğunu saptamıştır. Zhu ve Neupert (2021) çalışmasında AARC aracılığıyla görüşlerin ele alınması bilişsel yaşlanma için özel bir öneme sahip olduğunu, yaşlanma algıları (özellikle olumsuz olanlar), olumlu yaşlanma sonuçlarını teşvik etmeye yönelik müdahale çabaları için önemli olduğunu belirtmiştir. O'Brien vd. (2021) çalışmasında, yaşlı bireylerin yaşa bağlı kayıplara ilişkin farkındalık hislerinin daha fazla olduğu günlerde, daha yüksek düzeyde bilişsel müdahaleye gereksinim duyduklarını saptamıştır. Ayrıca çalışmada genel olarak olumsuz algılara sahip yaşlı bireyler, stresli günlerde bilişsel müdahaleye karşı artan bir savunmasızlıkla karşı karşıya kalırken, genel olarak olumlu algılara sahip olanların böyle bir durumla karşılaşmadığı saptanmıştır (O'Brien vd., 2021).

Birleşik krallıkta ölçeğin kısa formu doğrulanmıştır (Sabatini vd., 2020). Aynı çalışmada yaş, cinsiyet, medeni durum, istihdam ve üniversite eğitimi AARC kazanımlarını ve kayıplarını tahmin ettiği saptanmıştır (Sabatini vd., 2020). Kaspar vd. (2021) AARC-Kazanımları ve AARC-Kayıplarının yaşamın ileri dönemlerinde hayatta kalmanın önemli ve bağımsız belirteçleri olduğunu bulmuştur. Yapılan bir çalışmada daha olumsuz öznel yaşlanmanın (hissedilen yaş ve yaşlanmaya yönelik tutum), daha kötü sağlık ve esenliğe sebep olabileceği ve AARC kaybının daha fazla olabileceği saptanmıştır (Brother vd., 2017). Schlomann vd. (2022) AARC-kazanımları ile teknoloji becerileri ve teknoloji tutumları arasında olumlu ilişkiler olduğunu, AARC-kayıplar için, teknoloji becerileri, teknoloji tutumları ve genel teknoloji kullanımı ile negatif ilişkiler olduğunu saptamıştır. Sabatini vd. (2021) daha yüksek ağrı düzeyinin daha fazla AARC kaybını öngördüğünü ve ağrının AARC kazanımları ile anlamlı bir şekilde ilişkili olmadığını saptamıştır. Rupperecht vd. (2019) yaşa bağlı değişimlerin farkındalığında açıklık, vicdanlılık ve nevroitiklik gibi kişilik rollerinin de önemli olduğunu belirtmiştir (Rupperecht vd., 2019).

## SONUÇ

AARC kavramı, yetişkinlerin yaşa bağlı değişikliklerin ne ölçüde farkında oldukları ve bu farkındalığın sonraki davranışlara nasıl dönüştüğü üzerinedir. AARC'nin tanımı, yaşlanan bireylerin yaşın ilerlemesine bağlı hem kayıplar hem de kazanımlar ilgili deneyimlerini dâhil etmek için özellikle geniş tutulmuştur. AARC ölçümünde ele alınan kayıplar ve kazanımların durumu bireylerin sağlık durumlarını tehdit edebilir veya bireyleri teşvik ederek sağlık durumlarının daha iyiye gitmesini sağlayabilir. Hem dünyada hem de ülkemizde artan yaşlı nüfusta bu kavramın ele alınması, ölçümünün yapılması ve değerlendirilmesi bir farkındalık oluşmasını sağlayabilir. Yaşlı nüfusun hızla arttığı günümüzde Türk toplumunda da bu kavram üzerinde durulmasına, kavramı değerlendiren ölçüm aracının Türkçe formunun oluşturulmasına ve kullanılmasına gereksinim vardır. Ayrıca bu kavramsal model, sosyoloji, psikoloji ve uygulamalı disiplinler gibi gerontolojideki çeşitli araştırma alanlarının katkılarını entegre ederek potansiyel olarak disiplinler arası araştırmayı teşvik etmektedir.

### KAYNAKÇA

- Brothers, A., Gabrian, M., Wahl, H.-W., & Diehl, M. (2016). Future time perspective and awareness of age-related change: Examining their role in predicting psychological well-being. *Psychology and Aging, 31*(6), 605–617. <https://doi.org/10.1037/pag0000101>
- Brothers, A., Miche, M., Wahl, H.-W., & Diehl, M. (2017). Examination of Associations Among Three Distinct Subjective Aging Constructs and Their Relevance for Predicting Developmental Correlates. *The Journals of Gerontology: Series B, 72*(4), 547–560. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbv085>
- Brothers, A., Gabrian, M., Wahl, H.-W., & Diehl, M. (2019). A New Multidimensional Questionnaire to Assess Awareness of Age-Related Change (AARC). *The Gerontologist, 59*(3), e141–e151. <https://doi.org/10.1093/geront/gny006>
- Diehl, M. K., & Wahl, H.-W. (2010). Awareness of age-related change: Examination of a (mostly) unexplored concept. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences, 65B*(3), 340–350. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbp110>
- Ergöçmen, B., Çağatay, P. (2018). Dünyada ve Türkiye’de Demografik Eğilimler (Geriatrik Bilimler). Kutsal, Y. G., Cangöz, B., Baydar, T. (edt.). Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Kalınkara, V. (2016). *Temel Gerontoloji Yaşlılık Bilimi*. 3 baskı. Nobel Yayınları. Ankara
- Kaspar, R., Gabrian, M., Brothers, A., Wahl, H.-W., & Diehl, M. (2019). Measuring Awareness of Age-Related Change: Development of a 10-Item Short Form for Use in Large-Scale Surveys. *The Gerontologist, 59*(3), e130–e140. <https://doi.org/10.1093/geront/gnx213>
- Kaspar, R., Wahl, H.-W., & Diehl, M. (2021). Awareness of Age-Related Change as a Behavioral Determinant of Survival Time in Very Old Age. *Frontiers in Psychology, 12*, 727560. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.727560>
- Neri, A. L., Wahl, H.-W., Kaspar, R., Diehl, M., Batistoni, S. S. T., Cachioni, M., & Yassuda, M. S. (2021). Psychometric study of the Awareness of Age-Related Change (AARC) Short Scale translated to Portuguese, applied to Brazilian older adults. *Dementia & Neuropsychologia, 15*, 230–238. <https://doi.org/10.1590/1980-57642021dn15-020011>
- Nosrati, P., Momeni, K., & Wahl, H.-W. (2022). Testing the Psychometric Properties of the Awareness of Age-Related Changes Questionnaire in a Sample of the Community-Dwelling Elderly in Iran. *Aging Psychology, 8*(2), 133–119. <https://doi.org/10.22126/jap.2022.7125.1579>
- O’Brien, E. L., Torres, G. E., & Neupert, S. D. (2021). Cognitive Interference in the Context of Daily Stressors, Daily Awareness of Age-Related Change, and General Aging Attitudes. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences, 76*(5), 920–929. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbaa155>



- Rothermund, K., de Paula Couto, M. C. P., Fung, H. H., Graf, S., Hess, T. M., Liou, S., & Nikitin, J. (2021). Age-Related Attributions of Experienced Changes in Life: Origins and Implications. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 76(5), 881–893. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbaa160>
- Rupprecht, F. S., Dutt, A. J., Wahl, H.-W., & Diehl, M. K. (2019). The Role of Personality in Becoming Aware of Age-Related Changes. *GeroPsych*, 32(2), 57–67. <https://doi.org/10.1024/1662-9647/a000204>
- Sabatini, S., Ukoumunne, O. C., Ballard, C., Brothers, A., Kaspar, R., Collins, R., Kim, S., Corbett, A., Aarsland, D., Hampshire, A., Brooker, H., & Clare, L. (2020). International relevance of two measures of awareness of age-related change (AARC). *BMC Geriatrics*, 20(1), 359. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01767-6>
- Sabatini, S., Ukoumunne, O. C., Ballard, C., Collins, R., Corbett, A., Brooker, H., & Clare, L. (2021). The cross-sectional relationship between pain and awareness of age-related changes. *British Journal of Pain*, 15(3), 335–344. <https://doi.org/10.1177/2049463720961798>
- Sabatini, S., Ukoumunne, O. C., Ballard, C., Collins, R., Corbett, A., Brooker, H., & Clare, L. (2022). Exploring awareness of age-related changes among over 50s in the UK: Findings from the PROTECT study. *International Psychogeriatrics*, 34(9), 789–803. <https://doi.org/10.1017/S104161022100123X>
- Schlomann, A., Memmer, N., & Wahl, H.-W. (2022). Awareness of age-related change is associated with attitudes toward technology and technology skills among older adults. *Frontiers in Psychology*, 13, 905043. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.905043>
- Sörensen, S., Missell, R. L., Eustice-Corwin, A., & Otieno, D. A. (2021). Perspectives on Aging-Related Preparation. *Journal of Elder Policy*, 1(2). <https://doi.org/10.18278/jep.1.2.7>
- TÜİK. (2022). *İstatistiklerle Yaşlılar, 2021*. İnternet Erişim Adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=İstatistiklerle-Yaslılar-2021-45636> Erişim Tarihi: 27.11.2022.
- Voelkner, A. R., & Caskie, G. I. L. (2022). Awareness of age-related change and its relationship with cognitive functioning and ageism. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/13825585.2022.2088682>
- Wettstein, M., Kornadt, A. E., & Wahl, H.-W. (2022). Awareness of Age-Related Changes Among Middle-Aged and Older Adults: Longitudinal Trajectories, and the Role of Age Stereotypes and Personality Traits. *Frontiers in Psychiatry*, 13, 902909. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.902909>
- WHO. (2022). *Ageing*. İnternet Erişim Adresi: [https://www.who.int/health-topics/ageing#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/ageing#tab=tab_1) Erişim Tarihi: 27.11.2022.
- Wilton-Harding, B., & Windsor, T. D. (2022). Awareness of Age-Related Gains and Losses and Their Associations With Psychological Well-Being: A Longitudinal Examination. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 77(4), 661–672. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbab155>
- Zhang, W., & Wood, S. (2022). Awareness of age-related change, chronological age, subjective age and proactivity: An empirical study in China. *Frontiers in Psychiatry*, 13. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsy.2022.915673>
- Zhu, X., & Neupert, S. D. (2021). Dynamic awareness of age-related losses predict concurrent and subsequent changes in daily inductive reasoning performance. *The British Journal of Developmental Psychology*, 39(2), 282–298. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12344>

## THE IMPORTANCE OF MICROPLASTICS IN FOOD SAFETY

**Res. Assit. Aysegul Kirmizigul Peker, <sup>1</sup>Prof. Dr. Ilkin Sengun**

Ege University, Engineering Faculty, aysegul.kirmizigul@ege.edu.tr - 0000-0003-4723-7374

Ege University, Engineering Faculty, ilkin.sengun@ege.edu.tr - 0000-0001-6940-2129

### ABSTRACT

Plastics are employed in almost all daily activities because they make our lives easier. The increasing use of plastic has detrimental effects on the ecosystem, particularly on the oceans, and is therefore considered one of the biggest modern pollutants. Plastic waste physically breaks down into smaller pieces but persists unchanged in nature for centuries, posing an even greater threat. Microplastics, which are released when plastics break down, are defined as plastic particles less than 5 mm in size. They are readily absorbed into our bodies through respiration and other processes (e.g., skin contact and oral ingestion) and can also pose a threat to human health if they enter the food chain. The detection of microplastics in aquatic life and water resources has been the subject of numerous investigations. In addition to seafood and drinking water, recent studies showed that microplastics can be found in a variety of foods. White wine, tea bags, salt, sugar, beer, and honey are some of these foods. Raw materials, food processing procedures, plastics used in packaging, or air can all contribute to the accumulation of microplastic in food. Exposure of human to microplastics through the ingestion of contaminated foods is inevitable, raising concerns about the potential impact of microplastics on human health. To reduce the harmful effects of microplastics on the environment and human health, researchers are conducting a number of studies. The degradation of microplastics by enzymes is one of them. However, to determine the effect of microplastics on consumers, food safety and risk analyses should consider the presence of microplastics. In addition, more research on the microplastics exposure and their incidences in other food products is needed. This review evaluates the formation of microplastics and their transfer to humans through food, focusing the consequences of microplastics on food safety and human health.

**Key Words:** Microplastics, food safety, food chain, human health

### 1. INTRODUCTION

Plastics are synthetic organic polymers formed through the polymerization of hydrocarbon-derived monomers. Because of their light weight, low production cost, mobility, flexibility, and simplicity of transportation, plastics are widely used in a variety of consumer care items and all daily activities [1]. As evidence of the strong and ongoing need for plastics, it is stated that, in 2021, global production increased 4% to more than 390 million metric ton. However, the most

---

<sup>1</sup> Corresponding author: Department of Food Engineering, Ege University, Izmir, Türkiye, Tel.: +90 232 3113028, E-mail address: ilkin.sengun@ege.edu.tr (I.Y. Sengun)



recent data demonstrate that although Europe's share, which reached 57.2 million metric tons in 2021, continues to drop (hitting 15%), China's part of the world's plastics output continues to increase (reaching 32% in 2021) [2]. Even though plastics are widely used in modern civilization, they remain one of the most widespread and persistent pollutants to date [3, 4]. Every year, between 5 and 13 million tons of plastic leak into the environment worldwide [5]. They are highly common in marine environment. Natural breakdown of plastics in the environment takes a comparatively long time, from 50 to more than 100 years [6].

Plastics are widely used and mismanaged, resulting in plastic waste that ultimately ends up in regional and continental aquatic sinks, causing substantial concern. Numerous negative effects including entanglement, ingestion, effects on reproduction, and translocation of non-native species, are associated with these wastes [4]. When plastic waste breaks down into small fragments, it poses even more dangers. The idea of microplastics (MPs) has emerged as several decomposition processes break polymeric components into monomers. While researchers have long studied the effects of large plastic waste on the environment [7], MP pollution has gained more attention in the last 10 years from both scientists and the public [8]. However, MPs are currently classified as emerging contaminants due to the difficulties in detecting their prevalence. MPs can remain suspended in the air and in continental areas on their route to the oceans and seas. They can also be found in a wide range of foods, whether processed or not [9]. Therefore, they should be regarded as a rising source of food contamination [10]. Since the detection of MPs in numerous foods in recent years, the threats to prospective human health have received more attention. Although the existence of MP in marine environment, seafood, and water has been extensively studied, researches about their presence in other foods (take-out food, meats etc.) are limited. This study summarizes the current state of research on MPs and offers the public a new viewpoint on the importance of paying attention to what they consume and change their eating habits.

## 2. MICROPLASTICS

Microplastics (MPs) have been defined as small particles of plastic less than five millimeters in size. They can be classified as primary and secondary MPs. Preproduction resin pellets, cosmetic microbeads, toothpaste, blasting, powders for textile coatings, and medication delivery mediums are examples of primary MPs [11]. Secondary MPs, such as plastic fragments, microfibers from fabric and rope, coatings, and tire wear debris, are produced when bigger plastics degrade owing to photolysis, mechanical fragmentation, and biological degradation [12]. Although there are various sources of secondary MPs, it is important to note that fishing equipment, sewage, plastic bags, and textiles are among the most notable. The morphology of MPs fragments is also extremely varies including fibers, microbeads, films, foams, pellets, etc.

In recent years, studies have focused on the existence of MPs on land and in the sea. On the other hand, MPs are regarded as a significant problem in terms of food safety, animal and human health.

Numerous marine organisms can consume MPs through various mechanisms. One of the exposure routes is ingestion. MPs can occasionally be mistaken for prey, leading to ingestion, but they can also be consumed by passive water filtration and deposit feeding activities [8; 13].

Following ingestion, MPs may be absorbed, distributed via the circulatory system, and enter various tissues and cells, potentially leading to a variety of negative effects [14]. MP ingestion has been seen in a range of species, including fish (Atlantic cod, Atlantic horse mackerel; European pilchard, red mullet, and European sea bass), bivalves (mussels, oysters), and crustaceans (brown shrimp) [8; 15].

### 2.1. Microplastic and Food Safety

Numerous studies evaluating MPs have been conducted in recent years due to the growing concern around the world about aquatic pollution [16]. Yet more recently, research has focused on the effects of MPs on food safety and human health. Although MP studies have previously been focused on aquatic ecosystems, particularly organisms utilized as food, it was realized that MPs can also be found in other foods besides shellfish. However, knowledge about the presence of MPs in other food products is still limited to a few geographic regions. This is crucial because geographic factors, particularly the presence of high-speed winds, may influence distribution and reduce the presence of MPs in production areas [9].

#### *Seafood*

According to research, a wide diversity of commercially significant fish species, including shellfish (including crabs and bivalves), are frequently polluted with MPs, potentially exposing humans to these particles and the compounds they include [12]. Examples include the discovery of MPs in 11 of the 25 species that represent the majority of worldwide sea fishing [17]. In general, seafood species that we eat whole (some molluscs and crustaceans, and small or juvenile phases of fish) pose a greater threat to seafood contamination than, for instance, gutted fish or peeled shrimp. However, the presence of MPs in the gastrointestinal tract of fish does not directly demonstrate human exposure because this organ is typically not consumed [18]. On the other hand, recently, the presence of MPs was found in the muscle of a crustacean and a species of fish that are commercially significant [19]. These findings give rise to worries regarding the potential consequences of MPs for humans.

Studies have shown that MPs are also present in packaged or processed foods and take-out containers (Table 1). The majority of researchers claim that the probable presence of MPs in foods can be attributed to raw materials, plastic packaging materials, or air during processing. These results serve as proof of the widespread presence of MPs in foods and beverages consumed by humans. In view of this, the discovery of MPs in various food products raises concerns about the risks of ingesting MPs and being exposed to them over the long term.

**Table 1.** The amount of MPs in various foods

Food item	MP quantity	References
Apple, pears, broccoli, carrot, lettuce	101.95-505.50 particles/kg	[20]

White wine – bottle stopper	2563-5857 particles/L	[21]
Milk	34-254 fiber/L; 1-14 particles/L	[9]
Soft drinks	40 particles/L	[22]
Stuffed mussel	204 particles/317 mussels	[23]
Teabags	11.6 milyon particles/bag	[24]
Canned sardine	1-3 particles/product	[25]
Salt	550-681 particles/kg sea salt 16–84 particles/kg sea salt 8–102 particles/kg lake salt 9–16 particles/kg rock salt 85.19 particles/kg	[23; 26; 27]
Beer	0–14.3 particles/L; 0-28 particles/L; 18-98 fibers/L	[9; 22; 28;29]
Tap water	0–61 particles/L	[29]
Mineral water	Reusable bottles: 118 particles/L Single use bottles: 14 particles/L	[30]
Drinking water	1.9-4.7 particles/L	[31]
Sugar	217 fibers/kg 32 fragments/kg	[32]
Honey	166 fibers/kg 9 fragments/kg 20-166 fibers/kg	[9; 32]
Take-out containers	3-29 items/container	[33]
Infant feeding bottles	16.200.000 particles/L	[34]

---

**Water**

Numerous studies have verified the existence of MPs in drinking water (Table 1). Fragments, fibers, films, foams, and pellets are the most common morphologies. Mason et al. [35] tested 259 bottles of 11 brands from various locations in 9 countries for the release of MPs. The findings revealed that 93% of the water bottles tested were positive for MPs. Furthermore, the concentration of these MPs was twice as high as the concentration of MPs detected in tap water.

### ***Salt***

Another food product in which MPs have been detected is salt. Because seawater includes MPs and table salt is normally made by distilling seawater, it can be challenging to avoid MPs in products made from sea salt. Thus, more research is needed to reduce MPs contamination while making table salt from sources other than seawater [10; 36].

### ***Sugar***

Despite having almost the same amount of MPs as sea salt, sugar may have other particles in it because there is only one study on MPs from sugars that did not use spectroscopic identification techniques. MPs contamination of sugar may occur during processing. Hence, further research is necessary [10; 36].

### ***Processed Foods***

Additionally, MPs were found in a number of processed foods (Table 1). They were studied in various liquids, including milk, beer, wine, honey, etc. Determining how MPs are incorporated into the finished items is crucial since these products may become contaminated with them during processing [36].

### ***Teabags***

Some teas are now brewed in plastic tea bags. When heated above 40°C, food-grade plastics can degrade or release harmful chemicals [1]. According to Hernandez et al. [24], a high temperature (95°C) increases the fragility of plastic tea bags, and even a single tea bag degrades and releases approximately 11.6 billion MPs and 3.1 billion nanoplastics into a single cup of tea beverage.

As previously mentioned, MPs are not only found in seafood. Along with processed foods that are prone to MPs contamination, many other land-based foods might also include MPs. Consequently, as a result of the ingestion of various food items, MPs will inevitably return to our dinner plates.

## **2.2. Microplastic and Human Health**

Human exposure to MPs is mostly carried on via ingestion, skin contact, and inhalation [4]. Synthetic fabrics, powdered artificial rubber tires, and urban dust are the main sources of inhaled airborne MPs. According to several studies [25; 37; 38], plastic debris has also been found in fish and shellfish that have been bought from markets. As a result of eating marine species contaminated with these particles, humans may ingest MPs. The presence of MPs in

human feces confirms this situation [39]. Despite the fact that MPs and other contaminants cannot flow directly through human skin, sweat glands, open skin wounds, and hair follicles are some potential entry routes.

MPs may act as carriers of chemicals (such as styrene, toxic metals, phthalates, bisphenol A (BPA), polychlorinated biphenyls (PCB), and polycyclic aromatic hydrocarbons) in the marine environment, including those intentionally added during their manufacturing process. In addition to these, microorganisms can be found on plastic debris. Yet, it is still uncertain whether pathogens can transmit from ingested plastic to people. The contribution of plastic waste to the spread of infectious diseases is currently unknown. Yet little is known about how long these pathogenic organisms may survive on plastic waste, necessitating more research to understand fully how pathogens are transmitted and how eating seafood can increase the risk of contracting diseases [8].

Research has shown that a number of widely consumed foods contain MPs. The outcome of MPs in the human body after ingesting the particles, however, is unknown. Scientists hypothesize that whereas MPs less than 150  $\mu\text{m}$  may translocate from the gut cavity to the lymph and circulatory systems, generating systemic exposure, MPs larger than 150  $\mu\text{m}$  are likely not to be absorbed. However, it is anticipated that only a small portion (0.3%) of these MPs will be absorbed. Only MPs larger than 20  $\mu\text{m}$  would be able to enter organs, whereas the lowest percentage (0.1 > 10  $\mu\text{m}$ ) would be able to pass through cell membranes, the blood-brain barrier, and the placenta to access all organs [40].

According to the studies, the prevalence of MPs in seafood is normally low, indicating that dietary exposure is probably modest. Nevertheless, Prata [21] stated that there should be awareness that we are susceptible to various hazards, such as airborne MPs. Human ingestion of MPs via air and widely consumed foods has been estimated to vary from 203 to 332 particles per person per day [41]. However, despite the limited number of studies on MPs' total dietary intake, Danopoulos et al. [42] recently revealed that the maximum annual human MPs uptake was predicted to be close to 55000 MPs, implying a daily intake of 151 particles. In this context, it has recently been shown that MPs consumption from contaminated mussels is negligible as compared to airborne home fibers that fall into our food [43]. People nowadays consume water, food, and beverages stored in plastic containers, cans, cups, wraps, water bottles, infant feeders, and paper cups for ease of transport, storage, and longer shelf life. Du et al. [33] indicated that human MP intake ranges from 12 to 203 items per week based on the MPs abundance of take-out containers and the take-out ordering frequency of white-collar workers. These studies raise questions about the potential health consequences of MPs.

As a result, there is limited information on the effects of consuming MPs on human health. Institutions such as the Spanish Food Safety and Nutrition Agency (AESAN) and the European Food Safety Authority (EFSA) also claim that the knowledge and facts currently available do not provide a strong enough foundation for categorizing MPs as having a high risk. Nevertheless, considering that MPs can detrimentally affect people when ingested, it is important to conduct comprehensive research on the amount of dietary consumption and the presence of MPs in foods.

### 2.3. Requirements and challenges of research on MPs found food products

Due to the diversity of food matrices, adopting uniform experimental techniques for microplastic analysis is extremely challenging. Despite the fact that isolating MPs from comparatively clean aqueous solutions simply requires a few basic processes, some food matrices contain significant amounts of natural polymers and oligomers that make it challenging to distinguish them from synthetic plastic particles. Furthermore, there is currently no regulatory framework required to increase the safety of human food in relation to the presence of MPs in seafood and other food products [5]

It will become more crucial to periodically monitor the amount of MPs in seafood and other foods because future MP concentrations are predicted to rise. The amount of MPs found in fish and shellfish edible tissues has to be determined. Furthermore, as they are commonly consumed in many nations, the quantification of edible echinoderms, tunicates, and algae needs research. Information on the type, size, and components of MPs, as well as other qualitative and quantitative data, are required. To determine whether MPs are present in ecosystems and prevent the decline of the world's fish and shellfish supplies, effective monitoring programs will be necessary. As well as developing techniques to assess the intake and transportation of these particles in individuals, research should emphasize on the relevant chemical and microbiological risks and hazards connected with ingested MPs. In order to understand pathogen transmission and disease risks associated with the consumption of seafood and other foods, a detailed investigation of pathogen survival on MPs is required. As a result, it is important to evaluate the MPs analysis techniques used for diverse food products and identify any areas that require more study.

### 3. CONCLUSION

People are susceptible to MPs exposure through the ingestion of seafood and other foods, as well as through other pathways like the air. Therefore, the presence of MPs in species used to prepare food and other food products is a global problem. MPs in the oceans and on lands pose a threat to human health because they could endanger food safety. Despite this, there is little information on the presence of MPs in food products, exposure levels are generally insufficiently characterized, and potential consumer consequences are poorly understood. Thus, further research is needed focusing on MPs from various food products. The entry and absorption of MPs into human tissues, as well as the possible impacts on human health are priority research areas that should be investigated. However, MPs regulation and plastic waste management must be strengthened.



## REFERENCES

- [1] Jadhav, E. B., Sankhla, M. S., Bhat, R. A., Bhagat, D. S. Microplastics from food packaging: An overview of human consumption, health threats, and alternative solutions. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, December, 16, 100608. 2021
- [2] Plastics Europe. 2022. *Plastics – The Facts 2022*. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>. (Access: 14 December 2022)
- [3] Akçay, S., Törnük, F., Yetim, H. Mikroplastikler: Gıdalarda Bulunuşu ve Sağlık Üzerine Etkileri, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Kasım, (20), 530-538. 2020.
- [4] De-la-Torre, G. E. Microplastics: an emerging threat to food security and human health. *Journal of Food Science and Technology*, October, 57(5), 1601-1608. 2020.
- [5] EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. Statement on the presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA Journal*, June, 2016 (14), 4501. 2016
- [6] Choong, W.S., Hadibarata, T., Tang, D.K.H., 2020. Abundance and distribution of microplastics in the water and riverbank sediment in Malaysia—a review. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, December, 11, 11700–11712. 2020.
- [7] Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T. S. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine pollution bulletin*, December, 62(12), 2588-2597. 2011.
- [8] Barboza, L.G.A., Vethaak, A.D., Lavorante, B.R., Lundebye, A. K., Guilhermino, L. Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health. *Marine Pollution Bulletin*, August, 133, 336-348. 2018.
- [9] Diaz-Basantes, M. F., Conesa, J. A., Fullana, A. Microplastics in honey, beer, milk and refreshments in Ecuador as emerging contaminants. *Sustainability*, July, 12(14), 5514. 2020.
- [10] Rubio-Armendáriz, C., Alejandro-Vega, S., Paz-Montelongo, S., Gutiérrez-Fernández, Á. J., Carrascosa-Iruzubieta, C. J., Hardisson-de la Torre, A. Microplastics as Emerging Food Contaminants: A Challenge for Food Safety. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, January, 19(3), 1174. 2022.
- [11] Shim, W. J., Hong, S. H., Eo, S. *Marine microplastics: abundance, distribution, and composition*. In *Microplastic contamination in aquatic environments* (pp. 1-26). Elsevier. 2018.
- [12] GESAMP, (2016). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment. (Kershaw, P.J. & Rochman C.M., eds). 2016.
- [13] Naji, A., Nuri, M., Vethaak, A. D. Microplastics contamination in molluscs from the northern part of the Persian Gulf, *Environmental Pollution*, April, 235, 113-120. 2018.
- [14] Zhou, Y., Wang, J., Zou, M., Jia, Z., Zhou, S., Li, Y. Microplastics in soils: A review of methods, occurrence, fate, transport, ecological and environmental risks. *Science of the Total Environment*, December, 748, 141368. 2020.



- [15] Bessa, F., Barría, P., Neto, J.M., Frias, J.P., Otero, V., Sobral, P., Marques, J.C. Occurrence of microplastics in commercial fish from a natural estuarine environment. *Marine Pollution Bulletin*, March, 128, 575-584. 2018.
- [16] Wang, W., Wang, J. Investigation of microplastics in aquatic environments: an overview of the methods used, from field sampling to laboratory analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, November, 108, 195-202. 2018.
- [17] FAO. 2017. Microplastics in fisheries and aquaculture. <https://www.fao.org/3/i7677en/i7677en.pdf> (Accessed 15 December 2022).
- [18] Akhbarizadeh, R., Moore, F., Keshavarzi, B. Investigating a probable relationship between microplastics and potentially toxic elements in fish muscles from northeast of Persian Gulf. *Environmental Pollution*, January, 232, 154-163. 2018.
- [19] Wright, S. L. Kelly, F. J. Plastic and human health: a micro issue?. *Environmental Science & Technology*, May, 51(12), 6634-6647. 2017.
- [20] Conti, G. O., Ferrante, M., Banni, M., Favara, C., Nicolosi, I., Cristaldi, A., ... Zuccarello, P. Micro- and nano-plastics in edible fruit and vegetables. The first diet risks assessment for the general population. *Environmental Research*, August, 187, 109677. 2020.
- [21] Prata, J. C., Paço, A., Reis, V., da Costa, J. P., Fernandes, A. J. S., da Costa, F. M., ... Rocha-Santos, T. Identification of microplastics in white wines capped with polyethylene stoppers using micro-Raman spectroscopy. *Food chemistry*, November, 331, 127323. 2020.
- [22] Shruti, V. C., Pérez-Guevara, F., Elizalde-Martínez, I., Kuttralam-Muniasamy, G. First study of its kind on the microplastic contamination of soft drinks, cold tea and energy drinks-Future research and environmental considerations. *Science of the Total Environment*, July, 726, 138580. 2020.
- [23] Gündoğdu, S., Çevik, C., Ataş, N. T. Stuffed with microplastics: Microplastic occurrence in traditional stuffed mussels sold in the Turkish market. *Food Bioscience*, October, 37, 100715. 2020.
- [24] Hernandez, L. M., Xu, E. G., Larsson, H. C., Tahara, R., Maisuria, V. B. Tufenkji, N. Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea. *Environmental Science & Technology*, September, 53(21), 12300-12310. 2019.
- [25] Karami, A., Golieskardi, A., Choo, C. K., Larat, V., Karbalaei, S., Salamatinia, B. Microplastic and mesoplastic contamination in canned sardines and sprats. *Science of the Total Environment*, January, 612, 1380-1386. 2018.
- [26] Kuttykattil, A., Raju, S., Vanka, K. S., Bhagwat, G., Carbery, M., Vincent, S. G. T., ... Palanisami, T. Consuming microplastics? Investigation of commercial salts as a source of microplastics (MPs) in diet. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-13. 2022.

- [27] Yang, D., Shi, H., Li, L., Li, J., Jabeen, K., Kolandhasamy, P. Microplastic pollution in table salts from China. *Environmental Science & Technology*, October, 49(22), 13622-13627. 2015.
- [28] Liebezeit, G., Liebezeit, E. Synthetic particles as contaminants in German beers. *Food Additives & Contaminants: Part A*, July, 31(9), 1574-1578. 2014.
- [29] Kosuth, M., Mason, S. A., Wattenberg, E. V. Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *PloS one*, April, 13(4), e0194970. 2018.
- [30] Schymanski, D., Goldbeck, C., Humpf, H. U., Fürst, P. Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water research*, July, 129, 154-162. 2018.
- [31] Almaiman, L., Aljomah, A., Bineid, M., Aljeldah, F.M., Aldawsari, F., Liebmann, B., ... Alarfaj, R. The occurrence and dietary intake related to the presence of microplastics in drinking water in Saudi Arabia. *Environmental Monitoring and Assessment*, June, 193(7), 1-13. 2021.
- [32] Liebezeit, G., Liebezeit, E. Non-pollen particulates in honey and sugar. *Food Additives & Contaminants: Part A*, September, 30(12), 2136-2140. 2013.
- [33] Du, F., Cai, H., Zhang, Q., Chen, Q., Shi, H. Microplastics in take-out food containers. *Journal of Hazardous Materials*, November, 399, 122969. 2020.
- [34] Li, D., Shi, Y., Yang, L., Xiao, L., Kehoe, D. K., Gun'ko, Y.K., ... Wang, J. J. Microplastic release from the degradation of polypropylene feeding bottles during infant formula preparation. *Nature Food*, October, 1(11), 746-754. 2020.
- [35] Mason, S.A., Welch, V.G., Neratko, J. Synthetic polymer contamination in bottled water. *Frontiers in Chemistry*, September, 407. 2018.
- [36] Kwon, J. H., Kim, J. W., Pham, T. D., Tarafdar, A., Hong, S., Chun, S. H., ...Jung, J. Microplastics in food: a review on analytical methods and challenges. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, September, 17(18), 6710. 2020.
- [37] Neves, D., Sobral, P., Ferreira, J.L., Pereira, T. Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *Marine Pollution Bulletin*, December, 101(1), 119-126. 2015.
- [38] Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S.L., Baxa, D.V., Lam, R., Miller, J.T., .. Teh, S. J. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*, September, 5(1), 1-10. 2015.
- [39] Yan, Z., Liu, Y., Zhang, T., Zhang, F., Ren, H.,Zhang, Y. Analysis of microplastics in human feces reveals a correlation between fecal microplastics and inflammatory bowel disease status. *Environmental Science & Technology*, December, 56(1), 414-421. 2021.
- [40] Rist, S., Almroth, B.C., Hartmann, N.B., Karlsson, T.M.A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics. *Science of the Total Environment*, June, 626, 720–726. 2018.

[41] Cox, K.D., Covernton, G.A., Davies, H.L., Dower, J.F., Juanes, F., Dudas, S.E. Human consumption of microplastics. *Environmental Science and Technology*, June 53, 7068–7074. 2019.

[42] Danopoulos, E., Jenner, L.C., Twiddy, M., Rotchell, J.M. Microplastic contamination of seafood intended for human consumption: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, December, 128(12), 126002. 2020.

[43] Catarino, A.I., Macchia, V., Sanderson, W.G., Thompson, R.C., Henry, T.B. Low levels of microplastics (MP) in wild mussels indicate that MP ingestion by humans is minimal compared to exposure via household fibres fallout during a meal. *Environmental Pollution*, June, 237, 675-684. 2018.

## CHAMOMİLLA BİTKİSİ İLE FLEKSİBLE POLİÜRETANLARIN ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

**Çevre Müh. Sıla Topçu\*<sup>1</sup>, Yüksek Metalurji ve Malzeme Müh. Murat Zengin<sup>2</sup>, Eren Ertik<sup>3</sup>, Fatih Karahan<sup>4</sup>, Prof. Dr. Fatih Çalışkanb<sup>5</sup>**

\*<sup>1</sup>Aydın Endüstri San Tic A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Sakarya, TÜRKİYE-  
cevre@aydinendustri.com.tr –ORCID ID 0000-0003-0681-8033

<sup>2</sup>Aydın Endüstri San Tic A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Sakarya, TÜRKİYE-  
m.zengin@aydinendustri.com.tr - ORCID ID 0000-0002-6171-5574

<sup>3</sup>Aydın Endüstri San Tic A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Sakarya, TÜRKİYE-  
arge@aydinendustri.com.tr- ORCID ID 0000-0002-2552-4375

<sup>4</sup>Aydın Endüstri San Tic A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Sakarya, TÜRKİYE-  
arge@aydinendustri.com.tr- ORCID ID 0000-0003-3016-0251

<sup>5</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme  
Müh. Bölümü-fcaliskan@subu.edu.tr-ORCID:0000-0002-9568-7049

### ÖZET

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 yalıtkanlığı, ambalajlama, ses yalıtımı, otomotiv sanayi, mobilya sektörü ve medikal ürünlerin imalatı ve filtreleme uygulamaları gibi birçok alanda poliüretan süngerler kullanılmaktadır.

Chamomilla bitkisi cilt rahatsızlıkları, sakinleştirici, rahatlatıcı, stres giderici, anti bakteriyel, mantar önleyici, antiviral, yaraları iyileştirmeye hızlandırıcı, ağrı hafifletici ve cilt bakımına yardımcı olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmada poliüretan sünger üretiminde Chamomilla bitkisi kullanılarak anti bakteriyel, antioksidan ve sakinleştirici özellikte poliüretan sünger üretimi yapılacaktır. Bu katkı maddesi ile yapılan poliüretan süngerlerin üretimi için Polioliol, TDI, Su, Kalay, Amin, Silikon Hammaddeleri, dolgu katkı maddesi ve chomomilla kullanılmış ve sitokiometrik dengeye göre ağırlıkça oranlarda tartım hesabı yapılarak karışımlar hazırlanmıştır. Nihai özellikler üzerinde önemli etkisi olan komponentlerin homojen karıştırılması önemli bir husus olup, bu karışım karıştırıcı mikser yardımı ile dökme kabında karıştırılarak test kabına dökümü yapılmıştır. Üretimi yapılmış olan poliüretan sünger

36 saat kürlendikten sonra poliüretan süngelere fiziksel ve mekaniksel test setlerinden çekme-kopma, kalıcı deformasyon, elastikiyet, yoğunluk, sertlik testleri, sonrasında antibakteriyel özelliği için antibakteriyel testleri yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda farklı katkı maddeleri ile yapılan poliüretan süngerler ile geleneksel katlılarla üretilen poliüretan süngerlerle karşılaştırıldıklarında poliüretan süngerin yapısına uyum sağladığı ve nihai ürün özelliklerinin geliştirilmesinde katkı sağladığı ve antibakteriyel özellikte olduğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Chamomilla, poliüretan, antibakteriyel

### **Improving the Properties of Flexible Polyurethanes with Chamomilla Plant**

#### **Abstract**

A sponge is a chemical material produced as a result of the reaction of certain chemicals at certain temperatures. It is used and utilized for different purposes in our daily life. The reason why polyurethane sponges are preferred is that they have open cells, air permeability and elasticity. Polyurethane sponges are used in many areas such as textile, electrical and heat insulation, packaging, sound insulation, automotive industry, furniture industry and manufacturing and filtering applications of medical products.

Chamomilla plant is used as a calming, relaxing, stress reliever, antibacterial, antifungal, antiviral, and accelerator for healing wounds, pain relief and skin care. In the study, antibacterial, antioxidant and calming polyurethane sponge production was carried out by using the Chamomilla plant in the production of polyurethane sponge. Polyol, TDI, Water, Tin, Amine, Silicone Raw Materials, filler additive and chamomilla were used for the production of polyurethane sponges and mixtures were prepared by weighing the weight ratios according to the stoichiometric balance. Homogeneous mixing of the components, which has a significant effect on the final properties, is an important issue, and this mixture was mixed in the pouring container with the help of a mixer and poured into the test container. After the produced polyurethane sponge was cured for 36 hours, the physical and mechanical test sets of the polyurethane sponges were subjected to tensile-rupture, permanent deformation, elasticity, density, hardness tests, and then antibacterial tests for their antibacterial properties. As a result of the tests, it has been observed that the polyurethane sponges made with different additives and the polyurethane sponges produced with traditional additives adapt to the structure of the polyurethane sponge, contribute to the development of the final product properties and have antibacterial properties.

**Keywords:** Chamomilla, polyurethane, antibacterial

## 1. GİRİŞ

Poliüretan ilk kez Alman bilim adamı Otto Bayer ve arkadaşları tarafından 1937 yılında Almanya’da sentezlenmiş ve diizosiyanatın, diol ile reaksiyonuyla elde edilmiştir. Daha sonraları, diollerin yerini daha büyük molekül ağırlıklı polioller sistemler almıştır. Bu şekilde oluşan poliüretan yüksek termal direnç, daha sağlam ve daha esnek bir yapı oluşturur. Poliüretanlar geniş kullanım alanına sahip polimerik malzemelerdir. Poliüretanlar, izosiyanatlar ve polyoller arasındaki polimerizasyon reaksiyonları ile sentezlenebilen, çeşitli uygulamalarda kullanılan çok yönlü polimerik malzeme ailesi içinde yer alan önemli bir üründür. Poliüretan üretim reçetelerinde belirli ürünler elde etmek farklı silikon, katalizör, şişirici maddeler, kullanılan izosiyanat ve polyol miktarları, türleri, kullanılan dolgu maddeleri ve katkı maddeleri değiştirilerek farklı özelliklerde poliüretanlar üretilebilmektedir.

Poliüretan sünger üretiminde; poliöl, izosiyanat ve su olmak üzere 3 ana hammadde önemli bir rol oynamaktadır. Diizosiyanatan bir kısmı poliöl ile polimerlenirken, küçük bir kısmı da su ile reaksiyona girerek gözenekli poliüretan yapıyı meydana getirmektedir. Katalizör, stabilizör ve diğer yardımcı ajanlar ise kimyasal reaksiyonu desteklemek için kullanılmaktadır. Görsel 1’de poliüretan üretim adımları gösterilmiştir. Bunlara ek olarak; spesifik özellikler elde etmek için, istendiğinde, boya ve özellikleri geliştirici katkı maddeleri de formülasyona ilave edilebilmektedir [1-7].



**Görsel 1. Standart laboratuvar kabında poliüretan köpük üretim aşamaları**  
(<http://www.erapol.com.au/technical/foam/properties/>)

Poliüretan malzeme üretmek için birçok katkı sistemi kullanılmaktadır. Bunlar alev geciktirici maddeler, kabartma ajanları ve dolgu maddeleri olarak sayılabilir. Alev geciktiricilerin, kabartma ajanlarının ve dolgu maddelerinin poliüretan ham maddeleri ile uyumu ve poliüretan malzemelerin süngerin mekanik ve fiziksel özelliklerine etkileri dikkat edilmesi gereken hususlardır. Otomobil, tekstil, mobilya ve yatak gibi birçok endüstrinin önemli bir girdisini oluşturan sünger, kullanım alanlarına göre, çeşitli yöntemlerle farklı özelliklerde üretilmektedir[8-11].

Bu çalışmada poliüretan sünger üretiminde Chamomilla bitkisi kullanılarak yeni tip poliüretan sünger üretimi gerçekleştirilmiş ve mekanik ve fiziksel özelliklere etkisi incelenmiştir. Chamomilla bitkisi öksürük ve bronşitte, boğmacada, cilt iltihaplarında, kaşıntıda, sivilcede, zona hastalığında, yarık ve çatlak deride, sinirsel kaynaklı kas kasılmalarında, çocuklarda uyku bozukluklarında, çocuklarda sinirsel karın ağrılarında, korkularda sakinleştirici, rahatlatıcı, stres giderici, iltihap ve kramp önleyici, anti bakteriyel, mantar önleyici, antiviral, yaraları iyileştirmeye hızlandırıcı, ağrı hafifletici ve cilt bakımına yardımcı olarak kullanılmaktadır.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada, poliüretan sünger üretiminde yeni tip katkı maddelerinin mekanik, fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklere etkisi incelenmiştir. Yeşil sentez (green synthesis) yöntemi kullanılarak ilk olarak kurutulmuş chamomilladan 5 gr, bentonit tozundan 5 gr, çözücü olarak izopropanolden 50 ml, bentoniti çözme adına sudan 50 ml kullanılmıştır. Bu yöntem için iki beher kullanılıp her iki malzemede 8 saat manyetik karıştırıcıda karıştırılma işlemi yapılmıştır. Sonra tek bir beherde karışımları toplayarak tekrardan manyetik karıştırıcı yardımıyla yaklaşık 2 saat karıştırılma işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen bu karışım visko yastık dökümde kullanılmıştır.

Daha sonra Sünger üretimi için Poliöl, TDI, Silikon, Amin, Kalay, Su, ve chamomilla özü bileşikleri ağırlıkça oranlarına göre karıştırılıp dökme kabına aktarılmış ve reaksiyon izlenmiştir. Hazırlanan karışım reaksiyona izin verecek şekilde kutu döküm yöntemiyle kalıba dökülerek köpürmesi ve reaksiyonun tamamlanması beklenir. Sonrasın kürlenmesi için beklemeye alınır.



Poliüretan sünger üretimi müşteri talep ve kullanım alanları, kullanım ömrünün tespiti için aşağıdaki testler uygulanmıştır. Bunun sonucunda standartları sağlayıp sağlamadığı tespit edilmiştir. İndentasyon tekniği ile sertlik ölçümü (ISO 2439) ve Yoğunluk testi (ISO 845) yapılmıştır.

### 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan yeşil sentez yöntemiyle bitkisel bazlı olarak hazırlanan ekstrakt maddesi sünger reçetesine göre hazırlanan kompozisyona karıştırılarak kutu döküm yöntemiyle sünger numuneleri elde edilmiştir. Elde edilen numuneler özellikle antibakteriyel etkisi görülmesi için farklı kültürde türetilen bakterilerle ekim işlemi gerçekleştirilerek sonuçları izlenmiştir. Yoğunluk testi yapılarak fiziksel özellikleri ölçülmüştür.

#### 3.1.Yoğunluk Ölçümleri

Üretilen reçete ve kompozisyonlar aşağıdaki gibi isimlendirilmiştir. Numune İsimleri;

P1: 5 gr chamomilla + 50 ml izopropanal

P2: 5 gr chamomilla + 50 ml su

P3 : 5 gr chamomilla + izopropanal + bentonit şeklindedir.

Buna göre 3 farklı reçetede üretilen poliüretan süngerler yoğunluk ölçüm sonucunda P1 46,3 kg/m<sup>3</sup>, P2 44,5 kg/m<sup>3</sup> ve P3 ürünü için 48,5 kg/m<sup>3</sup> şeklinde değerler elde edilmiştir. Değerler incelendiğinde istenen 50 kg/m<sup>3</sup> değerine en yakın ölçüm verileri P3 kodlu numunede elde edilmiştir. Bununla birlikte, P1 ve P2 kompozisyonları için elde edilen diğer değerlerinde istenene yakın oldukları görülmektedir. Ayrıca reçete içerisine ilave edilen katkıların yoğunluk değerlerini etkilediği görülmüştür.

**Çizelge 1. Üretilen süngerlerin yoğunluk sonuçları**

Numune İsmi	İstenen Dansite	Çıkan Dansite
P1	50 kg/m <sup>3</sup>	46,3 kg/m <sup>3</sup>
P2	50 kg/m <sup>3</sup>	44,5 kg/m <sup>3</sup>
P3	50 kg/m <sup>3</sup>	48,5 kg/m <sup>3</sup>

### 3.2. Antibakteriyel Test Sonuçları

Chamomilla bitkisi özünün üç farklı oranda poliüretan süngere katkılandırılması sonucunda elde edilen numunelerin antibakteriyel özellikleri ortaya çıkarmak için aerobik mezofilik bakteri, staphylococcus aereus pseudomonas aeruginosa E.coli, candida albicans, küf ve maya ile çalışılmıştır. Her bir bakteri için kullanılan etkin ortam ve metot Çizelge 2’de detaylı bir şekilde verilmiştir. Antibakteriyel testlerin sonuçları ise numune kodları, sınırlılıkları ve sonuçları şeklinde Çizelge 3’de verilmiştir. Ayrıca petri kabında yapılan P1, P2 ve P3 numunesinin bir disk difüzyon test örneği incelemesinin görüntüsü de Görsel 2’de verilmiştir. Bu görüntü üzerinde inhibisyon zon ölçümleri yapılmıştır. E.coli bakterisi ile yapılan testte en yüksek antibakteriyel inhibisyon zon bölgesi P3 numunesinde elde edilmiştir. Bununla birlikte diğer numunelerde antibakteriyel inhibisyon zon bölgesi oluşturmuştur.

Çizelge 3’den de görüleceği üzere ilgili standartlara göre değerlendirme yapıldığında bütün kompozisyonların tamamı için sonuçların negatif alanda olduğu görülmüştür. Dolayısıyla üretimi amaçlanan antibakteriyel özellikli ürünlerinin üretiminin başarıldığını ortaya koymuştur. Ayrıca küf ve maya üremesinde görülmemesi çalışmaya artı katkı sağlamıştır.

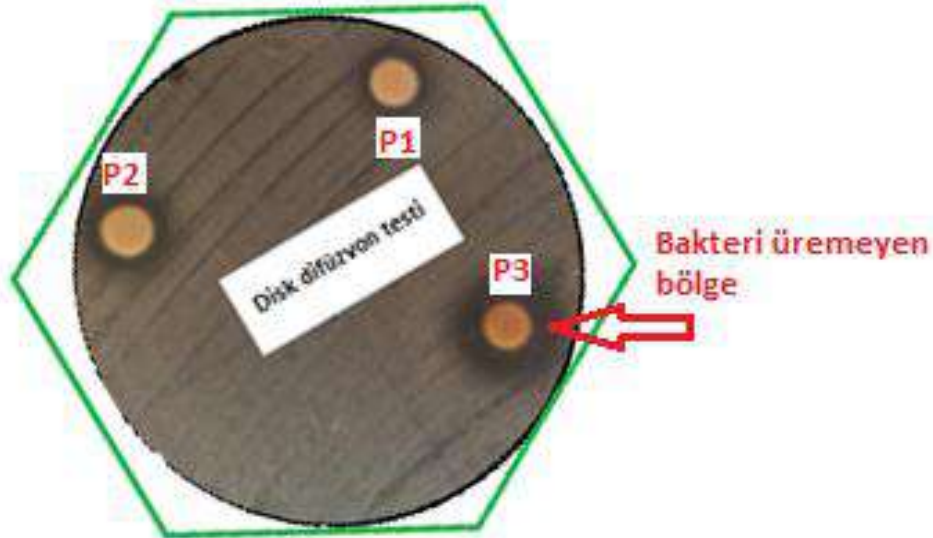
Çizelge 2. Antibakteriyel test yöntem detayları

Analiz/Analysis	Metot/Methods	Kullanılan Besiyer/ Culture media
Staphylococcus aereus ATCC 6538	Zenginleştirme ve katı besiyerine çizgi ekimi	Baird parker agar medium
Pseudomonas aeruginosa ATCC 9027	Zenginleştirme ve katı besiyerine çizgi ekimi	Cetrimide agar medium
Escherichia coli ATCC 8739	Zenginleştirme ve katı besiyerine çizgi ekimi	MacConkey agar medium- Levine Eosin-Methylene blue agar medium
Candida albicans ATCC 10231	Zenginleştirme ve katı besiyerine çizgi ekimi	Sabouraud 4% Dextrose agar + Supplement
Küf Maya	Dökme plaka veya yayma plaka	Sabouraud 4% Dextrose agar + Supplement

Aerobik mezofilik bakteri	Dökme plaka veya yayma plaka	Tryptic soy agar with polysorbate 80 and lecithin
---------------------------	------------------------------	---

**Çizelge 3. Antibakteriyel test sonuçları**

	<b>Analiz metodu</b>	<b>Limit</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
Aerobik mezofilik bakteri kob/g-cfu/g	TS EN ISO 21149	<100	<10	<10	<10
staphylococcus aereus/g	TS EN ISO 22718	Bulunmamalı	tespit edilemedi	tespit edilemedi	tespit edilemedi
pseudomonas aeruginosa/g	TS EN ISO 22717	Bulunmamalı	tespit edilemedi	tespit edilemedi	tespit edilemedi
E.coli/g	TS EN ISO 21150	Bulunmamalı	tespit edilemedi	tespit edilemedi	tespit edilemedi
candida albicans /g	TS EN ISO 18416	Bulunmamalı	tespit edilemedi	tespit edilemedi	tespit edilemedi
küf ve maya kob/g-cfu/g	TS EN ISO 16212	<100	<10	<10	<10



**Görsel 2. E.Coli bakterisi ile disk difüzyon yönteminde antibakteriyel test**

#### 4. GENEL SONUÇLAR

Yapılan çalışmada poliüretan poliüretan sünger üretiminde Chamomilla bitkisi kullanılarak anti bakteriyel, antioksidan ve sakinleştirici özellikte poliüretan sünger üretimi yapılmıştır. Ürünlerin test sonuçları, farklı katkı maddeleri ile yapılan poliüretan süngerler ile geleneksel katkılarla üretilen poliüretan süngerlerle karşılaştırıldıklarında yeni tip dolgu maddelerinin poliüretan süngerin yapısına uyum sağladığı ve nihai ürün özelliklerinin geliştirilmesinde katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Chacomilla bitkisi katkısıyla antibakteriyel özellik kazandığı ortaya çıkarılmıştır. Yoğunluk değerleri olarak istenilen standarta en yakın sonuçlar P3 numunesinde elde edilirken, e.coli bakterisi ile yapılan disk difüzyon testinde bütün numuneler antibakteriyel özellik gösterirken, inhibisyon bölgesi en yüksek olan numune ise P1 olarak görülmüştür.

## KAYNAKLAR

- [1]. Leitsch, E. K. (2015) Polyurethane And Polyurethane-Like Materials Synthesized With A Reduced Reliance On Isocyanate Compounds.
- [2]. Aydın, H. Ve Ekmekçi, İ. (2002), SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Isı Yalıtım Malzemesi Olarak Poliüretan Köpüğün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Üretimi ve İncelenmesi, 6(1), 45-50
- [3]. Çiçek Müjdeci, G. (2014) Silikat Nanokompozit İçeren Poliüretan/Sikloheksanon Formaldehit Kopolimerlerin Sentezi ve Karakterizasyonu
- [4]. Arslan, E. Ve Çalışkan, M. (2017), 12. Ulusal Akustik Kongresi ve Sergisi, Gözenekli Malzemelerin Ses Yutma Katsayılarının Ampirik ve Sayısal Yöntemlerle Tahmini
- [5]. Çalış, T. (2007) Poliüretan-Kil Nanokompozit Sentezi ve Karakterizasyonu
- [6]. Liu, C., Zhang, T., Luo, Y., Wang, Y., Li, J., Ye, T., Guo, R., Song, P., Zhou, J., & Wang, H.(2021). Multifunctional polyurethane sponge coatings with excellent flame retardant, antibacterial, compressible, and recyclable properties. Composites Part B: Engineering, 215(2020), 108785.
- [7]. Akindoyo, J. O., Beg, M. D. H., Ghazali, S., Islam, M. R., Jeyaratnam, N., & Yuvaraj, A. R. (2016). Polyurethane types, synthesis and applications-a review. RSC Advances, 6(115), 114453–114482.
- [8]. <http://www.erapol.com.au/technical/foam/properties/>
- [9]. McKenna, S. T. ve Hull, T. R. (2019), The Fire Toxicity Of Polyurethane Foams. Fire Science Reviews, 5(3), 1-27.
- [10]. Gilbert, M. J. (2005) Aspects of Materials Management In The Nuclear Industry
- [11]. Hygiena 941 Avenida Acasa, Polyurethane Sponge Equivalence Between Celluse and Polyurethane Sponges, Camarillo, CA 93012 United States

## SODYUM MONTMORİLLONİT'İN ÇİNKO NİTRAT İLE KATYON DEĞİŞİMİ

Sümevra Z. ÖZTÜRK<sup>1\*</sup>, Sıla TOPÇU<sup>2</sup>, Murat ZENGİN<sup>3</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Murat TUNA<sup>4</sup>,  
Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Müh. EABD, sz@szozturk.com – 0000-0002-4010-7887

<sup>2</sup>Aydın Endüstri San Tic A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Sakarya, TÜRKİYE-  
cevre@aydinendustri.com.tr–ORCID ID 0000-0003-0681-8033

<sup>3</sup>Aydın Endüstri San Tic A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Sakarya, TÜRKİYE-  
m.zengin@aydinendustri.com.tr–ORCID ID 0000-0002-6171-5574

<sup>4</sup>Sakarya Üniversitesi, Kimya Bölümü, Fen Fakültesi-tuna@sakarya.edu.tr- ORCID ID 0000-0002-8554-903X

<sup>5</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Müh. Bölümü-fcaliskan@subu.edu.tr–ORCID:0000-0002-9568-7049

### ÖZET

Tabiatta bolca bulunan kil mineralleri eski çağlardan itibaren insan ve topluma fayda sağlamakta olup yapısının giderek daha iyi anlaşılmasıyla birlikte çeşitli malzeme ve ürünlerde gelişmiş bir performans için daha uygun olduğu görülmüştür. Bir kil çeşidi olan ve smektit fillosilikat grubunun bir alt sınıfı olarak da bilinen montmorillonit, hidratlı sodyum, kalsiyum, alüminyum, magnezyum silikat hidroksit minerallerinden oluşmuş olup yaklaşık 1 nanometre kalınlık ile istiflenmiş katman yapısındadır. Sodyum ve kalsiyum montmorillonit olarak iki çeşitte bulunmaktadır.

Yapılan bu çalışmada, sodyum montmorillonit alkali iyon değiştirme yöntemi ile modifiye edilerek organokil hazırlanmış ve prekürsör eldesi ile karakterizasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çinkonitrat hegzahidrat üç farklı ağırlıkça oranlarda katılmıştır. Proses iyon değişim reaksiyonu ile sol-gel yöntemi üzerine kurgulanmıştır. Yöntemin avantajları kullanılarak, lamelsi yapıya sahip olan sodyum montmorillonitin tabakaları açılarak, çinkonitrat hegzahidrat  $[Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O]$  ilave edilmiştir. Daha sonra buharlaştırma yöntemiyle nitrat tuzları uzaklaştırılarak nano boyutta prekürsör sentezlenmiştir. Elde edilen toz geleneksel analiz yöntemleri kullanılarak öncelikle morfolojik, sonrasında iç yapısal, fiziksel ve kimyasal karakterizasyon işlemlerine tabi tutulmuştur. X ışını kırınımı yöntemiyle fazlar ortaya çıkarılmış, elektron mikroskobu ve enerji dağılımlı yöntemiyle yüzey alanı ve gözenek dağılımı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca FTIR spektroskopisi yöntemiyle detaylı bağlanma ilişkileri ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen prekürsörün kimyasal içeriklerinin ve mikroyapılarının literatürle uyumlu olduğu ve Çinkooksit'in yara iyileştirmesi üzerindeki

faydalarından yararlanarak özellikle yatak yarası oluşabilecek yatalak hastaların pedlerinde kullanılabilirliğini düşündürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Alkali iyon değişimi, prekürsör, ZnO/montmorillonit.

## 1. GİRİŞ

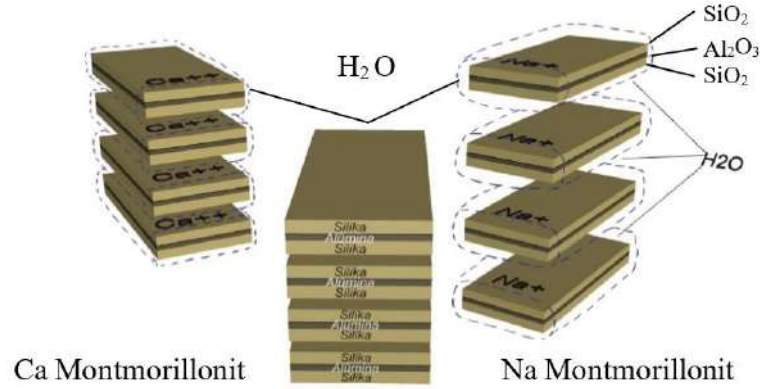
Tarihsel olarak, kil minerali uzun zamandır insan yaşamına ve uygarlığına çeşitli faydalar sağlamıştır (Uddin, 2018). Killer; antik dönemlerden günümüz insanlar tarafından bilinmekte olup çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Özguven, 2011). Yapılan araştırmalara göre kil'in erken kullanımını, MÖ 7800 yıllarında, Ürdün nehri yakınlarında bulunan Eriha adı verilen yerleşim yerinde bir kule inşa etmek, antik Yunanlılar ve Romalılar ise kolay bulunur ve ucuz bir malzeme olduğundan evlerinin inşasında kullanmışlardır. Killer, nano partikül boyutu ve şekli, yüksek spesifik yüzey alanı, renk ve dokusu, çok düşük veya neredeyse sıfır toksisitesi ve yüksek iyon değişimi kabiliyetlerinden dolayı çok çeşitli uygulamalar için mükemmel bir alternatif sunmaktadır (Martsouka et al., 2021). Kayaçların farklı sebeplerle ayrışması sonucu meydana gelen killer 0,002 mm'den küçük teneli malzemelerdir (Şengöz, 2006).

Son yıllarda, killer üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Yüksek katyon değişim kabiliyeti, bağlanma kapasitesi, plastisite, organik bileşiklerle güçlü reaksiyona girme eğilimi ve tiksotropi, modern dünyada kullanımları için kilit özellikleridir (Savic ve ark., 2014). Porselen, tuğla, fayans ve vitrifiye gibi birçok seramik çeşidinin malzemesi ve ayrıca kâğıt, plastik, kauçuk, boya ve kozmetiklerin esas bileşenidir (Özguven, 2011). Killerin tabakaları plaka halindedir. Su ile bu plakaların birbiriyle kayma özelliği oluşmakta ve bu sayede yüksek plastikliğe sahip bir çamur olmaktadır. Şekillendirildikten sonra bünyesindeki nem uzaklaştırılarak sertleştirilir ve daha yüksek ısılarda sinterleşebilirler. Bir başka tarifile; kil mineralleri tabaka katmanlı bünyesiyle su içerikli alüminosilikatlarıdır. (Bektaş, 2009; İşçi, 2002; Peltek, 2012) .

Smektit grubu kil mineralleri grubunda olan bentonit, ilk kez ABD'nin Wyoming Eyaleti Ford-Benton civarında bulunan şekil verilebilirliği yüksek ve kolloidal özellik sergileyen bir çeşit kildir ve bu bulunan kile 'bentonit' denmiştir. Aynı özellikleri taşıyan başka bir kil 1847'de Fransa'nın Vienne vilayetindeki Montmorillon mıntıkasında bulunmuş ve montmorillonit adı verilmiştir. Endüstride fazlaca uygulama sahası olan bentonit, montmorillonit mineralinin ticari adı olarak bilinmektedir. Endüstride çokça tercih edilmelerinin sebebi kolloidal yapı göstermeleri, partiküllerin elektrik yüke sahip olmaları, gelişmiş sıvı emiciliği kabiliyetleri, suda fazlaca şişebilmeleri, boyutlarının ufak yüzey alanlarının büyük olması ve yüksek plastisite ile adsorbsiyon kabiliyetine sahip olmalarıdır (İşçi, 2002; Uddin, 2008; Yücel B, 2018). Montmorillonitin genel formülü:  $(Ca, Na...)(Mg, Al, Fe)_2[(Si, Al)_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$  dir. Montmorillonit bünyesine su alma kabiliyeti olarak şişen (sodyum montmorillonit) ve şişmeyen (kalsiyum montmorillonit) olarak 2 şekildedir. Na-Montmorillonitler (Na-MMT), karıştırılan çözeltilinin kısa zaman aralığında akışkan hale geçmesi olarak tanımlanan tiksotropik özelliği gösterirler. Görsel 1.1'de gösterildiği gibi şişme özelliğine sahip olan Na montmorillonitler yapılarına yaklaşık 1-15 kat su alabilme yeteneğine sahiptir. Su ile



karıştırılınca kolloidal özellik gösterirler. Su ve bazı organik sıvılarda hacim olarak şişmesi, killere yaygın bir kullanım sahası sağlar. Montmorillonitlerde bulunan sodyumun değişebilir katyon özelliği yüksek şişme ve kolloidal özellik kazandırır. Na-Montmorillonit'in kimyasal formülü;  $(Al_{1,67}Na_{0,33}Mg_{0,33})Si_4O_{10}(OH)_2$  ve eşdeğer terimleri olarak Na-montmorillonit (şişen montmorillonit) veya Na-Aktive Montmorillonit olarak da adlandırılmaktadır.

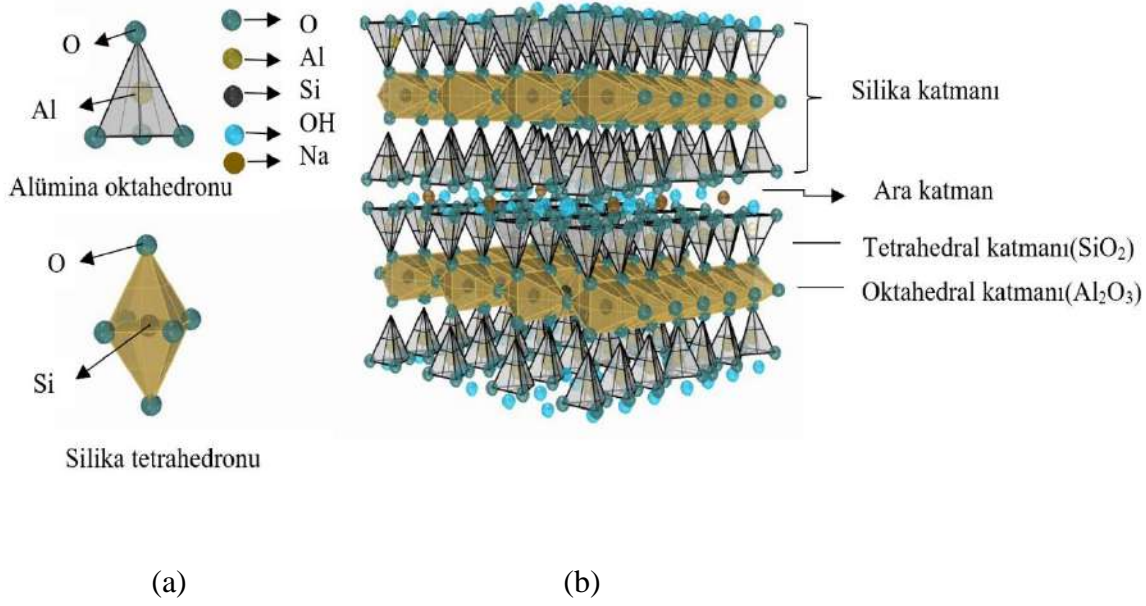


**Görsel 1.1: Ca ve Na montmorillonit'in şişme kabiliyetleri**

Nano tabakalı yapıya sahip fillosilikat bir mineral olan montmorillonitin (MMT), katmanlı yapısı (yaklaşık 1 nm kalınlığında) yığılmış katmanlardan oluşmakta olup her katman, bir O-Al(Mg)-O oktahedral levhayı (yaklaşık 100 nm×100nm) sandviçleyen iki O-Si-O tetrahedral levhadan oluşmaktadır. İzomorf ikame sebebiyle, katman pozitif yükü yüklenir ve daha sonra MMT'nin ara tabakalı alanında katyonlar bulunur. Komşu tabakalar, MMT'nin birincil parçacıklarını oluşturmak için öncelikle Van der Waals kuvveti ve elektrostatik güç aracılığıyla bir arada tutulur (Ewis et al., 2022; Zhou et al., 2019).

Montmorillonitlerin kristal yapısını meydana getiren tetrahedral ve oktahedral yapılarda yer alan katyonlar (Al ve Si) birbirleriyle yer değiş tokuşu yapabilirler ve bu değiştirmeye izomorf yer değiştirme denmektedir. Değiştirmeler neticesinde katyonların farklı yük miktarları sebebiyle buldukları sistemlerde elektriksel yük dengeleri bozulmakta ve pozitif yük fazlalıkları oluşmaktadır. Bu olay tabakaların yüzeylerinin negatif olarak yüklenmesine sebep olmaktadır. Negatif yükler çevrelerinde olan katyonları adsorblarlar. Adsorblanan katyonlar elektriksel olarak nötrlenmeyi sağlar ve düşük elektriksel kuvvetlerle tutunurlar. Sıklıkla görülen değişebilir katyonlar  $Mg^{+2}$ ,  $H^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $NH_4^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$  ve  $Al^{+3}$  dir. Değişebilir katyonlar tabakaların içinde değil yüzeyinde oldukları için temel yapıda değişiklik yapmazlar (İşçi, 2002). Montmorillonit partikülünün fiziksel yapısı tabakalar halinde düşünülebilir. Görsel 1.2'de görüldüğü gibi, her katman iki tür yapısal levhadan oluşur: oktahedral ve tetrahedral. Dört yüzlü tabaka, altıgen bir ağ ile sonuçlanan üç köşeyi paylaşarak komşu dört yüzlüye bağlanan silikon-oksijen dört yüzlüden oluşur. Her bir tetrahedronun kalan dördüncü köşesi, bitişik oktahedral tabakanın bir parçasını oluşturur. Oktahedral tabaka genellikle, tetrahedral tabakadan oksijen ve hidroksil ile altı kat koordinasyon içinde alüminyum veya magnezyumdan oluşur (Uddin, 2012).





**Görsel 1.2: (a)Alümina oktahedronu ve Silika tetrahedronu yapısı, (b)Değişebilen katyon olarak Na iyonu bulunduran montmorillonitin moleküler yapısı ve kilin tabakalar arası boşluğu illüstrasyonu**

Çinko oksit, metal oksitler içinde en çok çalışılan malzemelerden biri olarak bilinmektedir. Farklı alanlarda geniş çapta uygulama yelpazesi gösteren çok işlevli, çok yönlü, elverişli ve çok işlevli inorganik bileşikler arasında olduğu bildirilmiştir. Yarı iletken malzemelerden oluşan IIB grubu geçiş metalidir (Gharpure & Ankamwar, 2020). Çinko oksit (ZnO) uygun maliyetlidir ve nanoparçacık sentezi dâhil olmak üzere endüstride çeşitli uygulamalar gösterir. Çalışmamız sodyum montmorillonit'e çinkonitrat hegzahidrat katkılanması ile katyon değişimi interkalasyonu olarak değerlendirmeyi amaçlamıştır. Ayrıca üretilen malzemelerin karakterizasyonları Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM), Enerji Dağılımı Spektrometresi (EDS) Analizi ve Fourier transform kızılötesi (FTIR) ile değerlendirilmiştir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal ve Metot

Çalışmalarda kullanılan bentonit kili (Na-montmorillonit), Karakaya Bentonit A.Ş. Ankara'dan temin edilmiştir. Temin edilen bentonit kili saflaştırma işlemine tabi tutulmadan kullanılmıştır. 840-710 µm partikül boyutuna sahip çinko nitrat hegzahidrat  $[Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O]$  tozu Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. Tüm sulu çözeltiler deiyonize su kullanılarak hazırlanmıştır. Temizlik işlemi sırasında Tekkim firmasından temin edilen Etanol  $[C_2H_5OH]$  kullanılmıştır. Sentezlenen tozların karakterizasyonu için (PerkinElmer UATR Two elmas ATR) FT-IR cihazı ile, morfolojik analiz ve partikül dağılımı (JEOL JSM-6060LV) taramalı elektron mikroskobu kullanılarak analizi yapılmıştır. SEM incelemesi sırasında elemental dağılımlı spektroskopisinden (EDS) yararlanılarak sonuçlar elde edilmiştir. Tozların tartımları için Precisa XB 220A +/-0,01 gr hassasiyetli dijital terazi kullanılmıştır.

### 2.2. Organokil Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmada soljel yöntemi kullanılarak farklı çinko oranlarına sahip montmorillonit üretimi gerçekleştirilmiştir. Çinko katkılı montmorillonit (Zn-MMT) iyon değiştirme reaksiyonu ile hazırlanmıştır. Üç farklı beherde solüsyonlar hazırlanmıştır. 4.3 g Na-bentonit tozu, 50 mL deiyonize su içerisinde 50°C'de 2 saat karıştırılmıştır. Böylece Na bentonit'in tabakalı yapısı aralanarak, çinko iyonlarının ikame etmesi için sulu çözeltiye % 16, %19 ve %22 (sırasıyla X1, X2, X3 olarak kodlanmıştır) oranlarında çinko içeren çinkonitrat hegzahidrat katısı solüsyonlara ilave edilip 60 °C'de 2 saat karıştırılmıştır. Elde edilen jel içerisinde bulunan suyu yapıdan uzaklaştırarak çinko dop edilmiş katmanların kapatılması amacıyla 120° C'de 24 saat etüvde bekletilmiştir.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, üç farklı konsantrasyonda çinko katkılı modifiye montmorillonit tozu üretilmiş ve incelenmiştir. Çizelge 3.1.'de Karakaya Bentonit A.Ş.'den temin edilen montmorillonit'in kimyasal analizi verilmiştir.

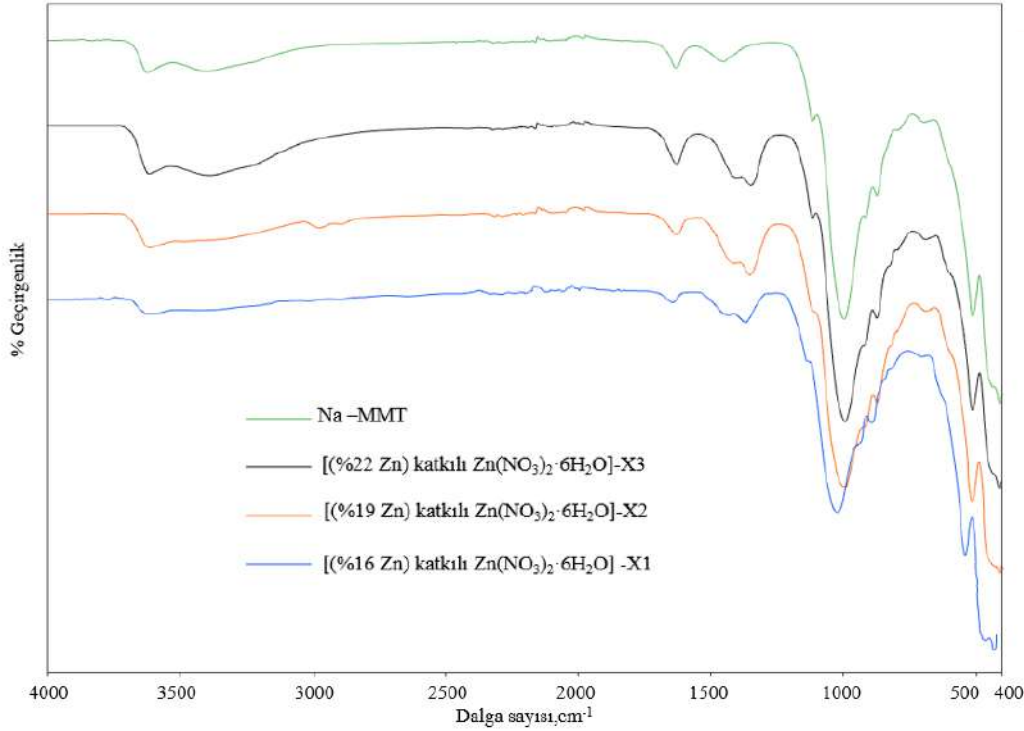
**Çizelge 3.1. Montmorillonitin kimyasal içeriği (Soy et al., 2011).**

	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO
% Ağ.	60-62	2,5-3	1,8-2	17-18	0,9-9,5	3-3,5	3,5-4

#### 3.1. FTIR Analizi Bulguları

Katkılanmamış sodyum montmorillonit ve üç farklı oranda çinkonitrat hegzahidrat katkılı montmorillonit'in 4000 ila 400 cm<sup>-1</sup> aralığında elde edilen FT-IR spektrumları Görsel 3.2.'de gösterilmektedir. Spektrumlar montmorillonitin karakteristiği olan titreşim bantlarının varlığını açıkça göstermektedir (Abdelkrim et al., 2020).

Tüm spektrumlar, OH gruplarının gerilme titreşimi için 3600 cm<sup>-1</sup>'de ve H-O-H bükülme titreşimleri için 1627-1630 cm<sup>-1</sup>'de pikler gözlenmiştir. 3631 cm<sup>-1</sup> 'deki geniş bant, montmorillonitçe zengin smektit kilin göstergesi olan Al(Mg)-O-H gerilmesinden kaynaklanmaktadır (Bilgiç & Bilgiç, 2019). 996 cm<sup>-1</sup> daki keskin pik kuvars karışımını göstermektedir (Zhirong et al., 2011). Bu pik tetrahedral tabakadaki Si-O-Si gruplarının Si-O gerilme titreşimiyle ilgilidir (Özcan, 2010). 824 cm<sup>-1</sup> 'deki tepe noktası literatürle uyumlu olarak NO<sub>3</sub> simetrik gerilme tepe noktası görüldü (Srinivasan & Ganguly, 1991; Trivedi & Dahryn Trivedi, 2015). 518 ila 412 cm<sup>-1</sup> 'deki pikler Zn-O içindir (Jurablu et al., 2015). 443 cm<sup>-1</sup> 'deki tepe noktası, daha önce bildirilen çalışma ile tutarlı olan Zn-O titreşim gerilmesine atfedilir (Suntako, 2015; Vaishali T Salunke et al., 2021) .



**Görsel 3.2: Modifiye edilmemiş ve üç farklı oranda çinkonitrat hegzahidrat ile modifiye edilmiş montmorillonitin FT-IR analizi**

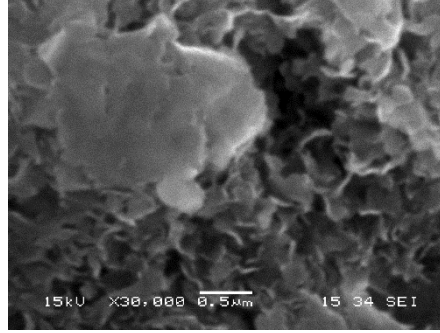
Spektrumlardan görüldüğü gibi üretilen tozların üçüde benzer yapıya sahiptir. Literatürde verilen ZnO'ya ait FT-IR spektrumları incelendiğinde, elde edilen FT-IR spektrumlarının literatürde verilen spektrumlar ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir (Özbay, 2014).

### **3.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Enerji Dağılımı Spektrometresi (EDS) analizi**

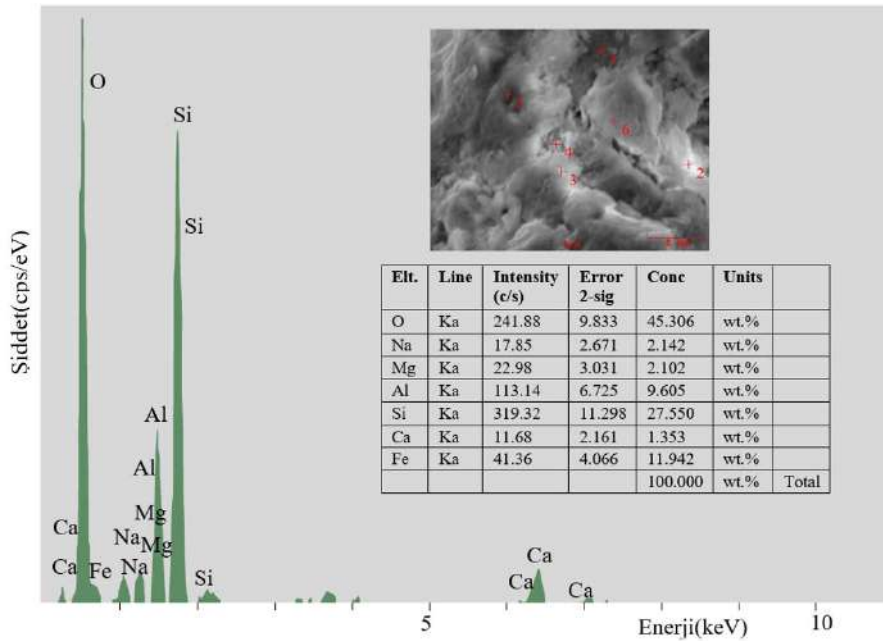
Çinkonitrat hegzahidrat ile katkılandırılmamış sodyum montmorillonit tozu ile üç farklı konsantrasyonda çinkonitrat hegzahidrat ilavesi ile üretilen tozların morfolojik analizleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak yapılmıştır.

### 3.2.1. Katyon katkısı yapılmamış sodyum montmorillonit'in (SEM) ve Enerji Dağılımı Spektrometresi (EDS) analizi

Görüntü toz yüzeyinden alınmıştır. Çinkonitrat hegzahidrat ile katkılandırılmamış sodyum montmorillonit kili ile ilgili Görsel 3.3.'de 30.000X büyütmede SEM görüntüsü, Şekil 3.4.'de ise sodyum montmorillonit'in EDS analizi verilmiştir.



Görsel 3.3: Katkısız sodyum montmorillonit'in 30.000X SEM görüntüsü

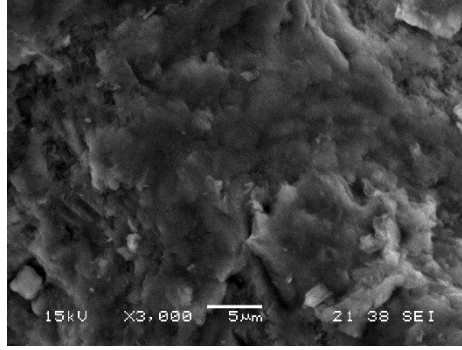


Görsel 3.4: Katkısız sodyum montmorillonit'in 30.000X SEM görüntüsü

Görsel 3.3.'de tabaka benzeri bir yapıda çok sayıda kil partikülü pulu ile tipik bir tabakalı yapıyı literatürle uyumlu nbir şekilde göstermektedir. Görsel 3.4.'de montmorillonit kilinin ana bileşenleri olan silika ( $\text{SiO}_2$ ) ve alümina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) olduğu görülmektedir.

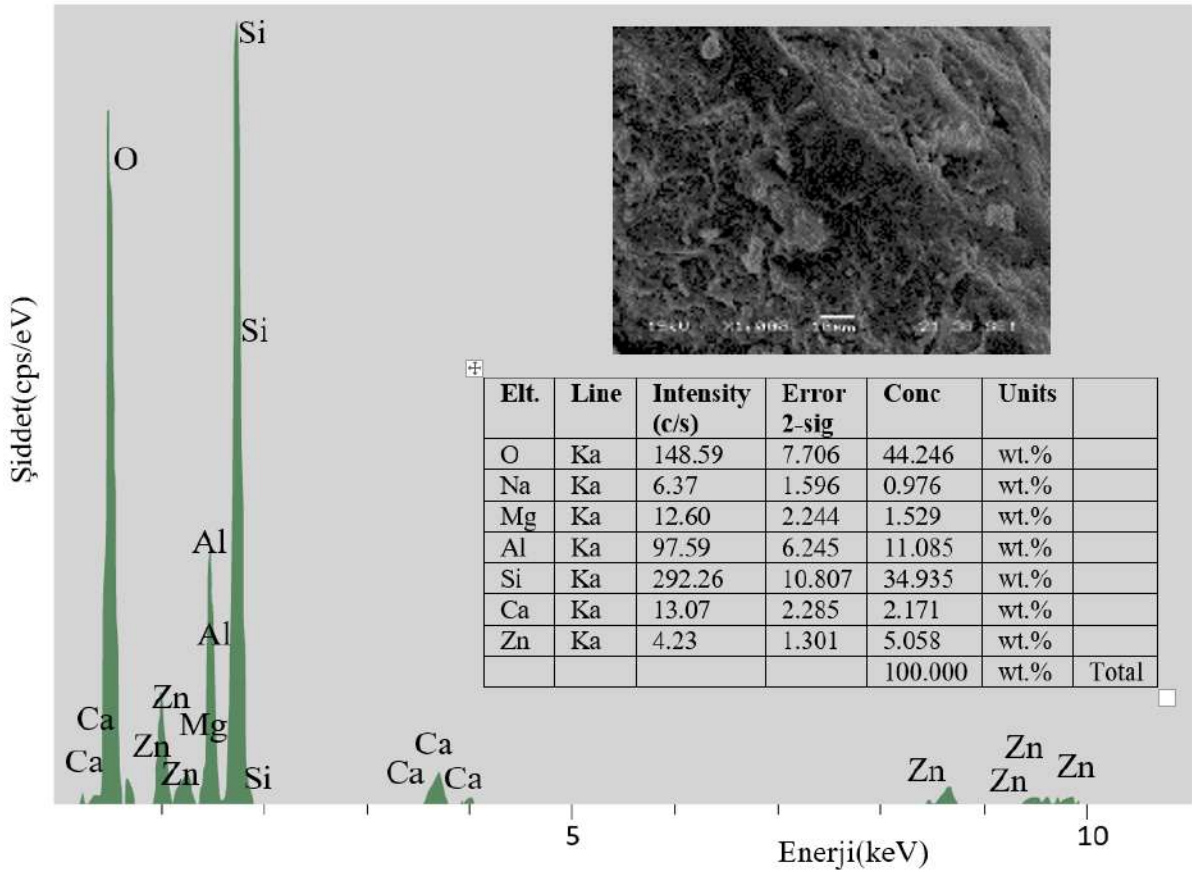
### 3.2.2. $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (X3) katkılı montmorillonitin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Enerji Dağılımı Spektrometresi (EDS) Analizi

Ağırlıkça %22 çinko içeren çinkonitrat hegzahidrat katısı katılarak sentezlenmiş sodyum montmorillonit'in 3.000X büyütmede alınan SEM görüntüsü Şekil 3.5. ve EDS analizi Görsel 3.6.'da gösterilmektedir.



**Görsel 3.5: X3 toz numunesinin SEM analizi**

Görüntünün bir kısmında kısmi olarak etkileşime girmiş, yoğunlaşmış bir bölge görülmektedir. Parçacıkların aglomere bir formda olduğu gözlemlenmektedir. Oluşan aglomerasyon sıcaklık, süre ve üretilen toz boyutuna bağlı olarak meydana gelmiş olabilir (Ashwini et al., 2021). Modifiye edilmiş kil yeterli interkalasyonu nedeniyle birçok katmandan ve dokusal düzensizlikten oluşmaktadır (Aroke & Hamidu, 2020). Literatürdeki Sem mikrografları incelendiğinde, tabaka benzeri bir morfolojide çok sayıda kil partikülü nano pulu ile tipik bir tabakalı yapı gösterdiği görülmektedir (Pouraboulghasem et al., 2016).



**Şekil 3.6: Çinko katyonu katkılı montmorillonitin 1000X büyütmede elde edilen EDS analizi**

Görsel 3.6.'da EDS spektrumunu göstermektedir. SEM görüntüleri alınan çinkonitrat hegzahidrat katkılı sodyum montmorillonit'in EDS analizi gerçekleştirilmiştir ve bu analiz sonucunda Zn varlığını gösteren çinko elementi tespit edilmiştir. EDS analizine göre çinko içeriği kütle olarak %5,058'dir. Çalışmamızda sol-jel sonrası solüsyon içerisindeki çinko yüzdemiz ise 5,11 idi. Bu da çinko katyonunun montmorillonite katılanmış olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir düzeydedir. Parlama olarak görülen bölgeler Zn varlığına atfedilir. Çünkü elementsel halde üzerine SEM'in iyonize olmuş ışınları geldiğinde metallerin genel karakteristik özelliğinden dolayı parlak görülmekte olduğu bilinmektedir. EDS spektrumu çinko, oksijen, silisyum ve alüminyum olarak tanımlanan tepe noktaları göstermektedir.



#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Kil mineralleri antik dönemlerden günümüze insanlığa katkı sağlamaktadır. Önemli bir kil çeşidi olan montmorillonit, gelişmiş etkiler sergilemesinden dolayı ilgi çekmekte ve çeşitli araştırmalarda yer almaktadır.

Bu çalışmanın amacı, sodyum montmorillonit içerisine belirli bir sıcaklıkta alkali iyon değişim prosesi ile sentezlenen çinko katyonu katkılı montmorillonit nanokompozitleri elde etmek ve yapısal karakterizasyonu hakkında analiz yapmaktır.

Sonuç olarak, sodyum montmorillonit'e yüzde ağırlıkça oranında çinkonitrat hegzahidrat katısı katılarak soljel yönteminin de avantajlarından faydalanarak kompozit toz üretimi bu çalışmada gerçekleştirilmiştir. SEM ve EDS analizi ile çinko katyonu katkılı montmorillonit kompozitinin oluşumu doğrulanmıştır. SEM sonuçları, çinkonun montmorillonitin iç tabakasında varlığını doğrulamıştır. EDS analizi, çinko iyonlarının sodyum montmorillonite tamamen dahil olduğunu göstermiştir. Fır analizi ile karakteristik Zn-O bağı tespit edilmiştir.

Sol-jel yöntemi, nano boyutlu parçacıkların hazırlanması için kontrollü ve daha düşük sıcaklıklarda nispeten kısa bir işlem süresinde dar boyut dağılımına sahip ultra ince parçacıkların üretimi için kullanışlı bir teknik olması sebebiyle çalışmamızda nano gözenekli bir yapı oluşmaktadır (Chen & He, 2001). Bu sayede ürün daha kompakt ve verimli hale gelmektedir. Bu gözenekli yapıya yüksek miktarda vakum etkisi yaparak virüsleri gözeneklere alacağını düşündürmektedir. Ayrıca elde edilen nanokompozitin çinkonun yara iyileştirme ve antimikrobiyal aktivitesi bilinirliği açısından değerlendirilip, hasta yataklarının pedlerine uygulanıp, hastane ve ev ortamında hasta konforu açısından değerlendirilebilirliğini düşündürmektedir.



## KAYNAKÇA

- Abdelkrim, S., Mokhtar, A., Djelad, A., Bennabi, F., Souna, A., Bengueddach, A., & Sassi, M., Chitosan/Ag-Bentonite Nanocomposites: Preparation, Characterization, Swelling and Biological Properties. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 831–840, 2020.
- Aroke, U. O., & Hamidu, L. A. J. (2020). Instrumental Characterization of Unmodified and HDTMA-Br Modified Kaolinite Clay: SEM-EDX, Quantachrome and TGA-DTA. *Path of Science*, 6(6), 2001–2009.
- Ashwini, J., Aswathy, T. R., Rahul, A. B., Thara, G. M., & Nair, A. S. Synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles using acacia caesia bark extract and its photocatalytic and antimicrobial activities. *Catalysts*, 11(12), 2021.
- Bektaş, N., *Modifiye montmorillonitlerin hazırlanması ve adsorpsiyon kinetiklerinin incelenmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, 2009.
- Bilgiç, C., & Bilgiç, Ş., Application of Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy to Analysis of Clays. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2019.
- Chen, D. H., & He, X. R., Synthesis of nickel ferrite nanoparticles by sol-gel method. *Materials Research Bulletin*, 7–8, 2001.
- Ewis, D., Ba-Abbad, M. M., Benamor, A., & El-Naas, M. H., Adsorption of organic water pollutants by clays and clay minerals composites: A comprehensive review. *Applied Clay Science*, 2022.
- Gharpure, S., & Ankamwar, B., Synthesis and Antimicrobial Properties of Zinc Oxide Nanoparticles. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 2020.
- İşçi, S., *Bentonit Dispersiyonlarına Organik ve İnorganik Katkıların Adsorpsiyonunun Reolojik Özellikleri Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002.
- Jurablu, S., Farahmandjou, M., & Firoozabadi, T. P., Sol-gel synthesis of zinc oxide (ZnO) nanoparticles: Study of structural and optical properties. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, 281–285, 2015.
- Martsouka, F., Papagiannopoulos, K., Hatziantoniou, S., Barlog, M., Lagiopoulos, G., Tatoulis, T., Tekerlekopoulou, A. G., Lampropoulou, P., & Papoulis, D. The antimicrobial properties of modified pharmaceutical bentonite with zinc and copper. *Pharmaceutics*, 13(8), 2021.

- Özbay, E., Çinko Oksit Nanopartikülleri Sentezi ve Karakterizasyonu. *Selcuk University Journal of Engineering ,Science and Technology*, 2(4), 2014.
- Özcan, A. S. ,Doğal Bentonitin Karakterizasyonu ve Kurşun ( II ) İyonlarını Adsorpsiyon Yeteneği *The Characterization of Natural Bentonite and Its Adsorption Ability of Lead ( II ) Ions*. 12(2), 85–97, 2010.
- Özgüven, E., *Bir Bentonitik Kil İçindeki Simektit Mineralinin Nicel Olarak Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2011.
- Peltek, H., *Yüzey Aktif Katyonlarla Modifiye Edilmiş Ünye Bentonit Ve Tartrazin Boyar Maddesi Arasındaki Etkileşimlerin XRD,TG/DTA,FTIR Analiz Tekniklerinin Kullanılmasıyla Ve Adsorpsiyon Verilerinin Değerlendirilmesiyle İncelenmesi*.Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012, Rize.
- Pouraboulghasem, H., Ghorbanpour, M., Shayegh, R., & Lotfiman, S., Synthesis, characterization and antimicrobial activity of alkaline ion-exchanged ZnO/bentonite nanocomposites. *Journal of Central South University*, 23(4), 787–792, 2016.
- Savic, I. M., Stojiljkovic, S., Savic, I., & Gajic, D., Industrial application of clays and clay minerals. *Clays and Clay Minerals: Geological Origin, Mechanical Properties and Industrial Applications*, January, 379–402, 2014.
- Şengöz, T., *Killerin Kullanım alanları,Killerin Mühendislik Özellikleri ve İmara Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Çalışmalarında Killerin Önemi*, 2006.
- Soy, U., Demir, A., & Caliskan, F., Effect of bentonite addition on fabrication of reticulated porous SiC ceramics for liquid metal infiltration. *Ceramics International*, 37(1), 15–19, 2011.
- Srinivasan, S. K., & Ganguly, S., FT-IR spectroscopic studies of metal nitrates supported on a modified montmorillonite clay. *Catalysis Letters*, 10(3–4), 279–287, 1991.
- Suntako, R., Effect of zinc oxide nanoparticles synthesized by a precipitation method on mechanical and morphological properties of the CR foam. *Bulletin of Materials Science*, 38(4), 1033–1038, 2015.
- Trivedi, M. K., & Dahryn Trivedi, A. B., Spectroscopic Characterization of Disodium Hydrogen Orthophosphate and Sodium Nitrate after Biofield Treatment. *Journal of Chromatography & Separation Techniques*, 2015.
- Uddin, F., Clays, nanoclays, and montmorillonite minerals. *Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science*, 39(12), 2008.
- Uddin, F., Montmorillonite: An Introduction to Properties and Utilization. In *Intech*, 2012.

- Uddin, F. Montmorillonite: An Introduction to Properties and Utilization. *Current Topics in the Utilization of Clay in Industrial and Medical Applications*, 2018.
- Vaishali T Salunke, P.B. Buchade, A.D. Shaligram, & R.Y. Borse., FTIR study of ZnO powder prepared by self-combustion method at different temperature. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 277–280, 2021.
- Veri, F., Killer, S., & Cihaz, A., *Fourier Veri Dönüşümü ( FTIR ) Spektroskopisinin Killerin Analizine Uygulanması*, 37–46, 2019.
- Yücel B., *Dünyada ve Türkiye’de Bentonit*. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/img/Bentonit.pdf>, 2018
- Zhirong, L., Azhar Uddin, M., & Zhanxue, S. (2011). FT-IR and XRD analysis of natural Na-bentonite and Cu(II)-loaded Na-bentonite. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 79(5), 1013–1016.
- Zhou, C., Tong, D., & Yu, W. Smectite nanomaterials: Preparation, properties, and functional applications. In *Nanomaterials from Clay Minerals: A New Approach to Green Functional Materials*. Elsevier Inc., 2019.

## Z KUŞAĞIN YAPAY ZEKÂ KAYGI DURUMLARININ SOSYO-DEMOGRAFİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: HEMŞİRELİK BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ARAŞTIRMA

Öğ. Gör. İLKNUR BUÇAN KIRKBİR <sup>1</sup>, Dr. Öğr. Gör. BÜLENT AKKAYA <sup>2</sup>, Dr. Öğr. Gör. SEMA ÜSTGÖRÜL <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [ilknurbucan@gmail.com](mailto:ilknurbucan@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-0611-0118

<sup>2</sup>Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Ahmetli MYO, [bulent.akkaya@cbu.edu.tr](mailto:bulent.akkaya@cbu.edu.tr), ORCID ID: 0000-0003-1252-9334

<sup>3</sup>Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [sema84car@hotmail.com](mailto:sema84car@hotmail.com), ORCID ID: 0000-0002-8163-726X

### ÖZET

Bu araştırmanın amacı Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) Sağlık Bilimleri Fakültesinde eğitim alan ve hemşirelik bölümünde öğrenim gören Z kuşağı öğrencilerin yapay zeka kaygı düzeylerinin belirlenmesi ve yapay zeka kaygı durumlarının öğrencilere ait demografik özelliklere göre farklılaşıp farklılaşmadıklarını saptanmaktır. Bu amaç doğrultusunda anket ile kolayda örnekleme yöntemi kullanılarak bir kamu üniversitesi hemşirelik bölümünde eğitim gören 264 öğrenciden veri toplanmıştır. Elde edilen veriler SPSS programı ile değerlendirilmiş hata kontrolleri, tabloları ve istatistiksel analizleri yapılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde sayı ve yüzde, değerleri verilmiştir. Normallik analizleri öncesinde kayıp veri, uç değer ayıklamaları yapılmıştır. Sonrasında normal dağılıma uygunluk için, Skewness ve Kurtosis değerlerine bakılmış veriler normal dağıldığı için parametrik testler ile analize tabi tutulmuştur. Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin cinsiyetleri, bilişim dersi alım durumu ve teknolojik bilgi yeterliği ile yapay zeka kaygıları arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Fakat öğrencilerin yaş ve eğitim gördükleri sınıf ile yapay zeka kaygıları arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Bu araştırma ile Z kuşağı öğrencilerin yapay zeka kaygıları ve yapay zeka kaygı durumlarının alt boyutları üzerinde etkili olan demografik özelliklerin tespit edilmesiyle Z kuşağı yapay zeka kaygı durumları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay zeka kaygı, Z kuşağı, Sosyoteknik Körlük, Yapay zeka yapılandırması

## Giriş

Bilgisayar ve bilişim teknolojilerinin gelişmesiyle diğer sağlık mesleklerinde olduğu gibi hemşirelikte de önemli değişimler yaşanmaktadır. Sağlıklı/hasta bireye en yakın pozisyonda hizmet veren hemşireler, bireyin gereksinimlerini belirleme, bakımı için malzemeleri seçme, zaman yönetimi gibi konularda karar vericidir. Hemşireler bu işlevleri gerçekleştirirken de bilişim teknolojilerinden en fazla yararlanan meslek grubunu oluştururlar. Bu çalışmada hemşirelik öğrencilerinin yapay zekâ kaygı durumları değerlendirilmiştir. Ayrıca, hemşirelik bilişimi dersi alan, almayan öğrencilerin de kaygı durumlarının karşılaştırılması yapılmış olup ülkemizde hemşirelik müfredatına yeni yeni giren bu dersin öğrencilerin kaygı düzeylerine olan etkisi de değerlendirilmiştir. Teorik ve uygulamalı eğitimlerin ağırlıklı olduğu hemşirelik öğrencilerinin eğitim ve öğretim müfredatlarında, bilişim ve yapay zekâ ile ilgili konulara yer verilmesi, günümüzde hızla ilerleyen sağlık hizmetleri alanında hemşireliğin de etkin olarak yer almasını destekleyici bir yaklaşım olacaktır.

## Teorik Çerçeve

### *Yapay Zeka*

Yapay zekâ, insanların akıllı davranışlarını modellemek için bir bilgisayarın kullanımını anlamına gelen genel bir terimdir. Günümüzde yapay zekâ, karmaşık zorlukları çözmek için yeni kavramlar ve yeni çözümler uygulayan bir mühendislik dalı olarak kabul edilmektedir (Hammet& Tremblay., 2017). Sağlık hizmetleri alanında da diğer sektörlerde olduğu gibi hızlı bir ivme ile yapay zekâ uygulamaları yerini almıştır. Yapay zekâ uygulamalarının sağlık hizmetleri alanına girmesiyle birlikte erken tanı, tedavi, sağlık kayıtların saklanması, tıbbi karar verme, tıbbi görüntüleme ve ilaç geliştirme gibi birçok konuda gelişme yaşanmıştır (Uzun., 2020).

Ancak, yapay zeka ile ilgili yaşanan gelişmelerin gelecek yıllarda hangi aşamada olacağı konusu her alanda olduğu gibi sağlık profesyonellerinin de kaygı duymasına neden olabilmektedir (Filiz ve ark., 2022). Yapay zeka tabanlı teknolojilerin doğrulanması, etik problemler, insansızlaştırma ve sağlık profesyonellerinin yerini mi alacak gibi sorular da yaşanan bu gelişmelerin beraberinde gündeme gelmiştir (Briganti&Le Moine., 2020). Teknolojinin çok hızlı geliştiği günümüz Endüstri 4.0 döneminde, geleceğin hemşirelik mesleğinin uygulayıcıları olan hemşirelik öğrencilerinin yapay zekâ kaygısının belirlenmesi ve bu alanda yaşanan gelişmelere uyumlarının desteklenmesi önem arz etmektedir. Teknolojik gelişmeler ile uyum sağlanamadığında, bireylerin iş ve özel yaşamları üzerinde; teknolojiye

koru ve kaygı ile yaklaşımlarına sebep olan psikolojik etkiler yaratabilmektedir (Taş&Turanlıgil, 2020). Hemşireler, bilişimi kullanarak bireyselleştirilmiş hemşirelik bakımı verebilir, eğitim ve danışmanlık gibi fonksiyonlarını daha sağlıklı bir şekilde yerine getirebilirler (Kardaş ve ark., 2017). Ülkemizde yapay zeka kaygı ölçeği kullanılarak yapılan sınırlı sayıda çalışma vardır (Kolcu ve ark., 2021; Akkaya ve ark., 2021; Filiz ve ark., 2022; Seren ve ark., 2022). Bu bağlamda, bu araştırmada Wang ve Wang (2019) tarafından geliştirilen ve Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması Akkaya ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan Yapay Zeka Kaygı ölçeği kullanılarak sağlık sisteminde önemli bir role sahip olan hemşirelik mesleğine hazırlanan öğrencilerin yapay zekâ kaygı durumları ve etkileyen faktörleri belirlenmiştir.

### ***Z Kuşağı ve Özellikleri***

Teknolojide yaşanan gelişimler ile birlikte dijitalleşen dünyada bu dönüşümden oldukça etkilenen, bu dönüşümün içinde doğan ve yaşayan genç nesil Z kuşağı olarak bilinmektedir. 2000-2020 yılları arasında doğan, aynı zamanda “Kristal nesil” olarak ta bilinen Z kuşağı gençleri, bilginin ve zamanın değişimine hızlıca adapte olabilmektedir (Çetin&Karalar, 2016; Erten, 2019). Z kuşağı gençlerinin dünyaya öncülük edecek olan nesil oldukları savunulmaktadır. Ancak Z kuşağının belirsizlik ve değişim zamanlarında büyümesinden, pragmatik ve şüpheli ebeveynler tarafından da büyütülmüş olmaları nedeniyle diğer kuşaklara göre daha ihtiyatlı bir nesil olduğu vurgulanmaktadır (Karadoğan, 2019). Z kuşağı insanlık tarihinin motor becerileri (el, göz, kulak vb. ) senkronize etme becerisi en yüksek neslidir ancak tatminsiz, sonuç odaklı, kararsız ve doğuştan tüketici olma özelliklerine de sahip bir nesildir (Gümüş, 2020). Bütün bunların yanı sıra, teknoloji ile iç içe yaşam tarzları, bilgiye hızlıca erişebilme ve kullanabilme, teknoloji rahatlıkla kullanabilme yetenekleri sayesinde Z kuşağı gençleri problemlerin üstesinden rahatlıkla gelebilmektedirler(Erten, 2019).

### ***Yapay Zeka ile Z Kuşağı Arasındaki ilişki***

Günümüz sağlık hizmetlerinde hız, verimlilik, kalite ve etkinlikte artış sağlanması amacıyla yararlanılan yapay zekâ ve robotların kullanımı ile ilgili ile Z kuşağının da kararsızlıklar yaşandığı belirtilmiştir (Gürdin, 2020). Yeni teknolojilere ve yapay zekâyâ yönelik gösterilen tutumlar bazı sosyo-demografik özelliklerden de etkilenmektedir. Literatür çalışmaları yeni nesil gençlerin hazır bulunuşluklarının diğer nesillere göre daha yüksek olduğunu belirtmesine rağmen, yapay zeka ve robotlar gibi konularda daha ihtiyatlı yaklaştıkları belirlenmiştir (Lazányi, 2019). Günümüzde hemen her alanda kullanılan yapay

zekâ ile ilgili Z kuşağı gençlerinin kaygılarının ve tutumlarının belirlenmesi önemli bir konudur. Yapılan bu çalışmada hemşirelik öğrencilerinin yapay zeka ile ilgi kaygı durumları değerlendirilmiştir.

## YÖNTEM

**Araştırmanın Amacı ve Hipotezleri:** Bu araştırmanın amacı Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) Sağlık Bilimleri Fakültesinde eğitim alan ve hemşirelik bölümünde öğrenim gören Z kuşağı öğrencilerin yapay zeka kaygı düzeylerinin belirlenmesi ve yapay zeka kaygı durumlarının öğrencilere ait demografik özelliklere göre farklılaşıp farklılaşmadıklarının saptanmasıdır.

H1: Öğrencilerin yapay zeka kaygıları, cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

H2: Öğrencilerin yapay zeka kaygıları, yaşlarına göre anlamlı bir farklılık göstermektedir.

H3: Öğrencilerin yapay zeka kaygıları, öğrenim gördükleri sınıfa göre anlamlı bir farklılık göstermektedir.

H4: Öğrencilerin yapay zeka kaygıları, hemşirelik bilişimi dersi alma durumuna göre anlamlı bir farklılık göstermektedir.

H5: Öğrencilerin yapay zeka kaygıları, algılanan teknolojik bilgi yeterliğine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir.

**Araştırmanın Anakütlesi ve Örnekleme:** Araştırmanın evrenini Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde öğrenim gören hemşirelik bölümü öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmanın gerçekleştirildiği 2022- 2023 Eğitim-Öğretim Yılı Güz Yarıyılı hemşirelik bölümünde öğrenim gören öğrenci sayısı 729'dur (KTÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Öğrenci İşleri, 2022). Bu ana kütle içinden kolayda örnekleme yöntemi kullanılarak 264 öğrenciden veri toplanmıştır. Örneklemin evreni temsil etme oranı % 36,2 olarak gerçekleşmiştir.

**Veri Toplama Araçları:** Araştırmada analizlere esas olan veriler anket tekniği ile toplanmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak kişisel bilgi formu ve Yapay Zeka Kaygı Ölçeği olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Kişisel bilgi formu katılımcıların yaş cinsiyet, eğitim gibi sosyo-demografik özelliklerini ölçmektedir. Yapay Zeka Kaygı (YZK)ölçeği ise katılımcıların z kuşağının yapay zeka kaygı düzeylerini ölçmektedir. Öğrenme, İş Değiştirme, Sosyoteknik Körlük, YZ Yapılandırması olmak üzere 4 boyut ve 16 sorudan oluşan ölçek Wang ve Wang (2019) tarafından geliştirilmiş ve Akkaya, Özkan & Özkan (2021) tarafından ise Türkçeye uyarlanmıştır.

**Verilerin Analizi:** Araştırma sonucu elde edilen veriler SPSS programı ile değerlendirilmiş hata kontrolleri, tabloları ve istatistiksel analizleri yapılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde sayı ve yüzde, değerleri verilmiştir. Normallik analizleri öncesinde kayıp veri, uç değer ayıklamaları yapılmıştır.



Sonrasında normal dağılıma uygunluk için, Skewness ve Kurtosis değerlerine bakılmış veriler normal dağıldığı için parametrik testler ile analize tabi tutulmuştur. Ölçeğin güvenilirliği için Cronbach'ın Alpha katsayısı bakılmış ve verilerin anlamlılık düzeyi ( $p>0,05$ ) olarak kabul edilmiştir.

## BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Araştırma ile elde edilen verilerin analiz edilmesi kapsamında, sırasıyla öğrencilere ait demografik özelliklerin tanımlayıcı istatistiklerinin analizi; kullanılan ölçeğin güvenilirlik analizi; YZK ölçeğin alt boyutlarının hangi demografik özelliklere göre farklılaştığının belirlenmesine yönelik ilişkisiz örneklem t-testi ve tek yönlü varyans analizi gerçekleştirilmiştir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin sosyo-demografik özellikleri Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Örneklem Ait Betimleyici İstatistikler

Demografik Değişken	Kategori	Sayı(n)	Yüzde(%)
Cinsiyet	Erkek	52	19,7
	Kadın	212	80,3
Doğum Yılı	2004	14	5,3
	2003	42	15,9
	2002	63	23,9
	2001	70	26,5
	2000	44	16,7
	2000 öncesi	31	11,7
Mezun olunan Lise	Sağlık Meslek Lisesi	19	7,2
	Anadolu Lisesi	171	64,8
	Düz Lise	15	5,7
	Fen Lisesi	48	18,2
	Diğer	11	4,1
Sınıf	1	94	35,6
	2	59	22,3
	3	68	25,8
	4	43	16,3
Anne Eğitim Düzeyi	Lisans	10	3,8
	Önlisans	3	1,1
	Lise	54	20,5
	İlköğretim	167	63,3

	Okur-Yazar	21	8,0
	Okur-Yazar Değil	9	3,3
Baba Eğitim Düzeyi	Lisans	27	10,6
	Önlisans	11	4,2
	Lise	89	33,7
	İlköğretim	130	49,2
	Okur-Yazar	7	2,3
Algılanan Yapay Zekâ Fayda Bilgisi	Evet	204	77,3
	Hayır	8	3,0
	Kararsızım	52	19,7
Algılanan Teknolojik yeterlilik düzeyi	Güçlü	27	10,3
	Orta	196	74,2
	Zayıf	41	15,5
Hemşirelik Bilişim Ders	Evet	49	18,6
	Hayır	215	81,4

Ölçeğin güvenilirliği Cronbach Alfa ile ölçülmüştür. Ölçeğin tamamı için Cronbach Alfa değeri 0.932 olarak elde edilmiştir. Öğrenme boyutu için bu değer 0.935, İş Değıştırme boyutu için 0.893, Sosyoteknik Körlük boyutu için 0.893 ve YZ Yapılandırması boyutu için 0.949 olarak elde edilmiştir. Bu değerler literatürde kabul edilen 0,70 üzeri olduğu için ölçeğin güvenilir olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin yapay zeka kaygıları, cinsiyetlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla ilişkisiz örneklem t-testi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 2’de gösterilmektedir.

**Tablo 2:** T-testi sonuçları(cinsiyete göre)

Faktörler	Erkek ortalama(ss)	Kadın ortalama(ss)	t-değeri	sig.(p değeri)
Öğrenme	2,04(0,84)	2,30(0,80)	2,023	0,044
İş Değıştırme	2,87(1,07)	3,23(0,91)	2,479	0,014
Sosyoteknik Körlük	3,03(0,95)	3,41(0,89)	2,691	0,008
YZ Yapılandırması	2,46(0,92)	3,02(1,03)	3,579	0,000
YZK	2,58(0,74)	2,95(0,70)	3,355	0,001

Tablo 2’ye bakıldığında katılımcıların yapay zeka kaygı ortalamalarında cinsiyete göre anlamlı bir fark vardır. Kadınların yapay zeka kaygı ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir ( $m=2,95$ ;  $p<0.05$ ). Dolayısıyla Hipotez 1 desteklenmektedir( $H_1$ ).

**Tablo 3:** Anova test sonuçları(Yaşa göre)

	Doğum Yılı	N	Ortalama	Ss	t-değeri	sig.(p değeri)
YZK.Ort	2004	14	3,03	0,49	,759	,580
	2003	42	2,91	0,66		
	2002	63	2,87	0,71		
	2001	70	2,81	0,69		
	2000	44	2,97	0,78		
	2000+	31	2,70	0,88		
	Total	264	2,87	0,72		

Tablo 3’e bakıldığında katılımcıların yapay zeka kaygıları ve yaşları arasında anlamlı bir ilişki saptanmadığı görülmektedir ( $t=0,759$ ;  $p>0.05$ ). Dolayısıyla Hipotez 2 ret edilmektedir( $H_2$ ).

**Tablo 4:** Anova test sonuçları(Sınıfa göre)

	Doğum Yılı	N	Ortalama	Ss	t-değeri	sig.(p değeri)
YZK.Ort	1	94	2,91	0,60	1,454	,228
	2	59	2,85	0,70		
	3	68	2,94	0,75		
	4	43	2,67	0,91		
	Total	264	2,87	0,72		

Tablo 4’e bakıldığında öğrencilerin yapay zeka kaygıları ve öğrenim gördükleri sınıf arasında anlamlı bir ilişki saptanmadığı görülmektedir ( $t=1,454$ ;  $p>0.05$ ). Dolayısıyla Hipotez 3 reddedilmektedir ( $H_3$ ).

**Tablo 5:** T-testi sonuçları (bilisim dersi alım durumuna göre)

Değişken	Ders alan ortalama(ss)	Ders almayan ortalama(ss)	t-değeri	sig.(p değeri)
YZK	2,34(0,79)	3,50(0,86)	2,992	0,048

Tablo 5’e bakıldığında katılımcıların yapay zeka kaygı ortalamalarında hemşirelik bilşimi dersi alma durumuna göre anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ). Dersi alan

öğrencilerin yapay zeka kaygı ortalamalarının daha düşük olduğu görülmektedir( $m=2,34$ ). Dolayısıyla Hipotez 4 desteklenmektedir ( $H_4$ )

**Tablo 6:** Anova test sonuçları(Algılanan teknolojik bilgi yeterliğine göre)

	Değişken	N	Ortalama	Ss	t-değeri	sig.(p değeri)
YZK.Ort	Zayıf düzeyde	41	3,00	0,95	3,347	,026
	Orta düzeyde	196	3,25	0,92		
	Güçlü düzeyde	27	2,76	1,11		
	Total	264	3,16	0,95		

Tablo 6'a bakıldığında öğrencilerin yapay zeka kaygıları ve algıladıkları teknolojik bilgi yeterliğine göre anlamlı bir ilişki saptandığı görülmektedir ( $t=3,447$ ;  $p<0.05$ ). Dolayısıyla Hipotez 5 desteklenmektedir( $H_5$ ).

## Sonuç ve Tartışma

Değişen dünyada dijitalleşmenin artması beraberinde belirsizlikler ve korkular da getirmektedir. Özellikle hızlı ve analitik düşünme yetisine sahip Z kuşağının içinde yaşadığı dönemin koşullarından öte, yarının belirsizlikleri ile mücadele edebilecek düşünme becerisi ve problem çözme yeteneği olan ve otokontrol becerisi yüksek çocuklar olarak yetiştirilmeleri oldukça önemlidir. Bu bağlamda araştırmada Z kuşağının yapay zeka kaygılarının değerlendirilmesinin öneminden yola çıkarak yapay zekâ kaygı durumlarının sosyo-demografik özellikler ile ilişkisi incelenmiştir. Araştırmada Z kuşağı öğrencilerinin yapay zeka kaygı ortalama puanları ile cinsiyet özellikleri arasında anlamlı bir fark belirlenmiş olup, kız öğrencilerin zeka kaygı puanlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bunun araştırmamızın hemşirelik fakültesinde gerçekleştirilmesi nedeniyle kız öğrenci sayısının fazla olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Çalışma sonucundan farklı olarak Konya'da yapılan bir araştırmada kız ( $n=166$ ) ve erkek ( $n=164$ ) öğrencilerin yapay zeka kaygı puanları arasında fark belirlenmemiştir (Filiz ve ark., 2022). Dahiliye hemşirelerinin yapay zekâ kaygıları ve manevi bakım algıları arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmada da cinsiyetin yapay zeka kaygı puanını etkilemediği bulunmuştur (Menekli ve Şentürk, 2022).

Araştırmada diğer araştırma sonuçlarına benzer olarak (Menekli ve Şentürk, 2022) Z kuşağı öğrencilerinin yapay zeka kaygı durumları puanlarının yaş ile karşılaştırılmasına ilişkin normal dağılım sergileyen verilere t testi uygulanmış olup yaş ile yapay zeka kaygı ortalamasının önemli farklılaşmadığı tespit edilmiştir.

Araştırmada öğrencilerin yapay zeka kaygıları ve öğrenim gördükleri lisans sınıf derecesi arasında anlamlı bir ilişki saptanmadığı görülmektedir. Literatürde eğitim seviyesi ve yapay zeka kaygı arasındaki ilişkiye bakıldığında daha çok lise mezunu olanların lisan ve lisansüstü mezunlarına göre daha yüksek yapay zeka kaygısına sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Filiz ve ark., 2022).

Literatürde yapay zekânın yükseköğretimdeki kullanımının önemi vurgulanmış olmasına rağmen, eğitim ve sağlık hizmetlerinin yapay zekâ kavramını en düşük benimsendiği alanlar olarak listelemiştir (Ma & Siau, 2018). Bunun nedeninin özellikle yapay zekâ uygulamalarının eğitim sistemine nasıl entegre edileceği, akıllı öğrenme ve öğretme sistemlerinin oluşturmasının eksikliği olarak ifade edilmektedir (Taşçı ve Çelebi, 2020). Türkiye’de lisans eğitiminde bilişim dersi bazı üniversitelerde seçmeli ders olarak verilmektedir. Araştırmada öğrencilerin yapay zeka kaygı ortalamalarının hemşirelik bilişimi dersi almayan grupta istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Lisans eğitiminde tüm meslek gruplarında bilişim dersi müfredatlara eklenmesi ile değişen dünyada teknolojinin yararlı şekilde kullanımının arttırılması sağlanabilir.

Literatüre göre yapay zekâ kaygısı ile teknofobi, teknoloji uyum ve teknoloji kullanım kaygısı, bilgisayar kaygısı ve bilgisayar kullanım yeterliliği kavramlarının kullanımı özdeşleştirilmektedir. Araştırma sonuçların benzer olarak (Gültekin, 2022), bu çalışmada öğrencilerin yapay zeka kaygıları ve algıladıkları teknolojik bilgi yeterliğine göre anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Yapılan çalışma sonuçlarına göre teknoloji ve yapay zekâ teknolojilerinin hızla yayılması birçok meslek grubunu etkileyecektir. Eğitim sisteminin bu doğrultuda yeniden tasarlanması, tüm yüksek öğretim kurumlarında bilgisayar teknolojilerine hakim bireylerin yetiştirilmesi, öğrencilerin iş hayatına teknoloji kullanımını bilerek atılması oldukça önemlidir.

## Kaynaklar

- Akkaya, B., Özkan, A., & Özkan, H. (2021). Yapay Zeka Kaygı (YZK) Ölçeği: Türkçeye Uyarlama, Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Alanya Akademik Bakış*, 5(2), 1125-1146. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.833668>.
- Briganti, G., & Le Moine, O. (2020). Artificial intelligence in medicine: today and tomorrow. *Frontiers in medicine*, 7, 27.
- Çetin, C., & Karalar, S. (2016). X, Y ve Z kuşağı öğrencilerin çok yönlü ve sınırsız kariyer algıları üzerine bir araştırma. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 14(28), 157-197.
- Erten, P. (2019). Z kuşağının dijital teknolojiye yönelik tutumları. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 190-202.
- Filiz, E., Güzel, Ş. & Şengül, A. (2022). Sağlık Profesyonellerinin Yapay Zeka Kaygı Durumlarının İncelenmesi. *Journal of Academic Value Studies*, 8(1), 47-55. <http://dx.doi.org/10.29228/javs.57808>
- Gültekin, A. (2022). Yapay zekâ felsefesinin kuantum temelleri. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 212-220.
- Gümüş, N. (2020). Z kuşağı tüketicilerin satın alma karar tarzlarının incelenmesi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 15(58), 381-396.
- Gürdin, B (2020). Türkiye’de Robonomi: Z Kuşağı Gençlerin Hastanelerde Potansiyel Hizmet Robotu Kullanımına Yönelik Tutumları. *Artuklu Kaime Uluslararası İktisadi ve İdari Araştırmalar Dergisi*, 3(1), 41-55.
- Hamet, P., & Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 69, S36-S40. [https://docs.google.com/forms/d/11XtSTOsKv0rCMEM9gdJZ39YR1W6B19j1mbcGn\\_YkeN0/viewform?edit\\_requested=true](https://docs.google.com/forms/d/11XtSTOsKv0rCMEM9gdJZ39YR1W6B19j1mbcGn_YkeN0/viewform?edit_requested=true)
- Karadoğan, A. (2019). Z kuşağı ve öğretmenlik mesleği. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 9-41.
- Kardaş Özdemir, F., & Karakaya, G. (2017). The use of computer and information technology by nurses. *The Journal of Tepecik Education and Research Hospital*, 27(2), 126-130. DOI: 10.5222/terh.2017.126
- Kolcu, G. K., Özceylan, G., Başer, A., & Altuntaş, S. B. (2021). Yapay Zekâ Kaygısı Ölçeğinin Aile Hekimlerinde Geçerlik ve Güvenirliğinin Değerlendirilmesi. *Research Journal of Biomedical and Biotechnology*, 2(1), 20-28.

- Lazányi, K. (2019, April). Generation Z and Y—are they different, when it comes to trust in robots?. In 2019 IEEE 23rd International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES) (pp. 000191-000194). IEEE).
- Ma, Y., & Siau, K. L. (2018). Artificial intelligence impacts on higher education. *MWAIS Proceedings*, 42(5), 1-5.
- Menekli, T., & Şentürk, S. (2022). The relationship between artificial intelligence concerns and perceived spiritual care in internal medicine nurses. *YOBÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 3(2), 210-218.
- Murat, A. K. Yapay zekâ kaygısının kariyer kararlılığına etkisine yönelik bir araştırma: Ondokuz Mayıs Üniversitesi öğrencileri örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(3), 477-491.
- Taş, D., & Turanlıgil, F. (2020). Sağlık Çalışanlarının Bilgisayar Teknolojisine Karşı Tutumları İle Teknoloji Öz-Yeterliği Düzeylerinin İşgücü Devrine Etkisi: Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Örneği. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(2), 1-17.
- Taşçı, G., & Çelebi, M. (2020). Eğitimde yeni bir paradigma:“Yükseköğretimde yapay zekâ”. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16(29), 2346-2370.
- Tuççe, U. Z. U. N. Yapay Zekâ Ve Sağlık Uygulamaları. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 80-92.
- Wang, Y. Y. & Wang, Y. S. (2019). Development and validation of an artificial intelligence anxiety scale: an initial application in predicting motivated learning behavior. *Interactive Learning Environments*, 30 (4), 619-634.  
<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1674887>





## HEMŞİRELİKTE ÇEVİK LİDERLİK İLE İŞ MEMNUNİYETİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Gör. SEMA ÜSTGÖRÜL<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Gör. BÜLENT AKKAYA <sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
sema84car@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8163-726X

<sup>2</sup>Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Ahmetli MYO, bulent.akkaya@cbu.edu.tr, ORCID ID:  
0000-0003-1252-9334

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı hemşirelikte çevik liderlik ile iş doyumu arasındaki ilişkinin literatür doğrultusunda incelenmesidir.

Çevik liderlik, hızlı karar alma ve risk alma, yenilikçi, esnek ve proaktif özelliklere sahip lider türüdür. Değişen dünyaya uyum göstermek için çevik liderler tüm değişikliklere rağmen; ekibin üretkenliği en üst düzeye çıkarma, verimli ve memnun çalışma alanını oluşturma sorumluluğuna sahiptir. İnovasyon sahibi, değişikliklerle ve krizlerle başa çıkabilen ve her an gelebilecek baskılar karşısında atik bir tavır sergileyebilen çevik liderler ile örgütlerin verimliliği de artmaktadır.

İş doyumu, bireylerin çalışma hayatları hakkında kendi beklentilerine yönelik yaptığı değerlendirmenin memnuniyet ya da memnuniyetsizlik olarak ifade edilmesidir. Ekip üyelerinin beklentilerinin karşılanma durumunun ekip lideri tarafından fark edilmesi, çalışanların kurumlarda olan tutumlarına değer verilmesi üretkenliği arttırmakta, sağlıklı ve mutlu iş ortamı yaratmaktadır. Örgütsel altyapı ve kültürel birikimini içselleştirerek kuruma maksimum yarar sağlayan çevik lider ve ekibi ile sürdürülebilir iş ortamı oluşmaktadır.

Hastane ve sağlık kuruluşlarında örgüte bağlılık ve iş doyumunun oluşturulmasında hemşireler sayısal özellikleri ve geniş hizmet alanları ile belirleyici konumdadırlar. Hemşirelerin çalışmaya başlamadan önceki beklentilerinin karşılanmasının kuruma bağlılık ve iş doyumu üzerinde etkisi büyüktür. Bu bağlamda hemşirelerin beklentilerini ve memnuniyetlerini değerlendirebilen çevik liderler tarafından yönetilmeleri üretkenliği, hasta memnuniyetini ve çalışanların yaşam doyumunu arttıracaktır.

Bu araştırmada çevik liderlere sahip hemşirelerin iş doyumlarının literatür doğrultusunda tartışılması hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çevik liderlik, hemşirelik, iş memnuniyeti

## Giriş

Değişen ve gelişen dünyada rekabet ortamlarının artışı ile işletmelerin ve örgütlerin varlıklarını sürdürürebilmeleri için uyum sağlayabilmeleri gerekmektedir. Bireylerin ihtiyaç duydukları kaliteli sağlık hizmetine ulaşmasını sağlamak amacıyla faaliyet gösteren sağlık kurumları da bu değişime ayak uydurmak durumunda olan sektörlerdendir.

İş memnuniyeti, yalnızca çalışanların isteyken ne kadar mutlu olduklarını değil, aynı zamanda çalışanların sağlığını ve genel psikolojik refahı anlamına gelmektedir. Bireylerin iş memnuniyeti içsel ve dışsal motivasyon faktörlerinden etkilenmektedir. İçsel motivasyonel faktörler arasında başarı, başarının tanınması, işin özellikleri, sorumluluk ve kişisel gelişim veya ilerleme yer alır. Dışsal motivasyon faktörleri ise işin bağlamıyla ilgilidir ve politikalar, yönetim, çalışma koşulları, denetim, statü, kişilerarası ilişkiler ve iletişim, maaş, güvenlik ve kişisel hayatı içerir.

İş memnuniyeti çalışanların kurumlarının amaçları doğrultusundaki katkılarını artıran en önemli faktörlerden biridir. Bu bağlamda insan emeğine en çok ihtiyaç duyulan sağlık kurumlarında yüksek düzeyde kaliteli ve etkin bir sağlık hizmeti sunmak için sağlık çalışanlarının iş memnuniyetinin artırılması gereklidir. Sağlık personelinin iş memnuniyetinin sağlanmasında ise yöneticilere ve liderlere büyük bir sorumluluk düşmektedir.

Literatürde dünyanın içinde bulunduğu değişken ve karmaşık durum “VUCA” olarak ifade edilmektedir. VUCA; değişken (volatility), belirsiz (uncertainty), karmaşık (complexity) ve muğlak (ambiguity) kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir terimdir. VUCA ile vurgulanmak istenen temalar şu şekilde belirtilmektedir (Ustgorul, 2022; Bennett & Lemoine, 2014).

Değişkenlik; çevredeki değişkenlerin sıklığını tanımlamaktadır. Çalışma hayatında değişen şartlara hızlı adapte olmayı ve çevik kararlar almayı zorunlu hale getiren dönüştürücü liderleri gerekli kılar.

Belirsizlik; geleceği öngörememe olarak ifade edilir. İş dünyasında yaşanan belirsizlikler stratejik kararların alınmasında gecikmelere neden olabilmektedir.

Karmaşıklık; eldeki verilerin mantıklı yorumlanamaması ve değişken veriler arasında ilişki bulmada yaşanan aksaklıklar olarak tanımlanabilir.

Muğlaklık; belirsiz ortamlarda, liderlerin olayları ve verileri düzgün şekilde yorumlamada zorlanmasıdır. Verilerin anlamlandırılmasında yaşanan belirsizlikler başarısızlığa neden olabilmektedir (Ustgorul, 2022; Bennett & Lemoine, 2014).

Örgütlerin VUCA'yı kendi kurumlarında benimseyen ve uygulayan yönetici ve liderlere ihtiyaçları vardır. Liderlerin ekibini yönlendirme, yol gösterici olma, rehberlik ve kılavuzluk etmek gibi görevleri bulunmaktadır (Baran & Woznyj, 2020).

Dünyada yaşanan değişiklikleri algılama ve hızlı bir şekilde gerekli önlemleri alma, rakiplerinin önüne geçebilme ve sürdürülebilirliği sağlamak için örgütlerin başında çevik liderlere ihtiyaç vardır (Akkaya ve ark., 2020).

### **Çevik Liderlik**

Amerikan Hemşireler Birliği Liderlik Enstitüsü, lider hemşireliği “kariyer yolunda mükemmel olmaya çalışan, rekabetten öte hemşirelik mesleğinin çıkarlarını gözeten, liderlik gelişimlerini takip eden ve kendini geliştirmeye çalışan sağlık yöneticisi” olarak tanımlamaktadır (AONL, 2022).

Küresel ekonomideki dalgalanmalar ve dijital dönüşümdeki hızlı değişimler sektörlerden beklentilerin artmasına neden olmaktadır. Müşterilerin ve çalışanların taleplerini karşılamak, değişen ve karmaşıklaşan dünyaya uyum sağlamak için işletmelerin daha çevik olmasına dahası, çevik liderler tarafından yönetilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Eichenauer et al., 2022).

Çevik liderlik, örgütün vizyonunu tanımlayıp kurum çalışanlarına benimseten ve bunun sürdürülebilirliğini sağlayan, ekibine rehberlik edebilen bir liderlik yaklaşımıdır. Çevik liderlik hızlı, değişken ve esnek bir liderlik modelidir. Çevik liderler ekibine güvenir ve ekip üyelerinin fikirlerine her daim özgürlük sağlar ve saygı duyar (Akkaya ve ark., 2020).

Sağlık alanında çalışan çevik liderler için hasta memnuniyeti ön plandadır. Hastanın memnun olması ise işinden memnun olarak çalışan ve kaliteli hizmet sunan sağlık çalışanlarına bağlıdır (Fachrunnisa et al., 2020).

### **Hemşirelikte Çevik Liderlik ve İş Memnuniyetini ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Literatürde lider hemşireler ve iş memnuniyetinin ilişkisini inceleyen birçok araştırmanın olduğu belirlenmiştir. Değişen dünyaya uyum göstermede zorunlu gibi görünen çevik liderlik kavramı ile ilgili yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Yapılan uluslararası ve ulusal çalışmalar incelendiğinde; sağlık yöneticileri (n=581) ile yapılan bir çalışmada, çevik liderler ile çalışanlar arasındaki ilişkinin, çalışanların iş memnuniyetinin ve işe devam etme durumları arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Akkaya ve ark., 2022). Hemşirelerin liderlik algıları ve örgüte bağlılıklarını inceleyen çalışmalarda, lider hemşirelerin davranışlarının hemşirelerin iş memnuniyeti ve örgüte bağlılıkları arasında anlamlı ilişki belirlenmiştir (Öztürk ve ark., 2012.; Sayın, 2008). Liderlik davranışı ve motivasyon ilişkisinin incelendiği bir çalışmada, yönetici hemşirelerin liderlik davranışları arttıkça, çalışanların iş tatmini/

motivasyon düzeylerinin de arttığını belirtmiştir (İntepeler & Barış, 2018). Aftab ve arkadaşlarının (2022) pandemi döneminde çevik liderliğin iş ve aile yaşantısına etkisi inceleyen araştırmasında (n=362), çevik liderlerin esnek düşünce ve davranış yapısına sahip olması, dış paydaşların sorunlarına karşı aracı rol sergilemelerinin iş doyumuna ve aile yaşantısına anlamlı etkisi olduğu saptanmıştır (Aftab et al., 2022). Eichenauer ve arkadaşları (2022), çevik liderlerin çalışanların iş ve aile yaşamlarını dengelemelerine yardımcı olma konusunda daha duyarlı davrandıklarını bulmuşlardır (Eichenauer et al., 2022). Setiawati (2021) ise çevik liderlerin çalışanların örgütsel gelişime maksimum katkı sağladığını ifade etmiştir (Setiawati, 2021). Yapılan diğer çalışmalarda çevik liderlik ile iş-aile çatışmaları ve aile-iş çatışmaları arasında anlamlı bir negatif ilişki bulunmuştur (Akkaya et al., 2020; Jia & Li, 2022).

Çevik liderlik davranışları, esnekliği, uyarlanabilirliği, yeniliği ve yaratıcılığı destekleyen olumlu denetleyici davranışlardır. Çalışma sonuçlarına göre sağlık kurumlarında özellikle kriz zamanlarında sosyal ve toplumsal boyutta çevik liderliğin kritik öneme sahip olduğu anlaşılmaktadır.

### **Sonuç ve Öneriler**

Hemşireler sağlık işgücünde önemli bir role sahiptir. Son yıllarda pandemi ile birlikte sağlık kuruluşlarında hemşirelere daha fazla ihtiyaç olduğu görülmüştür. Hemşire liderlerinin birçok farklı rolü ve sorumluluğu bulunmaktadır. Hemşirelik yöneticileri ve liderleri başarılı olmak için, hemşirelik hizmetlerinde meydana gelen değişiklikleri öğrenmeli ve ekibi ile birlikte yönetmelidir. Nitelikli çevik lider hemşirelik yaklaşımı, hasta sonuçlarının iyileştirilmesine ve hemşirelik bakımında hataların azaltılmasını sağlamaktadır.

Dijital dönüşümün yaşandığı günümüzde endüstri 4.0 ile birlikte, günden güne değişen ve karmaşık bir hal alan dünyada değişime ayak uydurmak sağlık sektörü ve hemşirelik için bir zorunluluk olarak görülebilir. Belirsizlerin ve bilinmezliğin yaşandığı günümüzde, geleceğin olumsuz şartlarını öngörüp proaktif yanıt verebilen ve ekip üyeleri ile birlikte mücadele verebilen çevik liderler günümüzde yaşanan riskleri ve tehditleri algılayıp bu durumu fırsata dönüştürebilirler. Çevik liderlerin sahip oldukları esneklik, sonuç odaklılık, koçluk yeteneği, hızlı karar verici ve analitik düşünebilme gibi özellikleri hemşirelik mesleğini geleceğe taşımak ve lider hemşireler yetiştirmek için oldukça önemlidir.

Hemşirelerin yüksek motivasyon ve iş doyumunu ile çalışabilmesi, hastaların kaliteli hizmet alabilmeleri çevik liderlik davranışları gösteren hemşire liderler ile daha fazla mümkün olmaktadır. Bunun yanısıra sağlıkta geliştirilen dönüşüm programları, yasal düzenlemeler, teknolojik gelişmeler, sağlık bakım giderlerinin karşılanmasındaki güçlükler, nüfus artışı, hemşire eksikliği, mobbing ve tükenmişlik sorunları çevik liderlik becerilerini taşıyan hemşirelere olan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

## Kaynaklar

- Aftab, S., Waheed, A., Khalid, K., Aftab, A., & Adnan, A. (2022). Role of agile leadership in managing inter-role conflicts for a satisfying job and life during Covid-19 in VUCA world. *Frontiers in Psychology*, 6354.
- Akkaya, B., Kayalidere, U. K., Aktaş, R., & Karğın, S. (2020). Çevik liderlik yaklaşımı ve çevik lider davranışlarını ölçmeye yönelik bir ölçek geliştirme çalışması. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12(2), 1605-1621.
- Akkaya, B., Panait, M., Apostu, S. A., & Kaya, Y. (2022). Agile leadership and perceived career success: the mediating role of job embeddedness. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4834.
- American Organization for Nursing Leadership (AONL), 2022, <https://www.aonl.org/> erişim tarihi: 10.12.2022
- Baran, B. E., & Woznyj, H. M. (2020). Managing VUCA: The human dynamics of agility. *Organizational Dynamics*. <https://doi.org/10.1016/j.orgdyn.2020.100787>
- Bennett, N., & Lemoine, J. (2014). What VUCA really means for you. *Harvard Business Review*, 92(1/2).
- Duygulu, S., Kublay, G. (2008). Yönetici hemşirelerin ve birlikte çalıştıkları hemşirelerin liderliğe ilişkin değerlendirmeleri ve yönetici hemşirelerin sahip oldukları liderlik özellikleri. *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Dergisi*, 15:1, 1-14.
- Eichenauer, C. J., Ryan, A. M., and Alanis, J. M. (2022). Leadership during crisis: An examination of supervisory leadership behavior and gender during Covid-19. *J. Leadersh. Organ. Stud.* 29, 190–207. doi: 10.1177/1548051821101076
- Erkan, E., Abaan, S. (2006). Devlete ve özel sektöre bağlı hastanelerde çalışan servis sorumlu hemşirelerinin işe ve insana yönelik liderlik yönelimlerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 13:1, 1-13.
- Fachrunnisa, O., Adhiatma, A., Lukman, N., & Ab Majid, M. N. (2020). Towards SMEs' digital transformation: The role of agile leadership and strategic flexibility. *Journal of Small Business Strategy*, 30(3), 65-85.
- İntepeler, Ş. S., & Barış, V. K. (2018). Dönüşümcü ve etkileşimci lider izleyen ilişkilerinin hemşirelik ve sağlık hizmetlerine etkisi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (2), 97-104.

Jia, C. X., and Li, J. C. M. (2022). Work-family conflict, burnout, and turnover intention among Chinese social workers: The moderating role of work support. *J. Soc. Serv. Res.* 48, 12–27. doi: 10.1080/01488376.2021.1942393

Öztürk, H. Bahçecik, N. Gürdoğan, E.P. (2012). “Hastanelere göre Yönetici Hemşirelerin Liderlik Yaklaşımlarının Değerlendirilmesi”. *İ.Ü.F.N. Hemşirelik Dergisi*, 20 (1): 17-25.

Sayın, Ç. (2008). “Yönetici hemşirelerde algılanan liderlik tarzlarının hemşirelerin örgütsel bağlılık üzerindeki etkilerinin belirlenmesi”. Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Setiawati, L. (2021). The effect of agile leadership and work environment to employees’ performance in a VUCA world (Study on millennial generation employees in Jabodetabek). *Int. J. Soc. Sci. Hum. Res.* 4, 3123–3131. doi: 10.47191/ijsshr/v4-i11-08

Ustgorul, S. (2022). Why healthcare managers should understand and apply the world of VUCA?. *In Agile Management and VUCA-RR: Opportunities and Threats in Industry 4.0 towards Society 5.0* (pp. 115-127). Emerald Publishing Limited.



## A DIFFERENT APPROACH TO GROWING: ECO GARDENS

Graduate Student, Selin GÜRSAN<sup>1</sup>, Assoc.Prof. Dt. Sevinç BAŞAY<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Bursa Uludag University, Institute of Science, Department of Horticulture,  
[502201007@ogr.uludag.edu.tr](mailto:502201007@ogr.uludag.edu.tr) - ORCID: 0000-0003-2302-9108

<sup>2\*</sup>Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture,

\*Corresponding Author: [sevincbasay@uludag.edu.tr](mailto:sevincbasay@uludag.edu.tr) - ORCID: 0000-0002-9466-1015

### Abstract

The increase in the population and the concentration of the population in cities have distanced people from nature. Initially, city life seemed more accessible and more comfortable to people. However, as time passed, people began to see the difficulties of city life; It has come to light, especially with the covid-19 pandemic, that the sedentary, disconnected life and air pollution have paved the way for the formation of some diseases in people over time. In the continuation of this, people started to look for remedies, realizing that they needed to connect with nature again, which was necessary for a healthy life. Eco gardens have been one of the ways people prefer to connect with nature. Eco gardens are areas where seasonal vegetables, medicinal, and aromatic plants are grown and regularly maintained and harvested. Eco gardens, by removing people from the noisy and suffocating environment created by urbanization, positively affect community psychology and therefore community life. The plants produced in these gardens represent an essential habitat for birds and insects in the city area, increasing the active green space rate of the city, positively affecting the urban climate, and at the same time. Due to the small areas, both plant planning should be done very well, and production from seedlings should be preferred in order to make maximum use of the land. In addition, while vegetables are produced in season, greens that are regularly needed at home and that are desired to be consumed fresh are preferred. Eco gardens attract much attention because they create an environment for family members to experience cultivation, enable the body to move, remove people from the stressful environment of the city, create an environment for the family to supply their vegetable needs in a fresh and healthy way, and most importantly, they are an environment that relaxes people psychologically. In our study, eco gardening is examined in every aspect and explained with eco garden examples.

**Keywords:** Eco garden, Vegetable, Growing

### 1. INTRODUCTION

Today, due to the increasing population in cities and socioeconomic conditions, people are in various expectations such as a heavy workload, improvement in the economic situation, and getting away from crowded living areas. For this reason, people living away from green and nature in cities are looking for alternative areas [1]. One of these alternatives is eco garden cultivation. Eco gardens are areas generally around 100 m<sup>2</sup> in size, mainly established near the city, where people engage in their free time without expecting economic income, and where vegetables, flowers, and fruits are grown. Eco Gardens are gardens controlled by a management, have certain rules, and serve different purposes, mostly used in summer. These

gardens are in high demand for many reasons, such as the desire to get away from the stressful environment of the city and to be alone with nature, increasing recreational needs, the pleasure that production provides to people, and the desire to watch the life course of the plant [2]. Eco gardening first started in Europe at the end of the 1800s, when urbanization increased after the industrial revolution. Local governments and churches have supported eco gardening in order to increase the welfare of these rural people. While eco gardening aims to meet the basic food needs in underdeveloped and developing countries, it includes recreational, social, environmental, and educational purposes in developed countries [3]. When we look at the development of the concept of eco gardening in the world, it is seen that it started to be used in our country much later than other countries. Eco gardens are also known with different terms in our country and in the world. While eco gardens are called "Klein" in Germany, they are named "Guinca Garden", "Allotment Garden", "Hobby Garden" in England, "Victory Garden", "Street Garden" and "Community Garden" in the USA. These names are given according to the cultural, functional and historical importance of the region [4]. In our country, the term "Eco Garden" is currently and widely used. The first practical example of eco garden was implemented in Ankara by the public. If the lands held by the public are taken into account, special provincial administrations, municipalities, district governorships, universities, and relevant ministries can easily establish and lease these gardens. Thus, both idle lands are evaluated, and additional income can be obtained [5]. In our study, eco gardening is discussed in all aspects and explained with examples.

## 2. MATERIAL AND METHOD

In our study, eco gardening was prepared as a compilation by scanning the literature regarding soil preparation, planning, planting, cultural processes, plant protection, harvesting, and eco gardening advantages. Explained with eco garden examples.

## 3. FINDINGS

### 3.1. Site Selection of the Eco Garden

During the preparation phase of the eco garden, there may not always be the possibility of choosing a place. If there is no possibility of selecting a place, in a pre-prepared eco garden, cultivation is carried out with the right planning. If there is the possibility of choosing a place for the eco garden, there are some points to be considered.

The vacant land located in the core area of blocks or neighborhoods has many advantages, such as geographic accessibility, larger area, and the ability to serve more groups. Site selection priority should be given to this type of land. Secondly, renovating the subsidiary sites of the neighborhood public service organizations into eco gardens. Compared with other types of land, the land-use right of subsidiary sites is easier to access, and the probability of land resumption is lower. Finally, integrating eco gardens into small green infrastructures, such as community parks, can help to increase public participation [6].

The materials to determine the outer boundaries of eco gardens must be durable. If the eco garden border is made of materials that bend easily, there may be entrances and exits from the outside, which may result in the loss of crops obtained due to long efforts.

Eco gardens should have a certain degree of openness and visibility by weakening the separation effect of boundary elements and setting guiding boundary elements. In terms of functional space layout, eco gardens should be reasonably divided into various areas, including space for production, transportation, and leisure. Meanwhile, different functional spaces should integrate necessary infrastructures, such as a mini greenhouse, tool shed, sign, and seat [6].

If there are fixed structures such as tree buildings that can shade and prevent agricultural cultivation around the eco gardens, attention should be paid to the positioning. Sections such as resting areas, sitting areas, and car parks can be evaluated in shaded areas. In addition, having an irrigation line is an essential issue in eco gardens. Plant varieties preferred for production in eco gardens need water during seed sowing, seedling planting, and maintenance stages in the future. For this reason, the irrigation line should be in a position to reach all the parcels to be produced. The water source should be clean, free of harmful mineral substances, and not calcareous or salty [7].

Raised beds in eco gardens are also a preferred method of production recently. They provide convenience in terms of planning and distribution of production areas, and weed control is carried out more easily. Bed heights should be planned considering the production area and the average age of the groups (children and adults). Bed widths should be sufficient to allow weeding and planting from both sides, and should not exceed 1,50 meters.



**Figure1. Bursa Nilüfer Municipality İhsaniye Mini Garden Raised Bed Example**

### **3.2. Eco Garden Soil Preparation**

The soil you will plant should be soft, have high water holding capacity, and be rich in nutrients. It is also crucial that the ground is well drained. Soil preparation should be done at least one month before planting. Since eco gardens are small in scale, tillage can be done either with a shovel or with hand tillers. Then it can be stored again by adding 5-10 kg of farm manure or compost per square meter. Optionally, a hoeing machine can be used for this process. A few days before planting, the soil should be thoroughly processed with a hoe and rake, thinned, and ready for planting.



**Figure 2. Distribution of Cow Manure & Compost on the Parcel**

Digging of vegetable gardens should be done in autumn, if it is possible. The soil is aerated by digging approximately 20-30 cm deep. During the digging process, foreign materials and weeds are removed from the environment. In the spring months, approximately one month before planting, the areas where the vegetables will be planted are determined. Then, the soil should be fertilized with organic fertilizer and compost [5]. The key to a successful garden is good soil. Good quality soil provides plants with the essential nutrients needed for a good harvest.

### **3.3. Eco Garden Planning**

It is vital to determine the size of the area to make a plant layout plan. It is important to carry out the planning with a sketch drawing and to make the placement in this direction, both in determining the amount of material (seed and seedling) that will be required and in creating a rotation calendar for the next season. In addition, recording the planting dates and the plan guides the determination of the planting date and planting plan for the following year.

Crop rotation is a critical feature of all organic cropping systems because it provides the principal mechanism for building healthy soils, a major way to control pests, and a variety of other benefits. Crop rotation means changing the type of crop grown on a particular piece of land from year to year [8].

Gregory [9] determined that the Solanaceae, Cucurbitaceae and Brassicaceae families are predominantly preferred in eco gardens, and they prevent crop rotation, and tomato is the most common plant variety in eco gardens. Since it has been determined by the studies that this

situation continues for many years, causing fatigue and nutrient deficiency in the soil, it is recommended to apply a crop rotation as follows.

**Table1. Crop Rotation Example, Source: [10]**

	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5
Parce l 1	Leg/Okra	Lett/Tom/Brass	Cuke/Beet/Lett	Onion/Cant	Rad/Sweet/Carr
Parce l 2	Rad/Sweet/Carr	Leg/Okra	Lett/Tom/Brass	Cuke/Beet/Lett	Onion/Cant
Parce l 3	Onion/Cant	Rad/Sweet/Carr	Leg/Okra	Lett/Tom/Brass	Cuke/Beet/Lett
Parce l 4	Cuke/Beet/Lett	Onion/Cant	Rad/Sweet/Carr	Leg/Okra	Lett/Tom/Brass
Parce l 5	Lett/Tom/Brass	Cuke/Beet/Lett	Onion/Cant	Rad/Sweet/Carr	Leg/Okra

Leg : Fabaceae (legumes)

Beet : Beets

Brass / Rad : Cabbage, broccoli, cauliflower

Carr : Carrots, celery

Lett : Lettuce, sunflower

Okra : Okra

Onion : Onion, garlic, leek

Cuke : Cucumber, squash

Cant : Melon, pumpkin

Swee : Sweet potatoes

Tom : Tomatoes, sweet peppers, chiles, eggplant

### 3.4. Planting in the Eco Garden

Since eco gardens are generally areas for the use of more than one person, the production area per person is limited. Vegetables to be grown in eco gardens are determined by ecological factors, seasonal characteristics, and consumption preferences of people. Satisfactory results can be obtained if the plant placement is carried out with correct planning in the production area. Having knowledge about the plants to be grown and experience in growing are important factors when planting.

Due to the limited eco garden area, vegetable growing is generally preferred. Among the vegetables that are ideal for summer cultivation in eco gardens; tomato, cucumber, pepper, eggplant, zucchini, melon, and watermelon. Average temperature demands of summer vegetables vary between 15-30 °C, their development slows down when the temperature drops below 10 °C, and they are not damaged by high temperatures up to 30-35 °C. Vegetables ideal for winter cultivation in eco gardens include cabbage, broccoli, leeks, cauliflower, green onions, green garlic, lettuce, radish, arugula, cress, and chard. Average temperature demands of winter



vegetables vary between 15-25 °C, they do not like temperatures higher than 20-25 °C, and they are tolerant of cold [11].

One of the most common problems in eco gardens is high density planting. Due to reasons such as higher yield expectation from the limited production area and lack of knowledge, more plant placement is made per square meter than necessary. High density planting limits the nutrients that the plant will take with its roots, causes competition with other plants and has a reducing effect on yield. By paying attention to the distances to be left between the plants, the plant should be allowed to breathe, and planting should be done in suitable weather conditions.

Nitrogen is generally accepted as the most important factor determining plant yield [12]. Legumes, thanks to their symbiotic relationship with rhizobium bacteria, fix nitrogen in their roots and turn it into a form that plants can use [13].

Another method that can be preferred in eco gardens is the " Companion Planting" application. Companion plant practice is the appropriate placement of plants (especially vegetables and herbs) that appear to have beneficial effects on each other in the planting area. Sometimes this is just for simple physical reasons, such as protection from the scorching effects of the sun and mechanical damage from the wind, and sometimes support is needed. For example, corn provides this possibility to beans. Another example is that tomato farmers in Aydın do not do weed control towards the end of the season. The aim is to provide shade to the plants with weeds that will protect the tomato fruits from sunburn. The roots of some plants grow in harmony as they develop in different layers of the soil. For example: carrots and onions do not compete with each other for water and nutrients. Plants in the legume family (eg peas, pods) promote growth in nearby plants. Corn planted with potatoes causes shrinkage in potato tubers, while beans, on the contrary, promote the formation of large tubers in potatoes [14,15]. In addition, an essential method for harvesting varieties such as cucumbers and beans during a season is planting at different times. For such vegetables, the harvest period may not cover the whole season. If consumption is desired throughout the season, it is recommended to repeat the planting at intervals during the season.

If perennial vegetables, medicinal and aromatic plants, and fruits are to be grown in the eco garden, the corner of the eco garden can be reserved for this purpose. In this area; Artichoke, mint, thyme, rosemary, sage, echinacea, lavender, lemon balm, fennel and strawberry can be grown easily.

### **3.5. Eco garden care**

In eco gardens, attention should be paid to regular irrigation after planting. Irrigation in the early hours of the day and if possible drip irrigation is a factor that prevents water loss. The first hoeing should be done 15 days after planting. The second hoeing should be done 15 days after the first hoeing, without allowing the plants to branch too much. If the second hoeing

process is delayed, it is inevitable that the branches and leaves of the plants will be damaged during the hoeing process.

Soil tillage accelerates the development of plants, ensures that the root system develops well, and ensures that the plants are healthy and strong. It is a method of protection from pests in the soil. Underground pests such as gray worms and wireworms cannot cause much damage to well-developed vegetables. Pests that come to the soil surface with tillage are destroyed by exposure to climatic conditions such as sun, precipitation or wind or by being eaten by predatory insects, birds and some other creatures [16]. Hand picking is a preferred method for weed control in small areas in eco gardens [17]. In general, hand picking and hoeing is the best way to remove weeds. Collected weeds must be removed from the production area so that they do not transmit disease through decay. In addition, the seeds to be spilled from the weeds will make it more difficult to collect weeds in the next season. For this reason, seed castings should not be allowed. Plants should be checked regularly for diseases and pests. Since the production in eco gardens is generally done for the purpose of healthy nutrition, home-made and organic medicines should be preferred against diseases and pests [18].

### 3.6. Plant Protection in the Eco Garden

In terms of plant protection in eco gardens, the first thing to consider should be the use of disease-resistant or tolerant varieties and the use of healthy growing materials [16]. Local varieties have high resistance to diseases in that region. Healthy growing material should also be preferred as it will increase the yield per plant and, thus, the overall yield. In addition, after planting, the water, sunlight, and nutrients needed by the plants should be given at the required levels, this makes them more resistant and prevents factors such as diseases and pests. If the plant has been diagnosed with a disease or pest, it is recommended to use home-made natural plant protection products or organic agriculture-permitted drugs first. Since eco gardens are not large-scale agricultural areas, products to be used in terms of plant protection should generally be prepared in small quantities and applied to small spaces, and the results should be observed.

**Table 2. Applications Against Diseases and Pests, Source: [19]**

<b>Applications Against Diseases</b>	<b>Applications Against Pests</b>
1- Copper Compounds	1- Azadirachtin
2- Bordeaux mixture	2- Pyrethrum
3- Lime sulphur	2- Bacillus Thuringiensis Preparations
4- Propolis	3- Mineral Oils
5- Potassium Permanganate	4- Vegetable Oils
6. Lecithin	
7- Quartz Sand	



One of the major challenges in agriculture is pest control. It is known that pest populations in eco gardens cause significant crop damage and yield loss. This is consistent with previous studies of urban forests and vacant lots, which show that cities exhibit higher densities of herbivorous insects and reduced populations of arthropod natural enemies (predators and parasitoids) compared to surrounding rural areas [9]. The preparations that can be used in the protection of cultivated plants and that can be easily prepared in the home environment can be summarized as follows.

### **Homemade Natural Insecticides:**

1. **Alcohol Spray:** It is applied against aphids, whitefly, thrips and mealybug.
2. **Garlic Oil Spray:** It has a repellent effect on pests. An effective insecticide occurs when mixed with mineral oil or pure soap. The fungicidal effect of the garlic oil spray was also observed.
3. **Herbal Sprays:** It is obtained from aromatic herbs. These solutions have a repellent effect. To this end; herbs such as sage and thyme are used.
4. **Pepper Mix:** Black pepper, paprika, dill, ginger all contain capsaicin. It has a repellent effect on insects.
5. **Salt Sprey:** It can be used against *Pieris rapae* and red spiders.
6. **Marigold Sprey:** This solution has a repellent effect for aphids, larvae and flies. A solution is prepared by mixing marigolds with soap and water.
7. **Nettle Spray:** In our country, it is applied against aphids in the Mediterranean Region.
8. **Mixture of Soap, Garlic Powder and Red Pepper:** Soap repels sucking bugs, garlic and paprika mix repels chewing type bugs [19].

### **3.7. Harvest in Eco Garden**

The harvest stage is one of the most enjoyable moments of cultivation. There are some issues that need to be considered during and even after the harvest of the crops obtained as a result of long efforts. It is recommended to harvest early in the morning. Harvested vegetables should not be left in sunlight. In addition, when harvesting, only what is needed is harvested for freshness, high nutritional value, the deliciousness of the vegetable, and to make the most of the garden. If the harvest of vegetables whose leaves are consumed, such as lettuce, chard, spinach, parsley, rocket, and cress is done by plucking the leaves, it provides more than one harvesting opportunity. The containers used during the harvesting phase should not be damaged and should be easily cleaned in terms of hygiene. It is crucial for disease and pest control to remove the remaining parts of the plants from the production area after the harvest season is over.



**Figure 3. Harvest Practice with Students in Bursa Nilüfer Municipality İhsaniye Mini Garden**

### **3.8. Advantages of Eco Gardens**

Eco gardens have a positive effect on community psychology and therefore, community life by removing people from the noisy and suffocating environment created by urbanization. The plants produced in these gardens increase the green area rate of the city and make a positive contribution to the ecosystem. For this reason, it is beneficial to the ecosystem and positively affects the urban climate. It draws the boundaries of urbanization and thus prevents the destruction of the natural environment. It contributes to neighborhood relations and social peace by bringing together people who are separated from each other by city life [20]. Among the people who gardening in eco gardens, there are also those who do not have enough knowledge about growing agricultural products. These people get help from neighboring gardens. This shows the contribution of eco gardens to social solidarity. In addition, eco gardens have an essential place for children. Eco gardens take children away from today's technological environments, enable them to get to know the soil, and allow them to experience the pleasure of plant production practically in eco gardens. [1]. In addition to providing the citizens with the opportunity to integrate with nature, they contribute in many ways, such as reducing energy and resource consumption, raising awareness about ecology and nature protection, providing biocomfort and the opportunity to live in a healthier environment. They also provide access to healthy food. In fact, eco gardens are a useful tool in terms of effective nature and climate-friendly, economical and healthy nutrition that can be easily used by local governments and local initiatives to combat climate change [21]. Gardening activities carried out in limited areas such as terraces, roofs, greenhouses, and eco gardens have become a popular and preferred activity, especially for the elderly, to protect their physical and psychological well-being. In addition, it has started to be preferred, especially among active workers, for getting away from the stress of daily life and for a physical and intellectual relaxation. Agricultural activity in this limited area can not only improve knowledge and skills related to agriculture but also contribute to the development of personal values such as self-development, self-sufficiency, endurance, and patience [3]. There are also studies with students in the Eco gardens, which are the subject of training on sustainability. It is thought that Eco gardens, which enable the concept of environmental sustainability to be transferred to the

younger generation in a practical way, will encourage young people to adopt pro-environmental attitudes and behaviors [22]. It is also an important step to strengthen the ties and coordination between urban farmer groups, non-governmental organizations, and consumer organizations and to ensure the sustainable development of urban agriculture. [23].

#### 4. CONCLUSION

1. Eco gardens are excellent places to spend time for people who want to escape from the crowded city life. It is the activity that those who wish to have experience in amateur gardening can prefer.

2. Thanks to the common use and production areas, people who come together meet new people and share.

3. Environments, where children and young people can make observations about plant cultivation, are provided, and if they have an interest in cultivation, they are provided to discover it at an early age.

4. Thanks to eco gardens, people find the opportunity to grow both fresh and healthy products with their own labor.

6. Many public institutions organize free training on balcony gardening, amateur gardening, and vegetable growing. Those who want to gardening in the eco garden can attend these trainings.

7. In order for eco gardens to have a positive outcome, local governments and other institutions that will provide the infrastructure must first have information about eco gardens and support them.

#### REFERENCES

- [1] Tapur, T., Konya İl Merkezinde Bulunan Hobi Bahçeleri, Türk İslam Medeniyeti Akademik Araştırmalar Dergisi, Cilt;13, Sayı:25, 2018.
- [2] Yılmaz, H., Doğunun Zirvesinde Bir Başarı Hikayesi: ATAHobi Bahçesi. Plant Peyzaj Ve Süs Bitkiciliği Dergisi, Sayı 31-32, 2019.
- [3] Ergun,M., Kentsel Bahçecilik, Tarımda Yenilikçi Yaklaşımlar; Sürdürülebilir Tarım Ve Biyoçeşitlilik, 2020.
- [4] Kef ,F., Hobi Bahçelerinin Planlanması ve Tasarımı: Konya Karatay Karaaslan Hobi Bahçesi, T.C. Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj mimarlığı Anabilim Dalı, 2015.
- [5] Anonim, Hobi Bahçeleri. Millî Eğitim Bakanlığı, S.46, 2016.

- [6] Ding, X., Zhao, Z., Zheng, J., Yue, X., Jin, H., Zhang, Z. Community Gardens in China: Spatial distribution, patterns, perceived benefits and barriers, *Sustainable Cities and Society* 84, 103991, 2022.
- [7] Yanmaz, R., Hobi Sebzeçiliğine Başlarken, *Apelasyon Dergisi*, Sayı 34. 2016.
- [8] Mohler, C., Johnson, S.E., (2009) *Crop Rotation on Organic Farms: A Planning Manual*. Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service (NRAES). Cooperative Extension, Cornell University, Ithaca NY, 2009.  
<http://www.sare.org/Learning-Center/Books/Crop-Rotation-on-Organic-Farms>
- [9] Gregory, M.M., Leslie, T., *Agroecological and Social Characteristics of New York City Community Gardens: Contributions to Urban Food Security, Ecosystem Services And Environmental Education*, *Urban Ecosyst*, 19:763–794, 2016.
- [10] Wang, J., *Improvement Of The Rice Community Garden*, 2006.
- [11] Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., *Kültür sebzeleri, (Sebze Yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. s.440, 2000.
- [12] Vouillot, M.O., Huet, P., Boissard, P., *Early detection of N deficiency in a wheat crop using physiological and radiometric methods*, *Agronomie*18: 117-130, 1998.
- [13] Elkoca, E., Kantar F., *Baklagillerde Simbiyotik Azot Fiksasyonuna Etki Eden Bazı Faktörler*, *Atatürk Üniv.Zirrat.Fak.Derg*, 32(2): 197-205, 2001.
- [14] Sümbül, D., *Bazı Kardeş Bitkilerin Alabaşın (Brassica oleracea var. gongylodes) Verim ve Kalitesine Etkisi*, T.C. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 2020-YL-025.
- [15] Parker, J. E., Snyder, W.E., Hamilton G.C., Rodriguez-Saona, C., *Companion Planting and Insect Pest Control*, Intech, 2015.
- [16] Hekimoğlu, B., Altındeğer M., *Organik Tarım ve Bitki Koruma Açısından Organik Tarımda Kullanılacak Yöntemler*, T. C. Samsun Valiliği Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Samsun, 2006.
- [17] Başay, S., *Kent Bahçeciliği. Gece Kitaplığı, Sürdürülebilir Yaşam için Kentlerde Yetiştiricilik Alternatifleri* , (s: 276-286), 2022.
- [18] Günay, A., *Sebze yetiştiriciliği. Cilt I. s.502*, 2005.
- [19] Yetkin, M.A., *Organik Tarımda Bitki Koruma Yöntemleri*, T.C. Samsun Valiliği İl Tarım, Samsun, 2010.
- [20] Aliğaoglu, A., Alevkayalı, A. *Balıkesir’de Hobi Bahçeleri: Özellikler ve Sorunlar*, *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı 35, 2017.

- [21] Kiper, T., Korkut, A., Topal, T., Kentsel Alanlarda Ekolojik Bahçe Tasarım Anlayışları, 2017.
- [22] Cheang C.C., Winnie So W., Zhan Y., Tsoi K.H., Education for sustainability using a campus eco garden as a learning environment, International Journal of Sustainability in Higher Education Vol. 18 No. 2, pp. 242-262, Emerald Publishing Limited 1467-6370, 2017.
- [23] Ertürk Keskin, N., Yıldırım C., Küba’da Kentsel Tarım Uygulamaları: Havana Örneği, Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi, Cilt: 11 No: 2 ISSN: 2146-0817 (Online) (ss.149-162), 2019.

## INVESTIGATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF WATER EXTRACT AND ESSENTIAL OIL OF *SALVIA EUPHRATICA* VAR. *LEIOCALYCINA* FLOWERS BELONGING TO THE MALATYA-AKÇADAĞ REGION

**Prof. Dr., ÜLKÜ YILMAZ**

Malatya Turgut Özal University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,

[ulku.yilmaz@ozal.edu.tr](mailto:ulku.yilmaz@ozal.edu.tr) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2806-4781>

### ÖZET

Bitkilerin toplandığı bölgelerdeki rakım, yağış vb. farklılıklara bağlı olarak kimyasal bileşimleri de birbirinden farklı olabilir. Bu nedenle Malatya-Akçadağ'da doğal olarak yetişen *Salvia euphratica* var. *leiocalycina* çiçeklerinin kimyasal içeriğinin araştırılmasına karar verildi. *Salvia euphratica* var. *leiocalycina* çiçekleri Malatya ili Akçadağ ilçesine bağlı Yukarı Örükçü köyünde toplandı. Kurutulmuş çiçeklerden uçucu yağ ekstraksiyonu, Clevenger tipi bir aparat kullanılarak 10 saat boyunca hidrodistilasyon yöntemiyle elde edildi. Yapraklardan su özütü Soxhlet aparatı kullanılarak 10 saat süreyle elde edildi. Bitkinin uçucu yağ kimyasal bileşimi belirlendi. Ayrıca su ekstraktının metal ve kimyasal bileşik içeriği belirlendi (ICP-MS, GC-MS). Analiz sonuçlarına göre yaprakların su ekstresi Na, K, Mg, Ca ve Zn metallerini taşımaktadır. Çiçeklerin su ekstraktının l-(+)-askorbik asit 2,6-diheksadekanoat (%10.47), 2-propanon (%20.35) ve (2E,4E)-N-izopropil-6-hidroksi-6-fenil-2,4-heksadienamid (%43.79) bileşiklerini içerdiği gözlemlendi. Çiçek esansiyel (uçucu) yağının kimyasal içeriği çoğunlukla okaliptol (%18.07), furfural (%5.31), sabinil asetat (%4.08), pinokarvil asetat (%5.38) ve mirtenil asetat (%5.20) tan meydana gelmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çiçek, *Salvia euphratica* var. *leiocalycina*, esansiyel yağ, su ekstraktı, Malatya-Akçadağ

### ABSTRACT

Depending on the differences in the regions where the plants are collected altitude, precipitation, etc., their chemical compositions may also differ from each other. Therefore, it was decided to investigate the chemical content of *Salvia euphratica* var. *leiocalycina* flowers that grow naturally in Malatya-Akçadağ. *Salvia euphratica* var. *leiocalycina* flowers were collected in the village of Yukarı Örükçü, which belongs to the Akçadağ district of Malatya province. The essential oil extraction from dried flowers was gained by water steam distillation method for 10h using a Clevenger-type apparatus. The water extract from the leaves was



obtained for 10h by using the Soxhlet apparatus. The ethereal oil chemical composition of the plant was determined. In addition, the metal and chemical compound content of the water extract was determined (ICP-MS, GC-MS). According to the analysis results, the water extract of flowers bears Na, K, Mg, Ca, and Zn metals. It was observed that the water extract of the flowers contains compounds 1-(+)-ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate (10.47%), 2-propanone (20.35%), and (2E,4E)-N-isopropyl-6-hydroxy-6-phenyl-2,4-hexadienamide (43.79%). The chemical content of flower essential oil mostly consists of eucalyptol (18.07%), furfural (5.31%), sabinyl acetate (4.08%), pinocarvyl acetate (5.38%), and myrtenyl acetate (5.20%).

**Keywords:** Flower, *Salvia euphratica* var. *leiocalycina*, essential oil, water extract, Malatya-Akçadağ

## 1. INTRODUCTION

Medicinal aromatic plants can contain bioactive compounds such as phenolic compounds, alkaloids, and terpenes at different rates in parts such as roots, leaves, and flowers. [1,2]. It is known that these compounds show many properties such as anti-inflammatory, anticancer, antioxidant, and antimicrobial properties. *Salvia* is represented in Turkey with 90 species and 47 of them are endemic [3,4]. Also, *Salvia euphratica* var. *euphratica* and *Salvia euphratica* var. *leiocalycina* are endemic species [5]. *Salvia* species are widely used in Anatolia against colds, stomachaches, or sore throats [6-8]. In addition, in a study, it was observed that *Salvia* species showed acetylcholinesterase enzyme (AChE) inhibitory, cytotoxic, and antioxidant activity [1].

## 2. MATERIAL AND METHODS

The analyses of UV-Visible and FT-IR spectroscopic were performed at İnönü University. Besides Ultraviolet-Visible and FT-IR spectroscopic analyses, GC-MS and ICP-MS analyses were carried out at the Sivas Cumhuriyet University (Advanced Technology Application and Research Center (CUTAM)).

The *Salvia euphratica* var. *leiocalycina* flowers were collected in the village of Yukarı Örükçü (coordinates: 38°30'26"(N)/38°7'1"(E), 38°25'7"(N)/38°11'11"(E), 38°20'49"(N)/38°17'2"(E), 38°33'49"(N)/38°14'29"(E)), which belongs to the Akçadağ district of Malatya province (Image 1). The flowers were dried in without sunlight environment.

### 2.1. THE CONTENT ANALYSIS OF ETHEREAL OIL AND WATER EXTRACT (GC-MS, ICP-MS, UV, IR)



The compounds analyses of ethereal oil and the water extract were realized using a Rxi-5ms (30mx0.25x0.25) column by the Shimadzu-GCMS-QP2010 Ultra device. The analyses were carried out by helium gas, column flow rate: 0.9 ml/min, pressure: 41.8 kPa, injection temperature: 250 °C The column temperature was initially set at 40 °C for 2 minutes, then increased to 250°C at a rate of 4°C/min, and waited 5 minutes under these conditions. The water extract metals were found via Thermo Scientific-ICAPQ, Germany) in the presence of Milestone Ethos Easy SK10 Microwave equipment. The IR spectrum of extract was measured on a Perkin-Elmer Spectrum One FT-IR spectrometer. The analysis of the ethereal oil solution ( $\sim 10^{-3}$  molar) in ethyl acetate was performed in the range of 400-800 nm using Thermoscientific-Genesys 150 UV-Visible Spectrophotometer.

## 2.2. PREPARATION OF ESSENTIAL OIL AND WATER EXTRACT

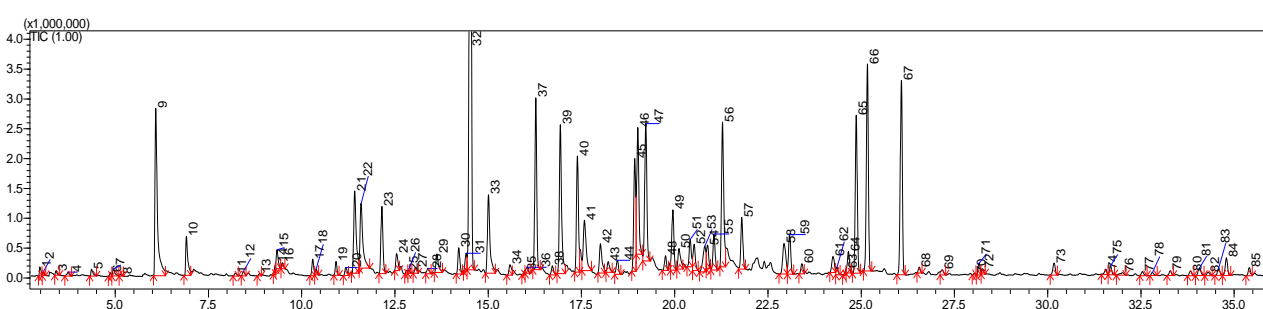
The ethereal oil was gained quite a few (0.4 mL/100 gr) of the dried flowers (Image 1) with Clevenger-type glass material for 10h. The gained ethereal oil was dried with sodium sulfate and stored at +4 °C. Also, the water extract was prepared with 100 g leaves by Soxhlet apparatus and 1.00 gram extract was obtained.



Image 1. The *Salvia euphratica var. leiocalycina* its common name is “calba” in Yukarı Örükçü.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

As a result of the GC-MS analysis in hexane, it was noticed that the volatile oil consisted of 83 different compounds in Chart 1 and total ion chromatogram (Image 2). The components were identified by comparing them with the Wiley and Nist GC/MS Library (W10N14) in the mass spectrometer. The main compounds in the composition were determined as eucalyptol (18.07%), *trans*-pinocarvyl acetate (5.38%), and furfural (5.31%) respectively. When compared with a similar study [9], it was observed that local differences changed the compound percentages. For example, while eucalyptol percentages were recorded as and 0.55% in previous a study but here, it was determined as 18.07%.



**Image 2. Total ion chromatogram of etheral oil content**

**Chart 1. The chemical contents of volatile oil**

No	RT	Compound	%
1	2.979	(E)-3-penten-2-one	0.20
2	3.06	(E)-2-methyl-2-Butenal	0.06
3	3.41	pent-(2E)-enal	0.10
4	3.735	toluene	0.12
5	4.363	3-methylcrotonaldehyde	0.18
6	4.869	1,1,2,3-tetramethylcyclopropane	0.08
7	4.955	2-furancarboxitrile	0.19
8	5.147	2-methyltetrahydrofuran-3-one	0.04
9	6.089	furfural	5.31
10	6.908	(1 $\alpha$ . $\beta$ .3 $\alpha$ )-1,2,3-trimethylcyclohexane	1.07
11	8.218	cyclopent-4-ene-1,3-dione	0.09
12	8.44	styrene	0.12
13	8.868	D-campholymethane	0.06
14	9.3	sorbaldehyde	0.14
15	9.339	1-(2-furanyl)ethanone	0.46
16	9.486	5-methylfurfural	0.14
17	10.296	2-pinene	0.39
18	10.385	2,7-dimethyloxepine	0.13
19	10.921	beta-fenchene	0.31
20	11.183	thuja-2,4(10)-diene	0.23
21	11.42	benzaldehyde	2.75
22	11.592	5-methyl-2-furancarboxaldehyde	2.25

23	12.149	$\beta$ -pinene	1.77
24	12.545	phenol	0.47
25	12.817	isogeranial	0.08
26	12.859	Z-dehydroxy linalool oxide	0.06
27	13.056	3-ethyl-1,4-hexadiene	0.19
28	13.385	<i>trans</i> -verbenol	0.16
29	13.623	(2E,4E)-heptadienal	0.58
30	14.212	<i>p</i> -cymene	0.71
31	14.409	(+)- <i>p</i> -Menthan-1-ol acetate	0.44
32	14.521	eucalyptol	18.07
33	15.007	benzeneacetaldehyde	2.59
34	15.587	<i>o</i> -cresol	0.33
35	15.985	acetophenone	0.07
36	16.039	2-hydroxymethylbenzenemethanol	0.17
37	16.276	cis-linalool oxide	4.14
38	16.721	Camphenilone	0.27
39	16.934	trans-linalool oxide (furanoid)	4.34
40	17.393	Linalool	2.92
41	17.58	(+)-trans-hotrienol	1.93
42	18.01	3,4,4-trimethyl-2-cyclopenten-1-one	0.97
43	18.219	dehydro-sabina ketone	0.34
44	18.464	$\alpha$ -campholenal	0.40
45	18.929	nopinone	3.02
46	19.01	<i>trans</i> -pinocarveol	3.29
47	19.223	(+)-2-bornanone	3.80
48	19.753	sabine ketone	0.37
49	19.95	pinocarvone	1.63
50	20.115	$\delta$ -terpineol	0.72
51	20.415	<i>cis</i> -pinocamphone	0.77
52	20.523	L-4-terpineneol	0.77
53	20.807	(+)-2-(acetylmethyl)-3-carene	0.99
54	20.88	cryptone	0.60
55	21.053	$\beta$ -fenchyl alcohol	0.99
56	21.284	(1R)-(-)-myrtenal	4.12
57	21.799	verbenone	1.38
58	22.931	cuminaldehyde	1.21
59	23.08	D-carvone	1.11
60	23.411	nopyl formate	0.27
61	24.246	phellandral	0.52
62	24.352	1-bromododecane	0.19
63	24.59	$\alpha$ -terpinen-7-al	0.08
64	24.658	(1R)-(+)-Fenchyl acetate	0.57
65	24.868	<i>trans</i> -sabinyl acetate	4.08
66	25.168	<i>trans</i> -pinocarvyl acetate	5.38
67	26.077	myrtenyl acetate	5.20
68	27.171	eugenol	0.18
69	28.038	myrtanyl acetate	0.03
70	28.162	(E)- $\beta$ -damascenone	0.31

71	28.255	(-)- $\beta$ -bourbonene	0.11
72	30.171	$\gamma$ -gurjunene	0.37
73	31.56	Beta-ionol	0.16
74	31.687	$\beta$ -selinene	0.24
75	32.008	bicyclogermacrene	0.12
76	32.54	D-isogermacrene	0.14
77	32.808	<i>trans</i> -calamenene	0.10
78	33.283	furopelargone	0.66
79	33.826	boronal	0.14
80	34.067	1-nor-bourbonanone	0.27
81	34.303	palustrol	0.13
82	34.585	spathulenol	0.22
83	35.405	ledol	0.24

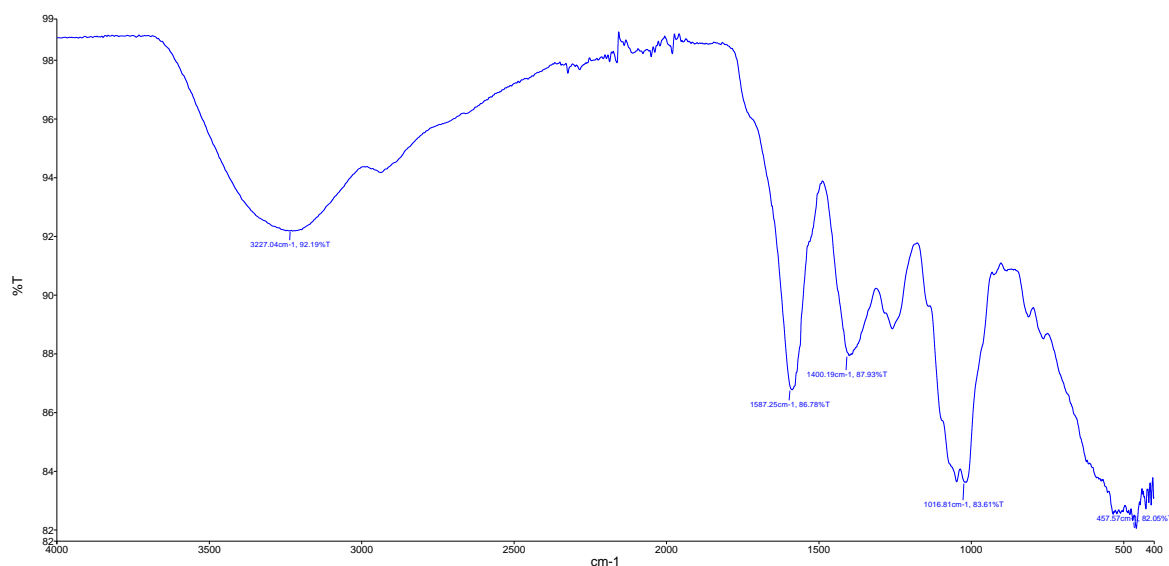
The water extract consist of 23 different compounds. (2E,4E)-N-Isopropyl-6-hydroxy-6-phenyl-2,4-hexadienamamide (43.79%), 2-propanone (20.35%), and 1-(+)-ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate (10.47%) (Chart 2).

**Chart 2. The chemical contents of water extract**

No	RT	Compound	%
1	1.182	(2E,4E)-N-Isopropyl-6-hydroxy-6-phenyl-2,4-hexadienamamide	43.79
2	1.406	2-propanone	20.35
3	1.783	6,6-dideutero-3-methylundecane	1.05
4	9.214	decyl prop-1-en-2-yl carbonate	0.28
5	25.532	dodecanoic acid	1.54
6	30.205	myristic acid	1.74
7	31.766	docosanoic acid	0.15
8	32.377	pentadecanoic acid	0.70
9	34.042	2,2-dideuterooctadecanal	0.72
10	34.471	1-(+)-ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate	10.47
11	34.66	glycerol 1,3-dipalmitate	0.19
12	37.194	3-pentadecyl methoxyacetonoate	0.22
13	37.916	(Z)-6-octadecenoic acid	1.10
14	38.346	stearic acid	1.13
15	39.053	2-methyltetracosane	0.36
16	40.835	octacosane	0.87
17	42.548	tetracosane	1.66
18	44.191	hexacosane	2.14
19	45.777	heptacosane	2.49
20	47.303	pentacosane	2.31
21	48.777	hexatriacontane	2.25
22	49.283	squalene	2.52
23	50.195	3-methyl-heneicosane	1.94

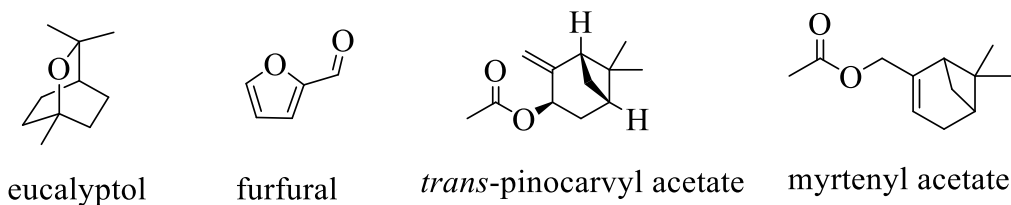
The amide peak of the secondary amide, which is the main component of the extract, is observed at 1587.25 cm, the aromatic C=C peak at 1400.19, the OH peak at 3227.04, and the alkane C-

H peaks at 2800-3000 cm in the IR spectrum of the water extract (Image 3). The values are in agreement with the literature [10].



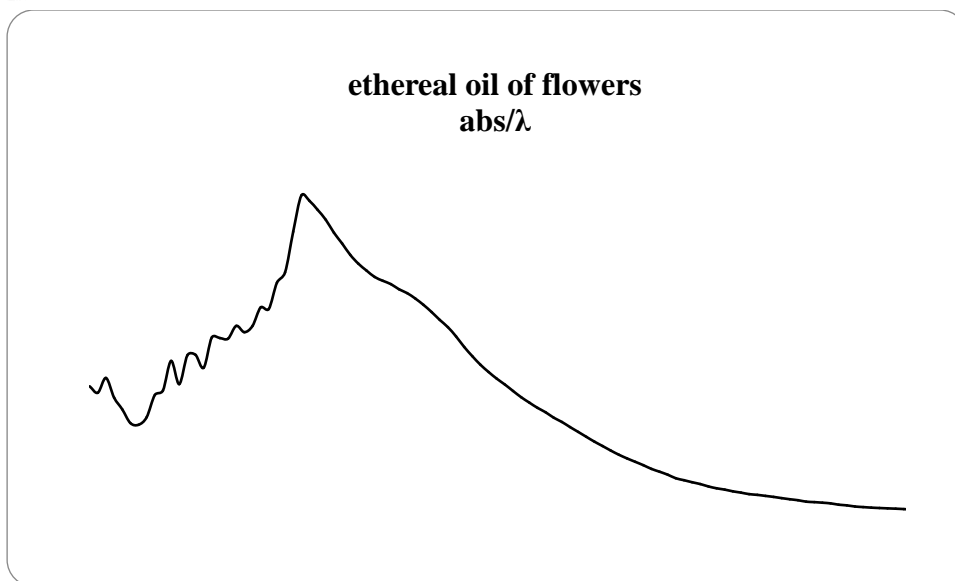
**Image 3. The IR spectrum of the water extract**

Bioactive hydrocarbon derivatives such as terpenes are used as anti-inflammatory agents. They often occur in the volatile oil composition of plants [11]. In this work, the most common four compounds in the ethereal oil mixture are eucalyptol, furfural, *trans*-pinocarvyl acetate, and myrtenyl acetate (Image 4). They are bicyclic terpene compounds. The main three peaks and their absorbance data were observed in the UV-Visible spectrum of the ethereal oil (Image 5). The maximum wavelengths were observed as  $\lambda_{\max} = 252, 272,$  and  $312$  nm corresponding to absorption values (0.251, 0.181, and 0.073). Due to the structures of eucalyptol, furfural, *trans*-pinocarvyl acetate, and myrtenyl acetate, which are the most common in the mixture, the electronic transitions were observed as  $n-\sigma^*$ ,  $\pi-\pi^*$  and  $n-\pi^*$ .



**Image 4. The most common four compounds**





**Image 5. The UV spectra of volatile oil**

Also, the results of the ICP-MS measurements of the water extract were shown that metal content was measured as  $^{23}\text{Na}$  104.536,  $^{24}\text{Mg}$  743.403,  $^{39}\text{K}$  5941.846,  $^{44}\text{Ca}$  21927.112, and  $^{66}\text{Zn}$  1.932 ppm as the internal standard  $^{45}\text{Sc}$ .

#### 4. CONCLUSIONS

Briefly, the content of volatile oil of the *Salvia euphratica* var. *leiocalycina* flowers consists 83 different compounds, besides water extract metals and compounds. The plant flowers were derived from the Akçadağ-Malatya region. Cineole is among the ethereal oil components and the most abundant compound with a rate of 18.07%, also its common name is eucalyptol. Also, the most common compound in water extract is (2E,4E)-N-Isopropyl-6-hydroxy-6-phenyl-2,4-hexadienamide (43.79%).

#### REFERENCES

- [1] Zengin G, Llorent-Martinez EJ, Fernandez-de Cordova ML, Bahadori MB, Mocan A, Locatelli M, Aktümsek, A. Chemical composition and biological activities of extracts from three *Salvia* species: *S. blepharochlaena*, *S. euphratica* var. *leiocalycina*, and *S. verticillata* subsp. *amasiaca*. *Industrial Crops & Products*, **2018**, 111, 11-21.
- [2] Sen, T., Samanta, S.K. Medicinal plants, human health and biodiversity: a broad review. *Biotechnological Applications of Biodiversity.*, **2014**, 59-110.
- [3] Hedge IC. 1982. *Salvia* L. In: Davis PH, editor. *Flora of Turkey and the east Aegean islands*, Vol. 7. Edinburgh: Edinburgh University Press.; p. 400-461.

- [4] Davis PH, Mill RR, Tan K. 1988. Flora of Turkey and The east Aegean islands (Suppl), Vol.10. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- [5] Yumrutas O., Sokmen A., Akpulat H.A., Ozturk N., Daferera D., Sokmen M., Tepe B. Phenolic acid contents, essential oil compositions and antioxidant activities of two varieties of *Salvia euphratica* from Turkey. *Natural Product Research*, **2012**, 26(19), 1848-1851.
- [6] Baytop T (1999) Türkiye’de Bitkilerle Tedavi, Geçmişte ve Bugün [Therapy with Medicinal Plants in Turkey, past and present]. Istanbul, Nobel Tıp Basımevi.
- [7] Ulubelen A. Cardioactive and antibacterial terpenoids from some *Salvia* species. *Phytochemistry*, **2003**, 64, 395-399.
- [8] Kintzios SE (2000) *Medicinal & Aromatic Plants*. Abington, Gordon and Breach, Harwood Academy Publisher. Sage; The genus *Salvia*. Series No.14.
- [9] Göze, İ, Vural N, Ercan N. Characterization of Essential Oil and Antioxidant Activities of Some Species of *Salvia* in Turkey. *Natural Volatiles & Essential Oils*, **2016**, 3(4), 1-7.
- [10] Kavipriya, K and Chandran M. FTIR and GCMS Analysis of Bioactive Phytocompounds in Methanolic Leaf Extract of *Cassia Alata*. *Biomedical & Pharmacology Journal*, **2018**, 11(1), 141-147.
- [11] Cox-Georgian, D., Ramadoss, N., Dona, C., Basu, C. Therapeutic and Medicinal Uses of Terpenes. In: Joshee, N., Dhekney, S., Parajuli, P. (eds) *Medicinal Plants*. Springer, Cham., **2019**, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31269-5\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31269-5_15).



## KENT İÇİNDEKİ ARKEOLOJİK ALANLARDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KORUMA YÖNTEMİ ÖNERİSİ, ANTAKYA MÜZE OTEL ÖRNEĞİ

Ferruh Yılmaz GÜLSER<sup>1</sup> , Prof. Dr. Nevin GÜLTEKİN<sup>2</sup>

1 Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, fyilmaz.gulser@gazi.edu.tr-0000-0001-6144-4885

2 Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, neving@gazi.edu.tr- 0000-0002-0647-6312

### ÖZET

İnsanlık tarihi ile ilgili önemli bilgiler içeren arkeolojik miras, küçük bir seramik parçasından, büyük yapılara kadar farklı malzeme, boyut, teknoloji ile yapılmış çok çeşitli kalıntıyı içerir. Arkeolojik miras yeraltında, yerüstünde, sualtında, kırsal veya kentsel alan gibi çok çeşitli bölgelerde bulunabilir. Arkeolojik mirasın var edildiği yerde (*insitu*) korunması ilkesiyle çağdaş kent yaşamıyla bütünleşmesi arkeolojik alanlarının atıl kentsel boşluklara ve güvensiz alanlara dönüşmesini engeller.

Arkeolojik mirasın günlük hayatta yer alması, çağdaş kente kazandırılması şehir plancısı, arkeolog, mimar, peyzaj mimarı vb. farklı disiplinin bir araya gelerek çözmesi gereken planlama ve yönetim problemidir. Kentsel mekânda yer alan arkeolojik değerler, sosyal, ekonomik ve kültürel kalkınmaya katkı sağlamada fırsat olarak değerlendirilerek, bu değerlerin sürdürülebilirliğine yönelik yeni(likçi) yaklaşımların geliştirilmesi gereklidir.

Son yıllarda, sürdürülebilir kalkınma ve ekonomik temelli politikalarla arkeolojik miras alanları sürdürülebilir kültür turizmi kapsamında ekonomik bir değer olarak, kazı, bütünleme ve yeniden yapma uygulamalarıyla turizmin çekim alanına dönüştürülmektedir. Bu sürecin kamusal sorumluluk olduğu görüşüne karşın özel sektör ve kamu işbirliği ile gerçekleştirilen başarılı projeler de bulunmaktadır. Antakya'daki Necmi Asfuroğlu Müzesi ve The Museum Hotel projesi bunun Türkiye'deki en önemli örneklerden biridir. Bu proje arkeolojik alanların korunmasında Kültür Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulunun (KVKYK) 10.04.2012 tarih ve 37 sayılı ilke kararının alınmasında etkili olmuş ve böylece koruma mevzuatında değişiklik yapılmıştır. Bu çalışmada kent içi arkeolojik alanların kent yaşamına katılımı kapsamında bu projenin tasarım, yapım süreci, uygulama olanak ve kısıtları, güçlü ve zayıf yanları ele alınarak dünya örneklerine göre değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, arkeolojik alanların sürdürülebilirliğine ilişkin alan yazına katkı sağlamak, sürdürülebilir arkeolojik miras yönetimini yönlendirici olmak amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arkeolojik Miras, Kentsel Arkeoloji, Sürdürülebilirlik, Müze Otel, Antakya

## SUSTAINABLE CONSERVATION METHOD PROPOSAL IN ARCHAEOLOGICAL AREAS IN THE CITY, ANTAKYA MUSEUM HOTEL EXAMPLE

### ABSTRACT

The archaeological heritage, which contains important information about human history, includes a wide variety of ruins made of different materials, sizes and technologies, from a small piece of pottery to large structures. Archaeological heritage can be found in a wide variety of areas such as underground, aboveground, underwater, rural or urban areas. The integration of archaeological heritage with contemporary urban life, with the principle of preserving in situ, prevents archaeological sites from turning into urban idle spaces and insecure areas.

Incorporating the archaeological heritage into daily life and bringing it to the modern city is a planning and management problem that should be solved by different disciplines coming together of urban planners, archaeologists, architects, landscape architects, etc. There is a need to develop innovative approaches for the sustainability of archaeological sites by evaluating the archaeological values in the urban space as an opportunity to contribute to social, economic and cultural development.

In recent years, with sustainable development and economic-based policies, archaeological heritage sites are transformed into tourism attractions as an economic value within the scope of sustainable cultural tourism, with excavation, integration and reconstruction practices. Despite the view that this process is a public responsibility, there are also successfully managed public-private partnership projects. Necmi Asfuroğlu Museum and The Museum Hotel project in Antakya are one of the most important samples of this in Turkey. This project was also influential in the decision of the Turkish Cultural Heritage Preservation Board, dated 10.04.2012 and numbered 37, on the protection of archaeological sites in urban areas, and thus the conservation legislation was amended. In this study, the design, construction process, application possibilities and constraints, strengths and weaknesses of this project are evaluated within the scope of the participation of urban archaeological sites in urban life, according to world samples. As a result, it is aimed to contribute to the literature on the sustainability of archaeological sites and to guide sustainable archaeological heritage management.

Keywords: Archaeological Heritage, Urban Archeology, Sustainability, Museum Hotel, Antakya

### 1. GİRİŞ

İnsanlığın tarihi ve geçmiş yaşamıyla ilgili önemli bilgiler içeren arkeolojik miras alanlarının korunması diğer kültürel miras alanlarında olduğu gibi, Birinci ve İkinci Dünya Savaşları sonrasında uluslararası gündeme gelmiştir. Bu savaşların insanlığa verdiği zarar ve çevresel yıkım, kültürel miras alanlarının korunması için yeni önlemler alınmasını gerektirmiştir. Böylece, kültürel miras kavramı ile birlikte miras alanlarının sürdürülebilirliğini ve geleceğine

yönelik koruma - planlama stratejilerinin geliştirilmesi için günümüzde ‘kültürel miras yönetimi’ öngörülmektedir. Kültürel miras olarak arkeolojik sit alanlarında sürdürülebilir ve bütüncül alan yönetim planının oluşturulması, bu miras alanının uzun erimli korunması ve değerlendirilmesinde bu yönetim biçimi zorunluluğa evrilmiştir.

Arkeolojik miras değerleri yer altında, yer üstünde, su altında, kırsal veya kentsel alanda bulunmaktadır. Kent içerisinde yeni(den) yapılaşma, altyapı çalışmaları, doğal afetler vb. sonucu arkeolojik miras ortaya çıkarılabilmektedir. Bu değerlerin var edildiği yerde korunabilmesi (*insitu*) için çağdaş kent yaşamına dâhil edilmesi ve kentle bütünleşmesi önemlidir. Kentle bütünleştirilmeyen arkeolojik miras, atıl boşluklara, kayıp (*lost space*) ve güvensiz alanlara dönüşmekte ve tahrip/yok edilmektedir (Taşcı, vd. 2016).

Arkeolojik alanların kentle bütünleştirilmesi çok disiplinli (arkeoloji, mimarlık, sanat tarihi, kent planlama ve daha niceleri) yönetim ve tasarım sürecini gerektirmektedir. Bu çalışmada kent içerisindeki arkeolojik alanların kent yaşamına katılması, Türkiye’de yeni(likçi) bir yaklaşım olarak Antakya’da Necmi Asfuroğlu Müzesi ve The Museum Hotel Antakya (bundan sonra Müze-Otel Antakya olarak anılacaktır) üzerinden değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, arkeolojik değerlerin bulunduğu yerde korunarak, üst katmanda yani toprak üstü-yeni yapılaşmada bu projenin tasarım-yönetim-onay-yapım süreci ve yürürlükteki koruma mevzuatında bu projeye referansla yapılan değişiklik(ler) incelenmektedir. Böylece kent içerisinde bulunan arkeolojik alanların sürdürülebilirliği ve/veya sürdürülebilir kalkınmaya etkilerine yönelik farkındalığı ve yönlendirici bilgiyi yaygınlaştırmak amaçlanmaktadır.

## 2. ARKEOLOJİK MİRAS VE SÜRDÜLEBİLİR KALKINMADAKİ ROLÜ

Arkeolojik mirasın ait olduğu-var edildiği yerde sergilenmesi (*insitu*) ilkesi, 1956 tarihli Arkeolojik Kazılarda Uygulanması Önerilen Uluslararası İlkelerle (*Recommendation on International Principles Applicable to Archaeological Excavation*) gündeme gelmiştir. Bu çalışma bu ilkeye yani *insitu* zorunluluğuna dayanmaktadır. 1964 tarihli Uluslararası Anıtların ve Sitlerin Korunması ve Restorasyonu -Venedik- Tüzüğüne (*International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites- the Venice Charter*) göre arkeolojik mirasın büyük bir bölümünü oluşturan mimari yapıtlar ve kalıntıların korunması gerektiği, 15. maddesinde “ .... yıkıntılar korunmalı, mimari unsurların ve buluntuların sürekli korunması için gerekli önlemler alınmalıdır. Kültür varlığının anlaşılmasını kolaylaştıracak ve anlamını hiç bozmadan açığa çıkartacak her çareye başvurulmalıdır...” açıklanmıştır. İlkesel bu karar, bu değerlerin buldukları yerde sergilenmesinin önünü açmış ve bu çalışmada yönlendirici olmuştur. Kültürel miras ve alanlarının sürdürülebilir kalkınmaya etkileri, 1967 tarihli Quito Normlarında kültürel miras ilk kez ekonomik değer olarak görülmeye başlanmasıyla önemsenmiştir (ICOMOS, 1967). Bu yaklaşım bu çalışmanın da dayanağıdır.

1990’lı yıllar itibari ile arkeolojik değerlerin korunması-yaşatılmasına ilişkin ilkeler sürekli geliştirilmektedir. Bu süreçte arkeolojik değerleri tanımlama, bu çabaya ivme kazandıran önemli bir gelişmedir. Uluslararası Anıt ve Sitler Konseyi (*International Council on Monuments and Sites*) ICOMOS-1990 Arkeolojik Mirasın Korunması ve Yönetimi Tüzüğüne

(*Charter for The Protection and Management of The Archaeological Heritage*) 1. maddesinde; “arkeolojik miras; temel verileri arkeolojik yöntemlerle elde edilen maddi miras ve insan varlığının her tür izini kapsar ve her tür insan etkinliğini yansıtan yerler, terk edilmiş yapılar, toprak ve su altındaki alanlar da dâhil olmak üzere her tür kalıntı, bunlarla ilişkili taşınabilir tüm kültürel malzeme” olarak tanımlanmıştır (ICOMOS, 1990). Arkeolojik mirasın halka sunulmasının faydalarının önemsendiği bu Tüzüğün giriş bölümünde, arkeolojik mirasın sadece arkeolojik tekniklerin uygulanması ile korunamayacağı belirtilmesi, bu konuya odaklı ilk karar olarak uygulamadır. Arkeolojik mirasın kapsamı, 1992 tarihli Avrupa Arkeolojik Mirasının Korunması- Valetta- Sözleşmesi’nin (*European Convention on the Protection of the Archaeological Heritage*) 3. maddesi ile “.....her çeşit mekânda bulunan, tüm kalıntılar, varlıklar ve insanlığın geçmiş varlığının diğer izleri arkeolojik mirasın öğeleri kabul edilmiş ve yapılar, inşaatlar, mimarî eser grupları, açılmış sit alanları, taşınır varlıklar, diğer tür anıtlar ve bunların çevresi, ister toprakta ister su altında bulunsunlar, arkeolojik mirasa dâhildir” olarak genişletilmiştir. Aynı madde ile “arkeolojik mirasın korunması ve incelenmesinin, insanlığın ve doğal çevre ile ilişkilerinin, tarihindeki gelişimin saptanmasını sağlayacağı, başlıca bilgi edinme yollarının kazı ve keşiflerden olduğu kadar insanlığı ve çevresini ilgilendiren diğer araştırma yöntemlerinden oluştuğu” ifadesi ile bu değerlerin önemi ve araştırma yöntemleri belirtilmiştir (COE,1992). 1999 tarihli Uluslararası Kültürel Turizm Tüzüğünde (*International Cultural Tourism Charter*) koruma ve turizm kavramlarını birlikte ele alınmış, ziyaretçi deneyiminin değerli, doyurucu ve eğlenceli olmasının sağlanması” gerektiği vurgulanmıştır (ICOMOS, 1999).

21. yüzyılla, küreselleşmenin uzantısında bilgi-iletişim teknolojilerindeki gelişme, demografik değişimler ya da hareketlilik, kentsel rekabet ve gelişme baskıları, kitle turizmi, savaş ve terör, iklim değişikliği ve doğal afetler gibi tehditlerle, yerel kültürün ve mirasın sürekliliği konusundaki ortak endişeler giderek artmakta ve çözüm olarak miras değerlerinin ekonomik bağlamla değerlendirilmesi önerilmektedir. Bu kapsamda 2005 tarihli Avrupa Konseyi Toplum İçin Kültürel Mirasın Değeri Çerçeve -Faro-Sözleşmesinin (*Framework –Faro- Convention on the Value of Cultural Heritage for Society*) kültürel mirasa ilişkin hak ve sorumluluklar başlıklı 4. maddesinde ekonomik değerler ön plana çıkarılmıştır (COE, 2005). 2015’de UNESCO’nun yayınladığı “Dünyamızı Dönüştürmek: 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi (*Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*) ile kültürel mirasın sosyal ve ekonomik kalkınmayı ve yaşam kalitesini desteleyerek korunması ve taraf devletlerin sürdürülebilir koruma ve yönetim stratejilerini geliştirme gerekliliği yaygınlaştırmaya yöneliktir (UNESCO, 2015). Aynı yıl Dünya Miras Komitesinin yayınladığı Sürdürülebilir Kalkınma Perspektifinin Dünya Miras Sözleşmesi’ne Entegrasyonu Politikası (*Policy for the Integration of a Sustainable Development Perspective into the Processes of the World Heritage Convention*) ile sürdürülebilir koruma ile kalkınma arasında mutlak ilişki öngörülmüş ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlama amacıyla dört çerçevede ilkeler oluşturulmuştur;

- Çevresel sürdürülebilirlik kapsamında; biyolojik ve kültürel çeşitliliği korumak doğal afetlere ve iklim değişikliğine karşı direnci (*resilience*) güçlendirme,

- Kapsayıcı sosyal gelişmede; eşitliğe katkı sağlama, yaşam kalitesini ve refahını arttırma, insan haklarına saygı gösterme-koruma ve teşvik etme, yerli halka-yerel topluluklara saygı gösterme ve danışma, cinsiyet eşitliğini sağlama,
- Kapsayıcı ekonomik kalkınma için büyüme-istihdam ve geçim kaynağı sağlama, yatırımları, kaliteli turizmi, kapasite geliştirmeyi, yenilikçiliği ve yerel girişimciliği teşvik etme,
- Barış ve güvenliği teşvik etmede; çatışmaları önleme sürecinde mirası koruma, çatışmaların çözümüne ve çatışma sonrasında mirası korumaya katkıda bulunmadır.

Bu ilkeler yerel, ulusal ve küresel ölçeklerde “çevresel sürdürülebilirlik, kapsayıcı sosyal gelişme ve ekonomik kalkınma ve barış ve güvenliği” içerecek biçimde güncel koruma politikalarının temelini oluşturmaktadır. Bu politikanın en etkin uygulama aracı olarak sürdürülebilir turizm öngörülmüştür (WHC, 2015). 2017’de Salalah Kılavuzunda “...halkı arkeolojik alanlara davet etmeden önce sürdürülebilir yönetimi uygulamaya koymanın fizibilitesine dikkat edilmemesi bu alanlardaki bilimsel ve tarihi bilgi deposunun tükenmesine ve ziyaret etme deneyiminin bozulmasına yol açabilir” ifadesiyle, koruma politikalarında sürdürülebilir kalkınmayla birlikte yönetimin önemi vurgulanmaktadır (ICOMOS, 2017).

Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma politikaları arkeolojik mirası koruma ilkelerine de yansımıştır. Böylece, arkeolojik miras alanlarının da sürdürülebilir kalkınma kapsamında ekonomik değer olarak ele alınması, kazı, bütünleme ve yeniden yapma uygulamaları ile turistlerin ilgisinin çekilmesine yönelik uygulamalara yol açılmıştır. Ülkeler arkeolojik alanların ekonomik bir değer olması için kendi koruma mevzuatında değişiklikler yapmış ve kamu-özel işbirliği ve kentsel arkeoloji uygulamaları gibi yöntemlerle arkeolojik alanların ülke ve kent ekonomisine katılması için çaba göstermektedirler (Egloff, 2019:36). Bu süreçte, arkeolojik alanlar da kültürel turizm destinasyonlarına dönüşürken, turizm faaliyetlerinin geliştirilmesinde, sadece ekonomik kâr amacı değil, sosyal refah artışının, istikrarlı ve kaliteli işyerlerinin yaratılması da önemsenmektedir. Yani, sürdürülebilir kalınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarına referansla yaşam kalitesi, turistik destinasyonlarda yaşayanların yaşam kalitesi ile turistlere hizmet sunma açısından turizm sektörüyle de ilgili olan sürdürülebilir kalkınmanın en önemli hedeflerinden biridir (Streimikiene, vd.,2021).

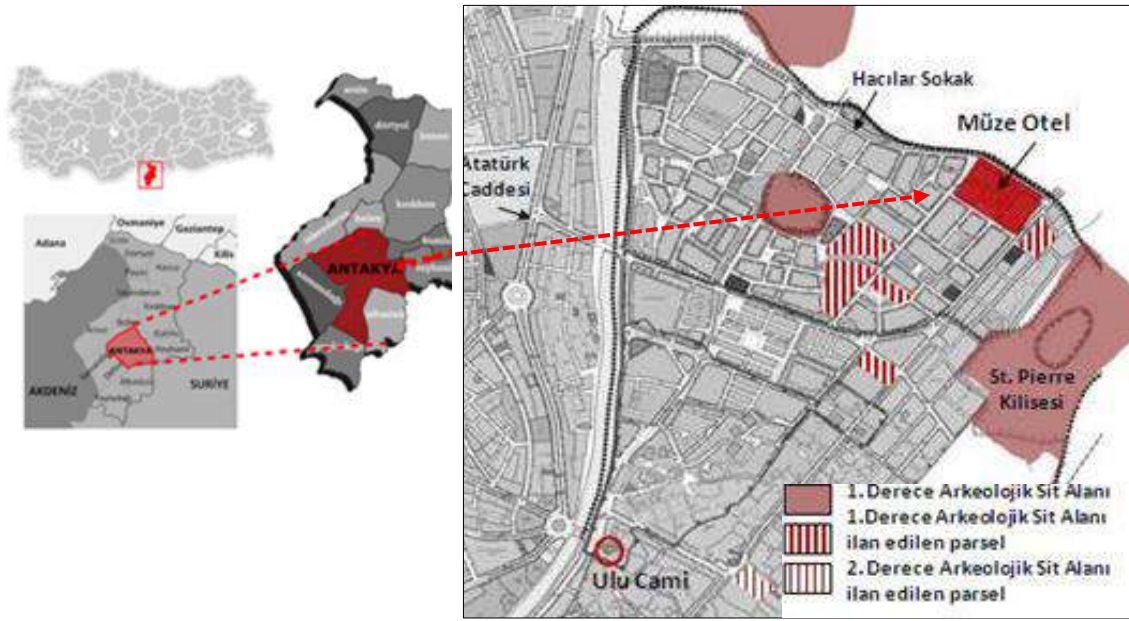
### 3. ARKEOLOJİK MİRASIN ÇAĞDAŞ KENT YAŞAMINA KATILMASI

Arkeolojik mirasın korunması ve değerlendirilmesi arasında hassas bir denge olmalıdır. Bu miras değerleri kontrol edilemeyen kentsel gelişmede büyük zararlar görebilirler. Diğer yandan, kentsel arkeoloji pahalı bir eylem olduğu gibi arkeolojik değerlerin korunması gerekli bir kent dokusunun altında yer almaları durumunda koruma kararları daha karmaşık bir durum sergilemektedir. Yer üstündeki ve yeraltındaki mimari miras, karşılıklı bir etkiye sahiptir. Böylesi çok katmanlı kentsel dokuda karşılaşılan ikilem hangisinin korunacağı veya diğeri aleyhine öne çıkacağıdır. Her birinin varlığı diğeri için bir şans ve artı değer olmalıdır. Bunun nasıl gerçekleştirileceği, çok katmanlı miras değerlerinin kent bütününe nasıl eklenileceği, kentlilerin bu değerleri sahiplenmesinin nasıl sağlanacağı, koruma sürecinde çözümlenmelidir (Özturan, 2020). Türkiye’de kent içerisindeki arkeolojik kalıntıların kent yaşamına kazandırılmasında en çarpıcı örnek The Museum Hotel Antakya’dır.



### 3.1. Müze-Otel Antakya Kazı ve Proje Süreci

Antakya kenti bilinen tarihinde yaklaşık 2300 yıl sürekliliği yerleşim alanı olmuş, ardaşık olarak Makedonlara, Mısırlılara, Romalılara, Arap Müslümanlara, Selçuklulara, Haçlılara, Memluklara ve Osmanlılara ev sahipliği yapmış, Kudüs Kentinden sonra Hıristiyanlığın yayılma merkezi olarak dünya tarihine yön vermiş, çokkatmanlı bir kenttir. Kent, Asi Nehri (*Orontes*) kıyısında, Habib-i Neccar Dağı (*Silpius*) eteğinde, Akdeniz'e 28 km. ve denizden 80 m. yükseklikte (Şekil 1) kurulmuş, Antik dönemde Doğu'nun Kraliçesi (*Queen of the East, Orientis Apicem Pulcrum*) olarak anılan bir kenttir (Turgut, 1986:42-50).



Şekil 1. Antakya Kentinin ve müzenin konumu (Türk, Gültekin, 2019'dan yararlanılmıştır)

Antakya Kenti (*Antiokheia*) antik çağda Akdeniz havzasının uzun mesafe ticaretinin merkezi ve bu coğrafyaya hâkim olan Selevkos Krallığının başkenti, Hıristiyanlığın dini merkezi ve ilk kiliselerinden olan Aziz Petrus (*St. Pierre*) Kilisesinin kurulduğu yer olarak ve sahip olduğu nice tarihi ve arkeolojik miras değerleriyle, dünya tarihine yön verdiğini kanıtlanmaktadır. MS. 33'de Hz. İsa çarmıha gerildikten sonra Kudüs'ten (*Jerusalem*) kaçmak zorunda olan Hıristiyanlar Antakya'ya yerleşmiştir. M.S. 35-40 yılları arasında üç havari Pavlos, Barnabas ve Petrus'un kente gelip, Paganlara Hıristiyanlık öğretilerini aktarmışlardır (Aydın, 2015). Antakya, MS. 38-39'de ilk -mağara- kilise ve ilk dört Katolik kilisesinden birinin kurulduğu, Hıristiyanlığın ilk rahibi ve Roma Kilisesinde ilk papa olan St. Pierre'nin MS. 29'da ilk vaazını verdiği, inananlara Hıristiyan (*Hristos*) adının verildiği ve ilk dini stratejilerin geliştirildiği yerdir. Her ırktan insanı kabul eden Antakya Kilisesi, Hıristiyanların sığınma, propaganda, toplanma ve yayılma merkezi olmuştur. Antakya, Hıristiyanlıkta ilk zaman'ın kutsal mekânı, 325'de Patriklik ve 1963'de hac yeri olmuş kutsal bir kenttir. 16. yüzyılda kentliler Türkler, Ermeniler ve daha az sayıda Musevilerden oluşurken, 17. yüzyıldan itibaren farklı ırktan Hıristiyanlar kente yerleşmeye başlamıştır. 20. yüzyıla kentte, farklı milletlerden Müslümanlar, Ortodokslar, Gregoryanlar, Katolik ve Protestan Ermeniler ve Musevi Yahudiler

birlikte yaşamaktadır (Özdemir, 1994). Bu nüfus yapısı ve tarihi ve dini değerleriyle kentin tüm dünyada tanınırlığı Dinlerin Toleransı temasıyla artmaktadır (Türk, Gültekin, 2019).

Müze-Otel Antakya, kent merkezi 5.Mıntık/ Haraparası Mahallesiinde, 17.140 m<sup>2</sup> büyüklüğündeki 4078 ada -1 (eski 4642) nolu parselde yer almaktadır. Bu parselin toprak rantı St Pierre Kilisesine 350 m., Hatay Valiliğine yaklaşık 2 km. uzaklıkta olması ve hac yeri olan kiliseye yakınlığıyla yüksektir (Görsel 1). III. Derece Arkeolojik Sit Alanında bu yapının konumlandırıldığı Antakya-Merkez 4027 parselden 4066 parsele kadar 40 adet parseli kapsayan alan, Koruma Amaçlı İmar Planında (KAİP) Blok-2 katlı ticaret alanı iken, Adana-Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulunun- KTVKKBK 20.11.2009 tarihli plan değişikliği kararıyla turizm alanı olarak belirlenmiştir. Bu plan değişikliğiyle “yapı yüksekliği ve emsalin bu aşamada ilkesel olarak uygun bulunduğu ancak, kesin kararın St. Pierre (Kilisesi) Anıt Müzesini, Antakya geleneksel mimarisini ve Habib-i Neccar Dağının silüetini dikkate alan avan projenin kurula sunulmasından sonra verileceği, plan tadilatı ile iki kat bodrum kat yapılması öngörüldüğünden müze uzmanlarınca yapılacak sondaj çalışmasında bu durumun dikkate alınmasına” karar verilmiştir. Bu karar ve yürürlükteki koruma mevzuatı gereğince anılan alanda Antakya Müze Müdürlüğü uzmanlarınca sondaj kazıları yapılmıştır. İlk etap kazılarda, parselde yayılmış (kuzey doğu kenarı hariç) mozaik döşemeler, çeşitli duvar kalıntıları, pişmiş toprak ve mermer döşemeler, su sistemleri, bir hamama ait olduğu düşünülen kalıntılar tespit edilmiştir (Görsel 1).



Görsel 1. Yeni yapı inşaatı öncesi arkeolojik kalıntılar-2010 (Türk, Gültekin, 2019).

Sondaj sonuçlarına göre Adana- KTVKKBK 18.03.2010 günlü kararıyla alanda bilimsel kazılar başlatılmıştır. Kazılarla buluna Roma Dönemi'ne ait çeşitli büyüklükteki taban mozaikleri ve M.S. ikinci yüzyıla tarihlenen Roma Dönemi villasına ait taban mozaïği dikkat çekmektedir. Dört panele ayrılan mozaïğin ana panelinde Mitolojik Kanatlı At (*Pegasus*) ve onu bir törene hazırlayan üç peri (*nymph*e) ana figürlerdir. Ana panelin altında yer alan ve daha küçük olan diğer üç panelde ise ilham perileri (*muse*) ve onlardan biri olan Kalliope ile yazar Hesiodos'un karşılaşmasına yer verilmiştir (Görsel 2). “Dünyanın en büyük tek parça mozaïği” kabul edilen, 1050 m<sup>2</sup> büyüklüğündeki mozaik de dikkat çekicidir.





## Görsel 2. Roma Dönemi villasına ait taban mozaïği

Müze-Otel Antakya'nın planlama ve proje süreci (Çizelge1) arkeolojik sit alanlarında yapılaşmaya rehber ve mevzuatta değişikliğe neden olmuştur.

### Çizelge 1. The Museum Hotel Planlama ve Proje Süreci

Tarih/Karar	Açıklama
Adana KTVKKB'nun 20.11.2009 tarihli kararı	<ul style="list-style-type: none"><li>- Uygun bulunan plan değişikliği ile Turizm İşlevi ve bodrum kat, yapı yüksekliği ve emsali önerilerinin ilkesel olarak uygun olması,</li><li>- Kesin kararın, St. Pierre Kilisesi, geleneksel mimariyi ve Habib-i Neccar Dağı silüetini dikkate alan avan proje sonrası verilmesi,</li><li>- Plan tadilatı ile iki kat bodrum kat yapılması öngörüsünün müze uzmanlarınca yapılacak sondaj çalışmasında dikkate alınması.</li></ul>
Adana KTVKKB'nun 18.03.2010 tarihli kararı	Alanda yapılan sondaj kazılarının kapsamı genişletilerek, bilimsel kazı çalışmalarının yapılması.
Adana KTVKKB'nun 26.03.2011 tarihli kararı	Alandaki kültür varlıklarını koruma ve restorasyonun projelerinin hazırlanması, müze-otel konseptinin ilkesel olarak uygun olması,
Adana KTVKKB'nun 29.06.2011 tarihli kararı	Belgeleme ön verilerine ait koruma projesi, kuyu temel ve iksa projesi, müze-otel avan projesi kabul edilmiştir.
Adana KTVKKB'nun 29.07.2011 tarihli kararı	Belgeleme verileri, ön koruma projesi, malzeme analiz ve konservasyon raporu kabul edilmiştir.
Adana KTVKKB'nun 26.10.2011 tarihli kararı	Müze-otele ait mimari ve statik projelerinin onaylanması.
Adana KTVKKB'nun 24.11.2011 tarihli kararı	Mimari projede G2 kodlu taşıyıcı sütunun bulunduğu yerde ortaya çıkan mozaik nedeniyle statik projede tadilatın istenmesi,
Adana KTVKKB'nun 3.12.2011 tarihli kararı	Arkeolojik verilere yönelik restorasyon projesi, müdahalelerin tanımlandığı rapor, revize mimari proje kabul edilmiştir.
Adana KTVKKB'nun 16.05.2012 tarihli kararı	Müze-Otel yapısına yönelik Antakya Belediye Başkanlığına karşı Hatay İdare Mahkemesi'ne açılan davaya Kurulun müdahil olması, dava tarihine kadar alınmış kararların geçerli olması, Kültür ve Turizm Bakanlığı ile mülkiyet sahibi arasında anlaşmanın ivedilikle yapılması
Hatay İdare Mahkemesinin 17.01.2013 günlü kararı	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kurulun mevcut sit durumuna ve KAİP'e uygun inşaat ruhsatının 2863 sayılı Yasanın koruma ve kullanım hükümlerine uygun olduğu,</li><li>- Müze-Otel projesinin KVKYK'nun 0.04.2012 tarih/ 37 sayılı ilke kararına uyumlu olduğu.</li></ul>
22.01.2013 tarihli protokol	Kültür ve Turizm Bakanlığı ile mülk sahibi arasında protokol imzalanması.
Adana KTVKKB'nun 24.07.2013 tarihli kararı	Revize statik proje ve rapor uygun bulunmuş ve plan ve proje süreci tamamlanmış, inşaat işleri başlatılmıştır.

### 3.2. Müze-Otel Antakya Projesinin İnşaat Süreci

Müze-Otel Antakya'nın inşaatı 2010'da yapılan sondaj kazıları ile aktif olarak başlatılmıştır. Kazı ve inşaat süreci toplam 9 yıl sürmüş, 2019'da otel ve müze açılmıştır. Bu proje ile arkeolojik değerler güvenlik önlemleri ve duyarlı tasarımla var edildiği yerde korunmuştur.

Otel tasarımında çoğunlukla zemin katında yer alan restoran, gece kulübü, spor salonu ve yüzme havuzu gibi ortak alanlar yerine bu yapının zemin katı müze olarak tasarlanmıştır. Zemin katta, kalıntıların yaklaşık 15 m. yukarısında, çelik kirişlerle ızgara döşeme inşa edilmiştir. Prefabrik otel odası modülleri, bu döşeme üzerine aralıklarla yerleştirilmiştir. Birinci katta yer alan odaların hemen altında, arkeolojik kalıntıların yaklaşık 10 m. yukarısında, otel lobisi tasarlanmıştır. Her katta devam eden mekânlar arası akışkanlık ve geçirgenlik ile arkeolojik kalıntılara görsel bağlantılar sağlamıştır (EAA (2013)). Kalıntıların birkaç metre üzerinde, yapıyı şehir merkezine bağlayan bir arkeoloji müzesi tasarlanmıştır. Müzede asma köprü ve rampalardan oluşan sirkülasyon ağı, kalıntılara göre düzenlenmiştir. Taşıyıcıların eserlere zarar vermemesine ve görüşü engellememesine özen gösterilmiştir. Ziyaretçilerin fiziksel temas olmadan kalıntıları yakın mesafeden izlenebilmesi sağlanmıştır (Baz, 2019) (Görsel 3).



Görsel 3. Müze-Otel Antakya'nın iç mekânı (F.Y. Gülser arşivi-22.03.2022).

Müze ile otelin girişleri ayrı cephelerden yapılmaktadır. Müze girişi otelin doğu cephesinde Süreyya Halefoğlu Caddesinde, otel girişi kuzey cephede Hacılar Sokakta yer almaktadır. Müze girişi Kültür ve Turizm Bakanlığı kontrolünde (otel müşterileri dışında) ücretlidir. Cephelerde iç mekân tasarımı ve işlevleri özellikle modüler otel odaları okunabilmektedir (Görsel 4).



Görsel 4. Müze-Otel kesit ve ön cepheden perspektif (EAA (2013)).

### 3.3. Eleştirel değerlendirme

Ulusal ve uluslararası birçok ödül almış olan Müze-Otel Antakya Projesini, Türk ve Gültekin (2019) kentsel ve/veya arkeolojik değerlerin sürdürülebilirliği bağlamında “ümitvar” bir proje olarak değerlendirmiştir. Belge (2013) ise projeyi “saygınlık kazancı” için önemli bulmuştur. Ancak bu proje kamu yararı ekseninde, mimari tasarımı ne kadar mükemmel olursa olsun Roma dönemine tarihlenen 2500 yıllık arkeolojik kalıntıların üzerine otel yapılması olumsuz eleştirilmiş ve tüm insanlığın ortak mirası olan arkeolojik alanların özel mülkiyete konu gelir getirici faaliyetlerde kullanmasının doğruluğu sorgulanmıştır. Gerek Emre Arolat Architecture web sayfasında gerek yapının çeşitli videolarında vurgulanan, binanın eşsiz bir fonksiyona sahip olduğu ve bu dünyada bir benzerinin var olmadığıdır. Diğer yandan bu müze-otel yapısı post-kapitalist çağın icat edilmiş bir fonksiyonu olarak görülmektedir. Bu yaklaşımla, neoliberal sistem her ne kadar kamusal mekâna saygı duyma iddiasında olsa da 20.000 m<sup>2</sup> büyüklüğünde alanın, üzerindeki arkeolojik kalıntıların değeri ne olursa olsun, rant ederi yadsınmamış ve bu durum ünlü bir mimar üzerinden, uzmanların onayı ile gerekçelendirilerek meşruiyet kazandırılmaktadır. Böylece arkeolojik kalıntılar özellikle mozaikler müzeye taşınmamış, yerinde korunarak kamuya açılmış olsa da, amacın sadece rant değil aynı zamanda arkeolojik mirasın korunmasıymış gibi sunulmaya çalışılmıştır. Sonuçta, Karatepe Aslantaş Açık Hava Müzesinde 1950’li yılların saçaklardan oluşan koruma üst örtüsü<sup>1</sup> (Görsel 5), 21. yüzyılın başında yerini rant getirisi yüksek, bir müze-otele bırakmıştır (Can, 2021).



Görsel 5. Karatepe Aslantaş Açık Hava Müzesi Saçakları (Köksal, 2016).

Müze-Otel Antakya Projesi başlangıçta Adana KTVKB tarafından alışlagelmiş korumaya yönelik müdahalelere ve mevzuata aykırı görülerek ret edilmiştir. Kurul üyelerinin arkeolojik kalıntılar üzerinde yapılan yeni yapı örneklerinden olan Atina’daki Akropolis Müzesi’ni yerinde incelediklerinde, kalıntılar ile ziyaretçilerin de paydaşı olduğu bilimsel, teknik bir ilişkinin

<sup>1</sup> Karatepe Açık Hava Müzesi, Adana’nın Kadirli ilçesinde yer alan ve geç Hitit dönemine ait buluntuların sergilendiği ve korunduğu bir kompleks niteliğindedir. Antik Kalesinin kapılarını, giriş noktalarını vurgulama ve bu girişlerdeki eserleri koruma amacıyla inşa edilen “saçaklar”, 1957’de dik açılı anlayışı yadsıyan Turgut Cansever tarafından tasarlanmıştır. Burada mimarın bireysel tercihi gerçekte önemli olanın alttaki tarihi kalıntı olduğunu kabul etmesi ve kendi eserinin ona uyduğunu göstermesidir. Bu koruyucu örtü Nail Çakırhan tarafından 1961’de inşa edildi (Köksal, 2016; Cansever, 1961).

sunulmasına olanağına ikna olmuşlardır. Ancak bu noktada Akropol Müzesinin kamusal alanda kamu-insanlık yararını önlemesine karşın Antakya'daki bu uygulama özel sektöre kamunun-insanlığın ortak değerleri üzerinden rant sağladığı için eleştiriye açıktır. Eleştiriler, amaç kalıntıları korumak ve kentle bütünleştirmek ise 200 odalı korungan (5 yıldızlı otel) yapılmadan da farklı çözümler bulunmasına yöneliktir. Yani, bu projedeki temel sorun finansal çözümler konusunda kamunun yetersiz kalması ve özel sektörün projeyi istediği şekilde ranta odaklı sürdürmesi ve sonuçta üzerinde otel müşterilerinin ücretsiz ziyaret ettiği, adeta otelin bir bölümü olan kamuya tahsisli bir müze oluşturulmuştur.

#### **4. MÜZE OTEL PROJESİNİN TÜRKİYE'DEKİ KORUMA MEVZUATINA ETKİLERİ**

Türkiye'de tek yapı ölçeği korumadan 1710 sayılı Eski Eserler Kanunu ile alan ölçeğinde korumaya, son olarak 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ile KAİP ve 2004 sonrası düzenlemelerle alan yönetimi gibi araçlar mevzuata kazandırılarak, arkeolojik miras alanlarının sürdürülebilirlik ilkesiyle korunmasının önü açılmıştır. KVKYK 1999 tarihli 658 ve 702 sayılı ilke kararları ile uygulama yönlendirilmiş, denetlenmiştir. Müze Otel projesine referansla 2012 tarihli 37 sayılı ilke kararı alınarak, 658 sayılı ilke kararıyla arkeolojik alanların koruma derecelerine göre belirlenen tescil kriterleri ve yapılaşma koşulları dikkate alınmadan, temel kazısı, sondaj ve altyapı uygulamaları sırasında arkeolojik kalıntı bulunan parsellerde yeni yapılaşmanın yapılabileceği karara bağlanmıştır. Böylece, 658 sayılı ilke kararında bilimsel yaklaşım ve koruma ilkelerine göre koruma kullanma dengesi yadsınarak alınan 37 sayılı ilke kararı tüm arkeolojik sitlerin derece ve nitelik gözetmeksizin yapılaşmaya açılmasına neden olmuştur. Bu olumsuz durum daha sonra yürürlüğe giren 340 sayılı ilke kararıyla düzeltilmemiş, -başvuru sayısını azaltmak için - III. Derece Arkeolojik Sitlerin değerlendirilmesi KTVKKB'larına bırakılmıştır. Sonuçta 37 sayılı ilke kararıyla, 658 sayılı ilke kararına aykırı olarak I. ve II. Derece Arkeolojik Sit Alanlarında yapılaşmaya devam edilmesine olanak sağlanmıştır.

Müze Otel Antakya'nın yapımına olanak sağlayan 37 sayılı ilke kararıyla sağlanan esneklik, korumaya aykırı uygulamalara da neden olmuştur. Bu uygulamalar arkeolojik mirasın korunmasına değil üzerine yapı yapılmasına yönelik olduğu için, yeni yapıların tasarımında arkeolojik kalıntılar dikkate alınmayarak kalıntıların teşhirini olanaksız kılmaktadır. Yani Müze Otel Antakya'nın sürdürülebilir korumaya ve kalkınmaya duyarlılığı, tasarım niteliği ve tarihsel, kültürel ve belge değeri ve ölçeği ile kıyaslanamayacak birçok yapı aynı ilke kararıyla arkeolojik sit alanlarında yapılabilmekte, aykırı-kötü uygulamalar süregelmektedir.

Muğla İli, Milas İlçesi, Hacı İlyas Mahallesi III. Derece Arkeolojik Sit Alanı iken yapılan sondaj sonucu ortaya çıkan arkeolojik kalıntılar nedeniyle I. Derece Arkeolojik Sit Alanına dönüştürülen parselde inşa edilen yapı bu uygulamanın örneklerindedir. Bu yapının mimari projesi Muğla KTVKKB'nun 20.04.2016 tarihli kararı ile onaylanmıştır. Bina inşaatı 2017'de tamamlanmış ve yapı kullanma belgesi alınmıştır. Parseldeki mozaikler müzeye taşınmış, binanın taşıyıcıları arkeolojik duvar kalıntılarına zarar vermeyecek şekilde tasarlanarak bina inşa edilmiştir. Arkeolojik kalıntılar ise binanın bodrum katında kaderine terk edilmiştir. 37



sayılı ilke kararıyla yapılan bu uygulamada mozaiklerin müzeye taşınması, projenin amacının korumadan çok rant odaklı olduğunu göstermektedir (Görsel 6).



Görsel 6. Muğla İli, Milas İlçesi, Hacı İlyas Mahallesi arkeolojik sit alanında yeni yapılaşma (F.Y. Gülser Arşivi, 12.04.2021).

#### 4. SONUÇ

Arkeolojik miras alanlarında tercih edilen kısa vadede görünür sonuçlar ve restorasyon faaliyetleri için tek seferlik ayrılan, sürekli bakımı sağlamayan kaynaklar, doğal etmenler, kaçak kazı ve kaçak yapılaşma tehdidi, aşırı ve kontrolsüz ziyaretçi, kirlilik ve vandalizm, halkın ilgisizliği vb. tehditlerle binlerce yıl toprak altında korunan kalıntılar tahribata açık hale gelmektedir. Bu nedenle kazı sonrası ortaya çıkan arkeolojik kalıntılar için konservasyon, restorasyon vb. acil koruma çalışmaları gerekmektedir.

Kültürel mirasın korunmasına yapılan yatırım doğrudan ekonomik olarak geri dönüş sağlamaz ancak, aidiyet duygusu, tanınırlık, turizm aktiviteleri ile yaratılan ekonomik değer vb. pozitif dışsal etkiler üretir. Kültürel mirasın iyileştirilmesi ekonomik kalkınma, turizm çekiciliği ve hizmet sunumları ile ilişkili olumlu getirilere yol açabilmektedir. Kültürel mirasın tüm insanlık için ekonomik olmayan değeri ve kamu malı niteliğinde olması nedeniyle, korunmasının kamu tarafından finanse edilmesi daha doğrudur. Kamunun finansmanda yetersiz kaldığı durumlarda veya koruma açısından ivedilik gerektiren yüksek maliyetli projelerde kamu-özel sektör

girişimleri desteklenebilir. Ancak özel sektörün yetkisi finansman ve işletme ile kısıtlanmalı, kazı, proje ve yapım süreçleri tamamen kamunun kontrolünde ve yetkisinde olmalıdır.

Türkiye’de I. ve II. Derece Arkeolojik Sit Alanlarında KVKYK’nun 658 sayılı ilke kararı ile kesin yapı yasağı getirilerek üzerinin tamamen boşaltılmasına yönelik kararlar alınmaktadır. Bu durum terk edilen alanların zamanla bakımsızlıktan tahrip olması, halkın korumaya karşı tepkisinin artması gibi sorunlara neden olmaktadır. Yapılaşma izni verildiği durumlarda ise alanın cazibesinin artması ve yoğun ziyaretçi çekmesi, ekonomik kazancın artmasıyla birlikte arkeolojik mirasın tahrip olmasına neden olabilmektedir. Bu noktada koruma kullanma dengesinin doğru şekilde kurulması önemlidir. Kent içinde atıl şekilde bırakılan arkeolojik miras alanları, birçok disiplinin bir araya gelerek çözmesi gereken bir kent planlama ve yönetim sorunudur (Özcan, 2006; Egloff, 2019:9). Çözüm, arkeoloji uygulamalarının doğru gerçekleştirilmesi için kamunun gerekli yasal düzenlemeleri, yapısal reformları ve finansmanı ivedilikle yapması gerekmektedir.

Türkiye’de kentsel arkeolojinin gelişmesi için öncelikle Kültür ve Turizm Bakanlığı bütçesinde bilimsel kazılar için daha fazla bütçe ayrılarak, özellikle Hatay gibi çok katmanlı şehirlerde daha fazla arkeolog istihdamı ile bütün kazı maliyetlerinin mülk sahiplerinden karşılanması uygulamasının bırakılması gerekmektedir. Kazı sonuçlanıp bütün veriler toplandığında ise şehir plancısı, arkeolog ve mimar vb. disiplinler bir araya gelerek bu eserlerin kentsel dokuya en doğru şekilde nasıl korunarak entegre edilmesi gerektiğine karar vererek proje üretmelidir. Arkeolojik kalıntılar, yapılaşmanın önündeki engel olarak görülmek yerine, koruma kullanma dengesi içinde, arkeolojik kalıntıların yerinde korunması ve kamusal alan olarak teşhirinin sağlanması ile kentsel dokuya büyük katkı sağlayabilir. Buradaki temel ilke arkeolojik kalıntıların korunması ve kamunun faydalanacağı şekilde teşhirinin sağlanması olmalıdır. KVKYK’nun 37 sayılı ilke kararıyla parsel ölçeğindeki yeni yapılaşmanın yanlış örnekleri kent içerisindeki arkeolojik alanların atıl bırakılmasının gerekçesi olmamalı ve bu çabaların önüne geçmemelidir. Kent içindeki arkeolojik alanların doğru yöntemler kullanılarak kent yaşamına ve kent ekonomisine katılması kamunun yararınadır. Bu bağlamda Müze-Otel Antakya projesi bulunduğu çevreye sürdürülebilir turizm uygulaması olarak ekonomik katma değer sağlarken yol açtığı mevzuat değişikliği ve bu değişiklik sonucu yapılan yanlış uygulamalar Türkiye’de kentsel arkeolojisi açısından doğru bir yöntem olmamıştır. Bu tarz kamu-özel sektör ortaklığında kamunun tam denetimi ve kontrolü ile yapılacak şekilde Türkiye koruma mevzuatı yeniden ele alınmalıdır. Miras alanlarının etkin bir şekilde korunması için sürdürülebilir koruma ve ekonomik faydanın zorunlu olduğu günümüzde miras değerleri üzerinden elde edilecek ekonomik fayda ile alanın sürekli bakımının yapılması, sürekli gözlem ve denetim altında tutulması ve acil müdahalelerle korunmasını da içerecek yeni(likçi) yaklaşımlar geliştirilmeli ve benimsenmelidir.

## KAYNAKLAR

Belge, B., Türkiye’de Kentsel Arkeolojik Değerlerin Kent Yaşamına Katılım Sorunsalı, *Mersin’den Mimarlık Planlama Tasarım Yazıları*. (der. Y. Sarıkaya Levent, M. Uçar), Mersin Üniversitesi Yayınları, 35, 91-112. (2013).



Can, A., (2021). Mimarlık Tarih(i)sel Semantik ya da Karatepe Saçakları'nın Neoliberal Kapitalizm Gündümlü Dönüşümü:The Museum Hotel Antakya.*Tasarım Kuram*, 17(34):111-122

Cansever, T. (1961). Karatepe Saçakları. *Mimarlık ve Sanat*, 1, 28-30.

Cengiz, M. ve Tanaç Zeren, M. (2016). Arkeolojik alan yönetimi: Neolitik yerleşmelerin korunmasına yönelik yapılan çalışmalar, *TAC Dergi*, (7), 82-89.

COE- Council of Europe (1992). European Convention on the Protection of the Archaeological Heritage (Revised). In *Convention européenne pour la protection du patrimoine archéologique (révisée)*. Valetta (Vol. 16).

COE- Council of Europe (2005). Faro Convention on the Value of Cultural Heritage for Society, Faro, Portugal.

Egloff, B.J. (2019). *Archaeological Heritage Conservation and Management*. Archaeopress Publishing Ltd., Oxford, UK.

EAA (2020). Emre Arolat Architecture. <https://emrearolat.com/project/the-museum-hotel-antakya/>

ICOMOS (1967). Quito Norms: Final Report of the Meeting on the Preservation and Utilization of Monuments and Sites of Artistic and Historical Value.

ICOMOS (1990). Charter for the Protection and Management of the Archaeological Heritage.

ICOMOS (1999). International Cultural Tourism Charter.

ICOMOS (2017). Salalah Guidelines for the Management of Public Archaeological Sites, (Final draft for distribution to the ICOMOS membership in view of submission to the 19<sup>th</sup> ICOMOS General Assembly, New Delhi, India, 2017).

Köksal, A. (2016). Karatepe Saçakları ve Müelliflik Sorunu. *Mimarizm*. [https://www.mimarizm.com/kose-yazilari/karatepe-sacaklari-ve-muelliflik-sorunu\\_126312](https://www.mimarizm.com/kose-yazilari/karatepe-sacaklari-ve-muelliflik-sorunu_126312)

Özcan, Z., (2006). Planlamada Disiplinler Arası İlişkiler ve Kentsel Arkeolojinin Yeri. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(4).

Özdemir, R. (1994). Osmanlı Döneminde Antakya'nın Fizikî ve Demografik Yapısı 1709-1860. *Belleten*, 58(221), 119-158.

Özturan, Ö., Göküz, B., Elinç, Z. K., (2020). Arkeolojik Buluntuların Sergilenmesi ve Korunmasında Yeni Yaklaşımlar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(Ek Sayı 1): 368-379

Streimikiene, D., Svagzdiene, B., Jasinskas, E., and Simanavicius, A. (2021). Sustainable tourism development and competitiveness: The systematic literature review. *Sustainable development*, 29 (1), 259-271.

Taşcı, B., Levi, E.A. (2016). Kent İçi Arkeolojik Alanlarda Kalıntıların Sunumuna İlişkin Yaklaşımlar: Foça Örneği. *İdeal Kent*, 19 (7):588-627.

Türk, E., Gültekin, N. T., (2019). Arkeolojik Mirasın Çağdaş Kente Kazandırılması: Antakya Müze Otel Örneği, 5. *Uluslararası Kültür ve Medeniyet Kongresi*.

Turgut, N. (1986). *Antakya Tarihi Ticaret Merkezi Mekânsal Yapı Değişim ve Gelişim Sürecinin Kent Ticaret Merkezi Planlamasına Etkinliği*, (Basılmamış Y.Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara.

UNESCO (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. <http://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly>

Baz, Ö.S. (2019). Antakya Müze Oteli, Zırlamalar, Kaygan Zemin ve Kamu Yararı Adına. Arkitera. <https://www.arkitera.com/gorus/antakya-muze-oteli-zirlamalar-kaygan-zemin-ve-kamu-yarari-adina/>

WHC (2015) World Heritage Convention, *World Heritage and Sustainable Development*. <https://whc.unesco.org/en/sustainabledevelopment/>

## ÇEVRESEL FAKTÖRLER ve ESTETİK ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BİTLİS GELENEKSEL EVLERİNDE İRDELENMESİ

**Mimar, Yüstra Alparmak<sup>1</sup>, Prof. Dr. Öğretim Üyesi, F. Demet Aykal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, yusraerol@hotmail.com - 0000-0002-0171-051X

<sup>2</sup> Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, demetaykal@gmail.com- 0000-0003-2424-0407

### ÖZET

İnsanoğlu, tarih boyunca doğa koşullarına uygun alternatif çözümler üreterek, güzel ve estetik arayışı içinde fiziksel, sosyal ve kültürel çevreyi oluşturmuştur. Yapısal biçimlenme de yine coğrafyanın sağladığı olanaklar çerçevesinde gelişmiştir. Bitlis'in eski tarihi dokusu da tasarımın şekillenmesinde rol oynayan çevresel etmenler ve temel alınan mimari öğelerle yerel özellik taşıyan bir yerleşim yeridir.

Çalışmada Bitlis eski yerleşim bölgesindeki konut cephelerinde çevresel etmenler ile estetik yaklaşımının incelenmesi, bu cephelerin kullanıcılar tarafından estetik bulunup bulunmadığı araştırılmıştır. Çalışmadaki veriler Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans tezi kapsamında Bitlis Çalıştay, Bitlis belediyesi ve koruma kurulu projelerinden alınmıştır. Bu çerçevede Bitlis tarihi kent merkezinde yer alan 3 geleneksel ev örneklem olarak seçilmiştir. Konut cephelerindeki mimari öğeler çevresel etmenler açısından değerlendirilmiştir. Geleneksel konut cephelerinin kullanıcı tarafından, görsel açıdan estetik bulunduğu ve çevresel etmenlere uygun tasarlandığı hipotezi ileri sürülmüştür. Bitlis'in tarihi kent merkezindeki geleneksel dokuyu oluşturan yapıların çevresel etmenlere bağlı tasarım ölçütleri saptanıp, estetik biçimlenmeyle ilişkisi irdelenmiştir. Belirlenen tasarım parametreleri ile yeni inşa edilecek yapılar için öneriler üretilmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla çalışma, biçimsel estetiğin temel alındığı mimari ürünlerin üretilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada detaylı bir literatür taraması yapılmış, elde edilen veriler analiz edilerek çizelgeler oluşturulmuştur. Aynı zamanda tasarıma etki eden çevresel etmenlerin daha çok hangi estetik kriter üzerinde etkili olduğunu gösteren çizelgeler tespit edilmiştir. İnşa edilecek yeni mimari yapıların bölgenin yerel verileriyle uyumlu, iklim ve topoğrafya şartları göz önünde bulundurularak tasarlanması gerekmektedir. Böylelikle kullanıcı ve tasarımcıların beğenisini sağlayan yeni estetik yapıların oluşması mümkün olacaktır.

**Anahtar Kelimeler :** Biçimlenme, Çevresel Etmenler, Estetik, Tasarım

## 1. GİRİŞ

Barınma gereksinimi ilk olarak pragmatik bir yaklaşımla giderilmiş ve böylece ilk yapı örneklerini ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla insanoğlu içinde bulunduğu çevrenin iklim, topoğrafya koşullarıyla uyumlu ve bu çevrenin malzemeleri ile kendine uygun bir barınak oluşturmuştur. Bireylerin, yaşadığı çevreyi düzenlerken aynı zamanda onu güzel şekilde oluşturmak amaçlanmıştır. Bu durum insanlık tarihi boyunca gelişerek devam etmiştir. Dolayısıyla insan, yapı inşa etmeyi, barınma veya savunma ihtiyacını gidermek için süregelen, zaman içerisinde edinmiş ananelerden sıyrılarak ihtiyaca cevap vermesinin yanı sıra güzel ve estetik denilebilecek yaşam biçimine yönelik fiile dönüştürmüştür [1].

Mimari gelişmenin önemli bir parçası olan estetik olgusu da ağırlıklı olarak biçimlendirme temelinde yapılmaktadır. Bu çalışmada Bitlis eski yerleşim bölgesindeki geleneksel konut yapıları, cephe bazında estetik biçimlenme kriterleri göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Bitlis geleneksel konutların tasarım ölçütleri ile estetik ilişkisi ve tasarımda etkin olan çevresel faktörler belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. BİÇİMLENMEYİ ETKİLEYEN ESTETİK BİÇİMLENME KRİTERLERİ ve ÇEVRESEL ETMENLER

Tasarım yapılırken birçok faktör, ürün oluşumu sürecine dâhil edilmek zorundadır. Bu çalışmaya dâhil edilip altlık oluşturan, estetik kriterler ve biçimlenme ile ilişkisi araştırmanın ölçme araçlarının kavranmasının yanı sıra sonuç ve önerilerin geliştirilmesi açısından önem arz etmektedir. Özellikle estetiğin zaman zaman öznel bir yapıya sahip olması sebebiyle açıkça tanımlanması ve içeriği derinlemesine incelenmelidir. Bu nedenle estetik kavramı ve gelişimi, mimari tasarımda temel biçimlenme kriterleri ve nedenleri, estetik kavramının mimarlıktaki yeri ve biçimlenme ile ilgili parametreler, Bitlis geleneksel dokusu bölümlerine yer verilmiştir.

### 2.1. Estetik Biçimlenme Kriterleri

Güzelliğin temel belirleyicisi biçimsel (formal) dünya olduğundan, bir mimari üründe de estetik değeri form özelliği ile ortaya çıkmaktadır. Form özelliği iki şekilde incelenebilmektedir; birincisi “form yapısı”, bir diğeri ise “form içeriği” ile ilgili olmaktadır. Biçimsel estetik olarak da adlandırılan form yapısı, uyarıcı kaynakların görsel değerlendirilmesiyle ilişkilidir. Form içeriği ile ilgili olan kısım ise “anlamsal estetik” olarak tanımlanmaktadır [2].

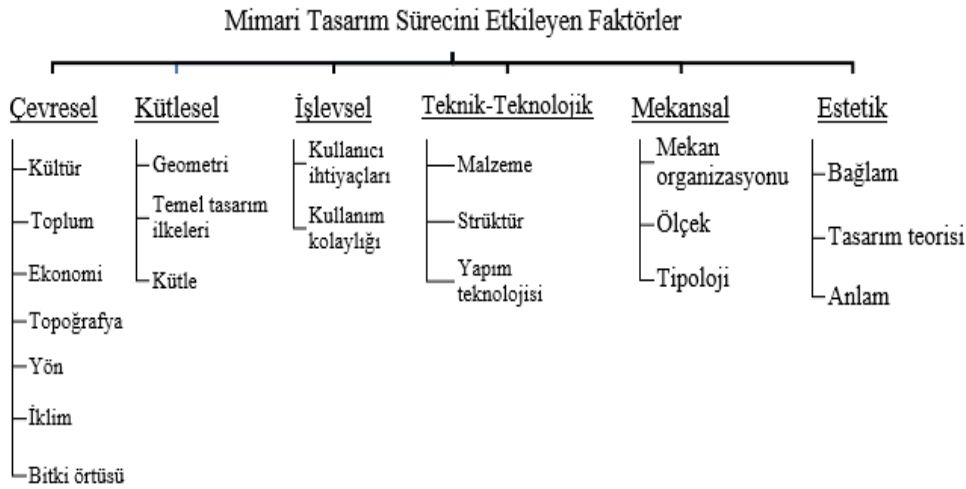
Bir nesne estetik açıdan yorumlanırken, başlangıçta biçimsel incelemesi yapılmaktadır. Bu inceleme, anlatılabilir, tamamlanabilir, yorumlanabilir ve matematiksel olarak belli niteliklere sahip olan unsurları kapsamaktadır. Bu sebeple biçimsel estetik; malzeme, şekil, oran-ölçek, ritim, renk, ışık, doku bileşenlerinden oluşmaktadır [3]. Bir nesne ya da yapı tasarlanırken doğru bileşenlerin doğru şekilde uygulanarak bir araya getirilmesi, farklı mekân ve kültürlerle sahip olunmasına rağmen genel geçer şekilde her toplumun beğenmesini mümkün kılabilir. Genel beğenin sağlanması, bu bileşenlerin tasarım aşamasında birer kriter olarak göz önünde bulundurulmasını gerekli görmektedir.

Mimari biçim, kütle ile yapının iç hacmi arasındaki bağlantıyı kuran kabuktur. Bu aynı zamanda farklı kaynaklarda fiziksel biçim, bina biçimi olarak da tanımlanmaktadır [4].

Güzel, obje ile ilgili bir kavramdır. Yani güzel, nesne, canlı ya da sanat yapıtına atfedilmektedir. Güzelliğin biçimsel nitelikleri ise öncelikle güzel diye nitelendirilen objenin niteliklerini, onun biçimiyle ilgili özellikleri anlatmaktadır. Biçimsel nitelikler aslında şekil, malzeme, oran-ölçek, ritim, renk, ışık, doku, altın kesit, doluluk-boşluk gibi bazı temel kavramları ifade eden matematiksel belirlemeler ve ilkeler olmaktadır.

## 2.2. Çevresel Etmenler

Birbirinden farklı tanım ve yaklaşımları bulunan tasarım kavramı üretim için çok büyük önem arz etmektedir. Araştırmacıların çoğuna göre tasarım bir sorun çözme, bazıları için karar verme ya da deneme-yanılma sürecidir. Ama en genel tanımı ile tasarım, bir plan ya da eskiz dâhilinde, zihinde biçimlendirilen proje ya da şemadır [5]. Bu doğrultuda ‘biçim’ bir mimari eserin oluşmasındaki en önemli unsurlardan biri olmaktadır. Çünkü mimari ürün gerçekleştirildiği anda içeriğindeki biçimle birlikte var olmaktadır. Mimari tasarım süreci birçok parametreye bağlı olarak gelişir. Yıldırım ve Yavuz’a göre mimari tasarım sürecini etkileyen ve mimari biçimlenmenin oluşmasında etkili olan faktörler kategorileştirilerek sınıflandırılmıştır (Görsel 1).

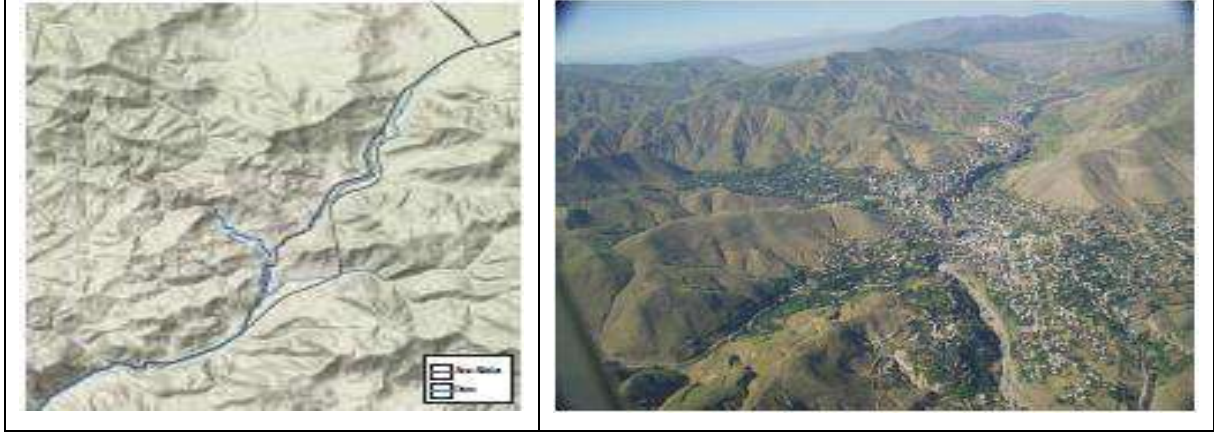


Görsel 1. Mimari Tasarım Sürecini Etkileyen Faktörler [6]

## 2.3. Geleneksel Bitlis Evleri

Bitlis ili, Doğu Anadolu bölgesinde yer almaktadır. İl oldukça yüksek ve girintili-çukurlu bir araziye sahiptir ayrıca Doğu Anadolu bölgesinin en dağlık yerini oluşturmaktadır (Görsel 2). Bununla birlikte karasal iklim özelliğini gösterip, ülkenin en çok kar yağışı alan bölgesi olmaktadır.





**Görsel 2. Bitlis'in Topoğrafik Yapısı [7]**

Bitlis tarihi bölgesi, şehrin merkezinde bulunan Bitlis kalesi ve çevresini oluşturmaktadır. Aynı zamanda kalenin etrafını saran ana yol ve Bitlis deresiyle birlikte yol kenarına konumlanan taş evler yer almaktadır. Sade ve gösterişsiz olup, savunma yapısını andıran, kat sayısı az (1, 2, 3 katlı) olan, kare, dikdörtgen ya da kübik yapılı, toprak damlı taş evler yüksek topoğrafyaya oturmuştur (Görsel 3).



**Görsel 3. Bitlis'in Tarihi Kent Yapısı, Bitlis Evleri**

Tarihi kent merkezinin yerleşim biçimini ve ulaşım planını, coğrafyası ve fiziki verileri şekillendirmiştir. Evler bahçeli olarak ya da birbirine bitişik nizamda tasarlanmıştır. Yükselen topoğrafyaya oturan evlerin bir kotta eğim nedeniyle tek ya da iki kat olduğu görülürken, diğer kotta üç kat gözlemlenmiştir. Evler arasındaki yollar organik formda olup, dik, dar ve genelde

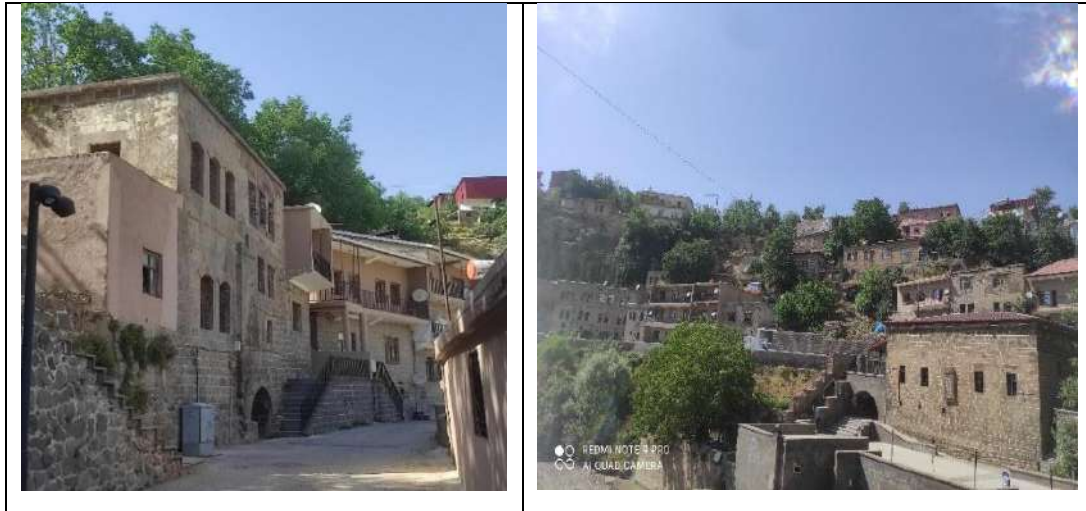


taş merdivenlerden oluşan yaya yolları olmaktadır (Görsel 4). Bunun aksine eğimli araziye paralel uzanan yollar geniştir.



**Görsel 4. Bitlis'in Tarihi Kent Yapısı ve Yolları**

İlde geleneksel evlerin tasarımında topoğrafyanın, parsel kullanım ve oluşumunu etkilediği, belirleyici bir ölçüt olduğu görülmektedir. Ancak plan oluşumunda kesin belirleyici olduğu söylenemez. Evler topoğrafyaya yerleşirken birbirinin manzarasını bozmayacak şekilde konumlandırılmıştır (Görsel 5).



**Görsel 5. Geleneksel Bitlis Evleri Manzaraya Göre Yönelim Örnekleri**

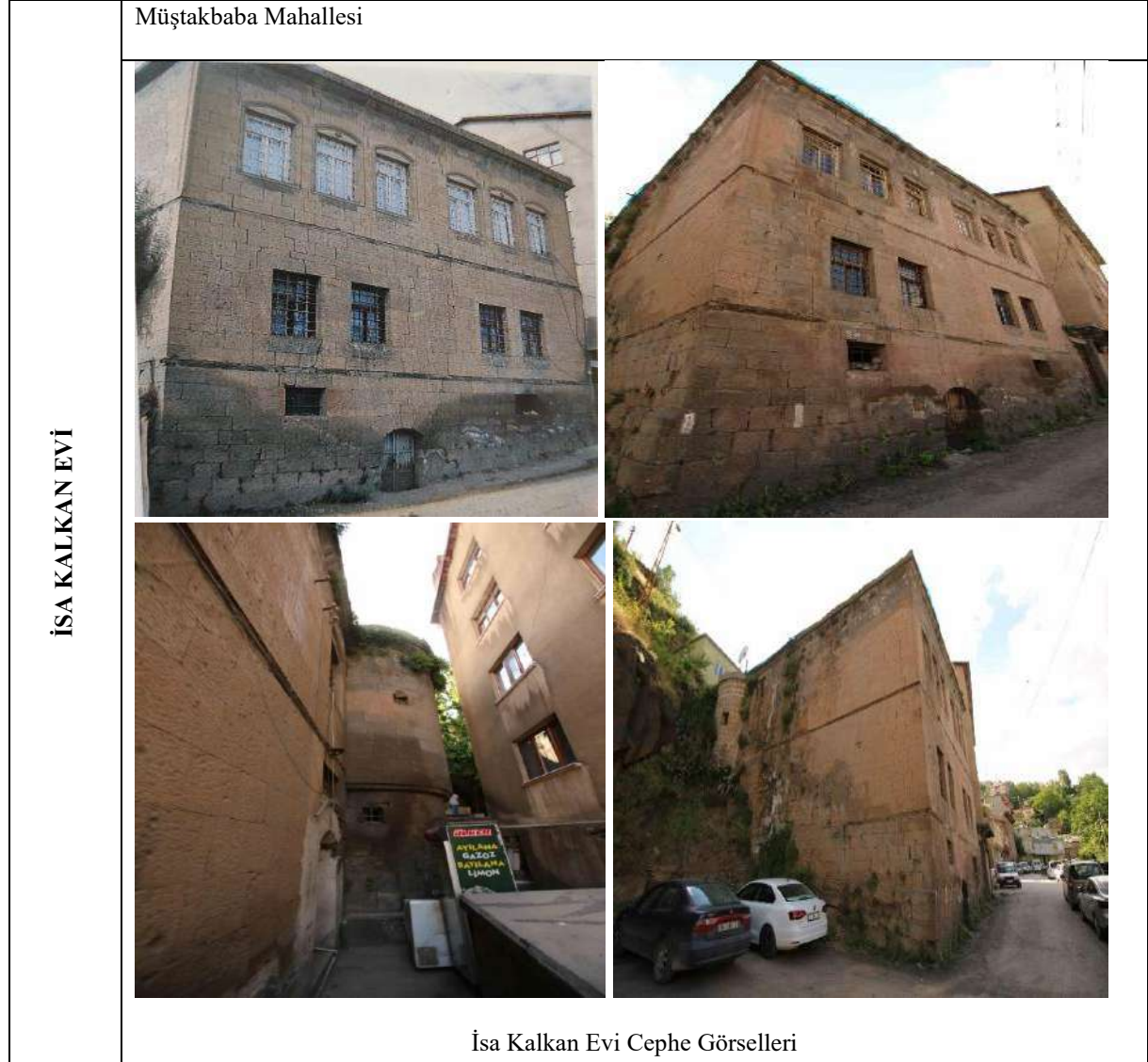
Yapı tasarımında topoğrafya sebebiyle yönlendirme ilkesi uygulanmamakta ve evler daima manzaraya göre yönelim göstermiştir [8]. Bununla birlikte Bitlis evlerinin birbirleriyle olan mesafesi, topoğrafyaya paralel uzanan yolların hemen yamacında konumlanması, sokakla ilişkili dışa dönük bir tasarım sergilediğini göstermektedir.

### **Ahmet Ağa Konağı (İsa Kalkan Evi)**

Yapı cephesinde ve üçüncü kat giriş kapısının üzerinde yer alan kitabelerde yapının 1897 yılında inşa edildiği yazmaktadır. Ev sokak yönünde üç katlı görünmektedir. Çok eğimli bir arsa üzerinde kurulmuş olduğu için, her üç katın da dışarıya doğrudan açılan birer kapısı vardır.

Planı harem ve selamlık olarak ayrılmıştır. En üst kat harem, orta kat selamlık, birinci kat ise depo ve ahır amaçlı tanzim edilmiştir. Oturma katları arasındaki bağlantı ahşap bir merdivenle sağlanmıştır. Evin en dikkat çeken özelliği zengin kalem işleridir. Odalarda pencerelerin önünde taş sedirler bulunur. Yapının cephe görselleri Çizelge 1’de gösterilmiştir.

### Çizelge 1. Ahmet Ağa Konağı (İsa Kalkan Evi) Cephe Görselleri



İsa Kalkan evinin hangi çevresel etmenlerden hangi tasarım öge ve ilkelerinin etkilendiğine dair eşleştirme Çizelge 2. ’de detaylandırılmıştır.

### Çizelge 2. Tasar Öge ve İlkelerinin Çevresel Etmenlerle Örtüştürülmesi

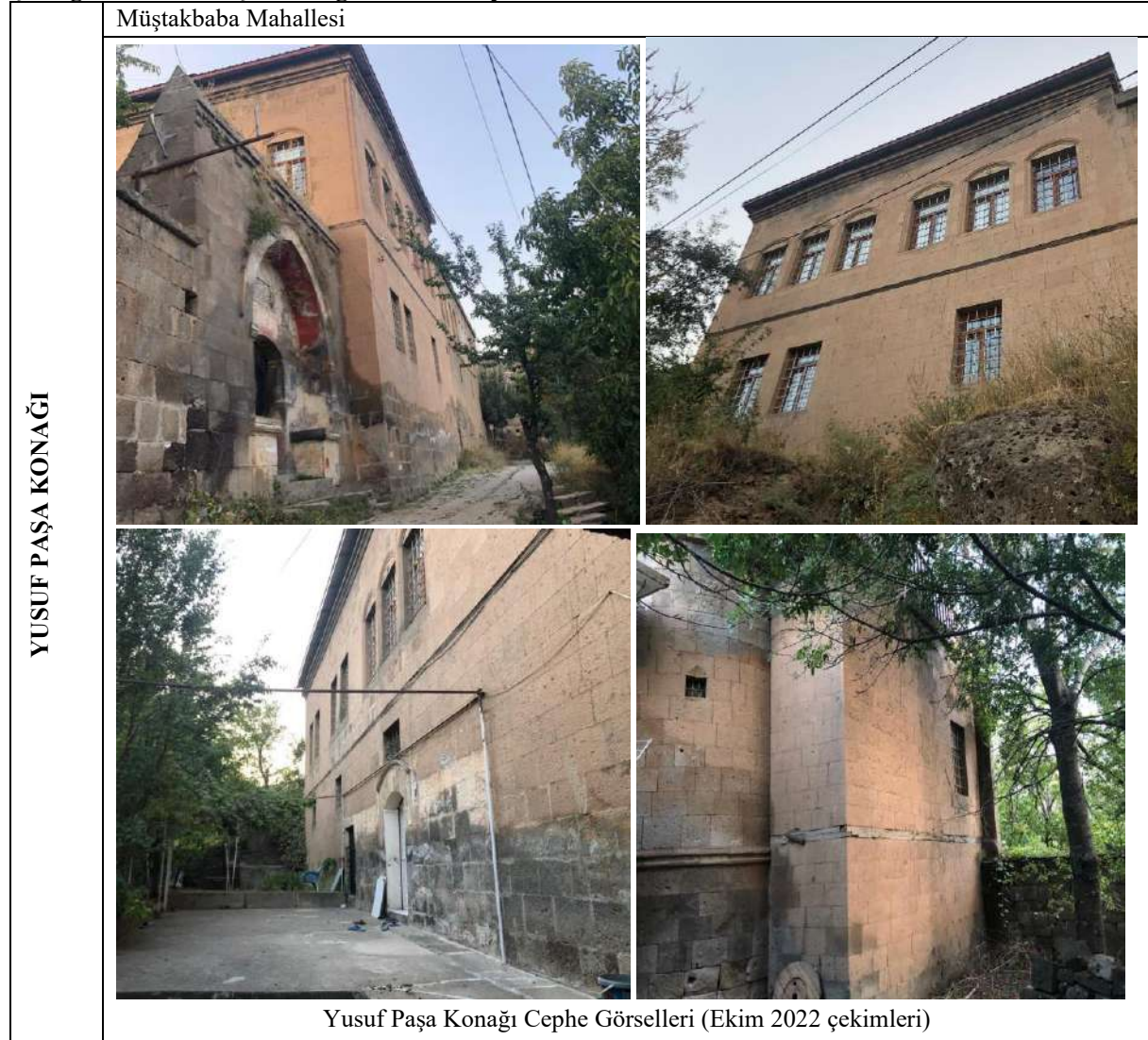


Çevresel Etmenler	Tasar Öge ve İlkeleri
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fiziksel Çevre Etmenleri (İklim, Jeoloji, Topoğrafya)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biçim</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sosyo Kültürel Çevresel Etmenler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Malzeme</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ekonomik Etmenler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ölçü-oran</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Psikolojik Çevresel Etmenler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ritim</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renk</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Işık</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doku</li> </ul>

## Yusuf Paşa Konağı

Kitabesinde yazıldığı üzere 1899 tarihinde bir ayan konağı olarak inşa edilmiştir. Şehir manzarasına hâkim bir tepe üzerinde konumlandırılmıştır. Konağın taç kapı niteliğindeki cümle kapısı, sivri bir kemer ve üstte bir konsol dizisiyle anıtsal bir görünüme sahiptir. Yapı iki katlıdır ve cephe görselleri Çizelge 3’te gösterilmiştir.

### Çizelge 3. Yusuf Paşa Konağı Plan ve Cephe Görselleri



Alt katta yaşam alanları kullanılsa bile dışa kapalı alanlar oluşturulmuştur. Bunun aksine üst kattaki odalarda ise sokağa bakan ve mümkün olduğunca çok pencereden ışık almasına özen gösterilen bir tasarım izlenmiştir.

Orta halli ailelerin konutlarında sade kapılar yer alırken varlıklı ailelerin cümle kapıları ise anıtsal bir görünümdeydir. Taç kapı görünümlü taş kemerli kapılara sık rastlanmaktadır.

Bitlis evlerinin üst örtüleri her zaman toprak düz damdır. Yusuf Paşa Konağında da döşeme tabakaları, en altta kavak veya karaağaçtan yaklaşık 50 cm aralıklar ile yörede “keran” denilen ahşap kirişle, onun üzerinde daha ince 2-2.5 cm çapında “perdi” denilen mertekler sıralanmaktadır [9].

Yusuf Paşa Konağının hangi çevresel etmenlerden hangi tasarım öge ve ilkelerinin etkilendiğine dair eşleştirme Çizelge 4’te gösterilmiştir.

**Çizelge 4. Tasar Öge ve İlkelerinin Çevresel Etmenlerle Örtüştürülmesi**

Çevresel Etmenler	Tasar Öge ve İlkeleri
<ul style="list-style-type: none"><li>Fiziksel Çevre Etmenleri (İklim, Jeoloji, Topoğrafya)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Biçim</li><li>Malzeme</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Sosyo Kültürel Çevresel Etmenler</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Ölçü-oran</li><li>Ritim</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Ekonomik Etmenler</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Renk</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Psikolojik Çevresel Etmenler</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Işık</li><li>Doku</li></ul>

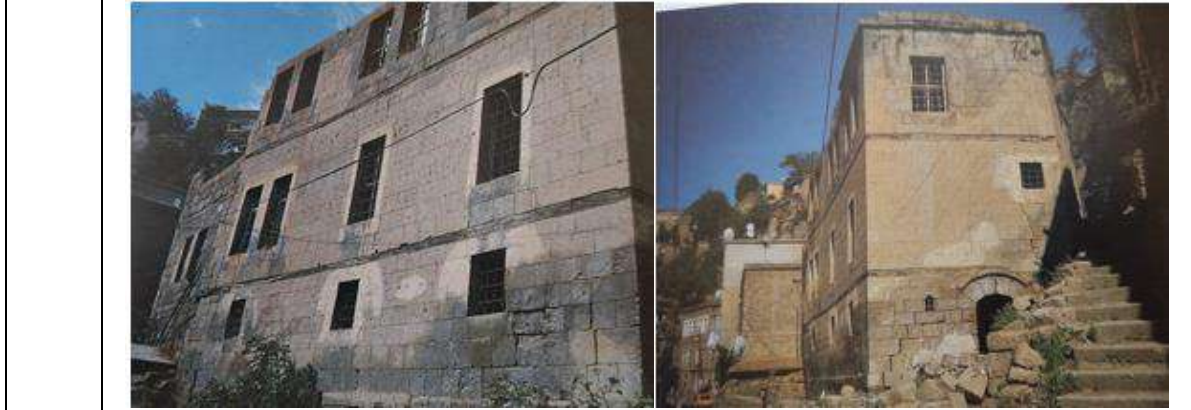
İklim ve topoğrafyanın malzeme seçiminde, yapı biçimlenmesinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Malzeme seçimi iklimin yanı sıra bölgenin ekonomik etmenlerinden de etkilenmektedir. Konağın avlusuna girilen giriş kapısı özelliğindeki eyvanın büyüklüğü ve şekli ailenin sosyal statüsünü sembolize etmektedir. Sosyo-kültürel unsurları etkileyen statü ve toplumun haremlik-selamlık esasına dayanan kültürü, cephedeki tasarım elemanlarında, yapının biçimlenmesinde etkili olmuştur.

### Ali Sacit Evi

Bitlis ilinde bulunan günümüzde yıkılmış olan önemli geleneksel konutlardan biri olan Ali Sacit evinin farklı cephelerden görünüşleri Çizelge 5’te gösterilmiştir.

**Çizelge 5. Yusuf Paşa Konağı Plan ve Cephe Görseleleri**

A L i	Müştabkaba Mahallesi
-------------	----------------------



Ali Sacit Evi Cephe Görşelleri

Ali Sacit evinin hangi çevresel etmenlerden hangi tasarım öge ve ilkelerinin etkilendiğine dair eşleştirme Çizelge 6'da gösterilmiştir.

**Çizelge 6. Tasar Öge ve İlkelerinin Çevresel Etmenlerle Örtüştürülmesi**

Çevresel Etmenler	Tasar Öge ve İlkeleri
<ul style="list-style-type: none"><li>Fiziksel Çevre Etmenleri (İklim, Jeoloji, Topoğrafya)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Biçim</li><li>Malzeme</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Sosyo Kültürel Çevresel Etmenler</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Ölçü-oran</li><li>Ritim</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Ekonomik Etmenler</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Renk</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Psikolojik Çevresel Etmenler</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Işık</li><li>Doku</li></ul>

Fiziksel çevre etmenlerinden iklim ve topoğrafya, tasarım öğelerinden en çok biçim ve malzeme üzerinde etkili olmuştur. Aynı zamanda malzeme seçimi ekonomik etmenlerden de etkilenmiştir.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

İlk mimari yapılardan günümüze kadar yapı cepheleri mimari tasarımın temel olgularından biri olmuştur. Cephe tasarımı, yapının üretildiği bölgenin iklimi, coğrafyası, kültürü, toplum yapısı, malzeme, teknolojik ve ekonomik durumuna bağlı olarak kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır. Bu da bireyler üzerinde farklı psikolojik etkilere neden olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Bitlis geleneksel konut cepheleri, estetik biçimlenme parametreleri başlıkları altında analiz edilmiştir. Cephenin görsel algısında oran-ölçek kriteri son derece etkin

bir ilke olarak öne çıkmaktadır. Geleneksel konutlar, cephedeki doluluk-boşluk dengesi, boyut-renk-doku açısından çevresiyle uyumlu olması, cephe organizasyonlarının doğru şekilde bir araya gelmesiyle oluşmuştur.

Cephe elemanlarının (kapı, pencere) tekrar edilişi, tasarımın iklim ve yön doğrultusunda doğru uygulanması dolayısıyla ritim ilkesi eski dokudaki cephelerin estetik algılamasında önemli bir parametre olmuştur.

Renk olgusu, bölgenin yerel malzemeleriyle tasarlanıp, doğal dokusundan kopmadan uygulanması sebebiyle bireylerin görsel algısında bütünlük sağladığı, yapıları estetik gösterdiği gözlemlenmiştir.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Geleneksel konut cephe analizlerinden çıkarılacağı üzere yapının biçimlenmesi ve malzeme kullanımı çevresel verilere bağlı olarak şekillenmektedir. Bölgenin iklim ve topoğrafyası cephe elemanlarının konumu, boyutu, cephe tasarımındaki organizasyonunu ve kullanılan materyalleri etkilemektedir.

Tasarımı etkileyen etmenlerden biri olan ekonomik unsurlar da yine malzemenin kullanımıyla ilişkilendirilebilmektedir. Ekonomik verilerin elverişsiz olduğu durumlarda bölgenin yerel verileri ile bir tasarım oluştuğu görülmektedir. Tasarım öğelerinden olan renk ve ışık da psikolojik etmenler sonucu oluşmuştur.

#### KAYNAKÇA

- [1] Masiero, R., Estetica Dell'architettura, Dost Kitabevi Yayınları, Ankara, 2006.
- [2] Lang, J., Creating Architectural Theory. Van Nostrand Reinhold, New York, 1987
- [3] Wohlwill, J. F., Environmental Aesthetics: The Environment as a Source of Affect, Springer US, New York, 1976.
- [4] Ching, F.,D.,K., Mimarlık, Biçim, Mekan Ve Düzen, Sevgi., L. (çev.), Yem Yayınları, İstanbul, 2002.
- [5] Bayazıt, N., Endüstri Ürünlerinde Ve Mimarlıkta Tasarlama Metodlarına Giriş, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 1994.
- [6] Yıldırım, M.T. and Yavuz, A. Ö. (2013). A Study On The Utilization Of Creative Knowledge During The Process Of Computer Aided Architectural Design Education, 3rd World Conference On Innovation And Computer Sciences.
- [7] Bitlis Kültür Odaklı Yol Haritası, (2010). [https://www.kentselstrateji.com/wp-content/uploads/V-30\\_Bitlis.pdf](https://www.kentselstrateji.com/wp-content/uploads/V-30_Bitlis.pdf) (Erişim Tarihi 1 Kasım 2022).





- [8] Oğuz G.P., Aksulu I.B., Geleneksel bitlis evleri: koruma sorunları ve öneriler, megaron 11(1): 63-77, 2016.
- [9] Sayan, Y. ve Öztürk, Ş., Bitlis Evleri, Kültür Bakanlığı Yayınları, 176, Ankara, 2001.

## AUTUMN COLOR EFFECTS OF WOODY LANDSCAPE PLANTS

Graduate Student, Serap ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Assoc.Prof. Dt. Nilüfer SEYİDOĞLU AKDENİZ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Bursa Uludag University, Institute of Science, Department of Landscape Architecture,  
serapozturk.pm@gmail.com – ORCID: 0000-0003-4397-7551

<sup>2\*</sup>Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture,

\*Corresponding Author: nilufers@uludag.edu.tr - ORCID: 0000-0001-6789-4473

### Abstract

Plants play important roles in the design of aesthetic and functional spaces as dynamic landscape elements. Also, plants with several growth and development qualities strengthen the composition by exhibiting their unique characteristic features. It's important to know visual properties of the landscape plants to be used in the design, and they complete the design with the features such as form, color and texture etc. The color which is among the herbal design elements, appears as an effective design element. The color occurs through the reflection of light on the stem-branch, leaf, flower and fruit surfaces of plants. In addition, the color has a striking effect that perceived by people at first improves value and expressiveness to the design with appropriate and correct use. The change of the color of the plants' leaves, especially in the autumn, has an important role in the design. The tones of colors of plants' leaves such as yellow, red, orange and purple before shedded from autumn to winter provide an effective beauty and allow the life cycle to be noticed by loading positive emotions. The autumn coloration of each plants occurs at different times, and this creates a visual feast by allowing many colors to be seen together. It's necessary to know the colors effects of plants in autumn and to rank landscape plants effective in autumn coloring design. In this study, it is aimed to evaluate the family, color effect, form and texture characteristics and usage areas of the frequently preferred landscape plants with autumn coloring effect. It was observed that the plant taxa created mostly red, yellow and orange color effects in the autumn, and round form and medium texture were determined generally. However, it has been shown that taxa have several usage area especially solitary and group design. So, it is thought that design should be directed in this direction.

**Key Words:** Landscape Plants, Planting Design, Color, Aesthetics, Autumn Coloring.

### 1. INTRODUCTION

Plants are one of the indispensable elements of landscape architecture and they establish the relationship between man and nature. Plants directly increase the preferability, usability, and perception of the landscape with their aesthetic and functional features such as color, texture, smell, shadow effect and space creation [1,2,3,4]. Plants are especially important in terms of aesthetics in design. People generally pay attention to the aesthetic characteristics of the plants around them, such as color, texture, smell, and seasonal changes. Aesthetic satisfaction is at an important point in design, and a good planting design should complement and unify the space aesthetically [4,5,6].

The element that creates the most distinctive difference in design and contributes to the integrity is color. For plants, color is an important design element that emphasizes a link or line, drawing attention to the center of the plan and giving it character. Color is the effect that emerges with the reflection of light on the stem, branch, leaf, flower, and fruit surfaces of plants. Plants, which have a variety of colors, define spaces with these features and are also effective on human psychology. It is a known fact that the green color gives calmness and peace, the water blue colors absorb the electricity of the human skin, the yellow color gives a feeling of energy and the white color has a calming effect. On the other hand, red and orange colors create tension when watched for a long time and should be used in a limited way [1,7,8,9,10].

At the same time, the changes in the visual characters of plants according to the seasons is an important natural phenomenon that should be considered. In the autumn months before the plants enter the resting period, if there is not enough water and light for photosynthesis, the level of the chlorophyll pigment, which gives the green color to the leaves, decreases and causes the emergence of other color pigments. This effect, called autumn coloration, is formed by the formation of pigments that give the colors of yellow, red, orange, etc. It is possible to understand from the leaf colors which pigment is more in a plant. For example, the fact that the leaves of *Quercus* sp., *Cornus* sp. and some *Acer* sp. species turning red is caused by the increase of anthocyanin pigmentation, while *Populus* sp, and some *Acer* sp. species' leaves turn yellow thanks to carotenoids [11,12,13]. Changing colors of the leaves such as turning red, yellow, and orange during the transition of plants from autumn to winter provides a visual feast in the design, adds vitality and motion, and at the same time, allows us to realize the rhythm and cycle of life. [14,15,16].

From this point of view, in this study, some taxa with autumn color effect were addressed and the use of these taxa in landscape works together with form, texture, and autumn coloration were evaluated.

## 2. MATERIAL AND METHOD

Some plant taxa with autumn color effect constitute the research material. In the study, taxa, which are frequently used in the urban landscape, were selected by using different sources. The selected taxa were evaluated by classifying them according to their families, autumn colors, form and texture characteristics, and their areas of usage in the landscape [5,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27]. Frequencies analysis included in the SPSS 23 package program was used in the evaluation of the data obtained, and it is shown with tables and graphics.

## 3. FINDINGS

### 3.1. Distribution of Plant Taxa Showing Autumn Color Effect by Families

53 taxa, Angiospermae and Gymnospermae, with autumn color effect, were determined and evaluated (Table 1). Of the selected taxa, 35 are trees, 16 are shrubs, and 2 are amplexant-climbing taxa. In terms of families, the taxa are mostly in the Rosaceae family with 12 of them. It is followed by the Aceraceae family with 7 taxa and the Fagaceae family with 6 taxa.

Cupressaceae, Ginkgoaceae, Pinaceae, Cornaceae, Fabaceae, Lythraceae, Malvaceae, Magnoliaceae, Oleaceae, and Sapindaceae families are represented by 1 taxon each.

**Table1. Some Plant Species that are Active in Autumn Colors**

	<b>Family</b>	<b>Taxa</b>
Gymnospermae	Cupressaceae	<i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.
	Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i> L.
	Pinaceae	<i>Pseudolarix kaempferi</i> Gord.
Angiospermae	Aceraceae	<i>Acer campestre</i> L.
		<i>Acer ginnala</i> MAXIM
		<i>Acer palmatum</i> THUNB.
		<i>Acer platanoides</i> L.
		<i>Acer pseudoplatanus</i> L.
		<i>Acer rubrum</i> L.
		<i>Acer saccharum</i> Marshall
	Adoxaceae	<i>Viburnum carlesii</i> Hemsl.
		<i>Viburnum fragrans</i> Stearn
		<i>Viburnum opulus</i> L.
		<i>Viburnum plicatum</i> THUNB.
	Anacardiaceae	<i>Cotinus coggygia</i> Scop.
	Berberidaceae	<i>Mahonia aquifolium</i> Nutt.
		<i>Berberis julianae</i> Schneid.
		<i>Berberis thunbergii</i> DC.
	Betulaceae	<i>Betula pendula</i> Roth.
		<i>Carpinus betulus</i> 'Fastigiata' L.
	Celastraceae	<i>Euonymus alatus</i> THUNB.
		<i>Euonymus europaeus</i> L.
	Cornaceae	<i>Cornus florida</i> L.
	Fabaceae	<i>Sophora japonica</i> L.
	Fagaceae	<i>Quercus cerris</i> L.
		<i>Quercus coccinea</i> Muenchh.
		<i>Quercus palustris</i> Münch.
		<i>Quercus petraea</i> Liebl.
		<i>Quercus robur</i> L.
		<i>Quercus rubra</i> L.
Hamamelidaceae		<i>Liquidambar orientalis</i> Mill.
		<i>Liquidambar styraciflua</i> L.
Lythraceae		<i>Lagerstroemia indica</i> L.
Malvaceae		<i>Tilia argentea</i> Moench.
Magnoliaceae	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	
Oleaceae	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	
Platanaceae	<i>Platanus x acerifolia</i> Willd.	
Rosaceae	<i>Crataegus crus-galli</i> L.	
	<i>Malus sargentii</i> Rehder.	
	<i>Prunus sargentii</i> Rehder.	
	<i>Prunus x yedoensis</i> Matsum.	
	<i>Cotoneaster acutifolia</i> Turcz.	
	<i>Cotoneaster bullatus</i> Bois.	
	<i>Cotoneaster divaricatus</i> Rehder. & E. H. Wilson	
<i>Cotoneaster horizontalis</i> Decne.		

		<i>Cotoneaster salicifolius</i> Franch.
		<i>Photinia beauverdiana</i> C. K. Schneid.
		<i>Photinia villosa</i> THUNB.
		<i>Spirea prunifolia</i> Siebold & Zucc.
	Sapindaceae	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.
	Vitaceae	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> Planch.
		<i>Parthenocissus tricuspidata</i> Planch.

### 3.2. Distribution of Plant Taxa Showing Autumn Color Effect by Color

According to the colors of the taxa in autumn, they were included in nine classes red, yellow, red-orange, yellow-orange, yellow-red, red-purple, purple-bronze, brown-bronze, and yellow-brown (Table 2). Observations revealed that the vast majority of taxa with 16 of them showed a red color effect. While there are 12 taxa with yellow color and 9 taxa with red-orange coloration, there is 1 taxon each with purple-bronze, yellow-brown, and brown-bronze coloration (Figure 1). Taxa showing a red color effect in autumn include *Acer palmatum*, *Acer rubrum*, *Quercus palustris*, *Euonymus alatus*, *Parthenocissus tricuspidata*, etc. On the other hand, *Betula pendula*, *Carpinus betulus* ‘Fastigiata’, *Liriodendron tulipifera*, etc. reveal yellow coloration. *Mahonia aquifolium* shows a purple-bronze color effect, while *Quercus petrea* shows a brown-bronze color and *Cotinus coggygria* shows a red-purple color effect (Table 2).

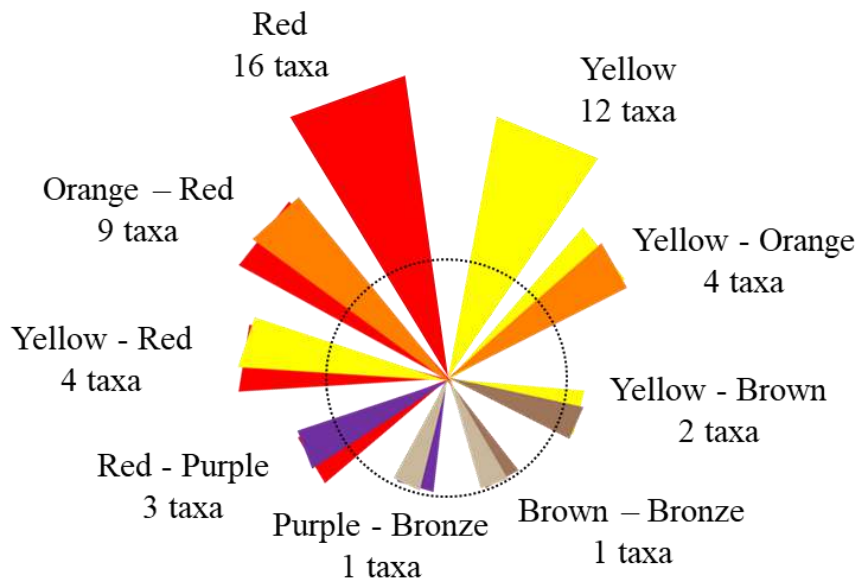


Figure 1. Some Taxa Numbers Grouped by Autumn Colors

Table 2. Some Plant Species Grouped by Autumn Colors

Red		
<i>Acer palmatum</i>	<i>Cotoneaster salicifolius</i>	<i>Quercus coccinea</i>
<i>Acer rubrum</i>	<i>Cotoneaster bullatus</i>	<i>Quercus palustris</i>
<i>Berberis julianae</i>	<i>Euonymus alatus</i>	<i>Viburnum opulus</i>
<i>Berberis thunbergii</i>	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	<i>Viburnum fragrans</i>
<i>Cornus florida</i>	<i>Photinia beauverdiana</i>	<i>Viburnum plicatum</i>

		<i>Taxodium distichum</i>
<b>Yellow</b>		
<i>Acer platanoides</i> <i>Betula pendula</i> <i>Carpinus betulus 'Fastigiata'</i> <i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Fraxinus excelsior</i> <i>Ginkgo biloba</i> <i>Liquidambar orientalis</i> <i>Liriodendron tulipifera</i>	<i>Prunus x yedoensis</i> <i>Pseudolarix kaempferi</i> <i>Platanus x acerifolia</i> <i>Sophora japonica</i> <i>Tilia argentea</i>
<b>Orange - Red</b>		
<i>Acer ginnala</i> <i>Cotoneaster acutifolia</i> <i>Cotoneaster divaricatus</i>	<i>Crataegus crus-galli</i> <i>Spirea prunifolia</i> <i>Quercus rubra</i>	<i>Prunus sargentii</i> <i>Photinia villosa:</i> <i>Viburnum carlesii</i>
<b>Yellow - Orange</b>	<b>Yellow - Red</b>	<b>Red - Purple</b>
<i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Acer saccharum</i> <i>Aesculus hippocastanum</i> <i>Malus sargentii</i>	<i>Acer campestre</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Euonymus europaeus</i> <i>Lagerstroemia indica</i>	<i>Cotinus coggygria</i> <i>Parthenocissus quinquefolia</i> <i>Cotoneaster horizontalis</i>
<b>Purple - Bronze</b>	<b>Brown - Bronze</b>	<b>Yellow - Brown</b>
<i>Mahonia aquifolium</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Quercus cerris</i> <i>Quercus robur</i>

### 3.3. Distribution of Plant Taxa Showing Autumn Color Effect by Forms

On the other hand, the form, which has continuity in design and is an aesthetic feature that can be perceived in all seasons, is a striking design element expressed as the outer outline and silhouette of a plant. Plant form is important in terms of ensuring the coordination of plants with other elements [10, 28]. Taxa showing autumn color effect were examined in six groups Columnar – Pyramidal, Round - Spherical, Oval, Scattered, Flabby, and Dispersed in terms of form characteristics (Table 3). A particular group of taxa with the greatest number evaluated are 28 of them with a round-spherical form. While 10 taxa have columnar-pyramidal form, 6 taxa are oval-shaped, 5 taxa are scattered, 3 taxa are spreading, and 1 taxon is floppy (Table 3). *Acer* sp. and *Quercus* sp are round-spherical taxa, while *Cotoneaster* sp has a scattered and spreading form.

**Table 3. Some Plant Species Grouped by Form**

<b>Round - Spherical</b>		
<i>Acer campestre</i> <i>Acer ginnala</i> <i>Acer palmatum</i> <i>Acer platanoides</i> <i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Acer rubrum</i> <i>Acer saccharum</i> <i>Aesculus hippocastanum</i> <i>Cornus florida</i> <i>Cotinus coggygria</i>	<i>Cotoneaster bullatus</i> <i>Euonymus alatus</i> <i>Euonymus europaeus</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Liquidambar orientalis</i> <i>Liriodendron tulipifera</i> <i>Mahonia aquifolium</i> <i>Quercus cerris</i> <i>Prunus x yedoensis</i>	<i>Quercus coccinea</i> <i>Quercus petraea</i> <i>Quercus robur</i> <i>Quercus rubra</i> <i>Sophora japonica</i> <i>Spirea prunifolia</i> <i>Viburnum carlesii</i> <i>Viburnum opulus</i> <i>Viburnum plicatum</i>
<b>Columnar - Pyramidal</b>		<b>Oval</b>
<i>Carpinus betulus 'Fastigiata'</i> <i>Ginkgo biloba</i>	<i>Prunus sargentii</i> <i>Pseudolarix kaempferi</i>	<i>Berberis julianae</i> <i>Berberis thunbergii</i>



<i>iburnum fragrans</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Platanus x acerifolia</i>	<i>Quercus palustris</i> <i>Taxodium distichum</i> <i>Tilia argentea</i>	<i>Crataegus crus-galli</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Lagerstromia indica</i> <i>Malus sargentii</i>
<b>Scattered</b>	<b>Spreading</b>	<b>Floppy</b>
<i>Cotoneaster acutifolia</i> <i>Cotoneaster divaricatus</i> <i>Cotoneaster salicifolius</i> <i>Photinia beauverdiana</i> <i>Photinia villosa</i>	<i>Cotoneaster horizontalis</i> <i>Parthenocissus quinquefolia</i> <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	<i>Betula pendula</i>

### 3.4. Distribution of Plant Taxa Showing Autumn Color Effect by Texture Characteristics

Also, texture, which is a design element that expresses the general structure of the plant, its branching feature, leaf shape, and the holistic view of its twigs, appears as an element that adds dimension and movement to the design. As a visual design component, the texture is felt by the eye and with the sense of touch, but at the same time, it provides the plant to be perceived with its general habitus characteristics when viewed from afar [10, 28]. Taxa showing autumn color effect were examined in terms of texture in three groups fine, medium, and coarse-textured (Table 4). The taxa selected within the scope of the study are medium textured with a maximum of 31 taxa. There are 8 fine textured taxa and 14 coarse textured taxa. *Betula pendula*, *Acer palmatum*, etc. taxa are fine textured, while *Berberis julianae*, *Sophora japonica*, *Fraxinus angustifolia*, etc. are medium textured and *Aesculus hippocastanum*, *Liquidambar styraciflua*, and *Taxodium distichum* are coarse textured taxa.

**Table 4. Some Plant Species Grouped by Texture Characteristics**

<b>Fine texture</b>		
<i>Acer palmatum</i> <i>Betula pendula</i> <i>Cotoneaster divaricatus</i>	<i>Cotoneaster horizontalis</i> <i>Ginkgo biloba</i> <i>Pseudolarix kaempferi</i>	<i>Sophora japonica</i> <i>Spirea prunifolia</i>
<b>Medium texture</b>		
<i>Acer campestre</i> <i>Acer ginnala</i> <i>Acer rubrum</i> <i>Acer saccharum</i> <i>Berberis julianae</i> <i>Berberis thunbergii</i> <i>Carpinus betulus 'Fastigiata'</i> <i>Cornus florida</i> <i>Cotinus coggygria</i> <i>Cotoneaster salicifolius</i> <i>Cotoneaster acutifolia</i>	<i>Cotoneaster bullatus</i> <i>Crataegus crus- galli</i> <i>Euonymous alatus</i> <i>Euonymous europaeus</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Lagerstroemia indica</i> <i>Malus sargentii</i> <i>Photinia beauverdiana</i> <i>Photinia villosa</i>	<i>Prunus sargentii</i> <i>Prunus x yedoensis</i> <i>Quercus cerris</i> <i>Quercus coccinea</i> <i>Quercus palustris</i> <i>Tilia argentea</i> <i>Viburnum carlesii</i> <i>Viburnum opulus</i> <i>Viburnum plicatum</i> <i>Viburnum fragrans</i>
<b>Coarse texture</b>		
<i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Acer platanoides</i> <i>Aesculus hippocastanum</i> <i>Liquidambar orientalis</i> <i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Liriodendron tulipifera</i> <i>Mahonia aquifolium</i> <i>Parthenocissus quinquefolia</i> <i>Parthenocissus tricuspidata</i> <i>Platanus x acerifolia</i>	<i>Quercus petraea</i> <i>Quercus robur</i> <i>Quercus rubra</i> <i>Taxodium distichum</i>

### 3.5. Areas of Usage of Plant Taxa Showing Autumn Color Effect in Landscape

The usage areas of taxa with autumn color effect in design were evaluated by using different sources [22, 23, 25]. It is seen that the taxa with autumn color effect are used at the highest rate with 19.75% in group planting and 19.11% in solitary. This is followed by use as an alle and road tree with 14.65%, and as a hedge plant and screening with 14.01%. It is used at a minimum rate of 0.64% in waterfronts and wetlands (Figure 2). The taxa *Carpinus betulus* ‘Fastigiata’ and *Platanus x acerifolia* etc., which provide a red color effect in autumn, and the taxa *Acer pseudoplatanus* and *Ginkgo biloba*, etc., which show a yellow color effect, are suitable for solitary use. In group plantings, orange-red *Cotoneaster acutifolia* and *Spiraea prunifolia*, etc. taxa and purple-bronze colored *Mahonia aquifolium* and *Betula pendula*, etc. taxa can be preferred. On the other hand, *Taxodium distichum* species with its red autumn color is suitable for use in waterfronts and wetlands, while *Parthenocissus quinquefolia* species can be preferred as an wrapper plant with its red-purple autumn color (Table 5).

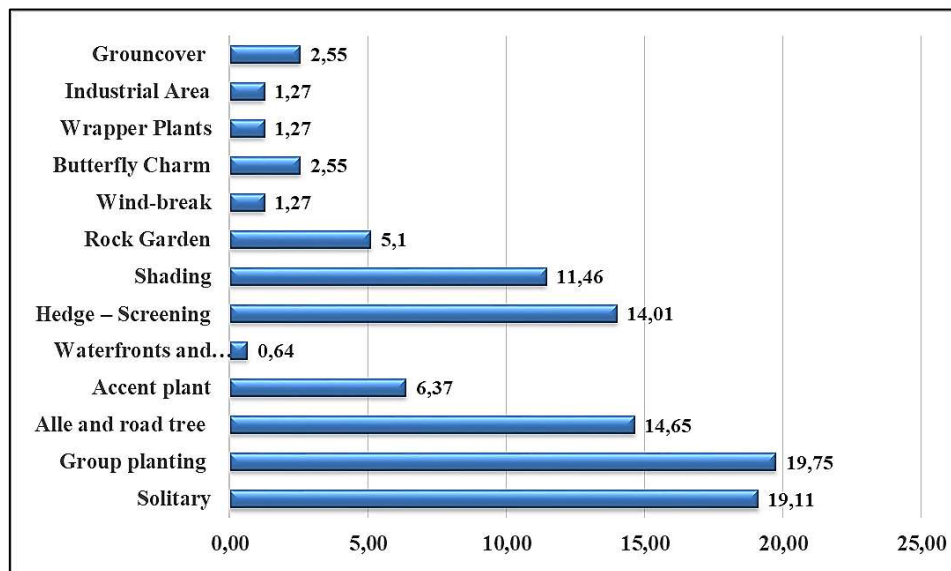


Figure 2. Percentage of Usage Areas of Some Plants

Table 5. Usage areas of some plant species

	Solitary	Group Planting	Alle - Road Tree	Accent Plant	Waterside - Wetland	Hedge – Screening	Shading	Rock Garden	Wind-break	Butterfly Charm	Wrapper Plants	Industrial Area	Grouncover
<i>Acer campestre</i>			*			*							
<i>Acer ginnala</i> MAXIM	*	*											
<i>Acer palmatum</i> THUNB.	*	*		*				*					
<i>Acer platanoides</i> L.	*		*			*		*					
<i>Acer pseudoplatanus</i>	*						*		*				

<i>Acer rubrum L.</i>			*				*						
<i>Acer saccharum L.</i>	*	*											
<i>Aesculus hippocastanum</i>		*	*				*						
<i>Berberis julianae</i>		*				*		*					
<i>Berberis thunbergii</i>		*				*		*					
<i>Betula pendula</i>	*	*	*										
<i>Carpinus betulus 'Fastigiata'</i>	*			*									
<i>Cornus florida</i>		*		*									
<i>Cotinus coggryia</i>	*			*		*				*			
<i>Cotoneaster acutifolia</i>		*				*				*			
<i>Cotoneaster bullatus</i>		*				*		*					*
<i>Cotoneaster divaricatus</i>		*				*					*		
<i>Cotoneaster horizontalis</i>		*						*					*
<i>Cotoneaster salicifolius</i>		*				*		*					
<i>Crataegus crus-galli</i>	*		*			*				*			
<i>Euonymus alatus</i>		*		*		*							
<i>Euonymus europaeus</i>		*		*		*							
<i>Fraxinus angustifolia</i>		*	*	*		*							
<i>Fraxinus excelsior</i>		*	*	*		*							
<i>Ginkgo biloba</i>	*	*	*	*									
<i>Lagerstroemia indica</i>	*	*	*										
<i>Liquidambar orientalis</i>		*	*			*							
<i>Liquidambar styraciflua</i>		*	*			*							
<i>Liriodendron tulipifera</i>	*					*				*			
<i>Mahonia aquifolium</i>		*				*							
<i>Malus sargentii</i>	*	*											
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>						*				*		*	
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>						*				*		*	
<i>Photinia beauverdiana</i>	*		*			*							
<i>Photinia villosa:</i>	*					*							
<i>Platanus x acerifolia</i>	*		*			*							
<i>Prunus sargentii</i>	*					*							
<i>Prunus x yedoensis</i>	*		*			*							
<i>Pseudolarix kaempferi Gord.</i>	*	*		*									
<i>Quercus cerris</i>	*		*			*							
<i>Quercus coccinea</i>	*		*			*					*		
<i>Quercus palustris</i>	*		*			*							
<i>Quercus petraea</i>	*		*			*							
<i>Quercus robur</i>	*		*			*							
<i>Quercus rubra</i>	*		*			*							
<i>Sophora japonica</i>		*	*							*			
<i>Spirea prunifolia</i>		*				*		*					
<i>Taxodium distichum</i>	*				*								
<i>Tilia argentea</i>		*	*			*							
<i>Viburnum carlesii</i>	*	*				*							
<i>Viburnum fragrans</i>	*	*				*							
<i>Viburnum opulus</i>	*	*				*							
<i>Viburnum plicatum</i>	*	*				*							

#### 4. CONCLUSION

Plants, one of the living elements of landscape design, provide different views in different seasons with their growth and development rhythms. These changes make the design indispensable and result in the creation of effective views. Together with using colors, a good way for an effective plant design is to know the autumn coloration of the plants. A tree that prepares itself for winter takes on a distinctive feature from other plants by showing itself with different leaf colors in autumn. This is important for both attracting attention and raising awareness. From this point of view, the study concluded that taxa often have red, yellow, and orange colors in autumn and add vitality to autumn in terms of the autumn color effect. Taxa active in autumn coloring contribute to the integration of the design with their round-spherical forms and medium textures. On the other hand, while taxa with effective autumn coloration are generally used as solitary and group plantings, it is known that there are many usage areas such as alle tree, hedge plant, and shading.

## REFERENCES

- [1] Altınçekiç, T. H. Peyzaj Mimarlığında Renk ve Önemi. Journal of Istanbul University, Faculty of Forestry. (50): 79-83, 2000.
- [2] Tyson M.M., The healing landscape:therapeutic outdoor environments. ISBN: 1- 893311-51-1, 224 s, McGraw-Hill, NewYork, 1998.
- [3] Başıcı, G. *Bitkisel Tasarımda Estetik ve Görsel Kalite*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Semineri, 2016. [https://www.academia.edu/31351602/Peyzaj\\_Mimarl%C4%B1%C4%9F%C4%B1nda\\_Estetik\\_ve\\_G%C3%B6rsel\\_Kalite](https://www.academia.edu/31351602/Peyzaj_Mimarl%C4%B1%C4%9F%C4%B1nda_Estetik_ve_G%C3%B6rsel_Kalite). (Accessed date: April 15, 2022).
- [4] Yılmaz, S., E. Tarakçı Eren, E., Alpak, M., *Peyzaj Tasarımında Estetik*. 34 th International Symposium on Innovative Approaches in Architecture,Planning and Design November 22-24, 2019, Samsun, Turkey. SETSCI Conference Proceedings 4 (7), 61-65. 2019.
- [5] Turgay, Ş., Akdeniz, N.S., *Aesthetic Properties of Some Woody Plant Taxons That Can be Used in Urban Road Afforestations*. Proceedings of International Agricultural, Biological & Life Science Conference AGBIOL 2021. Edirne, Turkey, 1-3 September, 2021. ISBN #: 978-975-374-301-3. p: 594-605, 2021.
- [6] Richard, E.C., Gobster, P.H., The Nature and Ecology of Aesthetic Experiences in the Landscape. Landscape Journal, 9, 1-8. doi10.3368/lj.9.1.1, 1990.
- [7] Bulut, Y., Göktuğ, T.H., Healing Gardens as an Environmental Factor to be Fit. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 23 (2), 9-15, 2006.
- [8] Whitehouse, S., Varni, J.W., Seid, M., Marcus, C.C., Ensberg, M.J., Jacobs, J.R., Mehlenbeck, R.S., Evaluating a children's hospital garden environment: Utilization and consumer satisfaction. Journal of Environmental Psychology, 21: 301-314, 2001.
- [9] Akdeniz, N.S., Woody Landscape Plants Used in the Design of Hospital Gardens and Their Sensory Effects on Users. Journal of Bartın Faculty of Forestry. 22(1): 47-62, 2020.
- [10] Korkut, A.B., Kiper, T. *Peyzaj Mimarlığına Giriş*. Nobel Akademik Yayıncılık. Yayın No: 3341. ISBN: 978-625-439-255-9. 383s, 2021.
- [11] Aytekin, D. Bitkilerin yaprakları sonbaharda neden renk değiştirir?, 2018. <https://www.yesilist.com/bitkilerin-yapraklari-sonbaharda-neden-renk-degistirir>, (Accessed date: April 15, 2022).
- [12] Ekici, Ö.K., Sonbaharda Yapraklar Neden Renk Değiştirir? 2018. <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/sonbaharda-yapraklar-neden-renk-degistirir>. (Accessed date: April 15, 2022).

- [13] Mavi, Ö., Renkli Bir Sonbahar İçin Ağaç ve Çalı Önerileri, 2020. <https://peyzax.com/renkli-bir-sonbahar-icin-agac-ve-cali-onerileri> (Accessed date: April 15, 2022).
- [14] Düzenli, T., Eren, E.T., Baltacı, H. Aktürk E., Color Preferences İn Planting Design: Ktu Kanunı Campus Example. The Journal Of International Social Research. Volume: 11 Issue: 55. 1082-1091, 2018.
- [15] Marcus, C.C., Barnes, M., *Healing Gardens: Therapeutic Benefits and Design Recommendations*. John Wiley and Sons, Inc., New York. 624 p, 1999.
- [16] Yucel, G.F., *Hospital Outdoor Landscape Design*. Intech. Chapter 15. <http://cdn.intechopen.com/pdfs/45442.pdf>, 2013. (Accessed date: April 15, 2022).
- [17] Krussman, G., *Manual Of Cultivated Broad-Leaved Trees and Shrubs*. Timber Press, Portland, Oregon, 1984-1986.
- [18] Dirr, M.A., *Manual of Woody Landscape Plants: Their Identification, Ornamental Characteristics, Culture Propagation and Uses*. Varsity Press, 1992.
- [19] Yaltırık, F., *Dendrology Textbook II. Angiospermae (Angiosperms) Vol. I*. Istanbul, 1993.
- [20] Anonymous, *The Hillier Manual of Trees And Shrubs*. Pocket edition. A David and Charles Book, 1998.
- [21] Zencirkıran, M., Determination of native woody landscape plants in Bursa and Uludağ. African J of Biotechn. 8: 5737-5746, 2009.
- [22] Zencirkıran, M., *Peyzaj Bitkileri I. (Açık tohumlu bitkiler – Gymnospermae)* Nobel Yayınevi. 475 s. 2013.
- [23] Anonymous, Environmental Horticulturae, 2013. <https://hort.ifas.ufl.edu/database>. (Accessed date: April 15, 2022).
- [24] Ender, E. , Akdeniz, N.S., Zencirkıran, M., Colors and Landscape. Journal of Agricultural Faculty of Uludag University. (30): 669-676, 2016.
- [25] Anonymous, Plants. NC State University Extension, 2022a. <https://plants.ces.ncsu.edu>. (Accessed date: April 20, 2022).
- [26] Anonymous, Landscape Plants. 2022b. <https://landscapeplants.oregonstate.edu/>. (Accessed date: April 20, 2022).
- [27] Anonymous, Plant Finder. Missouri Botanical Garden, 2022c. <https://www.missouribotanicalgarden.org/plantfinder/plantfindersearch.aspx>. (Accessed date: April 20, 2022).
- [28] Ayaşlıgil, Y., *Bitkisel Tasarım*. İ.Ü. Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bitkisel Tasarım Ders Notları (Basılmamış), 2004.

## ÇOCUK HASTA ODASINDA OYUNA YÖNELİK TASARIM ARAYIŞI: AYDINLATMA ARMATÜRÜ

**Doç. Dr. ŞENGÜL YALÇINKAYA<sup>1</sup>, YL. Öğr. Gönül ZENGİN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ, MİMARLIK FAKÜLTESİ,  
sengulyalcinkaya@ktu.edu.tr- 0000-0003-1629-6443

<sup>2</sup>KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ, MİMARLIK FAKÜLTESİ,  
gonul\_1208@hotmail.com- 0000-0003-3754-0695

### ÖZET

Çocukların doğum ile başlayan hastane süreci, bakım ve tedavi gereksinimine bağlı olarak gününbirlik veya uzun süreli deneyimlere dönüşebilmektedir. Hastane ortamında çocuğun hastalıktan kaynaklı yaşadığı ağrı ve sızı, teşhis ve tedavi amaçlı uygulanan tıbbi işlemler, yabancı insanlarla karşılaşma, hastaneye yatıştan kaynaklı evden uzakta kalma, günlük rutinin değişmesi çocuk üzerinde olumsuz etki yaratabilmektedir. Bu etki çocuğun kendini ifade etmede en önemli araç olan oyunun hastane ortamında yer alması ile azaltılabilir. Oyun çocuğun hastane ortamına uyum sağlamasına ve iletişim kurmasına imkân vereceğinden sürecin daha rahat geçirilmesi sağlanacaktır. Bu noktada yola çıkılarak oyuna yönelik hastane iç mekânında neler yapılabileceği sorusu ortaya çıkmaktadır. Mekân örgütlenmesinden mekânda kullanılan öğelere kadar farklı boyutlarda sorunu ele almak mümkündür.

Bu çalışmada, çocuk hasta odalarında etkileşimli oyun işlevine sahip genel aydınlatma armatürün nasıl olabileceği araştırılmıştır. Bu çerçevede Karadeniz Teknik Üniversitesi İç Mimarlık Bölümü öğrencileri ile aydınlatma dersinde yer alan 3. Sınıf öğrencilerinden çalışma grupları oluşturulmuştur. Gruplardan hastane ortamında çocuğun en yoğun stres hissettiği hasta odasında kullanılmak üzere etkileşimli oyun işlevine sahip genel aydınlatma armatürü tasarımı yapmaları istenmiştir. Süreç sonucunda 12 farklı armatür tasarımı elde edilmiştir. Armatürler sahip oldukları etkileşimli oyun özelliği ile mevcut armatürlerden farklılaşmaktadır. Tasarımlarda farklı yaş gruplarının kullanımına uygun, genel olarak bilişsel gelişime yönelik oyunların tercih edildiği görülmektedir. Mevcutta var olan akıl oyunlarının yorumlanarak, armatürdeki ışıkların belli bir sistematik ile yanım sönmeye kurgusu ile bir oyun imkânı sunmaktadır. Elde edilen armatürler oyun özelliği, tasarım değeri, uygulanabilirlik açısından değerlendirilmiş, 3 armatür tasarım açısından geliştirilebilir bulunmuştur. Bu armatürlerden bir tanesi için prototip üretim süreci başlatılmıştır. Çocukların hasta odasında yaşadığı stres düşünüldüğünde bu yönde yapılacak tasarımlar çocuğun hastane sürecini daha rahat geçirmesini sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Hastane, Kaygı, Çocuk hasta odası, Oyun, Armatür tasarımı



## 1. GİRİŞ

2021 nüfus verilerine göre Türkiye nüfusunun %26,9 nu çocuklar oluşturmaktadır (TÜİK, 2022). %2'lık dilimde yer alan çocukların süregelen hastalıklar nedeni ile sağlık durumu kötü/çok kötü durumda iken, diğer gruplar ise dönemlik sağlık sorunları yaşayabilmektedir. (TÜİK,2019). Bu süreçte hastaneye gitmek zorunda kalmaktadırlar. Çocuğun hastane deneyimi birçok faktöre bağlı olarak strese neden olabilmektedir. Özellikle hastanede yatmak zorunda kalan çocuklarda travmatik bazı etkiler ortaya çıkabilmektedir. Bunun için sağlık kuruluşlarında çocuk ile ilgili yapılabilecek mekansal örgütlemeler ve estetik düzenlemeler bu sürecin daha rahat atlatılmasında yardımcı olacaktır. Çocuklar söz konusu olduğunda sağlık kuruluşlarında mevcut yönetmeliklere ek olarak çocuğun içinde bulunduğu mekanları ilgi çekici, öğretici, ait hissedeceği bir ortam haline getirilmelidir. Bunun için farklı yaş gruplarındaki çocukların gereksinimlerinin, mekansal davranışlarının ve beklentilerinin biliniyor olması ve mekanın bu yönde tasarlanması önemlidir.

Türkiye’de çocuklara yönelik sağlık yapılarına bakıldığında ilk 1899 İstanbul’da Hamidiye Etfal Hastanesi ile başlayan süreç 2021 yılı itibari ile 4 Çocuk Hastalıkları Hastanesi (1253 hasta yataklı), 20 Kadın Doğum ve Çocuk hastalıkları Hastanesi (3579 hasta yataklı), 1 tane Lösemili Çocuklar Hastanesi (200 yataklı), 1 tane Spastik Çocuklar Hastanesi ve Rehabilitasyon Merkezi (54 yataklı) bulunmaktadır. Çocuk hastalara yönelik toplam 5086 hasta yatak odası bulunmaktadır (TÜİK,2019). Çocuk hastaların yetişkinlere göre daha hassas olması hastanede ve özellikle hasta yatak odalarında oluşturulacak atmosferin önemini ortaya çıkarmaktadır. Mevcut hastanelerde hasta odalarını iyileştirilmesi, gelecekte yapılması planlanan hasta odaları için ise yeni neslin gereksinimlerine yönelik tasarım yaklaşımlarına uygun ortamlar araştırılıp, tasarım kriterlerinin belirlenmesi bir gerekliliktir. Bu çalışmada teknolojinin gelişmesi ile birlikte farklı alanlarda ortaya çıkan yeni gelişmelerin mekan içerisinde çocuğun gelişimini destekleyecek şekilde nasıl kullanılabilceğinin cevabı aranmaktadır. Bunun için çocuğun gelişiminde etkin rol oynayan oyun temel alınarak, mekanın önemli öğelerinden olan aydınlatma armatürünün genel aydınlatmanın yanında ek işlevle mekanı desteklenmesi amaçlanmıştır. Bunun için ortaya konulan kriterlere ve buna bağlı olarak geliştirilen armatür tasarım sürecine yer verilmiştir. Çalışmada etkileşimli, bilişsel gelişimi destekleyen ve çocuğun eğlenceli zaman geçirmesine olanak tanıyacak tasarım yaklaşımına sahip armatürler geliştirilmiştir. Teknolojinin mekanda etkin kullanımına olanak tanıyan armatür, aynı zamanda odanın genel aydınlatılmasına imkan tanımaktadır.

## 2. HASTANE ORTAMININ ÇOCUK HASTALAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

İnsanlar, çocukluk döneminde hastalık durumunda, kontrollerde ve koruma amaçlı hastaneye gitmek durumunda kalmaktadırlar. Bu durum çocukta çoğu zaman korku yaratmakta ve önemli bir stres kaynağına dönüşmektedir. Stresin boyutu veya durumun bir travmaya dönüşmesinin arkasında farklı birçok boyut yer almaktadır. Genel olarak çocuğa tanı, tedavi ve kontrol süreçlerinde uygulanan işlemler, işlemlerde kullanılan tıbbi araç-gereç, hastalık türü,

yabancı kişi ile karşılaşma, daha önceki hastane deneyimi, aile tutumu, çocuğun yaşı, uyum düzeyi, hastalığın derecesi gibi özellikler bu süreçte yaşananlara karşı çocuğun etkilenme durumu üzerinde belirleyici olmaktadır.

Çocukların hastane ortamında en sık yaşadığı korkular arasında doktor-hemşire korkusu, kan aldırma, muayene olma, hastanede yatış, ilaç içme, ameliyat olma, ölüm, aileden ayrılma sayılabilir (Gündüz vd., 2016; Başbakkal vd., 2010; Craske, 1997). Bu korkular çocuğun tıbbi işlem alması önünde bir engel oluşturabilmekte ve teşhis/tedavi sürecini aksatabilmektedir. Ayrıca hastanede yatış ve tıbbi işlemler anksiyete, keder, bağlanma-ayrışma problemi, uyku ve beslenme bozuklukları, kontrol kaybı, daha önce kazandığı becerileri kaybetme gibi etkilere neden olabilmektedir (Yayan ve Zengin, 2018; İnal ve Akay,2008). Özellikle oyun ve okulöncesi dönemdeki çocuklar için hastanede yatışın etkilerinin bir yıla kadar sürdüğü, yatış süresinin uzaması durumu veya hastaneye girme sıklığının atması, travmatik tıbbi işlemlere maruz kalması durumunda ise bu etkinin on yıla kadar uzamasına neden olabilmektedir (Maraşuna ve Eroğlu, 2013). Hatta çocukluk döneminde yaşanan bu tür korkuların, yetişkinlik döneminde etkilerinin devam ettiği görülmektedir.

Yapılan çalışmalar bu korkuların aşılmasında tıbbi işlemler konusunda çocuğa önceden bilgi vermenin önemine değinmektedir (Alak, 1993; Çakıroğlu, 1990). Bunun içinde bu işlemleri uygulayan sağlık personeline önemli bir sorumluluk düşmektedir. İletişim kurmada, çocuğun yaşadığı kaygı ve stresi azaltmada terapötik oyun yaklaşımı çocuk hastalar üzerinde olumlu etkiler yaratabilmektedir. Terapötik oyun ile çocuğun mevcut durum ile baş etmesi sağlanmakta, uygulanacak tıbbi işlemler ile ilgili çocuğa bilgi verilmekte, varsa oluşabilecek yanlış anlaşılmaların giderilmesini sağlamak ve çocuğun duygularını ifade etmesine olanak tanınmaktadır. Diğer taraftan bu süreçte durumun yaşandığı fiziksel çevrenin çocuk ve sağlık merkezi çalışanları için uygun koşullara getirilmesi de diğer bu noktada önemli konulardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle sağlık yapılarında insan odaklı tasarımın önemi düşünüldüğünde iyileşme sürecinde bir dış faktör olarak fiziksel çevrenin etkin kullanılması önemlidir. Fiziksel çevre işlevsel ve fiziksel konforun sağlanmasının yanında estetik yönüyle de bu süreci desteklemelidir.

### 3. HASTANE VE ÇOCUKLARA YÖNELİK TASARIM

İnsan yaşamındaki çocukluk evresi, farklı gelişim dönemlerinden oluşur. Dolayısıyla bu dönemlerde çocukların fiziksel, bilişsel ve sosyal gelişimi, algısı, boyutları ve mekan ile kurduğu ilişki de değişmektedir. Mekan çocuğun olumlu davranışlarını ortaya çıkarmakta, gelişimini desteklemekte ve onun mekanda karşılaşabileceği olası riski azaltarak güvenliğini sağlamaktadır (Gür ve Zorlu, 2002, s.16). Mekanda yer alan zengin uyaranlar çocukta ilgi ve merak duygusunu destekleyeceğinden aidiyet, öğrenme, yön bulma gibi çok yönlü olarak çocuğun gelişimini etkilemektedir. Mekanın sahip olduğu bu özellikler sağlık yapılarında çocukta ortaya çıkabilecek stres ve kaygının giderilmesinde, teşhis ve tedavi sürecinin yürütülmesinde yardımcı bir öge olarak duruma dahil edilmelidir. Bunun için sağlık yapılarında

çocuğun gereksinimleri tespit edilerek, koşullara uygun tasarım yaklaşımları geliştirilmelidir. Sağlık yapılarında mekan ile ilgili çocuk için dikkat edilmesi gereken noktalara bakıldığında;

- Çocuğun kolay iletişim kurmada, kendini ifade etmede, çevreye uyum sağlamada, öğrenmede ve rahatlamasında oyun en etkili araçtır (Gür ve Yalçınkaya, 2022). Çocuğun yer aldığı her ortamda oyun olanağına imkan veren ortam hazırlanmalıdır. Çocuğun uzun süre beklemek zorunda kaldığı alanlarda fiziksel aktivite yapmasına olanak tanıyan alanları oluşturulması önemlidir. Çocuklarda hareket, öğrenmenin, stresi atmanın ve gelişimin önemli faktörlerindedir. Özellikle sağlık yapıları çocuğun günlük rutin hareketlerinin sınırlandığı bir yapı grubu olması, bu alanda özel önlem alınmasını gerektirmektedir. Yapılan araştırmada çocuklar, hastanelerde günlük rutinlerinin devam etmesi durumunda hastanenin çocuk dostu olacağı ifade etmişlerdir (Gür ve Yalçınkaya,2022). Sağlık yapılarında işlevin gerekliliklerinin yanında çocuğun günlük eylemlerine devam edebileceği mekansal öneriler getirilmelidir.

Hastane ortamında bekleme, kan alma, hasta odası, MR gibi mekanların her biri özelliklerinden dolayı çocuk için çok çeşitli korku ve kaygılara neden olabilmektedir. Örneğin bekleme alanında insan yoğunluğunun fazla olması, daha önce görmediği yabancılarla aynı ortamda olması, bekleyen diğer çocuklardaki kaygıyı görmesi, sırasının gelmesi için uzun süreli bekleme durumunda kalması çocuk üzerinde bazı olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Sağlık yapılarının bu noktalarından çocuğun hissedeceği duygulara karşı yoğunluk ve yabancı sayısının az olma etkisinin oluşturulmasında mekanda alt bölgelerin oluşturulması sağlanabilir ve uzun süreli zaman geçireceği bir alan olması nedeni ile fiziksel aktiviteye olanak veren alanlar tanımlanmalıdır (Görsel1). MR gibi alanlarda ise çekim esnasında kullanılan araç ve işlemin çocukta bir kaygıya dönüldüğünde, uygulamalarda da görülen örneklerde olduğu gibi mekanın çocuğun algısında yer alan bir ortam ile eşleştirilmesi sağlanarak, oluşturulan atmosfer ile aracın mekandaki algısı azaltılabilir (Görsel2).



Görsel1. Hastanelerde bekleme alanlarında çocuklara yönelik düzenlemeler (URL1)



Görsel2. Çocuklara yönelik örnek MR tasarımları (URL2;3)

- Çocuklara yönelik yapılan tasarımlarda en belirleyici nokta yaş grubudur. Çocukların buldukları yaş grubuna bağlı olarak gereksinimleri, becerileri, algıları ve beğenileri farklılık gösterdiği için tasarıma konu olan ögenin/araç/mekanın bu çerçevede ele alınması gerekmektedir. Nielsen, çocuklar için yapılan tasarımlarda hedef kitlenin yaş aralığının mutlaka dar tutulması gerekli olduğunu vurgulamaktadır (Gossen vd., 2012, 1).
- Çocuk yaşamında sağlık yapıları, çocuğun rahat hareket edemediği hatta çeşitli sınırlılıkları getirildiği bir ortama dönüşmektedir. Çocuklar için etkinlik alanı, yarı açık, açık alanların oluşturulması, çocukların günlük rutinlerinin kesilmeden devam etmesini sağlayacağından, hastanede olma durumunun etkisi kırılabacaktır.
- Çocukların algı ve beğenileri yetişkinlerden farklıdır. Bu nedenle çocukların kullanıcı olduğu mekanlarda benimsenen estetik yaklaşımın bu grubun beklentisini karşılayacak düzeyde olması gerekmektedir. Bunun içinde mekan tasarım çocukların sürece dahil edilmesi önemlidir.
- Sağlık yapılarında çocuklara yönelik mekanlarda yaygın olarak grafiksel tasarımlar yer almaktadır. Renkli çizgi ve formlar, çizgi roman kahramanları, doğa resimleri (orman, denizaltı, uzay vb.) gibi görsel öğeler kullanılmaktadır. Bu yaklaşım çocuklar üzerinde olumlu etki atmasına karşın, bu tür tasarımların durağan olması, sürekli aynı kalıp değişmemesi ve çocuğun etkileşime geçecek olanağı sunmaması nedeni ile belli bir süre sonra çocuklara sıkıcı gelebilmektedir (Alayyoub, 2022, 51). Çocukların uzun süre beklediği/kaldığı mekanlarda etkileşimli öğe/yüzeylerin kullanılması daha etkili olacaktır. Özellikle hasta yatak odaları ve bekleme alanlarında daha uzun süreli zaman geçirildiği için tercih edilmelidir.
- Teknolojinin içine doğan ve büyüyen günümüz çocukları için ilgi çekici, merak uyandıran mekan tasarımlarında teknolojik alt yapıya sahip öğelerin kullanımının yaygınlaşmaktadır. Mekanda teknoloji dinamik etkisi, farklı deneyimlere imkan vermesi ve etkileşim özelliği ile çocuğun öğrenme, eğlenme ve merak duygusunu desteklemektedir. Diğer taraftan mekanda kullanılacak teknolojinin tercihinde çocuğun yaş grubu dikkate alınmalıdır. Örneğin 0-6 yaş grubunda kaba motor becerisi sınırlı, ince motor beceriler ve motor gelişimi çok sınırlı olduğundan dokunmatik ekran alt yapısına sahip teknolojiler tercih

edilmelidir (Lui,2018). Çocuğun yaş grubuna bilişsel, fiziksel ve sosyal gelişiminin farklı olması, teknolojiyi kullanma becerilerinde farklılık göstermektedir.

#### 4. ARAŞTIRMA TASARIMI

Çalışmada çocuk hasta odalarında kullanılmak üzere “etkileşimli oyun işlevine sahip genel aydınlatma armatürü” ile ilgili öneriler aktarılmıştır. Tasarlanan armatür ile (I) çocuğun hastanede olması ile kesilen oyun eyleminin devam ettirmesi, (II) mekan ile ilişki kurarak ortama uyum sürecinin hızlanmasına ve güvende hissetmesine (III) çocuğun ilgisini çekerek, hastanede oluşunun olumsuz etkilerini azaltılması, (IV) hasta odasında çocuğa eğlenceli zaman geçirmesi için alternatif yaratma (V) hafızasını güçlendirecek oyunun sunumu ile bilişsel gelişimini desteklenmesi amaçlanmıştır. Ürünler KTU İç Mimarlık Bölümünde verilen aydınlatma dersi kapsamında yürütülen workshop çalışması ile elde edilmiştir. Problem, tasarımcı tarafından belirlenen yaş grubuna yönelik seçilecek bir oyunun hasta odası genel aydınlatmayı sağlayan etkileşimli bir armatürün tasarımı olarak belirlenmiştir. Etkinlik sonucunda 4-5 kişiden oluşan 12 grup oluşturulmuştur. Sonuçta 12 armatür tasarlanmıştır.

#### 5. BULGULAR

Aşağıda yer alan çizelgede workshop etkinliği sonucunda elde edilmiş armatür tasarımlarına yer verilmiştir (Çizelge1). Seçilen oyunlar ve armatürlere ait tasarım kararları;

**Eşleştirme Oyunu:** Çocuklarda hafıza ve düşünme becerisini geliştiren bir oyundur. Genel prensip; benzer öğelerin eşleştirilmesi şeklindedir. Oyunda çift renk, şekil, form veya nesne görselinin bulunduğu kartlar yer alır. Oyuncu ön yüzleri kapalı olan oyun kartlarında her defasında iki tanesi açarak benzer/aynı olan kartları bulmaya çalışır (URL4). Bu oyun referans alınarak iki armatür tasarlanmıştır. Bunlar;

**1. Renklises Armatürü:** Oyuncu sayısı bir kişidir. 4-10 yaş grubu çocuk hastalar için tasarlanmıştır. Armatürde “çiftini bul” oyun kurgusu ise renk ile oluşturulmuştur. Armatür üzerinde yer alan 14 amorf formlar ile 7 renk çifti oluşmaktadır. Renkler; sarı, mavi, yeşil, turuncu, mor, pembe ve kırmızıdır. Renkler ile hayvan sesleri eşleştirilmiştir. Bir yüzey üzerinde 14 formda renkler yanar ve söner. Kumanda yardımı ile formları ikişerli olarak ışıkları yakılır ve eş renkler bulunmaya çalışılır.

**2. İris Armatürü:** 5-7 yaş grubu çocuklar için tasarlanmıştır. Armatürdeki eşleştirme oyun kurgusu ise 9 daire ve daireleri birbirine bağlayan kanallar ile oluşturulmuştur. Oyun tüm ışıkların yanması ve sönmesi ile başlar. Oyuncu çift renkleri bulmaya çalışır. Kumanda yardımı ile formlar ikişerli olarak ışıkları yakılır. Oyuncu kumandadan seçip eşleştirdiği renklere ait kanalda eşleştirmenin doğruluğunu teyit etmek adına ışık yanar.



Çizelge1. Etkileşimli oyun tavan armatürü tasarım önerileri



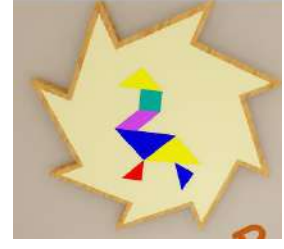
Ö1



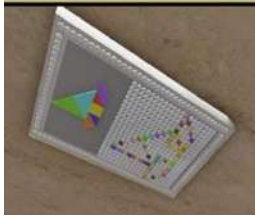
Ö2



Ö3



Ö4



Ö5



Ö6



Ö7



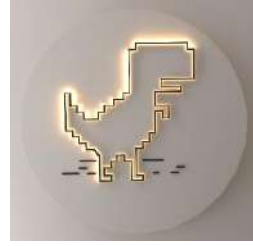
Ö8



Ö9



Ö10



Ö11



Ö12

No	İsim	Oyun adı	Hedef kitle	Oyuncu sayısı	Boyut
Ö1	Renklises	Eşleştirme	4-10 yaş	1 kişi	75*75
Ö2	İris Armatürü		5-7 yaş	1 kişi	115*115
Ö3	Lambram	Tangram	5-13 yaş	1 kişi	80*80
Ö4	Seven skill boards		5 yaş ve üzeri	1 kişi	70*110
Ö5	Pac light		7 yaş ve üzeri	1 kişi	110*117
Ö6	Pollight	Labirent	5-8 yaş grubu	1 kişi	136*227
Ö7	One way		6 yaş ve üzeri	1 kişi	82*82
Ö8	CW	Sıcak – soğuk oyunu	7 yaş ve üzeri	2 kişi	120-160
Ö9	Line	Denge	2 yaş ve üzeri	1 kişi	50*50
Ö10	Dinozor	Nokta birleştirme	7 yaş ve üzeri	1 kişi	37*50
Ö11	Tıcıcı Taca	SOS	7 yaş ve üzeri	2 kişi	67*67
Ö12	Zihin Haritası	Akılda tutma	6 yaş ve üzeri	1 kişi	52*80

**Akılda Tutma Oyunu:** İlk oyuncu bir kelime söyler, ikinci oyuncu ilk kelime ve kendi seçtiği kelimeyi söyler. Üçüncü oyuncu ise ilk iki kelimeyi söyler ve kendi seçtiği kelimeyi söyler. En az iki kişi ile oynanan oyunda, oyuncuların birinin kelimelerden birini eksik söylemesi ile oyun sonlanır. Bu oyun armatürde tek oyuncu ve renkler ile kurgulanmıştır. Bu oyun referans alınarak bir armatür tasarlanmıştır. Bu armatür çalışmanın ilerleyen adımlarında prototipinin geliştirilmesi için seçilmiştir. Armatüre ait ayrıntılı bilgi;



3. Zihin Haritası Armatürü: Armatür, hasta odasının genel aydınlatmasının yanında 6 yaş ve üzeri grubun çocukların oynayabileceği oyun işlevine de sahiptir. Oyun bir kumanda ile yönetilecek olup, armatür yüzeyi ekran olarak kullanılacaktır. Aydınlatma yüzeyi 3\*4 olmak üzere 12 prizmatik hücreden oluşmaktadır. Bu 12 hücrede, 6 rengin oyun kurgusuna bağlı olarak yakılıp/söndürülmesi temeline dayanır. Armatürde, önce birinci hücredeki renk yanar ve söner. Çocuk kumanda gördüğü renge başar ve o hücredeki ışığı yakar, 4 saniye sonra söner. Sonraki adımda birinci ve ikinci hücredeki ışık yanar ve söner. Çocuk yine kumandadan sıra ile birinci ve ikinci hücredeki rengi seçerek yakar, 4 saniye sonra söner. 12 hücre bu şekilde tamamlanır. Oyun bitmiş olur. Oyun sırasında yanlış renge basılırsa tekrar başa dönlür.

**Tangram Oyunu:** Farklı geometrik biçimlerdeki parçayı bir araya getirerek çeşitli formlar oluşturma esasına dayanan bir zeka oyunudur (URL5). Bu oyun referans alınarak iki armatür tasarlanmıştır. Bunlar;

4. Lambram Armatürü: 5-13 yaş grubu çocuklar için tasarlanmıştır. Armatür üzerinde ki oyun kurgusu ise oyunun başında oyuncu için bir form belirlenir ve oyuncu şekilleri kullanarak bu formu oluşturmaya çalışır. Armatürde bu oyun kumanda üzerindeki geometrik biçimlere seçilerek, armatür üzerindeki düzlemde bir araya getirilerek figürler oluşturuluyor.

5. Seven Skill Boards Armatürü: 5 yaş ve üzeri yaş grubu çocuklar için tasarlanmıştır. Armatür yüzeyinde oyuncu için bir form belirir ve oyuncu kumanda da yer alan şekilleri kullanarak bu formu oluşturmaya çalışır.

**Labirent Oyunu:** Oyun başlangıç noktasından itibaren en kısa yolu seçmek ve çıkışa ulaşmak üzerine oluşturulan bir zeka oyunudur. Bu oyun referans alınarak üç armatür tasarlanmıştır. Bunlar;

6. Pac light Armatür: Pac-Man oyunu referans alınmıştır. 7 ve üzeri yaş grubu için uygundur. Oyunda genel prensibi, oyuncunun, bir labirent içerisinde hareket ederek sarı diskleri toplamaya çalışmasıdır. Hedefi, hayaletlerden kaçarak tüm küçük diskleri toplamaktır. (URL6). Armatürde oyun için pac-mani temsilen bir top yerleştirilmiştir ve armatür yüzeyi üzerinde diskleri temsil için ışıklar bulunmaktadır. Topun kumanda yardımı ile alan içerisinde hareket ederek diskleri temsil eden yanan ışıkların üzerinden geçmesi ile ışıklar söner. Son ışık sönene kadar labirent içinde top gezdirilir.

7. Pollight armatür: Bu çalışmada labirent oyunu tercih edilmiştir. 5-8 yaş aralığına uygun bir labirent formu oluşturulmuştur. Armatür yüzeyi tasarıma yansırken tavandaki labirent formuna bir piyon (ışık) yerleştirilmiştir. Kumanda ile piyonu oyunda çıkmaz yollara sapmadan başlangıçtan, çıkışa giden doğru yolu bulması beklenmektedir.

8. One way armatürü: Bu etkinlik 6 ve üzeri yaş sonrası için uygundur. Oyun başlangıç noktasından itibaren en kısa yolu seçmek ve çıkışa ulaşmak üzerine kurulu zeka oyunudur. Kumanda ile ışığın labirent içinde çıkışı bulmak için gezdirilmesi üzerine kurgulanmıştır.

**Sıcak Soğuk Oyunu:** En az iki kişi ile oynanır. Oyuncu tarafından ortamdaki bir nesne belirlenir ve diğer oyuncudan (ebe) nesneyi bulması beklenir. Bunun içinde oyuncu ebe nesneye yaklaştıkça sıcak, uzaklaştıkça soğuk ifadesini kullanarak oyuncuyu yönlendirir. Oyuncu tarafından tutulan nesne bulunduğu anda oyun sonuçlanır (URL7). Bu oyun armatürde iki oyuncu ve renk ile kurgulanmıştır. Armatüre ait ayrıntılı bilgi;

**9. CW Armatürü:** 7 yaş ve üzeri grup için tasarlanmıştır. Armatürde bu oyun dikdörtgen bir alan içinde tasarlanmıştır. Oyunu açmak için kumandada bulunan büyük tuşa basmak gerekiyor. Bu tuşa bastığımızda oyun panelinde köşede bulunan başlama butonu kayboluyor ve oyun başlıyor. Ebe diğer oyuncunun seçtiği üçgene yaklaştıkça renkler turuncuya dönmeye başlarken uzaklaştıkça renkler maviye dönmeye başlıyor. İlerleyeceği yolları da çizgilerle ifade ediliyor. Oyunda 4 renk aşaması bulunuyor. En sıcak- turuncu, sıcak- açık turuncu, soğuk – açık mavi, en soğuk – mavi renkleri ile ifade ediliyor.

**Denge Oyunu:** Çocuğun kaba motor becerilerinin gelişmesi, hareket koordinasyonunu destekleyen bir oyundur. Çocukta hareket koordinasyonlarını güçlendirmektedir. Denge oyununda, çocuğun ayak genişliği kadar büyüklükte bir çizgi, düz, yuvarlak ya da oval şekiller üzerinde dengede kalarak yürür (URL8). Bu oyun armatürde farklı geometrik form ve renk ile kurgulanmıştır. Armatüre ait ayrıntılı bilgi;

**10. Line Armatürü:** 2 yaş ve üzeri çocuklar için tasarlanmıştır. Armatürdeki kurgu armatür üzerinde yer alan farklı şekillerin, zemin üzerinde yansıtılması ve bu şeklin izinden çocuğun yürümesi beklenir. Oyuna farklı kurallar eklenebilir. Birden fazla renk kullanarak ve çocukların üzerinde nasıl yürüyecekleri konusunda kurallar getirilerek çeşitlilik yaratılabilir. Örneğin bant mavi ise, çocuk bir eli başının üzerinde yürüyebilir, bant yeşil ise çizgi boyunca tek ayak üzerinde ilerleyebilir şeklinde seçenekler üretilebilir. Kurallara uyup çizgilerin üzerinde başlangıçtan son kısma kadar ilerleyebilen kişi oyunu kazanır.

**Nokta birleştirme oyunu:** Geometrik şeklin köşelerine noktaların konulması ile oluşuyor. Oyuncu istediği yerden başlayarak noktaları birleştirir, temel kural aynı çizgi üzerinden geçmeden noktaların birleştirilmesi ve doğru şeklin ortaya çıkartılmasıdır (URL9). Bu oyun armatürde farklı geometrik form ve renk ile kurgulanmıştır. Armatüre ait ayrıntılı bilgi;

**11. Dinozor Armatürü:** 7 ve üzeri yaş grubu için tasarlanmıştır. Armatürde, şekil olarak dinozor seçilmiştir. Birleştirilen iki nokta arasında çizgi, çizgisel ışık hattı kullanılarak oluşturulmuştur. Kullanıcı aydınlatmanın kumandası yardımı ile sayıları/noktaları birleştirerek asıl formu yani aydınlatmayı ortaya çıkarır.

**SOS Oyunu:** Zeka ve düşünme becerisinin gelişimine katkı sağlayan bir oyundur. 2 kişilik bir strateji oyunudur. En az 3x3 bir tabloda oynanan oyun, daha geniş tabloda da oynanabilir. Yatay ve dikey ekseninde düz ve çapraz şekilde SOS ifadesini tamamlamaya çalışır. Tüm kutulara harf yazılıp boş bir kutu kalmadığında oyun biter ve en çok SOS yapan oyuncu oyunu kazanıyor. Bu oyun armatürde X ve renk ile kurgulanmıştır. Armatüre ait ayrıntılı bilgi;

**12.Tıcı Taca Armatürü:** Yaş aralığı 7 yaş ve üzeri olarak belirlendi. 2 kişilik bir oyundur. Armatürde bu oyun için 3x3'lük bir alan düşünülmüş ve X şeklinin 3'lü olarak oluşturulması şeklinde kurgulanmıştır. 6 tane dairenin bulunduğu yüzeyde oyuncular ellerindeki kumanda yardımı ile hücrelerin ışıklarını yakarak, yatay ve düşeyde 3 tane X ışığın yanmasını sağlamaya çalışırlar.

## 6. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çocukların sağlık yapılarında yaşadığı stres ve kaygı onların teşhis ve tedavi sürecini olumsuz etkilemektedir. Bu sürecin çocuk için rahat geçirilebilmesi için farklı alanların üzerine düşen görevler bulunmaktadır. Bunlardan biride mekânın çocuğun gereksinimlerine yönelik tasarlanmasıdır. Bu bildiride çocukların hastane ortamında yaşadığı stres ve kaygının azaltılması yönünde mekânsal olarak yapılabileceklerine yönelik geliştirilmiş bir çalışmaya yer verilmiştir. Çalışmanın ilk verilerine yer verilen metinde, tasarımlardan uygulamaya dönük olarak seçilen “zihin haritası” isimli armatürün prototipinin üretilmesi için çalışmalar yürütülmektedir.

Çalışmada hastanede yatan çocuğun stresinin azaltılması için hasta odasında genel aydınlatma ögesinin bir oyun ile birleştirilmesi amaçlanmıştır. KTU İç Mimarlık Bölümü Aydınlatma dersi kapsamında yürütülen süreçte, bir workshop etkinliğine de yer verilmiştir. Süreç sonucunda;

- Armatürlerde “eşleştirme, tangram, labirent, sıcak-soğuk, denge, nokta birleştirme ve akılda tutma oyunları” tercih edilmiştir. Denge oyunu (büyük motor becerisi geliştirme) hariç diğerleri zeka ve düşünme becerisi geliştirmeye yönelik oyundur. Farklı yaş grubundan çocuklar hedef kitle olarak seçilmiştir.
- 12 armatür tasarımında 10 tanesinde tek kişi ile, iki tanesinde ise iki kişi ile oynanan oyun (Tıcı Taca Armatürü, CW Armatürü) tercih edilmiştir.
- Hasta yatak odası için tasarlanan armatürlerin 11 tanesinde çocuğun hasta yatağında oynaması üzerine kurgulanmıştır, bir armatür ise oda içerisinde hareket etmesine yönelik bir oyun (Line Armatürü) tercih edilmiştir.
- Süreç sonucunda tasarımlar, estetik, oyun kurgusu ile armatür uyumu ve uygulanabilirlik açısından değerlendirildiğinde, sırası ile Zihin haritası, Line ve İris Armatürleri öne çıkmıştır. Bu üçü arasında da zihin haritası armatürünün oyunun farklı türevlerine imkan vermesi, yalın bir dile sahip olması ve oyunun armatüre uyarlanmasının anlaşılabilirliğinin yüksek olması nedeni ile geliştirilmesi için seçilmiştir.
- Zihin haritası prototip oluşturulması için bir proje kapsamı ile aydınlatma firması ile süreç için görüşmeler başlatılmıştır. Armatürün prototipinin oluşturulması süreci sonunda, armatürün hasta çocuğun stresinin azaltılması yönündeki etkisi bir tez çalışma kapsamında değerlendirilecektir.

Sonuç olarak bu ve benzeri çalışmalar üniversitelerin tasarım temelli bölümlerde ders kapsamında yapılmaktadır. Bu çalışmaların, üniversite-sanayi iş birliği ile bir sonraki adıma taşınarak uygulamaya kazandırılması yönünde teşvikler artırılması önemlidir. Çocuk kullanıcı sahip farklı gelişim düzeyleri, yetişkinlerden farklı olarak sahip oldukları estetik beğenileri,

boyutsal farklılıkları ve algılama biçimlerindeki farklılıklar onlar için yapılması gerekenleri önemini ve hassasiyetini artırmaktadır. Bu çalışma ile mekan içerisinde çocuk kullanıcıya yönelik gereksinimlerin göz ardı edilmemesi gerektiği bir kez daha vurgulanmış olmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Alak, V. (1993). Hastaneye Ameliyat Olmak Üzere Gelen 7- 14 Yaş Grubu Çocukların Korkuları ve Hemşirelik Uygulamaları. (Yayınlanmamış Tez). Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, İzmir
- Alayyoub, B. 2022, Çocuk Hastanelerinde Hasta Deneyimini Geliştirmeye Yönelik Etkileşimli Tasarım Kullanımı: Çocuk Dostu Etkileşimli Bir Görsel Tasarım Önerisi, Grafik Anasanat Dalı, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ankara
- Başbakkal, Z., Sönmez, S., Celasin, NS., Esenay, F. (2010) 3-6 Yaş Grubu Çocuğun Akut Bir hastalık Nedeniyle Hastaneye Yatışa Karşı Davranışsal Tepkilerinin Belirlenmesi. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi. 7(1): 456-468
- Craske, Michelle, G. (1997) Fear and Anxiety in Children and Adolescent. Bulletin of the Menninger Clinic. 61(2): 32.
- Çakıroğlu, S. (1990). Çocuk Hastaların Hastaneye İlişkin Korkularının Araştırılması ve Korkunun Giderilmesinde Hemşirenin Rolü. II. Ulusal Hemşirelik Kongresi Bildiri Kitapçığı. 471- 472
- Gür, Ö., Ş., ve Yalçınkaya, Ş. (2022). Çocuk Dostu Hastane Tasarımı, Çocuk Dostu Hastane, Editör: Rabiye GÜNEY, Esin SEZGİN, Nobel yayın evi,806-829
- Gür Ö. Ş., ve Zorlu,T.,(2002). *Çocuk mekanları (Çocuklar için alanlar)* . İstanbul: YEM
- Gündüz, S., Yüksel, S., Aydeniz, G. E., Aydoğan, R. N., Türksoy, H., Dikme, İ. B. ve Efendiler, İ. (2016). Çocuklarda hastane korkusunu etkileyen faktörler. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 59(4), s. 161-168.
- Gossen, T., Nitsche, M. ve Nürnbergger, A. (2012). Search User Interface Design for Children: Challenges and Solutions. In EuroHCIR. s. 59-6/10385396.
- Lui, F., (2018). Design for Kids Based on Their Stage of Physical Development, Nielsen Norman Group, Erişim: 21.01.2020. <https://www.nngroup.com/articles/children-ux-physical-development/>
- Maraşuna,A., O., ve Eroğlu, K. (2013). Ortaokul Öğrencilerinin Tıbbi İşlem Korkuları ve Etkileyen Faktörler. *Journal of Current Pediatrics/Guncel Pediatri*, 11(1).
- TÜİK, (2022). İstatistiklerle Çocuk. <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi:05.11.2022)
- TUİK, (2019). İstatistiklerle Çocuk. <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi:05.11.2022)
- İnal E., F. N., ve Akay, A. P. (2008). Kronik hastalıklar, hastaneye yatış ve çocuk. *Child and Adolescent Mental Health*, (5), 99–105.
- URL1, Çocuk hastanesi, <https://www.archdaily.com/932317/ekh-children-hospital-s>
- URL 2. MR mekanı, (Erişim tarihi:05.11.2022), <https://theicecommunity.com/ge-healthcare-adventure-series-for-ct-mr-pet-ct-and-x-ray/>
- URL3. MR mekanı, (Erişim tarihi:05.11.2022) <https://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=ser &sub=def&pag=dis&ItemID=92758>

- URL4, Eşleştirme Oyunu, (Erişim tarihi:05.11.2022), [https://en.wikipedia.org/wiki/ Matching game](https://en.wikipedia.org/wiki/Matching_game)
- URL5, Tangram, (Erişim tarihi:05.11.2022), <https://tr.wikipedia.org/wiki/Tangram>
- URL 6, Pac-Man oyunu, (Erişim tarihi:05.11.2022), <https://tr.wikipedia.org/wiki/PacMan#:~:text=Pac%2DMan'de%20oyuncu%2C,diskleri%20toplad%C4%B1%C4%9F%C4%B1nda%20di%C4%9Fer%20a%C5%9Famaya%20ge%C3%A7er.>
- URL7, Sıcak-Soğuk Oyunu, <https://www.acevokuloncesi.org/etkinlikler/bilissel-gelisim/sicak-soguk/#:~:text=Ebe%20olan%20%C3%A7ocuk%20saklanan%20oyunca%C4%9F%C4%B1,oluncaya%20kadar%20oyuna%20devam%20edilir.>
- URL8. Denge Oyunu, (Erişim tarihi:05.11.2022), <https://www.besevleranaokulu.com/haber/cizgi-uzerinde-yurume-calismalari-45.html>
- URL9, Nokta birleştirme oyunu, (Erişim tarihi:05.11.2022), <https://www.rekoroyun.com/nokta-birlestirme-zeka.html>
- Yayan, E. H., ve Zengin, M. (2018). Çocuk Kliniklerinde Terapötik Oyun. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(1), 226-233.

## SAĞLIK YAPILARINDA ÇOCUKLARA YÖNELİK GÜNCEL TASARIM YAKLAŞIMLARI

Gönül ZENGİN<sup>1</sup>, Doç. Dr. ŞENGÜL YALÇINKAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ, MİMARLIK FAKÜLTESİ,

gonul\_1208@hotmail.com- 0000-0003-3754-0695

<sup>2</sup>KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ, MİMARLIK FAKÜLTESİ,

sengulyalcinkaya@ktu.edu.tr- 0000-0003-1629-6443

### Özet

Hastane deneyimi çocuklarda fiziksel rahatsızlığına ek olarak psikolojik birçok güçlüğü de beraberinde getirmektedir. Çocuk yaş gruplarına göre hastalık ve hastaneye karşı tepkiler farklılık gösterse de genel olarak çocuklarda hastanede olma öfke, belirsizlik, çaresizlik, kaygı, kısıtlanmışlık duygusu, cezalandırıldığı hissi yaratmaktadır. Bu emosyonel değişiklikler hasta çocuğa yapılan tıbbi tedavi ve işlemlerle baş etmelerinde çocuğun etkinliğini azaltır, uyumsuz davranışlarını ve sağlık profesyonellerine olan negatif duygularını arttırmaktadır. Bu noktada çocuğa ulaşmak, geliştirdiği olumsuz duyguların önüne geçebilmede etkili faktörlerden biride içinde bulunduğu fiziksel ortamdır. Hastanede çocuğa yönelik mekanlarda benimsenecek tasarım yaklaşım ile ortama ve duruma uyumlanma sürecinin hızlandırılabilir ve çocuktaki olumsuz psikolojinin değişimine katkı sağlanabilmektedir.

Bugün hastane yapıları devasa büyüklükte, çocuk ölçeğinden uzak, tasarım yaklaşımı olarak soğuk ve tek düze bir anlayış yaygındır. Ülkemizde hastane iç mekân tasarımı olarak sınırlı sayıda çocuklara yönelik nitelikli örneğe rastlamak mümkündür. Bu noktadan yola çıkarak çalışmada hastanelerde çocuk kullanıcı dikkate alınarak tasarlanmış mekân örnekleri incelenerek, tasarım yaklaşımları ortaya konulmuştur. Örnekler konsept anlayışları ve çocuğun gelişiminde destekleme yönler çerçevesinde analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında ele alınacak mekanlar, hastanede çocuğun en yoğun kullandığı ve stres yaşadığı tanı alanları, muayene alan ve hasta odaları olarak belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda mekânlarda en çok doğadan referans alındığı görülmektedir. Çocuk için hastane ortamı birçok bilinmezi içinde barındıran bir ortam olması nedeni ile aşına oldukları ve ilgilerini çekebilecek ortamın oluşturulmasında doğa tercihi olumlu bulunmuştur. Mekan atmosferinin oluşturulmasında renk kullanımı başta olmak üzere doku, desenler ve form kullanımı baskındır. Başarılı örneklerin ortak özelliği ise bütüncül bir yaklaşımı benimsemiş olmasıdır. Hastane mekânlarında çocuğun hayal gücü ve yaratıcılığını desteklemesine yönelik benimsenen yaklaşım hem çocuğun psiko-sosyal, bilişsel ve psiko-motor gelişimini olanak tanımakta hem de teşhis ve tedavi sürecine sağlıklı şekilde yürütülmesine katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Hastane, Kaygı, Çocuk, İç mekan tasarımı, Konsept



## 1.GİRİŞ

Çocuklar hastalık veya kaza nedeniyle konfor alanından çıkarılıp hastanelere götürülebilmektedir. Araştırmalar gösteriyor ki bu beklenmedik hastane deneyimi çocukta yoğun kaygıya neden olmaktadır (Ulrich vd., 2006). Bunun sebebi ise hastane ortamının aşına olunmayan yüz, ses, koku ve araç-gereçleri içermesinden kaynaklanmaktadır (Sarman,2022; Allayoub,2022). Sağlık çevrelerinde kaygı yaşayan çocuklar genellikle ağlama, sallanma, yerinde duramama, agresyon, tedaviye prosedürlere uymama, iş birliği eksikliği, saldırganlık gibi sıkıntılı davranışlar gösterirler (Quan vd., 2015). Hastane ile ilgili yaşadıkları bu olumsuz deneyimler çocukları ilerleyen gelişim dönemlerinde de etkileyebilmektedir. Travma sonrası stres sendromu, anneye aşırı bağlılık gibi güvenme problemleri, hastane-iğne korkusu, ağrı algısındaki ve başa çıkma etkinliğindeki değişiklikler, tıbbi bakımdan kaçınma, yeni kazanılmış yetilerinin kaybı, regresyon (yaşından küçük davranma), uyku problemleri gibi çocukları hastane deneyimi sonrasında da etkileyen tepkiler gösterebilirler (Alexender,2012; Başbakkal vd., 2010). Hastanede yaşanan kaygı hastanın sağlık çıktılarına olumsuz yönde etkiler. Örneğin stres altındaki hastaların yara iyileşmeleri daha yavaş olmaktadır (Kiecolt-Glaser vd., 1995). Daha uzun iyileşme süresine sebep olması, ağrı eşiğini düşürmesi, özellikle çocuklarda ayrılığa ve prosedürlere direnç göstermesi açısından kaygı, ele alınması gereken önemli bir problemidir (Biddiss vd., 2014).

Yaşanan kaygının yönetiminde günümüzde farmakolojik olmayan (ilaçsız) yöntemlere eğilim vardır. Bunlardan biri de hastane iç mekan tasarım yaklaşımıdır. Yapılan araştırmalar sağlık hizmeti ortamında yapıli fiziksel çevrenin kaygı düzeyini etkilediği görülmektedir (Norton, 2012). Genel olarak hastanelerin fiziksel ortamının uygunsuz tasarımının kaygıya sebep olduğu görülmektedir. Hastanelerde mekânsal organizasyonun yön bulma güçlüğüne neden olması, mahremiyetin genellikle göz ardı edilmesi, hasta odalarının aile bulundurmasına imkan vermemesi, sosyalleşme olanaklarının olmaması, doğaya erişimin, pencerelerin olmaması, oyun imkanlarına yer verilmemesi kaygıya sebep olan uygunsuz tasarım problemleridir (Ulrich vd., 2006). Hastane ortamı mevcut kaygıyı azaltmaya yardımcı olacak hatta çocuklara hastane ortamında olduklarını unutturarak kaygıyı azaltacak şekilde uygun tasarlanabilir (Norton, 2012). Hastane ortamının çocuğun rahatlamasına yardımcı olabilecek pozitif dikkat dağıtıcı unsurlara yer vermesi kaygı yönetimi açısından önemlidir. Çocuk sağlık hizmeti ortamlarında kaygı azaltma özelliği olan dikkat dağıtıcı fiziksel unsurlar; yön bulmayı kolaylaştıran uygun mekânsal yerleşim, doğaya erişim, sanatsal ve estetik çevre, oyun imkanları, interaktif teknolojiler, sosyalleşme olanakları, ses ve aydınlatma müdahalelerini içermektedir (Jiang, 2020).

Çalışmada kaygıyı tetikleyen uygunsuz fiziksel ortam bileşenlerini tasarım problemi olarak ele alan güncel çocuk hastane tasarım yaklaşımları üç farklı hastane mahali görselleri üzerinden ele alınmıştır. Hastane deneyimi boyunca çocuğun daha uzun kaldığı yoğun kaygı yaşadığı görüntüleme departmanları, muayene alanları ve hasta odaları iç mekan görselleri tasarım yaklaşımları çocuk kullanıcısının olumlu hastane deneyimi geliştirebilmesine imkan sağlaması açısından değerlendirilmiştir.

## 2.HASTANE, ÇOCUK VE KAYGI

Çocuklar için hastane deneyimi günlük yaşamlarından kopuş demektir ve çocuğun psikolojik sağlığı üzerinde önemli etkisi olan bir süreçtir. Hastanede olmak çocukta öfke, belirsizlik, çaresizlik, kaygı, kısıtlanmışlık hissi, cezalandırıldığı duygusu yaratır (Pekyiğit vd, 2021). Bu negatif duygusal tepkiler içinde hasta çocukta en yaygın olarak görülen duygu kaygıdır (Li vd., 2016). Yaşı ne olursa olsun hastalık ve hastaneye yatış çocukta korku ve kaygı uyandırır (Coynce, 2006). Ancak hasta çocuklardaki bu kaygı ve korku düzeylerinin çocuktaki tepkisi farklılık gösterebilir. Bu farklılıklar; çocuğun yaşına, bilişsel gelişim düzeyine (olayları anlaması, yapılan işlemlerin anlatılması), çocuğun mizacına (çocuk dışı dönükse daha az tesir eder) ,daha önceki hastane deneyimlerine, hastalığı hastaneyi algılayışlarına(cezalandırıldığı hissi oluşabilir), yatışa hazırlanma durumlarına, tanının ciddiyetine (hastalığın süresi tipi ağrı hareket kısıtlılığı ve derecesi), yapılan girişimsel işlemlerin sıklığına/tipine, ebeveynlerin hastalığı algılayışı ve stres düzeylerine, ailenin tutumu ve kültürel özelliklerine, önceki stresörlere, hastalığın akut veya kronik olmasına, çocuğun ve ailenin sahip olduğu destek sistemlerine göre değişmektedir (Çelebi vd, 2015; Gültekin ve Baran, 2005).

Çocuklarda görülen bu tepkilerin şiddeti, hastalık ve hastanede yatmaya ilişkin algıları yaşa göre değişmektedir. Yenidoğanlar ve süt çocukları anneye ve bakıcılara karşı güven ilişkisi oluşturdukları için ebeveyn ve bakıcıları ile birlikteliği önemlidir. Hastane ortamında ayrılık kaygısı yaşarlar. Okul öncesinde çocuklar oyun döneminde olduklarından ve öz bakım becerileri geliştirdiği için bakım ve oyun gereksinimlerinin kısıtlanmasına bağlı kaygı yaşarlar. Yedi yaşın altındaki çocuklar, hastalığı kusurlarının sonucu olarak kendilerine verilen bir ceza olarak algılayarak, okul çağındaki çocuk hastalığı kurallara uymamasının bir sonucu olarak görmektedir (Gültekin ve Baran, 2005). Oldukça aktif olan okul çağı çocuğu hastanede hareket imkanının sınırlı olmasından dolayı kısıtlanmış hissedebilmektedir. Okul çağındaki çocuk hareketleri sınırlandırıldığında, fiziksel faaliyetleri durdurulduğunda, bundan büyük bir rahatsızlık duyar. Çocuk hastalığından dolayı bağımlı olma haline, birçok faaliyetlerinden yoksun olmasına, endişelerle dolu yeni bir yaşantıya tepki gösterir (Janis,1974). Okul çocuklarında hastalıkları ile ilişkili olarak sessizleşme, içe kapanma ve soyutlanma davranışlarına rastlanmaktadır. Bu dönemdeki çocuk araştırmaya meraklı olduklarından hastalığın nedenini enfeksiyon gibi faktörlerle ilişkilendirebilir (Öztürk ve Topan, 2019). Hızlı büyüme içerisinde olan adolesanlar için beden imajı ve arkadaş çevresi çok önemlidir. Adolesanlar (13-18yaş) için hastalık algısı bağımsızlığının, benlik algısının bozulması şeklinde düşünülmektedir. İçe dönüklük, düş kırıklığı, kızgınlık, düşmanlık gibi tepkiler oluşur (Taşdelen, 2020; Güney, 2018).

## 3. METOT

Kaygı deneyimi bireyi tehdit eden, bilişsel duygusal dengesini bozan bir olgudur. Birçok yeni deneyim kaygıyı tetiklemektedir. Bu çalışma çocuk hastaneleri içerisinde çocukların en sık kullandığı ve yoğun kaygı yaşadığı üç mahal üzerinden yürütülmüştür. Öncelikli olarak çocuğun hastane alanlarından görüntüleme departmanı, muayene alanları, hasta odalarındaki yaşadığı kaygı boyutu ve nedenleri ne olduğu ortaya konulmuş, soruna yönelik bu mekanlardaki tasarım yaklaşımı tespit edilmiştir.

## 4. ÇOCUK VE HASTANE MEKANLARI

Çocuklar için hem daha uzun kaldıkları hem de daha yoğun prosedürlerin uygulandığı görüntüleme departmanı, muayene alanları, hasta odaları gibi mahaller çocuğun yoğun kaygı yaşadığı hastane mekanlarıdır. Bu bölümde 3 mekâna ait özelliklerine ve çocuğun yaşadığı olası duygu durumu ortaya konulmaktadır. Çocuklara yönelik bu mekanlarda yaklaşımı değerlendirilmektedir.

### 4.1. Çocuk ve Hastane Görüntüleme Departmanları

Görüntüleme departmanlarının özellikleri: Tıbbi görüntüleme alanları doktorun muayene sırasında tanı koyamadığı ya da öngördüğü tanıyı güçlendirmek istediği durumlarda kesin tanı için yönlendirdiği hastane alanıdır. İleri tetkik için başvuru teknikleri arasında ultrason (USG), röntgen, bilgisayarlı tomografi (CT), manyetik rezonans (MRI) sıralanmaktadır. MRI çekimi sırasında kapalı alanda 30-45 dk süre ile kalmak gerekirken BT çekiminde kapalı alanda kalmak söz konusu olmamaktadır. BT cihazı ortası delik kısa bir tünelden oluşan çörek görüntüsüne benzeyen hastanın ileri geri hareketini sağlayan muayene masasından oluşan büyük bir cihazdır. BT öncesi ilaç verme ve ilacın vücutta dağılması beklemek zaman almaktadır. BT çekimi ise bir dakika gibi kısa bir sürede tamamlanabilmektedir. CT ve MR üç boyutlu görüntü özelliğiyle, iki boyutlu görüntü olan röntgenden ayrılmaktadır.

Tıbbi görüntüleme alanlarında gürültünün olması, bilinmeyen çevre, aşına olmadıkları personel varlığı, ebeveynlerden ayrılma kaygısı, işlemden kaynaklanan ağrı veya ağrı beklentisi, tetkikin uzun süreli olması hastanın ajitasyonuna, kaygısına, korkusuna, sinirlilik haline neden olmaktadır (Munn ve Jordan ,2011). Bu duyguların çocuklardaki uzun vadeli etkileri; travma sonrası stres sendromu, korku, ağrı algısı ve başa çıkma etkinliğindeki değişiklikler, tıbbi bakımdan kaçınma gibi tepkiler gösterebilirler (Alexander, 2012). İşlem sırasında ise bu duygular tarayıcıda çocuğun etkinliğini azaltır, hareketsiz kalmasını engeller, sonuç olarak da görüntü kalitesini etkiler (Perez vd., 2019). (Çizelge1)

Çizelge 1. Çocuk hasta için görüntüleme bölümünde durum

Görüntüleme Departmanı Analizi	
Karşılaşılan kişiler	Sağlık profesyonelleri (ultrason biriminde radyoloji doktoru), İlgili teknisyenler, Hasta, Hasta yakınları, Sekreter
Ekipman	CT cihazı, MR cihazı, PET/CT cihazı, Ultrason cihazı
Süre	30-45 dk
Yapılan işlemler	İlgili tıbbi görüntüleme öncesi hasta hazırlığı, MRI çekimi, BT çekimi, Ultrason çekimi, Tıbbi görüntüleme sonrası hasta hazırlığı
Çocukta oluşabilecek olası duygu	Ajitasyon, kaygı, korku, sinirlilik hali

Görüntüleme alanlarında tasarım yaklaşımı: Görsellerde de görüldüğü üzere yapılan tasarımlarda devasa göz korkutucu nitelikteki görüntüleme cihazlarının kamufle edilerek çocuklara daha eğlenceli bir deneyim sunulması amaçlanmaktadır. Temasal tasarımlar çocuklara görüntüleme deneyiminin hikâyeleştirilerek sunulması imkanını sağlamaktadır. Böylece çocuktaki uyum davranışları pekiştirilebilir (Çizelge2).



## Çizelge 2: Çocuklara Yönelik Tasarlanmış Görüntüleme Alanları



Sharjah Zulekha Çocuk Hastanesi, Dubai, 2004 (URL-1)



Texas Çocuk Hastanesi, 2013, (URL-2 , URL-3,



Nelson Mandela Çocuk Hastanesi, Güney Afrika, 2014, (URL-4)



Royal Çocuk Hastanesi, Avustralya, 2011 (URL-5, URL-6,)



New Lady Cilento Çocuk Hastanesi, Avustralya, 2014, (URL-7, URL-8)

Sharjah Zulekha Çocuk Hastanesi Görüntüleme Alanı (Dubai, 2004, (URL-1): Zeminde duvarda kullanılan renk ve doğa görsellerine ek olarak tavan aydınlatmalarının doğa içeriği dikkat çekmektedir. Çocuk görüntüleme ya da işlem için muayene masasına yattığında direk olarak aydınlatmaya odaklanmaktadır. Aydınlatma ögesi çocuğun doğanın bir parçası gibi hissedebilmesine olanak sağlamaktadır. Böylece çocuk kendisini hastanenin kaygı verici atmosferinden de uzaklaşmış hissedebilmektedir (Çizelge2).

Texas Çocuk Hastanesi Görüntüleme Alanı: Çocukların görüntüleme işlemi deneyimi sırasında tanıdıkları aşına oldukları görüntüler, renkler, karakterler kullanarak çocuğu rahatlatmak ve daha sakin bir atmosfer yaratmak amaçlanmıştır. MR odasında çocuklar için bir “su altı mutluluğu” teması kurgulanmıştır. Çocuklar bu alanda bildikleri deniz yaşamının ve karakterlerinin bizzat içinde hissedebilmektedir. MR deneyiminin başından sonuna kadar çocuğa eşlik eden bir deniz kaplumbağası dikkat çekmektedir (Çizelge2).

Nelson Mandela Çocuk Hastanesi Görüntüleme Alanı: MR odasında çocuktaki kaygıyı azaltmak amacıyla mekânın yüzeyleri ve cihazlarda grafiksel tasarımlar yapılmıştır. Daha MR odasının kapısından girerken çocuğu orman teması karşılamaktadır. Orman içinde bir serüvene çıkarak kendini hikâyenin içinde hissedebilir. MR cihazındaki grafiksel detaylarla çocuk bir cihaza değil ağaç kovuğuna giriyormuş gibi hissedebilmesi amaçlanmıştır (Çizelge2).

Royal Çocuk Hastanesi Görüntüleme Alanı: Hastane geneline hakim olan doğal dünyanın formları ve renkleri görüntüleme alanlarında da kullanılmıştır. Tropikal balıklar ve mercan resifleri canlı fundalıklar doğanın çeşitli kılıkları ile görüntüleme alanlarında da karşımıza çıkmaktadır. Görüntüsü ve çıkardığı sesi itibariyle yetişkinler için bile korkutucu olan görüntüleme cihazları çocuklar için daha da ürkütücü olmaktadır. Görüntüleme için hareketsiz durmaları gereken çocuklar için hikayeleştirilmeye elverişli tematik tasarımlar çocuğu işleme dahil etmek için oldukça önemlidir (Çizelge2).

New Lady Cilento Çocuk Hastanesi Görüntüleme Alanı: Tanı alanları için ise deniz altı ve okyanus temaları kullanılarak çocuklara su altı deneyimi yaşatmak amaçlanmıştır. Çocuk bu tematik tasarımlar sayesinde kendini hikâyenin bir parçasıymış gibi hissederek uyum davranışlarını pekiştirilebilir (Çizelge2).

#### **4.2. Çocuk ve Hastane Muayene Alanları**

Muayene alanlarının özellikleri: Hastaların iyileşmesi için hizmet veren hastane mekanları içinden biri de muayene alanlarıdır. Muayene alanları hastaların şikayetleri doğrultusunda ilk başvurdukları hastane alanıdır. Bu alanlar ilgili poliklinik ya da mesai saatleri dışında acil servislerde olabilmektedir. Doktor ile ilk görüşmenin yapıldığı, hastanın veya yaralının değerlendirildiği hastane alanlarıdır. Bölüme uygun olarak muayene odalarında pozisyon vermeye elverişli sedye, muayene masası, bazı durumlarda muayene masalarını birbirinden ayıran paravan ve taşınabilir oksijen tüpü bulunmalıdır. Hasta muayene odalarında

uzmanlık dalına göre farklılık göstermektedir. Çoğu durumda muayene odaları müdahale odası olarak da kullanılmaktadır.

Çocukların muayene odaları ile ilgili kaygı sebeplerinin arasında geçmişteki stresli deneyimlerinden ya da ziyaretlerinden kaynaklı çekinceleri vardır. Bir diğer kaygı sebebi ise yakın performans gösteren yabancı sağlık profesyonelleri, uyguladıkları performans ve prosedürler yer almaktadır. Yapılan işlem ve prosedürlerden çocuklar için daha önemli olan çocukta fizyolojik uyarılmaya sebep olan beklenti sıkıntısı çocuk için daha kaygılı bir deneyim olmaktadır (Kristine vd 1999) (Çizelge3).

Çizelge 3. Çocuk hasta için muayene alanlarında durum

Hastane Muayene Alanı Analizi	
Karşılaşılan kişiler	Sağlık profesyonelleri, hasta, hasta yakınları
Ekipman	Muayene masası, Muayene koltuğu, Paravan, Eskabo, Dolap Refleks çekici, Turnike, Tansiyon aleti, Muayene lambası Eldiven (ilgili kliniğe göre değişmektedir.)
Süre	Hastaya ve hastalığına göre değişebilmektedir. Muayene sonrası müdahale gerektiren durum varsa süre daha da uzayabilmektedir.
Yapılan işlemler	Genel muayene, Pansuman, Aşı, Enjeksiyon, Küçük cerrahi müdahale, Atele alma, Mide lavajı, Gerekli müdahale
Çocukta oluşabilecek olası duygu	Ajitasyon, kaygı, korku, sinirlilik hali, beklenti sıkıntısı

Muayene Alanlarındaki Tasarım Yaklaşımları: Muayene alanları sağlık alanlarında ilk karşılaşılan alan olması nedeni ile çocuğun iyi bir başlangıcın sağlanması açısından tasarım önemlidir (Çizelge4).

Valley Çocuk Hastanesi Muayene Alanı: Doktora gitmeyi eğlenceli hale getirmeyi amaçlayan tasarım hedefi doğrultusunda “bilim teması” kurgulanarak bir iç mekan oluşturulmuştur. Koridor boyunca ve muayene alanının duvarında çocuğun yaratıcılığına hitap eden bilim teması işlenmiş, dinlendirici özelliği ile sakin tonlarda mavi renk ağırlıklı grafiksel anlatım görülmektedir (Çizelge4).

UCSF Beniof Çocuk Hastanesi Muayene Alanı: Kullanıcı odaklı tasarım hedefleri ile sağlıkta esenlik şifa ve tedavi sağlamak amaçlanmaktadır. Zeminde desenler sanat enstalasyonları kullanılmış. Tasarımda seçilmiş çocuk resimleri muayene odalarının yüzeylerinde grafik anlatım olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaprak tasviri, çiçek florası güneş desenleri ile doğa çeşitli şekilleri ile grafiksel olarak muayene alanlarının yüzeylerinde görülmektedir. Canlı renkler ile çocuğun olumlu dikkat dağıtması amaçlanmaktadır (Çizelge4).

Shriners Çocuk Hastanesi Muayene Alanı: Doğadan ilham alan renk grafik ve doku anlatımı bütüncül bir yaklaşımla hastanedeki her alanda uygulanmıştır. Muayene alanında kullanılan canlı renkler, doğa teması, çiçek florası grafikleri hastaya prosedürlerin uygulanması sırasında işlemler için olumlu baş edebilmesine imkân sağlamaktadır (Çizelge4).



#### Çizelge 4: Çocuklara Yönelik Tasarlanmış Muayene Alanları



Valley Çocuk Hastanesi, 2018, ABD (URL-9)



UCSF Beniof Çocuk Hastanesi, ABD, 2018 (URL-10, URL-11)



Shriners Çocuk Hastanesi, ABD, 2017, (URL-12, URL-13)



Seattle Çocuk Kliniği, ABD, 2018. (URL-14, URL-15)



Lowa Stead Ailesi Çocuk Hastanesi, ABD, 2019, (URL-16, URL-17)

Seattle Çocuk Hastanesi Kuzey Kliniği Muayene Alanı: Hastanenin bütününde okyanus teması uygulanmıştır. Hasta çocuk su altı yolculuğuna çıkararak kendi hikayesinin kahramanı olur. Kullanılan farklı boyutlardaki yuvarlak pencereler çocuklara eğlence sunmaktadır. Aynı zamanda iç mekana doğal ışık sağlamaktadır (Çizelge4).

University Of Lowa Stead Family Çocuk Hastanesi Muayene Alanı:Lowa'nın çiftlik arazileri sulak alanları, ormanlık ve çayırlık alanları mekanda grafiksel anlatım olarak sunulmuştur. Böylece çocukların aşına olmadıkları muayene alanlarında bildikleri Lowa doğasına özgü grafikler ile tanıdık bir atmosfer hissi oluşturulmak istenmiştir. Sahneler, her habitatta doğadan ilham alan desenlerden oluşuyor. Lowa doğası desenleri, hastalar için iyimser bir iyileşme ortamı ve olumlu dikkat dağıtıcı unsurlar olarak tasarımda yerini almıştır. Muayene alanlarında seçilen sulak alanları, çiftlik silüetleri ile Lowa desenleri farklı renkleri ve anlatımları ile çocuğa muayene sırasında kaygı ile baş edebileceği tanıdık bir atmosfer yaratılmak hedeflenmektedir (Çizelge4).

### 4.3. Çocuk ve Hasta Odaları

Hasta odalarının özellikleri: Yatan hastalar vakitlerinin büyük bir kısmını zorunlu olarak hasta yatak odalarında geçirir. Hasta bakımının ve tedavisinin yapıldığı hasta odaları hastane yapısının çekirdeğini oluşturur (Aksoy ve Aydın, 2020). Hastane tedavi ve bakım hizmetleri hariç hasta odasında yapılan eylemlerin çoğu yemek, temizlik, uyku gibi otel hizmeti standardında olduğu şeklinde düşünülebilir.

Hasta yatak odası hastanın yatarak tedavi aldığı, müşahede altında olduğu, dinlendiği hastane alanıdır (Özil,2008). Dinlenme, uyku, beslenme, kitap okumak gibi hobileri içeren hasta eylemleri; muayene, ilaç uygulamak, pansuman, bakım, tıbbi müdahale, nezaret gibi sağlık profesyoneli eylemleri; yatakların, yüzeylerin, ıslak hacimlerin, tıbbi aletlerin temizliği gibi yardımcı personel eylemleri olmak üzere çok amaçlı olarak kullanılır. Hasta odalarının hasta başta olmak üzere hemşire, doktor, refakatçi, ziyaretçi, temizlik görevlisi bakım ve onarım personeli gibi birçok kullanıcısı vardır. (Özil,2008).

Çizelge 5. Çocuk Hasta İçin Hasta Yatak Odaları Alanlarındaki Durum

Hasta Odası Analizi	
Karşılaşılan kişiler	Sağlık profesyonelleri, Temizlik görevlileri, Ziyaretçi, Bakım onarım personeli, Hasta, Hasta yakınları
Ekipman	Hasta yatağı, İnfüzyon pompası, Monitör, Oksijen manometresi, Aspiratör
Süre	Yatış boyunca hasta, hasta odasında kalmaktadır. Yatışlar saatlik olabildiği gibi aylar süren yatış gerektiren hastalıklar da olabilmektedir.
Yapılan işlemler	Muayene, Pansuman, Bakım, İlaç uygulamak, Tıbbi müdahale
Çocukta oluşabilecek olası duygu	Ajitasyon, kaygı, korku, Sinirlilik hali, kısıtlanmışlık hissi, cezalandırıldığı düşüncesi, kontrol kaybı, rutinlerinin bozulması

Hasta odası deneyimi çocuğa yatış verilmesi ile başlar. Çocuklar evini, aile ve arkadaşlarından ayrılır. Günlük aktiviteleri, rutinleri, okulu kesintiye uğrar. Hastane koğuşlarında yatan hasta olarak kalmak çocuklar için soğuk ve tıbbi ortamda kalma anlamına

gelir. Çocuğun hasta odalarında yaşadığı kaygı ağrı, tıbbi muayene korkusu, sağlık profesyonelleri ile karşılaşma beklentisi, belirsizlik, kontrol ve güvenlik kaybı ile ilişkilidir (Delvecchio vd., 2019) (Çizelge5).

**Hasta Odalarında Tasarım Yaklaşımı:** İç mekan tasarımları tasarımcıların fonksiyonellik ve estetik kaygılarının yanında kullanıcıların psikolojik ihtiyaçlarını da karşılamalıdır. Çocukların hastalık durumları, gelişim özellikleri, geldikleri sosyal çevreler birbirlerinden farklı olduğu için amaç çocukların bu farklı durumlarına uygun yaşadıkları kaygıyı azaltabilecek pozitif dikkat dağıtıcı fiziksel unsurlara yer veren hasta odası tasarlamak olmalıdır.

**Joan Kirner Kadın ve Çocuk Hastanesi Hasta Odaları:** Sunshine banliyö renkleri kullanmak için fotoğraflarda pixel çalışmaları yapılarak renkler yakalanmaya çalışılmıştır. Her kat ayrı renk olduğu için renk kodu ile yön bulmak kolaylaşmaktadır. Hareketli mobilyalardan oluşan hasta odaları annenin konfigürasyonuna izin vermektedir (Çizelge6).

**Princess Maxima Çocuk Onkoloji Merkezi Hasta Odaları:** Uzun süre zamanlarını hastanede geçirmek zorunda olan onkoloji hastaları ve ebeveynler için hastane oldukça zorlu bir deneyim olmaktadır. Bu uzun zaman hasta ve yakınının kaygı düzeyini etkilemektedir. Ev konforunda olması bu anlamda önemlidir. Odaların tek kişilik ya da dilendiğinde iki kişilik kullanılmasına olanak sağlayan opsiyonlu bölücü vardır. Böylece hasta ve yakını için kontrol ve güvenlik hissi oluşturarak kaygı düzeyini düşürmek amaçlanmaktadır. Hasta odasındaki depolama kutularının farklı renklerde kullanılması çocuk için olumlu dikkat dağıtıcı unsurdur. Ayrıca tasarlanan gökkuşağı geçiş köprüsü ile hasta ve yakınlarına özel bir deneyim sunmayı amaçlamaktadır. (Çizelge6).

**BC Çocuk Hastanesi ve Akut Bakım Merkezi Hasta Odaları:** Hasta odaları için geniş pencereler tasarlanmıştır. Böylece manzara ve gün ışığına erişim sağlanmış olmaktadır. İlham verici manzaralara sahip kocaman pencereleri bulunan hasta odalarında çocukların ve ailelerin daha rahat hissetmeleri amaçlanmaktadır (Çizelge6).

**EKH Çocuk Hastanesi Hasta Odası:** Hasta çocuk odaları Balina, Kaplumbağa, Aslan ve Tavşan takımyıldızı gibi dört oda konseptiyle sınıflandırılmaktadır. Farklı yaş gruplarına yönelik hasta odası tasarlanmış olan odalarda, hem odaların renkleri değişmekte hem de odalarda hayvanları andıran aydınlatma tasarımına yer verilmiştir (Çizelge6).

**John Hunter Çocuk Hastanesi Hasta Odaları:** Tasarım “kaleydeskop” fikrinden yola çıkılarak oluşturulmuştur. Bir çeşit dönüşüm fikri, çocukların hastalık halinden normal sağlıklı haline dönüşebileceği düşüncesi tasarımın öncü kriteridir. Dışa açılan pencereler, iç mekanda cam ve duvarlarda renkli desenlerinin kullanımı tasarıma kaleydeskop fikrinin yansımasıdır. Hasta odasındaki geniş alanın çocukla ebeveynin beraber olmasına imkan sağlaması hasta çocuk kaygısını azaltmak açısından önemlidir. Genel anlamda mekana hakim olan renk tonunun sakinleştirici etkisi ile zor bir süreçten geçen hasta ve ebeveynin hastane deneyimini olumluya çevirmek amaçlanmıştır. Hasta odalarında ayrıca ebeveyn odası da bulunmaktadır. Renklerin kaleydeskopdaki gibi kullanımı çocuğun keşif duygusuna hitap etmektedir (Çizelge6).



### Çizelge 6: Çocuklara Yönelik Tasarlanmış Hasta Odaları



Joan Kirner Kadın Ve Çocuk Hastanesi, Avustralya, 2004, (URL-18)



Princess Maxima Çocuk Onkoloji Merkezi, Hollanda, 2018. (URL-19)



BC Çocuk Hastanesi ve Akut Bakım Merkezi, 2017, (URL-20, URL-21)



EKH Çocuk Hastanesi, Tayland, 2019, (URL-22)



John Hunter Çocuk Hastanesi, Avusturalya, 2016, (URL-23)

## 5.SONUÇ

Hastane deneyimi sırasında çocukların stresini azaltmak için tasarlanan müdahaleler, yalnızca o sırada çocukların stresini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda gelecekteki deneyimlerin nasıl değerlendirileceğini ve yönetileceğini de etkilemektedir. Görsel müdahaleler içeren iç mekan tasarımı görüntüleme departmanı muayene alanları hasta odaları gibi mahallerde çocuklar için mutlu olabilecekleri mekânsal hoş deneyim, pozitif dikkat dağıtma ile hastanın kaygı tepkilerini azaltabilmesi açısından düşünüldüğünde olumlu tasarımsal kaygılar bulunmaktadır. Güncel tasarımlarda genel anlamda hâkim olan tasarım yaklaşımının bütüncül olarak tüm mahallerde uygulanmaktadır.

Hastane tasarımında doğa, doğa unsurları, doğaya erişim tüm mekânsal kurguya yön veren öncü kriterden olmuştur. Tasarım yaklaşımı olarak orman, deniz, okyanus, gökyüzü gibi doğa, doğa unsurları tasarım dili olarak tüm hastane mahallerinde renk, şekil, grafik, desen, doku, malzeme anlatımları şeklinde görülmektedir. Görüntüleme departmanları, aşına olunmayan devasa tıbbi cihazların yoğun olduğu alanlardır. Korkutucu etkisini azaltma adına cihazların kamuflajlı olması, görüntüleme deneyimini hikayeleştirilebilir için de tüm mekanın tematik olarak tasarlanması, tasarımın ana fikirleri olduğunu söyleyebiliriz. Muayene alanları hastalar için hastane deneyiminin başlangıç mekanıdır. Bu anlamda dikkat dağıtıcı, kaygı düzeyini azaltan memnun edici hoş bir atmosfer yaratabilmek amaçlanmalıdır. Yaratıcı, ilgi çekici çocukla bağlantı kurmak adına çocukların kendi çizimlerinin duvarda grafiksel etkinlikle etkileşim sağlayan, duygusal anlamda rahatlama deneyimi sunan anlatımlar tasarlanmıştır. Hasta odası deneyimi çocuğun hastaneye yatışı ile başlar. Hastaneye yatış çocuğun evinden okulundan arkadaşlarından uzaklaşması demektir ve çocuğun normal hayatının kesintiye uğraması anlamına gelmektedir. Bu anlamda sosyalleşme olanaklarının olması, aile varlığına imkân sağlaması, ev ortamı rahatlığının oluşturulması hasta odalarının tasarım kriterleri olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak sağlık yapılarında çocukların yaşayabileceği stres ve kaygının azaltılması, tedavi sürecinin devamlılığının sağlanması adına mekan tasarımlarının bu anlamda pozitif dikkat dağıtıcı unsurları içerisinde çözümlendiğini örneklerde görmekteyiz.

## KAYNAKÇA

Aksoy, E., Aydın, D., *Hastane tasarımlarının geçmişten günümüze değişiminin hasta odaları üzerinden incelenmesi*. Bodrum Journal of Art and Design, 1(2), 221-240,2022.

- Alexander, M., *Managing Patient Stress in Pediatric Radiology*, Radiol Technol July/August 2012 83:549-560, 2012.
- Allayyoub, B., *Çocuk Hastanelerinde Hasta Deneyimini Geliştirmeye Yönelik Etkileşimli Tasarım Kullanımı: Çocuk Dostu Etkileşimli Bir Görsel Tasarım Önerisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2022.
- Başbakkal, Z., Sönmez, S., Celasin, N. Ş., Esenay, F., *3-6 Yaş grubu çocuğun akut bir hastalık nedeniyle hastaneye yatışa karşı davranışsal tepkilerinin belirlenmesi*. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 7:1, 2010.
- Biddiss, E., Knibbe T.J., McPherson, A., *The Effectiveness of Interventions Aimed at Reducing Anxiety in Health Care Waiting Spaces: A Systematic Review of Randomized and Nonrandomized Trials* August 2014 Volume 119 Number 2, 2014.
- Coyne, I., *Children's experiences of hospitalization*, Journal of Child Health Care Journal of Child Health Care Copyright © 2006 SAGE Publications London, Thousand Oaks, CA and New Delhi Vol 10(4) 326–336 , 2006.
- Çelebi, A., AYTEKİN, A., KÜÇÜKOĞLU, S., ÇELEBİOĞLU, A., *Hastanede Yatan Çocuk Ve Oyun*, Journal of Dr. Behçet Uz Children's Hospital, 5(3), 156-160, 2015.
- Delvecchio, E., Salcuni, S., Lis, A., Germani, A., Di Riso, D., *Hospitalized Children: Anxiety, Coping Strategies, and Pretend Play*, Front. Public Health 7:250, 2019.
- Gültekin, G., Baran, G., *Hastalık ve Çocuk*, Aile ve Toplum Yıl: 7 Cilt: 2 Sayı: 9 Ocak-Mart 2005. ISSN: 1303-0256, 2005.
- Güney, C., *15-18 Yaş Arası Ergenlerde Beden İmgesi İle Sosyal Anksiyete Arasındaki İlişkide Kişilik Özelliklerinin Aracı Etkisinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2018.
- Hansen, K.M., Messinger, C.J., Baun, M.M., Megel, M., *Companion Animals Alleviating Distress in Children*, Anthrozoös, 12:3, 142-148, 1999.
- Jamıs, L.I., *Psychological Stress: Psychoanalytic and Behavioral Studies of Surgical Patient*, Academic Press New York San Francisco London, 1974.
- Jiang S., *Positive Distractions and Play in the Public Spaces of Pediatric Healthcare Environments: A Literature Review*, Health Environments Research & Design Journal, 2020, Vol. 13(3) 171-197, 2020.
- Kiecolt-Glaser, J.K., Marucha, P.T., Malarkey, W.B., Mercado, A.M., Glaser, R., *Slowing of Wound Healing by Psychological Stress*, Lancet 346(8984):1194-96, 1995.
- Köse, E., *Hastanelerdeki hasta odalarının tedavi gören çocuklar üzerindeki etkileri*, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2003.
- Li, H.C.W., Lopez, V., Lee T.L.I., *Effects of preoperative therapeutic play on outcomes of school-age children undergoing day surgery*, Res Nurs Health, 30:320–32, 2007.
- Munn, Z., Jordan Z., *The patient experience of high technology medical imaging: a systematic review of the qualitative evidence*. Radiography 2011;17:323-31, 2011.



- Norton-Westwood, D., *The health-care environment through the eyes of a child—Does it soothe or provoke anxiety?*, International Journal of Nursing Practice, 18, 2012.
- Özil,E., *Hasta Yatak Odalarında Görsel Konfor Koşullarının Örneklerle İncelenmesi*,Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2008.
- Öztürk Şahin, Ö., Topan, A., *Investigation of the fear of 7-18-year-old hospitalized children for illness and hospital*. J Relig Health, 58(3): 1011-23, 2019.
- Pekyiğit,A., Yıldız,D., Eren Fidancı,B.,Bağrıyanık,B., *Hastanede Yatan Çocuklarda Yaratıcı Oyun Yöntemi İle Hastalık Ve Hastane Kavramı: Niteliksel Bir Çalışma*, Çocuk Dergisi - Journal of Child 2021;21(2):175-182, 2021.
- Perez,M., Cuscaden,C., F. Somers,J.F., Simms,N., Shaheed,S., Kehoe, L.A., Holowka, S.A., Aziza, A.A., Shroff,M.M., Greer,M.L.C., *Easing anxiety in preparation for pediatric magnetic resonance imaging: a pilot study using animal-assisted therapy*,Pediatric Radiology 49:1000–1009, 2019.
- Quan, X., Joseph, A., Nanda, U., Moyano-Smith O., Kanakri, S., Ancheta, C., A. Loveless, E.,*Improving Pediatric Radiography Patient Stress, Mood, and Parental Satisfaction Through Positive Environmental Distractions: A Randomized Control Trial*, Journal of Pediatric Nursing (2016) 31, e11–e22, 2015.
- Sarman, A., *Hastanede Yatan Çocuklara Uygulanan Hayvan Destekli Uygulamanın Çocukların Kaygı, Korku, Psikolojik ve Duygusal İyi Oluşu Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi,2022.
- Taşdelen Baş,M., *Çölyak Tanılı Adölesanlarda Akran Etkileşimli Grup Desteğinin Yaşam Kalitesi,Akran İlişkileri Ve Başetme Düzeylerine Etkisi*,Doktora Tezi,Ankara., 2020
- Ulrich, R. S., Zimring, C., Quan, X., Joseph, A., *The environment's impact on stress*, In S. Marberry (Ed.), Improving healthcare with better building design (pp. 37–61). Chicago: Health Administration Press, 2006.
- URL 1. <https://www.medicawell.com/en/hospital/zulekha-hospital-dubai> (Erişim Tarihi: 14.12.2022)
- URL 2. <https://www.dewberry.com/projects/texas-childrens-hospital-west-campus-mri-suite> (Erişim Tarihi: 14.12.2022).
- URL3. [www.texaschildrens.org/departments/computed-tomography-ct](http://www.texaschildrens.org/departments/computed-tomography-ct) (Erişim Tarihi: 14.12.2022)
- URL4. [https://www.archdaily.com/870774/nelson-mandela-childrens-hospital-sheppard-robson-plus-john-cooper-architecture-plus-gapp-plus-ruben?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/870774/nelson-mandela-childrens-hospital-sheppard-robson-plus-john-cooper-architecture-plus-gapp-plus-ruben?ad_source=search&ad_medium=projects_tab)(Erişim Tarihi: 14.12.2022)
- URL 5 <https://healthcaresnapshots.com/projects/4761/royal-childrens-hospital/>(Erişim Tarihi: 14.12.2022)
- URL 6. <https://archello.com/pt/project/royal-childrens-hospital>(Erişim Tarihi: 14.12.2022)

- URL7. <https://www.arch2o.com/lady-cilento-children-s-hospital-melbourne-architectural-and-lyons-and-brisbane-architects-conrad-gargett/>(Erişim Tarihi: 14.12.2022)
- URL8. <https://architizer.com/blog/projects/lady-cilento-childrens-hospital-1/>(Erişim Tarihi: 14.12.2022)
- URL9. <https://www.architectmagazine.com/project-gallery/valley-childrens-hospital-eagle-oaks-specialty-care-center> (Erişim Tarihi: 12.12.2022)
- URL10. [www.caldrywall.com/projects/ucsf-benioff-childrens-hospital-outpatient-center/](http://www.caldrywall.com/projects/ucsf-benioff-childrens-hospital-outpatient-center/) (Erişim Tarihi: 12.12.2022)
- URL11. <https://www.hdrinc.com/portfolio/ucsf-benioff-childrens-hospital-oakland-pediatric-outpatient-center> (Erişim Tarihi: 12.12.2022)
- URL12. <https://www.whatisblik.com/blogs/projects/shriners-in-process#&gid=1&pid=10> (Erişim Tarihi: 12.12.2022)
- URL13. <https://healthcaredesignmagazine.com/projects/pediatrics/photo-tour-shriners-children-medical-center/#slide-8> (Erişim Tarihi: 12.12.2022)
- URL14. [www.zgf.com/work/370-seattle-children-s-hospital-north-clinic](http://www.zgf.com/work/370-seattle-children-s-hospital-north-clinic) (Erişim Tarihi: 12.12.2022)
- URL15. <https://mcdmag.com/2018/09/seattle-childrens-new-clinic-features-18-subspecialties-design-pays-homage-to-areas-maritime-legacy/>(Erişim Tarihi: 12.12.2022)
- URL16. <https://segd.org/university-iowa-hospitals-and-clinics-stead-family-childrens-hospital> (Erişim Tarihi: 12.12.2022)
- URL17. <https://healthcaredesignmagazine.com/projects/university-of-iowa-stead-family-childrens-hospital/#slide-10>
- URL18. <https://archello.com/project/joan-kirner-womens-and-childrens-hospital>(Erişim Tarihi: 14.12.2022)
- URL19. <https://archello.com/project/princess-maxima-centre-for-child-oncology>(Erişim Tarihi: 12.12.2022)
- URL20. [www.zgf.com/work/274-bc-children-s-hospital-bc-women-s-hospital-health-centre-teck-acute-care-centre](http://www.zgf.com/work/274-bc-children-s-hospital-bc-women-s-hospital-health-centre-teck-acute-care-centre) (Erişim Tarihi: 12.12.2022)
- URL21 <https://healthcaredesignmagazine.com/projects/new-arrival-bc-childrens-hospital-and-bc-womens-hospital-health-centre/#slide-2>(Erişim Tarihi: 12.12.2022)
- URL22. [www.archdaily.com/932317/ekh-children-hospital-scsb?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](http://www.archdaily.com/932317/ekh-children-hospital-scsb?ad_source=search&ad_medium=projects_tab)(Erişim Tarihi: 12.12.2022)
- URL23. <https://archello.com/project/john-hunter-childrens-hospital-picu>, (Erişim Tarihi: 12.12.2022)

## THE CORRELATION OF SpHb AND Hb IN THE CRITICAL CARE UNIT AND ITS EFFECT ON MORTALITY

Doç. Dr. PINAR AYVAT <sup>1</sup>, Doç. Dr. BAŞAK BÜYÜK <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Izmir Demokrasi University Medical Faculty Department of Anaesthesiology,

drpinarunde@yahoo.com

ORCID ID: 0000-0002-9941-3109

<sup>2</sup> Izmir Demokrasi University Medical Faculty Department of Histology and Embryology,

[basak.buyuk@idu.edu.tr](mailto:basak.buyuk@idu.edu.tr)

ORCID ID: 0000-0003-1817-2241

### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Intensive care units are the units with the highest mortality in hospitals. Many factors play a role in the high mortality. We wanted to examine the effects of measured Hb, SpO<sub>2</sub> and SpHb values on mortality in patients admitted to the Anesthesiology Intensive Care Unit.

**MATERIAL and METHOD:** The study was carried out by retrospectively screening the patients hospitalized in the ICU between January 2022 and September 2022. The diagnoses and values of the cases treated with more than one hospitalization at the first hospitalization were recorded. Patients under 18, Covid-19 patients, and patients who could not be examined due to lack of data were excluded from the study. The form of discharge from the intensive care unit was divided into two groups as exitus or alive. SpO<sub>2</sub>, SpHb, and hemoglobin values of each patient group, and central venous pressure (CVP) values obtained from a central venous catheter, if inserted, were recorded. The relationship between mortality and measured values between groups was analyzed using Student's T test statistic.

**RESULTS:** Of the 269 patients included in the study, 126 were female and 143 were male. 89 people are in the diagnosis group hospitalized for postoperative follow-up and constitute 33.0% of the patients. The second diagnostic group is the sepsis diagnosis group with 78 people and a percentage of 28.9%. Only differences in oxygen saturation, hemoglobin saturation, and hemoglobin values were observed between the groups.

**CONCLUSION:** Hb and SpHb follow-up is one of the possibilities used in ICU, which provides the clinician with the opportunity for noninvasive bleeding follow-up of the patient. Although

the reliability decreases in cases such as deepening of anemia, excessive colloid fluid therapy, and high oxygen concentration, it is a practical and safe method that can be used in the follow-up of intensive care patients.

**KEYWORDS:** Critical care, hemoglobin, SpHb

## 1. INTRODUCTION

Intensive care units are the units with the highest mortality in hospitals. Many factors play a role in the high mortality. The reason for hospitalization of the patient, existing co-morbidities, and the quality of the fluid therapy applied are among the factors. Bleeding and fluid management is critical for oxygen delivery by optimizing cardiac output. (1). Optimization of fluid management is thought to contribute to increasing oxygen distribution in the perioperative period significantly. There are publications on optimizing preload and cardiac output, reducing postoperative complications, and hospital stay in intensive care patients undergoing major surgery. (2).

In recent years, the trend toward noninvasive monitoring methods has increased instead of invasive monitoring methods. Pleth Variability Index (PVI) is one of the new non-invasive, easily applicable, and easily interpretable monitoring methods. It has been shown that intraoperative hypotension and fluid requirement can be predicted with PVI (3). Continuous hemoglobin measurement (SpHb), Perfusion index (PI), and PVI are parameters that can be measured non-invasively with plethysmographic waveform analysis.

We wanted to examine the effects of measured Hb, SpHb and SpO<sub>2</sub> values on mortality in patients admitted to the Anesthesiology Intensive Care Unit.

## 2. MATERIAL and METHOD

Anesthesia Intensive Care Unit: Our hospital has 11 intensive care beds, a ventilator, and a monitor for each bed. Anesthesiologist on duty at night serves our patients, whose daytime treatments are planned by our intensive care specialists. Requests for hospitalization in the intensive care unit are finalized by evaluating the detailed epicrisis by our intensive care specialist during the day and anesthesiologist on duty at night. Patients who meet our hospitalization criteria are admitted if the bed is suitable.

The study was carried out by retrospectively screening the patients hospitalized in the ICU between January 2022 and September 2022. The diagnoses and values of the cases treated with more than one hospitalization at the first hospitalization were recorded. Patients under the age of 18, Covid-19 patients, and patients who could not be examined due to lack of data were excluded from the study.

The reasons for hospitalization in ICU were recorded according to the Apache IV diagnostic criteria (4). We wanted to classify patients for ease of comparison. In 1999, "The Society of Critical Care Medicine" prepared admission, triage, and discharge guidelines for intensive care (5). Admission decision in ICU is made based on the priority model, diagnosis model, and objective parameter models. For this study, we classified our reasons for hospitalization in our intensive care unit on the basis of the 'diagnostic model'. Thus, the patients were gathered under 8 groups. The form of discharge from the intensive care unit was divided into two groups as exitus or alive. SpO<sub>2</sub>, SpHb, PI, PVI values and hemoglobin values of each patient group, and central venous pressure (CVP) values obtained from a central venous catheter, if inserted, were recorded.

The relationship between mortality and measured values between groups was analyzed using Student's T test statistic. Data analysis was evaluated with Microsoft Excel XP and SPSS (version 22, USA) programs. Values are given as numbers and percentages

### 3. RESULTS

Of the 269 patients included in the study, 126 were female and 143 were male. Men made up 53.15% of the data set, while women made up 46.85%. When the ages of 269 patients were examined, it was seen that they ranged between 18 and 101 and the mean age was 68.9 years. While the ages of female patients were between 18 and 101, the mean age was 73.9 in females. For men, the age ranges between 18 and 94, with an average age of 66.4. (Table 1)

Table 1. Age distribution by gender

	n	%	Mean age	Min age	Max age
Men	143	53,15	66,4	18	94
Female	126	46,85	73,9	18	101
Total	269	100	68,9		

It was seen that 128 people died out of 269 people, which corresponds to 47.5%. The ages of deceased patients range from 19 to 97. The mean age of deceased patients is 68.72 years. The ages of the patients who survived ranged between 18 and 101, with an average of 52.5. (Table 2)

Table 2. Age distribution by mortality

	n	%	Mean age	Min age	Max age
Living patients	141	52,5	55,7±19,7	18	101
Deceased patients	128	47,5	68,7±16,2	19	97

The distribution of 8 identified diagnostic groups among 269 patients was examined and their percentages were given. Accordingly, 89 people are in the diagnosis group hospitalized for postoperative follow-up and constitute 33.0% of the patients. The second diagnostic group is the sepsis diagnosis group with 78 people and a percentage of 28.9%. In the third place, 37 patients with 13.7% are in the neurological disease diagnosis group. (Table 3)

Table 3. Our patient groups according to the diagnosis model

	N	%
Cardiac disease	12	4,4
Pulmonary disease	33	12,2
Neurological disease	37	13,7
Gastrointestinal disease	9	3,3
Endocrine-metabolic disease	4	1,4
Poisoning	7	2,6
Post-operative follow-up	89	33,0
Sepsis	78	28,9
Total	269	100



For the analysis of factors affecting mortality, static hemodynamic data by measuring the CVP value of the patients, dynamic hemodynamic data by measuring the PVI index and PI, and SpHb, Hemoglobin (Hb) values were checked. Only differences in oxygen saturation, hemoglobin saturation, and hemoglobin values were observed between the groups. (Table 4)

Table 4. Factors affecting mortality (\*p<0,05)

	Living patients	Deceased patients	p
SpO <sub>2</sub>	97.6±4.8	94.2±3.0	0,01*
SpHb	11,1±0,2	9,8±0,8	0,05*
Hb	10,8±0,7	9,1±1,4	0,05*
CVP	9,5 ± 2,2	8,2 ± 2,3	0,27

#### 4. DISCUSSION

In our study, we found that Hb value and SpHb value correlated in intensive care patients and were effective on mortality. Considering that the majority of our patients are post-operative patients, we think that this non-invasive parameter that can be used in follow-up is very valuable.

Non-invasive and continuous Hb measurement allows real-time measurement thanks to the Hb trend. Thus, it can warn the clinician at an early stage of the decrease of Hb concentration in acute blood loss. Our main goal in this study was to detect sudden decreases in Hb concentrations at an early stage and to collect blood gas samples without delay, to prevent unnecessary blood transfusion practices by following the Hb increase trend during blood transfusions. Our second goal was to determine whether SpHb has an effect on patient mortality.

Radical-7® Pulse CO-Oximeter and Pronto-7 (Masimo) allow noninvasive and continuous Hb measurement. It provides a real-time measurement and warns the clinician without wasting time when the trend value shown in major blood losses decreases. Since we can monitor the increase in Hb value during the blood transfusion, it ensures that we do not make unnecessary blood transfusions. Thanks to the sensor attached to the distal tip of the finger, it detects light of seven or more wavelengths and calculates the Hb value using

algorithms (6,7). It is approved by the Food and Drug Administration (FDA). Although noninvasive Hb measurement does not replace invasive Hb measurement, it provides an additional data opportunity by providing a very good association (8). Apart from Hb, it measures carboxyhemoglobin and methemoglobin values. It also calculates Perfusion Index (PI) and Pleth Variability Index (PVI), allowing targeted fluid management in major cases. The PI value decreases in major blood losses and vasopressor use, and the accuracy of the Hb value decreases accordingly (9). Its accuracy and reliability have been demonstrated in adults and children in major surgical operations, in intensive care units, in trauma cases, and in the management of patients with gastrointestinal bleeding (10–12). Reliability decreases in conditions such as deepening of anemia, excessive colloid fluid therapy and high oxygen concentration (13).

In a prospective randomized study with a series of 327 patients in elective major orthopedic cases, intraoperative Hb levels were found to be similar between the SpHb group and the standard care groups. There was no difference in terms of postoperative complications (14). In a study conducted with neurosurgery patients, a lesser increase was observed in the SpHb group when compared in terms of post-transfusion hemoglobin values. They interpreted that when only Hb was measured, unnecessary blood transfusion was done more (15). This may mean that we can reduce the amount of postoperative transfusion by optimizing the use of blood products in the perioperative period with the use of a noninvasive hemoglobin device.

Oxygen delivery to the tissue is defined as the amount of oxygen carried by 100 ml of blood. It is related to cardiac output and Hb concentration. Oxygen transfer to tissues depends on the regular functioning of respiratory and cardiac functions. Red and infrared lights from the device illuminate the pulsatile vascular bed. At this time, the amount of light absorbed by Hb is measured. Oxyhemoglobin (HbO<sub>2</sub>) absorbs more infrared light, while deoxyhemoglobin absorbs more red light. The measured absorption rates are converted into digital data by the device. (16). Absorption of tissues with arterial pulsations varies depending on blood pressure, while absorption in venous beds and other tissues without pulsation remains constant (16).

PI provides information on patients' intravascular volume, vascular resistance, oxygen delivery, and the ability of tissues to use oxygen. The clinician has an idea about systemic and pulmonary blood flow. Noninvasive measurement of peripheral perfusion, especially in critically ill patients, provides important information in terms of hemodynamics by reflecting instantaneous changes in peripheral blood flow. PI is obtained by the ratio of pulsatile arterial

flow in the peripheral area of infrared signals to nonpulsatile tissue components (venous blood, connective tissue, skin, bone, etc.) (17).

Since the non-pulsatile blood flow is constant in the tissues, the change in the amount of pulsatile blood flow in the peripheral tissues changes the PI. That is, PI is more related to the amount of arterial blood flow, not to SaPO<sub>2</sub> in the blood (18). Normal values range between 0.02 and 20.

PI is reproducible, inexpensive, noninvasive, and important in terms of giving an idea about hemodynamics. It has been reported that PI shows a circadian rhythm and can be affected by nutrition, intravenous therapy, jaundice, sleep and wakefulness, and patient position. Motion artifact, which develops due to agitation and trembling of patients, leads to decreased accuracy, loss of signal, false results, and missed hypoxemic events. It has been reported that the PI value measured in the prone sleep position is higher than in the supine position (19).

In the presence of hypothermia, hypotension, and arrhythmia, the pulse wave may not be read or a slow flow may be seen. High carboxyhemoglobin and methemoglobin levels, paint on the nail (nail polish, henna, methylene blue, etc.), excessive light exposure (sunlight, heater lights, and phototherapy lights), movement, low perfusion, or improper probe placement can cause false readings

## 5. CONCLUSION

SpO<sub>2</sub> and SpHb follow-up is one of the possibilities used in ICU, which provides the clinician with the opportunity for noninvasive dynamic follow-up of the patient. Although its use is practical, it is affected by many parameters such as peripheral vasoconstriction caused by vasoactive drugs, hypothermia, tremor, surgical stress response, peripheral vascular diseases. For this reason, it does not seem appropriate to use it in the estimation of mortality

## 6. REFERENCES

1. Perel A. Automated assessment of fluid responsiveness in mechanically ventilated patients. *Anesthesia and Analgesia*. 2008;106(4):1031–3.
2. Siswojo AS, Wong DMY, Phan TD, Kluger R. Pleth Variability Index Predicts Fluid Responsiveness in Mechanically Ventilated Adults During General Anesthesia for Noncardiac Surgery. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2014 Dec 1;28(6):1505–9.

3. Tsuchiya M, Yamada T, Asada A. Pleth variability index predicts hypotension during anesthesia induction. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2010 May 1;54(5):596–602.
4. Zimmerman JE, Kramer AA, McNair DS, Malila FM. Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) IV: Hospital mortality assessment for today's critically ill patients. *Critical Care Medicine*. 2006;34(5):1297–310.
5. Society of Critical Care Medicine TF of the AC of CCM. Guidelines for intensive care unit admission, discharge, and triage. *Critical Care Medicine*. 1999;27(3):633–8.
6. Butwick A, Hilton G, Carvalho B. Non-invasive haemoglobin measurement in patients undergoing elective Caesarean section. *British Journal of Anaesthesia*. 2012;108(2):271–7.
7. Vos JJ, Kalmar AF, Struys MMRF, Porte RJ, Wietasch JKG, Scheeren TWL, et al. Accuracy of non-invasive measurement of haemoglobin concentration by pulse co-oximetry during steady-state and dynamic conditions in liver surgery. *British Journal of Anaesthesia*. 2012;109(4):522–8.
8. Barker SJ, Shander A, Ramsay MA. Continuous Noninvasive Hemoglobin Monitoring: A Measured Response to a Critical Review. *Anesth Analg*. 2016;122(2):565–72.
9. Saito J, Kitayama M, Amanai E, Toyooka K, Hirota K. Impact of acute changes in perfusion index and blood pressure on the accuracy of non-invasive continuous hemoglobin concentration measurements during induction of anesthesia. *J Anesth*. 2017;31(2):193–7.
10. Patino M, Schultz L, Hossain M, Moeller J, Mahmoud M, Gunter J, et al. Trending and accuracy of noninvasive hemoglobin monitoring in pediatric perioperative patients. *Anesthesia and Analgesia*. 2014;119(4):920–5.
11. Marques NR, Kramer GC, Voigt RB, Salter MG, Kinsky MP. Trending, accuracy, and precision of noninvasive hemoglobin monitoring during human hemorrhage and fixed crystalloid bolus. *Shock*. 2015 Aug 1;44:45–9.
12. Yamada H, Saeki M, Ito J, Kawada K, Higurashi A, Funakoshi H, et al. The relative trending accuracy of noninvasive continuous hemoglobin monitoring during hemodialysis in critically ill patients. *J Clin Monit Comput*. 2015;29(1):107–12.

13. Vos JJ, Kalmar AF, Struys MMRF, Porte RJ, Wietasch JKG, Scheeren TWL, et al. Accuracy of non-invasive measurement of haemoglobin concentration by pulse co-oximetry during steady-state and dynamic conditions in liver surgery. *BJA*. 2012;109(4):522–8.
14. Ehrenfeld JM, Henneman JP, Bulka CM, Sandberg WS. Continuous Non-invasive Hemoglobin Monitoring during Orthopedic Surgery: A Randomized Trial. *J Blood Disorders Transf*. 2014;5(9):1–5.
15. Awada WN, Mohmoued MF, Radwan TM, Hussien GZ, Elkady HW. Continuous and noninvasive hemoglobin monitoring reduces red blood cell transfusion during neurosurgery: a prospective cohort study. *J Clin Monit Comput*. 2015;29(6):733–40.
16. TU Ö. Puls Oksimetre. *Türk Yoğun Bakım Derneği Derg*. 2006;4:96–106.
17. De Felice C, Latini G, Vacca P, Kopotic RJ. The pulse oximeter perfusion index as a predictor for high illness severity in neonates. *European Journal of Pediatrics*. 2002;161(10):561–2.
18. Granelli ADW, Östman-Smith I. Noninvasive peripheral perfusion index as a possible tool for screening for critical left heart obstruction. *Acta Pædiatrica*. 2007;96(10):1455–9.
19. Sahni R, Schulze KF, Ohira-Kist K, Kashyap S, Myers MM, Fifer WP. Interactions among peripheral perfusion, cardiac activity, oxygen saturation, thermal profile and body position in growing low birth weight infants. *Acta Pædiatrica*. 2010;99(1):135–9.

## SERRATUS ANTERIOR PLANE BLOCK FOR RESISTANT HERPES ZOSTER PAIN MANAGEMENT: A CASE SERIES

**Doç. Dr. PINAR AYVAT <sup>1</sup>, Uz. Dr. Birdal GULLUPINAR <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Izmir Demokrasi University Medical Faculty Department of Anaesthesiology,  
drpinarunde@yahoo.com

ORCID ID: 0000-0002-9941-3109

<sup>2</sup> Izmir Bozyaka Education and Research Hospital Department of Emergency,  
birdalg@yahoo.com

ORCID ID: 0000-0002-6657-5654

### ABSTRACT

Herpes zoster is a condition that reduces the patient's quality of life due to the pain it gives. Although the severity of the pain varies depending on the extent and location of the lesion, opioids use is common in such cases. Despite opioids, it is frequently observed that adequate analgesia cannot be provided in patients. Serratus anterior plane block (SAP) is a type of block that can be safely applied with ultrasonography, provides fast results, and provides long-term analgesia. This article presents SAP block case series that we successfully applied in three patients whose pain persisted despite opioid therapy.

**Keywords:** Serratus anterior plane block, herpes zoster, pain management

### 1. Introduction

Herpes Zoster (HZ) is the reactivation of the latent varicella zoster virus. It is most common in older adults and people with suppressed immune systems. The incidence of HZ increased more than 4-fold in recent years, and it was found that the risk of HZ was higher in elderly individuals and women [1]. While the lifetime risk of HZ in the normal population is about 20-30%, it reaches 50% for people who are older than 80 [2,3]. The virus usually moves to the dorsal root ganglia through the retrograde axonal path or hematogenous pathway after the chickenpox attack in childhood and stays there latently [3,4]. HZ is usually observed as a unilateral, self-limiting dermatomal rash. The most common clinical findings are maculopapular unilateral dermatomal rash and pain on an erythematous background. Later, crusts or scabs are formed and a vesiculopustular appearance occurs [5]. The most common dermatome for this disease is the thoracic dermatome area [6].

Postherpetic neuralgia (PHN) is a painful and common sequelae of HZ; it is characterized by severe pain that persists after the rash has resolved [7]. Approximately 22% of HZ patients



have PHN [8]. Risk factors for PHN include the severity of acute pain, the degree of rash, advanced age, and immunosuppression [9]. PHN usually improves slowly in older adults, but there are many individuals who experience persistent pain and who are resistant to pain therapy.

The serratus anterior plane (SAP) block is a relatively new plane block used in the treatment of thoracic wall pain. SAP block provides analgesia from the second thoracic to the ninth thoracic dermatome [10]. It is used in chest surgeries, rib fractures and thoracotomy to manage anterolateral chest wall pain [11-13]. Studies on both SAP block application and the use of it for HZ pain treatment in emergency departments are limited in the literature [14]. In this case series, we present the cases in which we achieved success by using SAP block in the treatment of pain in three patients with resistant HZ.

## 2. Cases Description

### 2.1. Case 1

A 68-year-old female patient with a history of left mastectomy secondary to hypertension and breast cancer was admitted with left chest pain. She had a widespread dermatomal rash with crusted erythematous base in areas corresponding to the left 2nd, 3rd, 4th, 5th cervical dermatome and 2nd, 3rd, 4th, 5th thoracic dermatome (Image 1). The patient had been using oral valaciclovir, gabapentin and acetaminophen with the diagnosis of herpes zoster virus (HZV) by a dermatologist. The Numeric Rating Scale (NRS) of the patient who was admitted to our emergency department with severe pain was 10/10.

After approval, we applied an ultrasound-guided serratus anterior plane block to the fifth intercostal space of the midaxillary line. After local antisepsis, 2 ml of 1% lidocaine was applied to the skin with topical infiltration. For the SAP block, an ultrasound (5 to 12 MHz high frequency linear transducer, Philips Ultrasound system, Andover, USA) probe was used under aseptic conditions. A 21-gauge cannula (Stimuplex®-Canule 100 mm A.B. Braun, Melsungen AG, Germany) was applied into the area between the serratus anterior and latissimus dorsi muscles with the help of ultrasonography. After negative aspiration, 30 mL of 0.25% bupivacaine (5 mg/ml, Marcaine®) was administered via cannula. Since the successful spread of local anesthesia was observed by ultrasonography, the medicine was injected fully. While the patient's NRS was 10/10 before the procedure, her NRS decreased to 3/10 after 30 minutes. No other analgesic or narcotic treatment was given to the patient. When the patient

was called 24 hours later, it was learned that the pain was under control and the first analgesia requirement was 12 hours later.

## 2.2. Case 2

A 32-year-old female patient with a rash and painful lesion in the area corresponding to the right third thoracic dermatome, which started one week before the application to emergency department (Image 2). She stated that the intensity of the pain had increased in the past two days. She was diagnosed with HZV. She told that she had continued oral acyclovir and oral dexketoprofen treatment, but she described her pain to be consistently very severe. Her NRS before the procedure was 9/10. SAP block was applied for pain control using the same technique and method as in Case 1. After the SAP block, her NRS became 1/10. No complications developed in the patient during the block or during the two-hour follow-up in the emergency department. The first analgesia requirement after SAP block occurred after 18 hours.

## 2.3. Case 3

A 56-year-old female patient with diabetes and coronary artery disease who was admitted to the emergency department with left flank pain. She had a maculopapular unilateral dermatomal rash on an erythematous background in the area corresponding to the right 6th and 7th thoracic dermatome (Image 3). She was diagnosed with HZV and drug therapy was prescribed. She had minimal response to parenteral paracetamol and tramadol therapy. Before the procedure, the patient's NRS was 9/10. The SAP block was applied for pain control using the same method as in case 1. After the block, NRS became 0/10. After one hour of observation, she was discharged from the emergency department without any complications. When we called the patient 24 hours later, she reported that she did not need any medication for the pain yet

## 3. DISCUSSION

We report that SAP block is an effective alternative treatment for pain management of patients with thoracic HZ lesions. After this procedure, no additional analgesia and opioid therapy were required, and the SAP block procedure provided excellent regional anesthesia. SAP block has recently attracted the attention of physicians due to its effectiveness, ease, low complication rate and single injection method [10]. In this case series, we applied SAP block

for HZ pain management. Effective analgesia is important in patients with HZ, as the pain can be very severe. Our cases were patients who could not achieve adequate pain control with parenteral analgesic and opioid treatments, but a significant decrease in pain scales was observed with SAP block.

While the NRS score was 3/10 in case 1 after the block procedure, it decreased to 1/10 and 0/10 in cases 2 and 3. The reason for this was cervical dermatome involvement together with thoracic dermatome in case 1. The reason for the NRS score of 1/10-0/10 in cases 2 and 3 was that there was only thoracic dermatome involvement.

Blanco et al. first started to use the SAP block for analgesia after thoracic surgery. They described the regional anesthesia technique of the serratus anterior plane block by injecting local anesthetic into the fascial plane deeply or superficially into the serratus anterior muscle [10]. This method blocks the lateral cutaneous branches of the T2 - T9 intercostal and thoracodorsal nerves and dermatomal paresthesia lasted an average of 752 minutes from T2 to T9 [10]. The serratus anterior plane block provides analgesia to the anterior thorax, axillary fossa, and lateral thorax. Although the SAP block was originally developed for postoperative analgesia [10], it is now used in the treatment of thoracic wall pain. In emergency departments, SAP block has been successfully applied for pain control in cases such as rib fracture, pleural catheter, herpes zoster, and tube thoracostomy [12, 14].

Our case series showed that SAP block plays a potential role in the pain management of HZ, particularly those resistant to analgesic and opioid therapy. The most important complication of this block is pneumothorax [15]. However, application of the block with ultrasonography greatly reduces the risk of these complications. Another important risk is the systemic toxicity of the local anesthetic [15]. This complication can be reduced by administering the bupivacaine dose with a therapeutic dose (maximum 2 mg/kg). However, in cases of systemic toxicity, emergency physicians should have immediate access to intravenous lipid therapy while performing this block [15]. There is a lack of prospective studies using the serratus anterior plane block in the emergency department. Therefore, more studies are needed to better evaluate the effectiveness and safety of this block in the emergency department.

SAP block can be performed in suitable patients diagnosed with HZ. Therefore, it is important to know the dermatome areas well. There were no complications or toxicities in any of the cases in this case series. This makes us think that SAP block application is an effective treatment without side effects in the resistant pain of HZ. Based on our case report, we believe that the SAP block is an effective method for HZ pain management and is an ideal treatment over opioids for certain patient populations.

#### 4. REFERENCES

1. Kawai K, Yawn BP, Wollan P, Harpaz R. Increasing Incidence of Herpes Zoster Over a 60-year Period From a Population-based Study. *Clinical infectious diseases*. 2016;63(2):221–226. <https://doi.org/10.1093/cid/ciw296>
2. Schmader K. Herpes Zoster. *Clin Geriatr Med*. 2016;32(3):539–553. <https://doi.org/10.7326/aitc201808070>
3. Mueller NH, Gilden DH, Cohrs RJ, Mahalingam R, Nagel MA. Varicella zoster virus infection: clinical features, molecular pathogenesis of disease, and latency. *Neurol Clin*. 2008;26(3):675–697. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2008.03.011>
4. Nagel MA, Lenggenger D, White T, Khmeleva N, Heintzman A, Boyer PJ, et al. Disseminated VZV infection and asymptomatic VZV vasculopathy after steroid abuse. *J Clin Virol*. 2015;66:72–75. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2015.03.016>
5. Sengupta S. Cutaneous herpes zoster. *Curr Infect Dis Rep*. 2013;15(5):432–439. <https://doi.org/10.1007/s11908-013-0356-y>
6. Wung PK, Holbrook JT, Hoffman GS, Tibbs AK, Specks U, Min YI, et al. Herpes zoster in immunocompromised patients: incidence, timing, and risk factors. *Am J Med*. 2005; 118: pp. 1416. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2005.06.012>
7. Rullán M, Bulilete O, Leiva A, Soler A, Roca A, González-Bals MJ, et al. Efficacy of gabapentin for prevention of postherpetic neuralgia: study protocol for a randomized controlled clinical trial. *Trials*. 2017;18(1):24. <https://doi.org/10.1186/s13063-016-1729-y>
8. Pentikis HS, Matson M, Atiee G, Boehlecke B, Hutchins JT, Patti JM, et al. Pharmacokinetics and safety of FV-100, a novel oral anti-herpes zoster nucleoside analogue, administered in single and multiple doses to healthy young adult and elderly adult volunteers. *Antimicrob Agents Chemother*. 2011;55:2847-54. <https://doi.org/10.1128/aac.01446-10>

9. Kost RG, Straus SE. Postherpetic neuralgia--pathogenesis, treatment, and prevention. *New England Journal of Medicine*. 1996;335(1):32–42.  
<https://doi.org/10.1056/nejm199607043350107>
10. Blanco R, Parras T, McDonnell JG, Prats-Galino A. Serratus plane block: a novel ultrasound-guided thoracic wall nerve block. *Anaesthesia*. 2013; 68: 1107–13.  
<https://doi.org/10.1111/anae.12344>
11. Khalil AE, Abdallah NM, Bashandy GM, Kaddah TAH. Ultrasound-guided serratus anterior plane block versus thoracic epidural analgesia for thoracotomy pain. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2017; 31: 152–8.  
<https://doi.org/10.1053/j.jvca.2016.08.023>
12. Kunhabdulla NP, Agarwal A, Gaur A, Gautam SK, Gupta R, Agarwal A. Serratus anterior plane block for multiple rib fractures. *Pain Physician*. 2014; 17: 651–3.
13. Fajardo M, García FJ, López S, Diéguez P, Alfaro P. Analgesic combined lateral and anterior cutaneous branches of the intercostal nerves ultrasound block in ambulatory breast surgery. *Cirugia Mayor Ambulatoria*. 2012; 17: 95–104.
14. Goldsmith AJ, Liteplo AS, Shokoohi H. Ultrasound-Guided Serratus Anterior Plane Block for Intractable Herpes Zoster Pain in the Emergency Department. *J Emerg Med*. 2020 Sep;59(3):409-412. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2020.04.053>
15. Southgate SJ, Herbst MK. Ultrasound Guided Serratus Anterior Blocks. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; July 31, 2020

## 5. IMAGES



1.Image 1: Case 1





2.Image 2: Case 2



3.Image 3: Case 3



## HEMİPLEJİ HASTALARDA GÖRÜLEN OMUZ AĞRISINDA KULLANILAN REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARI

Öğr. Gör. Kevser GÜRSAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> T.C. Yozgat Bozok Üniversitesi Çekerek Fuat Oktay Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Sağlık ve Bakım Hizmetleri Bölümü, Yaşlı Bakım Programı Yozgat, Türkiye  
kevserg92@gmail.com,  
ORCID: 0000-0002-0304-9913

Öğr. Gör. Bahar ERDOĞAN<sup>2</sup>

<sup>2</sup> T.C. Yozgat Bozok Üniversitesi Çekerek Fuat Oktay Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, İlk ve Acil Yardım Programı, Yozgat, Türkiye  
baharerdogan0@gmail.com,  
ORCID: 0000-0003-4636-0629

### ÖZET

Hemipleji, beyin dolaşımındaki iskemi ya da hemoraji nedeniyle oluşan patolojik değişiklikler neticesinde, vücudun bir yarısında nöromuskuler fonksiyonda meydana gelen bozukluklar ile seyreden hastalıktır. Hemipleji, hipertansiyon, enfeksiyonel hastalıklar, diyabet, kanser, kalp hastalıkları, arterlerin enflamasyonu, ateroskleroz, yaş ve bunun gibi pek çok risk faktöründen dolayı gelişebilmektedir. Hemipleji hastalarında, denge ve koordinasyon kayıpları, kas güçsüzlükleri, kas tonusunun kaybolması (flastisite) ya da aşırı artışı (spastisite), yürüyüş ve hareket problemleri, omuz ve baş ağrısı, bilişsel ve emosyonel durum değişiklikleri, farklı duyuşsal problemler gibi birçok klinik semptom görülmektedir. Bu semptomlardan biri olan omuz ağrısının ortaya çıkması hemiplejinin farklı evrelerinde görülebilmektedir. Hemiplejinin, ilk altı ayından sonra hemiplejik omuz ağrısı, vakaların yaklaşık %30 ile %65'inde gelişmektedir. Hastaların %65'inde, inmenin etkisi geçse bile, bu özre neden olan komplikasyon, birkaç ay boyunca devam etmektedir. Bu durum da, hemipleji hastalarının rehabilitasyon gereksinimleri olduğu açıktır. Hemipleji hastalarının omuz ağrısını engellemek/azaltmak için hastalar için özelleşmiş tedavi ve rehabilitasyon programları vardır. Bu çalışmanın amacı, literatürde hemipleji hastalar üzerinde omuz ağrısı konusunda yapılan rehabilitasyon yaklaşımlarını incelemektir. Bu amaç doğrultusunda ilgili literatürde hemipleji hastalarının omuz ağrısını engellemek/azaltmak için fikir birliğine varılmış bir rehabilitasyon yaklaşımı yoktur. Çalışmaların büyük çoğunluğu geleneksel rehabilitasyon yaklaşımlarıyla birlikte ek tedavi yaklaşımlarını da kapsamaktadır. Bu tedavilerin kullanıldığı çalışmalar, omuz ağrısı yönetiminde daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hemipleji, ağrı, rehabilitasyon

## REHABILITATION APPROACHES USED FOR SHOULDER PAIN IN HEMIPLEGIA PATIENTS

### ABSTRACT

Hemiplegia is a disease that progresses with neuromuscular dysfunction in one half of the body as a result of pathological changes in cerebral circulation due to ischemia or hemorrhage. It can develop due to many risk factors such as hemiplegia, hypertension, infectious diseases, diabetes, cancer, heart diseases, inflammation of the arteries, atherosclerosis, age and so on. Many clinical symptoms such as loss of balance and coordination, muscle weakness, loss of muscle tone (elasticity) or excessive increase (spasticity), gait and movement problems, shoulder and headache, cognitive and emotional status changes, and different sensory problems are seen in hemiplegic patients. One of these symptoms, shoulder pain, can be seen in different stages of hemiplegia. After the first six months of hemiplegia, hemiplegic shoulder pain develops in approximately 30% to 65% of cases. In 65% of patients, the complication causing this disability persists for several months, even after the stroke has worn off. In this case, it is clear that hemiplegic patients need rehabilitation. There are specialized treatment and rehabilitation programs for patients with hemiplegia to prevent/reduce shoulder pain. The aim of this study is to examine the rehabilitation approaches for shoulder pain in patients with hemiplegia in the literature. For this purpose, there is no agreed rehabilitation approach to prevent/reduce shoulder pain in hemiplegic patients in the relevant literature. The vast majority of studies include traditional rehabilitation approaches as well as additional treatment approaches. Studies using these treatments have been found to be more effective in the management of shoulder pain.

**Keywords:** Hemiplegia, pain, rehabilitation

### GİRİŞ

Hemipleji, beyin dolaşımındaki iskemi ya da hemoraji nedeniyle oluşan patolojik değişiklikler neticesinde, vücudun bir yarısında nöromuskuler fonksiyonda meydana gelen bozukluklar ile seyreden hastalıktır. Hemipleji, “felç” veya “ inme” olarak da adlandırılabilir. Hemipleji, yetişkinlerde özürlülük oluşturan hastalıkların içinde birinci sırada yer alır. Hemipleji, onkolojik hastalıklar ve kardiyovasküler sistem hastalıklarından sonra en yaygın üçüncü ölüm nedenidir (Yetişgin & Satış, 2019). Hemiplejinin etyolojisi, majör risk faktörleri ve diğer grupta yer alan risk faktörlerinden oluşmaktadır. Major risk faktörleri yaş, hipertansiyon, diabet, önceden geçirilmiş iskemik atak, kardiyak hastalıklar şeklinde sıralanmaktadır. Diğer risk faktörlerinde ise sigara, sedanter yaşam, ateroskleroz, obezite, hiperlipidemi, kahve ve davranışsal alışkanlıklar yer almaktadır (Karaduman & Aksu, 2001).

Hemipleji sonucu birçok fonksiyonda gerileme ve işlev kayıpları olmaktadır. Hemiplejinin başlıca semptomları arasında hafıza kayıpları, algılama sorunları, duyu fonksiyonlarda kayıp, kas tonusunun aşırı artışı (spastisite) ya da kas tonusunun kaybolması (flastisite), seksüel problemler, denge ve koordinasyon kayıpları, yürüyüş ve hareket kabiliyetinde yetersizlik, kas güçsüzlükleri, baş ve omuz ağrısı yer almaktadır. Hemipleji hastalarında sık görülen

semptomlardan biri de omuz ağrısıdır. Hemiplejik omuz ağrısının (HOA), insidansı %9-%73 arasında olduğu bildirilmiştir (Feng et al., 2022).

HOA, genellikle felçten iki ile üç ay sonra ortaya çıkan yaygın bir sakatlık komplikasyonudur (Korkmaz et al., 2020). Hemiplejik hastaların %65'inde, inmenin etkisi geçse bile, bu özne neden olan komplikasyon, birkaç ay boyunca devam etmektedir (de Sire et al., 2020). HOA etyolojisinde, omuz sublüksasyonları, spastisite, refleks sempatik distrofi, duyuşal sensitizasyon, rotator manşet tendiniti, brakial pleksus, nörit, hastanın uygunsuz kol kullanımı ve yanlış egzersizler yer alır. Buna ek olarak yapılan bir derleme çalışmasında üst ekstremitelerdeki azalmış motor aktivite, diyabet ve omuz ağrısı öyküsünün HOA'nın önemli belirteçleri olduğu belirtilmektedir (Holmes et al., 2020). Buna rağmen, HOA'nın etyolojisi, günümüzde hala kesin olarak bilinmemektedir.

HOA'lı hastalarda sıklıkla glenohumeral sublüksasyonu, ekstremitede şiddetli paralizisi, ağrı ve el/el bileğinde ödem vardır. Hastalara, pasif eklem hareket açıklığı (PEHA) egzersizleri yapıldığında ağrıdan yakınır. Ağrı, dinlenme esnasında da mevcut olabilir ve EHA egzersizleri ile şiddetlenebilir. HOA, hastanın yürüme/giyinme gibi temel günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirme kabiliyetini de olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, yaşam kalitesinin düşmesiyle boş zaman aktivitelerine katılımın sınırlandırıldığı ve bu durumların hastaların psikolojilerini etkilediği bildirilmiştir (Holmes et al., 2020).

Hemipleji hastalarında, HOA'nın rehabilitasyon sürecine dahil edilmemesi, yaşam kalitesinin düşmesine, üst ekstremitelerin fonksiyonel iyileşmesinde gecikmelerin yaşanmasına ve hastanede uzun zaman kalmaya neden olmaktadır. HOA'nın karmaşık ve çok faktörlü etyolojisi sıklıkla tedaviyi zorlaştırır. Bu nedenle, yüksek HOA riski taşıyan hastaların erken ve doğru bir şekilde tanımlanması esastır. HOA'nın önlenmesi, erken iyileşme aşamasında bir hedef olmalıdır. HOA, rehabilitasyonunda sıklıkla üst ekstremitenin doğru pozisyonlanması ve eklem hareket açıklığı egzersizleri, felçten sonraki ilk 24 saat içinde başlatılmalıdır. Hemiplejik hasta yürürken, flastisite durumundaki kolu desteklemek için bir askı yararlı olabilir. Omuz abduksiyon/eksternal rotasyon pozisyonunda tutulmalıdır. Hasta oturduğunda, sublüksasyonun önlenmesine yardımcı olmak için tekerlekli sandalyeye önkolu destekleyici ekipmanlar takılabilir. Terapötik egzersizler yapılırken üst ekstremitayı uygun şekilde tutarak humerus başının aşağı doğru çekilmesinden kaçınılmalıdır. Anatomik dizilimi korumak ve duyarsız uzvun yaralanmasını önlemek için oturma pozisyonları ve reçeteleri titizlikle analiz edilmelidir. Askıların aşırı kullanımı kontraktürlere neden olabilir. Omuz stabilize edici kaslara biofeedback ve fonksiyonel elektriksel stimülasyon uygulanmasının omuz sublüksasyonunun insidansını azalttığı ve omuz fonksiyonunun iyileşmesini desteklediği bildirilmiştir (Kaplan, 1995).

Hemiplejik omuzda ağrı gelişirse, üst ekstremitelerin dikkatli bir şekilde incelenerek yumuşak doku yaralanması, refleks sempatik distrofi ve sublüksasyon gibi tanı durumlarından ayırt edilmesi gerekir. Bu gibi durumlar rehabilitasyon süreçlerini ve uygulama yöntemlerini etkilemektedir. HOA'lı hastalara EHA egzersizleri, üst ekstremitenin pozisyonlanması ve ağrıya sebep olacak hareketlerden kaçınma gibi yöntemler uygulanabilir. Aynı zamanda, transkütanöz elektriksel sinir stimülasyonu veya ultrason tedavisi gibi diğer modaliteler, ağrıyı azaltmaya ve iyileşme sırasında duyuşal geri bildirim artırmaya yardımcı olabilir.

Bu çalışmanın amacı hemipleji hastalarında omuz ağrısı konusunda yapılan rehabilitasyon yaklaşımlarını incelemektir. Literatürdeki çalışmalar ve sonuçları aşağıda yer almaktadır:

Hanger ve ark. (2000) yaptığı çalışmada 98 omuz ağrısına sahip hemiplejik hasta ele alınmıştır. Yapılan bu çalışmada 49 hastaya omuz askısı takılmıştır. Diğer 49 hastaya ise herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Sonuçta omuz askısının hareket açıklığına fayda sağlamadığı bulunmuştur.

Yang ve arkadaşlarının 2018 yılında 19 hasta ile yaptığı randomize kontrollü çalışmada (RKÇ) (10 hasta bantlama, 9 hasta placebo), hemipleji sonrası HOA'li hastalara yapılan kinezyolojik bantlamanın omuz ağrısı ve subluksasyonu azalttığı, kas aktivitesi ve aktif normal eklem hareketinin artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Pillastrini ve arkadaşlarının 2016 yılında, 32 HOA'li hasta üzerinde yaptığı RKÇ' de deney/çalışma grubuna nöromusküler bantlama tekniği ve konvansiyonel bir fizik tedavi programı uygulanmıştır. Kontrol grubuna ise standart bir fizik tedavi programı uygulanmıştır. Gruplar, dört hafta boyunca 45 dakikalık dört uzun seans almıştır. Sonuçta, üst ekstremiteye uygulanan nöromusküler bantlamanın ağrıyı seviyesinin azalttığı ve eklem hareket açıklığını iyileştirdiği gözlemlenmiştir.

Huang ve ark. (2016) yaptığı çalışmada, 44 subakut inme hastası ele alınmıştır. Katılımcılar kontrol grubu (sahte kinezyolojik bantlama) ve deney grubu (terapötik kinezyolojik bantlama) olarak ayrılmıştır. Deney grubuna haftada 5 gün konvansiyonel yatak içi rehabilitasyon ile 3 haftalık terapötik kinezyolojik bantlama uygulanmıştır. Kontrol grubundaki hastalara haftada 5 gün konvansiyonel yatak içi rehabilitasyon ile 3 haftalık sahte kinezyolojik bantlama uygulanmıştır. Terapötik kinezyolojik bant, yatak içi rehabilitasyonunda flastisiteli kolda HOA gelişimini engellemekte ve omuz fleksiyonunu iyileştirebileceği vurgulanmaktadır.

de Jong ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada 46 HOA'lı hastada ele alınmıştır. Deney grubundaki katılımcılara, geleneksel inme rehabilitasyon tedavisine ek olarak haftada beş gün, sekiz hafta boyunca, günde iki kez olacak şekilde 45 dakikalık seanslarla nöromusküler elektik sinir stimülasyonu (NMES) uygulanarak kol germe pozisyonuna alınmıştır. Kontrol grubundaki katılımcılara, benzer bir sıklık ve sürede, yalnızca ön kolu germeden kol pozisyonlanması yapılmış ve sahte NMES (motor etkisi olmayan transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu) verilmiştir. Sonuç olarak inme sonrası subakut fazda zayıf kol motor kontrolü olan kişilerde, eşzamanlı NMES ile birlikte statik germe pozisyonunun hareket açıklığı, omuz ağrısı, temel kol işlevi ve günlük yaşam aktiviteleri üzerinde etkili olduğu bulunmuştur.

Chuang ve arkadaşlarının 2017 yılında 38 HOA'li hastada yaptıkları çalışmada iki grup ele alınmıştır. Birinci gruba TENS, ikinci gruba da NMES verilmiştir. Tüm gruplara haftada üç kez, dört hafta boyunca elektriksel stimülasyonu takiben bilateral kol eğitimi verilmiştir. Hemiplejik omuz ağrısı olan kronik ve subakut inme hastalarında ağrı ve omuzdaki işlevsel bozukluk açısından bilateral kol eğitimi ile uygulanan NMES, bilateral kol eğitimi ile uygulanan TENS'e göre daha etkili olduğu bulunmuştur.

Kim ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada 38 HOA'lı hasta değerlendirilmiştir. Katılımcılar deney gurubu ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Tüm gruplara hem üst ekstremite mekaniğini iyileştirmeye hem de nörolojik hasarı azaltmaya yönelik konvansiyonel fizik tedavi verilmiştir. Deney grubuna ek olarak haftada 5 gün, 4 hafta boyunca, günde 30 dakika robot yardımcı omuz rehabilitasyon tedavisi uygulanmıştır. Sonuçta deney grubunda uygulanan robotik yaklaşımın, hemiplejik omuz ağrısını ve hastanın bildirdiği omuzla ilişkili sakatlığı iyileştirdiği tespit edilmiştir.

Poduri, 1993 yılında yaptığı çalışmada omuz ağrısı olan hemiplejik hastaları iki grupta değerlendirmiştir. Birinci grup 23 hastadan, ikinci grup 20 hastadan oluşmaktadır. Birinci gruba antiinflamatuvar ilaçlarla (NSAİİ) uygulanmıştır. İkinci grup ise sadece uğraşı terapisi yapmıştır. İki grubun ağrı düzeyleri, fleksiyon/abduksiyon hareket açıklığı (EHA), ve fonksiyonel iyileşme durumları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, birinci grubun ağrı düzeyinin daha düşük olduğu bulunmuştur. Ayrıca hemiplejik hastalarda rehabilitasyonda başarı sağlamak için EHA egzersizleri ile birlikte NSAİİ'lerin kullanılmasının omuz ağrısı yönetiminde önemli olduğu vurgulanmaktadır.

Mendigutía-Gómez ve ark. (2020) yaptığı çalışmada 16 inme geçirmiş ve omuz ağrısı olan hasta ele alınmıştır. Hastalar iki gruba ayrılarak değerlendirilmiştir. Birinci gruba sadece rehabilitasyon uygulanırken ikinci gruba rehabilitasyon ve kuru iğneleme aktif tetik nokta tedavisi uygulanmıştır. Ayrıca her iki gruba da merkezi sinir sistemini hedef alan modülatör müdahaleleri içeren bir nörorehabilitasyon seansı uygulanmıştır. Sonuç olarak, kuru iğneleme ve aktif tetik nokta tedavisinin beraber alınması HOA'lı hastaların omuz ağrısını azaltmıştır.

Nadler ve Pauls'un 2017 yılında yaptıkları bir metaanaliz çalışmasında, hemiplejik omuz ağrısının ve subluksasyonun önlenmesi/azaltılması için omuz ortezlerinin kullanılması konusundaki çalışmaları incelemiştir. Yapılan çalışma sonucunda inmeden sonra, ortez kullanımının ağrıyı azaltacağı bulunmuştur.

Sonuç olarak tedavi girişimlerinin hemiplejik omuz ağrısı üzerindeki etkinliğini değerlendiren mevcut araştırmalar sınırlıdır. Literatürde, farklı popülasyonlar (akut/subakut/kronik dönemdeki hemiplejik hastalar), müdahaleler veya sonuç ölçütleri kullanan çalışmalar mevcuttur. HOA'lı hastaların karmaşık tedavisinde, geleneksel rehabilitasyona ek olarak başka rehabilitasyon tekniklerinin kullanılması, tek başına uygulanan geleneksel rehabilitasyona göre daha etkilidir. Çalışmalar, araştırma doğası gereği çok çeşitlidir. Bu yüzden HOA'nın rehabilitasyonda fikirbirliği sağlanmış uygun bir rehabilitasyon yaklaşımı yoktur.



## KAYNAKLAR

- Chuang, L. L., Chen, Y. L., Chen, C. C., Li, Y. C., Wong, A. M., Hsu, A. L., & Chang, Y. J. (2017). Effect of EMG-triggered neuromuscular electrical stimulation with bilateral arm training on hemiplegic shoulder pain and arm function after stroke: a randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 14(1), 122. <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0332-0>
- de Jong, L. D., Dijkstra, P. U., Gerritsen, J., Geurts, A. C., & Postema, K. (2013). Combined arm stretch positioning and neuromuscular electrical stimulation during rehabilitation does not improve range of motion, shoulder pain or function in patients after stroke: a randomised trial. *Journal of physiotherapy*, 59(4), 245–254. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(13\)70201-7](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(13)70201-7)
- de Sire, A., Moggio, L., Demeco, A., Fortunato, F., Spanò, R., Aiello, V., ... & Ammendolia, A. (2022). Efficacy of rehabilitative techniques in reducing hemiplegic shoulder pain in stroke: Systematic review and meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 65(5), 101602.
- Feng, J., Shen, C., Zhang, D., Yang, W., & Xu, G. (2022). Development and Validation of a Nomogram to Predict Hemiplegic Shoulder Pain in Patients With Stroke: A Retrospective Cohort Study. *Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation*, 4(3), 100213.
- Hanger, H. C., Whitewood, P., Brown, G., Ball, M. C., Harper, J., Cox, R., & Sainsbury, R. (2000). A randomized controlled trial of strapping to prevent post-stroke shoulder pain. *Clinical rehabilitation*, 14(4), 370–380. <https://doi.org/10.1191/0269215500cr339oa>
- Holmes, R. J., McManus, K. J., Koulouglioti, C., & Hale, B. (2020). Risk factors for poststroke shoulder pain: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 29(6), 104787.
- Huang, Y. C., Leong, C. P., Wang, L., Wang, L. Y., Yang, Y. C., Chuang, C. Y., & Hsin, Y. J. (2016). Effect of kinesiology taping on hemiplegic shoulder pain and functional outcomes in subacute stroke patients: a randomized controlled study. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 52(6), 774–781.
- Kaplan M. C. (1995). Hemiplegic shoulder pain--early prevention and rehabilitation. *The Western journal of medicine*, 162(2), 151–152.
- Karaduman, A., & Aksu, S. (2001). Serebrovasküler Olay. *Hemipleji Rehabilitasyonunda Nörofizyolojik Yaklaşımlar Kitabı*, s1, Ankara
- Kim, M. S., Kim, S. H., Noh, S. E., Bang, H. J., & Lee, K. M. (2019). Robotic-Assisted Shoulder Rehabilitation Therapy Effectively Improved Poststroke Hemiplegic Shoulder Pain: A Randomized Controlled Trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 100(6), 1015–1022. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.02.003>



Korkmaz, N., Yaşar, E., Demir, Y., Tezen, Ö., & Gurcay, E. (2020). Sonographic Predictors in Patients with Hemiplegic Shoulder Pain: A Cross-Sectional Study. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association*, 29(11), 105170. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105170>

Mendigutía-Gómez, A., Quintana-García, M. T., Martín-Sevilla, M., de Lorenzo-Barrientos, D., Rodríguez-Jiménez, J., Fernández-de-Las-Peñas, C., & Arias-Buría, J. L. (2020). Post-needling soreness and trigger point dry needling for hemiplegic shoulder pain following stroke. *Acupuncture in medicine : journal of the British Medical Acupuncture Society*, 38(3), 150–157. <https://doi.org/10.1177/0964528419882941>

Nadler, M., & Pauls, M. (2017). Shoulder orthoses for the prevention and reduction of hemiplegic shoulder pain and subluxation: systematic review. *Clinical rehabilitation*, 31(4), 444–453. <https://doi.org/10.1177/0269215516648753>

Pillastrini, P., Rocchi, G., Deserri, D., Foschi, P., Mardegan, M., Naldi, M. T., Villafañe, J. H., & Bertozzi, L. (2016). Effectiveness of neuromuscular taping on painful hemiplegic shoulder: a randomised clinical trial. *Disability and rehabilitation*, 38(16), 1603–1609. <https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1107631>

Poduri K. R. (1993). Shoulder pain in stroke patients and its effects on rehabilitation. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association*, 3(4), 261–266. [https://doi.org/10.1016/S1052-3057\(10\)80071-0](https://doi.org/10.1016/S1052-3057(10)80071-0)

Yang, L., Yang, J., & He, C. (2018). The Effect of Kinesiology Taping on the Hemiplegic Shoulder Pain: A Randomized Controlled Trial. *Journal of healthcare engineering*, 2018, 8346432. <https://doi.org/10.1155/2018/8346432>

Yetişgin, A., & Satış, S. (2019). İnme nedeniyle hemipleji gelişen hastalarda rehabilitasyon sonuçları ile maliyet arasındaki ilişki. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 16(2), 326-330.

## ONKOLOJİ HASTALARINDA KULLANILAN NON-FARMAKOLOJİK YÖNTEMLER

**\*Öğr. Gör. Bahar ERDOĞAN**

Yozgat Bozok Üniversitesi, Çekerek Fuat Oktay Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu  
Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, İlk ve Acil Yardım Pr.

**ORCID:** 0000-0003-4636-0629

**\*Öğr. Gör. Kevser GÜRSAN**

Yozgat Bozok Üniversitesi, Çekerek Fuat Oktay Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu  
Sağlık Bakım Hizmetleri Bölümü, Yaşlı Bakım Pr.

**ORCID:** 0000-0002-0304-9913

### ÖZET

Önemli halk sağlığı sorunlarından biri olan kanser, hastaların ciddi semptomlar yaşamasına neden olmaktadır. Bu nedenle mortalite ve morbiditesi yüksek bir hastalıktır. Kanser hastalarında, hastalığın yönetim sürecinde (hastalık tanısı alma ile birlikte tedaviye başlama/sürdürme veya tedaviden vazgeçme) başta ağrı olmak üzere bireylerin yaşam kalitesini etkileyen pek çok semptom (bulantı, kusma, yorgunluk, dispne vb.) ile karşılaşmak mümkündür.

Ağrı, doku harabiyeti sonucu veya doku harabiyeti olmadan vücudun herhangi bir bölgesinden kaynaklanan, zaman zaman kişinin geçmiş deneyimleri ile ilişkilendirilen hoş olmayan, rahatsız edici duygu ya da davranış şekli olarak ifade edilmektedir. Kanser ağrısının etiolojisi karmaşıktır. Bazen nosiseptif (doku zedelenmesinden kaynaklı), bazen nöropatik (sinir sistemindeki lezyon/fonksiyon bozukluğundan), bazen de inflamatuvar kaynaklı olabilmektedir. Kanserde görülen ağrının şiddeti, kanserin tipi, evresi ve yaygınlığına göre değişiklik göstermektedir.

Ağrı, bireyi fiziksel, sosyal ve ruhsal yönden etkilediği için, kanser hastalarında da anksiyeteye sebep olmaktadır. Bu nedenle kanser hastalarının hastalık yönetim sürecinde ağrı yönetiminin sağlanması oldukça önemlidir. Ağrı yönetimi sağlanırken farmakolojik/ilaçla veya nonfarmakolojik/ilaç dışı yöntemler tercih edilmektedir.

İlaç ile yapılan uygulamaların bağımlılık oluşturma, ilaç toleransı gelişme gibi olası yan etkilerinin olması nedeniyle ilaç dışı yöntemlerin bilinmesi/uygulanması önemlidir. İlaç dışı uygulamalar, kanser hastalarında ağrının kontrol altına alınmasını sağlayarak bireyin rahatlaması, istenmeyen etkilerin azaltılması ve hayat standartlarının (yaşam kalitesi) yükseltilmesi gibi olumlu sonuçlar doğurmaktadır.

İlaç dışı/nonfarmakolojik yöntemler olarak, sanal gerçeklik teknolojisi, aromaterapi, masaj, deri stimülasyonu, soğuk /sıcak uygulama, vibrasyon, akupunktur, gevşeme egzersizleri, hayal kurma, müzik terapi, psikoterapi, dikkati başka yöne çekme/ odağı değiştirme gibi fiziksel ve bilişsel/davranışsal teknikler kullanılabilir.

Bu çalışmanın amacı, kanserli bireylerde sık yaşanan semptomlardan biri olan ağrı yönetiminde kullanılan nonfarmakolojik yöntemler hakkında bilgilendirme sağlamaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Kanser, ağrı, nonfarmakolojik/ilaç dışı uygulamalar

## NON-PHARMACOLOGICAL METHODS USED IN ONCOLOGY PATIENTS

### ABSTRACT

Cancer, one of the important public health problems, causes patients to experience serious symptoms. Therefore, it is a disease with high mortality and morbidity. In cancer patients, it is possible to encounter many symptoms (nausea, vomiting, fatigue, dyspnea, etc.) that affect the quality of life of individuals, especially pain, during the management process of the disease (starting/continuing treatment with the diagnosis of the disease or discontinuing the treatment).

Pain is expressed as an unpleasant, disturbing emotion or behavior that originates from any part of the body as a result of tissue damage or without tissue damage, and is sometimes associated with the person's past experiences. The etiology of cancer pain is complex. Sometimes it can be nociceptive (caused by tissue damage), sometimes neuropathic (from lesion / dysfunction in the nervous system), and sometimes it can be inflammatory. The severity of pain seen in cancer varies according to the type, stage and extent of the cancer.

Since pain affects the individual physically, socially and spiritually, it also causes anxiety in cancer patients. For this reason, it is very important to provide pain management in the disease management process of cancer patients. While providing pain management, pharmacological/drug or non-pharmacological/non-drug methods are preferred.

It is important to know/apply non-drug methods because of the possible side effects of drug applications such as addiction and drug tolerance development. Non-drug applications bring positive results such as relief of the individual, reduction of undesirable effects, and improvement of life standards (quality of life) by controlling pain in cancer patients.

Physical and cognitive/behavioral techniques such as virtual reality technology, aromatherapy, massage, skin stimulation, cold/hot application, vibration, acupuncture, relaxation exercises, daydreaming, music therapy, psychotherapy, distraction can be used as non-pharmacological/non-pharmacological methods. .

The aim of this study is to provide information about non-pharmacological methods used in the management of pain, which is one of the most common symptoms in individuals with cancer.

**Key words:** Cancer, pain, non-pharmacological/non-drug applications.

### Kanser ve Ağrı

Çevresel ve genetik faktörlerin etkisi ile ortaya çıkan kanser karmaşık/kompleks bir hastalıktır. Kanserde kontrolsüz hücre bölünmesi ve çoğalması görülür. Gerçekleşen kontrolsüz çoğalma ve bölünme sonucunda farklı kanser türlerinin ortaya çıktığı bilinmektedir (Fitzmaurice et al., 2015) ve tedavi kanser türüne göre farklılaşmaktadır. Belirli tipteki kanser türleri için kliniklerde zaman zaman standart yaklaşımlar sergilenmek istenmektedir. Her ne kadar standart yaklaşımlar sergilenmek istense de bireylerin gen dizilimleri birbirine benzemediğinden

kanserin kişisel bir hastalık olarak değerlendirmek mümkündür (Pavlopoulou et al., 2015). Bu nedenle kişiler benzer tedavilere farklı cevaplar vermektedir. Hastalığın ilerlemesi ile birlikte kanser hastalarında yaşam kalitesini etkileyen farklı semptomlar ile karşılaşmaktadır. Ağrı, bu semptomların başında gelmektedir. Kanser ağrısının etiyojisi karmaşıktır. Bazen nosiseptif (doku zedelenmesinden kaynaklı), bazen nöropatik (sinir sistemindeki lezyon/fonksiyon bozukluğundan), bazen de inflamatuvar kaynaklı olabilmektedir. Kanser hastalarında yaygın olarak karşılaşılan ağrının şiddeti kanserin tipine, evresine ve yayılma hızına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Kanser erken evresinde hastaların %20- 50'si ağrı semptomunu bildirirken, ilerleyen evrelerde bu oran %55-95 arasında değişkenlik göstermektedir (Mutluay, 2015; Costantini et al., 2009).

Ağrı, hastayı psikososyal ve fiziksel yönden etkilediği için kontrol altına alınması zor bir semptomdur. Uluslararası Ağrı Araştırma Derneği, UAAD (IASP), ağrıyı doku harabiyeti sonucu veya doku harabiyeti olmadan vücudun herhangi bir bölgesinden kaynaklanan, zaman zaman kişinin geçmiş deneyimleri ile ilişkilendirilen hoş olmayan, rahatsız edici duygu ya da davranış şekli olarak ifade etmektedir (Kaptan & Dedeli, 2012; Sarihan et al., 2012). Ağrı subjektif (öznel)/kişisel bir veri olduğu için, klinikte hastanın ifadesi kabul görür. Bu nedenle hasta ağrı var diyorsa ağrı kabul edilir. Ağrı yönetiminin sağlanması ile hastada rahatlatma, yaşam kalitesinde artma olur. Ayrıca hastada görülen komplikasyonlarda azalma, hastanede yatış süresini kısalma olur. Günümüzde ağrının kontrolü için farmakolojik/ilaçla veya nonfarmakolojik /ilaç dışı pek çok yöntem kullanılmaktadır. Özellikle kanser ağrısı bireyin yaşam kalitesini olumsuz etkilediğinden ağrı yönetiminin sağlanması oldukça önemlidir.

Farmakolojik tedavi de nonopioid, opioid ve adjuvan(destekleyici) analjezikler (ağrı kesici) kullanılmaktadır (Paice & Ferrell, 2011). Ağrı kesici ilaçların etkisini kısa zamanda görülmesi ve kolaylıkla uygulanabilmesi gibi nedenler ağrı kesicilerin tercih edilme sıklığını artırmaktadır. Fakat farmakolojik tedaviler bilinçsiz kullanıldığında vücut sistemleri üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Ayrıca birey ve ülke ekonomisine de yük oluşturur. Özellikle narkotik analjeziklerin kullanıldığı durumlarda bireylerde doza bağlı tolerans gelişecek, ilacın dozu artırılmak durumunda kalacaktır. Bu nedenle, ilaç uygulamalarının bağımlılık oluşturma, ilaç toleransı geliştirme gibi olası yan etkilerinin olmasından dolayı ilaç dışı yöntemlerin bilinmesi ve uygulanması önem arz etmektedir. İlaç dışı uygulamalar, kanser hastalarında ağrının kontrol altına alınmasını sağlayarak bireyin rahatlatması, komplikasyonların (istenmeyen etkilerin) azaltılması ve yaşam kalitesinin yükseltilmesi gibi olumlu sonuçlar da doğurmaktadır.

İlaç dışı/nonfarmakolojik yöntemler olarak, sanal gerçeklik teknolojisi, aromaterapi, masaj, deri stimülasyonu, soğuk/sıcak uygulama, vibrasyon, akupunktur, gevşeme egzersizleri, hayal kurma, müzik terapi, psikoterapi, dikkati başka yöne çekme/odağı değiştirme gibi fiziksel ve bilişsel/davranışsal teknikler kullanılabilir.

### **Onkoloji Hastalarında Kullanılan Non-Farmakolojik Yöntemler**

İlaç dışı/nonfarmakolojik yöntemler, ağrının kontrolünde önemli yere sahiptir. Ağrının şiddetini azaltmada, ilaç dışı/nonfarmakolojik yöntemler tek başına kullanılabilir gibi,

farmakolojik/ilaçla tedaviye ek olarak kullanılabilir. Bu nedenle ilaç dışı/nonfarmakolojik yöntemlerin kullanım alanı ve sıklığı her geçen gün artış göstermektedir. Yapılan pek çok çalışma ağrı yönetiminde (ağrının şiddetini azaltma veya ortadan kaldırma) kullanılan ilaç dışı/nonfarmakolojik yöntemlerin etkili olduğunu ifade etmektedir (Anderson et al.,2006; Kubsch et al.,2001; Hernandez et al., 2002)

Ağrının yönetiminde uygulanan ilaç dışı/nonfarmakolojik yöntemler (Owens & Ehrenreich, 1991; Nadler &Scott, 2004, Uçan & Ovayolu, 2007; Adams et al.,2008)

- ✓ Periferik (Fiziksel) Yöntemler
- ✓ Kognitif (Bilişsel)/Davranışsal Yöntemler
- ✓ Diğer yöntemler şeklinde sınıflandırılmaktadır.

### **Periferik Yöntemler (Fiziksel Teknikler)**

Ağrı yönetiminde kullanılan periferik teknikler, deri uyarım girişimlerini içermektedir (Kubsch et al., 2001). Derinin uyarılması ile birlikte büyük çaplı lifler uyarılır; böylece ağrının taşınmasından sorumlu olan küçük lifler baskılanır (kapı-kontrol teorisi) ve ağrının geçişi durdurulur (Kozier et al, 2008). Aynı zamanda derinin stimülasyonu ile birlikte endorfin salınımının artması da ağrıyı azalmasını diğer nedenidir (Kubsch et al., 2001).

Deri uyarım teknikleri arasında, masaj, soğuk/sıcak uygulama, vibrasyon, transkutan elektriksel sinir stimülasyonu (TENS) yer almaktadır (Kozier et al., 2008; Owens & Ehrenreich, 1991).

Masaj, dolaşımı artırmak, ağrı ve gerginliği azaltmak için, dokulara, kaslara el veya mekanik aletlerle basınç uygulanması işlemi olarak tanımlanmaktadır (Taşcı, 2011; Lee et al.,2015) Masaj, dolaşımı artırarak, derideki dokunma reseptörlerini uyarır ve kapı kontrol mekanizması ile birlikte endorfin salınımını aktive eder. Böylece ağrı duyusu azalır veya yok olur. Aromaterapi ile masaj, bitkilerden elde edilen esansiyel yağların farklı şekillerde uygulanarak hastaların psikososyal ve fiziksel olarak rahatlamasını sağlayan bir tedavi yöntemidir (Kemppainen et al., 2018).

Sıcak uygulama, genellikle ameliyat sonrası (postoperatif) dönem ağrı ve kanserle ilişkili inflamatuvar süreçten kaynaklanan ağrıyı azaltmak/ortadan kaldırmak için kullanılır (Lynette et al., 2007). Sıcak uygulamada diğer deri uyarım girişimleri gibi kapı kontrol mekanizmasını aktif etmekte ve endorfin salınımını artırmaktadır. Ayrıca sıcak uygulamanın etkisi ile gelişen vazodilatasyon iskemik ağrıyı azaltır, metabolik artıkların uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Böylece ağrı duyusu azalır veya yok olur.

Soğuk uygulama, ağrı eşliğini yükseltmektedir (Yağız, 2006). Soğuk uygulamanın periferik sinir iletimini yavaşlatması/bloke etmesi ağrıyı hafifletmektedir. Ayrıca soğuk uygulama ile birlikte var olan ödem ve kas spazmı ortadan kaldırılır ve bireydeki ağrı azalır/giderilir (Diniz & Ketenci, 2000; Kozier et al., 2008).

Transkutan elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), deriye yerleştirilen yüzeysel elektrotlar ile uygulanır. Belirli frekans ve yoğunluktaki elektrik enerjisi, derinin yüzeyinden nöral sistemin

belirli kısımlarına bu uygulama ile iletilir (Loeser, 2001). Bu yöntemin ağrı azaltma/durdurma ve kan akımını düzenlemede etkisi bulunmaktadır ( Köse & Karkucak, 2015).

Vibrasyon, ağrıyı azaltma ve gidermede kullanılan yöntemlerden birisidir. Titreşimlerle gerçekleştirilen masaj uygulaması olarak bilinmektedir (Kozier et al., 2008; Owens & Ehrenreich, 1991). El vibratörleri ile uygulanabilir. Orta şiddette basınç uygulanan bu yöntemde, parastezi, hissizlik ve uyuşukluğa neden olan ağrıyı azaltır/giderilir.

Terapotik dokunma, 19. yüzyılın başlarında, hemşire Doleres Krieger tarafından geliştirilen, vücuttaki çakralara dokunularak, uygulanan bir ağrı giderme yöntemi olarak ifade edilmektedir (Owens & Ehrenreich, 1991). Terapötik dokunmanın etkisi ile bireyde rahatlama meydana geldiğinden ağrının azaldığı belirtilmektedir (Jiang & Qin, 2008).

### **Kognitif (Bilişsel)-Davranışsal Teknikler**

Ağrıyı gidermede kullanılan bir başka yöntem ise duyuşal faktörlerle oluşturulan kognitif-davranışsal tekniklerdir. Bu teknikler arasında dikkati başka yöne çekme/odağı değiştirme, müzik terapi, gevşeme egzersizleri, hayal kurma ve bilişsel stratejiler geliştirme yer almaktadır (Kozier et al., 2008; Owens & Ehrenreich, 1991).

Dikkati başka yöne çekme, hastanın odak noktasını değiştirme anlamına gelmektedir (Kozier et al., 2008). Hastanın dikkatinin başka yöne çekilmesi, kişinin hoşlandığı uygulamalara dikkatini vermesini sağlayarak, ağrıyı kontrol etmesine olanak sağlayacaktır. Dikkati başka yöne çekme ile belki ağrı tamamen ortadan kalkmayacak fakat ağrıya karşı tolerans geliştirecektir (Adams & Field, 2001). Böylece hasta bireyin ağrı eşiği yükseltilecektir. Dikkati başka yöne çekme etkinliklerinin işitsel/görsel/dokunsal gibi duylara hitap etmesi ve/veya ilgi çekici olması gereklidir. Dikkati başka yöne çekme etkinlikleri, sanal gerçeklik teknolojisi, yap boz/puzzle, müzik dinleme/şarkı söyleme, kitap, şiir okuma/dinleme, el işi yapma, mizah değeri yüksek filmler /televizyon izleme, resim yapma, solunum egzersizleri gibi aktiviteleri içermektedir. Bu etkinlikler, bireydeki olumsuz düşüncelerin uzaklaşmasına neden olduğundan birey kendini daha iyi hissedecektir. Sanal gerçeklik teknolojisiyle, kişinin dış dünya ile bağlantısı koparılarak sanal bir ortam yaratılması hedeflenmektedir. Böylece kişinin görüntüye odaklanması sağlanarak, kişinin dikkati başka yöne çekilecek ve ağrı odak noktası olmaktan çıkacaktır.

Müzik terapi, bireyleri duyuşal/fiziksel/zihinsel yönden etkileyen, bireyin sağlığını sürdürmesini ve geliştirilmesini amaçlayan terapötik (tedavi edici) olarak müziğin kullanımını ifade etmektedir. Doğal bir yöntemdir. Kişinin ağrı dışında bir uyarana odaklanmasını sağladığı için bireyin kaygı ve korkularını azaltmaktadır. Ayrıca bireyin kendini ifade edebilmesine katkı sunduğu için bireysel baş etme tekniklerini de geliştirmektedir. Müzik terapi ile birlikte endorfin salınımı artmakta ve hasta rahatlamaktadır. Müzik terapi fiziksel sorunların azaltılmasına olanak sağladığından hastanın ağrı ile mücadele ve ağrıya dayanma gücünü de artırmaktadır. Bu durum hayat standartlarının (yaşam kalitesi) yükselmesine de olumlu yönde etkilemektedir.



Gevşeme egzersizleri ile çizgili kaslardaki fazla tonusun göreceli olarak giderilmesi ve anksiyetenin azaltılması sağlanmaktadır. Bu egzersizler ile kişinin ağrısı azaltılarak, ağrı ile baş etme yeteneği de geliştirilmiş olur. Gevşeme egzersizleri oksijen tüketimini ve kas tonusunun azalmasını sağlar. Buna ek olarak, kan basıncının düşmesine ve deri direncinin artmasına katkı da bulunur. Ayrıca kalp atım hızının azalması, solunum sayısının ve hızının düşmesini de destekler (Kristine et al., 2006).

Hayal kurma, hastada gevşeme ve kontrol duygusunu sağlayarak ağrıyı azaltmak için bireyin düş gücünü kullanmasıdır (Kwekkeboom, 2003). Birey bir düşünceye yoğunlaşır ve kendinin kurduğu hayalin içerisine yerleştirerek ağrıyı odak noktası olmaktan uzaklaştırır.

Bilişsel stratejiler geliştirme; hastanın davranışlarının yalnızca algısal olmadığını ifade ederken bununla birlikte ağrıya yüklenen anlamlara da yer verilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bilişsel stratejiler geliştirme yöntemi, ağrının algısal/ duygusal/davranışsal/ bilişsel boyutlarının olduğunu kabul eden bir yöntemdir. Bu yöntemde hastanın tedaviye uyumunu bozan düşünce, davranış ve inanışları belirlenerek, azaltılmaya/ortadan kaldırılmaya çalışılır. Atfetme, dikkat, kabullenme ve kendini ifade süreçlerinden oluşan bu yöntem, hastada olumsuz düşüncelerin önüne geçerek ve olumlu davranışlar geliştirilerek, bireyin ağrı algısını değiştirmeyi ve bireyin ağrıyı kontrol etme yeteneğini artırmayı hedefler (Evlice &Uğuz, 1999).

### **Diğer Yöntemler**

Periferik ve kognitif/davranışsal yöntemlerin haricinde kalan teknikleri ifade etmektedir. Bu teknikler arasında akupunktur, plasebo uygulaması, cerrahi tedavi ve sinir blokları vardır.

Akupunktur, vücuttaki özel noktaları iğne aracılığıyla uyarılmasıyla gerçekleştirilen bir yöntemdir (Sezen, 2002). Ağrı giderme mekanizması olarak endorfin salınımını uyardığı ileri sürülmektedir (Black et al., 2001). Bu nedenle kanser ağrısında etkili olabileceği ifade edilmektedir.

Plasebo, ağrı yönetiminin sağlanamadığı/kontrol edilemediği durumlarda hastalara farmakolojik/nonfarmakolojik etkisi olmayan maddelerin uygulanmasıdır. Hastanın ağrı ile baş etme gücü destekleyen plasebo, daha çok psikolojik temelli ağrılarda tercih edilmektedir. Plasebo etkisi ile endojen opioid sistemleri uyarılarak, bireylerin kısa süreli de olsa ağrısı geçirilmektedir (Black et al., 2001).

Cerrahi tedavi yöntemleri, ağrının farmakolojik/ilaç ve nonfarmakolojik/ilaç dışı yöntemlerle kontrol edilemediği veya bu yöntemlerin yeterli olmadığı durumlarda uygulanmaktadır (Loeser, 2001). Ağrıda cerrahi tedavi yöntemi, santral sinir sistemine giden ağrı yollarının belirli bölgelerde kesilmesi işlemidir (Black et al., 2001). Ancak cerrahi tedavi ile ağrı kontrolü, klinik olarak tercih edilen en son yöntemdir.

Sinir blokları da ağrı tedavisinde kullanılmaktadır. Fiziksel uygulamalar ve kimyasal ajanlarla yapılan girişimleri kapsamaktadır (Loeser, 2001). Sinir bloğu oluşturmak için, sinirsel iletimde kimyasal ajanlarla uzun süreli veya fiziksel uygulamalar ile kalıcı kesintiler uygulanır (Black

et al., 2001). Ağrı yönetiminde önemli yere sahip sinir bloğu tedavi amaçlı, tanı amaçlı veya prognozu belirlemek için kullanılabilir (Black et al., 2001; Loeser, 2001).

## Sonuç

Hastalarda farklı şiddetlerde yaşanan kanser ağrısının kontrol edilmesi oldukça önemlidir. Ağrının kontrolü sağlanarak hasta birey rahatlatılır ve yaşam kalitesi artırılır. Ayrıca ağrının kontrolünün sağlanması gelişebilecek komplikasyonları da önler. Bu nedenle ağrının kontrolünde farmakolojik/ilaç tedavilere ek olarak nonfarmakolojik/ilaç dışı yöntemlerin de kullanılması gerekmektedir. Nonfarmakolojik/ilaç dışı yöntemlerin maliyeti düşüktür ve kolay uygulanabilir. Ayrıca farmakolojik/ilaç tedaviler ile uygulandığında farmakolojik tedavinin etkinliğini de artıracaktır. Bu nedenle hastaların durumlarına göre uygulayabileceği yöntemleri, uygulama süresini ve sıklığını bilmesi önemlidir. Sağlık çalışanlarının ise hastalara uygulanabilecek nonfarmakolojik/ilaç dışı uygulamaları bilmesi, güvenli olup olmadığı konusunda bilgi sahibi olması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Adams, D.P., Melissa, L., Gary, J., Arminio, D.P. (2008) Non-Pharmacologic pain management intervention. *Clin Podiatr Med Surg*;25: 409-429.
- Adams, N. & Field, L. (2001). Pain Management: The Use of Psychological Approaches to Pain. *British Journal of Nursing*; 10 (15): 971-974.
- Anderson, K.O., Cohen, M.Z., Mendoza, T.R., Guo, H., Harle, M.T., Cleeland, C.S. (2006) Brief cognitive-behavioral audiotape interventions for cancer-related pain: Immediate but not long-term effectiveness. *Cancer* ; 107 (1): 207-214
- Black, J.M., Hawks, H., Knee, A.M. (2001). Medical surgical nursing. Philadelphia: 6nd Edition. Saunders Company
- Costantini, M., Ripamonti, C., Beccaro, M., Montella, M., Borgia, P., Casella, C., Miccinesi, G. (2009). Prevalence, distress, management, and relief of pain during the last 3 months of cancer patients' life. Results of an Italian mortality follow-back survey. *Ann Oncol*;20:729-735. doi:10.1093/annonc/mdn700
- Diniz, F & Ketenci, A. (2000). Fiziksel tıp ve rehabilitasyon. İstanbul: Nobel Tıp Kitap Evleri.
- Evlince, Y.E. & Uğuz, Ş. (1999). Psikiyatrik açıdan ağrı, 33. URL: <http://lokman.cu.edu.tr/anestezi/galenos/02.htm>.
- Fitzmaurice, C., Dicker, D., Pain, A., Hamavid, H., Moradi-Lakeh, M., MacIntyre, M.F., Allen, C. et al. (2015). The Global Burden of Cancer 2013. *JAMA Oncol*.1(4):505-27.
- Hernandez Reif ,M., Dieter, J., Field, T. (2002). Migraine headaches are reduced by massage therapy. *Int j Neurosci* 1998; 96: 1-11. İn: Field T. *Massage Therapy. Medical Clinics of North America*; 86(1): 163-171. 19
- Jiang, P.S. & Qin, Y. (2008). Touch therapies for pain relief in adults. *Cochrane Database Syst Rev.*; 8(4): 1-45
- Kaptan, G., Dedeli, Ö. (2012). Teoriden Uygulamaya Temel İç Hastalıkları Hemşireliği Kavram ve Kuramlar. 1. Baskı, İstanbul Medikal Yayıncılık Ltd.Şti;81-86
- Kemppainen, L.M., Kemppainen, T.T., Reippainen, J.A., Salmenniemi, S.T., Vuolanto, P.H. (2018). Use of complementary and alternative medicine in Europe: health-related and sociodemographic determinants. *Scand J Public Health*. 46(4):448–55
- Kozier, B., Berman, A., Snyder, S., Erb, G. (2008). Fundamentals of nursing concepts, process and practice. 8nd Edition. New Jersey: Prentice Hall
- Köse, M.M. & Karkucak, M. (2015). Transkutanöz Elektrik Sinir Stimulasyonu. *Türkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics*;8(1):31-6. Available from: <http://www.turkiyeklinikleri.com/article/en-transkutanoelektrik-sinir-stimulasyonu-70741.html>
- Kristine, L., Kwekkeboom Gretarsdottir, E. (2006). Systematic Review of Relaxation Interventions for Pain *Journal of Nursing Scholarship*;38(3):269-277. doi/10.1111/j.1547-5069.2006.00113.x/epdf
- Kubsch, S.M., Neveau, T. & Vandertie, K. (2001). Effect of cutaneous stimulation on pain reduction in emergency department patients. *accident and emergency. Nursing*; 9: 143-15
- Kwekkeboom, K., Kneip, J. & Pearson, L. (2003). A pilot study to predict success with guided imagery for cancer patient, *Pain Management Nursing* ; 4(3):112-123.
- Lee, S.H., Kim, J.Y. & Yeo, S. (2015). Meta-Analysis of Massage Therapy on Cancer Pain. *Integr Cancer Ther*; 14:297-304. doi: 10.1177/1534735415572885
- Loeser, J.D. (2001). *Bonica's management of pain*. 3rd Edition USA: Lippincot Williams
- Lynette, A., Menefee Pujol Daniel, A. (2007). Managing Cancer Pain With Nonpharmacologic and Complementary Therapies. *JAOA*;7,107(12):ES15-21. Available from: <http://jaoa.org/article.aspx?articleid=2093545>
- Mutluay, E. (2015). Yaşlı Kanser Hastalarında Ağrı. *Türk Onkoloji Dergisi*; 30(2):90-95. doi: 10.5505/tjoncol.2015.994
- Nadler, D.O., Scott, F. (2004). Nonpharmacologic management of pain. *JAOA*;104 (11):6-12.
- Owens, M.K., Ehrenreich, D. (1991). Literature review of nonpharmacologic methods for the treatment of chronic pain. *Holistic Nurse Practice*; 6 (1): 24-31.

- Paice, J.A., Ferrell, B. (2011). The Management of Cancer Pain. *Ca Cancer J Clin*;61:157–182. doi: 10.3322/caac.20112.
- Pavlopoulou, A., Spandidos, D.A., Michalopoulos, I.(2015). Human cancer databases (review). *Oncol Rep.*,33(1):3-18.
- Sarıhan, E., Kadioğlu, E., İğde, F.A. (2012). Kanser Ağrısı, Tedavi Prensipleri Ve Dünya Sağlık Örgütü Ağrı Basamak Tedavisi. *Nobel Med.*;8(1):515. Available from: <http://www.nobelmedicus.com/Content/1/22/05-15.pdf> 2 .
- Sezen, K.(2002). Akapunktur teorik ve pratik. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi.
- Taşçı Duran, E (2011). Kanser Tedavisinin Yan Etkilerine Yönelik Alternatif Uygulamalar. *S.D.Ü. Tıp Fak. Derg.*;18(2):72-77. Available from: <http://edergi.sdu.edu.tr/index.php/sdutfd/article/viewFile/1837/2532>
- Uçan, Ö., Ovayolu, N.(2007). Kanser ağrısının kontrolünde kullanılan nonfarmakolojik yöntemler. *Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi*; 2(4): 123-133.
- Yağız On, A.(2006). Ağrı Tedavisinde Soğuk Uygulamalar. *Ağrı*;18(2):5140. Available from: [https://www.journalagent.com/agri/pdfs/AGRI\\_18\\_2\\_5\\_14.pdf](https://www.journalagent.com/agri/pdfs/AGRI_18_2_5_14.pdf)

## IMPORTANCE OF BCL-2 IN THE REGULATION OF APOPTOSIS

**Prof. Dr. Hülya Çiçek<sup>1</sup>, Hanım Seval Kaya<sup>2</sup>, Dr. Rumeysa Duyuran<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Gaziantep University, Faculty of Medicine, Medical Biochemistry Department  
drhulyacicek@hotmail.com

ORCID ID: 0000-0002-1065-1582

<sup>2</sup>Gaziantep University, Health Sciences Institute, Medical Biochemistry Department  
hanmsavas@gmail.com

ORCID ID: 0000-0003-2900-8332

<sup>2</sup>Gaziantep University, Health Sciences Institute, Medical Biochemistry Department  
rduyuran@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-7110-0303

### ABSTRACT

For decades, cytotoxic chemotherapy has been one of the three major modalities used to treat cancer, along with surgery and radiation. An ideal chemotherapeutic drug would target only neoplastic cells, signaling their removal from the body without damaging neighboring cells. However, conventional chemotherapy is associated with many toxicities, largely due to the fact that the targets of most conventional agents, namely DNA and microtubules, are present in normal cells.

Although lymphoma is a very heterogeneous group of biologically complex malignancies, tumor cells in all B cell lymphoma subtypes share a number of underlying features that support and sustain the development of malignant B cells. One of these features, the ability to escape apoptosis, is essential for lymphoma development. B-cell leukemia/lymphoma-2 (BCL-2) protein family governs the intrinsic pathway of mitochondrial apoptosis. BCL-2 dysregulation is a crucial part of the pathophysiology of B-cell lymphomas. BCL2 is an anti-apoptotic molecule that plays a central role in apoptosis. BCL-2 is the constitutive component of the Bcl-2 protein family of apoptosis controllers, which are primary regulators of apoptosis associated with cancer. BCL-2 is induced by protein kinases and several signaling molecules that stimulate cancer growth. Apoptosis is the ability to induce the suicide of large numbers of misplaced or damaged cells with high specificity and efficiency, necessary for the construction, maintenance, and repair of tissues. In addition, blocking apoptosis can also lead to the accumulation of other oncogenic changes, including uncontrolled proliferation.

Targeting the BCL-2 protein can ameliorate apoptosis by chemotherapeutic agents. Recognition of the important role BCL-2 plays in cancer development and resistance to therapy has made it a suitable target for therapy for many diseases, including solid tumors and hematological neoplasms. The BCL-2 family of intracellular proteins is the central regulator of caspase activation, and opposing groups of anti- and pro-apoptotic members arbitrate life and death decisions. Apoptosis is often impaired in cancer and may limit conventional therapy. A better understanding of how the BCL-2 family controls caspase activation should result in new and more effective therapeutic approaches.

**Keywords:** BCL-2, Caspase, Apoptosis, Malign

## INTRODUCTION

For decades, cytotoxic chemotherapy has been one of the three important modalities used to treat cancer, along with surgery and radiation. Since most chemotherapeutics have been discovered through empirical scans, the molecular mechanisms of how they kill cells are not fully understood. An ideal chemotherapeutic drug targets only neoplastic cells, signaling their removal from the body without damaging neighboring cells. However, conventional chemotherapy is associated with many toxicities, largely due to the fact that the targets of most conventional agents, namely DNA and microtubules, are located in normal cells. True cancer-selective therapy should target a molecule or feature that is selectively present in cancer cells to prevent toxicity to normal cells (1).

Although lymphoma is a very heterogeneous group of biologically complex malignancies, tumor cells in all subtypes of B-cell lymphoma share a number of underlying characteristics that promote and maintain the development of malignant B cells. One of these properties, the ability to escape apoptosis, is necessary for the development of lymphoma(2). B-cell leukemia/lymphoma-2 (BCL-2) protein family governs the intrinsic pathway of mitochondrial apoptosis. BCL-2 dysregulation is a very important part of the pathophysiology of B-cell lymphomas(3). BCL2 is an anti-apoptotic molecule that plays a central role in apoptosis (4). BCL-2 is the first protein documented among the BCL-2 family proteins (5). BCL-2 is a constituent component of the BCL-2 protein family of apoptosis controllers, the primary apoptosis regulators linked to cancer. BCL-2 is induced by protein kinases and several signaling molecules that stimulate cancer development (4). The high expression of BCL-2 is implicated in many cancer progressions (6). Apoptosis is the ability to trigger the suicide of an excessive number of misplaced or damaged cells with high specificity and effectiveness, which is necessary for the construction, maintenance, and repair of tissues (7). In October, blocking apoptosis can also lead to the accumulation of other oncogenic changes, including uncontrolled proliferation. In the last ten years, tumors with altered expression of apoptotic proteins located in the mechanisms of apoptosis regulation with a better understanding of the relationship between, there has been significant progress in cancer research and treatment (8). Targeting the BCL-2 protein can improve apoptosis by chemotherapeutic agents (4). The recognition of the important role that BCL-2 plays in the development of cancer and resistance to treatment has

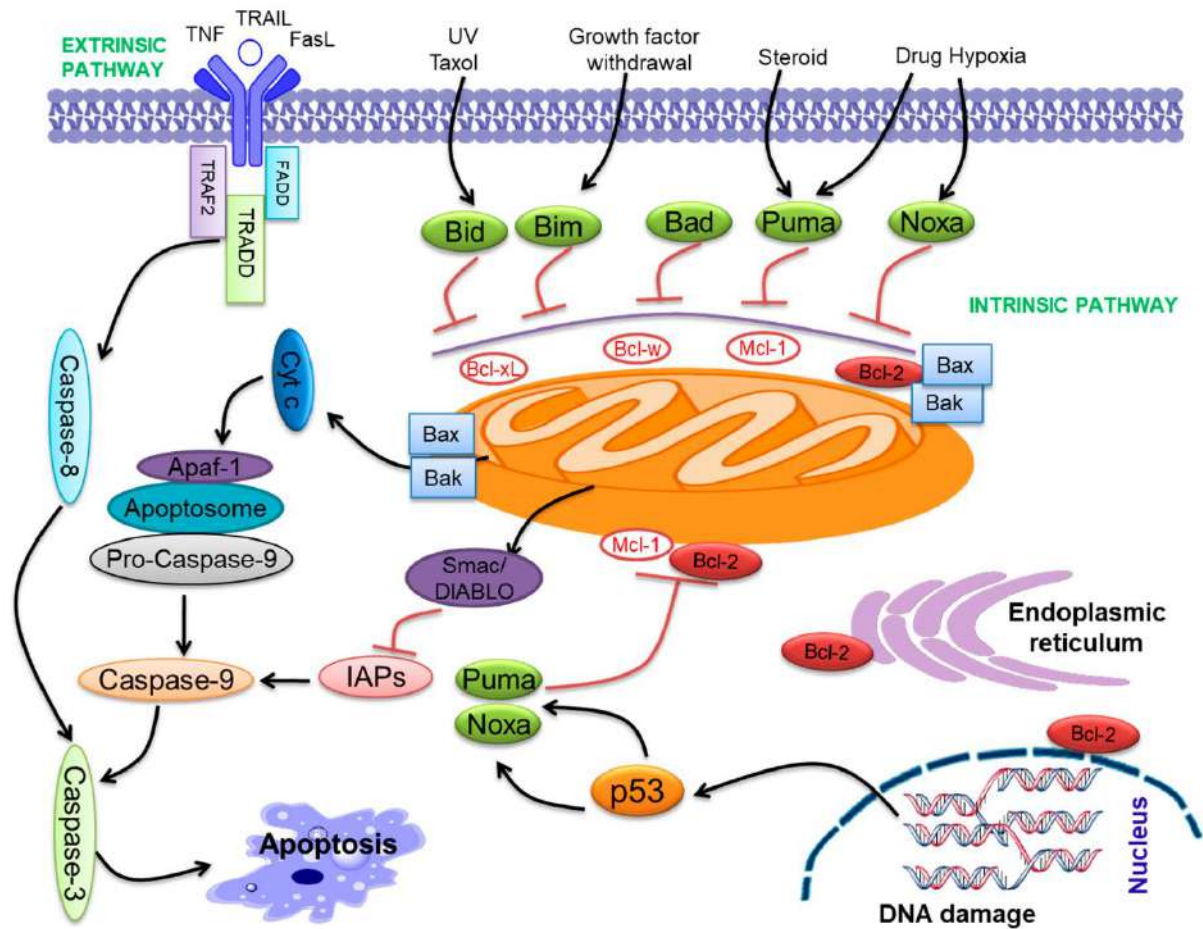


made it a suitable target for treatment for many diseases, including solid tumors and hematological neoplasms. He focuses on the importance of BCL-2 for the modulation of apoptosis at the mitochondrial level, the results obtained with selective inhibitors that have the potential to become therapeutic targets for hematological malignancies, in particular with drugs used in monotherapy or in combination (8). The BCL-2 family of intracellular proteins is the central regulator of caspase activation, and the opposing groups of anti- and pro-apoptotic members arbitrate the life-or-death decision. Apoptosis is often disrupted in cancer and can limit conventional treatment. A better understanding of how the BCL-2 family controls caspase activation should result in new and more effective therapeutic approaches (9).

### **B-CELL LYMPHOMA 2 (BCL 2) AND APOPTOSIS**

Apoptosis, defined as programmed cell death, literally means the loss of yellowing leaves in autumn. Programmed cell death (apoptosis) is critical for both the development and maintenance of tissues, as well as for the destruction of the cell in cases where it is damaged. In many cancers, an imbalance of the protein that regulates apoptosis causes a lack of response to apoptotic stimuli. That is why it is quite important and desirable to restore the ability of cancer cells to resist apoptosis. BCL-2 family proteins and inhibitors of apoptosis proteins are the main regulators of the apoptotic process (10). Apoptosis occurs in 3 different ways thanks to intracellular or extracellular stimuli. These are the mitochondrial pathway (intracellular signaling triggering), the lymphotoxin LNF and fas-ligand pathway, and the inducing factor pathway of apoptosis. Important elements of apoptosis carried out through mitochondria are members of the BCL-2 family (11). The intracellular and extracellular apoptosis pathways are shown in figure 1 (4). Cellular stress activates both the sensitizer and the activator only BH3 proteins. Only sensitizing BH3 proteins inhibit the anti-apoptotic BCL-2 family, while direct activators cause activation, which leads to oligomerization and the entry of BAX and BAK into the mitochondrial membrane. Mitochondrial outer membrane permeability (MOMP) causes the release of Cytochrome c, which forms a complex with caspase-9, APAF-1 and dATP/dADP,

which triggers downstream apoptotic events (1).



**Figure 1.** Internal and external pathways of apoptosis. That result in two two ways of initiating, extrinsic (or ligand binding, and then caspase-8 is initiated by activation of death receptor) and intrinsic path-way (the BCL-2 family proteins, release of cyt - C and caspase-9 activation driven by). apoptosis. Both pathways lead to a common apoptosis pathway by activating caspases-3, -6 and -7, which trigger apoptosis. BCL-2 family proteins are primarily localized to the mitochondria and are located on the ER and perinuclear membrane in hematopoietic cells.


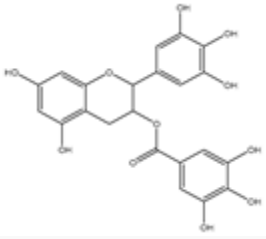
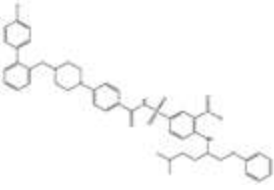
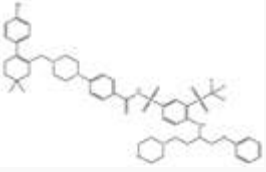
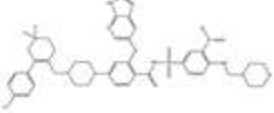
The BCL-2 family includes both pro-apoptotic and anti-apoptotic members. BCL-2 and its members combine with the mitochondrial outer membrane and the endoplasmic reticulum/nuclear membrane and maintain their integrity. Initiation of apoptosis requires not only proapoptotic family members such as Bax and Bak, which are very similar to BCL-2, but also distant sub-members associated with the BH3 protein interaction domain (9). The group that shares the least homology from the BCL-2 protein family are the members of PUMA, NOXA, BIM, BID, HRK, BMF, BAD and BIK. The pro-death group, on the other hand, is the family member containing only BH3 (1). BH1 and BH4 subunits are defined as anti-apoptotic (12). Bax and BCL-2 proteins are involved in the regulation of apoptosis and have been reported

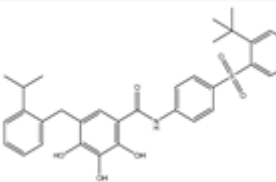
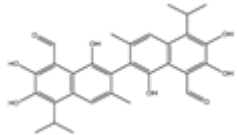
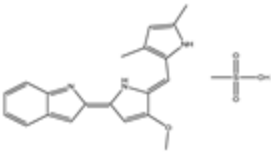
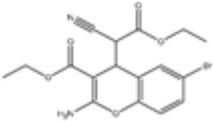
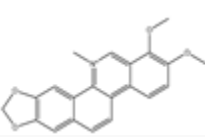

to correlate with prognosis in various tumor types (13). Overexpression of BCL-2 has been reported in some human cancers, but the correlations with tumor differentiation and clinical outcome are contradictory and depend on the tumor type and site (14).

### BCL-2 INHIBITORS

BCL-2 inhibitors can inhibit cancer cell growth and survival. The BCL-2 mediated apoptosis cascade and the mechanism of action of inhibitors. The overexpression of BCL-2 can be blocked and inhibited by BCL-2 inhibitors. Inhibitors block the progression of cancer by targeting signaling molecules or protein kinases that eliminate BCL-2 expression and reduce BCL-2 expression by inhibiting cell growth and proliferation and initiating apoptosis. Table 1 summarizes BCL-2 inhibitors (4).

**Table 1.** BCL-2 inhibitors are used for the therapeutic targeting of several cancers.

Agents	Chemical Structure	IC50 for BCL-2 (μM)	IC50 for BCL-2 -XL (μM)	Used for Treatment	Clinical Status
G3139		NA	NA	Solid Tumor (ST), SCLC, Melanoma  Leukemia, etc.	Phase 1
EGCG		0.45	0.59	HNSCC, OSCC, other cancers	Phase 1/2
ABT-737		0.12	0.064	HNSCC, ST, PC, Leukemia, etc.	Phase 1/2
ABT-263		NA	NA	ST, Haematological malignancies, SCLC	Phase 1/2
ABT-199		0.1	NA	S cancer	Approved for use in CLL

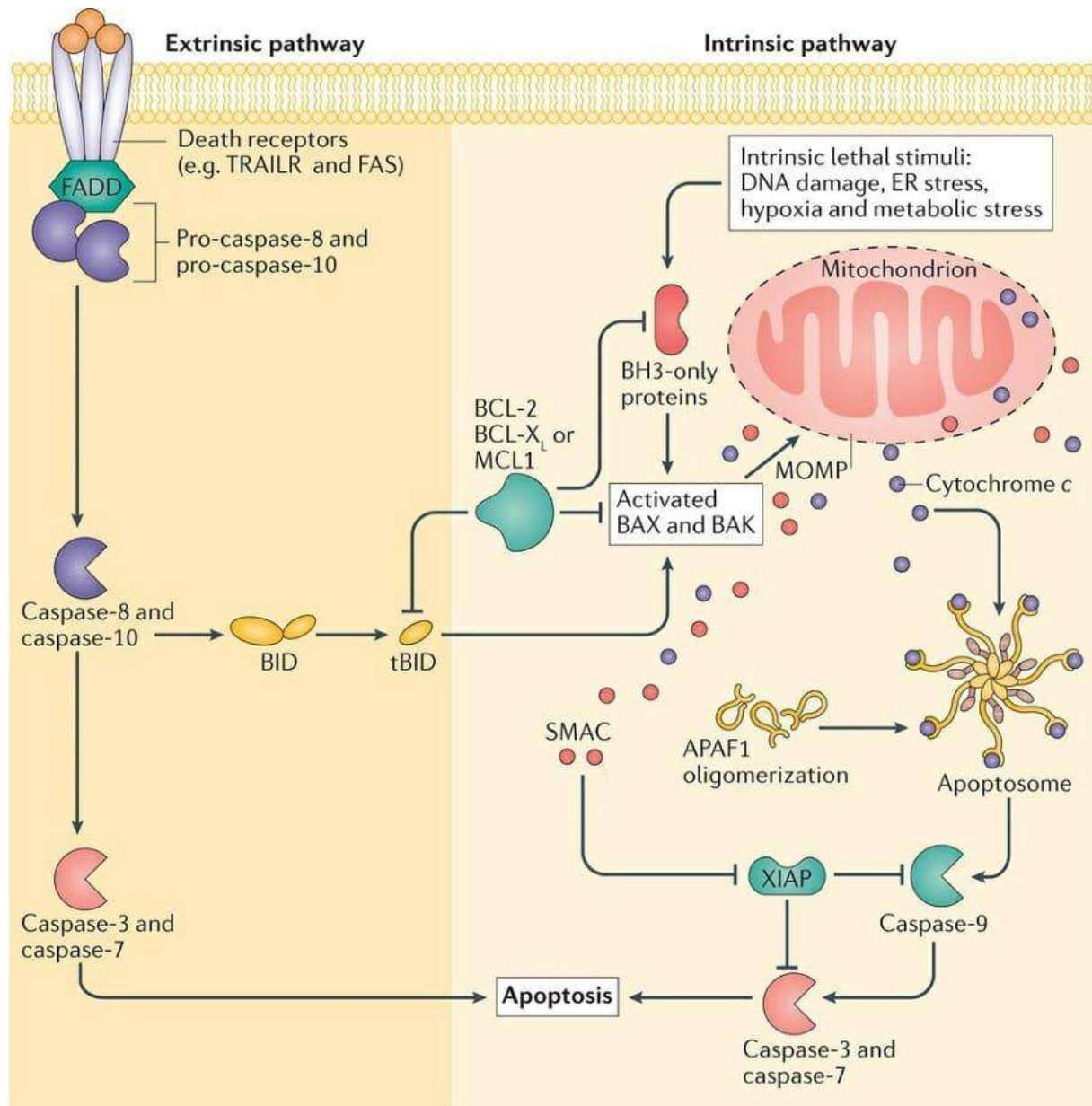
TW-37		NA	NA	HNSCC, Prostrate Cancer, PC,	Phase 1/2
Gossypol		0.28–10	0.4–3.03	HNSCC, ST, PC	Phase 1/2
GX15-070 (Obatoclox)		NA	NA	HNSCC, PC, ST, NSCLC	Phase 1
HA14-1		~9	NA	HNSCC, leukemia, lymphoma, colon cancer, etc.	Pre-clinical
Chelerythrine		~10	~10	HNSCC, ST, etc.	
S55746		NA	NA	Hematological tumor	Phase 1

## BCL-2 METABOLISM

BCL-2 has been detected for the first time in human B-cell lymphoma cells. Although most studies suggest that BCL-2 plays an important role in countering cell death (15), recent studies show that BCL-2 may also play a role in cell cycle control (16, 17). BCL-2 family members also play an important role in early embryogenesis through adult tissue homeostasis (17). The regulation of the BCL-2 family plays an important role, in particular, in the regulation of the nervous system, hematopoietic tissues and spermatogenesis.

BCL-2 family proteins are generally divided into three classes, antiapoptotic, proapoptotic and effector, according to their biological activity and the presence of certain BCL-2 homology (BH) domains (18, 19). Bax, Bad, Bid, Bak and Bcl-xs members of this protein family, which are proapoptotic, stimulate apoptosis, while BCL-2 and BCL-x1 (BCL-2L1) proteins, which are

antiapoptotic, prevent apoptosis (Figure 2) (19). It has been found that BCL-2 and BCL-XL levels are high in many different types of cancer (20).



**Figure 2.** The basic pathway of apoptosis.

The BCL-2 protein family, with more than a dozen members, is the key regulatory step governing the biology of the intrinsic pathway of mitochondrial apoptosis, a physiological process of programmed cell death. BCL itself is an antiapoptotic protein and is part of a group of such proteins, including MCL-1, BCL-XL, BCL-w and BFL-1, all of which support the survival of the cell. A second group of proapoptotic proteins, known only as sensitizing BH3



proteins, includes BIM, tBid, BAD, PUMA, NOXA, HRK and others. These proteins promote cell death by binding to specific antiapoptotic proteins and/or proapoptotic effectors. This last group, when activated, Homo-oligomerize and mitochondrial outer membrane permeability, which leads to BAX and BAK contains; this, cytochrome c release, and caspase activation, and subsequent apoptotic cell death that leads to an irreversible point (3).

## **THE CLINICAL SIGNIFICANCE OF BCL-2 AND ITS RELATIONSHIP WITH CANCER**

BCL-2 is an essential anti-apoptotic protein that plays an important role as a protooncogene and oncogene in physiological and pathological processes (21). On the other hand, it is involved in functions such as promoting cell growth and proliferation (22, 23). The expression of BCL-2 protein is normally found in lymphoid cells and a few epithelial tissues (5). It is also found in lymphoproliferative disorders and non-hematopoietic malignancies, including breast cancer, prostate and gastrointestinal tract adenocarcinoma, nasopharyngeal carcinoma, neuroblastoma and non-small cell lung cancer (NSCLC) (24).

All breast cancer of approximately 1 to 5% and it constitutes triple negative (ER-, PR-, HER2) breast cancer (TNBC) typically rapidly growing, highly malignant disease, although it is potentially curable if detected in early stages ensures that sensitivity to chemotherapy often enough. Although there are many studies that say that the expression of BCL-2 has a prognostic significance, there have also been those that say the opposite (25, 26). BCL-2 is found in solid tumors such as breast, prostate, colorectal, lung, stomach, and ovarian cancer (27, 28).

Current studies suggest that BCL-2 is a reliable prognostic marker, especially for hormone receptor (HR) positive breast cancer (29, 30). Patients with breast cancer with BCL-2-positive expression have a better prognosis compared to overall survival and relapse-free survival (31). In addition, BCL-2 was a strong independent prognostic factor for breast cancer and had a strong influence on existing prognostic models. Positive clinicopathological features and a strong correlation with the hormonal receptor have been suggested as reasons for superior survival in patients with BCL-2-positive breast cancer (32). It has been shown that BCL-2 shows different prognostic properties depending on the molecular subtype of breast cancer, and BCL-2 expression is a favorable prognostic factor for 5-year relapse-free survival and disease-specific survival in luminal A breast cancer (33). It is suggested that Bax positive cervical cancer patients are more aggressive in patients and Bax synthesis may be associated with poor prognosis. When looking at the characteristics related to BCL-2, it was found that BCL-2 is



unrelated to stage, unrelated to lymph node metastasis, and inversely related to tumor size. It suggests that BCL-2 synthesis is an early event in cervical cancer and may be associated with a good prognosis (34). BCL-2 seems to be an important oncogene for prognosis in lung cancers. It is believed that elucidating the molecular biological foundations of lung cancer will help prevent and treat the disease (35).

Among the important practitioners of apoptosis, the caspase family proteins are the mainstay of the apoptotic cascade. A triterpene isolated from wild edible mushroom *Astraeus hygrometricus* astrakurkuronone the treatment of liver cancer cells, caspase 3 and caspase 9 levels in a dose dependent manner in the split of an up regulation suggests. Besides caspases, some other factors, such as BCL-2 family proteins, also regulate important parts of the apoptotic mechanism. The BCL-2 family includes both proapoptotic proteins such as Bax, Bak, Bid, Bim, and so on, and prosurvival proteins such as BCL-2, BCL-XL, BCL-w and so on. These proteins regulate the fate of cells in a complex series of protein-protein interactions. Astrakurkuron therapy clearly shows a dose-dependent increase in the pro-apoptotic marker Bax and a concomitant decrease in the antiapoptotic marker BCL-2 (36).

Deregulation of BCL-2 family members is a frequent feature of human malignant diseases and is the cause of treatment resistance. Recently, several studies, the pro-apoptotic and anti-apoptotic BCL-2 family members in the pathogenesis of the tumor and the role of anticancer agents by mediating the effects of both classical and new front, more efficient, and more are allowed to develop. Strictly targeted treatment regimens. Most excitingly, recent progress in our understanding of how BCL-2-like proteins maintain or disrupt mitochondrial integrity has finally enabled the development of rational design-based anticancer therapies that directly target the events regulated by BCL-2 at the mitochondrial level (37). Although several BCL-2 targeting agents have been investigated in the last 30 years, very few have demonstrated any clinical significance (38).

## **EFFECT**

As a result, BCL-2 plays a role in the regulation of the mechanism of apoptosis, which has important implications for the development of cancer. BCL-2 has been indicated in studies to have an excessive expression in several types of cancer. BCL-2 has many sub-members, that is, it contains both pro-apoptotic and anti-apoptotic members. These members are necessary to initiate apoptosis. In addition, BCL-2 inhibitors also inhibit the growth and proliferation of cancer cells, preventing the development of cancerous cells in this direction. As is known, most

cancer cells do not undergo apoptosis and continue their lives in the body like normal cell. That is why the BCL-2 protein and the BCL-2 family show positive directional regulation to prevent the development of cancer cells. This makes BCL-2 an ideal target for cancer treatment, inhibition of its growth, and cancer cell death.

## REFERENCES

1. Ni Chonghaile T, Letai A. Mimicking the BH3 domain to kill cancer cells. *Oncogene* 27 (Suppl 1): S149–S157. 2009.
2. Adams CM, Clark-Garvey S, Porcu P, Eischen CM. Targeting the Bcl-2 family in B cell lymphoma. *Frontiers in oncology*. 2019;8:636.
3. Davids MS. Targeting BCL-2 in B-cell lymphomas. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*. 2017;130(9):1081-8.
4. Alam M, Ali S, Mohammad T, Hasan GM, Yadav DK, Hassan MI. B Cell lymphoma 2: a potential therapeutic target for cancer therapy. *International journal of molecular sciences*. 2021;22(19):10442.
5. Hockenbery D, Nuñez G, Milliman C, Schreiber RD, Korsmeyer SJ. Bcl-2 is an inner mitochondrial membrane protein that blocks programmed cell death. *Nature*. 1990;348(6299):334-6.
6. Nix P, Cawkwell L, Patmore H, Greenman J, Stafford N. Bcl-2 expression predicts radiotherapy failure in laryngeal cancer. *British journal of cancer*. 2005;92(12):2185-9.
7. Meier P, Finch A, Evan G. Apoptosis in development. *Nature*. 2000;407(6805):796-801.
8. Perini GF, Ribeiro GN, Pinto Neto JV, Campos LT, Hamerschlak N. BCL-2 as therapeutic target for hematological malignancies. *Journal of hematology & oncology*. 2018;11(1):1-15.
9. Cory S, Adams JM. The BCL-2 family: regulators of the cellular life-or-death switch. *Nature Reviews Cancer*. 2002;2(9):647-56.
10. Gross A. BCL-2 family proteins as regulators of mitochondria metabolism. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics*. 2016;1857(8):1243-6.
11. Lam LT, Zhang H, Chyla B. Biomarkers of therapeutic response to BCL-2 antagonists in cancer. *Molecular diagnosis & therapy*. 2012;16(6):347-56.
12. Reed J. Proapoptotic multidomain Bcl-2/Bax-family proteins: mechanisms, physiological roles, and therapeutic opportunities. *Cell death & differentiation*. 2006;13(8):1378-86.
13. Xie X, Clausen OPF, Angelis PD, Boysen M. The prognostic value of spontaneous apoptosis, Bax, Bcl-2, and p53 in oral squamous cell carcinoma of the tongue. *Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society*. 1999;86(6):913-20.
14. Jordan R, Catzavelos G, Barrett A, Speight P. Differential expression of bcl-2 and bax in squamous cell carcinomas of the oral cavity. *European Journal of Cancer Part B: Oral Oncology*. 1996;32(6):394-400.
15. Vaux DL, Cory S, Adams JM. Bcl-2 gene promotes haemopoietic cell survival and cooperates with c-myc to immortalize pre-B cells. *Nature*. 1988;335(6189):440-2.
16. Vairo G, Soos TJ, Upton TM, Zalvide J, DeCaprio JA, Ewen ME, et al. Bcl-2 retards cell cycle entry through p27Kip1, pRB relative p130, and altered E2F regulation. *Molecular and cellular biology*. 2000;20(13):4745-53.
17. Janumyan Y, Cui Q, Yan L, Sansam CG, Valentin M, Yang E. G0 function of BCL-2 and BCL-xL requires BAX, BAK, and p27 phosphorylation by Mirk, revealing a novel role of

BAX and BAK in quiescence regulation. *Journal of Biological Chemistry*. 2008;283(49):34108-20.

18. Youle RJ, Strasser A. The BCL-2 protein family: opposing activities that mediate cell death. *Nature reviews Molecular cell biology*. 2008;9(1):47-59.

19. Reed JC, Doctor KS, Godzik A. The domains of apoptosis: a genomics perspective. *Science's STKE*. 2004;2004(239):re9-re.

20. Minn AJ, Rudin CM, Boise LH, Thompson CB. Expression of bcl-xL can confer a multidrug resistance phenotype. *Blood*. 1995;86(5):1903-10.

21. Bouchalova K, Svoboda M, Kharraishvili G, Vrbkova J, Bouchal J, Trojanec R, et al. BCL-2 is an independent predictor of outcome in basal-like triple-negative breast cancers treated with adjuvant anthracycline-based chemotherapy. *Tumor Biology*. 2015;36(6):4243-52.

22. Dawson S-J, Makretsov N, Blows F, Driver K, Provenzano E, Le Quesne J, et al. BCL-2 in breast cancer: a favourable prognostic marker across molecular subtypes and independent of adjuvant therapy received. *British journal of cancer*. 2010;103(5):668-75.

23. Dutta C, Day T, Kopp N, van Bodegom D, Davids MS, Ryan J, et al. BCL-2 suppresses PARP1 function and nonapoptotic cell death. *Cancer research*. 2012;72(16):4193-203.

24. Pezzella F, Gatter K. What is the value of bcl-2 protein detection for histopathologists? *Histopathology*. 1995;26(1):89-93.

25. Ihemelandu CU, Dewitty Jr RL, Leffall Jr LD, Suryanarayana SM, Frederick WA. Clinical significance of p53 and bcl-2 protein coexpression phenotypes in molecular breast cancer subtypes of pre-menopausal and post-menopausal African-American women. *The American Surgeon*. 2009;75(9):776-84.

26. Tsamandas AC, Kardamakis D, Tsiamalos P, Liava A, Tzelepi V, Vassiliou V, et al. The potential role of Bcl-2 expression, apoptosis and cell proliferation (Ki-67 expression) in cases of gastric carcinoma and correlation with classic prognostic factors and patient outcome. *Anticancer research*. 2009;29(2):703-9.

27. Basu A, Haldar S. The relationship between Bcl2, Bax and p53: consequences for cell cycle progression and cell death. *Molecular human reproduction*. 1998;4(12):1099-109.

28. Bouchalova K, Kharraishvili G, Bouchal J, Vrbkova J, Megova M, Hlobilkova A. Triple negative breast cancer-BCL-2 in prognosis and prediction. Review. *Current drug targets*. 2014;15(12):1166-75.

29. Choi JE, Kang SH, Lee SJ, Bae YK. Prognostic significance of Bcl-2 expression in non-basal triple-negative breast cancer patients treated with anthracycline-based chemotherapy. *Tumor Biology*. 2014;35(12):12255-63.

30. Samy N, Ragab HM, El Maksoud NA, Shaalan M. Prognostic significance of serum Her2/neu, BCL-2, CA15-3 and CEA in breast cancer patients: a short follow-up. *Cancer Biomarkers*. 2010;6(2):63-72.

31. Kim HS, Moon H-G, Han W, Yom CK, Kim WH, Kim JH, et al. COX2 overexpression is a prognostic marker for Stage III breast cancer. *Breast cancer research and treatment*. 2012;132(1):51-9.

32. Hwang KT, Woo JW, Shin HC, Kim HS, Ahn SK, Moon HG, et al. Prognostic influence of BCL-2 expression in breast cancer. *International journal of cancer*. 2012;131(7):E1109-E19.

33. Eom YH, Kim HS, Lee A, Song BJ, Chae BJ. BCL-2 as a subtype-specific prognostic marker for breast cancer. *Journal of breast cancer*. 2016;19(3):252-60.

34. Ilyas T, Zengeroglu S, Daylan BH, Aydogdu T, Mollahmutoglu L. BCL-2 and BAX Protein Expressions in Cervical Cancers and their Correlation with Prognostic Factors. *Turkish Journal of Gynecologic Oncology*. 2004;7(4):140-8.

35. Yilmaz A, Savas I, Dizbay Sak S, Gungor A, Kaya A. Distribution of Bcl-2 gene expression and its prognostic value in non-small cell lung cancer. *Tuberk Toraks*. 2005;53(4):323-9.
36. Dasgupta A, Dey D, Ghosh D, Lai TK, Bhuvanesh N, Dolui S, et al. Astrakurkurone, a sesquiterpenoid from wild edible mushroom, targets liver cancer cells by modulating bcl-2 family proteins. *IUBMB life*. 2019;71(7):992-1002.
37. Frenzel A, Grespi F, Chmelewskij W, Villunger A. BCL-2 family proteins in carcinogenesis and the treatment of cancer. *Apoptosis*. 2009;14(4):584-96.
38. Radha G, Raghavan SC. BCL-2: A promising cancer therapeutic target. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Reviews on Cancer*. 2017;1868(1):309-14.

## RUHSAL HASTALIKLARIN İYİLEŞTİRİLMESİNDE HAYVANLARIN YERİ

**Yüksek Lisans, Büşra BİLGİN<sup>1</sup>, Doç. Dr. Latife Utaş AKHAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Ruh Sağlığı ve Psikiyatri Hemşireliği Anabilim Dalı,  
[busrabilginbb@hotmail.com](mailto:busrabilginbb@hotmail.com), 0000-0002-8796-4712

<sup>2</sup>Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Ruh Sağlığı ve Psikiyatri Hemşireliği Anabilim Dalı,  
lakhan@bandirma.edu.tr, 0000-0001-8406-7496

### ÖZET

İnsanlar ve hayvanlar arasındaki etkileşimin tarihte uzun bir geçmişi vardır. Günümüzde de hayvanlar yaşamımızın ve doğanın önemli bir parçası halindedir. Yıllar boyu süregelen bu etkileşimde hayvanların insanlar üzerindeki olumlu yöndeki etkileri birçok araştırmada söz konusu olmuştur. Literatürde hayvanların hastalıkların tedavi sürecinde ve tedaviye desteğinde alternatif bir yöntem olarak kullanımının; hayvan destekli uygulamalar, hayvan destekli tedavi, hayvan destekli aktivite ve hayvan destekli müdahaleler gibi tanımlamaları yer almaktadır. Alan yazında birçok farklı terimde yer alan bu uygulamaların ayrımı tedavi hayvanlarının sertifikasyonundan sorumlu olan Delta Birliği (Delta Society) tarafından hayvan destekli aktivite ve hayvan destekli terapi olarak yapılmıştır. Fiziksel, zihinsel ve sosyal gelişimin araçları olarak kullanılan bu yaklaşımlar genel anlamda hayvan destekli uygulamalar olarak ele alınabilir. Kronik hastalıkların iyileştirilmesinde kullanıldığı gibi aynı zamanda da depresyon, anksiyete, demans, otizm, madde kullanım bozuklukları gibi psikiyatrik hastalıkların tedavi sürecinde kullanılabilir. Özellikle yaşanan pandemi dönemiyle birlikte giderek görülme sıklığı artan ruhsal hastalıklar için ruh sağlığını koruma, geliştirme ve tedavisinde önemli bir alternatif yol olarak hayvan destekli uygulamalar umut vadetmektedir. Dünyada giderek artan bu uygulama alanı ülkemizde henüz yeterli düzeyde yer almamaktadır. Derleme türündeki bu çalışmada hayvan destekli uygulamaların ruhsal hastalıklardaki kullanım alanları ve yapılan araştırmalarda kullanılan yöntemlerin ruhsal hastalıklar üzerinde sağladığı yararlar ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ruhsal hastalıklar, hayvan destekli uygulama, evcil hayvanlar

### GİRİŞ

Geçmişten günümüze kadar insanlar ve hayvanlar arasında özel bir ilişki gelişmiştir. Bilinen en eski ilişki, hayvanlar ve insanların birlikte çizimlerinin olduğu mağara resimleridir. Eski Mısırlılarda insanların kedi gibi evcil hayvanlarının ölümünden sonra da birlikte olacakları inancıyla beraber gömüldükleri bilinmektedir. Yunan Mitolojisinde yer alan Asklepios döneminde köpek ve yılanların hastalıkların tedavisinde önemli bir rol oynadığına ve hastaların

uyku sırasında tanrı tarafından insan, yılan ya da köpek kılığında ziyaret edilip şifa dağıttığına inanılmıştır (İncazlı Beyece vd., 2016).

Hayvanların tedavide kullanımını gösteren ilk çalışma ruhsal bozukluğu olan hastaların davranışlarını iyileştirme amacıyla 1792’de İngiltere’de yapılmıştır (Macauley, 2006). 1860’ta Florence Nightingale hayvan temasının terapötik önemine şu şekilde değinmiştir: “Özellikle kronik hastalıkların tedavisinde küçük bir evcil hayvan, hastalar için mükemmel bir arkadaştır.” (Beck vd., 2018). 1960’larda psikolog Dr. Boris Levinson köpeğini tedavilerine dahil etmiştir. 1970’li yıllarda ise hayvanların insan sağlığına olan etkileri araştırılmaya başlanmıştır (Morrison, 2007).

Günümüzde de yaşamımızda önemli bir yere sahip olan evcil hayvanlar ile kurduğumuz etkileşimlerin psikososyal sağlık ve kişilik yapısı üzerinde etkileri bulunmaktadır (Topbaş & Şimşek, 2022). Çeşitli hastalık gruplarında tedaviye yarar sağlamak amacıyla ek bir müdahale olarak Hayvan Destekli Uygulama (HDU) karşımıza çıkmaktadır (Keser & Demiralay, 2019). Alan yazında birçok farklı terimde yer alan bu uygulamaların ayrımı tedavi hayvanlarının sertifikasyonundan sorumlu olan Delta Birliği (Delta Society) tarafından hayvan destekli aktivite ve hayvan destekli terapi olarak yapılmıştır (Çakıcı & Kök, 2020). Uluslararası İnsan-Hayvan Etkileşimi Örgütleri Birliği (International Association of Human Animal Interaction Organizations [IAHAIO]) bir kılavuz yayınlamıştır. Hayvan Destekli Terapi (HDT), belirli kriterlere uygun bir hayvanın bu alanda uzmanlaşmış kişiler tarafından tedavi sürecine kattığı hedefe yönelik girişimleri içerir. Hayvan Destekli Aktiviteler (HDA) ise, bireyin yaşam kalitesini arttırmaya yönelik eğitim, eğlence ve motivasyon sağlayıcı faaliyetlerden oluşur. HDA’lar sağlık profesyonelleri, veterinerler ve/veya gönüllüler tarafından uygulanabilmektedir (IAHAIO, 2014). Uygulamalarda kullanılan hayvanlar arasında köpekler başta gelse de kediler, atlar ve kuşlar da kullanılabilmektedir. Hayvan korkusu ya da hayvan kılı alerjisi gibi durumlarda da oyuncak ve robotik evcil hayvanlar tercih edilebilir (Peluso vd., 2018).

İnsan ve hayvan arasındaki kurulan ilişkiden ortaya çıkan fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkilerin bireylerin fiziksel ve psikolojik sağlığında olumlu sonuçlara yol açmasıyla kronik hastalıklar ve ruhsal bozuklukların tedavisinde hayvan destekli uygulamalar önemli bir yere sahip olmaktadır (Çakıcı ve Kök 2020). Bu derleme türündeki çalışmada özellikle yaşanan pandemi sonrası artan ve artmaya devam eden ruhsal hastalıklarda hayvanların kullanım alanları ve sağlanan yararlarından bahsedilmiştir.

### **Ruhsal Hastalıklarda Hayvanların Kullanım Alanları ve Yararları**

Hayvan destekli tedavilerin birbirini üzerinde etkiye sahip birden çok etki mekanizması bulunmaktadır. İnsan-hayvan arasındaki bağlanmanın epinefrin ve kortikosteroid salınımı sağlama, kan basıncı, nabız ve solunum hızını azaltma gibi etkileriyle insanda sakinleştirici ve gevşetici biyokimyasal süreçleri oluşturabildiği bilinmektedir. Bu bağlanma aynı zamanda sosyal davranışları, kişilik özelliklerini ve bireyin bilişsel tutumlarının üzerinde etki sağlamaktadır. Hayvanın bakımıyla ilgilenmek gibi sorumluluklar ile birey kendi sorunlarından



uzaklaşarak olumlu psikolojik uyarıyı geliştirir. Oyun mekanizmasıyla bireyin hem fiziksel aktivitesini arttırmakta hem de hayvan ile oluşturulan etkileşimde oluşan olumlu davranışlarla iyileşme potansiyelini güçlendirmektedir (Muslu & Conk, 2011). Psikosomatik yakınmaların da tedavisinde tüm mekanizmaları kapsayacak şekilde yararlı olduğu araştırma sonuçları ile desteklenmektedir (Keser ve Demiralay 2019).

Hayvan destekli tedaviler mental, sosyal ve fiziksel alanda sağladığı yararlar sayesinde farklı yaş ve hasta gruplarında uygulanabilmektedir (Koukourikos vd. 2019). Davranış bozukluğu, sosyalleşmede yetersizlik ve düşük akademik başarıya sahip çocuklarda psikolojik eğitim amacıyla; hapishane ve ıslahevlerinde saldırgan davranışların azaltılması için hayvan destekli tedaviden yararlanılır (Cevizci, Erginöz, ve Baltaş 2009).

Sosyal davranışlar ve beceriler üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı iletişimde sorun yaşayabilen şizofreni, otizm hastalarında (Waite vd., 2018); demanslı kişilerde (Santaniello vd., 2020), alkol-madde kullanım bozukluklarında (Yalçıntürk vd., 2019), kanser, kardiyovasküler rahatsızlıklar ve inme gibi kronik hastalıklarda (Keser & Demiralay, 2019) hayvan destekli tedavilerin kullanıldığı görülmektedir.

Hayvan etkileşimlerinden doğan fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin ruh hali üzerindeki olumlu etkileriyle bireylerde rahatlama, kaygıda azalma ve pozitif duygusal yanıtlar oluşturarak depresif belirtilerin azaltıldığını gösteren çalışmalar vardır (Koukourikos vd. 2019; Machová vd. 2019). Ergenlerde yaşanabilen yalnızlık ve izolasyon sonucu anksiyete, depresyon ve düşük benlik saygısı sorunlarında başa çıkma yöntemlerine destek olarak hayvan destekli tedavilerin kullanılabileceği öngörülmüştür (Purewal vd. 2017). Hafif-orta düzeydeki depresyon hastalarının tedavisindeki etkinliğini ölçebilmek için yunuslar ile bir çalışma yapılmış ve depresif belirtilerin azaldığı bulunmuştur (Kamioka vd., 2014). Terapi köpekleriyle yapılan çalışmalarda depresyon ve duygudurum bozukluğuna sahip bireylerin anksiyete düzeylerinde azalma olduğundan bahsedilmiştir (Nilsson Lindström vd., 2020). Depresyon, anksiyete ve madde bağımlılıkları gibi ruhsal bozukluklar açısından riskli konumda görülen tutuklu bireyler için kullanılan hayvan destekli uygulamaların; mahkumlarda stres, anksiyete ve depresyon düzeyini azalttığı bulunmuştur (Topbaş & Şimşek, 2022). Hayvan destekli terapinin pediatrik onkoloji hastalarında uygulandığı bir çalışmada tedavi sonrasında bireylerde depresif belirtiler, ağrı ve stresin azaldığı görülmüştür (Sarman ve Sarman 2022).

Yaşlılar üzerindeki hayvan destekli uygulamalarda da bilişsel bozukluk belirtilerini hafifletme, fiziksel aktivitede artış sağlama, yalnızlık duygusunu azaltma ve sosyalleşmeyi arttırmaya yönelik yarar sağladığı birçok çalışmada kanıtlanmıştır (Demirağ & Hindistan, 2019). Demanslı yaşlı bireylerle yapılan çalışmalarda hayvan destekli tedavi ile bireylerin depresyon düzeyinde azalma, yaşam kalitesinde, motor beceri gelişiminde, sosyalleşmede ve olumlu duygularda artış (Çevik Akyıl & Şengül, 2022; Wesenberg vd., 2019); bilişsel işlevlerde de iyileşme görülmüştür (Baek vd., 2020).

Otizm spektrum bozukluğu olan bireylerin duyguları anlama ve aktarmada sorun yaşayabildiği bilinmektedir. Hayvanlar bu alanda bireylerde sosyal iletişimi sağlama görevini üstlenebilirler (Çetin & Çuhadar, 2021). Yapılan çalışmalara göre hayvan destekli terapiler ile bireylerde

sosyal etkileşimde artma (Çetin & Çuhadar, 2021), agresif davranışlar üzerinde daha fazla kontrol sağlayabilme gibi sonuçlar bulunmuştur (Akkuş vd., 2018).

Şizofreni hastaları üzerinde köpekler ile yapılan bir çalışmada anhedonide (Nathans-Barel vd., 2005) ve negatif semptomlarda azalma olduğu görülmüştür (Jones vd., 2019). Çalışmaların yapıldığı bir diğer alan ise travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) olmuştur. Hayvan destekli terapilerin TSSB semptomlarının azalmasında etkisi olduğu (Germain vd., 2018) ve travma sonrası oluşan uykusuzluk, anksiyete ve depresyon üzerinde pozitif etkilerin olduğu bilinmektedir (Sargın vd., 2021).

Kanada'da bir üniversite kampüsünde uygulanan ziyaret terapisi köpekleri programı COVID-19 salgını nedeniyle askıya alınmış daha sonra programı sağlayan ekip tarafından sanal formata dönüştürülmüştür. Pandemi döneminde yaşanan kısıtlama ve izolasyon zorlukları sebebiyle desteğe ihtiyaç duyan bireyler için hazırlanan bu programda, katılımcılara destek ve sevgi duygusu sağlamak amaçlanmıştır ve çalışma sonucunda katılımcılar yüz yüze uygulanan programın yerini tutmasa da stresi azalttığını belirtmişlerdir (Dell vd., 2021). COVID-19 salgını döneminde adli psikiyatri hastalarıyla sanal ortamda yapılan hayvan destekli terapide umut duygusu ve olumlu ruhsal etkilerin olduğu sonucuna varılmıştır (Scheck vd., 2022).

## SONUÇ

Uzun bir geçmişe dayanan insan-hayvan etkileşimi günümüzde önemli bir yere sahiptir. Yıllar boyu süregelen bu etkileşimin insanların fiziksel, sosyal ve ruhsal sağlığı üzerindeki etkileri birçok araştırmaya konu olmuştur. Bu çalışmada, bireylerin hastalık ve tedavi süreçlerinde rol oynayan, insan-hayvan etkileşimlerinin etkilerine dayanan hayvan destekli uygulamaların kullanıldığı çalışmalar incelenmiştir. Kronik ve ruhsal hastalıklar üzerinde yapılmış olumlu çalışma sonuçları büyük bir öneme sahip olmaktadır. Özellikle yaşanan pandemi dönemiyle birlikte giderek görülme sıklığı artan ruhsal hastalıkların tedavi sürecinde önemli bir alternatif yöntem olarak hayvan destekli uygulamalar umut vadetmektedir.

## KAYNAKLAR

Akkuş, A., Kose, E., Erdoğan, M., Taşpınar, B., ve Taşpınar, F. (2018). PET ASSISTED IN AUTISM SPECTRUM DISORDER. *İZMİR DEMOCRACY UNIVERSITY HEALTH SCIENCES JOURNAL*, 34-42.

Baek, S., Lee, Y., ve Sohng, K. (2020). The psychological and behavioural effects of an animal-assisted therapy programme in Korean older adults with dementia. *Psychogeriatrics*, 20(5), 645-653. <https://doi.org/10.1111/psyg.12554>

- Beck, A. M., Barker, S., Gee, N. R., Griffin, J. A., ve Johnson, R. (2018). The Background to Human-Animal Interaction (HAI) Research. *Human-Animal Interaction Bulletin*, 6(Special Edition), 47-62. <https://doi.org/10.1079/hai.2018.0015>
- Cevizci, S., Erginöz, E., ve Baltaş, Z. (2009). İnsan Sağlığının İyileştirilmesine Yönelik Hayvan Destekli Tedaviler. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 8(3), 263-272.
- Çakıcı, A., ve Kök, M. (2020). Hayvan Destekli Tedavi. *Psikiyatride Guncel Yaklasimler - Current Approaches in Psychiatry*, 12(1), 117-130. <https://doi.org/10.18863/pgy.526378>
- Çetin, D., ve Çuhadar, S. (2021). Otizm Spektrum Bozukluğu Olan Çocuklara Yönelik Hayvan Destekli Müdahalelerle Yürütülen Araştırmaların İncelenmesi. *Psikiyatride Guncel Yaklasimler - Current Approaches in Psychiatry*, 13(3), 619-639. <https://doi.org/10.18863/pgy.841058>
- Çevik Akyıl, R., ve Şengül, B. N. (2022). Kronik Hastalıklarda Hayvan Destekli Tedavi. *Hemşirelik Bilimi Dergisi*, 5(2), 101-108. <https://doi.org/10.54189/hbd.1065987>
- Dell, C., Williamson, L., McKenzie, H., Carey, B., Cruz, M., Gibson, M., ve Pavelich, A. (2021). A Commentary about Lessons Learned: Transitioning a Therapy Dog Program Online during the COVID-19 Pandemic. *Animals*, 11(3), 914. <https://doi.org/10.3390/ani11030914>
- Demirağ, H., ve Hindistan, S. (2019). YAŞLI SAĞLIĞINDA PET TERAPİ (HAYVAN DESTEKLİ TEDAVİ) UYGULAMALARININ LİTERATÜR EŞLİĞİNDE İNCELENMESİ. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 22(3), 217-224.
- Germain, S. M., Wilkie, K. D., Milbourne, V. M. K., ve Theule, J. (2018). Animal-assisted Psychotherapy and Trauma: A Meta-analysis. *Anthrozoös*, 31(2), 141-164. <https://doi.org/10.1080/08927936.2018.1434044>

- İncazlı Beyece, S., Özer, S., ve Yıldırım, Y. (2016). Animal-Assisted Intervention in Rehabilitation Nursing. *Balikesir Health Sciences Journal*, 5(2), 88-93.  
<https://doi.org/10.5505/bsbd.2016.98700>
- Jones, M. G., Rice, S. M., ve Cotton, S. M. (2019). Incorporating animal-assisted therapy in mental health treatments for adolescents: A systematic review of canine assisted psychotherapy. *PLOS ONE*, 14(1), e0210761.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210761>
- Kamioka, H., Okada, S., Tsutani, K., Park, H., Okuizumi, H., Handa, S., Oshio, T., Park, S.-J., Kitayuguchi, J., Abe, T., Honda, T., ve Mutoh, Y. (2014). Effectiveness of animal-assisted therapy: A systematic review of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine*, 22(2), 371-390. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2013.12.016>
- Keser, İ., ve Demiralay, Ş. (2019). Ruh Sağlığını Koruma ve İyileştirmede Hayvan Destekli Uygulamaların Kullanımı. *Mediterranean Journal of Humanities*, 9(2), 219-224.  
<https://doi.org/10.13114/MJH.2019.486>
- Koukourikos, K., Georgopoulou, A., Kourkouta, L., ve Tsaloglidou, A. (2019). Benefits of Animal Assisted Therapy in Mental Health. *International Journal of Caring Sciences*, 12(3), 1898-1905.
- Macauley, B. L. (2006). Animal-assisted therapy for persons with aphasia: A pilot study. *The Journal of Rehabilitation Research and Development*, 43(3), 357.  
<https://doi.org/10.1682/JRRD.2005.01.0027>
- Machová, K., Součková, M., Procházková, R., Vaničková, Z., ve Mezian, K. (2019). Canine-Assisted Therapy Improves Well-Being in Nurses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(19), 3670.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph16193670>

- Morrison, M. L. (2007). Health Benefits of Animal-Assisted Interventions. *Complementary Health Practice Review*, 12(1), 51-62. <https://doi.org/10.1177/1533210107302397>
- Muslu, G. K., ve Conk, Z. (2011). Hayvan Destekli Uygulamalar ve Çocuklarda Kullanımı. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Elektronik Dergisi*, 4(2), 83-88.
- Nathans-Barel, I., Feldman, P., Berger, B., Modai, I., ve Silver, H. (2005). Animal-Assisted Therapy Ameliorates Anhedonia in Schizophrenia Patients. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 74(1), 31-35. <https://doi.org/10.1159/000082024>
- Nilsson Lindström, M., Funkquist, E.-L., Edner, A., ve Engvall, G. (2020). Children report positive experiences of animal-assisted therapy in paediatric hospital care.pdf. *Acta Paediatrica*, 109, 1049-1056.
- Peluso, S., De Rosa, A., De Lucia, N., Antenora, A., Illario, M., Esposito, M., ve De Michele, G. (2018). Animal-Assisted Therapy in Elderly Patients: Evidence and Controversies in Dementia and Psychiatric Disorders and Future Perspectives in Other Neurological Diseases. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 31(3), 149-157. <https://doi.org/10.1177/0891988718774634>
- Purewal, R., Christley, R., Kordas, K., Joinson, C., Meints, K., Gee, N., ve Westgarth, C. (2017). Companion Animals and Child/Adolescent Development: A Systematic Review of the Evidence. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(3), 234. <https://doi.org/10.3390/ijerph14030234>
- Santaniello, A., Garzillo, S., Amato, A., Sansone, M., Di Palma, A., Di Maggio, A., Fioretti, A., ve Menna, L. F. (2020). Animal-Assisted Therapy as a Non-Pharmacological Approach in Alzheimer's Disease: A Retrospective Study. *Animals*, 10(7), 1142. <https://doi.org/10.3390/ani10071142>

Sargin, N., Bakır, V., ve Kutluca, V. (2021). PET THERAPY: THE APPROACH TO SUPPORT MENTAL HEALTH OF PEOPLE IN THEIR LIFE-LONG DURING COVID-19 PERIOD. *International Journal of Quality in Education*, 5(2), 82-97.

Sarman, A., ve Sarman, E. (2022). Pediyatrik Onkoloji Hastalarında Ruhsal Hastalıklar ve Bakıma Yönelik Kanıta Dayalı Güncel Uygulamalar. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 7(1), 105-111.

Scheck, H., Williamson, L., ve Dell, C. A. (2022). *Understanding Psychiatric Patients' Experience of Virtual Animal-Assisted Therapy Sessions during the COVID-19 Pandemic*. 5(1).

*The IAHAIO Definitions for Animal Assisted Intervention and Guidelines for Wellness of Animals Involved in AAI*. (2019). Handbook on Animal-Assisted Therapy. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815395-6.15001-1>

Topbaş, Z. S., ve Şimşek, N. (2022). Hayvan Destekli Uygulamaların Tutuklu Bireyler Üzerine Etkisi: Sistemik Bir Gözden Geçirme. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar - Current Approaches in Psychiatry*, 14(1), 12-22. <https://doi.org/10.18863/pgy.882048>

Waite, T. C., Hamilton, L., ve O'Brien, W. (2018). A meta-analysis of Animal Assisted Interventions targeting pain, anxiety and distress in medical settings. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 33, 49-55. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2018.07.006>

Wesenberg, S., Mueller, C., Nestmann, F., ve Holthoff-Detto, V. (2019). Effects of an animal-assisted intervention on social behaviour, emotions, and behavioural and psychological symptoms in nursing home residents with dementia. *Psychogeriatrics*, 19(3), 219-227. <https://doi.org/10.1111/psyg.12385>

Yalçıntürk, A. A., Dikeç, G., ve Ata, E. E. (2019). Alkol ve Madde Kullanım Bozukluğu Olan Bireylere Yönelik Rehabilitasyon Çalışmaları: Sistemik Derleme. *Bağımlılık Dergisi*, 20(4), 241-252.



**YENİDOĞAN HEMŞİRELİĞİ DERSİ ALAN ÖĞRENCİLERDE EL HİJYENİ  
İNANCI VE EL HİJYENİ UYGULAMALARI**  
**HAND HYGIENE BELIEF AND HAND HYGIENE PRACTICES IN STUDENTS  
TAKING NEONATAL NURSING TRAINING**

**<sup>1</sup>Serap ÖZDEMİR <sup>2</sup>Erhan ELMAOĞLU**

<sup>1</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi Yusuf Şerefoğlu Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
[serapozdemir@kilis.edu.tr](mailto:serapozdemir@kilis.edu.tr)- ORCID ID: 0000-0003-4589-7264

<sup>2</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi Yusuf Şerefoğlu Sağlık Bilimleri Fakültesi, e-mail:  
[erhanelmaoglu@hotmail.com](mailto:erhanelmaoglu@hotmail.com)-ORCID ID: 0000-0002-4830-1625

**Özet**

**Amaç:** Yenidoğan hemşireliği dersi alan öğrencilerin el hijyenine yönelik inanç ve el hijyeni uygulamalarını belirlemek amaçlanmıştır.

**Yöntem:** Tanımlayıcı tipte olan bu çalışma 6-15 Aralık 2022 tarihleri arasında yenidoğan hemşireliği dersi kapsamında yürütüldü. Çalışmanın evreni, son sınıf hemşirelik öğrencilerinden yenidoğan hemşireliği seçmeli dersini alan 61 öğrenciden oluştu. Örneklem ise dersi alan tüm öğrenciler ile çalışma tamamlandı. Çalışmada; anket formu ve El Hijyeni İnanç Ölçeği ile El Hijyeni Uygulamaları Envanteri kullanıldı.

**Bulgular:** Öğrencilerin el hijyeni inanç ölçeği ve el hijyeni uygulama ölçeği toplam puan ortalaması sırasıyla;  $84.00 \pm 8.53$   $64.70 \pm 7.89$  olduğu belirlendi. Öğrencilerin sosyo-demografik özelliklerinden anne eğitimi ile yenidoğan hemşireliği dersini isteyerek seçme ve el hijyeninin önemini bilmenin el hijyeni inancını ve uygulamalarını etkilediği saptandı.

**Sonuç:** Yenidoğan hemşireliği dersini alan hemşirelik öğrencilerinin el hijyeni inançları ve el hijyeni uygulamalarının oldukça yüksek düzeyde olduğu bulundu. Bunun sürdürülmesinde öncelikli alan eğitimlerinin desteklenmesi yenidoğan bebeklerin enfeksiyondan korunmasında yararlı olacaktır).

**Anahtar kelimeler:** Hemşirelik öğrencisi, El hijyeni, İnanç, Uygulama, Yenidoğan

## **Abstract**

**Aim:** It was aimed to determine the hand hygiene beliefs and hand hygiene practices of the students who take neonatal nursing training.

**Method:** This descriptive study was conducted between 6-15 December 2022 within the scope of neonatal nursing training. The universe of the study consisted of 61 senior nursing students who took the neonatal nursing elective course. In the sample, the study was completed with all the students who took the course. In the study; questionnaire form and Hand Hygiene Belief Scale and Hand Hygiene Practices Inventory were used.

**Results:** The students' hand hygiene belief scale and hand hygiene practice scale total score means was determined  $84.00 \pm 8.53$   $64.70 \pm 7.89$ ; respectively. It was determined that the socio-demographic characteristics of the students, choosing the mother education and neonatal nursing training willingly and knowing the importance of hand hygiene affected hand hygiene beliefs and practices.

**Conclusion:** It was found that the hand hygiene beliefs and hand hygiene practices of nursing students who took neonatal nursing training were quite high. In maintaining this, supporting priority field education will help protect newborn babies from infection.

**Keywords:** Nursing student, Hand hygiene, Belief, Practice

## Giriş

Enfeksiyon; bireyin mevcut sağlık durumundaki problemlerin yanı sıra, hastane ortamında tanı, tedavi ve rehabilitasyon amacı ile bulunmasına bağlı gelişebilen bir durumdur. Enfeksiyon ajanının endojen veya ekzojen yollarla mikroorganizmalar tarafından bulaştığı ve bu bulaşın en çok eller ile gerçekleştiği bilinmektedir (Wilson ve ark., 2019). Ellerdeki hijyen eksikliği geçici floranın kolonizasyonunu azaltmaktadır. Bu eksikliğin giderilmesinde en büyük yaklaşım ellerin yıkanması ya da dezenfektanlı solüsyonlar ile ovulmasıyla sağlanabilmektedir (Giuffré ve Kilpatrick 2016). Bu durumda taşınan mikroorganizmaların yayılımının engellenmesinde el hijyeni oldukça önemli bir yere sahiptir (Alshehari, Park, & Rashid, 2018). Hastane ortamındaki yayılımın engellenmesi için hasta ile en çok temas eden sağlık personelinin yaklaşımları kritik öneme sahiptir. Çalışmalar, sağlık personelinin el hijyenine uyma alışkanlığının hala istenilen düzeyde olmadığına dikkat çekmektedir (Alcan ve Dolgun, 2019). El hijyeninin uygulanması her ne kadar basit gibi görünse de profesyonel sağlık ekibi üyelerinin bu alışkanlığı kazanamamasında değişik faktörler yer almaktadır. Cinsiyet, bireysel farklılıklar, mesleki deneyim, iş yoğunluğu, bilgi düzeyi, enfeksiyonun ciddiyetini algılama biçimi vb. (Öner ve ark., 2022; Gürlek ve ark., 2020). Yapılan 96 çalışmanın sistematik incelemesi sonucunda sağlık personelinin el hijyenine uyum oranının %40 olduğu ve bu uyumun artırılmasına yönelik eğitime gereksinim olduğu bildirilmektedir (Erasmus ve ark., 2010). Yapılan diğer çalışmalarda el yıkama oranları farklı bulunmasına rağmen, ortak bulgunun tüm sağlık personellerinin el yıkama oranlarının istenenden düşük olduğudur (Öner ve ark., 2022). Karahan ve ark. (2020) çalışmasında lisans mezunu olan sağlık personeli ve kadın cinsiyetinin el hijyeni inancını ve uygulamalarını önemli ölçüde etkilediği belirtilmiştir. Sağlık profesyonellerinin el hijyeni inancına ve uyumuna yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi hasta/çalışan odaklı enfeksiyon yönetiminde somut adımlar atılmasına olanak sağlayacağı bilinmektedir (Gürlek, 2020).

Çalışan hemşirelerin ve öğrenci hemşirelerin el hijyeni bilgi ve uyum davranışları çok çalışılmasına rağmen, el hijyenine ilişkin algı ve inançlarına ilişkin yeterince kanıtı ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, hemşirelerin bilgi ve becerilerinin geliştirilmesinde, el hijyenine yönelik davranış değişikliğinin sağlanmasında uygun stratejilerin lisans eğitimleri sırasında kazandırılması gerekmektedir. Hemşirelik uygulamaları içerisinde şüphesiz her alan enfeksiyon kontrolü açısından önemlidir ancak, yenidoğan bebek bakımında el hijyeni alışkanlıklarının kazandırılması hayati öneme sahiptir (Alcan ve Dolgun, 2019; Ay ve ark.,

2019). Bu doğrultuda hemşirelik öğrencilerinin el yıkama hakkındaki bilgilerinin, inanç, tutum ve uygulamalarının bilinmesi oldukça önemlidir. Bu araştırmada, yenidoğan hemşireliği dersi alan öğrencilerin el hijyenine yönelik inanç ve el hijyeni uygulamalarını belirlemek amaçlanmıştır.

#### Araştırma Soruları

1. Yenidoğan dersi alan hemşirelik öğrencilerinin el hijyeni inancı ne düzeydedir?
2. Yenidoğan dersi alan hemşirelik öğrencilerinin el hijyeni uygulamaları ne düzeydedir?
3. Yenidoğan dersi alan hemşirelik öğrencilerinin el hijyeni inancı ve uygulamalarını sosyo-demografik özellikleri etkiliyor mu?

#### Gereç ve Yöntem

Tanımlayıcı tipte olan bu çalışma 6-15 Aralık 2022 tarihleri arasında yenidoğan hemşireliği dersi kapsamında yürütülmüştür. Çalışmanın evreni, hemşirelik öğrencilerinden yenidoğan hemşireliği seçmeli dersini alan 61 öğrenciden oluşmuştur. Örneklem seçim yöntemine gidilmemiş olup, dersi alan tüm öğrenciler ile çalışma tamamlanmıştır.

#### Verilerin Toplanması

Çalışmada; öğrencilere ilişkin sosyo-demografik özelliklerin yer aldığı anket formu ve El Hijyeni İnanç Ölçeği ile El Hijyeni Uygulamaları Envanteri kullanıldı. Katılımcılara çalışma hakkında gerekli açıklamalar yapılarak bilgilendirilmiş onam formu doğrultusunda onayları alındı. Soru formları araştırmacılar tarafından online sistem (kağıt israfını önlemek amacıyla) ile katılmaları sağlandı. Katılımcılar tarafından soruların yanıtlanması ortalama 5 dakika sürmüştür.

**Sosyo-demografik Anket Formu:** Öğrenci hemşirelere ilişkin sosyo-demografik özellikleri ve yenidoğan bakımına ilişkin soruların yer aldığı 10 soruluk bir formdur.

**El Hijyeni İnanç Ölçeği (EHİÖ) ve El Hijyeni Uygulama Envanteri (EHUE):** Mortel tarafından 2009 yılında geliştirilmiştir. Karadağ ve ark. (2016) tarafından Türk kültürüne uyarlanmıştır. EHİÖ (22 madde) el hijyenine yönelik inancı değerlendirirken, EHUE (14 madde) el hijyeni uygulamasını değerlendirmektedir. 5’li likert tipinde olan ölçekler tamamen katılıyorum (5 puan) ve hiç katılmıyorum (1 puan) olarak puanlanmaktadır. EHİÖ toplam puanı 22-120 arasında değişmekte ve 8 madde (5,8,10,16,17,18,19,20) ters puanlanmaktadır. Cronbach alfa değeri .76’dır. EUHE toplam puanı 14-70 arasında değişmekle birlikte puan yükseldikçe el hijyeni uygulamalarının her zaman uygulandığını göstermektedir. Cronbach alfa

değeri .85'dir. Bu çalışmada ise EHIÖ Cronbach alfa değeri .77, EHUE Conbach alfa değeri .94 olarak bulundu.

### Araştırmada Etik İlkeler

Araştırmaya başlamadan önce bir üniversitesinin Etik Kurulundan etik kurul onayı (2022/20-02) ve kurum izni alındı. Ek olarak araştırmada kullanılan ölçekleri Türk kültürüne uyarlayan yazarlardan elektronik ortamda gerekli izinler alındı.

### Verilerin Analizi

Çalışmada toplanan verilerin analizinde SPSS 25.0 istatistik programı kullanıldı. Verilerin istatistiği yapılırken ortalama ve standart sapma, özelliklerin minimum ve maksimum değerler; kategorik değişkenleri tanımlarken frekans ve yüzde değerler kullanıldı. Verilerin normallik varsayımına 'Kolmogorov-Smirnov' testi ile bakıldı. Kategorik verilerin iki grup ortalamalarını karşılaştırmak için Student's t test istatistiği, ikiden fazla grup ortalamaları karşılaştırmak için de One Way ANOVA testi kullanıldı. Ölçeklerin güvenilirliğini değerlendirmek için Cronbach's alpha değerine bakıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < .05$  olarak kabul edildi.

### Bulgular

**Tablo 1: Yenidoğan Hemşireliği Dersi Alan Öğrencilerin Sosyo-demografik Özellikleri(n=61)**

Özellikler		Ort±Std	Min-Max
Yaş		21.95±1.23	19-28
		n	%
Cinsiyet	Kız	37	60.7
	Erkek	24	39.3
Annenin Eğitim durumu	Okuryazar Değil	7	11.5
	Okuryazar	11	18.0
	İlköğretim	29	47.5
	Lise	7	11.5
	Yüksek Öğrenim	7	11.5
Babanın eğitim durumu	Okuryazar Değil	1	1.6
	Okuryazar	7	11.5
	İlköğretim	25	41.0
	Lise	19	31.1
	Yüksek Öğrenim	9	14.8
Anne mesleği	Ev Hanımı	54	88.5
	Çalışan	7	11.5
Baba mesleği	İşçi	24	39.3
	Memur	9	14.8
	Serbest meslek	28	45.9

<b>Ailenin gelir durumu</b>	<i>Asgari ücret altı</i>	20	32.8
	<i>Asgari ücret üstü</i>	41	67.2
<b>Yenidoğan hemşireliği dersini isteyerek mi seçme durumu</b>	<i>Evet</i>	57	93.4
	<i>Hayır</i>	4	6.6
<b>Yenidoğan hemşireliğinde en önemli uygulamanın el hijyeni olduğunu bilme durumu</b>	<i>Evet</i>	57	93.4
	<i>Hayır</i>	4	6.6
<b>Yenidoğan bebeklere bakım verirken enfeksiyona dikkat edermisiniz?</b>	<i>Evet</i>	61	100

Yenidoğan dersi alan öğrencilerin yaş ortalamasının  $21.95 \pm 1.23$ , %60.7'sinin kız, %47.5'nin annesinin ve %41.'nin ise babasının eğitim durumunun ilköğretim olduğu belirlendi. Öğrencilerin %88.5'nin annesinin ev hanımı, %45.9'nun babasının serbest meslek yaptığı ve %67.2'sinin ailesinin gelir durumunun asgari ücret üstü olduğu bulundu. Öğrencilerin %93.4'nün yenidoğan hemşirelik dersini isteyerek seçtiği, %93.4'nün yenidoğan

	<b>n</b>	<b>Ort±Std</b>	<b>Min-Max</b>
<b>EHIÖ</b>	61	84.00±8.53	67.00-106.00
<b>EHUE</b>	61	64.70±7.89	37.00-70.00

hemşireliğinde en önemli uygulanmanın el hijyeni olduğunu ve öğrencilerin tamamının yenidoğan bebeklere bakım verirken enfeksiyona dikkat ettikleri saptandı (Tablo 1).

**Tablo 2: EHIÖ ve EHUE Ölçeklerinin Toplam Puan Ortalamaları**

Çalışmada EHIÖ ölçeğinin toplam puan ortalamasının  $84.00 \pm 8.53$  ve EHUE ölçeğinin ise  $64.70 \pm 7.89$  olarak bulundu (Tablo 2).

**Tablo 3: EHIÖ ve EHUE Ölçeklerinin Toplam Puan Ortalamaları ile Öğrencilerin Sosyo-demografik Özelliklerinin Karşılaştırılması**

<b>Özellikler</b>		<b>EHIÖ Toplam puan</b>		<b>EHUE Toplam Puan</b>	
		<b>Ort±Std</b>	<b>F/t/p</b>	<b>Ort±Std</b>	<b>F/t/p</b>
<b>Cinsiyet</b>	<i>Kız</i>	84.62±8.13	t: .703	65.72±7.79	t: 1.266
	<i>Erkek</i>	83.04±9.21	p: .485	63.12±7.94	p: .211
<b>Annenin Eğitim durumu</b>	<i>Okuryazar Değil</i>	77.85±5.52		65.42±10.37	
	<i>Okuryazar</i>	84.90±9.88	F: 1.600	64.81±4.93	F: 0.951
	<i>İlköğretim</i>	83.96±7.76	p: .187	64.65±7,57	p: .442
	<i>Lise</i>	89.00±9.96		68.42±2.93	
	<i>Yüksek Öğrenim</i>	83.85±8.95		60.28±12.57	



<b>Babanın Eğitim Durumu</b>	<i>Okuryazar Değil</i>	95.00			
	<i>Okuryazar</i>	78.71±6.36	F:1.380	70.00	F:0.474
	<i>İlköğretim</i>	83.64±7.07	p:0.253	63.92±8.66	p:0.754
	<i>Lise</i>	85.94±10.18		66.42±6.36	
	<i>Yüksek Öğrenim</i>	83.77±9.12		63.88±7.18	
<b>Anne Mesleği</b>	<i>Ev Hanımı</i>	83,16±1.12	<b>t:-2.183</b>	64.42±8.12	t:-.764
	<i>Çalışan</i>	90.42±8.46	<b>p:.033</b>	66.85±5.75	p:.448
<b>Baba Mesleği</b>	<i>İşçi</i>	83.54±8.70	F:0.160	67.66±5.08	F:2.992
	<i>Memur</i>	85.44±9.69	p:.853	62.33±6.85	p:.058
	<i>Serbest meslek</i>	83.92±8.28		62.92±9.45	
<b>Ailenin Gelir Durumu</b>	<i>Asgari ücret altı</i>	83.35±8.49	t:-.412	65.05±7.93	t:0,237
	<i>Asgari ücret üstü</i>	84.31±8.64	p:0.681	64.53±7.96	p:0.814
<b>Yenidoğan dersini isteyerek seçme</b>	<i>Evet</i>		<b>t:-2.100</b>		t:-1.050
	<i>Hayır</i>		<b>p:.036</b>		p:.294
<b>Yenidoğan hemşireliğinde en önemli uygulamanın el hijyeni olduğunu bilme durumu</b>	<i>Evet</i>		<b>t:-2.042</b>		<b>t:-2.445</b>
	<i>Hayır</i>		<b>p:.041</b>		<b>p:.014</b>

t:Independed- Samples T testi, F:One-Way Anova p<.05

Çalışmada EHIÖ ölçeğinin puan ortalaması ile annenin mesleği, yenidoğan hemşireliği dersini isteme durumu ve yenidoğan hemşireliğinde en önemli uygulamanın el hijyeni olduğunu bilme durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü. EHUE ölçeğinin toplam puan ortalaması ile yenidoğan hemşireliğinde en önemli uygulamanın el hijyeni olduğunu bilme durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlendi (Tablo 3).

## Tartışma

Çalışmada EHIÖ ölçeğinin toplam puan ortalamasının 84.00±8.53 olduğu belirlendi. Benzer şekilde; Gürlek ve ark., (2020) çalışmasında 86.01±9.08, Kahraman ve ark., (2020) çalışmasında 84.03±8.28, Alcan ve Dolgun (2019) çalışmasında 84.42±12.64, Ceylan ve ark., (2020) çalışmasında 89.80±7.98, Karadağ ve ark., (2016) çalışmasında 86.39±8.56 olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonuçlarına bakıldığında yenidoğan hemşireliği dersi alan öğrencilerin ek hijyenine inançlarının oldukça yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Dahası bu benzerliklerin hemşirelik uygulamalarında el hijyeninin bakımla ilişkili ilk öncelik olduğunu tüm hemşire ve hemşirelik öğrencilerinin inandığı yorumu yapılabilir.

EHUE ölçeğinin toplam puan ortalamasının 64.70±7.89 olduğu bulundu. Benzer şekilde; Gürlek ve ark., (2020) çalışmasında 65.26±5.29, Kahraman ve ark., (2020) çalışmasında 63.97±6.37, Alcan ve Dolgun (2019) çalışmasında 65.90±5.54, Ceylan ve ark., (2020)

çalışmasında  $66.66 \pm 4.05$  ve Karadağ ve ark., (2016) çalışmasında  $64.52 \pm 4.90$  olduğu bildirilmiştir. Bu bulgulardan yola çıkılarak hemşireler ve hemşirelik öğrencilerinde el hijyeni uygulamalarına yüksek düzeyde uyum gösterdikleri görülmektedir. Ek olarak bu benzerliklerin hemşirelik mesleğindeki enfeksiyon yönetimine verilen önem ile açıklanabilir. Pandemi sürecinin de yine el hijyeni uygulamalarına gösterilen özenin ve farkındalığını arttırdığı yorumu yapılabilir.

Çalışmada EHIÖ kızlarda erkeklere oranla puan ortalamalarının yüksek olduğu, ancak anlamlı fark bulunmadığı görülmektedir. Benzer şekilde, Alcan ve Dolgun (2019) çalışmasında cinsiyette fark olmadığı belirtilmiştir. Gürlek ve ark., (2020) çalışmasında kızların puanı yüksek ve farkın olduğu bildirilmiştir. Kahraman ve ark., (2020) çalışmasında kızların puan ortalamasının yüksek ve farkın anlamlı olduğu bildirilmiştir. El hijyenine olan inancın kız öğrencilerde daha fazla olduğu diğer çalışmalarla da desteklenmektedir. Ancak istatistiksel farkların erkek öğrencilerin de el hijyenine inançlarının en az kız öğrenciler kadar önemli olduğunu düşünmeleri ile açıklanabilir.

Çalışmada EHUE kızlarda erkeklere oranla puan ortalamalarının yüksek olduğu, ancak fark bulunmadığı belirlendi. Benzer şekilde, Alcan ve Dolgun (2019) çalışmasında cinsiyette fark olmadığı belirtilmiştir. Ancak diğer çalışmalarda örneğin; Gürlek ve ark., (2020) çalışmasında kızların puanı yüksek ve farkın olduğu bildirilmiştir. Ceylan ve ark., (2020) kızlarda erkeklerden daha yüksek ortalamasının olduğu ve farkın anlamlı olduğunu bulmuşlardır. Karadağ ve ark., (2016) kızlarda yine yüksek ortalama ve anlamlı fark belirlemişlerdir. Kahraman ve ark., (2020) erkeklerde anlamlı daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Çalışmalarda benzerlikler ve farklılıkların kültürel ve alandaki farklı uygulamalar farkları ile ilgili olduğu yorumu yapılabilir.

Çalışmada EHIÖ ölçeğinin puan ortalaması ile yenidoğan hemşireliği dersini isteme durumu ve yenidoğan hemşireliğinde en önemli uygulamanın el hijyeni olduğunu bilme durumu arasında fark olduğu görüldü. EHUE ölçeğinin toplam puan ortalaması ile yenidoğan hemşireliğinde en önemli uygulamanın el hijyeni olduğunu bilme durumu arasında fark olduğu belirlendi. Wilson ve ark., (2019) çalışmasında hemşirelerin aldıkları eğitimin niteliği ve çalıştıkları birimleri isteme durumlarının el hijyenine olan inancı ve uygulamaları desteklediği belirlenmiştir. Alshehri ve ark., (2018) çalışmasında çalışılan birimin hassasiyetine göre el hijyenine gösterilen duyarlılığın arttığı belirlenmiştir. Literatür çalışma bulgularını destekler

niteliklidir. Yenidoğan hemşireliği gibi özellikli alanlarda gösterilen hassasiyetin enfeksiyon kontrolü sağlamada alınan eğitim ile ilişkili olduğu yorumu yapılabilir.

### **Araştırmanın Sınırlılıkları**

Çalışma yenidoğan hemşireliği seçmeli dersi alan öğrencilere öznedir. Tüm öğrenci hemşirelere genellenemez.

### **Sonuç ve Öneriler**

Çalışma sonuçlarına göre on bir hafta yenidoğan hemşireliği dersi alan hemşirelik öğrencilerinin el hijyeni inançları ve el hijyeni uygulamalarının oldukça yüksek olduğu bulunmuştur. Öğrencilerin sosyo-demografik özelliklerinden anne eğitimi ile yenidoğan hemşireliği dersini isteyerek seçme ve el hijyeninin önemini bilmenin el hijyeni inancını ve uygulamalarını etkilediği saptandı. Buradan yola çıkılarak hemşirelik lisans eğitiminde enfeksiyon kontrolü sağlamada özellikli birimlerde alınan eğitimlerin yarar sağladığı ve sağlayacağı düşünülmektedir. Bunun sürdürülmesinde öğrenim görülen yerler, hastane eğitim birimlerinin gerekli destek sistemlerini sağlaması önerilir.

### **Çıkar çatışması**

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### **Finansal Destek**

Bu çalışmanın yürütülmesinde herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

## Kaynaklar

1. Alcan, A.O. ve Dolgun, E. (2019). Student Nurses' Hand Hygiene Beliefs and Practices. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 13(3), 279-286. doi: 10.21763/tjfmpe.609778
2. Alshehari, A.A., Park, S., & Rashid, H. (2018). Strategies to improve hand hygiene compliance among healthcare workers in adult intensive care units: a mini systematic review. *Journal of Hospital Infection*, 100(2):152-158.
3. Ay, P., Teker, A.G., Hidiroglu, S., Tepe, P., Surmen, A., Sili, U. Korten, V. (2019). A qualitative study of hand hygiene compliance among health care workers in intensive care units. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 13(2), 111-117. doi:10.3855/jidc.10926
4. Ceylan, B., Gunes, U., Baran, L., Ozturk, H., & Sahbudak, G. (2020). Examining the hand hygiene beliefs and practices of nursing students and the effectiveness of their handwashing behaviour. *Journal of Clinical Nursing*, 1–9. doi: 10.1111/jocn.15430
5. Giuffré, C., Kilpatrick, C. (2016). Hand Hygiene. Friedman, C. ve Arbor A. (Ed.) IFIC Basic Concepts of Infection Control, 3rd edition, (s.1-13) içinde. Erişim Adresi: [http://theific.org/wp-content/uploads/2016/04/10-HandHygiene\\_2016.pdf](http://theific.org/wp-content/uploads/2016/04/10-HandHygiene_2016.pdf)
6. Erasmus V, Daha TJ, Brug H. Systematic review of studies on compliance with hand hygiene guidelines in hospital care. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2010;31:283-94.
7. Gürlek Kısacık, Ö., Sönmez, M., & Ciğerci, Y. (2020). Hemşirelik Öğrencilerinin El Hijyenine İlişkin İnanç ve Uygulamalarının Değerlendirilmesi: Tanımlayıcı Bir Çalışma. *Journal of Higher Education & Science/Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 10(3).
8. Karadağ M, Yıldırım N, İşeri ÖP. El Hijyeni İnanç Ölçeği ve El Hijyeni Uygulamaları Envanterinin geçerlilik ve güvenilirliği. *Cukurova Medical Journal* 2016; 41(2): 271-284.
9. Karadag, M., Iseri, O.P., Yildirim, N., & Etikan, I. (2016). Knowledge, beliefs and practices of nurses and nursing students for hand hygiene. *Jundishapur Journal of Health Science*, 8(4):e36469.
10. Karahan, E., Doğan, Ş., & Çelik, S. (2020). Sağlık Çalışanlarında El Hijyeni İnanç ve Uygulamalarının Değerlendirilmesi. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 5(2), 91-103.
11. Öner, C., Kozik, D. Ç., Şimşek, E. E., & Çetin, H. (2022). İstanbul ili Tuzla ilçesi birinci basamak sağlık kuruluşlarında çalışanların el hijyeni inanç ve uyumlarının değerlendirilmesi. *The Journal of Turkish Family Physician*, 13(3), 96-103.
12. Wilson, P., Gurusamy, K.S., Morley, R., Whiting, C., Maeso, B., Fitz-Gerald, G. et al. (2019). Top research priorities in healthcare-associated infection in the UK. *Journal of Hospital Infection*, 103(4):382-387.

## MONOMETALİK KATALİZÖR YAPISINDA PERLİTİN DESTEK MALZEMESİ OLARAK KULLANIMININ İNCELENMESİ

**Dr. Erhan ONAT<sup>1</sup>, Taha TURAL<sup>2</sup>, Doç. Dr. Mehmet Sait İZGİ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Batman Bilim ve Sanat Merkezi, erhonat@gmail.com - 0000-0003-1638-0151

<sup>2</sup>Batman Allalçı Fernas Alçı San tic. A.Ş., turaltaha@gmail.com – 0000-0001-5050-0482

<sup>3</sup>Siirt Üniversitesi, Kimya Mühendisliği, saitizgi@siirt.edu.tr-0000-0003-3685-3219

### ÖZET

Destekli katalizör teknolojisi sağladığı avantajlardan dolayı son yıllarda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Destekli katalizörün kullanıldığı alanlardan biri de hidrojen yakıt teknolojisi katalitik tepkimeleridir. Bu çalışma özgün bir şekilde perlit destekli monometalik katalizör sentezini ve sentezlenen katalizör yapısının katalizlediği sodyum borhidrür hidrolizinin incelenmesini konu almaktadır. Kullanılan destek malzemeleri farklı özellikte olabilmektedir. Bu çalışmada doğal bir mineral olan perlitin destek malzemesi olarak kullanılmasıyla sentezlenen katalizör yapısının katalizlediği sodyum borhidrür hidrolizinin incelenmesi amaçlanmıştır. Böylece hem uygun maliyetli çevre dostu ürün elde edilmesi sağlanacak hem de perlit için katma değeri yüksek bir teknoloji geliştirilmiş olacaktır.

Perlitin destek malzemesi olarak kullanıldığı bu çalışmada, katalizör yapısı için kullanılan metal kobalt (Co) elementidir. Asidik yıkama ve kalsine işlemlerinden sonra destek malzemesi olarak kullanılan perlitten monometalik destekli katalizör sentezi sağlanmıştır. Sentezlenen katalizör yapısı FITR, SEM ve BET ile karakterize edilmiştir. Karakterizasyon işlemlerinden sonra katalitik hidroliz tepkimesinin optimizasyonu yapılmıştır. Hidroliz tepkimesi için destek miktarı, çözelti ortamı, katalizör miktarı, hidrojen kaynağı olarak kullanılan sodyum borhidrür (NaBH<sub>4</sub>) konsantrasyonu, sıcaklık ve tekrarlanabilirlik parametreleri incelemesi gerçekleştirilmiştir.

Katalizör sentezinden sonra 298 K' de gerçekleştirilen katalitik hidroliz tepkimeleri sonucunda optimum veriler için en iyi çözelti ortamı % 7.5 NaOH, en iyi katalizör miktarı için 7.5 mg Co içeren katalizör yapısı, en iyi NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonu olarak kütlece % 3 NaBH<sub>4</sub> kullanımı belirlenmiştir. Söz konusu değerlerde ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 10715 mL/g.dk iken en iyi TOF değeri 1420.2 sa<sup>-1</sup> dir. Tepkime kinetiği incelemeleri sonucunda tepkimenin 0. dereceden, aktivasyon enerjisinin 40.19 kJ/mol, aktivasyon entalpisinin 42.77 kJ/mol, aktivasyon entropisinin -28.46 J/mol olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında destek malzemesi olarak kullanılan perlitin çok yüksek katalitik etki sağladığı belirlenmiştir. Benzer çalışmalarda kullanılmaya başlanması beklenen perlitin, sağladığı avantajlarla kısa sürede katma değeri yüksek ürüne dönüşmesi beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler :** Hidrojen, Co@Perlit, Perlit, Sodyum borhidrür.

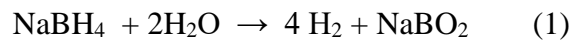
## 1. GİRİŞ

Enerji, insanların yaşamını devam ettirmek için en fazla ihtiyaç duyduğu temel gereksinimlerin başında gelmektedir. Evsel ya da sanayi kullanımlarda vazgeçilmez güç kaynağı özelliğindeki enerji, çeşitli kaynaklardan üretilmektedir. Kömür, doğal gaz, petrol, güneş, rüzgar vb. birçok kaynaktan üretilen enerjinin, alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarından üretimi son yıllarda artmıştır. Fakat bu artış olması gereken seviyede değildir. Yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarındaki çeşitli sınırlılıklardan dolayı enerji üretimi günümüzde hâlâ en fazla fosil kaynaklıdır (Abas ve ark.,2015).

Fosil kaynaklı yakıtların enerjiye dönüşümünde son ürün olarak doğaya karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve diğer bazı zararlı son ürünler bırakılmaktadır. CO<sub>2</sub> ve diğer bir kısım gazlar güneşten dünyamıza gelen kızılötesi ışınların atmosferde daha fazla tutunmasına sebep olmaktadır. Bu durum Dünya'nın ortalama sıcaklığının artmasıyla sonuçlanmaktadır. Küresel ısınma olarak adlandırılan bu durum, başta iklim değişikliği olmak üzere canlı yapısı ve çevre üzerinde olumsuz sorunlara neden olmaktadır. Söz konusu sorunlar başta insan sağlığı olmak üzere dünyada yaşayan tüm canlıları olumsuz yönde etkilemektedir (Sims ve ark., 2003; Davis ve ark., 2011; Boden ve ark., 2009).

Fosil yakıt kullanımını sınırlamak ve dünyayı artan küresel ısınmadan kurtarmak üzere; güneş, rüzgar, jeotermal, hidroelektrik enerjisi, gelgit, ve hidrojen enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekmektedir. Bununla beraber hidrojen dışındaki diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında çeşitli sınırlılıklar mevcuttur. Hidrojen, diğer enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında geleceğin enerji kaynağı olma potansiyeline sahiptir. Çünkü hidrojeni enerjiye dönüştürmek istediğimizde karşımıza herhangi bir sınırlama çıkmamaktadır (Lamichaney ve ark., 2020).

Bu kadar avantaja rağmen hidrojen yüksek hacim kaplayan bir gaz olmasından dolayı taşınma ve depolanma sorunuyla karşı karşıyadır. Bu sorun hidrojenin bor bileşiklerinde kimyasal olarak depolanmasıyla ortadan kalkmaktadır. Bu durum ülkemiz için büyük bir avantaj durumundadır. Çünkü ülkemiz bor minerali bakımından dünyanın en zengin ülkesidir. Bor bileşiklerinde depolanan hidrojenin geri kazanımı katalitik sistemler aracılığıyla olmaktadır. Hidrojenin depolandığı bor bileşiklerinin başında sodyum borhidrür gelmektedir. Sodyum borhidrür bileşiğinde depolanan hidrojenin dehidrojenasyonu sırasında bileşik yapısı kadar hidrojen Eşitlik 1' de görüldüğü gibi çözücünden de elde edilmektedir. Bu tepkimenin önemli bir diğer avantajı hidrojen üretiminin katalizör kontrollü olmasıdır (Özkar ve Zahmakıran, 2005; Şahin ve ark., 2016; Onat, 2016).



Katalizörün kullanıldığı katalitik tepkimelerin önemli parametrelerinden biri katalitik çevrim frekansı olarak ifade edilen TOF (Turnover Frequency) değeridir. Katalitik çevrim frekansı ölçümü, birim zamanda katalizörün molüne karşın oluşan ürünün mol sayısını belirtir. Özetle TOF değeri, birim zamanda bir mol katalizörün çevirdiği ürün miktarıdır. TOF değeri hesaplamasında kullanılan formül Eşitlik 2' de verilmiştir (Goodwin ve ark., 2004).



$$TOF = \frac{\text{Ürünün mol miktarı}}{\text{Katalizörün mol miktarı} \times \text{zaman}} \quad (2)$$

Katalitik süreçte incelenen önemli parametrelerin başında Arrhenius (3) ve Eyring (4) eşitlikleri gelmektedir. Tepkime kinetiğinin önemli parametrelerinden olan aktivasyon enerjisi, aktivasyon entalpisi ve aktivasyon entropisi değişimleri gibi önemli değerler bu iki eşitlikten faydalanılarak hesaplanmaktadır.

$$k = Ae^{-Ea/RT} \quad (3)$$

$$\ln \frac{k}{T} = \frac{-\Delta H}{R} \frac{1}{T} + \ln \frac{kB}{h} + \frac{\Delta S}{R} \quad (4)$$

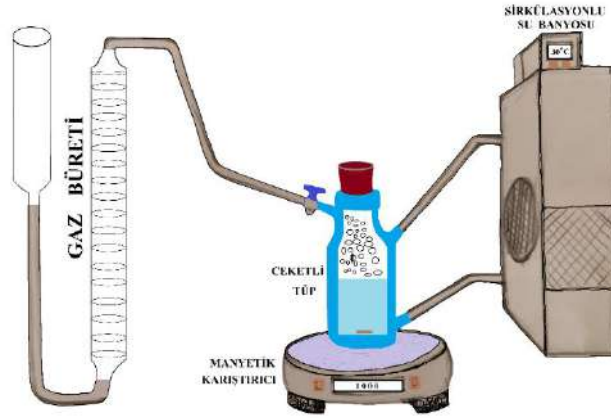
Katalitik proseslerin en önemli ögesi katalizördür. Katalizörlü uygulamalar incelendiğinde bir çok alanda uygulama olduğu görülecektir. Katalizörlü sistemlerin sağladığı avantajlardan dolayı son yıllarda kullanılmaya başlanan destekli katalizör teknolojisi hızlı bir şekilde gelişimini sürdürmektedir. Destekli katalizör yapısında aranan en temel özellik destek malzemesinin katalizöre sağladığı yüksek yüzey alanıdır (Hagen, 2015; Taştaban, 2019; Li ve ark., 2022).

Katalizör destek malzemesi için aranan yüksek yüzey alanı perlitte fazlasıyla bulunmaktadır. Çünkü perlit genişletildiği sıcaklığa bağlı 20 katın üzerindeki genişleme derecelerine çıkarak çok yüksek yüzey alanı sunabilmektedir (Erdoğan, 2022) bununla birlikte destek malzemesi olarak kullanılan diğer yapılar incelendiğinde perlit yapısına benzer özellikte maddeler oldukları görülecektir. Perlitin sağladığı yüksek yüzey alanı ve kararlı yapısıyla katalizör destek malzemesi olarak kullanılabilir mi? Hipoteziyle başladığımız çalışmamızda hidrojen yakıt teknolojisine hitap edecek perlit destekli yüksek katalitik etkisi olan katalizör yapısının üretilmesi amaçlanmıştır.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışma laboratuvar ortamında gerçekleştirilen deneysel verilere dayanmaktadır. Çalışma kapsamında öncelikle perlitin destek malzemesi olarak kullanılması için geliştirme işlemi gerçekleştirildi. Daha sonra güçlü asit varlığında istenemeyen safsızlıklardan giderim işlemi gerçekleştirildi. Perlit için yapılan son işlem ise azot gazı varlığında kalsine etme işlemidir. Perlitin hazırlanmasının ardından destek malzemesi olarak kullanımı sağlanmıştır. Perlitin destek malzemesi olarak farklı oranlarının kullanımı incelendi. Destek malzemesine emdirme yöntemiyle metal yüklemesi gerçekleştirildi. Oda koşullarında 24 saat süreyle destek malzemesi ve metal manyetik karıştırıcı aracılığıyla karıştırılarak yükleme işlemi gerçekleştirildi (White ve ark., 2009). Yükleme işleminden sonra indirgenme ile katalizör sentezi sağlandı. Sentezlenen katalizör yapıları süzme ve yıkama işlemlerinden sonra azot atmosferinde kurutuldu. Kuruyan katalizör yapıları ufalanarak hidroliz tepkimelerinde kullanıldı. Çalışmanın en yoğun kısmını oluşturan hidroliz aşaması Şekil 1' deki görselde verilmiştir. Şekilde görülen sirkülasyonlu su banyosu ortam sıcaklığını ayarlarken, ceketli tüp hidrolizin gerçekleştiği ortamı oluşturmaktadır. Manyetik karıştırıcı hidrolizin belirli bir değerde gerçekleşmesinde görev almaktadır. Gaz büreti ise açığa çıkan gazın zamana bağlı not

edilmesinde kullanılmaktadır.



Şekil 1. Hidroliz deney düzeneği

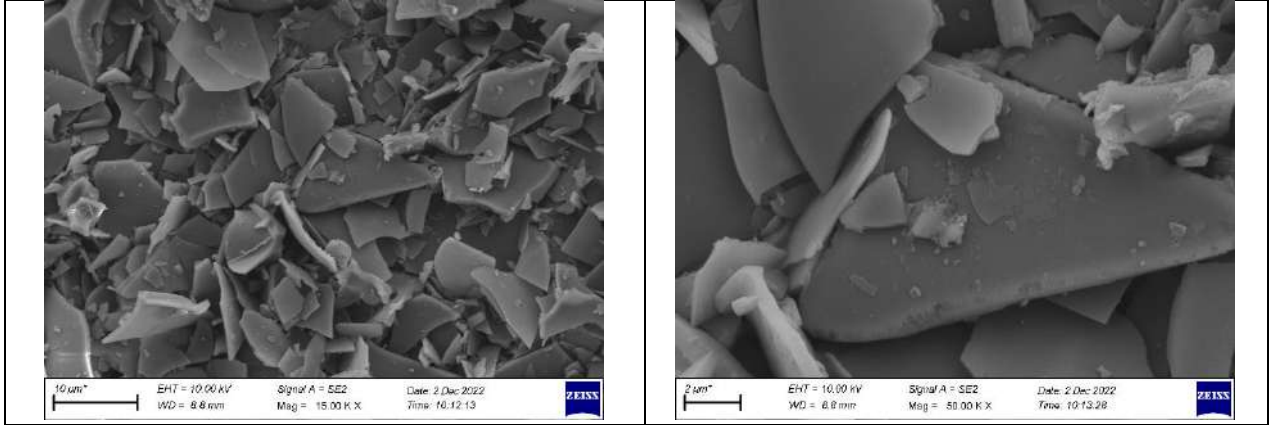
Hidroliz işlemlerinden sonra elde edilen veriler bilgisayara işlenerek yorumlandı. Çalışmanın son aşamasında ise yapılan tüm uygulamalar raporlaştırıldı.

### 3. BULGULAR

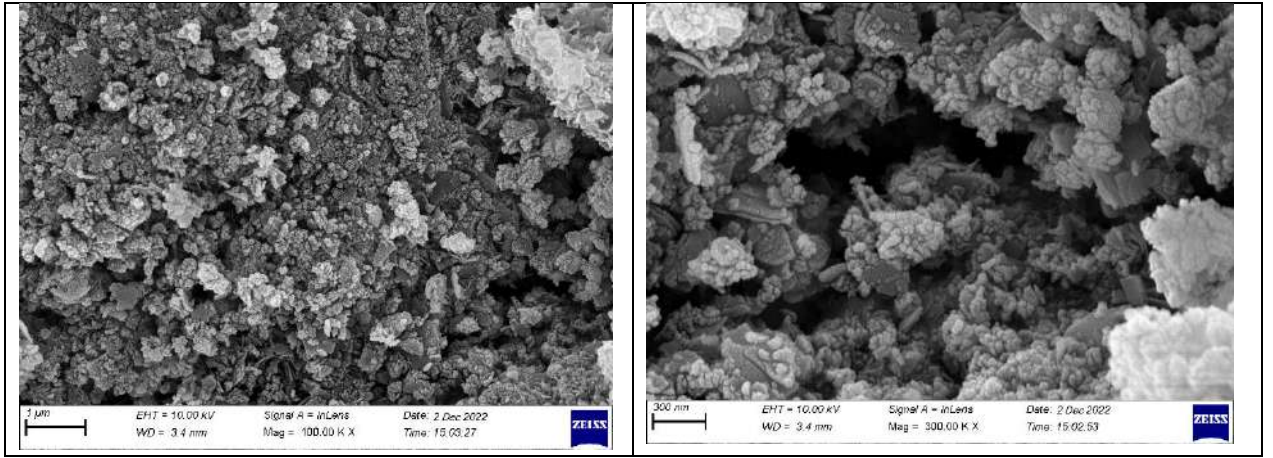
Perlit 950 oC’ de gaz fırınında genişletildi. Genleştirme işlemi sonucunda öz kütleden yola çıkarak perlit hacminin 21 kat genişlediği hesaplandı. Perlit yapısındaki metal safsızlıklar, perlitin % 98 saflıktaki H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ‘ te bekletilmesiyle giderildi. Metal safsızlık giderilme işleminden sonra perlit gaz fırınında 500 °C’ de azot gazı altında kalsine edildi. Daha sonra katalizör destek malzemesi olarak kullanılan malzemelerin yapısı incelenerek hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi.

#### Sentezlenen malzeme yapılarının karakterizasyonu

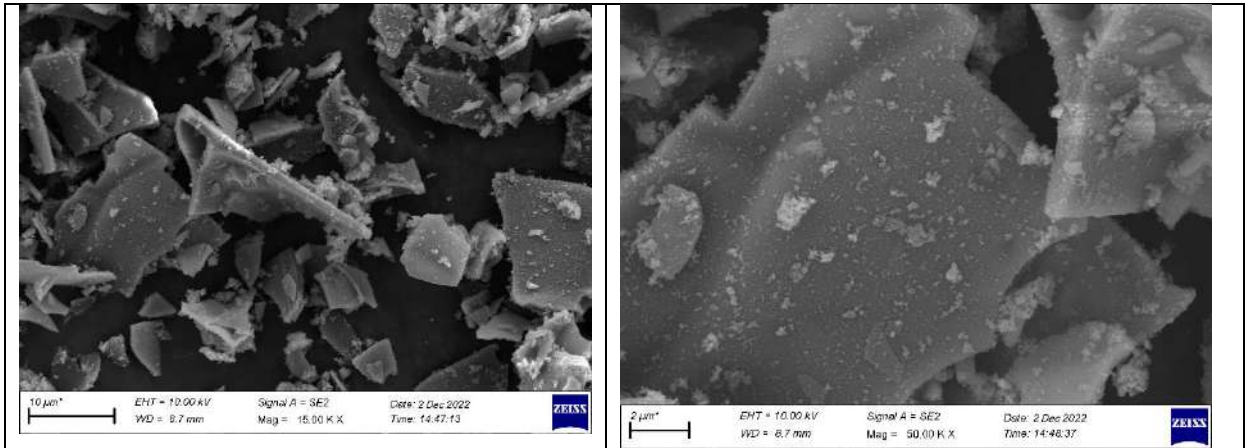
Çalışma kapsamında sentezlenen malzeme yapılarının aydınlatılmasının için malzemelerin FTIR, SEM ve BET analizi yapıldı. SEM analizler görüntüleri Şekil 2’ de verilmiştir. Bu görüntülerden Şekil 2 a) Perlitin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü, Şekil 2 b) Co desteksiz katalizörün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü, Şekil 8 c) perlit destekli Co katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsüdür. SEM analizleri incelendiğinde desteksiz katalizör yapısına göre perlit destekli katalizör yapısının yüksek yüzey alanına sahip olduğu görülecektir. Bu durum BET analizlerinde net bir şekilde kendini göstermiştir. Desteksiz katalizörün BET yüzey alanı 7,214 m<sup>2</sup>/g iken Perlitin BET yüzey alanı 11,301 m<sup>2</sup>/g, perlit destekli Co katalizörün BET yüzey alanı 15,648 m<sup>2</sup>/g olarak ölçülmüştür. Bu değerler katalitik hidroliz tepkimelerinin etkinliğini net bir şekilde göstermektedir.



a) Perlitin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü



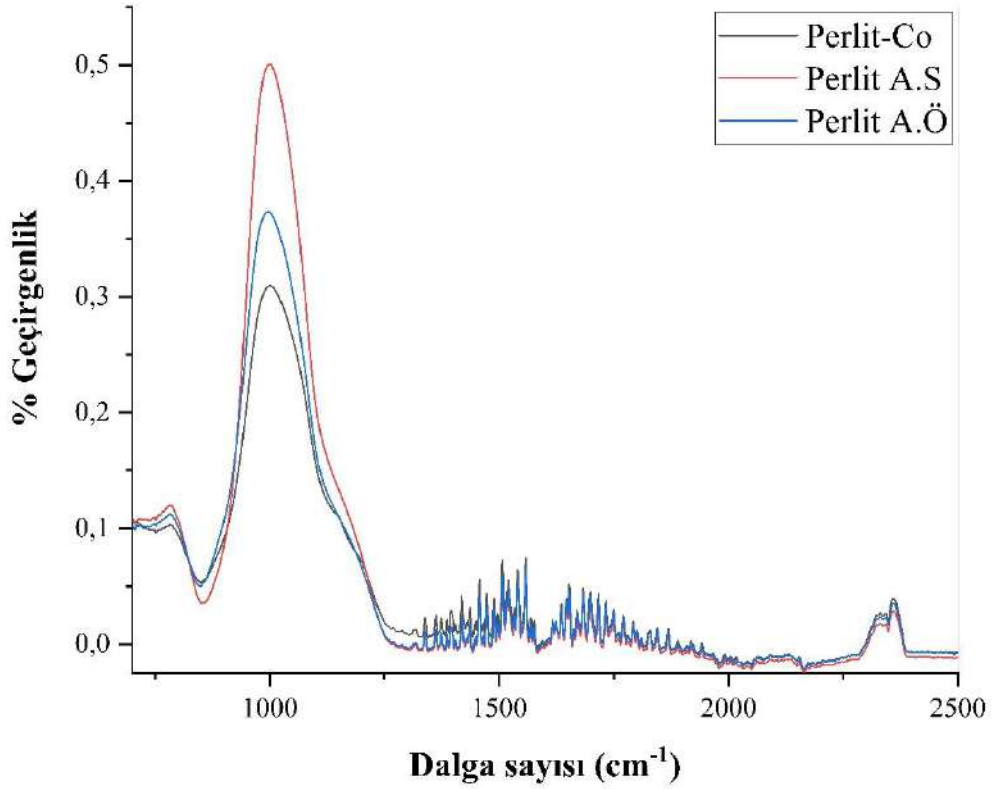
b) Co katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü



c) Perlitte desteklenmiş Co katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü

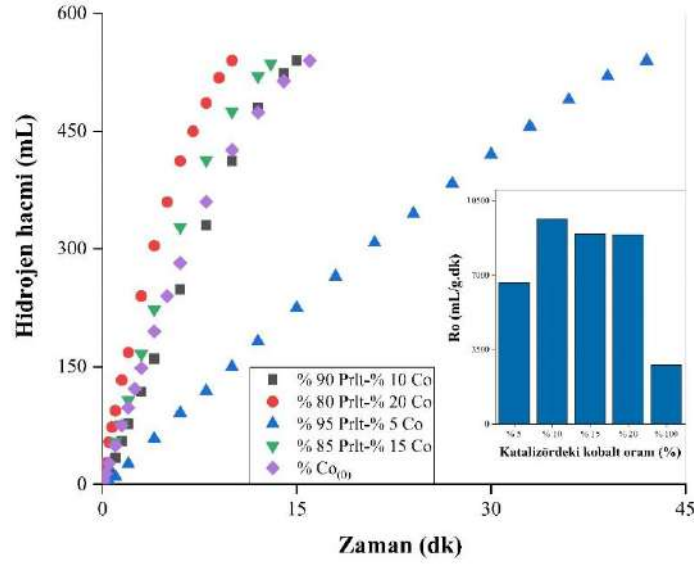
Şekil 2. Çalışma kapsamında sentezlenen malzeme analizlerine ilişkin SEM görüntüleri

Katalizör yapısında bulunan bileşenlere ait FTIR spektrum analizi Şekil 3' te verilmiştir. Spektrum bantları incelendiğinde perlit bandının net bir şekilde gözüktüğü görülecektir. Perlitte uygulanan işlemler belirgin olan SiO<sub>2</sub> pikinin kısmi olarak sönmesine neden olmuştur. Bu durum perlit yüzeyinin yüklenen metal atomlarınca kaplandığı anlamına gelmektedir. Bu da Şekil 2 c)' deki SEM görüntüsünü desteklemektedir.



Şekil 3. Çalışma kapsamında sentezlenen malzemelerin FTIR analizi

Öğütülen perlit destek malzemesi olarak kullanıldı. Katalizör yapısına destek malzemesi olarak kullanılan perlitin katalizlediği sodyum borhidrür hidroliz verileri Şekil 4’ te gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en iyi hidrojen üretim hızının % 90 perlit kullanımında olduğu görülecektir. Oda koşullarında (298 K) gerçekleştirilen tepkime 50 mg katalizör, 02 g NaBH<sub>4</sub> ve % 5 NaOH varlığında gerçekleştirilmiştir. En iyi destek yükleme oranında yakalanan hidrojen başlangıç hızı 9627 mL/g.dk’ dır. Karşılaştırma yapmak üzere saf Co(0) metalinin katalitik hidroliz tepkimesi sonucunda ölçülen hidrojen başlangıç hızı 2785 ml/g.dk’ dır. Hidrojen başlangıç hızlarından anlaşılacağı üzere destekli katalizör yapısı yüksek katalitik etki göstermiştir.

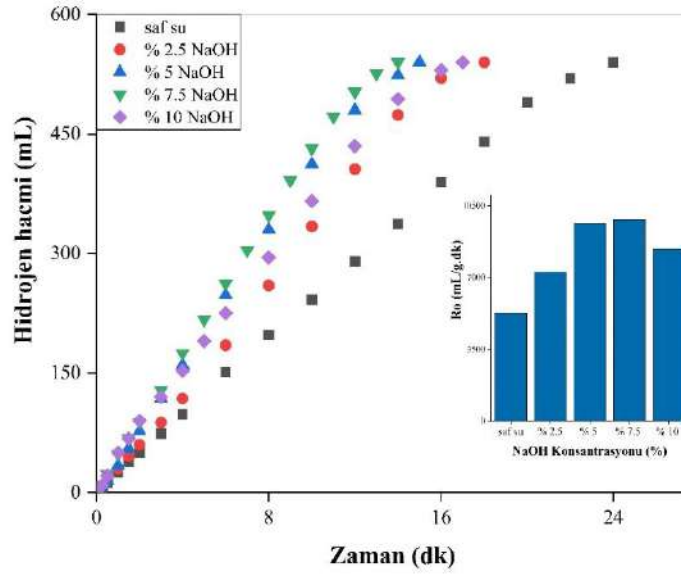


Şekil 4. Farklı destek maddesi oranlarına karşılık elde edilen hidroliz verileri

Destek yükleme oranının belirlenmesinin ardından hidroliz optimum verileri incelemesi gerçekleştirildi. Optimum veri incelemesi oda koşullarındaki sıcaklıkta (298 K) gerçekleştirildi. Optimum veriler için incelenen parametreler sırasıyla; çözelti ortamı, katalizör miktarı, hidrojen kaynağı sodyum borhidrür konsantrasyonu, sıcaklık ve katalizörün tekrarlı kullanımınıdır.

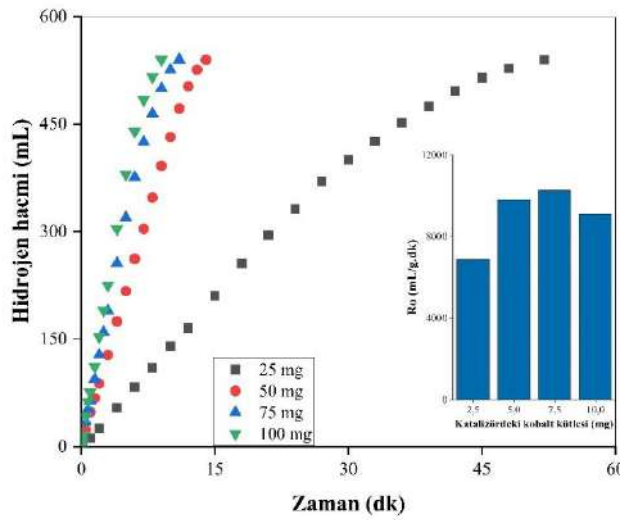
Çözelti ortamı olarak ortak iyon içeren NaOH derişimi incelenmiştir. Bilindiği üzere az da olsa sodyum borhidrür (NaBH<sub>4</sub>) kendiliğinden bozunmaktadır. Bu bozunmanın önüne yüksek pH' ta geçilebilir. Farklı NaOH derişimlerinde (% 0-%10) yapılan katalitik hidroliz bozunma tepkimeleri sonucunda elde edilen hidroliz verileri Şekil 5' te verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi en iyi katalitik bozunma % 7.5 NaOH derişiminde gerçekleşmektedir. Çalışmanın devamında çözelti ortamı derişimi % 7.5 NaOH olacak şekilde katalitik bozunma tepkimeleri incelemesine devam edilmiştir.





Şekil 5. Farklı NaOH derişimlerine karşılık elde edilen hidroliz verileri

Çözelti ortamı için en iyi derişimin belirlenmesinin ardından farklı kobalt (Co) içeren katalizör miktarlarıyla hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi. 2.5 – 10 mg Co içeren farklı katalizör miktarlarıyla gerçekleştirilen katalitik hidroliz tepkimelerinden elde edilen veriler Şekil 6’ da verilmiştir. Şekil incelendiğinde 7.5 mg Co içeren katalizör yapısının yüksek katalitik etki gösterdiği görülecektir. Dolayısıyla katalizör miktarı olarak 7.5 mg Co içeren katalizör miktarıyla çalışmaya devam edilmiştir.

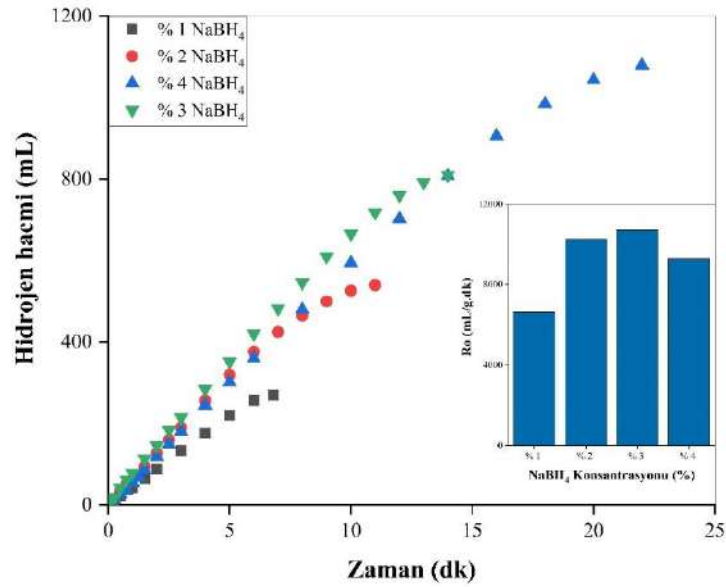


Şekil 6. Farklı miktarlarda kobalt içeren katalizör kullanımına karşılık elde edilen hidroliz verileri

Katalizör miktarı olarak en iyi Co kullanımının belirlenmesinin ardından hidrojen kaynağı olarak kullanılan sodyum borhidürün farklı konsantrasyonlarıyla katalitik hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi. Farklı NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonlarıyla gerçekleştirilen katalitik hidroliz verileri



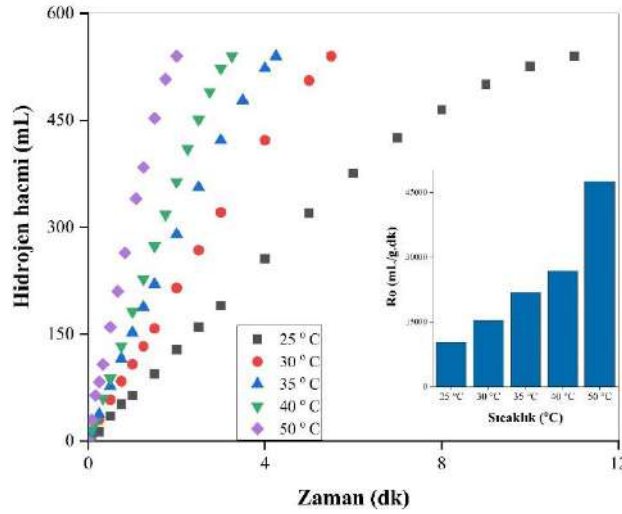
Şekil 7’ de verildiği gibidir. Şekil incelendiğinde artan  $\text{NaBH}_4$  konsantrasyonuna karşılık hidrojen başlangıç hızında artma olduğu görülecektir. % 3’ lük  $\text{NaBH}_4$  kullanımından sonra hidrojen başlangıç hızındaki artmanın gerilemeye başladığı görülmektedir. Bu durum katalizör başına substart yoğunluğunun artmasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir (Onat, 2016). Optimum şartlar olarak belirlenen değer 298 K, % 7.5 NaOH derişimi, 7.5 mg Co içeren katalizör yapısı ve % 3  $\text{NaBH}_4$  konsantrasyonudur. Söz konusu optimum şartlarda ölçülen hidrojen başlangıç hızı 10715 mL/g.dk’ dır.



Şekil 7. Farklı sodyum borhidrür ( $\text{NaBH}_4$ ) destek maddesi oranlarına karşılık elde edilen hidroliz verileri

Katalizör etkinliği için ölçülen önemli parametrelerden biri katalitik çevrim frekansı olarak adlandırılan TOF değeridir. Çalışma kapsamında sentezlenen katalizör yapısının etkinliğini belirlemek üzere optimum şartlarda üretimi sağlanan hidrojen için farklı  $\text{NaBH}_4$  konsantrasyonlarına karşılık TOF hesaplamaları Eşitlik 2’ ye göre yapılmıştır. Farklı  $\text{NaBH}_4$  konsantrasyonları için TOF değerinde hidrojen başlangıç hızına paralel bir değişim olduğu görülmektedir. En iyi şartlarda ölçülen TOF değeri  $1420.2 \text{ sa}^{-1}$ ’ dir. Bu değer Co metalinin katalizlediği sodyum borhidrür için oldukça yüksek bir değerdir (Zhu ve ark., 2013).

Katalitik hidroliz tepkimesi için optimum verilerin belirlenmesinin ardından tepkime kinetiği incelemeleri ve farklı sıcaklıklardaki ürün oluşumunun gözlemlenmesi için 25, 30 35 ve 40 oC’ ta katalitik hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi. Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen katalitik hidroliz tepkime verileri Şekil 8’ de verilmiştir. Şekil incelendiğinde sıcaklık artışına paralel hidrojen başlangıç hızlarında artma olduğu görülecektir. Bu durum sıcaklık artışına paralel taneciklerin artan kinetik enerjileri ile etkin çarpışma sayısında artma oluştuğu anlamına gelir. Başka bir deyişle sıcaklık artışına paralel aktivasyon enerjisini aşan tanecik sayısının arttığı söylenebilir.

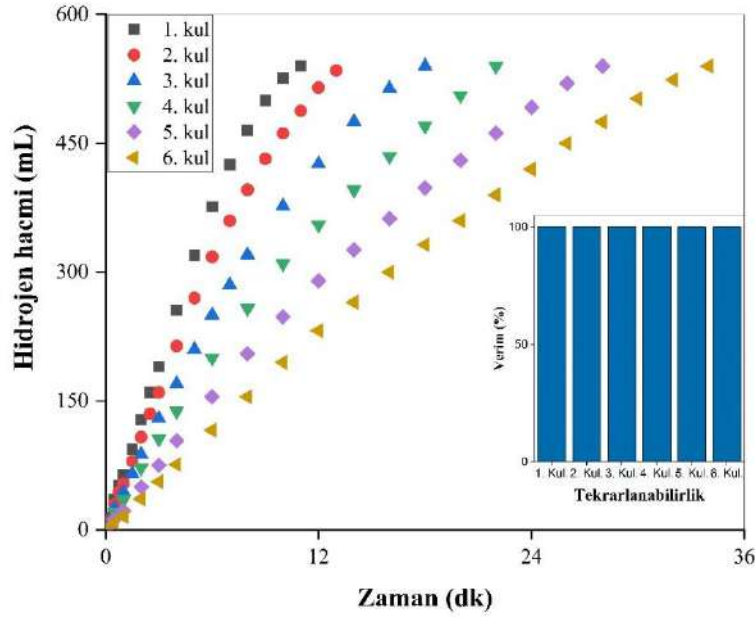


Şekil 8. Farklı sıcaklıklara karşılık elde edilen hidroliz verileri

Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen katalitik tepkimelerin derişim değışimi verileri Eşitlik 1' de verilen reaksiyon için farklı reaksiyon dereceleriyle (0., 1. ve n. derece) ilişkilendirildi. Yapılan ilişkilendirme işlemleri sonucunda perlit destekli kobalt katalizörünün (Co@Perlit) katalizlediği sodyum borhidrür hidroliz tepkimesinin 0. derece tepkime denkleminde uyduğu belirlendi. 0. derece tepkime verilerinden  $\ln(k)$ ' ya karşı  $1/T$  grafiğı çizildiğinde elde edilen grafik denklemi eğiminden faydalanılarak Eşitlik 3' te verilen Arrhenius denkleminde veriler yerine yazıldığında katalitik tepkimenin aktivasyon enerjisi ( $E_a$ ) 40.19 kJ/mol olarak bulunur.

Katalitik tepkimenin aktivasyon enerjisi belirlendikten sonra aktivasyon entalpisi ve aktivasyon entropisi hesaplamaları için 0. derece denklemi verilerinden yararlanıldı. Söz konusu veriler Eşitlik 4' te verilen Eyring denkleminde yazıldığında aktivasyon entalpisi ( $\Delta H^\ddagger$ ) 42.77 kJ/mol, aktivasyon entropisi ( $\Delta S^\ddagger$ ) -28.46 J/mol olarak ölçüldü.

Katalitik tepkimenin önemli parametrelerinden biri de katalizörün tekrarlı kullanımıdır. Bu çalışma kapsamında sentezi sağlanan Co@Perlit katalizörü için sodyum borhidrür hidrolizi tekrarlı kullanımı incelenmiştir. Tekrarlı kullanım uygulamalarında hidroliz işlemlerinden sonra katalizör yapısının iyice çökmesi beklendikten sonra çözeltinin sıvı kısmının % 90' ı dekantasyonla başka bir kaba alınarak yeni hidrojen kaynağı ilavesi gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde katalizörün art arda altı kez kullanımı tekrarlanmıştır. Tekrarlı kullanımlara ilişkin hidroliz verileri Şekil 9' da verilmiştir. Şekil incelendiğinde 6. Kullanım sonunda bile % 100 verim sağlandığı görülecektir. Bu durum katalizörün etkinliğinin tekrarlı kullanıma karşı dayanıklı olduğu anlamına gelmektedir. Tekrarlı kullanıma paralel az da olsa performans düşüklüğü oluşan metaborat yapısının katalizör etkin yüzeyini kapatması ve kısmi deformelerin oluştuğunu göstermektedir.



Şekil 9. Katalitik hidroliz tepkimesi katalizör tekrarlı kullanım verileri

#### 4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışma kapsamında geliştirilen perlitin 900 °C' ta 21 kat genişlediği belirlendi. Bu çok yüksek bir hacim artışı yani yüzey alanı demektir. Destekli katalizör üretiminde destek malzemesinde aranan en temel özellik yüksek yüzey alanı sağlamasıdır (Taştaban, 2019). Bu özellik çalışma bulgularında görüldüğü gibi perlitte fazlasıyla mevcuttur.

Kobalt metal atomlarının oluşturduğu katalizör yapısının sağladığı hidrojen başlangıç hızı ile perlit destekli katalizör yapısının sağladığı hidrojen başlangıç hızları Şekil 2' de verilmiştir. Şekil incelendiğinde destekli katalizör yapısının desteksiz katalizöre göre 3-4 katı civarında hidrojen başlangıç hızında artma sağladığı görülecektir. Bu durum katalitik etkinliği yüksek katalizör yapısının sentezlendiğini göstermektedir. Bununla beraber çok düşük maliyetlerle temin edilebilen perlitin bazı destek malzemelerine (Özdemir, 2015; Sahiner ve Sagbas,2014) göre çok yüksek katalitik etki sağladığı görülmektedir. Halbuki diğer destek malzemesi olarak kullanılan maddeler (Zhu ve ark., 2013; Shi ve ark., 2019) ya yüksek maliyetli ya da uzun prosesler sonucunda elde edilebilmektedir. Bu durum destek malzemesi olarak kullanılan perlitin katma değeri yüksek ürüne dönüştüğü anlamına gelmektedir.

Çalışma kapsamında incelenen katalitik hidroliz tepkimesi optimizasyonu sonucunda 298 K' de gerçekleştirilen tepkimelerde en iyi çözelti ortamı % 7.5 NaOH, en iyi katalizör miktarı için 7.5 mg Co içeren katalizör yapısı, en iyi NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonu olarak kütlece % 3 NaBH<sub>4</sub> olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerlerde ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 10715 mL/g.dk iken en iyi TOF değeri 1420.2 sa-1' dir. Tepkime kinetiği incelemeleri sonucunda

tepkimenin 0. dereceden, aktivasyon enerjisinin 40.19 kJ/mol, aktivasyon entalpisinin 42.77 kJ/mol, aktivasyon entropisinin -28.46 J/mol olduğu belirlenmiştir.

Bor bileşiklerinde kimyasal olarak depolanan hidrojenin geri kazanımı için kullanılan katalizör yapısında perlit kullanılması durumunda katalitik etkinliği yüksek katalizör yapısının elde edileceği çalışma sonucundan anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada perlitin hidrojen üretimine yönelik katalitik hidroliz etkisi ölçülmüştür. Benzer katalitik proseslerde perlit destekli malzeme çalışılması ile daha geniş bir etki ölçümü sağlanabilir. Çalışma sonuçlarından yola çıkarak perlit destekli katalizörün fosil kaynaklı yakıtlara alternatif yenilenebilir enerji özelliğindeki hidrojen üretiminde kullanılabileceği söylenebilir. Ülkemizin bor minerali bakımından zenginliği göz önünde bulundurulduğunda bora yönelik yapılacak çalışmalar ülkemizin teknolojik ve ekonomik gelişimine doğrudan katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abas, N., Kalair, A., ve Khan, N. 2015. Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures*, 69, 31-49.
- Boden, T. A., Marland, G., ve Andres, R. J. 2009. Global, regional, and national fossil-fuel CO<sub>2</sub> emissions. Carbon dioxide information analysis center, Oak ridge national laboratory, US department of energy, Oak Ridge, Tenn., USA doi, 10.
- Davis, S. J., Peters, G. P., ve Caldeira, K. 2011. The supply chain of CO<sub>2</sub> emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(45), 18554-18559.
- Erdoğan, G. 2022. Yüksek Sıcaklık Etkisine Maruz Kalan Perlit Ve Uçucu Kül Esaslı Geopolimer Harçların Mekanik Ve Mikroyapı Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Nevşehir.
- Goodwin, J. R. J. G., Kim, S., ve Rhodes, W. D. 2004. Meanings, Functionalities and Relationships. *Catalysis*, 17, 320.
- Hagen, J. 2015. *Industrial catalysis: a practical approach*, Wiley-VCH, Weinheim, Germany.
- Lamichaney, S., Baranwal, R. K., Maitra, S., Majumdar, G., 2020. *Clean Energy Technologies: Hydrogen Power and Fuel Cells*.
- Li, R., Zhang, F., Zhang, J., Dong, H. 2022. Catalytic hydrolysis of NaBH<sub>4</sub> over titanate nanotube supported Co for hydrogen production. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(8), 5260-5268.
- Onat, E., 2016. Farklı Şartlarda Katalitik Aktivitesi Artırılan Co-B, Co-Ti-B, Ni-B Katalizörleri Varlığında Sodyum Borhidrür Hidrolizinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitlis.

Özdemir, E., 2015. Enhanced catalytic activity of Co–B/glassy carbon and Co–B/graphite catalysts for hydrolysis of sodium borohydride. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(40), 14045-14051.

Özkar, S., ve Zahmakıran, M. 2005. Hydrogen generation from hydrolysis of sodium borohydride using Ru (0) nanoclusters as catalyst. *Journal of alloys and compounds*, 404, 728-731.

Sahiner, N., ve Sagbas, S. 2014. The use of poly (vinyl phosphonic acid) microgels for the preparation of inherently magnetic Co metal catalyst particles in hydrogen production. *Journal of Power Sources*, 246, 55-62.

Shi, L., Xie, W., Jian, Z., Liao, X., ve Wang, Y. 2019. Graphene modified Co–B catalysts for rapid hydrogen production from NaBH<sub>4</sub> hydrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(33), 17954-17962.

Sims, R. E., Rogner, H. H., ve Gregory, K., 2003. Carbon emission and mitigation cost comparisons between fossil fuel, nuclear and renewable energy resources for electricity generation. *Energy policy*, 31(13), 1315-1326.

Şahin, Ö., İzgi, M. S., Onat, E., ve Saka, C. 2016. Influence of the using of methanol instead of water in the preparation of Co–B–TiO<sub>2</sub> catalyst for hydrogen production by NaBH<sub>4</sub> hydrolysis and plasma treatment effect on the Co–B–TiO<sub>2</sub> catalyst. *International journal of hydrogen energy*, 41(4), 2539-2546.

Taştaban, M. 2019. Katalitik Islak Peroksit Oksidasyonu Yoluyla Azo Boyar Madde Gideriminde Kullanılmak Üzere Bentonit Destekli Katalizör Sentezi ve Karakterizasyonu, Doktora tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

White, R. J., Luque, R., Budarin, V. L., Clark, J. H., & Macquarrie, D. J. 2009. Supported metal nanoparticles on porous materials. *Methods and applications. Chemical Society Reviews*, 38(2), 481-494.

Zhu, J., Li, R., Niu, W., Wu, Y., ve Gou, X. 2013. Fast hydrogen generation from NaBH<sub>4</sub> hydrolysis catalyzed by carbon aerogels supported cobalt nanoparticles. *International journal of hydrogen energy*, 38(25), 10864-10870.

## PERLİT DESTEKLİ KOBALT BAZLI BİMETALİK NANOKATALİZÖR YAPISININ SODYUM BORHİDRÜR HİDROLİZİNE ETKİSİ

**Dr. Erhan ONAT<sup>1</sup>, Taha TURAL<sup>2</sup>, Doç. Dr. Mehmet Sait İZGİ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Batman Bilim ve Sanat Merkezi, [erhonat@gmail.com](mailto:erhonat@gmail.com) - 0000-0003-1638-0151

<sup>2</sup>Batman Allaçlı Fernas Alçı San tic. A.Ş., [turaltaha@gmail.com](mailto:turaltaha@gmail.com) – 0000-0001-5050-0482

<sup>3</sup>Siirt Üniversitesi, Kimya Mühendisliği, [saitizgi@siirt.edu.tr](mailto:saitizgi@siirt.edu.tr)-0000-0003-3685-3219

### ÖZET

İnsanların ihtiyaç duydukları temel gereksinimlerin başında enerji gelmektedir. Mevcut durumda enerji, genellikle fosil kaynaklı yakıtlardan üretilmektedir. Fakat fosil kaynaklı yakıtların sınırlılığı ve son ürünlerinin çevre üzerindeki olumsuz etkisi, insanlığı alternatif enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. Hidrojen sağladığı avantajlarla geleceğin enerji kaynağı olma potansiyeline sahiptir. Hidrojenin yüksek hacminden kaynaklı depolanma ve taşınma sorunu bor bileşiklerinde depolanmasıyla ortadan kalkmaktadır.

Bor bileşiklerinde depolanan hidrojen katalitik bozunma tepkimeleriyle geri kazanılmaktadır. Katalitik tepkimelerin en önemli bileşeni katalizör yapısıdır. Bu çalışmada son yıllarda kullanılmaya başlanan destekli katalizör teknolojisine uygun bir şekilde perlitin destek malzemesi olarak kullanımının araştırılması amaçlanmıştır. Bu işlem için sodyum borhidrürün katalitik bozunma tepkimesi incelenmiştir.

Çalışma kapsamında öncelikle bimetalik katalizör yapısı için en iyi kobalt (Co) ve krom (Cr) birleşme oranları belirlenmiştir. Daha sonra destek malzemesi olarak kullanılan perlit için destek miktarı belirlenmesi yapılmıştır. Katalizör yapısı için metal ve destek oranı belirleme işlemlerinden sonra sentezlenen katalizör yapısının FTIR, SEM ve BET analizleri ile katalizör yapısı karakterize edilmiştir. Karakterizasyon işleminden sonra katalitik hidroliz tepkimesinin optimizasyonu yapılmıştır. Hidroliz tepkimesi için çözelti ortamı, katalizör miktarı, hidrojen kaynağı olarak kullanılan sodyum borhidrür (NaBH<sub>4</sub>) konsantrasyonu, sıcaklık ve tekrarlanabilirlik parametreleri incelenmiştir.

Katalitik bozunma için 298 K' de gerçekleştirilen hidroliz tepkimeleri sonucunda en iyi çözelti ortamı % 7.5 NaOH, en iyi katalizör miktarı olarak 6 mg Co-Cr içeren katalizör yapısı, en iyi NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonu olarak kütlece % 3 NaBH<sub>4</sub> kullanımı optimum verileri olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerlerde ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 12624 mL/g.dk iken en iyi TOF değeri 1666.7 sa<sup>-1</sup> dir. Tepkime kinetiği incelemeleri sonucunda tepkimenin n. dereceden, aktivasyon enerjisinin 49.85 kJ/mol, aktivasyon entalpisinin 52.44 kJ/mol, aktivasyon entropisinin -1465.8 J/mol olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında destek malzemesi olarak kullanılan perlitin yüksek katalitik etki sağladığı belirlenmiştir. Bu çalışmada olduğu gibi perlitin benzer çalışmalarda kullanılmaya



başlanmasıyla kısa sürede perlitte elde edilen katma değeri yüksek ürün miktarında artma olması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler :** Co-Cr@Perlit, Hidrojen, Perlit, Sodyum borhidrür

## 1. GİRİŞ

Fosil yakıtlarının zamanla azalmasının yanı sıra bu yakıtların kullanımı sonucu çevreye yayılan; yanmamış hidrokarbon, is (kurum), koku, karbon monoksit (CO) ve sera etkisi yapan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gibi zehirli atıklar, ekolojik dengeyi bozarak insan sağlığına zarar vermektedir. Gelecekte çevre ve çevrenin enerji sorunlarını aşacak alternatif temiz enerji kaynakları araştırmacılarca en fazla araştırılan konuların başında gelmektedir. Günümüzde araştırılan bu enerji kaynaklarının en önemlilerinden birisi olarak hidrojen (H<sub>2</sub>) ön plana çıkmaktadır (İzgi ve ark. 2017; Zandalinas ve ark., 2021). Hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılmasını sağlayan sistemler, Proton Değişim Membranı (PEM) yakıt pilleri (hücreleri) olarak tanımlanmaktadır. Bu hücrelerde hidrojen gaz olarak sisteme alınarak elektrik üretimi sağlanmaktadır (Linden ve Reddy 2001).

Hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılmasını gerektiren temel gerekliliklerin başında hidrojenin birçok kaynaktan elde ediliyor olması gelmektedir. Bu kaynakların sıralanması gerekirse; fosil kaynaklardan termokimyasal yöntemlerle, sudan elektroliz, hidroliz vb. yöntemlerle, güneş enerjisinden fotoelektrokimyasal yöntemlerle, yeşil alg ve bitki dokusundan fotobiyolojik yöntemlerle, bor kaynaklı bileşiklerden kimyasal yöntemlerle elde edilebilir olması gelmektedir. (Tutar ve Eren 2011). Hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılması için gerekli şartlar araştırıldığında birkaç tane temel sorun karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; hidrojenin gaz olarak depolanması ve taşınması sorunu, hidrojen yakıt teknolojisinin yüksek maliyetli olması gelmektedir. Taşınma ve depolanma sorunu hidrojenin bor bileşiklerinde kimyasal olarak depolanmasıyla büyük oranda giderilmektedir (Şahiner ve Demirci 2017, Onat 2016, Taşcı 2015). Katalizörün destekli malzeme yüklemesiyle sentezlenmesi yine maliyeti oldukça aşağılara çekmektedir. (Chia ve ark. 2012)

Hidrojen depolamada kullanılan bor kaynaklı bileşiklerin başında sodyum bor hidrür gelmektedir. Sodyum bor hidrür yüksek hidrojen depolayabilme özelliğinin yanında hidroliz edilmesi sonucunda kendi yapısında barındırdığı kadar hidrojenin sudan ayrıştırılmasıyla yüksek oranda hidrojen verimini mümkün kılmaktadır. Hidrojen ayrışma tepkimesi Eşitlik 1' de verilmiştir.



Eşitlik 1'de verilen tepkime hızı katalizörle ayarlanabilmektedir. Bu durum hidrojenin enerji taşıyıcısı olarak kullanımında taşınma ve depolanma sorununu ortadan kaldıran büyük avantajlar sağlamaktadır.

## 1.1 PEM Yakıt Teknolojisi

Hidrokarbonlar ve fosil yakıtlar içeren yanıcı maddelerden kaynaklanan hava kirliliği, kısa bir zaman içinde keskin bir şekilde artmıştır. Bu sorunu çözmek için yeni temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları geliştirilmek gerekmektedir. Hidrojenin, proton değişim membranı (PEM) yakıt hücreleri yoluyla temiz enerji sağlamak için tercih edilen yakıt kaynağı olarak kullanılması fosil kaynaklı yakıtların neden olduğu çevresel sorunların ortadan kalkmasını sağlamaktadır. PEM yakıt hücrelerinde hidrojen ve havadaki oksijen kullanılmaktadır. Atık ürün olarak su oluşmaktadır. Sadece yan ürün olan su aynı zamanda PEM yakıt hücreleri için anodik bir yakıttır (Zhang, 2008).

Hidrojen üretimi için kullanılan bileşik kaynaklarının başını bor kaynaklı bileşikler çekmektedir. Bor kaynaklı bileşiklerden metal hidrür bileşikleri en fazla araştırılan hidrojen kaynağı bileşikler arasında yer almaktadır. Bu bileşikler kontrol edilebilir hidrojen üretimi ve saflığı ile kimyasal hidritlerin hidrolizini geniş çapta araştırılmasını sağlamıştır. Kimyasal hidritler arasında,  $\text{NaBH}_4$ , ağırlık olarak % 10,8'lik bir teorik hidrojen içeriğine sahiptir. Sodyum borhidrür alkalin çözeltide yanmaz ve geri dönüştürülmüş yan ürünler dahil olmak üzere birçok avantaja sahiptir.  $\text{NaBH}_4$ 'ün katalizör varlığında hidrolizi ile suda kendiliğinden hidrojen salınmasıyla gerçekleşmektedir (Chia ve ark. 2012). Sodyum borhidrür kendi yapısındaki hidrojen salınımı yanında Eşitlik 1' de görüldüğü gibi su yapısındaki hidrojenin kazanımını da mümkün kılmasıyla hidrojen kaynağı olarak kullanımının önemini daha da arttırmaktadır.

## 1.2 PEM Yakıt Teknolojisinde Katalizörün Yeri

Metal hidrürlerden hidrojen üretimini genel olarak Eşitlik 1' de olduğu gibi özetlemek mümkündür. Bu tepkime katalizör kontrollü bir tepkimedir. Hidrojen ihtiyacının tepkimedeki karşılandığı göz önünde bulundurulduğunda ve tepkimenin katalizör kontrollü olduğu değerlendirildiğinde hidrojen üretimi için katalizörün ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır. Yapılan literatür tarama çalışmaları bu ifadenin ne kadar yerinde olduğunu açıkça göstermektedir.

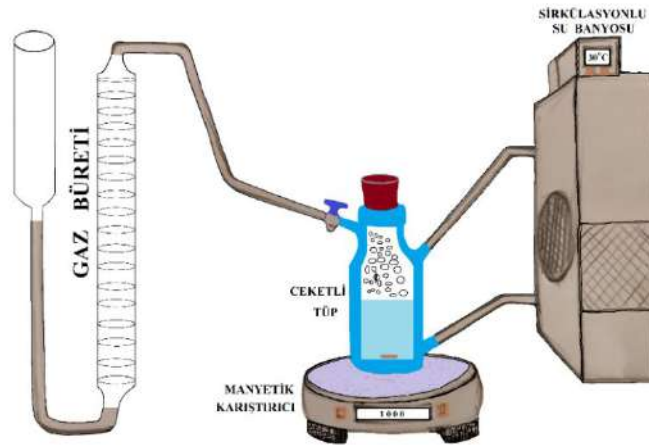
Katalizör olarak kullanılan metaller genellikle Rh, Ru, Pd ve Pt gibi değerli metallerdir. Bu metallerin maliyet arttıran yüksek değerlerinden dolayı son zamanlarda etkinliği artırılmış Co, Cu, Ni, Mn içeren metal karışımlarından katalizör üretimi sağlanmaktadır. Yine diğer bir önemli katalizör sentez yöntemi destekli katalizör sentezidir (Huynh ve ark. 2013, Özsaçmacı 2016, İzgi ve ark. 2017, Feyiso 2019). Son yıllarda uygulamaya başlanan bu yöntemlerle yakın bir gelecekte hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılma yüzdeliğinin artacağı beklenmektedir.

## 2. YÖNTEM

Çalışma kapsamında katalizör sentezinde kullanılan malzemeler; kimyasallar, etüv, dijital hassas terazi, azot tüpü, vakumlu süzme aparatları, büret, çeşitli cam malzemelerdir. Sentez aşamasından sonra hidrolizde kullanılan malzemeler; su banyosu, kimyasallar, gaz ölçüm seti, kronometre, dijital hassas terazi ve yine çeşitli cam malzemedir.

Çalışma kapsamında katalizör literatüre göre (White ve ark. 2009) öncelikle her hangi bir destek malzemesi kullanılmadan sentezlendi. Daha sonra destek malzemesi yüklemesiyle katalizöre son şekli verildi. Sentez işlemi için belirlenen oranlarda kimyasal tartılarak manyetik karıştırıcıda 30 dakika 500 rpm de karıştırıldı. Daha sonra destek malzemesi eklendi. Yine 30 dakika 500 rpm de karıştırıldı ve belirlenen oranlarda sodyum bor hidrürle indirgeni. İndirgenme işleminden sonra elde edilen katalizör vakumlu süzme ile süzülerek azot gazı altında 60 °C' ta 6 saat süreyle etüvde kurumaya bırakıldı. Tamamen kuruduğu gözlemlenen katalizör kullanılarak sodyum bor hidrürün hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi.

Sodyum bor hidrürden hidrolizle hidrojen üretimine ilişkin deneysel çalışma sistemi Şekil 1' de verilmiştir. Hidroliz deney sistemi sıcaklık kontrolünü sağlamak için kullanılan sirkülasyonlu su banyosu, manyetik karıştırıcı, ceketli tüp, dereceli büret ve bağlantı hortumlarından oluşmaktadır. Şekilde görülen ceketli tüp deney ortamını sağlamaktadır. Manyetik karıştırıcı reaksiyonun belirli bir değerde takip edilmesini sağlamada görev almaktadır. Gaz büreti ise açığa çıkan H<sub>2</sub> gazı ölçümünde kullanılır.



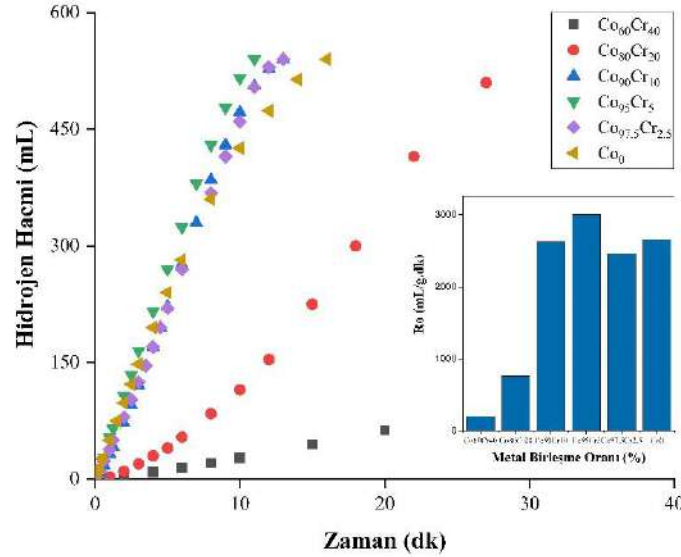
Şekil 1. Hidroliz tepkimesi reaksiyon düzeneği

### 3. BULGULAR

Çalışma kapsamında sentezlenen perlit destekli Co-Cr katalizörü ile sodyum borhidrür hidrolizi her seferinde tüm parametreler sabit kalmak koşulu ile bir parametre değiştirilerek, katalitik tepkime için optimum şartlar belirlenmiştir. Değiştirilen bu şartlar sırasıyla; NaOH etkisi, katalizör miktarı, NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonu, sıcaklık ve tekrarlanabilirlik değerleridir. Sıcaklık değerlerine bakılmasının sebebi hem sıcaklığa bağlı hidrojen üretim hızını belirlemek hem de reaksiyonun aktivasyon enerjisini hesaplamaktır. Perlit destekli Co-Cr katalizörümüzün etkinliğinin saf katalizörle yapılan karşılaştırılması; destek malzemesi kullanılmadan elde edilen (Fernandes ve ark. 2009) ve yine bu çalışma kapsamında sentezlenen Co-Cr katalizörü ile yapılan karşılaştırma sonucundan yola çıkarak elde edilmiştir.

### 3.1 Desteksiz Katalizörün Hidrojen Üretimi

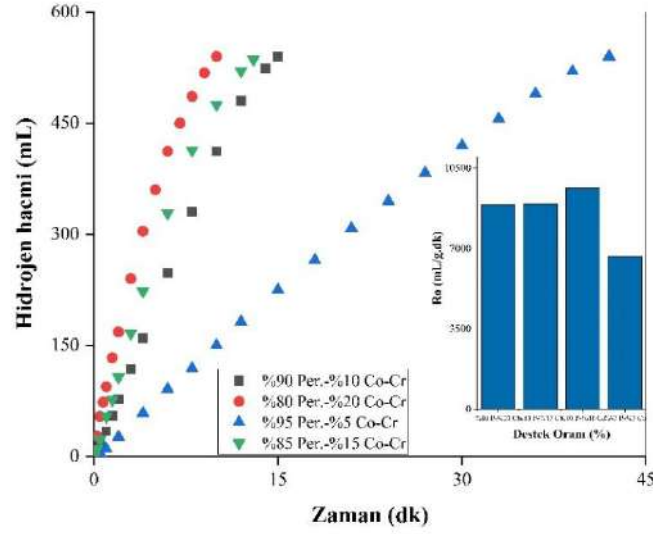
Desteksiz katalizörün hidrojen üretimi incelendiğinde Şekil 2 de görüldüğü 20 mg katalizör kullanılarak yapılan hidroliz tepkimesi sonucunda hidrojen üretim hızı 3008,1 ml/ g.dak olarak belirlenmiştir. Bu karşılaştırmada kullanılan değerler destekli katalizör için belirlenen en iyi sonuçlardan yola çıkarak yapılmıştır.



Şekil 2. 25 ° C, 20 mg desteksiz Co-Cr katalizörü, % 2 lik NaBH<sub>4</sub>, % 5 NaOH çözeltisi katalitik tepkimesi

### 3.2 Destek miktarı etkisi

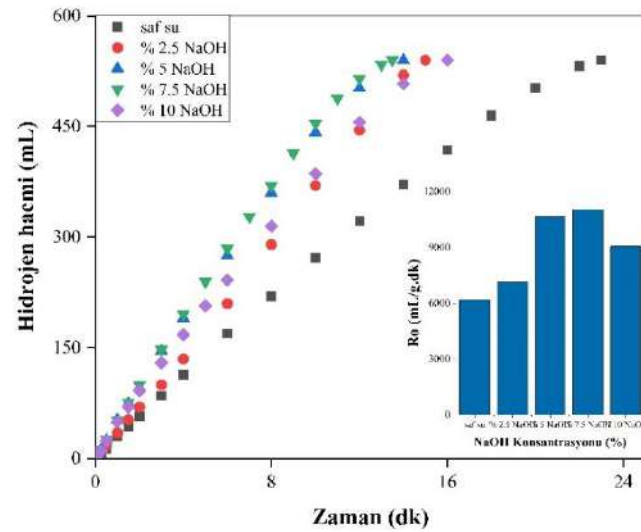
Desteksiz katalizör yapısı için en iyi metal birleşme oranının belirlenmesinin ardından farklı perlit destek miktarları ile sodyum bor hidrür hidrolizi katalitik tepkimesi incelemesine geçildi. Farklı destek miktarlarıyla yapılan hidroliz tepkime sonuçları Şekil 3' te verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi en iyi hidrojen üretimi başlangıç hızı % 90' lık perlit destek miktarı kullanımında yakalanmıştır. Çalışmanın devamında perlit destek oranı % 90 olacak şekilde katalizör sentezi gerçekleştirilerek hidroliz parametreleri incelenmiştir.



Şekil 3. 25 ° C, 50 mg perlit destekli Co-Cr katalizörü, %2 lik NaBH<sub>4</sub>, %2,5 NaOH çözeltisi katalitik tepkimesi

### 3.3 NaOH Etkisi

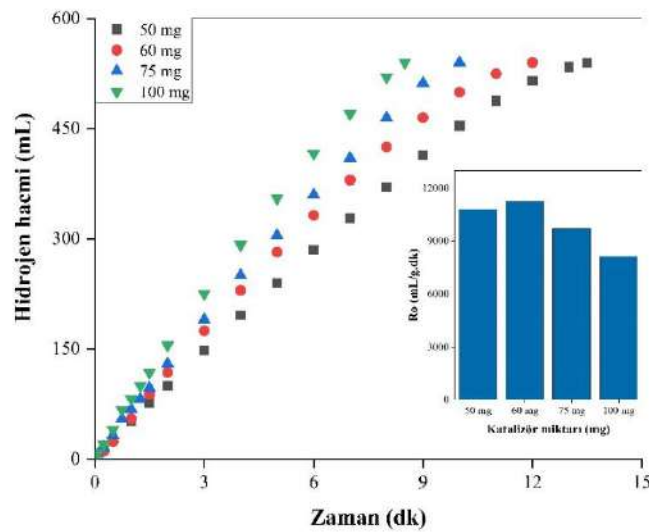
Katalitik tepkimelerde optimum veri belirlemede incelenen ilk parametre etkin tepkime ortamıdır. Bu çalışmamızda da sodyum borhidrür katalitik tepkimesi için ölçülen ilk parametre ortak iyon içeren ve ayrışmaya olumlu etki sağlayan sodyum hidroksit etkisidir. İncelenen sodyum hidroksit parametreleri kütlece; %0 - % 10 NaOH içeren ortamlardır. Bu ortamların hidrojen üretimini gösteren değerlere ilişkin grafik Şekil 4' te verilmiştir. Şekil 4' te görüldüğü gibi hidrojen üretimi için en iyi çözelti ortamı % 7,5 NaOH çözeltisinin bulunduğu ortamdır.



Şekil 4. 25 ° C, 50 mg perlit destekli Co-Cr katalizörü, %2 lik NaBH<sub>4</sub> çözeltisine NaOH etkisi

### 3.4 Katalizör Miktarı Etkisi

Çözelti ortamı için en iyi NaOH konsantrasyonu değeri belirleme işleminden sonra katalizör miktarlarına bağlı hidrojen üretimi hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi. Katalizör miktarına bağlı açığa çıkan hidrojen miktarına ilişkin grafik Şekil 5' te verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi katalizör miktarının artmasına bağlı hidrojen üretim başlangıç hızı başta artmıştır. Bu durum substrata etki eden katalizör miktarının artmasıyla açıklanabilir. Belirli bir değerden sonra hidrojen başlangıç hızının azalmaya başladığı şekilden anlaşılmaktadır. Bu durum en iyi katalizör substrat yoğunluğunun 60 mg lık katalizör kullanımında yani 6 mg Co-Cr içeren katalizör yapısında elde edildiği şekilden anlaşılmaktadır.

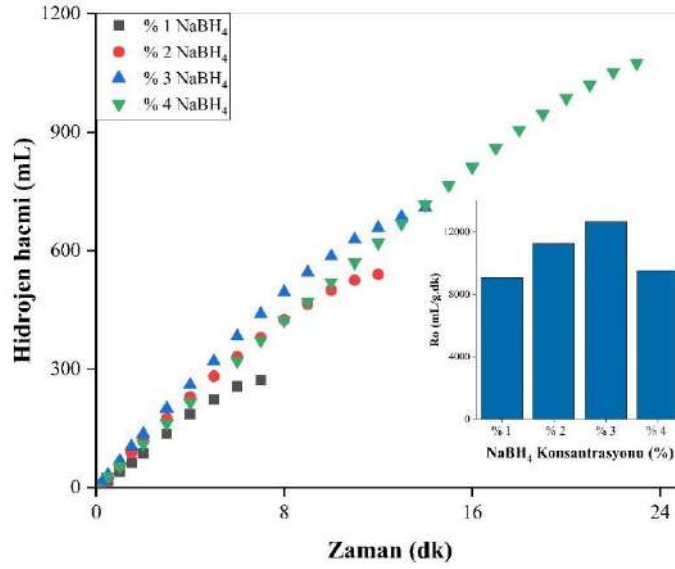


Şekil 5. 25 ° C, perlit destekli Co-Cr katalizörü %2 lik NaBH<sub>4</sub> çözeltisi, % 7,5 NaOH çözelti ortamına katalizör miktarı etkisi

### 3.5 Sodyum Borhidrür (NaBH<sub>4</sub>) Konsantrasyonu Etkisi

Katalizör miktarı ve çözeltinin NaOH değerlerinin belirlenmesinden sonra hidroliz tepkimesi üzerindeki en önemli etkilerden birine sahip olan substrat konsantrasyonu gelmektedir. Çalışmanın bu aşamasında katalizör etkinliğinin en iyi olduğu substrat konsantrasyonunu belirlemek için farklı NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonları ile hidroliz tepkimeleri gerçekleştirilmiştir. Kütlece %1, %2, %3, ve %4 NaBH<sub>4</sub> konsantrasyon değerlerinde gerçekleştirilen hidroliz tepkimelerine ilişkin hidrojen üretimi Şekil 6' da verilmiştir. Şekil incelendiğinde en iyi hidrojen başlangıç hızının % 3 sodyum bor hidrür kullanımında yakalandığı görülecektir. Bu değerde ölçülen hidrojen başlangıç hızı 12624 mL/g.dk' dır. Söz konusu en iyi hidrojen başlangıç hızı için katalizör çevrim frekansı (TOF) hesaplaması sonucunda TOF değeri 1666.7 sa<sup>-1</sup> olarak ölçüldü.

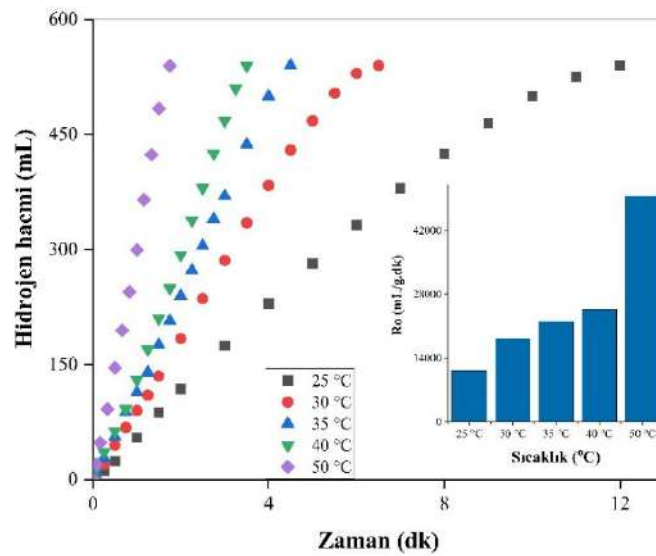




Şekil 6. 25 ° C, 60 mg perlit destekli Co-Cr katalizörü %7,5 NaOH, NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonu etkisi

### 3.6 Sıcaklık Etkisi

Katalitik tepkimeler için incelenen en önemli parametrelerden biri de tepkimeye olan sıcaklık etkisidir. Çalışmamızda Perlit destekli Co-Cr katalizörünün NaBH<sub>4</sub> hidrolizine olan sıcaklık etkisi için farklı sıcaklıklarda yapılan incelemelerine ilişkin grafik Şekil 7’de verilmiştir. Şekil 7’ de görüldüğü gibi sıcaklık artışına bağlı hidrojen üretimi artmaktadır. Etkin Çarpışma teorisine göre sıcaklığı artan taneciklerin daha fazla etkileşmesi ile bu durum açıklanabilir.



Şekil 7. Perlit destekli Co-Cr katalizörü 60 mg, %2 lik NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonlu, %7,5 NaOH çözeltisine sıcaklık etkisi

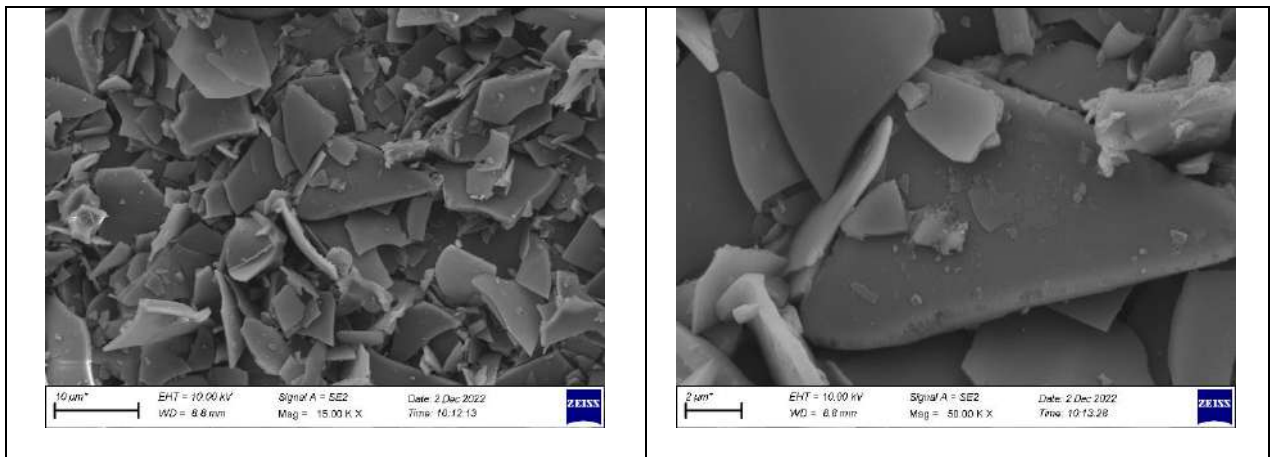
Sıcaklık artışına bağlı katalizör başına hidrojen üretim hızı incelendiğinde 12600 mL/g.dk seviyesindeki başlangıç hızının 50 o' ta 45000 mL/g.dk' yı aştığı görülmektedir. Sıcaklık değerlerinden yola çıkarak elde edilen temel parametrelerden biri de Arrhenius eşitliğinden yola çıkarak belirlenen aktivasyon enerjisidir. Katalizör tarafından katalize edilen  $\text{NaBH}_4$  hidrolizinin hidrojen üretim oranı, aşağıdaki Arrhenius denklemi (Eşitlik 2) ile tarif edilebilir:

$$\ln k = \ln A - E_a / RT \quad (2)$$

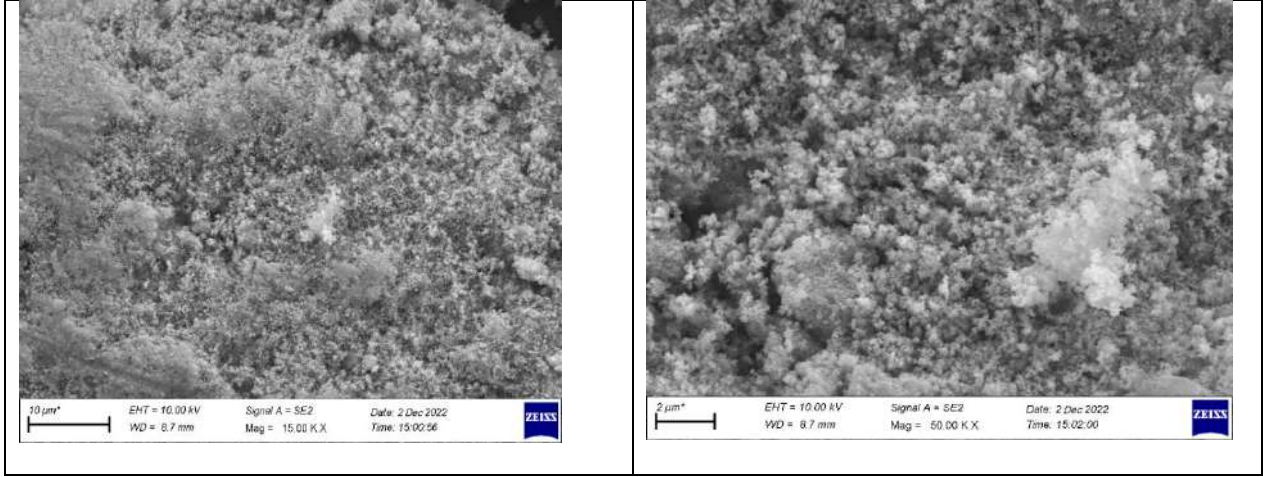
Burada R, evrensel gaz sabiti ( $8.314 \text{ kJ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ), k, oran sabiti ( $\text{dak}^{-1}$ ), A, Arrhenius faktörü olarak bilinen bir sabittir ve T, mutlak sıcaklıktır (K). Şekil 7' de elde edilen verilerden yola çıkarak  $\ln k$ ' ya karşı  $1/T$  grafiği çizildiğinde elde edilen eğim değeri Eşitlik 2' de verilen Arrhenius denkleminde yerine yazıldığında tepkimenin aktivasyon enerjisi ( $E_a$ )  $49,86 \text{ kJ mol}^{-1}$  olarak bulunur.

### 3.7 Sentezlenen katalizörün Karakterizasyonu

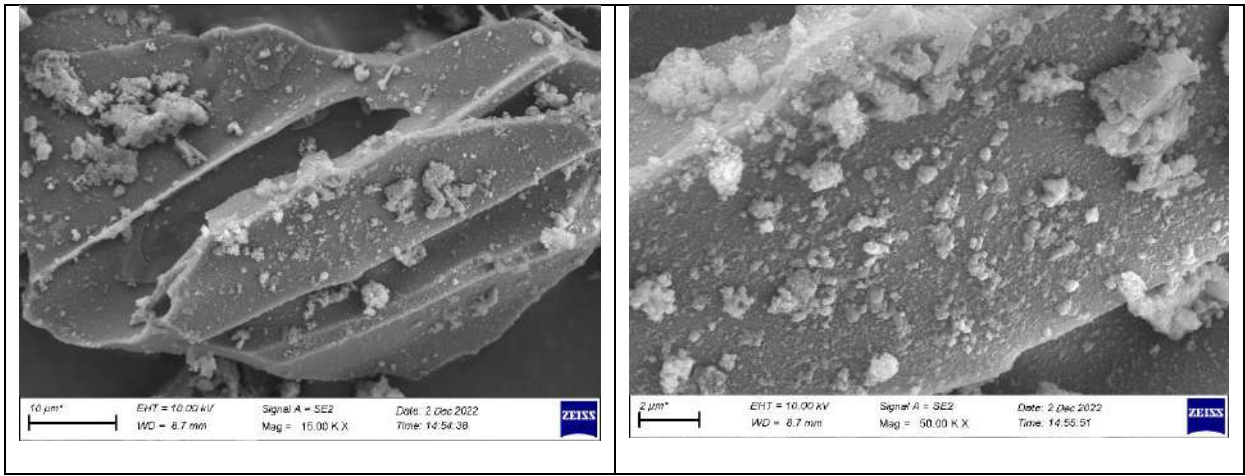
Çalışma kapsamında sentezlenen malzeme yapılarının aydınlatılmasının için malzemelerin FTIR SEM ve BET analizi yapıldı. SEM analizler görüntüleri Şekil 8' de verilmiştir. Bu görüntülerden Şekil 8 a) Perlitin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü, Şekil 8 b) Co-Cr desteksiz katalizörün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü, Şekil 8 c) perlit destekli Co-Cr katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsüdür. SEM analizleri incelendiğinde desteksiz katalizör yapısına göre perlit destekli katalizör yapısının yüksek yüzey alanına sahip olduğu görülecektir. Bu durum BET analizlerinde net bir şekilde kendini göstermiştir. Desteksiz katalizörün BET yüzey alanı  $6,917 \text{ m}^2/\text{g}$  iken Perlitin BET yüzey alanı  $11,301 \text{ m}^2/\text{g}$ , perlit destekli Co-Cr katalizörün BET yüzey alanı  $23,070 \text{ m}^2/\text{g}$  olarak ölçülmüştür. Bu değerler katalitik hidroliz tepkimelerinin etkinliğini net bir şekilde göstermektedir.



a) Perlitin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü



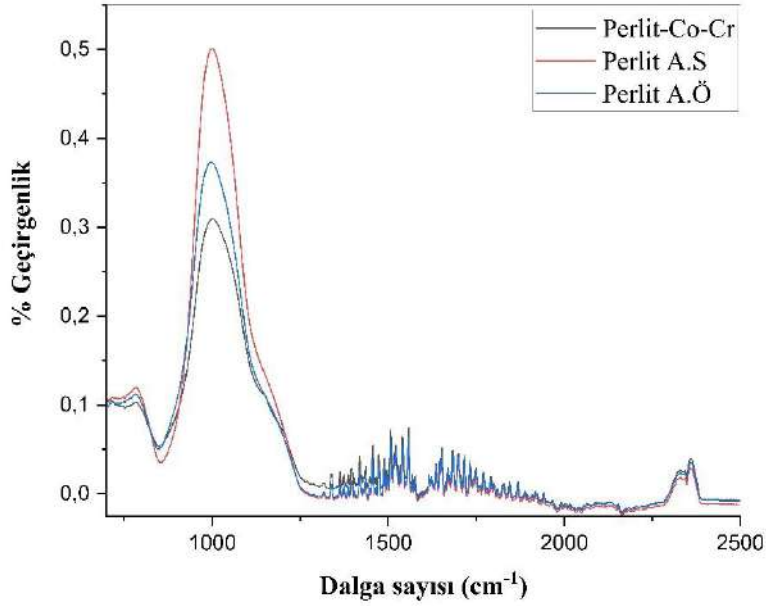
b) Co-Cr katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü



c) Perlitte desteklenmiş Co-Cr katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü

**Şekil 8.** Çalışma kapsamında sentezlenen malzeme analizlerine ilişkin SEM görüntüleri

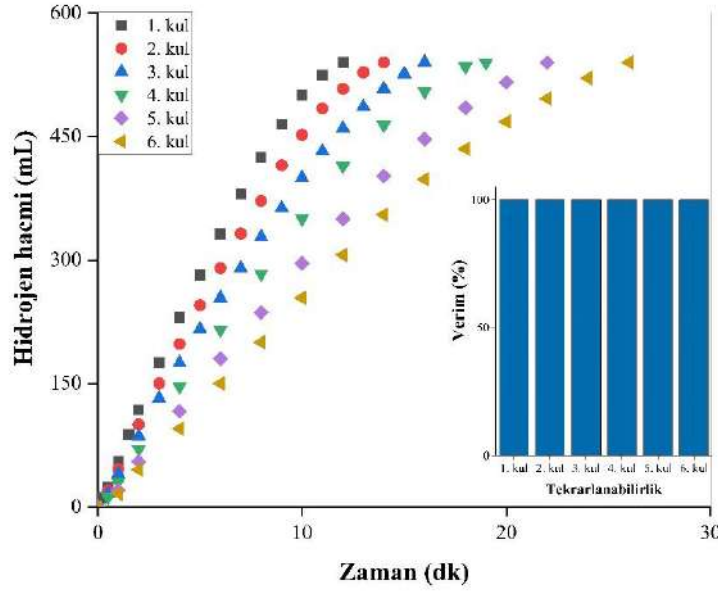
Katalizör yapısında bulunan bileşenlere ait FTIR spektrum analizi Şekil 9’ da verilmiştir. Spektrum bantları incelendiğinde perlit bandının net bir şekilde gözüktüğü görülecektir. Perlitte uygulanan işlemler belirgin olan SiO<sub>2</sub> pikinin kısmi olarak sönmesine neden olmuştur. Bu durum perlit yüzeyinin yüklenen metal atomlarınca kaplandığı anlamına gelmektedir. Bu da Şekil 8 c)’deki SEM görüntüsünü desteklemektedir.



Şekil 9. Çalışma kapsamında sentezlenen malzemelerin FTIR analizi

### 3.8 Katalizörün Tekrarlı kullanımı

Katalitik tepkimenin önemli parametrelerinden biri de katalizörün tekrarlı kullanımınıdır. Bu çalışma kapsamında sentezi sağlanan Co-Cr@Perlit katalizörü için sodyum borhidrür hidrolizi tekrarlı kullanımını incelenmiştir. Tekrarlı kullanım uygulamalarında hidroliz işlemlerinden sonra katalizör yapısının iyice çökmesi beklendikten sonra çözeltinin sıvı kısmının % 90' ı dekantasyonla başka bir kaba alınarak yeni hidrojen kaynağı ilavesi gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde katalizörün art arda altı kez kullanımı tekrarlanmıştır. Tekrarlı kullanımlara ilişkin hidroliz verileri Şekil 10' da verilmiştir. Şekil incelendiğinde 6. Kullanım sonunda bile % 100 verim sağlandığı görülecektir. Bu durum katalizörün etkinliğinin tekrarlı kullanıma karşı dayanıklı olduğu anlamına gelmektedir. Tekrarlı kullanıma paralel az da olsa performans düşüklüğü oluşan metaborat yapısının katalizör etkin yüzeyini kapatması ve kısmi deformelerin oluştuğunu göstermektedir.



Şekil 10. Katalitik hidroliz tepkimesi katalizör tekrarlı kullanım verileri

#### 4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Sodyum borhidrür hidrolizine perlit destekli Co-Cr katalizörünün etkisinin ölçüldüğü bu çalışmamızda desteksiz katalizör için ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 3008,1 mL/g.dak olarak belirlenmiştir. Perlit destekli katalizör yapısı için 298 K' de gerçekleştirilen hidroliz tepkimeleri sonucunda en iyi çözelti ortamı % 7.5 NaOH, en iyi katalizör miktarı olarak 6 mg Co-Cr içeren katalizör yapısı, en iyi NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonu olarak kütlece % 3 NaBH<sub>4</sub> kullanımı optimum verileri olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerlerde ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 12624 mL/g.dk iken en iyi TOF değeri 1666.7 sa<sup>-1</sup> dir. Bu sonuçlar perlit malzemesinin literatürde kullanılan birçok destek malzemesine (Li ve ark., 2022; Shi ve ark., 2019) göre yüksek katalitik etki sağladığını açıkça göstermektedir. Tepkime kinetiği incelemeleri sonucunda tepkimenin n. dereceden, aktivasyon enerjisinin 49.86 kJ/mol, aktivasyon entalpisinin 52.44 kJ/mol, aktivasyon entropisinin -1465.8 J/mol olduğu belirlenmiştir.

Perlit destekli katalizör bu çalışmada görüldüğü gibi saf üretim ve literatürle (Fernandes ve ark. 2009) ile karşılaştırıldığında hem düşük aktivasyon enerjisinde tepkimeyi katalizlediği hem de yüksek oranda hidrojen üretimi sağladığı belirlenmiştir. Katalizör sentezinde son yıllarda kullanılmaya başlanan destekli katalizör sentezi sağladığı avantajlarla bundan sonraki süreçte çokça karşımıza çıkması beklenmektedir.

Katalizör sentezinde destek malzemesinin kullanımı hem katalizör etkinliğini artırma hem de maliyet düşürme avantajlarıyla hidrojen üretimi ve diğer katalitik tepkimelerde kullanımı



gerektiği değerlendirilmektedir. Destek malzemesi olarak doğal mineral kullanımı ilk defa bu çalışmada denenmiştir. Bundan sonraki süreçte doğal minerallerin katalizör destek malzemesi olarak kullanımı katma değeri yüksek ürün geliştirmenin yanında maliyet düşüren teknolojilerin gelişmesini de sağlayacaktır. Destek malzemesi olarak araştırılacak ürünlerin zengin doğal kaynaklarından seçilmesi ülke ekonomisine olumlu katkı sağlayacaktır. Literatürdeki doğal mineral kullanım boşluğunun bu konuda yapılacak çalışmalarla hızlı bir şekilde doldurulacağı değerlendirilmektedir.

## KAYNAKLAR

Chia-C. S. , Ming-C. L. , Shu-L. W. Yao-H. H. 2012. Ruthenium immobilized on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pellets as a catalyst for hydrogen generation from hydrolysis and methanolysis of sodium borohydride: 2, 2073-2079

Fernandes, R., Patel, N., Miotello, A. 2009. *Hydrogen generation by hydrolysis of alkaline NaBH<sub>4</sub> solution with Cr-promoted Co-B amorphous catalyst*. Applied Catalysis B: Environmental 92: 68-74

Feyiso, j.E. 2019. “*Bor minerallerinden PEM yakıt pili uygulamaları için sodyum borhidrür sentezi ve karakterizasyonu*” Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Samsun.

Huynh, K., Napolitano, K., Wanga, R., Jessop, P.G., Davis, B.R. 2013. “*Indirect hydrolysis of sodium borohydride: Isolation and crystallographic characterization of methanolysis and hydrolysis by-products*”, international journal of hydrogen energy 38:5775-5782

İzgi, M.S., Şahin, Ö., Onat, E., Horoz, S., 2017. “*Metanolde sentezlenen Co-B katalizörünün sodyum hidrolizi üzerine etkisi*”, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(4): 151-160.

İzgi, M.S., Şahin, Ö., Onat, E., Horoz, S., 2017. “*Effect of Co-B Catalyst Synthesized in Methanol on the Hydrolysis of Sodium Borohydride*”, *Journal of the Institute of Science and Technology*,04(07), 151-160.

Li, R., Zhang, F., Zhang, J., Dong, H. 2022. Catalytic hydrolysis of NaBH<sub>4</sub> over titanate nanotube supported Co for hydrogen production. International Journal of Hydrogen Energy, 47(8), 5260-5268.

Linden, D., Reddy, T.B. 2001. “*Handbook of Batteries and Fuel Cells*”, Third Edition, McGraw-Hill Publishing Company.

Onat, E. 2016. “*Farklı Şartlarda Katalitik Aktivitesi Artırılan Co-B, Co-Ti-B, Ni-B Katalizörleri Varlığında Sodyum Borhidrür Hidrolizinin İncelenmesi*”, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı, Bitlis.

Özsaçmacı, G. 2016. *Tekli, çoklu ve bimetalik katalizörler ile borhidrür bileşiklerinin parçalanması*” Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Çorum.



Shi, L., Xie, W., Jian, Z., Liao, X., ve Wang, Y. 2019. Graphene modified Co–B catalysts for rapid hydrogen production from NaBH<sub>4</sub> hydrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(33), 17954-17962.

Taşçı, K. 2015. “Sodyum borhidrür (NaBH<sub>4</sub>) temelli hidrür kompozitlerin hazırlanması ve hidrojen depolama özelliklerinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Tutar, F, Eren, M.V. 2011. “Geleceğin Enerjisi: Hidrojen Ekonomisi ve Türkiye”, Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi. Cilt:3, Sayı:6, İSSN:1307-9832,

Sahiner, N., Demirci, S. 2017. “Natural microgranular cellulose as alternative catalyst to metal nanoparticles for H<sub>2</sub> production from NaBH<sub>4</sub> methanolysis”, *Applied Catalysis B: Environmental*, 202: 199-206.

White, R.J., Luque, R., Budarin, V.L., Clark, J.H., Macquarrie, D.J., 2009. *Supported metal nanoparticles on porous materials, Methods and applications*. *Chemical Society Reviews*, DOI: 10.1039/b802654h, 38, 481–494.

Zandalinas, S. I., Fritschi, F. B., & Mittler, R. 2021. Global warming, climate change, and environmental pollution: recipe for a multifactorial stress combination disaster. *Trends in Plant Science*, 26(6), 588-599.

Zhang, J. 2008. *PEM Fuel Cell Electrocatalysts and Catalyst Layers: Fundamentals and Applications*, Springer, London.

## DETERMINATION OF THE EFFECTS OF TPPT ON THE ANTI-WEAR PERFORMANCE OF VEGETABLE OIL AND POLYOL ESTERS

TUĞÇE ÖZPERÇİN<sup>1</sup>, KÜBRA KAVUT<sup>2</sup>, HANİFE GÜLEN TOM<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Belgin Oil, R&D Center, ORCID ID: 0000-0002-0692-6264,

<sup>2</sup> Belgin Oil, R&D Center, ORCID ID: 0000-0001-5697-3432,

<sup>3</sup> Belgin Oil, R&D Center, ORCID ID: 0000-0003-4599-5403

### ABSTRACT

Design of green process is the key points of industries for sustainable energy and environmental protection. Replacement of petroleum derived lubricants, which are extensively used to reduce wear and friction in the mechanical systems, with bio-lubricants is one of the crucial steps for achievement of this criteria. Vegetable oils and polyol esters are promising feedstocks for bio-lubricant formulations. Although vegetable oils are abundant and they have low cost, they have limited utilization since their low temperature behavior and thermo-oxidative stability are poor. On the other hand, polyol esters have high thermal and oxidative stability. These base fluids can be formulated with extreme pressure (EP) and anti-wear (AW) additives in metal working application for better machining performance. Triphenyl phosphorothionate (TPPT) is one of the promising environmentally friendly anti-wear additives that is used in biodegradable lubricant formulations. Canola vegetable oil is commonly used in industrial application due to its high annual production. Trimethylolpropane trioleate (TMPTO) and pentaerythritol tetraoleate (PE-TO) polyol esters have wide acceptance as lubricant base fluid due to their excellent lubricity and stability. Based on these informations, this study presents an investigation of effect of TPPT on tribological performance of canola oil, TMPTO and PE-TO by using four ball method. For this purpose, wear-scar diameters of pure form of vegetable oil and polyol esters and their formulations with two different amount TPPT compared. As a result, it was determined that low TPPT amount (0.5%) has no effect on anti-wear performance whereas high TPPT amount (2 %) enhanced the tribological performance of formulations. Lowest wear scar diameter was obtained from the formulations of TMPTO with 2 % TPPT.

**Keywords:** vegetable oil, polyol ester, anti-wear additives

### 1. INTRODUCTION

Metalworking fluids are crucial products in the machining processes. Primary objective of metalworking fluids is to minimize the friction at the work–tool interface and serve a cooling agent so prevention of energy and heat losses. Also, they protect machines against to corrosion. Thus, service life of machinery parts can be extended and production efficiency can be increased [1]. Global demand of metal working fluids is increasing day by day as result of rapid growth of industrialization. However, conventional metalworking formulations consist of petroleum products which are toxic, non-biodegradable and harmful on environment. Also, petroleum reserves have been depleting. In this regard, finding alternative lubrication fluids based on renewable sources and decreasing dependency on petroleum products has gained much interest to protect environment and overcome the energy crisis [2]. Development of

biolubricants is a reasonable approach to solve environmental concerns and achieve sustainability objectives [3]. There are various biodegradable feedstocks to produce biolubricants such as vegetable oils and polyol esters [4].

Vegetable oils are attractive raw materials for green and sustainable metal working fluids due to their non-toxicity and high availability. In addition, their high viscosity index and flash point provide a utilization over a wide temperature range. Furthermore, they have excellent lubricity as a result of presence of long chain fatty acid and polar groups in their structure [5]. Besides advantages vegetable oils, they can easily polymerize since their oxidation and thermal stability are low. Therefore, they cannot be used in the industry effectively. Polyol esters are another option for biolubricants. They synthesized with attaching of an alcohol to fatty acids and hydrogen atom on the  $\beta$ -carbon atom is eliminated. Trimethylolpropane trioleate (TMPTO) and pentaerythritol tetra-oleate (PE-TO) are the most popular alternatives among polyol esters. TMPTO is obtained via esterification of trimethylolpropane and oleic acid and as result of moderate price of trimethylolpropane [6,7], TMPTO is widely used in the metal working applications. It has higher oxidative stability and better low temperature properties compared to vegetable oils. It has high viscosity index and good lubrication properties [7]. On the other hand, PE-TO is obtained as a result of reaction of pentaerythritol with oleic acid. Recent studies show that pentaerythritol esters have better thermal and oxidative stability and more enhanced lubricity than other polyol esters [8]. In line with all above information, vegetable oils are advantageous feedstocks with their low cost and abundance and polyol esters are effective sources with their superior physico-chemical properties. Comparison of the machining performance of these base fluids can provide a comprehensive study to literature.

Vegetable oils and polyol esters have good tribological performance however performance of these base fluids can be insufficient in the harsh working condition. Uses of additives is required to enhance the anti-wear capabilities of base lubricants [9]. Zinc dialkyldithiophosphates (ZnDTPs) are commonly used in lubricant formulations as anti-wear agents for many years. Otherwise, they cause serious hazard on environment and human health because of presence of heavy metal zinc in their structure. In this regard, it is aimed that decrease of utilization of ZnDTPs in the formulations and zinc free additives has gained much interest in industrial applications. Triphenyl phosphorothionate (TPPT) is an ecofriendly anti-wear additive and has high thermal stability, that is favorable alternative to ZnDTPs. Sustainable metal working application can be attained with formulation of TPPT additive with biodegradable base fluids [10].

There are various methods in order to test machining performance of metal working fluids. Their tribological performance can be analyzed with four ball method. It is an advantageous method to analyze anti-wear performance. because it is simulation of real operation by providing lubricated steel-steel contact [11].

In this study, machining performance of the canola oils and trimethylolpropane trioleate (TMPTO) and pentaerythritol tetra-oleate (PE-TO) were investigated using the Four Ball test

method. Also, these base fluids are formulized with two different amount TPPT (0.5% and 2 %) to determine the effects of TPPT on the anti-wear performance of vegetable oil and polyol esters. Furthermore, surface morphology of balls was analyzed with 3D microscope.

## 2. EXPERIMENTAL METHOD

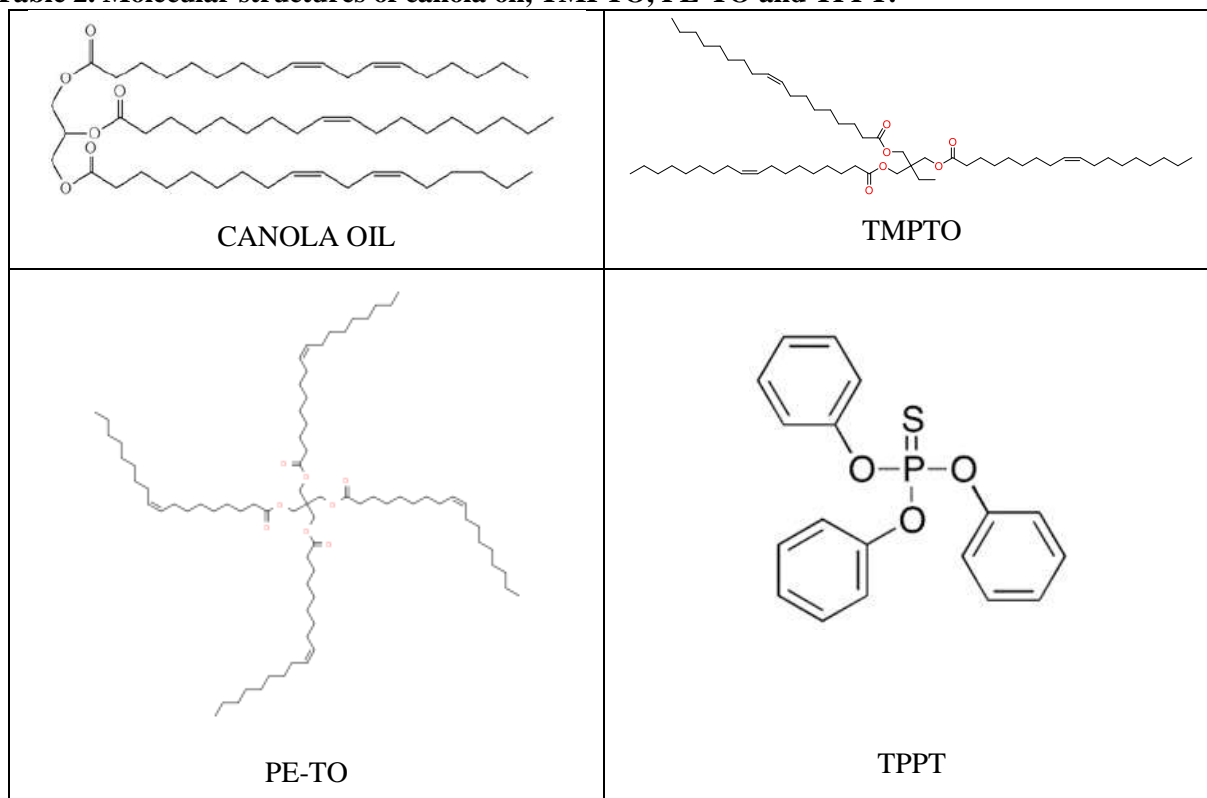
In this study, canola vegetable oil, trimethylolpropane trioleate (TMPTO) and pentaerythritol tetra-oleate (PE-TO) polyol esters are used as base fluids. Their physicochemical properties were given in Table 1.

**Table 2. Physicochemical properties of base fluids.**

Test Parameter	Test Method	Canola Oil	TMPTO	PE-TO
Kinematic Viscosity (40°C, cSt)	ASTM D 445	46	46	65
Kinematic Viscosity (100°C, cSt)	ASTM D 445	10	9,2	14
Viscosity Index	ASTM D 2270	212	187	225
Flash Point (°C)	ASTM D 92	≥ 190	≥ 270	≥ 280
Pour Point (°C)	ASTM D 97	≤-18	≤-42	≤-25

Molecular structures of canola oil, TMPTO, PE-TO and TPPT were given in Table 2. Triphenyl phosphorothionate (TPPT) is used as anti-wear additives in the formulations.

**Table 2. Molecular structures of canola oil, TMPTO, PE-TO and TPPT.**



Composition of formulations was given in Table 3.

**Table 3. Composition of formulations by mass percentage. Numbers in parentheses represent mass percent**

No	Formulation Composition	No	Formulation Composition
1	Canola Oil (100:0)	6	PE-TO+TPPT (99.5:0.5)
2	TMPTO (100:0)	7	Canola Oil+TPPT (98:2)
3	PE-TO (100:0)	8	TMPTO+TPPT (98:2)
4	Canola Oil+TPPT (99.5:0.5)	9	PE-TO+TPPT (98:2)
5	TMPTO+TPPT (99.5:0.5)		

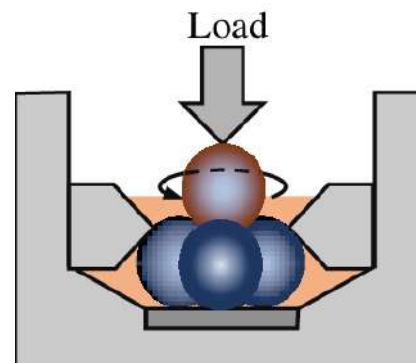
Anti-wear performance of canola oils and trimethylolpropane trioleate (TMPTO) and pentaerythritol tetra-oleate (PE-TO) and their formulations with TPPT were studied by Four Ball Test according to ASTM 4172 standard test method. At the end of the four-ball test, wear on the balls is measured and surface morphology was analyzed by helping of 3D microscope.

### 2.1 Four Ball Test

Three steel balls with 12.7 mm diameter are clamped together. It is covered with test sample and heated to 75°C. Fourth steel ball with 12.7 mm diameter is pressed with a force of 40 kgf (392 N) into the cavity formed by the three clamped balls for a three-point contact. During the test, top ball contacts with three other balls, it is rotated at 1200 rpm for 60 minutes. Test condition was given in Table 4 and scheme of test method was illustrated Figure 1.

**Table 4. ASTM D 4172 Parameters**

Test Parameter	Test Condition
Speed	1200±60 rpm
Temperature	75 ± 2 °C
Load	40 ± 0,2 kgf
Duration	60 ± 1 dk
Ball	ANSI-E-52100 Çelik-12,7mm



**Figure 1. Scheme of Four Ball Test**

### 2.2 3D Microscope

3D microscope is used so that measuring the surface morphology of the worn balls as a result of the four ball test for evaluation more effectively. Thus, it will be possible to detect performance differences that cannot be determined by a conventional microscope. Using 3D Microscop round areas of balls can be measured in the x, y, z coordinates in micron size and high resolution images can be captured. Figure 2 shows the 3D microscope.



**Figure 2.** 3D microscope

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1. Anti-wear Performance of Formulations

Wear-scar diameters results of pure form of vegetable oil and polyol esters and their formulations with two different amount TPPT were given in Table 5. It was determined that base fluid have similar tribological performance. Wear scar diameter of canola oil, TMPTO and PE-TO decreased slightly with addition of 0.5% TPPT. It was noted that addition of low amount of TPPT is not enough for improvement of anti-wear performance. On the other hand, increase amount of TPPT decreased significantly wear scar diameters. Best anti-wear performance was obtained from the formulation of TMPTO with 2% TPPT.

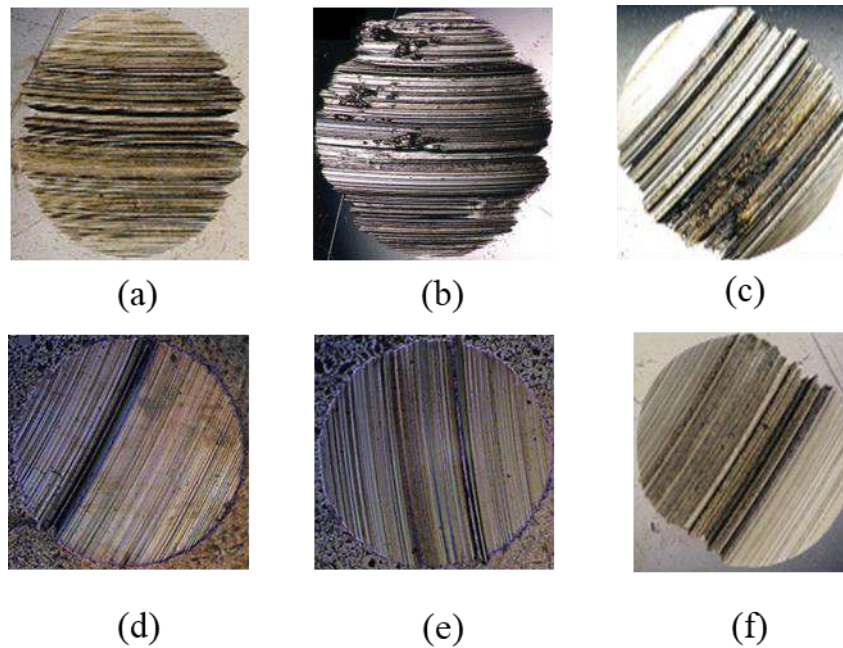
**Table 5.** Wear Scar diameters of formulations

Formulation No	Formulation	Wear Scar Diameter (mm)
1	Canola Oil	0.650
2	TMPTO	0.759
3	PE-TO	0.723
4	Canola Oil+0.5% TPPT	0.638
5	TMPTO+0.5% TPPT	0.740
6	PE-TO+0.5% TPPT	0.730
7	Canola Oil+2% TPPT	0.413
8	TMPTO+2% TPPT	0.328
9	PE-TO+2% TPPT	0.430

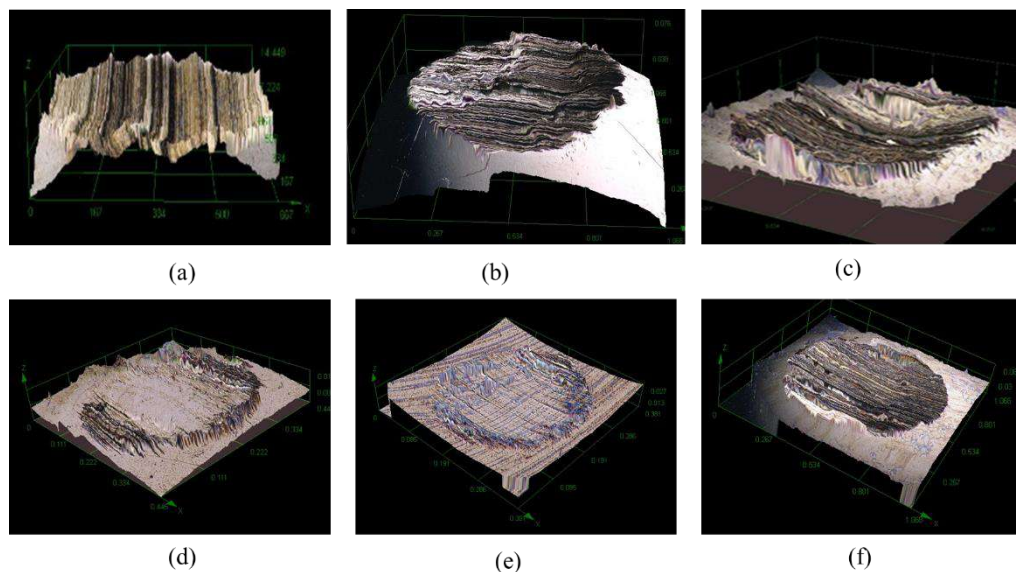
#### 3.2. Surface Morphology Analysis

Surface morphology of worn balls was analyzed with 3D microscope. High resolution images of wear scars were obtained. As shown in figure 3 and figure 4, wear scars of pure form of vegetable oil and polyol esters are quite significant. On the other hand, wear on the balls became insignificant with addition of 2% TPPT additive. Numerical results were confirmed by helping of these images.





**Figure 3.** 2D Images of worn balls (a)Canola Oil, (b) TMPTO, (c)PE-TO, (d) Canola oil+2% TPPT, (e) TMPTO+2% TPPT, (f) PE-TO+2% TPPT)

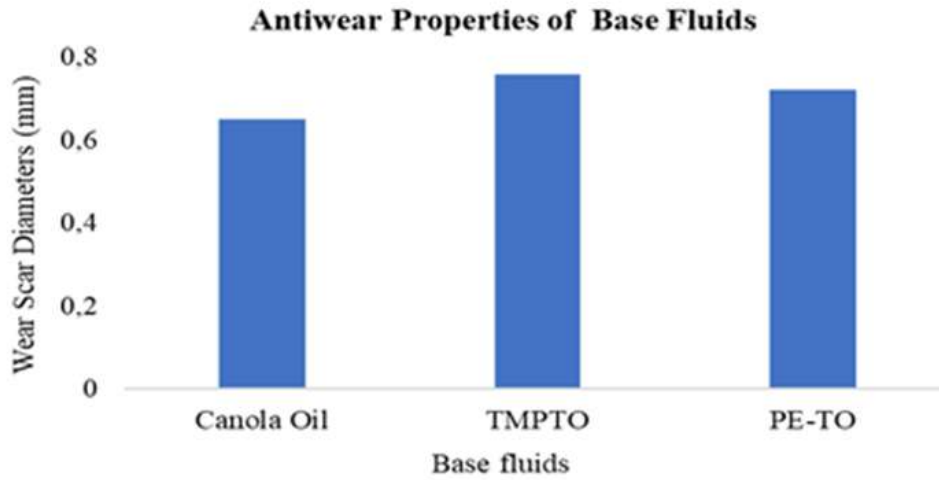


**Figure 4.** 3D Images of worn balls ( (a)Canola Oil, (b) TMPTO, (c)PE-TO, (d) Canola oil+2% TPPT, (e) TMPTO+2% TPPT, (f) PE-TO+2% TPPT)

### 3.3.Evaluation of Results

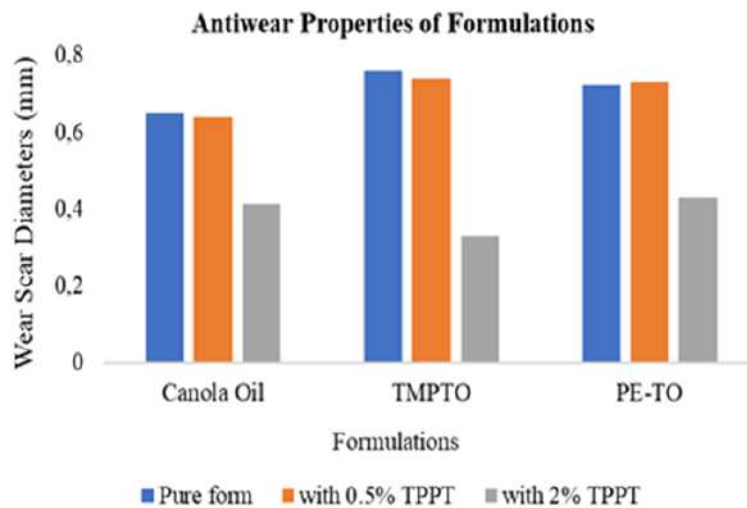
In this study, tribological performance of three environmentally friendly base fluids were studied and the effect of the TPPT additives on their ant-wear performance were evaluated. Studies were carried out using the ASTM D 4172 Four Ball Test method. Wear scar diameters were measured and they were visualized by 3D microscope. Comparison of the pure form of

canola oil and polyol esters was given in the Figure 4. Besides similar tribological performance of all base fluids, canola oil has slightly better anti-wear performance.



**Figure 4.** Comparasion Anti-wear Performance of Base Fluids

Comparison of TPPT effect was given in Figure 5. Studies were performed with two different amounts of TPPT which are 0.5% and 2%. It was ascertained that there was any improvement on the anti-wear performance of base fluids with 0.5% TPPT addition. Wear scar diameters of lubricant formulations decreased significantly with increasing TPPT amount from 0.5 to 2%. When TPPT was %2 in the formulations, anti-wear performance of polyol esters showed the highest improvement percentage than canola oil as shown in the Table 6.



**Figure 5.** Anti-wear Performance of formulations

**Table 6. Improvement Percentage**

Base fluids	Canola Oil	TMPTO	PE-TO
Improvement (%)	36.5	56.8	39

The following inferences can be made from the above results:

- Studies with pure form of vegetable oils and polyol esters demonstrated that all base fluids have similar tribological performance. All wear scar diameters were found as above 0.6 mm. Wear scar diameter of canola oil was lowest whereas TMPTO had highest wear scar diameter.
- TPPT is an ecofriendly anti-wear additive that can be used in the biodegradable lubricant formulations. This study demonstrated that amount of TPPT used in the formulations has great importance. Its amount should be appropriate to enhance the anti-wear performance of lubricant formulations.
- Anti-wear performance of TMPTO and PE-TO with addition TPPT enhanced more than canola oil.
- Although TMPTO had worst anti-wear performance in the pure studies, highest improvement on the tribological performance was observed from formulation of TMPTO with 2 % TPPT.

## REFERENCES

- [1] Osama, M., Singh, A., Walvekar, R., Khalid, M., Gupta, T. C., & Yin, W. W. (2017). Recent developments and performance review of Metal Working Fluids. *Tribology International*, 114, 389–401.
- [2] Najiha, M. S., Rahman, M. M., & Yusoff, A. R. (2016). Environmental impacts and hazards associated with metal working fluids and recent advances in the sustainable systems: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1008–1031.
- [3] McNutt, J., & He, Q. (S. (2016). Development of biolubricants from vegetable oils via chemical modification. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 36, 1–12.
- [4] Nagendramma, P., & Kaul, S. (2012). Development of ecofriendly/biodegradable lubricants: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 764–774.
- [5] Panchal, T. M., Patel, A., Chauhan, D. D., Thomas, M., & Patel, J. V. (2017). A methodological review on bio-lubricants from vegetable oil based resources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 65–70.
- [6] Wu, Y., Li, W., Zhang, M., & Wang, X. (2013). Improvement of oxidative stability of trimethylolpropane trioleate lubricant. *Thermochimica Acta*, 569, 112–118.
- [7] Qiao, S., Shi, Y., Wang, X., Lin, Z., & Jiang, Y. (2017). Synthesis of Biolubricant Trimethylolpropane Trioleate and Its Lubricant Base Oil Properties. *Energy & Fuels*, 31(7), 7185–7190.

- [8] Aziz, N. A. M., Yunus, R., Rashid, U., & Syam, A. M. (2014). Application of response surface methodology (RSM) for optimizing the palm-based pentaerythritol ester synthesis. *Industrial Crops and Products*, 62, 305–312.
- [9] Zheng, Z., Yu, H., Chen, H., Liu, X., Wang, H., Feng, D., & Qiao, D. (2021). Guanidine-phosphate ionic liquids as antiwear additives in two basic oils: Different lubrication mechanisms. *Tribology International*, 160, 106942.
- [10] Mangolini, F., Rossi, A., & Spencer, N. D. (2009). Reactivity of Triphenyl Phosphorothionate in Lubricant Oil Solution. *Tribology Letters*, 35(1), 31–43.
- [11] ASTM STANDART D 4172,' Standard Test Method For Determining Anti-Wear Properties Of Lubricants', ASTM International, West Conshohocken, PA.

## METAL İŞLEME SIVILARINDA KULLANILAN 4 FARKLI YAPIDAKİ KÜKÜRTLÜ KATKI MADDELERİNİN SRV TEST CİHAZI KULLANILARAK AŞIRI BASINÇ (EP) VE AŞINMA (AW) ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

EBRU ERDOĞAN <sup>1</sup>, BURAK KÖKSAL <sup>1,2</sup>, HANİFE GÜLEN TOM <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Belgin Madeni Yağlar, Ar-Ge Merkezi, ebru.erdogan@belginoil.com- ORCID ID: 0000-0003-2710-0899, burak.koksal@belginoil.com- ORCID ID: 0000-0001-5208-6625, hanife.gulen@belginoil.com- ORCID ID: 0000-0003-4599-5403

<sup>2</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Kimya/Fen Bilimleri Enstitüsü, b.koksal2021@gtu.edu.tr  
ORCID ID: 0000-0001-5208-6625

### ÖZET

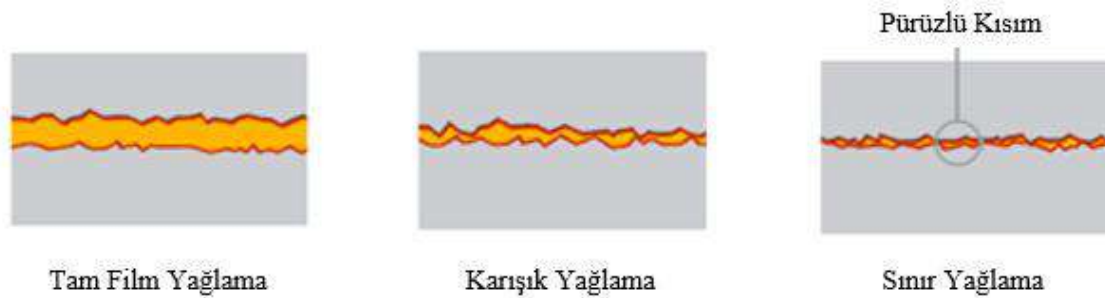
Günümüzde sanayileşmenin giderek artması ve buna bağlı olarak üretim teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte sanayide ihtiyaç duyulan madeni yağ tüketimi de giderek artmaktadır. Madeni yağ tüketiminin önemli bir kısmını metal işleme sektörü oluşturmaktadır. Metal işleme sektöründe, birbiri ile etkileşim halinde hareket eden metal yüzeyler arasındaki sürtünme ve bu sürtünme sonucu aşınmaların yağlayıcılar ile önlenmesi amaçlanmaktadır. Yağlayıcıların temel bileşeni olan baz yağlar tek başına kullanıldıklarında metal işleme operasyonlarının zorlu koşulları için yeterli performansı gösteremezler ve bu sebeple kayma direncini azaltmak ve kopma dayanıklılığını artırmak için yağlayıcı formülasyonlarında aşırı basınç (EP) ve aşınma önleme (AW) katkı maddeleri kullanılmaktadır. Farklı yapılarda katkı maddeleri kullanılmakla birlikte yüksek sıcaklıklara dayanıklı olduklarından, kükürtlü katkı maddeleri daha yaygın olarak tercih edilmektedir. Kükürtlü katkı maddeleri, metal işleme operasyonlarında sıcaklığın yükselmesiyle metal yüzeyler üzerinde metal-sülfid reaksiyonu oluşturarak etkinlik göstermektedir. Yağ asitleri, esterler ve olefin gibi yapılar kükürtlü katkılarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında kükürtlü olefin, kükürtlü trigliserit ve kükürtlü ester bileşiklerinin tribolojik özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla ISO VG 22 Grup II Baz Yağ içerisinde kükürtlü katkılar formüle edilmiş ve performans ölçümleri Yüksek Frekans Lineer Osilasyon (SRV) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Formülasyonların aşırı basınç özelliğini belirlemek için ASTM D 7421, sürtünme ve aşınma özelliklerini belirlemek için ASTM D 6425 metotları ile çalışılmıştır. Aşınma testinden çıkan çelik disklerin aşınma oranları ve yüzey morfolojileri 3D Mikroskop kullanılarak incelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda en yüksek aşırı basınç ve aşınma önleme performansını gösteren kükürtlü trigliserit içeren formülasyon olurken, en düşük aşırı basınç ve aşınma önleme performansını gösteren formülasyonun tribofilm kopması sonucu kükürtlü olefin içeren formülasyon olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kükürtlü Trigliserit, Triboloji, SRV

### 3. GİRİŞ

Metal işleme teknolojilerinin sürekli gelişimi ile metal işleme sıvılarının işleme performansı üzerindeki etkilerine ilişkin beklentiler artmaktadır. Metal işleme sıvıları kesme, delme ve taşlama gibi operasyonlarda sıcaklık ve sürtünme katsayısını düşürerek makinelerin ömrünü uzatmaktadır. Metal işleme sektöründe birbiri ile etkileşim halindeki metal yüzeyler arasında oluşan sürtünme, sürtünmeden kaynaklanan aşınmanın artması ve bu olaylara yağlayıcıların etkisi triboloji bilimi çerçevesinde incelenmektedir. Birbirlerine karşı izafi şekilde hareket eden yüzeylerin harekete karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanan sürtünme, metal işleme operasyonlarında malzeme kaybına yol açmaktadır. Oluşacak malzeme kaybını önlemek için kullanılan yağlayıcılar, metal yüzeyler üzerinde bir film tabakası oluşturarak operasyondaki parçaların hareketini kolaylaştırmakta, sürtünmeleri önleyerek makinenin ömrünü uzatmaktadır.

Metal yüzeyler arasında tam film, karışık ve sınır (Görsel 1.1) olmak üzere üç farklı yağlama çeşidi bulunmaktadır [2]. Tam film yağlamada, metal yüzeyler yağlayıcılar ile birbirinden tamamen ayrılmaktadır. Karışık yağlama, metal yüzeylerin birbirleri ile kısmi temas halinde bulunduğu, tam film yağlama ve sınır yağlama arasında bir yağlama türüdür. Sınır yağlama ise metal yüzeyindeki pürüzlerin birbirleri ile sürekli temas halinde bulunduğu yağlama türüdür [3, 4, 5]. Metal işleme operasyonlarında metaller arasındaki sürtünmeyi önlemek ve yüzey kalitesini korumak için tam film yağlama sağlanması önemlidir.

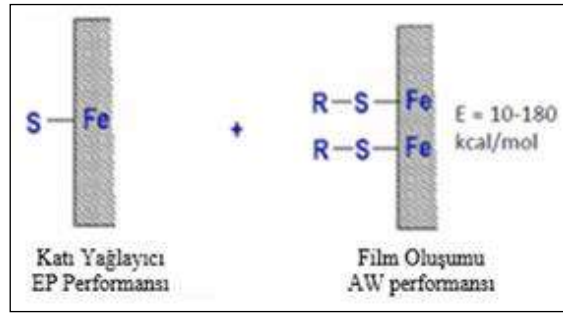


Görsel 1.1. Yağlama Çeşitleri

Pür veya su ile emülsiyeye edilebilir yağlar gibi çeşitleri bulunan metal işleme sıvıları, kullanılan malzeme ve yağdan istenen gereksinimlere göre formüle edilmektedir. Pür metal işleme sıvısı formülasyonlarında genellikle mineral esaslı yağlar kullanılmaktadır. Mineral esaslı yağların, yağlayıcı performanslarının geliştirilebilmesi için formülasyonlarda aşırı basınç (EP) ve aşınma önleme (AW) katkı maddeleri kullanılmaktadır. EP ve AW katkı maddeleri metal yüzeyler ile etkileşime girerek film tabakası oluşturmaktadır. EP ve AW katkı maddeleri arasında genellikle klorlu parafinler, fosforlu bileşikler, sülfonatlar ve kükürtlü bileşikler kullanılmaktadır [6]. Yapılan çalışmada diğer katkı maddelerine göre daha yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmalarından dolayı kükürtlü katkı maddeleri tercih edilmiştir.

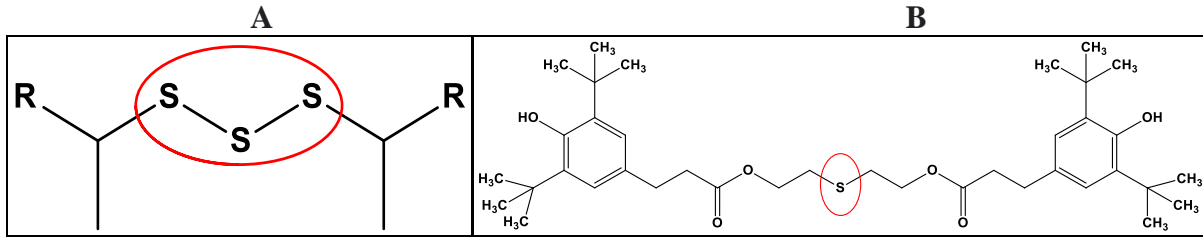
Kükürtlü katkı maddeleri, metal yüzeyde oluşan disülfitlerden, aşınma önleme özellikleri bulunan organik monosülfidlere dönüşmektedir. Yapıda bulunan organik kükürtler basınç ve sıcaklık etkisi ile parçalanarak inorganik sülfürler oluşmakta ve bu sayede aşırı basınç özelliği göstermektedirler (Görsel 1.2).





**Görsel 1.2. Kükürtlü Bileşiklerin Metallerle Olan Etkileşimleri**

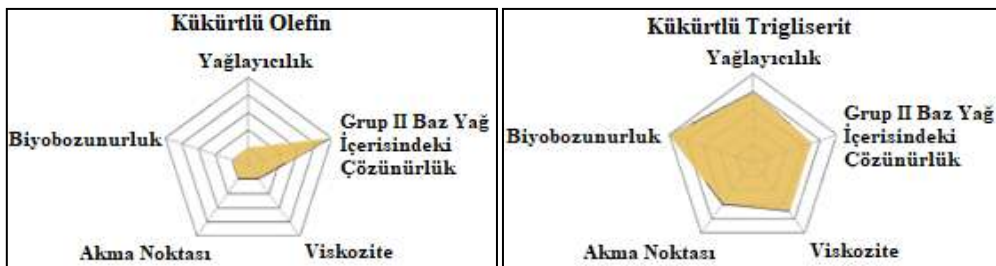
Kükürtlü bileşikler aktif-inaktif olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar [7]. Aktif kükürt molekülleri iki ya da daha fazla kükürt atomuna sahip kimyasal zincirden oluşmakta (Görsel 1.3A) ve farklı kükürt atomları ile kolayca kırılabilen bir yapı oluşturmaktadır. Aktif kükürt bileşikleri düşük sıcaklıklarda reaksiyona girmektedir. İnaktif kükürt molekülleri ise ikiden az karbon atomu içermekte (Görsel 1.3B) ve kükürt atomu oksijen veya karbona bağlandığında zor kırılabilir bir yapı oluşturmaktadır [8, 9].



**Görsel 1.3. Aktif Kükürt İçeren Molekül Örneği (A) ve İnaktif Kükürt İçeren Molekül Örneği (B)**

Aktif kükürtlü katkı maddeleri sert metallerde inaktif kükürde göre daha fazla tercih edildiklerinden bu çalışmada kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kükürtlü katkıların belirlenmesinde yağlayıcılık, çözünürlük, viskozite, biyobozunurluk gibi özellikler dikkate alınmış, kullanım için kükürtlü olefin, kükürtlü trigliserit ve kükürtlü ester bileşikleri tercih edilmiştir. Seçilen katkı maddelerinin özellik karşılaştırmaları Görsel 1.4'te verilmiştir.

Günümüzde yağlayıcı formülasyonlarında Grup II parafinik baz yağlar Grup 1 baz yağlara göre yüksek oksidasyon dayanımları sebebi ile giderek artan şekilde tercih edilmektedirler. Ayrıca şekilde görüldüğü gibi Grup II baz yağlar içinde kükürtlü olefin ve kükürtlü ester yapıları iyi bir çözünürlüğe sahiptir [12]. Bu sebeple bu çalışmada Grup II baz yağ kullanımı tercih edilmiştir.





Görsel 1.4. Kullanılan Kükürtlü Katkıların Özelliklerinin Karşılaştırılması

Bu çalışmada, ISO VG 22 Grup II parafinik baz yağa kükürtlü olefin, kükürtlü trigliserit ve kükürtlü ester bileşikleri belli oranlarda ilave edilerek hazırlanan formülasyonların SRV test cihazı yağlayıcı performansları karşılaştırılmıştır. Aşırı basınç performansı için ASTM D 7421 metodu, aşınma önleme performansı için ASTM D 6425 metodu kullanılmıştır. Ayrıca aşınma testinden çıkan bilyelerin aşınmaları ve yüzey morfolojileri 3D mikroskop cihazı ile incelenmiştir

#### 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Formülasyonlarda kullanılan ISO VG 22 aralığındaki Grup II parafinik baz yağın teknik özellikleri Çizelge 1.'de yer almaktadır.

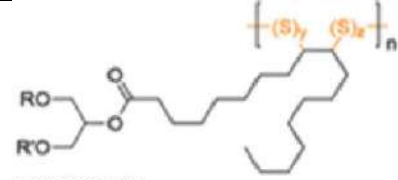
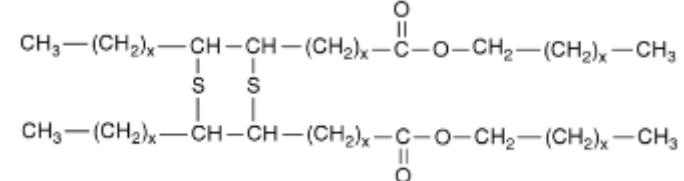
Çizelge 2.3. Grup II- Baz Yağın Teknik Özellikleri

Özellikler	Grup II Baz Yağ	Metot
Yoğunluk (g/ml, 15°C)	0,8435	ASTM D 1298
Kinematik viskozite (40°C, cSt)	21,133	ASTM D 445
Kinematik viskozite (100°C, cSt)	4,4229	ASTM D 445
Viskozite İndeksi	121	ASTM D 2270
Parlama Noktası (°C)	235	ASTM D 92
Akma Noktası (°C)	-24	ASTM D 97
Renk	0	ASTM D 1500
TAN (mg KOH/g)	0,06	ASTM D 974

Yağlayıcı formülasyonları, Grup II parafinik baz yağ içerisinde kükürtlü olefin, kükürtlü trigliserit ve kükürtlü ester katkıları ile konsantrasyon 5% olacak şekilde hazırlanmıştır. Kullanılan bileşiklerin kimyasal yapıları Görsel 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Hazırlanan Formülasyonlar

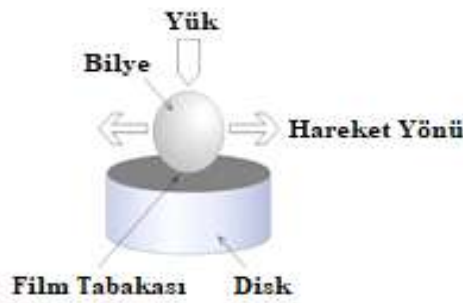
Ürün	Katkılar
Baz Yağ	ISO VG 22
R.1	ISO VG 22 + (5%) Kükürtlü olefin
R.2	ISO VG 22 + (5%) Kükürtlü trigliserit
R.3	ISO VG 22 + (5%) Kükürtlü ester

Kükürtlü Olefin	Kükürtlü Trigliserit
$[CH_2]_n=CH-S-H$	 <p>R, R': Kükürtlü Yağ Asitleri</p>
Kükürtlü Ester	
	

Görsel 2.1. Kullanılan Bileşikler

## 2.1. Yüksek Frekans Lineer Osilasyon (SRV) Testi

SRV, yağlayıcıların tribolojik özelliklerinin tayini için kullanılan bir test cihazıdır. Bu cihazla yağlayıcıların sürtünme katsayıları, aşınma özellikleri ve EP dayanımları değişik hız ve sıcaklıklarda test edilerek belirlenebilmektedir. Sabit bir çelik disk üzerinde salınım yapan çelik test bilyesi kullanılarak test gerçekleşir. Sürtünme katsayısı otomatik olarak yük ve test boyunca kaydedilenlerin bir fonksiyonu olarak ölçülmektedir. Sürtünme katsayısının 0,35 değerini 32 ms süre ile aşması halinde tribofilm koparak test sonlanmaktadır. Tribofilmin kopması ile yağlayıcıların aşırı basınç ve aşınma önleme özellikleri belirlenmektedir. Bu çalışmada yağlayıcı formülasyonların aşırı basınç performansını belirlemek için ASTM D 7421 metodu ile çalışılmıştır. Metodun test değerleri Çizelge 2.1.1.'de gösterilmiştir. Aşınma önleme ve sürtünme katsayısını belirlemede ASTM D 6425 metodu kullanılmıştır. Metodun test değerleri Çizelge 2.1.2.'de gösterilmiştir.



Görsel 2.1.1. SRV Cihazı Şematik Diyagramı

Çizelge 2.1.1. ASTM D 7421 Aşırı Basınç Özelliklerinin Belirlenmesi Metodu

Test Parametreleri	ASTM D 7421 Değerleri
Sıcaklık	50°C
Max. Yük	2000 N
Stroke	2 mm
Frekans	50 Hz

Yük Artış Hızı	100 N
Bilye Tipi	Çelik-10 mm

### Çizelge 2.1.2. ASTM D 6425 Sürtünme ve Aşınma Özelliklerinin Belirlenmesi Metodu

Test Parametreleri	ASTM D 6425 Değerleri
Sıcaklık	50°C
Sabit Yük	300 N
Stroke	1 mm
Frekans	50 Hz
Süre	2 saat
Bilye Tipi	Çelik-10 mm

## 2.2. 3D Mikroskop

3D mikroskop, metal yüzeylerin derinlik, genişlik, uzunluk, alan, hacim gibi özelliklerini x, y, z koordinatlarında belirleyebilmek için kullanılan bir ölçüm işlemidir. 3 boyutlu görüntü yakalama ya da görüntüleri birleştirme bu cihaz sayesinde mümkün olmaktadır. 3D mikroskop cihazı ile 3 boyutlu renkli orijinal görüntü ile derinliklerin farklı renklerle gösterildiği iki tip görüntü alınabilmektedir.

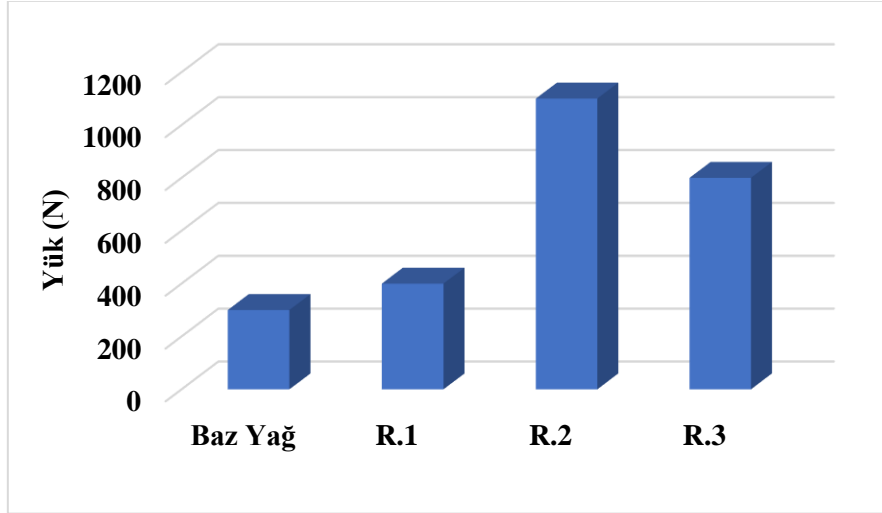
## 4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

### 4.1. ASTM D 7421 Aşırı Basınç Performans karşılaştırmaları

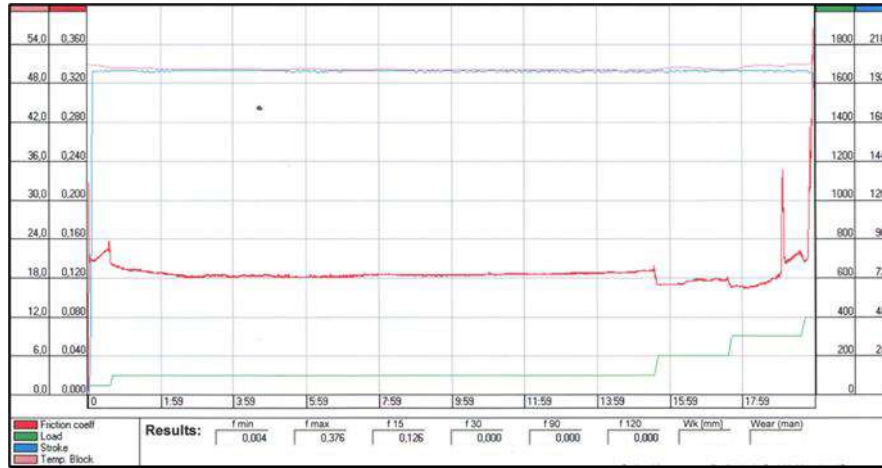
Çizelge 3.1.1. ve görsel 3.1.1. incelendiğinde, kükürtlü trigliserit içeren (R.2) formülasyonun 1100 N ile en yüksek aşırı basınç performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Kükürtlü ester içeren (R.3) formülasyonunun ise 800 N ile kükürtlü olefinden daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Öte yandan, kükürtlü olefin içeren (R.1) formülasyonu 400 N ile sadece baz yağdan etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca, baz yağ, R.1, R.2, R.3 formülasyonlarının SRV grafikleri (Görsel 3.1.2., 3.1.3., 3.1.4. ve 3.1.5.) aşağıda yer almaktadır.

### Çizelge 3.1.1. SRV Aşırı Basınç Kapasiteleri

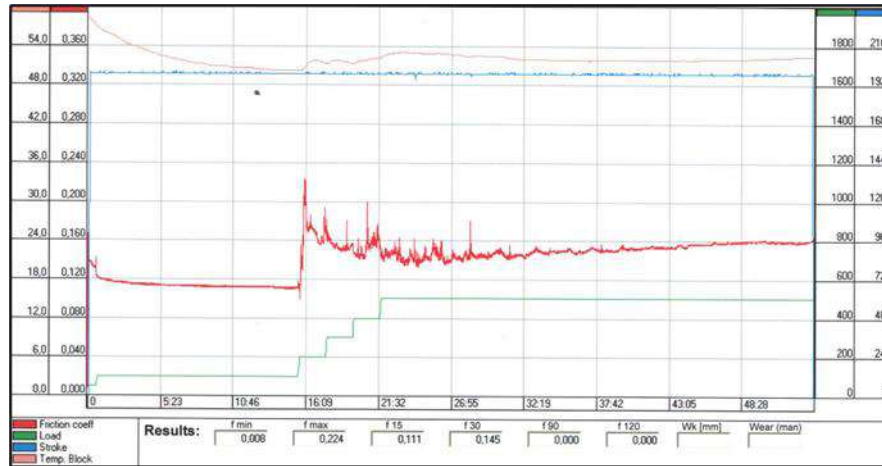
Formülasyon	Aşırı Basınç Özelliği (N)
Baz Yağ	300
Baz Yağ + (5%) Kükürtlü olefin (R.1)	400
Baz Yağ + (5%) Kükürtlü Trigliserit (R.2)	1100
Baz Yağ + (5%) Kükürtlü Ester (R.3)	800



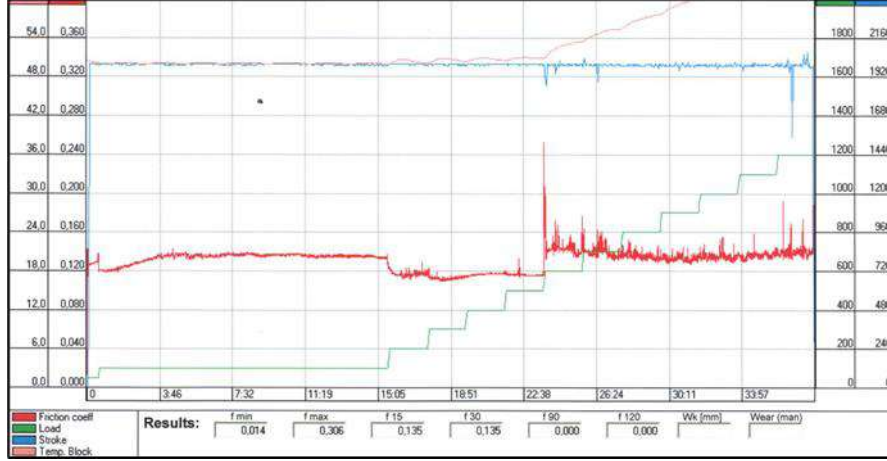
Görsel 3.1.1. SRV Aşırı Basınç Grafik Diyagramı



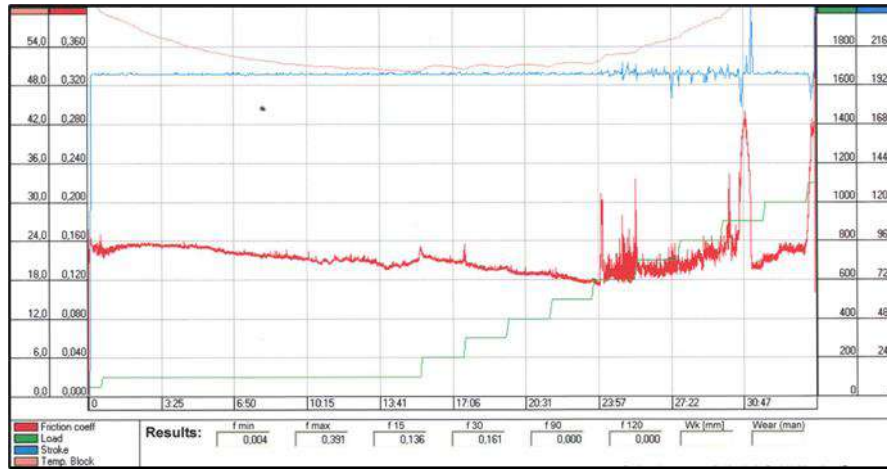
Görsel 3.1.2. ASTM D 7421 metodu ile baz yağın SRV grafiği



Görsel 3.1.3. ASTM D 7421 metodu ile R.1 SRV grafiği



Görsel 3.1.4. ASTM D 7421 metodu ile R.2 SRV grafiği

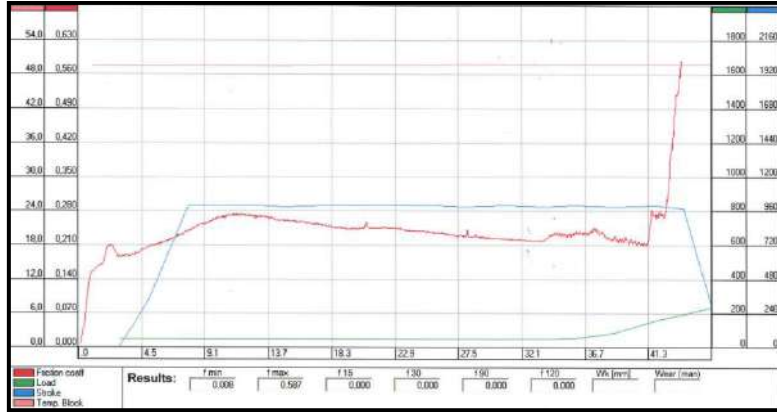


Görsel 3.1.5. ASTM D 7421 metodu ile R.3 SRV grafiği

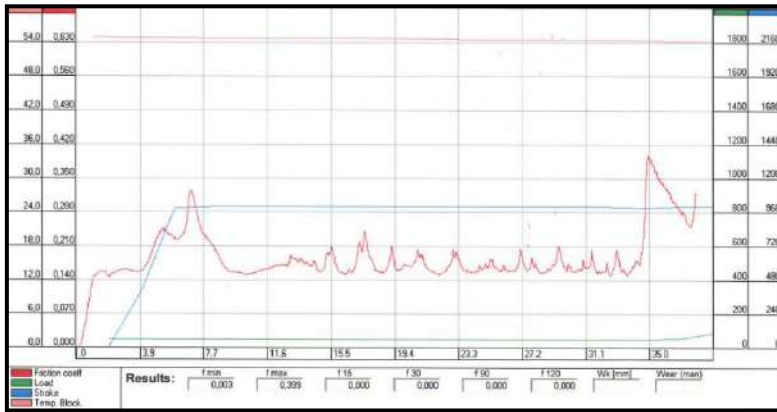
#### 4.2. ASTM D 6425 Sürtünme ve Aşınma Önleme Performans karşılaştırmaları

Formülasyonların aşınma önleme performansı ve sürtünme katsayısının ASTM D 6425 metodu ile SRV cihazında belirlenmesi çalışmalarında en yüksek performansı kükürtlü trigliserit içeren R2 formülasyonu sağlamıştır. Grafiklerden görüldüğü üzere tek başına baz yağ kullanıldığında 43. saniyede yağ filminin kopması ile test sonlanmıştır (Görsel 3.2.1). Kükürtlü olefin içeren R.1 formülasyonu test edildiğinde ise 35. saniyede yağ filminin koparak testin sonlandığı ve bu bağlamda kükürtlü olefinin yağlayıcılığı artırmada yetersiz kaldığı görülmektedir (Görsel 3.2.2). Kükürtlü trigliserit içeren R.2 formülasyonu ile kükürtlü ester içeren R.3 formülasyonu test süresi boyunca yağ filmi kopmadan performans göstermişlerdir. İki formülasyon karşılaştırıldığında ise R2 formülasyonunun daha düşük sürtünme ile daha stabil yağ filmi oluşturduğu görülmektedir (Görsel 3.2.3 – Görsel 3.2.4).

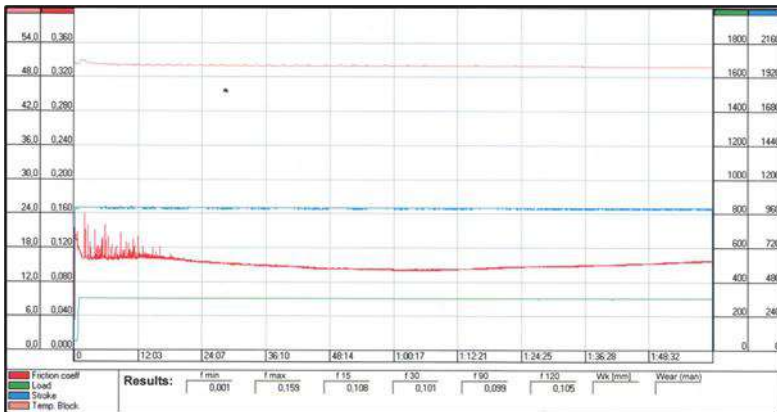




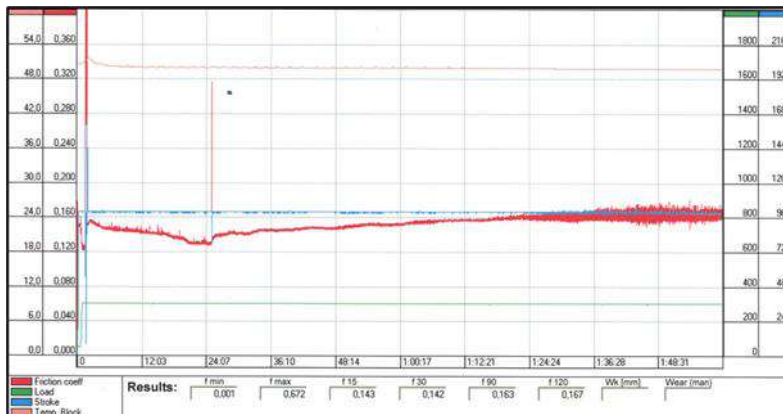
Görsel 3.2.1. ASTM D 6425 metodu ile baz yağın SRV grafiği



Görsel 3.2.2. ASTM D 6425 metodu ile R.1 SRV grafiği



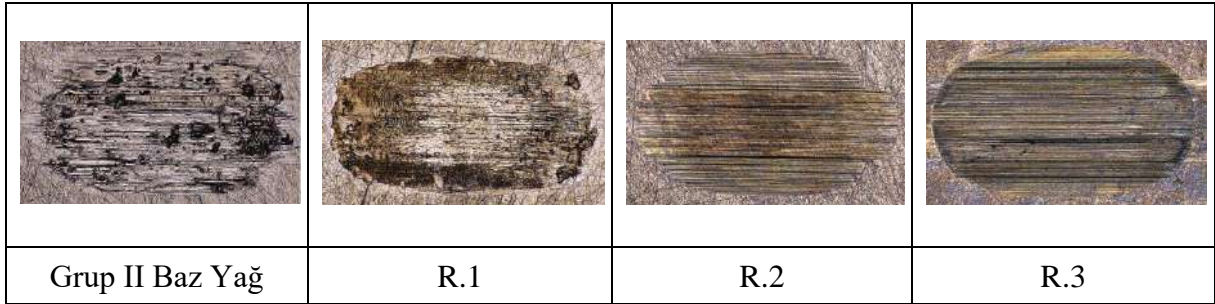
Görsel 3.2.3. ASTM D 6425 metodu ile R.2 SRV grafiği



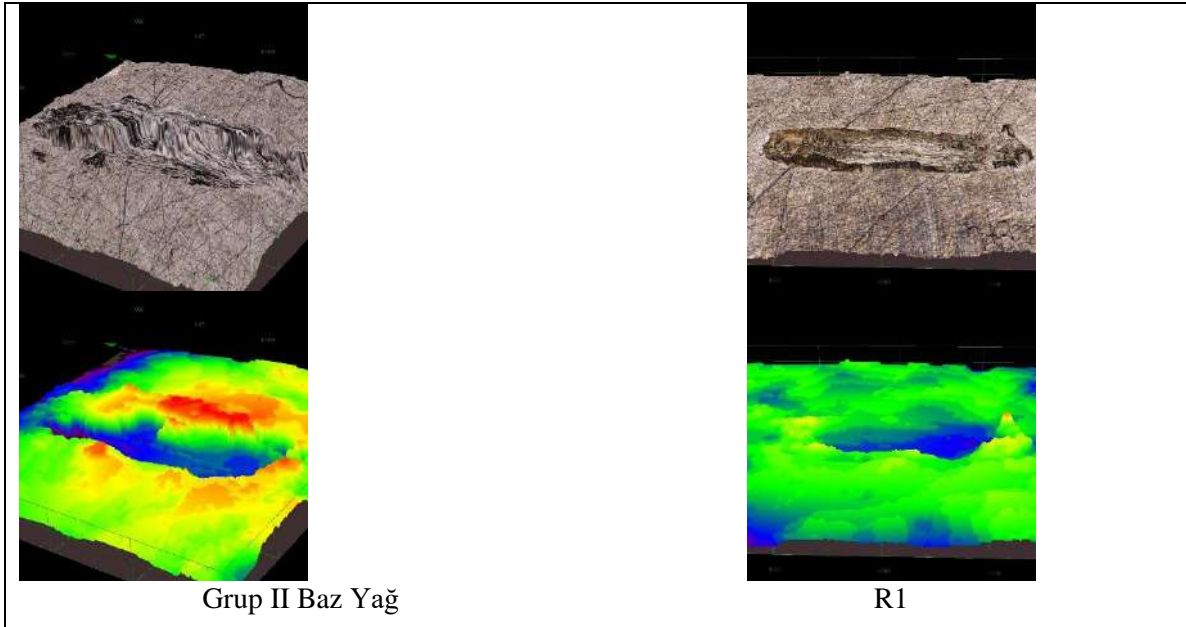
### Görsel 3.2.4. ASTM D 6425 metodu ile R.3 SRV grafiği

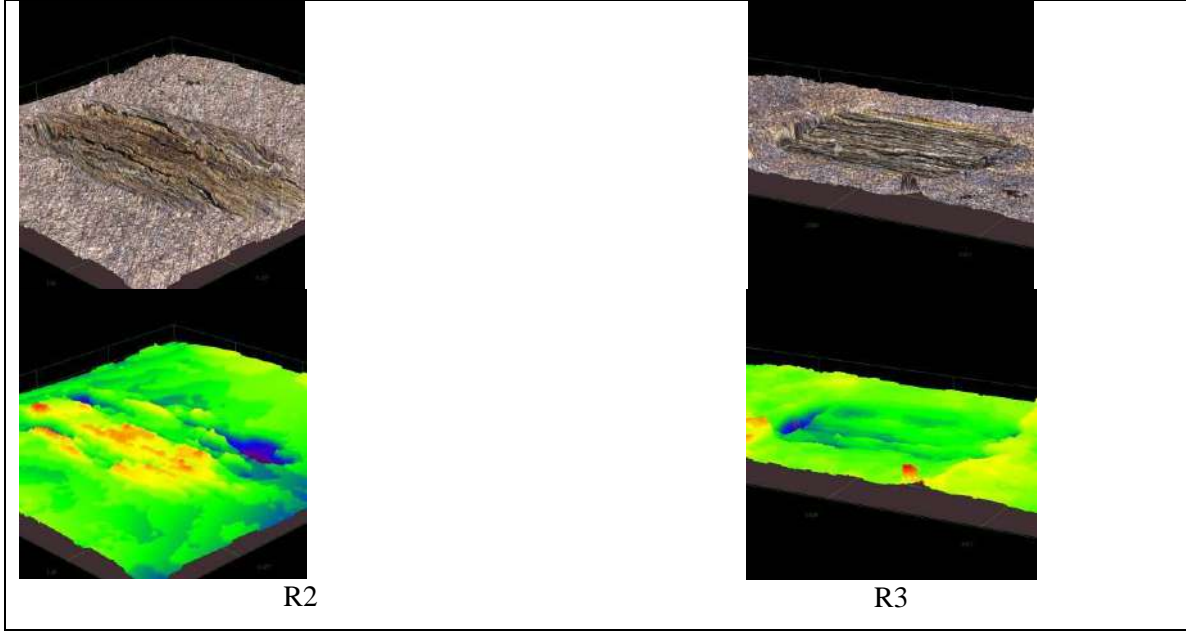
#### 4.3. ASTM D 6425 Metodu 3D Mikroskop Sonuçları

ASTM D 6425 metodu ile yapılan çalışma sonucunda disklerin yüzeyinde meydana gelen aşınma 2D ve 3D mikroskop cihazı ile incelenmiş ve görseller 2D-Görsel 3.3.1. ve 3D-Görsel 3.3.2. de verilmiştir. Görseller değerlendirildiğinde baz yağ ve R1 formülasyonu ile elde edilen aşınmaların R2 ve R3 formülasyonu ile elde edilenlerden daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum SRV aşınma testi sonuçlarını doğrulamaktadır. Baz yağ ve R1 formülasyonu test süresini tamamlayamamış, 35-43 sn gibi kısa sürelerde yağ filmi koparak test sonlanmıştır. Görsellerde de bu 2 formülasyon için aşınmaların fazla olduğu görülmekte ve testin sonlanması anlaşılabilir. Kükürtlü trigliserit içeren R.2 ve kükürtlü ester içeren R.3 formülasyonları karşılaştırıldığında ise birbirine benzer ve yakın aşınma profilleri olduğu yine görseller ile de doğrulanmıştır.



Görsel 3.3.1. SRV Aşınma Testi 2D Mikroskop Yüzey Morfolojisi





Görsel 3.3.2. SRV Aşınma Testi 3D Mikroskop Yüzey Morfolojisi

## 5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan çalışma kapsamında, Grup II baz yağ içerisindeki 3 farklı kükürlü AW ve EP katkı maddesinin performans üzerine etkileri SRV cihazı kullanılarak ASTM D 7421 ve ASTM D 6425 metodu ile değerlendirilmiştir. SRV cihazı ASTM D 6425 metodunda kullanılan çelik disklerin yüzey morfolojilerindeki değişim 3D mikroskop cihazı ile incelenmiştir.

- Tüm kükürlü EP ve AW katkı maddeleri, baz yağın aşınma önleme performansını ve yük dayanımını artırmıştır.
- SRV cihazında en yüksek yük dayanımı gösteren formülasyonun, 1100 N ile kükürlü trigliserit içeren R.2 formülasyon, en düşük yük dayanımı gösteren formülasyonun ise kükürlü olefin içeren R.1 formülasyonu olduğu saptanmıştır.
- Aşınma önleme performansları karşılaştırıldığında, kükürlü olefinin baz yağın aşınma önleme performansını iyileştirmediği, kükürlü trigliserit ve kükürlü ester yapılarının aşınma önleme performansında daha etkin katkıları olduğu ve kükürlü trigliseritin aşırı basınçta olduğu gibi aşınma önlemede de verilen formülasyonlar için en etkin katkı olduğu belirlenmiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Fox, Malcolm F. Chemistry and technology of lubricants. Eds. Roy M. Mortier, and Stefan T. Orszulik. Vol. 107115. Dordrecht: Springer, 2010.
- [2] McFadden, Christopher, Cristian Soto, and Nicholas D. Spencer. "Adsorption and surface chemistry in tribology." Tribology International 30.12 (1997): 881-888.
- [3] Dubois A. Ve Karim A. (2001) "Metal forming and lubrication" Elsevier, Encyclopedia of Materials: Science and Technology, pp. 5377-5380
- [4] Guru I. (2021). Role of Lubrication during the Process of Metal Working. In Freiborne. Web-2: <https://freiborne.com/>, consulted 10 September 2022
- [5] <https://www.machinerylubrication.com/Read/28766/what-is-lubrication> (15.09.2022)

- [6] Rudnick, Leslie R. Lubricant additives: chemistry and applications. CRC press, 2009.
- [7] Canter, Neil. "Special Report: Trends in extreme pressure additives." Tribology and Lubrication Technology 63.9 (2007): 10.
- [8] Jim Fitch, 2006, How Sulfur is Used in Lubrication,  
<https://www.machinerylubrication.com/Read/28548/sulfur-used-in-lubrication>
- [9] Stubbs, A. Walcott, 2022, Sulfur and Connector Grease – What You Need to Know,  
<https://www.nyelubricants.com/sulfur>
- [10] Sundin, David. "Mineral Oil and Corrosive Sulfur: What is eating away at your immersed electronics?" (2018)
- [11] Atan, M., "Yağ Kirliliğindeki Su" Atan Filtrasyon Sistemleri San ve Tic. Ltd. Şti. (2011)
- [12] Lubes'N'Greases 2022, Spotlight on Additives,  
[https://www.lubesngreases.com/magazine/28\\_8/spotlight-on-additives/](https://www.lubesngreases.com/magazine/28_8/spotlight-on-additives/) [01.08.2022]

## SCHIFF BASE CONTAINING PHENANTHROLINE: SYNTHESIS, CHIMOSENSORS AND INVESTIGATION OF COLOR PROPERTIES

Dr, AYŞEGÜLKÖSE <sup>1</sup>, Dr, MUSTAFA BAL <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Elbistan Vocational School, Department of Property Protection and Safety, Kahramanmaraş Istiklal University, Turkey, [aysegul.kose@istiklal.edu.tr](mailto:aysegul.kose@istiklal.edu.tr)-0000-0003-3323-8149

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Department of Materials Science and Engineering, 46100, Turkey, [mustafabal46@gmail.com](mailto:mustafabal46@gmail.com)-0000-0003-2576-3947

### ABSTRACT

Within the scope of the research, a new Schiff base (E)-2-(((1,10-phenanthroline-5-yl)imino)methyl)-5-(prop-2-yn-1-yloxy) phenol [A] containing phenanthroline in its structure compound was synthesized. The structure of the synthesized Schiff base molecule was elucidated by methods such as FT-IR, <sup>1</sup>H NMR, <sup>13</sup>C NMR, UV-*vis*, and Photoluminescence spectroscopy. The fluorescent compound containing -C=N- imine bond was interacted with the solution of 1x10<sup>-3</sup> M concentration and the solutions of Mn<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> metal ions at the same concentration at certain rates. Changes in emission color were recorded under three different light sources, long and short wavelength light and daylight. In the examinations, it was concluded that the ligand exhibited selective sensory properties against Al<sup>3+</sup> and Fe<sup>3+</sup> metal ions under a short wavelength light source. In addition, CIE factors were calculated using the emission values of compound A, and when the values were examined, it was seen that the emission of compound A was in the blue region.

**Keywords:** Schiff base, Chemosensor, Color properties, Fluorescence properties

### 1. INTRODUCTION

The interaction of Schiff bases with transition metals is very important in coordination chemistry, especially in terms of analytical, biochemical, and antimicrobial reagents, and therefore it has a wide field of study [1–5]. It is known that complexes of Schiff bases, which contain an azomethine (-CH=N) group in their structure, with transition metals have very striking structural features [6–8]. The majority of metal complexes from Schiff base compounds are used as models for metal bioactive field modelling, metalloenzyme reaction centres, nonlinear optical materials, homogeneous or heterogeneous catalysts for most reactions, and luminescent materials [3,6,9–12]. The development of luminescent sensors within the scope of supramolecular chemistry [13–15] has been an important research topic in terms of their applications in medicine and environmental research, their practical use, sensitivity, specificity and reliability, and different biological activities of the metal ions studied [16–22]. Because of the aforementioned, many selective fluorescent chemosensors are being developed for use in the detection of metal ions [4,23–25]. It is known that metal ions such as Co<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> are very important in the environment and living biological processes. They have important roles in terms of nutrition and health protection [26]. Excessive intake of Co<sup>2+</sup> into the body can lead to vasodilation and cardiomyopathy. Similarly, excess intake of Ni<sup>2+</sup> can lead



to asthma, angina, or other cardiac conditions [27]. Certain amounts of  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$  should be taken for human health, but excessive or irregular intake may cause disease. For these reasons, materials with selective sensor properties should be synthesized for the detection of such metal ions [28].

In our study, a new Schiff base type containing phenanthroline structure was synthesized. The behavior of the obtained material against some metal ions ( $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ) was investigated by UV-*vis* and Photoluminescence spectroscopy methods. In addition, color changes under three different light sources, namely short wavelength (254 nm), long wavelength (365 nm) and daylight, were recorded.

## 2. MATERIALS AND METHODS

The chemicals used in the study were obtained from known companies (Aldrich or Merck). The structure of the synthesized Schiff base compound was characterized by known spectroscopic methods such as FT-IR,  $^1\text{H-NMR}$ , and  $^{13}\text{C-NMR}$ . In the structural analysis of the material, FT-IR (ATR) measurements, Perkin Elmer Spectrum 400 Spectrophotometer, light absorption properties, Hitachi U3900h Spectrophotometer UV-*vis* spectrophotometer, determination of emission characteristics HORIBA Jobin Yvon Triax 550 CCD, Photoluminescence Spectrophotometer, in structural determination,  $^1\text{H}$  magnetic and  $^{13}\text{C-NMR}$  (Bruker AVANCE III 400 Mhz NMR Spectrophotometer and Electrothermal LTD 9200 devices were used to determine the melting point. Graduated vessels were used for the preparation of the compound solution and for the analysis.

### 2.1. Synthesis of the compound A

1,10-phenanthroline-5-amine (1.53 mmol, 0.3g) was dissolved in some methanol. 2-hydroxy-4-(prop-2-yn-1-yloxy)benzaldehyde (1.53 mmol, 0.291 g) was added to the solution that was stirred for a while and refluxed for 3 days. At the end of the period, the yellow precipitate was filtered off and left to dry at room conditions (Figure 1).

**(E)-2-(((1,10-phenanthroline-5-yl) imino) methyl)-5-(prop-2-yn-1-yloxy) phenol [A]:**  
 $\text{C}_{22}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$ , Color: pale yellow, Yield: 65%, Melting point: 111 °C

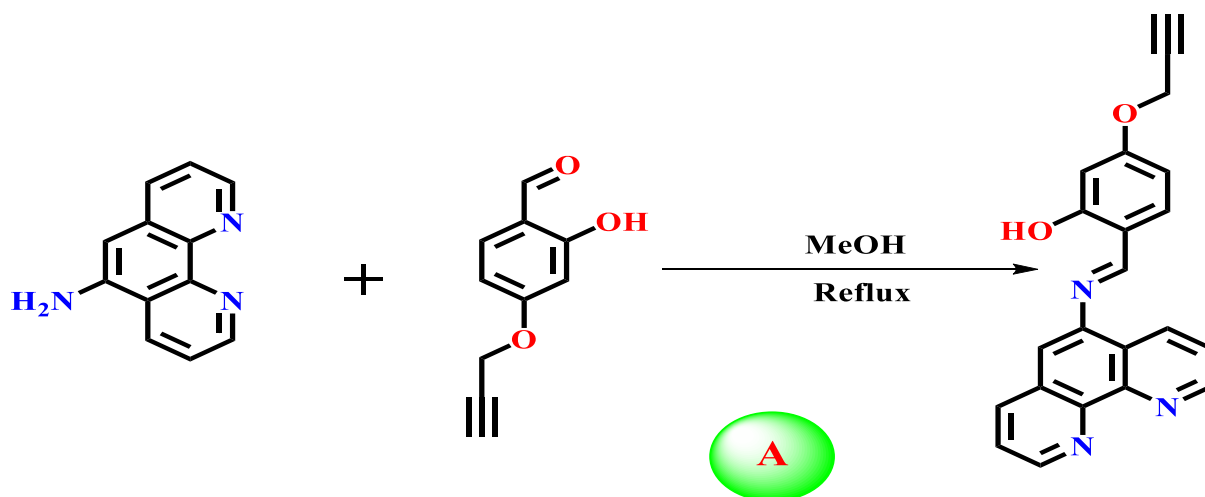


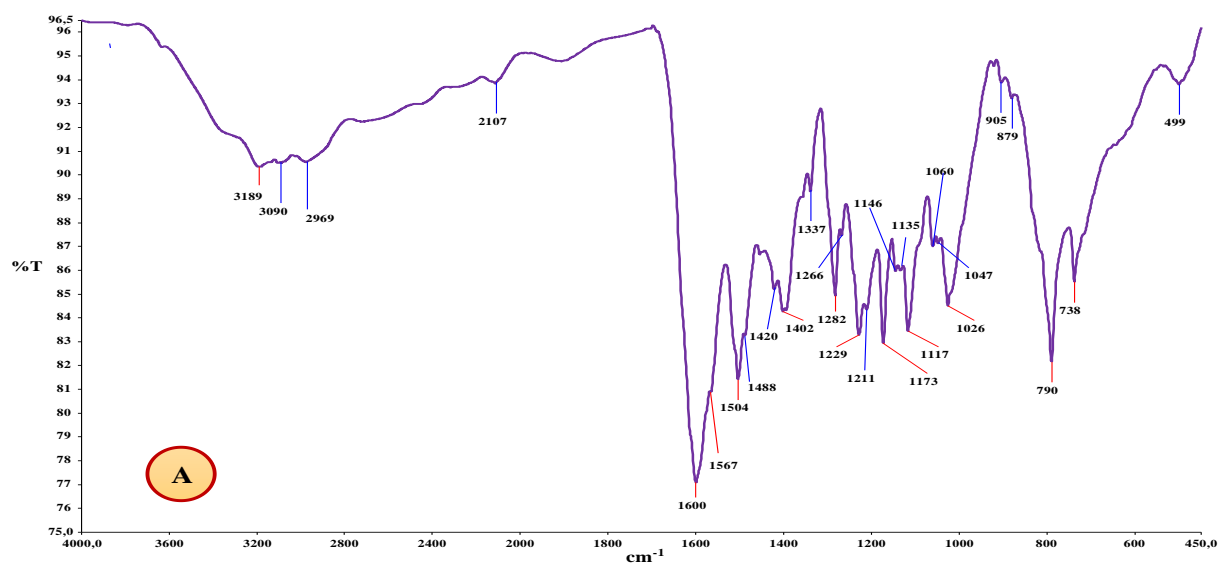
Figure 1 Synthesis step of compound A.



### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1. FT-IR spectrum of compound A

When the FT-IR spectrum of compound **A** is examined, the weak band at  $2107\text{ cm}^{-1}$  is the characteristic vibrational band belonging to the propargyl tip  $\nu(-\text{C}\equiv\text{C}-)$  group. The vibrational band of the imine  $\nu(-\text{C}=\text{N}-)$  bond is seen at  $1600\text{ cm}^{-1}$ . The peaks observed around  $3000\text{ cm}^{-1}$  belong to the stretching vibrations of the aromatic ring  $\nu(\text{C}-\text{H})$ . Ligament stretching vibration bands seen at  $1567\text{ cm}^{-1}$  and  $1514\text{ cm}^{-1}$  belong to  $\nu(\text{C}=\text{N}_{\text{phenanthroline}})$  and  $\nu(\text{C}=\text{C})$  groups, respectively. The tensile vibration of the  $\nu(\text{O}-\text{H})$  carboxyl group is observed at  $3189\text{ cm}^{-1}$ . The FT-IR spectrum of compound **A** is given in **Figure 2**.



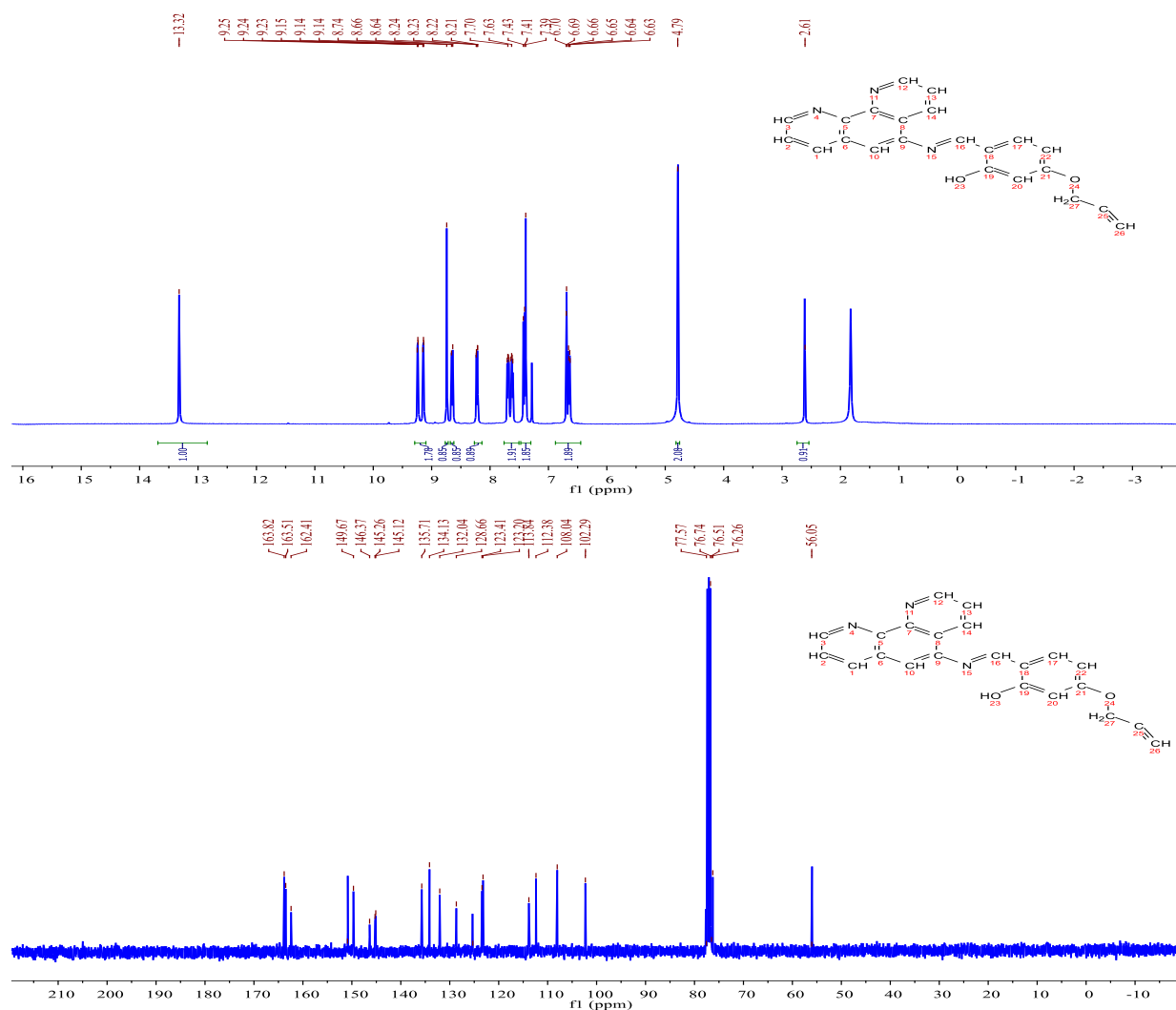
**Figure 2** FT-IR spectrum of compound A.

#### 3.2. NMR spectrum of compound A

In the  $^1\text{H NMR}$  spectrum ( $^1\text{H NMR}$  (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  13.32, 9.25, 9.24, 9.23, 9.15, 9.14, 9.14, 8.74, 8.66, 8.64, 8.24, 8.23, 8.22, 8.21, 7.71, 7.70, 7.69, 7.67, 7.64, 7.63, 7.62, 7.61, 7.43, 7.41, 7.39, 6.70, 6.69, 6.66, 6.65, 6.64, 6.63, 4.79, 2.61.); The signal observed at  $\delta 2.61$  ppm is the signal of the proton belonging to the  $(-\text{C}\equiv\text{CH})$  propargyl group. The signal observed at  $\delta 4.79$  ppm is the signal of protons belonging to the methoxy  $(-\text{O}-\text{CH}_2-)$  group attached to the propargyl end. The signal observed in the  $\delta 6.63-6.70$  ppm range is the signal of phenolic ring protons. The signal observed at  $\delta 8.74$  ppm is the signal of the azomethine  $(-\text{HC}=\text{N}-)$  group proton. The signals in the range of  $\delta 9.14-9.25$  ppm are the signals belonging to the  $(-\text{HC}=\text{N}-)$  group protons in the phenanthroline ring. Signals in the range of 7.39-8.66 ppm are those of phenanthroline and phenolic ring protons. In addition, the signal seen in the range of  $\delta 1-2$  ppm is the signal of the methanol proton remaining in the substance (**Figure 3**).

In the  $^{13}\text{C-NMR}$  spectrum ( $^{13}\text{C NMR}$  (101 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  163.82, 163.51, 162.41, 150.88, 149.67, 146.37, 145.26, 145.12, 135.71, 134.13, 132.04, 128.66, 125.29, 123.41, 123.20, 113.84, 112.38, 108.04, 102.29, 77.57, 76.74, 76.51, 76.26, 56.05.); The signal observed at  $\delta 56.05$  ppm is the signal belonging to the carbon of the methoxy  $(-\text{O}-\text{CH}_2-)$  group attached to the propargyl terminus. Signals observed in the range of  $\delta 76.26-77.57$  ppm are the

signals of carbons belonging to the ( $-\text{C}\equiv\text{CH}$ ) propargyl group. The signals observed at  $\delta 102.29$ ,  $\delta 108.04$  and  $\delta 112.38$  ppm are those of phenolic ring carbons. The signals seen at  $\delta 163.51$  and  $\delta 163.82$  ppm are the signals for the carbons of the ( $-\text{C}-\text{OH}$  and  $-\text{C}-\text{O}-$ ) groups of the phenolic ring. The signal seen at  $\delta 162.41$  ppm is the carbon of the azomethine ( $-\text{HC}=\text{N}-$ ) group, and the signals seen at  $\delta 149.67$  to  $\delta 150.88$  ppm are the carbons of the ( $-\text{HC}=\text{N}-$ ) group in the phenanthroline ring. The signals observed in the range of  $\delta 113.84$  -  $\delta 146.37$  ppm are those of phenanthroline and phenolic ring carbons (**Figure 3**).

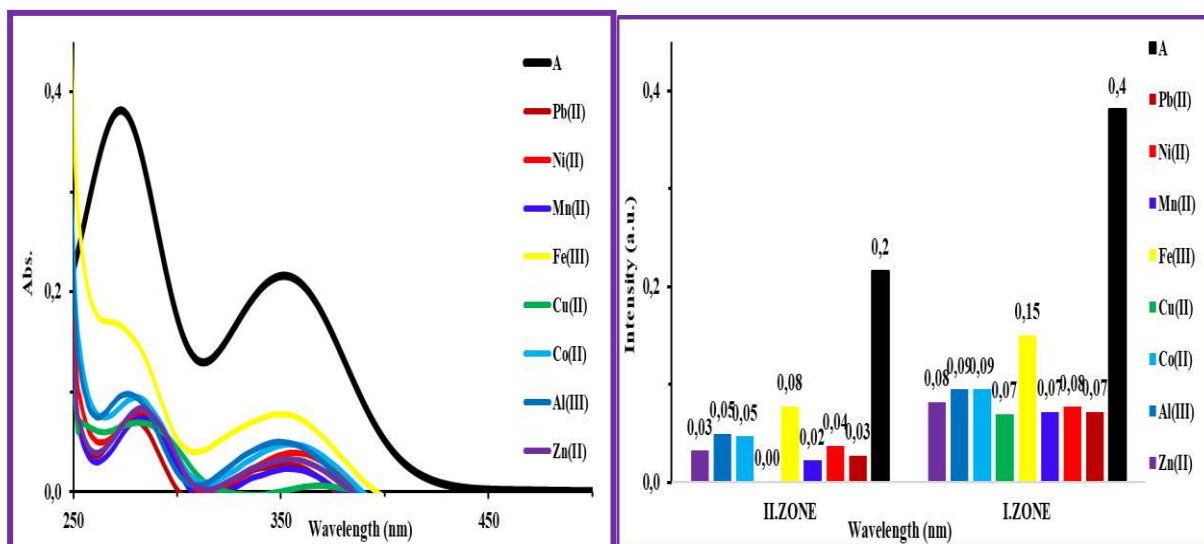


**Figure 3**  $^1\text{H}$  and  $^{13}\text{C}$  NMR spectrum of compound A.

### 3.3. UV-vis. spectrum of compound A

Compound A has two absorption bands ( $\lambda_{\text{max}}=275$  and  $\lambda_{\text{max}}=355$  nm). In the UV-vis Spectrum of the compound, the bands seen at 275 nm represent aromatic  $\pi-\pi^*$  transitions and the bands seen at 355 nm represent  $n-\pi^*$  transitions. After the interaction of all metal ions with the compound, the current absorbance intensity of the compound decreased. The highest decrease in absorbance intensity occurred in the absorbance regions of  $\pi-\pi^*$  transitions and  $n-\pi^*$  transitions, with interaction with  $\text{Cu}^{2+}$  ion. The UV-vis spectrum graph of the metal ions that interact with the compound A dissolved in DMSO is given in **Figure 4**. When compound A

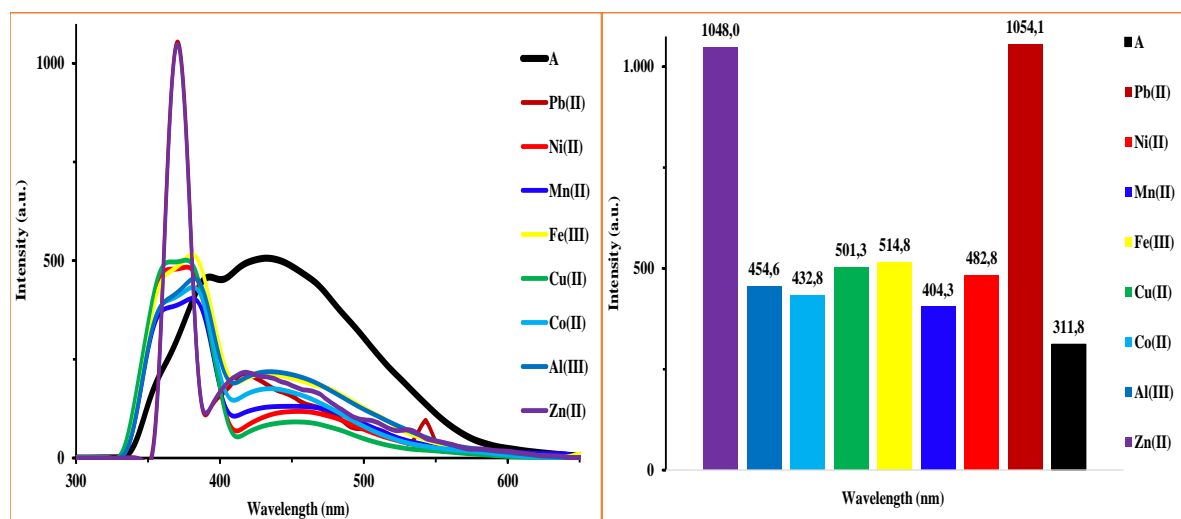
and some metal ions were brought together in certain proportions, shifts occurred in the absorption bands. While the absorbance band of the compound at 275 nm did not change in the presence of  $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Al}^{3+}$  ions, it showed a redshift tendency to 280-285 nm in the presence of other metal ions. Similarly, the absorbance band at 355 nm tended to redshift to 375 nm in the presence of  $\text{Cu}^{2+}$  ion. The  $\lambda_{\text{max}}$  values of UV-*vis* absorptions of compound A and metal ions with which it interacts are given in **Table 1**.



**Figure 4** UV-*vis* spectrum of compound A.

### 3.4. Photoluminescence spectrum of compound A

An emission band at 390 nm was exhibited, with a stokes shift of 115 nm, as opposed to the absorbance band of  $\pi-\pi^*$  transitions at 275 nm for compound A dissolved in DMSO. Similarly, an emission band at 430 nm is exhibited, with a stokes shift of 75 nm, as opposed to the absorbance spectrum for  $n-\pi^*$  transitions at 355 nm. Emission spectrum graph of compound A is given in **Figure 5**.



**Figure 5** Emission spectrum of compound A.

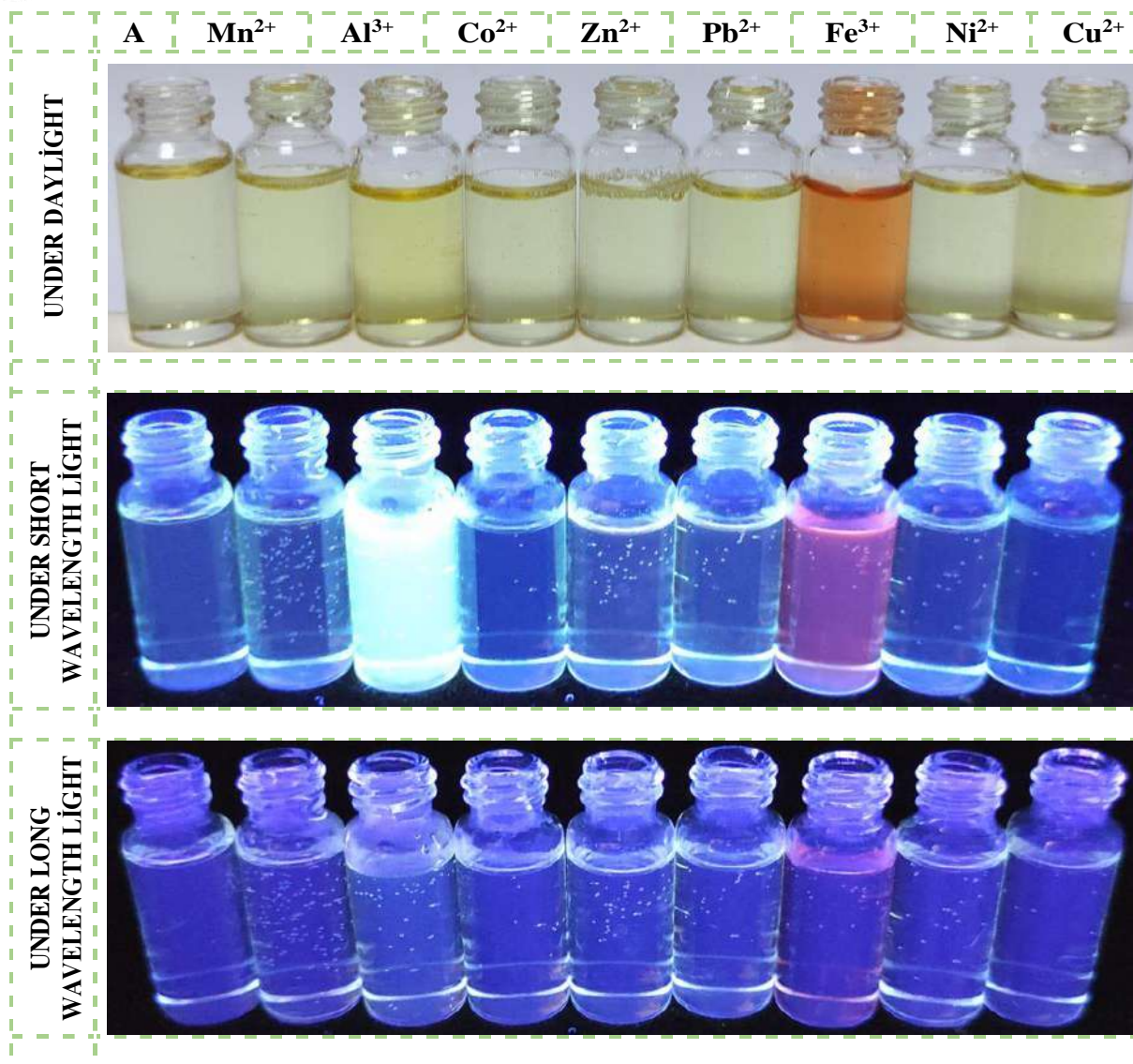
Due to the interaction of the compound with metal ions, shifts have occurred in the emission bands. In the presence of  $\text{Pb}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$  ions of the compound, the emission band at 390 nm was sharper and more intense, showing a blue shift and a peak at 370 nm. In interaction with other metal ions, they generally showed a blue-shift tendency and formed broad emission spectra with a slight decrease and increase in intensity at 380 nm. Similarly, the emission band of the compound at 430 nm, as a result of its interaction with metal ions, decreased considerably in the current emission intensity and exhibited a fairly broad emission band with a slight blue shift in the presence of  $\text{Pb}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$  ions, and a slight red shift in the presence of other metal ions. Absorption, Emission and Stokes shift data of Compound A are given in **Table 1**.

**Table 1** Absorption and emission data of compound A.

Compound	$\lambda_{\text{max}}$ , nm		
	Absorption	Emission	Stokes shift
A	275, 355	390, 430	115, 75
A+ $\text{Pb}^{2+}$	280, 355	370, 415	90, 60
A+ $\text{Ni}^{2+}$	280, 355	380, 455	100, 100
A+ $\text{Mn}^{2+}$	285, 355	380, 455	95, 100
A+ $\text{Fe}^{3+}$	275, 355	380, 440	105, 85
A+ $\text{Cu}^{2+}$	285, 375	380, 460	95, 85
A+ $\text{Co}^{2+}$	280, 355	380, 440	100, 85
A+ $\text{Al}^{3+}$	275, 355	380, 440	105, 85
A+ $\text{Zn}^{2+}$	285, 355	370, 415	85, 60

### 3.5. Chemosensor properties of compound A

Compound A was mixed with some metal ions in certain proportions and interacted, and color changes were observed under three different light sources. While there was no color change of the compound under daylight, a pale green turbidity change occurred in the presence of  $\text{Al}^{3+}$  ion and similarly, it had a red-orange color in the presence of  $\text{Fe}^{3+}$  ion. Under the short wavelength light source, the dark blue emission color of the compound emitted a very high intensity white colored emission light in the presence of  $\text{Al}^{3+}$  ion, and similarly, it emitted a pink-colored emission light in the presence of  $\text{Fe}^{3+}$  ion. Under the long wavelength light source, the purple emission of the compound was light blue-violet in the presence of  $\text{Al}^{3+}$  ion, while it had a purple-pink emission color in the presence of  $\text{Fe}^{3+}$  ion (**Figure 6**).



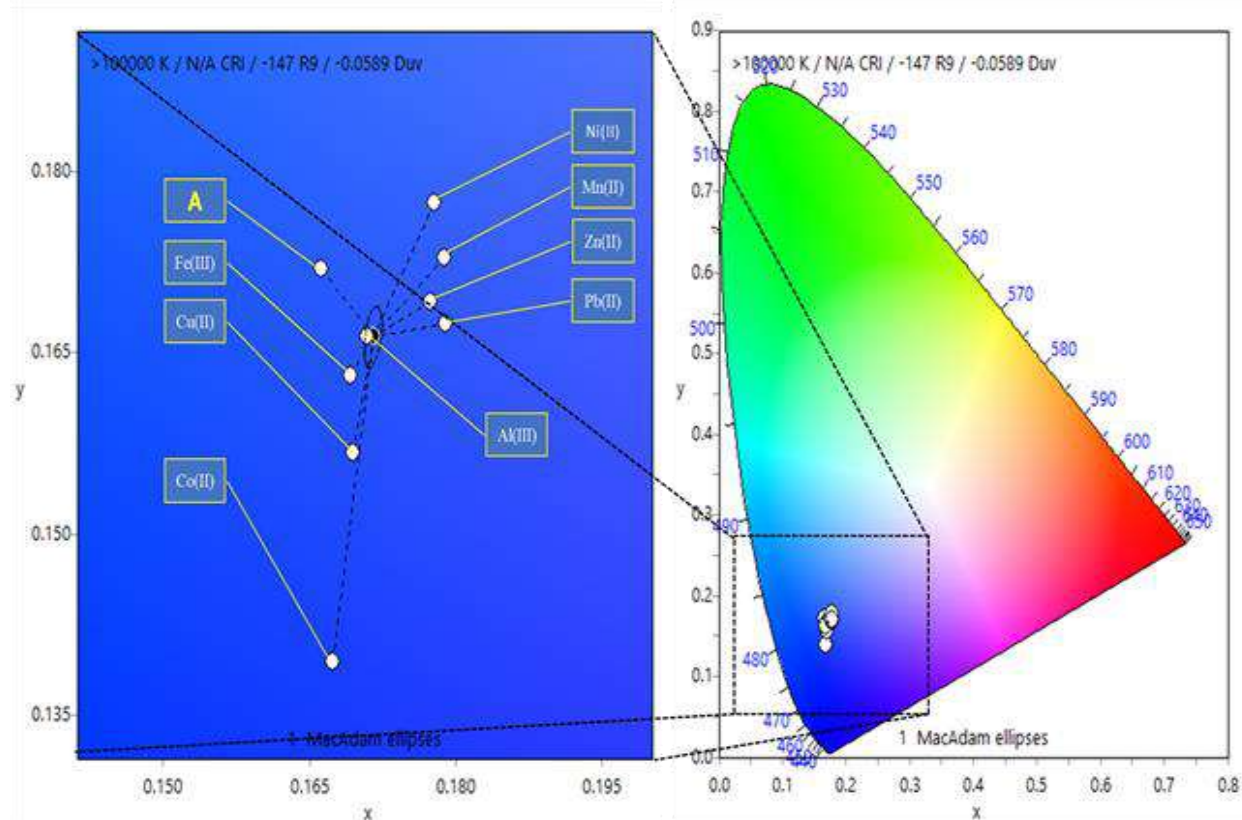
**Figure 6** Sensor properties ( $10^{-3}$  M) in the presence of metal ions ( $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ) of compound A dissolved in DMSO.

### 3.6. Color properties of compound A

In the event of light interaction with matter, the color seen in the emission phase of the light absorbed by the molecules can be measured using different systems. The method introduced by the CIE in 1931 was adopted as the standard for measuring these colors. It is reported that the radiation sources of colorimeters with CIE system are xenon arc lamps. If some support apparatus is mounted to this lamp, the desired illuminator will be obtained. If the materials to be tested interact with this obtained light source, the light emitting from the material passes through three different filters called X, Y and Z filters, red, green and blue, before reaching the detector. If the x and y values of a material are known, the emission color of the material can be obtained using the CIE color chart. According to the calculated values, it is reported that all the colors in the chromaticity diagram are limited to a spectral region directly proportional to the visual angle of the eye, and the specified values define a color in the CIE XYZ space [29]. The color values of compound A synthesized within the scope of the study were calculated



using the emission values by using the CIE (1931) chromaticity coordinates software. The International Commission on Illumination (CIE) proposes various values to reach the color of the light emitted from a material [30]. These recommendations are reported to include the color coordinates (x, y) and luminous efficiency (LER) of the radiation. LER; By definition, it is the ratio of the luminous flux to the input electrical power. It is measured in lumen/watt [31]. The CIE chromaticity diagram of Compound A is given in **Figure 7**, and the CIE parameters are given in **Table 2**.



**Figure 7** CIE chromaticity diagram of the interaction of compound A and some metal ions.

When the CIE factors of the interaction of compound A and some metal ions were examined, it was determined that compound A was in the range of  $x=(0.1662)$  and  $y=(0.1719)$ , and these values were in the blue region. It is seen that  $Mn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$  ions form a red shift tendency as a result of the interaction of compound A and metal ions.

**Table 2** CIE parameters of the interaction of compound A and some metal ions.

	x	y
<b>A</b>	0.1662	0.1719
<b>Al(III)</b>	0.1709	0.1663
<b>Pb(II)</b>	0.1789	0.1674
<b>Mn(II)</b>	0.1788	0.1728
<b>Fe(III)</b>	0.1692	0.1631
<b>Co(II)</b>	0.1674	0.1395
<b>Ni(II)</b>	0.1778	0.1774
<b>Cu(II)</b>	0.1694	0.1567



Zn(II)	0.1774	0.1692
--------	--------	--------

#### 4. CONCLUSION

Within the scope of the study, compound **A**, a new Schiff base type containing phenanthroline group, was synthesized and information about the structure of the compound was obtained by using FT-IR,  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ NMR, UV-*vis* and Photoluminescence spectroscopy methods. In addition, CIE parameters and chromaticity properties were determined using the emission data obtained as a result of the interaction of compound **A** and some metal ions. The chemosensor property of the synthesized Schiff base compound against some metal ions was investigated. Changes in absorbance and emission resulting from the interaction of the compound with metal ions were recorded. At the current absorbance wavelength of the compound, slight redshifts were observed in the presence of metal ions. Blue and red shifts were observed in the current emission wavelength of the compound as a result of its interaction with metal ions. The compound was mixed with metal ions in certain proportions and color changes were observed under three different light sources. While it showed high intensity white emission in the presence of  $\text{Al}^{3+}$  ion under the short wavelength light source, it emitted pink colored emission light in the presence of  $\text{Fe}^{3+}$  ion. In this research, it is evaluated that the new Schiff base compound, which is synthesized and contains phenanthroline group, can be used as a selective sensor material for  $\text{Al}^{3+}$  and  $\text{Fe}^{3+}$  metal ions.

#### REFERENCES

- [1] G.Y. Nagesh, K. Mahendra Raj, B.H.M. Mruthyunjayaswamy, *J. Mol. Struct.* 1079 (2015) 423–432.
- [2] E.M. Zayed, G.G. Mohamed, A.M.M. Hindy, *J. Therm. Anal. Calorim.* 120 (2015) 893–903.
- [3] W.H. Mahmoud, R.G. Deghadi, G.G. Mohamed, *Appl. Organomet. Chem.* 30 (2016) 221–230.
- [4] A.M. Abu-Dief, I.M.A. Mohamed, *Beni-Suef Univ. J. Basic Appl. Sci.* 4 (2015) 119–133.
- [5] C.H. Dai, F.L. Mao, *Synth. React. Inorganic, Met. Nano-Metal Chem.* 42 (2012) 537–541.
- [6] A. Majumder, G.M. Rosair, A. Mallick, N. Chattopadhyay, S. Mitra, *Polyhedron* 25 (2006) 1753–1762.
- [7] G.G. Mohamed, M.M. Omar, A.A. Ibrahim, *Eur. J. Med. Chem.* 44 (2009) 4801–4812.
- [8] O. Atakol, A. Kenar, M. Kabak, *Synth. React. Inorg. Met. Chem.* 27 (1997) 29–40.
- [9] J. Chakraborty, S. Thakurta, B. Samanta, A. Ray, G. Pilet, S.R. Batten, P. Jensen, S. Mitra, *Polyhedron* 26 (2007) 5139–5149.
- [10] L.A. Saghatforoush, A. Aminkhani, S. Ershad, G. Karimnezhad, S. Ghamamy, R. Kabiri, *Molecules* 13 (2008) 804–811.
- [11] M.E. Germain, T.R. Vargo, P.G. Khalifah, M.J. Knapp, *Inorg. Chem.* 46 (2007) 4422–4429.

- [12] S. Basak, S. Sen, C. Marschner, J. Baumgartner, S.R. Batten, D.R. Turner, S. Mitra, *Polyhedron* 27 (2008) 1193–1200.
- [13] C. Maxim, T.D. Pasatoiu, V.C. Kravtsov, S. Shova, C.A. Muryn, R.E.P. Winpenny, F. Tuna, M. Andruh, *Inorganica Chim. Acta* 361 (2008) 3903–3911.
- [14] S.S. Qian, M. Zhang, Y.N. Wang, F.Y. Tian, L. Liu, Z.L. You, H.L. Zhu, *J. Coord. Chem.* 66 (2013) 1006–1015.
- [15] W.K. Lo, W.K. Wong, W.Y. Wong, J. Guo, *Eur. J. Inorg. Chem.* 2 (2005) 3950–3954.
- [16] L. Wang, W. Qin, W. Liu, *Inorg. Chem. Commun.* 13 (2010) 1122–1125.
- [17] Z.L. You, X.L. Wang, J.C. Zhang, C. Wang, X.S. Zhou, *Struct. Chem.* 22 (2011) 1297–1302.
- [18] Y. Zhou, Z.X. Li, S.Q. Zang, Y.Y. Zhu, H.Y. Zhang, H.W. Hou, T.C.W. Mak, *Org. Lett.* 14 (2012) 1214–1217.
- [19] Y. Cai, X. Meng, S. Wang, M. Zhu, Z. Pan, Q. Guo, *Tetrahedron Lett.* 54 (2013) 1125–1128.
- [20] T.S. Singh, P.C. Paul, H.A.R. Pramanik, *Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc.* 121 (2014) 520–526.
- [21] Y. Wang, Z.Y. Ma, D.L. Zhang, J.L. Deng, X. Chen, C.Z. Xie, X. Qiao, Q.Z. Li, J.Y. Xu, *Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc.* 195 (2018) 157–164.
- [22] T. Bayraktutan, K. Meral, *Phys. Chem. Chem. Phys.* 18 (2016) 23400–23406.
- [23] Z.L. Fang, Q.X. Nie, *J. Coord. Chem.* 63 (2010) 2328–2336.
- [24] L. Li, Y.Q. Dang, H.W. Li, B. Wang, Y. Wu, *Tetrahedron Lett.* 51 (2010) 618–621.
- [25] D. Wu, A.C. Sedgwick, T. Gunnlaugsson, E.U. Akkaya, J. Yoon, T.D. James, *Chem. Soc. Rev.* 46 (2017) 7105–7123.
- [26] A. Kim, J.H. Kang, H.J. Jang, C. Kim, *J. Ind. Eng. Chem.* 65 (2018) 290–299.
- [27] T.S. Aysha, M.B.I. Mohamed, M.S. El-Sedik, Y.A. Youssef, *Dye. Pigment.* 196 (2021) 109795.
- [28] G. Erten, F. Karıcı, A. Demirçalı, S. Söyleyici, *J. Mol. Struct.* 1206 (2020).
- [29] S. Westland, *J. Esthet. Restor. Dent.* 15 (2003) 5–12.
- [30] A.D. Broadbent, *Color Res. Appl.* 29 (2004) 267–272.
- [31] N.K. Gondia, S.K. Sharma, *Opt. Quantum Electron.* 49 (2017) 1–12.

**ASYMPTOTIC STABILITY OF AN IMPULSIVE HUANG-LI FINANCIAL MODEL****Dr. Nur CENGİZ<sup>1</sup>, Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Süleyman Demirel University, Graduate School of Natural and Applied Sciences,nurcengizm@gmail.com - <http://orcid.org/0000-0002-2813-5906><sup>2</sup> Süleyman Demirel University, Department of Mathematics, [duyguarugaslan@sdu.edu.tr](mailto:duyguarugaslan@sdu.edu.tr) -<http://orcid.org/0000-0003-1867-0996>**ABSTRACT**

Since the 1930s, many studies have appeared in the literature on dynamic models developed to examine behavior of economic parameters and variables. For instance, some of these models are the forced van der Pol model, IS-LM model, Kaldorian model, Goodwin accelerated model and Huang-Li financial model. In this study, the Huang-Li financial model with the variables “interest rate, investment demand, price index” and the parameters “savings amount, cost per investment, demand elasticity of business market” is taken into consideration. It is obvious that these variables can be affected by the sudden changes in the real life. This effect can touch serious consequences off. For this reason, it is important to consider models with impact activations in order to anticipate these results and take action. Mathematically, in this case, it is appropriate to take help from impulsive differential equations. Besides, it is desirable that the financial model behaves in a stable manner. The theory of impulsive differential equations can also enable to determine the suitable conditions for the stability of the behavior of the finance system. It is well known that Lyapunov's second method plays an important role in stability theory. Qualitative theory developed for impulsive differential equations based on Lyapunov's second method is quite useful. Without ignoring the impulsive effects on the Huang-Li financial model, the behaviors of its solutions are analyzed with the help of second Lyapunov method, in this work. The results concerning asymptotic stability of the trivial solution of the model are presented by constructing a suitable Lyapunov function. Lastly, an example with simulation is given for the reached theoretical results.

**Keywords :** Finance model, Stability, Lyapunov functional, Impulsive differential equation, Simulation

## 1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

In this study, the Huang-Li finance model developed with the impulse effect (Akhmet 2010; Aruğaslan Çinçin 2015; Bainov and Simeonov 1989, 1995; Samoilenko and Perestyuk 1987, 1995) is discussed and the stability analysis of this model is investigated by the Lyapunov's second method. The fact that the impulse effects are not neglected in the relevant system provides a more natural approach. The behavior of the solutions of the Huang-Li system is analyzed without neglecting the discontinuous effects caused by sudden changes. In fact, the operator representing the impulsive effects is considered in a general form. Thus, the results will be useful in all kinds of evaluations for the impulsive operator. Frankly, it is very rare in the literature to consider such economic models with the impact effect (Akhmet et al. 2014, 2016; Mette et al. 2019; Oyelami et al. 2013; Yang et al. 1997). To our knowledge, the Huang-Li system has not been considered with such an effect before. Therefore, it is thought that the study will present inferences and future directions in terms of both theoretical and practical applications. In order for the results to be visualized, the examples are supported with simulations with the help of the codes written in the MATLAB package program. The analyzes are presented in subsections below.

The impulsive Huang-Li model proposed in this work is as follows:

$$\begin{cases} u_1'(t) = u_3(t) + (u_2(t) - a)u_1(t), t \neq \tau_k, \\ u_2'(t) = 1 - bu_2(t) - u_1^2(t), t \neq \tau_k, \\ u_3'(t) = -u_1(t) - cu_3(t), t \neq \tau_k, \\ \Delta u_i |_{t=\tau_k} = I_{ik}(u(\tau_k^-)), i = 1,2,3, \end{cases} \quad (1)$$

where  $u(t) = (u_1(t), u_2(t), u_3(t))^T \in R^3, t \in R$ , is the state vector including the interest rate  $u_1$ , the investment demand  $u_2$  and the price index  $u_3$ . This model has the parameters  $a, b, c > 0$  which represent the saving amount, the cost per investment and the elasticity of demand of markets. Fix a real valued time sequence by  $\tau = \{\tau_k\}, k \in Z$ , which is indexed by the elements of a non-empty finite set or an infinite set with the property  $|\tau_k| \rightarrow \infty$  while  $|k| \rightarrow \infty$ . When  $t = \tau_k, k \in Z$ , the point possesses a jump  $\Delta u_i |_{t=\tau_k} = u_i(\tau_k^+) - u_i(\tau_k^-)$ . In the system (1), the impulsive operators are represented by the nonlinear functions  $I_{ik}: R \rightarrow R$ .

The following lemmas regarding the equilibrium points of the differential part of the system (1), which does not have impulsive effects, are available in the literature (Ma and Chen 2001a, 2001b).

**Lemma 1.** (Ma and Chen 2001a, 2001b) If  $c - b - abc \leq 0$ , the differential part of the system (1) without impulsive effects has a unique equilibrium  $u^* = (0, \frac{1}{b}, 0)$ .

**Lemma 2.** (Ma and Chen 2001a, 2001b) If  $c - b - abc > 0$ , the differential part of the system (1) without impulsive effects has three equilibria  $u^* = \left(0, \frac{1}{b}, 0\right)$ ,  $u^* = \left(\pm \sqrt{\frac{c-b-abc}{c}}, \frac{1+ac}{c}, \mp \frac{1}{c} \sqrt{\frac{c-b-abc}{c}}\right)$ .

From now on, let us investigate the equilibrium points of the system (1) which has impulsive effects. For this aim, consider the system

$$\begin{aligned} 0 &= u_3^* + (u_2^* - a)u_1^* \\ 0 &= 1 - bu_2^* - (u_1^*)^2 \\ 0 &= -u_1^* - cu_3^* \end{aligned}$$

and the constant vector  $u^* = (u_1^*, u_2^*, u_3^*)^T \in R^3$  which satisfies this algebraic system. Let  $\Gamma = \{u = (u_1, u_2, u_3)^T \in R^3 \mid I_i(u) = 0, i = 1,2,3\}$  be the set of all zeros of functions representing the impulsive effects. Suppose that the following condition

(E)  $u^* \in \Gamma$

is satisfied. Then, lemmas concerning the equilibrium points of the system (1) which has impulsive effects are given below.

**Lemma 3.** If  $c - b - abc \leq 0$  and the condition (E) are valid, then the system (1) has a unique equilibrium  $u^* = \left(0, \frac{1}{b}, 0\right)$ .

**Lemma 4.** If  $c - b - abc > 0$  and the condition (E) are valid, then the system (1) has three equilibria  $u^* = \left(0, \frac{1}{b}, 0\right)$ ,  $u^* = \left(\pm \sqrt{\frac{c-b-abc}{c}}, \frac{1+ac}{c}, \mp \frac{1}{c} \sqrt{\frac{c-b-abc}{c}}\right)$ .

If a transformation  $u - u^* = v$  is applied to (1) based on Lemma 3, then the system (1) can be written as follows:

$$\begin{cases} v_1' = v_3 + v_2(v_1 + u_1^*) + (u_2^* - a)v_1, t \neq \tau_k, \\ v_2' = -bv_2 - v_1^2 - 2v_1u_1^*, t \neq \tau_k, \\ v_3' = -v_1 - cv_3, t \neq \tau_k, \\ \Delta v_i |_{t=\tau_k} = W_{ik}(v(\tau_k^-)), i = 1,2,3, k \in N, \end{cases} \quad (2)$$

where

$$\begin{aligned} v(t) &= (v_1(t), v_2(t), v_3(t))^T \in R^3 \\ &\text{and} \\ W_{ik}(v(\tau_k^-)) &= I_{ik}(v(\tau_k^-) + u_i^*) - I_{ik}(u_i^*). \end{aligned}$$

For convenience, let  $v_1(t), v_2(t), v_3(t)$  be notated as  $v_1, v_2, v_3$ , respectively, throughout the paper.

## 2. Stability Investigation of the Trivial Solution of the Financial Model with Impulses

Suppose that the following assumptions are valid:

$$(C1) \eta = \min \left\{ a - \frac{1}{b}, b, c \right\} > 0;$$

$$(C2) \text{ There exists a non-negative constant } \rho \text{ satisfying } \rho \leq -\frac{\sum_{j=1}^3 W_{jk}(v)(W_{jk}(v)+2v_j)}{v_1^2+v_2^2+v_3^2}.$$

Then, sufficient conditions for the asymptotic stability of the trivial solution of (2) based on Lyapunov's second method are given by the following theorem:

**Theorem 1.** Assume that the conditions (C1), (C2) and the assumptions of Lemma 3 hold. Then, the zero solution of (2) is asymptotically stable.

**Proof.** Take a function  $V(v) = \mu(v_1^2 + v_2^2 + v_3^2), \mu > 0$ , which can be considered as a Lyapunov function since it is positive definite. First, evaluation of the derivative of the Lyapunov function for the time variable  $t$  leads to  $V'(v) \leq -2\mu\eta\|v\|^2$ . Second, the inequality given by  $V(v + W_k(v)) - V(v) \leq -\rho\mu(v_1^2 + v_2^2 + v_3^2) = -\psi(V(v))$  is valid for a continuous function  $\psi(s) = \rho s$  with respect to  $s \geq 0, \psi(0) = 0$ , and for  $\psi(s) > 0, s > 0$ , where  $W_k(v) = (W_{1k}(v(\tau_k)), W_{2k}(v(\tau_k)), W_{3k}(v(\tau_k)))^T$ . Thus, the asymptotic stability of the zero solution of (2) is affirmed on the grounds of conditions (C1) and (C2).  $\square$

**Remark:** The equilibrium  $u^* = (0, \frac{1}{b}, 0)$  of (1) is also asymptotically stable since the transformation  $u - u^* = v$  is linear.

## 3. An Example and a Simulation

**Example 1.** Take the sequence  $\tau_k = k + \frac{(-1)^k}{12}, k \in N$ . By taking particular parameters and impulsive operators in the finance system (1), consider the following system

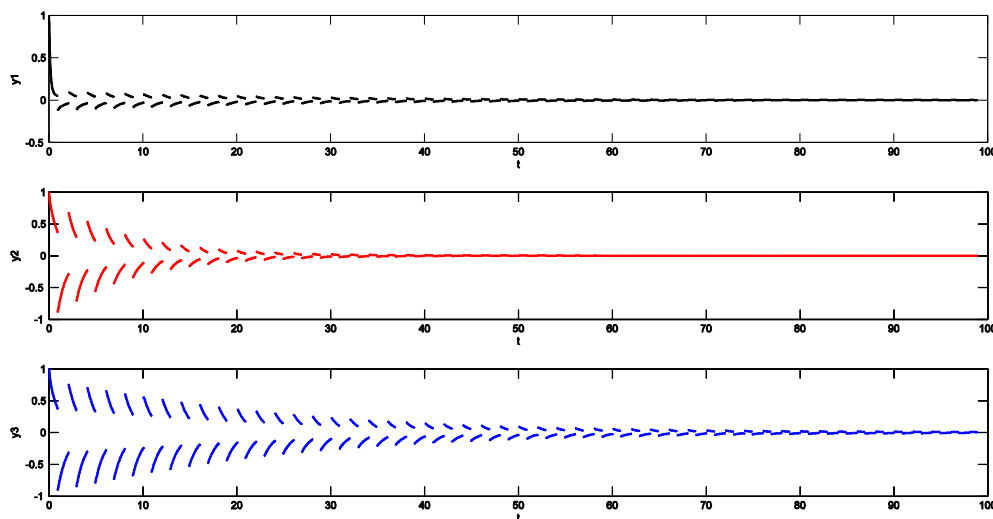
$$\begin{cases} x_1' = x_3 + x_1(x_2 - 10), t \neq \tau_k, \\ x_2' = 1 - x_2 - x_1^2, t \neq \tau_k, \\ x_3' = -x_1 - 0.8x_3, t \neq \tau_k, \\ \Delta x_1 |_{t=\tau_k} = -1.5(2 - 0.4 \cos(x_1(\tau_k^-)))x_1(\tau_k^-) \\ \Delta x_2 |_{t=\tau_k} = -1.5(2 - 0.4 \cos(x_2(\tau_k^-) - 1))(x_2(\tau_k^-) - 1) \\ \Delta x_3 |_{t=\tau_k} = -1.5(2 - 0.4 \cos(x_3(\tau_k^-)))x_3(\tau_k^-), k \in Z, \end{cases} \quad (3)$$



which has a unique equilibrium point  $x^* = (0,1,0)$ . The system (3) can be considered as

$$\begin{cases} y_1' = y_3 + y_1(y_2 - 9), t \neq \tau_k, \\ y_2' = -y_2 - y_1^2, t \neq \tau_k, \\ y_3' = -y_1 - 0.8y_3, t \neq \tau_k, \\ \Delta y_i |_{t=\tau_k} = -1.5(2 - 0.4 \cos(y_i(\tau_k^-)))y_i(\tau_k^-), i = 1,2,3, \end{cases} \quad (4)$$

by the linear transformation  $x_1 = y_1, x_2 - 1 = y_2, x_3 = y_3$ . It can easily be seen that the conditions (C1), (C2) and the conditions of Theorem 1 hold. Thus, the zero solution of (4) is asymptotically stable and its behaviour is seen in the following figure:



**Figure 1.** Time responses of state variables  $y_i(t), i = 1,2,3$ , of (4) starting at  $(y_1(0), y_2(0), y_3(0)) = (1,1,1)$  for  $t \in [0,100.0833]$

## CONCLUSION

In this paper, the Huang-Li system is developed by impulsive effects. The impulsive effects enable the finance model to be addressed in accordance with its nature. Due to the nonlinear impulsive operators located in the considered model, it is not possible to reach the exact solution of the system. Therefore, we take into consideration the Lyapunov's second method, which does not require to reach the solutions of the system, to perform the stability analysis of the system. For this aim, a linear transformation is applied to impulsive Huang-Li system and so the stability analysis is performed. By this method, sufficient conditions that guarantee the asymptotic stability of the zero solution are reached. It is the first time in the literature that Lyapunov's second method for impulsive

differential equations is applied to this type of finance model with impulsive effects. So, this research and its subject are remarkable because they contribute to the qualitative theory of such equations. By considering the related model for some parameters and a specific impulsive operator, the reached theoretical results are exemplified and the simulation concerning these examples are presented.

**Acknowledgements :** This work is supported by TÜBİTAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) under Project No 118F185.

## REFERENCES

- [1] Akhmet, M. U., *Principles of Discontinuous Dynamical Systems*, Springer/New York, 2010.
- [2] Aruğaslan Çinçin, D., *İmpulsif Diferansiyel Denklemlere Giriş*, Palme Yayıncılık/Ankara, 2015.
- [3] Bainov, D. D., Simeonov, P. S., *Systems with Impulse Effect, Theory and Applications*, Ellis Horwood Series in Mathematics and its Applications, Ellis Horwood/Chichester, U.K., 1989.
- [4] Bainov, D. D., Simeonov, P. S., *Impulsive Differential Equations: Asymptotic Properties of the Solutions*, World Scientific/Singapore, New Jersey, London, Hong Kong, 1995.
- [5] Samoilenko, A. M., Perestyuk, N. A., *Impulsive Differential Equations*, World Scientific/Singapore, 1995.
- [6] Samoilenko, A. M., Perestyuk, N. A., *Impulsive Differential Equations (in Russian)*, Vischa Shkola/Kiev, 1987.
- [7] Akhmet, M. U., Akhmetova, Z., Fen, M. O. Chaos in economic models with exogenous shocks, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 106, 95-108, 2014.
- [8] Akhmet, M. U., Akhmetova, Z., Fen, M. O. Exogenous versus endogenous for chaotic business cycles, *Discontinuity, Nonlinearity, and Complexity*, 5(2), 101-119, 2016.
- [9] Ma, J. H., Chen, Y.S. Study for the bifurcation topological structure and the global complicated character of a kind of non-linear finance system (I), *Appl. Math. Mech.*, 11(22), 1119-1128, 2001.



- [10] Ma, J. H., Chen, Y. S. Study for the bifurcation topological structure and the global complicated character of a kind of non-linear \_nance system (II), *Appl. Math. Mech.*, 12(22), 1236-1242, 2001.
- [11] Mette, F. M. B., de Matos, C. A., Rohden, S. F., Ponchio, M. C. Explanatory mechanisms of the decision to buy on credit: The role of materialism, impulsivity and financial knowledge, *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 21, 15-21, 2019.
- [12] Oyelami, B. O., Ale S. O. Application of  $E^{\{p\}}$ -stability to impulsive financial model, *International Journal of Analysis and Applications*, 2(1), 38-53, 2013.
- [13] Yang, T., Yang, L. B., Yang, C. M. Impulsive control of Lorenz system, *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 110(1-2), 18–24, 1997.

## UNIFORM ASYMPTOTIC STABILITY OF A HIGHER ORDER DIFFERENTIAL EQUATION WITH GENERALIZED PIECEWISE CONSTANT ARGUMENT

Dr. Nur CENGİZ <sup>1</sup>, Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Süleyman Demirel University, Graduate School of Natural and Applied Sciences,

nurcengizm@gmail.com - <http://orcid.org/0000-0002-2813-5906>

<sup>2</sup> Süleyman Demirel University, Department of Mathematics, [duyguarugaslan@sdu.edu.tr](mailto:duyguarugaslan@sdu.edu.tr) -

<http://orcid.org/0000-0003-1867-0996>

### ABSTRACT

In the literature, many practical problems are modeled with ordinary differential equations. However, in some cases, the models created by using such differential equations do not reflect the real situation. For example, time delays can be observed in several problems and this can affect the behavior of the system significantly. Therefore, differential equations established without ignoring deviating arguments and the qualitative theory of these equations are of great importance in order to reach more natural models and to analyze their behavior. The models representing real-world problems in many fields such as physics, biology, engineering, economy, medicine etc., are proposed to interpret the qualitative properties of these problems. Stability analysis for these models is one of the noteworthy research topics. In this respect, Lyapunov's second method and its developed forms are quite useful since they allow stability analysis without the need to reach the solutions of the models. In the present work, a third-order differential equation which may correspond to many real life problems is considered by piecewise constant argument of generalized type as deviating argument. Its uniform asymptotic stability is examined. This model includes nonlinear terms, non-autonomous functions and discontinuous arguments. Therefore, it is very important to be able to analyze this model without reaching the solution. In this context, the Lyapunov-Krasovskii method developed for functional differential equations is used. By constructing a Lyapunov functional for our model including generalized piecewise constant argument, stability analysis is performed. The reached theoretical results concerning the stability investigation are evaluated with the help of an example and a numerical simulation.

**Keywords :** Uniform asymptotic stability, Lyapunov functional, Piecewise constant argument of generalized type, Third-order differential equations, Simulation

### 1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

Qualitative theory of differential equations has been developed rapidly and it still attracts the attention of many scientists [1]-[3]. It has been emphasized in recent studies that

discontinuous traits may show up in the evolution of real processes in different forms [4]-[10]. Intrinsically, these processes are interpreted more accurately when they are modeled by differential equations with discontinuities. This requires to extend and develop the theory of differential equations for the ones including discontinuous effects such as impulses, time delays and deviating arguments. Differential equations with piecewise constant arguments can be considered among the differential equations which have discontinuous features. This class of differential equations, i.e., differential equations with piecewise constant arguments, has been commenced on 1980s [11], where the greatest integer function is taken as the argument. Later, numerous studies followed the work of the pioneers of these equations on the grounds that they have the potential to explicate and model many real world problems [9], [12]-[15]. The definement of differential equations including piecewise constant arguments has been generalized in [16] by taking random piecewise constant functions as arguments. By this generalization, it has been presumed that each interval whose endpoints are the consecutive switching points of the argument may have different lengths. There exist various studies devoted to both theoretical and applied problems of differential equations with generalized piecewise constant argument, see, for example, [9, 10, 17, 18] and the references which are cited therein. Theoretical studies include mainly the results on existence-uniqueness, stability, oscillatory behavior and periodicity of the solutions. Besides, one can see applications of these generalized equations on neural networks, population dynamics, spring-mass systems and other areas.

In the present study, it is aimed to analyze the stability of a higher order differential equation including generalized piecewise constant arguments through the Lyapunov-Krasovskii method [19]-[21]. Let  $Z, N, R, R^+$  and  $R^n, n \in N$ , amount to the set of integers, natural numbers, real numbers, non-negative real numbers and the real space having  $n$  dimensions, respectively. The main focus of this study is the equation given by

$$u'''(t) + q(t)\gamma(u(t), u'(t))u''(t) + n(t)\sigma(u(t), u'(t)) + m(t)h(u(\beta(t))) = 0, \quad (1)$$

where  $u \in R, t \in [t_0, \infty)$ , and  $\beta(t) = \theta_i$  is defined when  $t \in [\theta_i, \theta_{i+1}), i \in Z$ . Fix a real valued sequence  $\theta = \{\theta_i\}, i \in Z$ , such that  $0 \leq \theta_i < \theta_{i+1}$  for all  $i \in Z$  with  $\theta_i \rightarrow \infty$  as  $i \rightarrow \infty$ . Without loss of generality, let us assume that  $\theta_i < t_0 \leq \theta_{i+1}$  for an  $i \in Z$ . The functions  $q(t), n(t), m(t)$  are continuously differentiable on  $[t_0, \infty)$ .  $\gamma, \sigma$  and  $h$  are continuous on  $R \times R, R \times R$  and  $R$ , respectively, with  $\sigma(u, 0) = 0$  for all  $u \in R$  and  $h(0) = 0$ . Assume that the derivatives  $\frac{d}{du}h(u) = h'(u), \frac{\partial}{\partial u_j}\gamma(u_1, u_2) = \gamma_{u_j}(u_1, u_2)$  and  $\frac{\partial}{\partial u_j}\sigma(u_1, u_2) = \sigma_{u_j}(u_1, u_2), j = 1, 2$ , exist and are continuous. The equation (1) is equivalent to the following systems

$$\begin{cases} v_1' = v_2 \\ v_2' = v_3 \\ v_3' = -q(t)\gamma(v_1, v_2)v_3 - n(t)\sigma(v_1, v_2) - m(t)h(v_1) + \int_{\beta(t)}^t h'(v_1(s))v_2(s)ds \end{cases} \quad (2)$$

and

$$\begin{cases} v_1' = v_2 \\ v_2' = v_3 \\ v_3' = -q(t)\gamma(v_1, v_2)v_3 - n(t)\sigma(v_1, v_2) - m(t)h(v_1(\beta(t))). \end{cases} \quad (3)$$

By constructing a Lyapunov functional for our model including generalized piecewise constant argument, stability analysis is performed. Previously, a useful result is obtained to use in the stability analysis. Sufficient conditions for the existence and uniqueness of the solutions of (2) (resp., (3)) are expressed. The reached theoretical results concerning the stability investigation are evaluated with the help of an example and a numerical simulation.

### 1.1. Notations and Assumptions

Some notations are defined to facilitate the analysis:

$$\begin{aligned} \Omega &= e^{(Q(\varepsilon+a)+\bar{\theta}N(\lambda+b))\bar{\theta}+2M\epsilon_1\bar{\theta}^3}, \Omega_1 = M\epsilon_1\bar{\theta}, \Omega_2 = [N(\lambda+b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta}]\bar{\theta}; \\ \kappa_1 &= \{1 - \bar{\theta}^2\Omega_1\Omega\}^{-1}, \kappa_{12} = \bar{\theta}[1 + \bar{\theta}\Omega_2\Omega], \kappa_{13} = \bar{\theta}^2\Omega; \\ \kappa_2 &= \{1 - \bar{\theta}\Omega_2\Omega\}^{-1}, \kappa_{23} = \bar{\theta}\Omega, \kappa_{21} = \bar{\theta}\Omega_1\Omega; \\ \kappa_3 &= \{1 - \bar{\theta}\Omega\{Q(\varepsilon+a) + \bar{\theta}(N(\lambda+b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta})\}\}^{-1}, \\ \kappa_{32} &= \bar{\theta}\{Q(\varepsilon+a)\Omega_2\Omega + (N(\lambda+b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta})[1 + \bar{\theta}\Omega_2\Omega]\}, \\ \kappa_{31} &= \bar{\theta}M\epsilon_1\{\bar{\theta}\Omega(Q(\varepsilon+a) + \bar{\theta}(N(\lambda+b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta})) + 1\}; \\ E &= \max\{M\epsilon_1E^*, 1 + N(\lambda+b)E^*, 1 + Q\ell^\gamma E^*\}, \\ E^* &= (M\epsilon_1 + Q\ell^\gamma + N(\lambda+b)), \\ E_* &= \max\{M\epsilon_1E^* + 3(Q\ell^\gamma)^2 + 2(N\ell^\sigma)^2 + 4Q\ell^\gamma N\ell^\sigma + 3M\epsilon_1(Q\ell^\gamma + N\ell^\sigma), 1 + \\ &\quad N(\lambda+b)E^* + 3(Q\ell^\gamma)^2 + 2(N\ell^\sigma)^2 + 4Q\ell^\gamma N\ell^\sigma + M\epsilon_1(Q\ell^\gamma + N\ell^\sigma), 1 + \\ &\quad Q\ell^\gamma(E^* + 2Q\ell^\gamma + 2N\ell^\sigma)\}; \\ R_{11} &= 1 + \bar{\theta}[1 + \bar{\theta}\Omega_2\Omega] + \bar{\theta}^2\Omega, \\ R_{12} &= \bar{\theta}[1 + \bar{\theta}\Omega_2\Omega]\{\bar{\theta}[1 + \bar{\theta}\Omega_2\Omega] + 1 + \bar{\theta}^2\Omega\}, \\ R_{13} &= \bar{\theta}^2\Omega\{\bar{\theta}^2\Omega + 1 + \bar{\theta}[1 + \bar{\theta}\Omega_2\Omega]\}; \\ R_{21} &= \bar{\theta}\Omega_1\Omega\{\bar{\theta}\Omega_1\Omega + 1 + \bar{\theta}\Omega\}, \\ R_{22} &= 1 + (\Omega_1 + 1)\Omega\bar{\theta}, \\ R_{23} &= \bar{\theta}\Omega(\bar{\theta}\Omega + 1 + \bar{\theta}\Omega_1\Omega); \end{aligned}$$



$$R_{31} = (\bar{\theta}M\epsilon_1) \left\{ \bar{\theta}\Omega \left( Q(\epsilon + a) + \bar{\theta}(N(\lambda + b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta}) \right) + 1 \right\} \\ \times \left\{ 1 + (\bar{\theta}M\epsilon_1) \left\{ \bar{\theta}\Omega \left( Q(\epsilon + a) + \bar{\theta}(N(\lambda + b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta}) \right) + 1 \right\} \right. \\ \left. + \bar{\theta} \left\{ Q(\epsilon + a)\Omega_2\Omega + (N(\lambda + b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta}) [1 + \bar{\theta}\Omega_2\Omega] \right\} \right\},$$

$$R_{32} = \bar{\theta} \left\{ Q(\epsilon + a)\Omega_2\Omega + (N(\lambda + b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta}) [1 + \bar{\theta}\Omega_2\Omega] \right\} \\ \times \left[ \bar{\theta} \left\{ Q(\epsilon + a)\Omega_2\Omega + (N(\lambda + b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta}) [1 + \bar{\theta}\Omega_2\Omega] \right\} + 1 \right. \\ \left. + (\bar{\theta}M\epsilon_1) \left\{ \bar{\theta}\Omega \left( Q(\epsilon + a) + \bar{\theta}(N(\lambda + b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta}) \right) + 1 \right\} \right],$$

$$R_{33} = 1 + \bar{\theta}M\epsilon_1 \left\{ \bar{\theta}\Omega \left( Q(\epsilon + a) + \bar{\theta}(N(\lambda + b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta}) \right) + 1 \right\} \\ + \bar{\theta} \left\{ Q(\epsilon + a)\Omega_2\Omega + (N(\lambda + b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta}) [1 + \bar{\theta}\Omega_2\Omega] \right\};$$

$$R = \max \left\{ \left( \left\{ 1 - \bar{\theta}\Omega_2\Omega \right\}^{-2} R_{21} \right. \right. \\ \left. \left. + \left\{ 1 - \bar{\theta}\Omega \left\{ Q(\epsilon + a) + \bar{\theta}(N(\lambda + b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta}) \right\} \right\}^{-2} R_{31} \right), \left( \left\{ 1 - \bar{\theta}^2\Omega_1\Omega \right\}^{-2} R_{12} \right. \right. \\ \left. \left. + \left\{ 1 - \bar{\theta}\Omega \left\{ Q(\epsilon + a) + \bar{\theta}(N(\lambda + b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta}) \right\} \right\}^{-2} R_{32} \right), \left( \left\{ 1 - \bar{\theta}^2\Omega_1\Omega \right\}^{-2} R_{13} + \left\{ 1 - \bar{\theta}\Omega_2\Omega \right\}^{-2} R_{23} \right) \right\},$$

$$P_1 = \frac{1}{2} \left\{ 2m_0\epsilon_2(q_0n_0 - M) - (q_0n_0 - M)(N(b + \lambda) - n_0 + Q(a + \epsilon) - q_0) \right. \\ \left. - (q_0n_0 - M)M\epsilon_1\bar{\theta} \right. \\ \left. - \bar{\theta}\kappa(1 - R)^{-1}R_1 \left( \frac{1}{2}(\alpha + 1)M\epsilon_1 + \frac{1}{2}(q_0n_0 - M)M\epsilon_1 \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{1}{2}q_0M\epsilon_1(1 + q_0) \right) \right\},$$

$$P_2 = \frac{1}{2} \left\{ -N(b + \lambda - 1) - \alpha Q(\epsilon + a - 1) + 2\alpha n_0b - 2\bar{\theta} - 2M\epsilon_1 - \bar{\theta}\alpha M\epsilon_1 + \chi \right. \\ \left. - q_0^2M\epsilon_1\bar{\theta} + 2q_0^2n_0b \right. \\ \left. - ((q_0n_0 - M)(N(b + \lambda) - n_0) + M - m_0 + q_0(N(b + \lambda) - n_0) \right. \\ \left. + q_0^2(Q(\epsilon + a) - q_0)) \right. \\ \left. - \bar{\theta}\kappa(1 - R)^{-1}R_2 \left( \frac{1}{2}(\alpha + 1)M\epsilon_1 + \frac{1}{2}(q_0n_0 - M)M\epsilon_1 \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{1}{2}q_0M\epsilon_1(1 + q_0) \right) \right\},$$

$$P_3 = \frac{1}{2} \left\{ -N(b + \lambda - 1) + \alpha Q(\epsilon + a - 1) + 2q_0a - 2\alpha - \bar{\theta}M\epsilon_1 - q_0M\epsilon_1\bar{\theta} \right. \\ - ((q_0n_0 - M)(Q(a + \epsilon) - q_0) + M - m_0 + q_0(N(b + \lambda) - n_0) \\ + q_0^2(Q(\epsilon + a) - q_0)) + 2q_0^2(q_0a - 1) \\ - \bar{\theta}\kappa(1 - R)^{-1}R_3 \left( \frac{1}{2}(\alpha + 1)M\epsilon_1 + \frac{1}{2}(q_0n_0 - M)M\epsilon_1 \right. \\ \left. \left. + \frac{1}{2}q_0M\epsilon_1(1 + q_0) \right) \right\}.$$

Suppose that the following conditions are satisfied:

- (L1)  $0 < q_0 \leq q(t) \leq Q, 0 < n_0 \leq N(t) \leq N, 0 < m_0 \leq m(t) \leq M$  for all  $t \in [t_0, \infty)$ ;
- (L2)  $h'(u) \leq \epsilon_1 < 1$  for all  $u \in R$  ;
- (L3) There is a number  $\bar{\theta} > 0$  such that  $\theta_{i+1} - \theta_i \leq \bar{\theta}, i \in \mathbb{Z}$ ;
- (L4) The function  $\sigma$  satisfies the inequalities  $|\sigma(u^1, v^1) - \sigma(u^2, v^2)| \leq l^\sigma(|u^1 - u^2| + |v^1 - v^2|)$  for Lipschitz constant  $l^\sigma$  and for all  $u^j, v^j \in R, j = 1, 2$ ;
- (L5)  $0 \leq \gamma(u, v) - a \leq \epsilon, (v \neq 0), |\gamma_u(u, v)z| \leq a^*, |\gamma_v(u, v)z| \leq a_*$  for all  $u, v, z \in R$  and for the non-negative constants  $a, \epsilon, a^*, a_*$ ;
- (L6)  $0 \leq \frac{\sigma(u, v)}{v} - b \leq \lambda, (v \neq 0)$  for all  $u, v \in R$  and for the non-negative constants  $b, \lambda$ ;
- (L7)  $\bar{\theta}\Omega\{Q(\epsilon + a) + \bar{\theta}(N(\lambda + b) + 2M\epsilon_1\bar{\theta})\} < 1, \bar{\theta}\Omega_2\Omega < 1, \bar{\theta}^2\Omega_1\Omega < 1, R < 1$ ;
- (L8)  $(2\bar{\theta})^2 E_* < 1$  and  $\bar{\theta}e^{\bar{\theta}\sqrt{E_*}(\sqrt{E_*} + 2\sqrt{M\epsilon_1(M\epsilon_1 + 3Q\ell^g + 2N\ell^\sigma)})} < 1$ ;
- (L9)  $\int_0^\infty |m'(s)|ds \leq \bar{m} < \infty$ , and  $m'(t) \rightarrow 0$  as  $t \rightarrow \infty$ ;
- (L10) For all  $v_1$ , let  $\frac{h(v_1)}{v_1} \geq \epsilon_2 > 0, (v_1 \neq 0)$  be;
- (L11)  $q_0n_0 - M > 0$ ;
- (L12)  $\alpha q'(t) + n'(t) - \frac{1}{\alpha}m'(t) \leq -\chi$  for  $\alpha = q_0$ ;
- (L13)  $P_i > 0, i = 1, 2, 3$ .

**Remark 1.** Based on the condition (L5), it can be seen that  $\gamma(v_1, v_2)v_3$  satisfies the inequality  $|\gamma(v_1^1, v_2^1)v_3^1 - \gamma(v_1^2, v_2^2)v_3^2| \leq \ell^\gamma(|v_1^1 - v_1^2| + |v_2^1 - v_2^2| + |v_3^1 - v_3^2|)$  for all  $v_1^1, v_2^1, v_3^1, v_1^2, v_2^2, v_3^2 \in R$ , where  $\ell^\gamma = \max\{a^*, a_*, a + \epsilon\}$ .

### 3. THEORETICAL RESULTS AND SIMULATIONS

#### 3.1. Some Useful Inequalities and Existence Uniqueness Theorem

This subsection discusses a relation which is useful in the stability analysis.

**Lemma 1.** (L1)-(L3) and (L5)-(L7) be satisfied. Then the following inequalities

$$\begin{aligned} |v_1(\beta(t))| &\leq \kappa_1\{|v_1| + |v_2(\beta(t))|\kappa_{12} + |v_3(\beta(t))|\kappa_{13}\}, \\ |v_2(\beta(t))| &\leq \kappa_2\{|v_2| + |v_3(\beta(t))|\kappa_{23} + |v_1(\beta(t))|\kappa_{21}\}, \\ |v_3(\beta(t))| &\leq \kappa_3\{|v_3| + |v_2(\beta(t))|\kappa_{32} + |v_1(\beta(t))|\kappa_{31}\} \end{aligned}$$

hold for all  $t \in [t_0, \infty)$ .

**Lemma 2.** Let (L1)-(L6), (L9) and (L8) be satisfied and  $i \in \mathbb{Z}$  be fixed. Then, for every  $(\xi, v_0) \in [\theta_i, \theta_{i+1}] \times R^3$ , there exists a unique solution  $v(t) = v(t, \xi, v_0)$  of the equation (2) (resp., (3)) on  $[\theta_i, \theta_{i+1}]$ .

These results can be proved similarly to the proofs of Lemma 1 and Lemma 2 in [10]. Moreover, drawing advantage from Lemma 2, one can show easily by induction that the solution of (2) (resp., (3)) exists and is unique on the interval  $[t_0, \infty)$ .

### 3.2. Stability of The Trivial Solution Based on the Lyapunov-Krasovskii Method

**Theorem 1.** Suppose that the conditions (L1)-(L13) are satisfied. Then, the trivial solution of (2) (resp., (3)) is uniformly asymptotically stable.

*Proof.* For  $r(t) = \int_0^t |m'(s)|ds$ ,

$$\begin{aligned} V_1 &= V_1(t, v_{1t}, v_{2t}, v_{3t}) \\ &= \frac{1}{2} v_3^2 + \frac{1}{2} (n(t) + \alpha q(t)) v_2^2 + \alpha v_2 v_3 + \alpha m(t) \int_0^{v_1} h(s) ds \\ &\quad + m(t) h(v_1) v_2 + \lambda \int_{\beta(t)-t}^0 \int_{t+s}^t v_2^2(\xi) d\xi ds \end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned} V_2 &= V_2(t, v_{1t}, v_{2t}, v_{3t}) \\ &= \frac{1}{2} m(t) v_2^2 + \frac{n_0}{2} (q_0 n_0 - M) v_1^2 \\ &\quad + (q_0 n_0 - M) (q_0 n_0 - M) v_1 (q_0 v_2 + v_3) + q_0^2 \mu(t) \int_0^{v_1} h(s) ds \\ &\quad + q_0 m(t) h(v_1) v_2 + \frac{q_0}{2} (q_0 v_2 + v_3)^2, \end{aligned}$$

consider the Lyapunov functional

$$V = V(t, v_{1t}, v_{2t}, v_{3t}) = e^{-\frac{r(t)}{m_0}} \left( V_1(t, v_{1t}, v_{2t}, v_{3t}) + V_2(t, v_{1t}, v_{2t}, v_{3t}) \right).$$

Since the integral  $\int_{\beta(t)-t}^0 \int_{t+s}^t v_2^2(\xi) d\xi ds$  is non-negative,

$$V_1 + V_2 \geq \left( \epsilon_2(\delta_1 + \delta_2) + \frac{(q_0 n_0 - M)M}{q_0} \right) v_1^2 + \frac{(q_0 n_0 - M)}{2q_0} v_2^2 + \frac{q_0}{2} \left( (q_0 v_2 + v_3) + \frac{(q_0 n_0 - M)}{q_0} v_1 \right)^2$$

is obtained. Thus, a constant  $\delta = \delta(m_0, q_0, n_0, \delta_1, \delta_2, M)$  can be found such that  $V_1 + V_2 \geq \delta(v_1^2 + v_2^2 + v_3^2)$ .

$$V \geq \delta e^{-\frac{\bar{m}}{m_0}}(v_1^2 + v_2^2 + v_3^2).$$

Here, if the inequalities which are given in the Subsection 3.1 are considered, then

$$\begin{aligned} \int_{\beta(t)}^t v_2^2(s) ds &\leq \int_{\beta(t)}^t \kappa \{v_1^2(\theta_i) + v_2^2(\theta_i) + v_3^2(\theta_i)\} ds \\ &\leq \bar{\theta} \kappa \{v_1^2(\theta_i) + v_2^2(\theta_i) + v_3^2(\theta_i)\} \\ &\leq \underline{\theta} \kappa (1 - R)^{-1} \{R_1 v_1^2 + R_2 v_2^2 + R_3 v_3^2\} \end{aligned}$$

is reached. Thus, the derivative of the Lyapunov functional with respect to  $t$  while  $t \neq \theta_i$  is evaluated as

$$\begin{aligned} V_1' &\leq \alpha m'(t) \int_0^{v_1} (1 - h'(\xi)) h(\xi) d\xi + \frac{1}{2} \alpha m'(t) \left\{ h(v_1) + \frac{v_2}{\alpha} \right\}^2 \\ &\quad + \frac{1}{2} \left\{ n'(t) + \alpha q'(t) - \frac{1}{\alpha} m'(t) \right\} v_2^2 \\ &\quad + \frac{1}{2} v_2^2 \{ N(b + \lambda - 1) + \alpha Q(\epsilon + a - 1) - 2\alpha n_0 b + 2\bar{\theta} + 2M\epsilon_1 \\ &\quad + \bar{\theta} \alpha M\epsilon_1 \} \\ &\quad + \frac{1}{2} v_3^2 \{ N(b + \lambda - 1) + \alpha Q(\epsilon + a - 1) - 2q_0 a + 2\alpha + \bar{\theta} M\epsilon_1 \} \\ &\quad + \frac{1}{2} M\epsilon_1 (\alpha + 1) \int_{\beta(t)}^t v_2^2(s) ds \end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned}
 V_2' \leq & q_0^2 m'(t) \int_0^{v_1} (1 - h'(\xi)) h(\xi) d\xi + \frac{1}{2} q_0^2 m'(t) \left( h(v_1) + \frac{v_2}{q_0} \right)^2 \\
 & - v_1^2 \left[ m_0 \epsilon_2 (q_0 n_0 - M) \right. \\
 & \left. - \frac{1}{2} (q_0 n_0 - M) (N(b + \lambda) - n_0 + Q(a + \epsilon) - q_0) \right] \\
 & - v_2^2 \left[ -\frac{1}{2} ((q_0 n_0 - M) (N(b + \lambda) - n_0) + M - m_0 \right. \\
 & \left. + q_0 (N(b + \lambda) - n_0) + q_0^2 (Q(\epsilon + a) - q_0)) + q_0^2 n_0 b \right] \\
 & - v_3^2 \left[ -\frac{1}{2} ((q_0 n_0 - M) (Q(a + \epsilon) - q_0) + M - m_0 \right. \\
 & \left. + q_0 (N(b + \lambda) - n_0) + q_0^2 (Q(\epsilon + a) - q_0)) + q_0^2 (q_0 a - 1) \right] \\
 & + \frac{1}{2} (q_0 n_0 - M) M \epsilon_1 \left( \bar{\theta} v_1^2 + \int_{\beta(t)}^t v_2^2(s) ds \right) \\
 & + \frac{1}{2} q_0 M \epsilon_1 \left( \bar{\theta} v_3^2 + q_0 \bar{\theta} v_2^2 + (1 + q_0) \int_{\beta(t)}^t v_2^2(s) ds \right).
 \end{aligned}$$

In consequence,

$$V'(t, v_{1t}, v_{2t}, v_{3t}) \leq e^{-\frac{\bar{m}}{m_0} P} (v_1^2 + v_2^2 + v_3^2)$$

is obtained. Here,  $P = \min_{1 \leq i \leq 3} P_i, P_i > 0, i = 1, 2, 3$ . As a result, uniform asymptotic stability of the trivial solution of (2) (resp., (3) and also (1)) is achieved pursuant to Lyapunov-Krasovskii method.  $\square$

### 3.3. Example and Simulation

**Example 1.** Consider the third order differential equation

$$\begin{aligned}
 y'''(t) + \frac{1}{3} y''(t) + \frac{1}{8} \left( 9 + \frac{1}{1 + (y'(t))^2} \right) y'(t) \\
 + \frac{1}{48} \left( y(\beta(t)) + \frac{y(\beta(t))}{1 + y^2(\beta(t))} \right) = 0 \quad (4)
 \end{aligned}$$

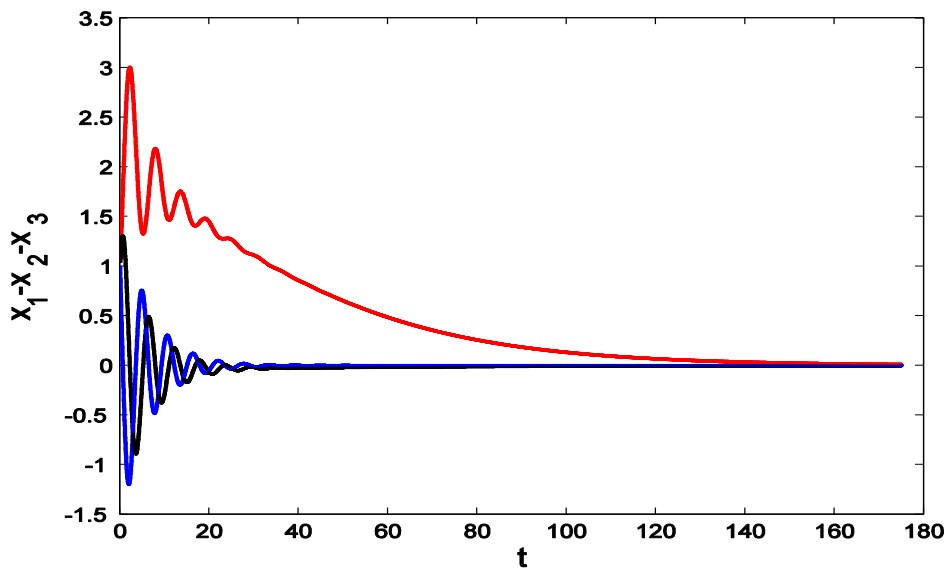
with generalized differential equation. Let  $\theta_i = \frac{1}{40} \left( i + \frac{(-1)^i}{3} \right), i \in Z$ , be the sequence used for the definition of the argument function. Let the solution of (4) be started at the point  $(x_1(0.00834), x_2(0.00834), x_3(0.00834)) = (1, 1, 1)$ . Equation (4) is equivalent to the following systems

$$\begin{cases} x_1' = x_2 \\ x_2' = x_3 \\ x_3' = -\frac{1}{3}x_3 - \frac{1}{8}\left(9 + \frac{1}{1+x_2^2}\right)x_2 - \frac{1}{48}\left(x_1 + \frac{x_1}{1+x_1^2}\right) + \\ \quad + \int_{\beta(t)}^t \frac{1}{48}\left(1 + \frac{1-x_1^2(s)}{(1+x_1^2(s))^2}\right)x_2(s)ds \end{cases} \quad (5)$$

and

$$\begin{cases} x_1' = x_2 \\ x_2' = x_3 \\ x_3' = -\frac{1}{3}x_3 - \frac{1}{8}\left(9 + \frac{1}{1+x_2^2}\right)x_2 - \frac{1}{48}\left(x_1(\beta(t)) + \frac{x_1(\beta(t))}{1+x_1^2(\beta(t))}\right). \end{cases} \quad (6)$$

It is seen that all conditions for the theoretical results are satisfied. Hence, the uniform asymptotic stability of the trivial solution is guaranteed by Theorem 1 and this result is demonstrated by a simulation given below.



**Figure 1.** Time responses of state variables  $x_1(t)$  (red one),  $x_2(t)$  (black one) ve  $x_3(t)$  (blue one) of (5) (resp., (6) and (4)) showing the uniform asymptotic stability of the trivial solution for  $\theta_i = \frac{1}{40}\left(i + \frac{(-1)^i}{3}\right), i \in Z$ , and while  $t \in [0.00834, 175.0083333]$

#### 4. CONCLUSION

The fact that higher order differential equations, which are representative of many models in different fields, allows to understand many problems in different fields. For example, such models can be remarkable in many fields such as classical physics, quantum physics, biology and engineering. It is not neglected that the development of the model considered in



this study may be dependent on the past. The piecewise function, taken as the deviating argument, allows arbitrary selection of time intervals. This allows the proposed equation, and even the applications in the fields where this equation is useful, to be considered in harmony with their nature. The fact that the analyzed equation contains such a discontinuous argument and nonlinear functions makes it impossible to reach its exact solutions. Therefore, the Lyapunov-Krasovskii method is used in the stability analysis. Even the selection of the terms of the Lyapunov functional constructed for the considered equation is quite important since some terms can cause compelling operations both for theoretical results and for applications. With the choices made, it is aimed and provided to reach the most suitable conditions in terms of the parameters of the system. It is seen by the given example and simulation that the obtained theoretical results are also suitable for applications.

**Acknowledgements :** This work is supported by TÜBİTAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) under Project No 118F185.

## KAYNAKÇA

- [1] Wiggins, S., *Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos*, Springer, New York, 2003.
- [2] Ding, T.-R., *Approaches to the Qualitative Theory of Ordinary Differential Equations, Dynamical Systems and Nonlinear Oscillations*, New Jersey, World Scientific, 2007.
- [3] Cronin, J., *Ordinary Differential Equations, Introduction and Qualitative Theory*, CRC Press, Boca Raton, 2007.
- [4] Samoilenko, A. M. and Perestyuk, N. A., *Impulsive Differential Equations*, World Scientific, 1995.
- [5] Muroya, Y. Persistence, contractivity and global stability in logistic equations with piecewise constant delays, *J. Math. Anal. Appl.*, 270, 602–635, 2002.
- [6] Henry, C. Differential equations with discontinuous right-hand side for planning procedure, *J. Econom. Theory*, 4, 541–551, 1972.
- [7] Filippov, A. F., *Differential Equations with Discontinuous Right-Hand Sides*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1988.
- [8] Fečkan, M. Bifurcations of periodic and chaotic solutions in discontinuous systems, *Arch. Math.*, 73–82, 1998.

- [9] Tleubergenova, M., Aruğaslan Çinçin, D., Nugayeva, Z., Akhmet, M. Unpredictable Oscillations for Hopfield-Type Neural Networks with Delayed and Advanced Arguments, *Mathematics*, 9, 571, 1-19, 2021.
- [10] Aruğaslan Çinçin, D., Cengiz, N. Qualitative Behavior of a Lienard-Type Differential Equation with Piecewise Constant Delays, *Iranian Journal of Science and Technology Transaction A-Science*, 44, 5, 1439-1446, 2020.
- [11] Cooke, K. L., Wiener, J. Retarded differential equations with piecewise constant delays, *J. Math. Anal. Appl.*, 99, 265-297, 1984.
- [12] Yang, X. Existence and exponential stability of almost periodic solution for cellular neural networks with piecewise constant argument, *Acta Math. Appl. Sin.*, 29, 789-800, 2006.
- [13] Wiener, J., Lakshmikantham, V. A damped oscillator with piecewise constant time delay, *Nonlinear Stud.*, 7, 78-84, 2000.
- [14] Wang, Z., Wu, J. The stability in a logistic equation with piecewise constant arguments, *Differential Equations Dynam. Systems*, 14, 179-193, 2006.
- [15] Dai, L., Singh, M. C. On oscillatory motion of spring-mass systems subjected to piecewise constant forces, *J. Sound Vibration*, 173, 217-232, 1994.
- [16] Akhmet, M. U. Integral manifolds of differential equations with piecewise constant argument of generalized type, *Nonlinear Anal.*, 66, 367-383, 2007.
- [17] Akhmet, M.U., *Nonlinear Hybrid Continuous Discrete-Time Models*, Atlantis Press, Amsterdam-Paris, 2011.
- [18] Xi, Q. Global exponential stability of Cohen-Grossberg neural networks with piecewise constant argument of generalized type and impulses, *Neural Comput.* 28, 1, 229-255, 2016.
- [19] Krasovskii, N. N., *Stability of Motion: Application of Lyapunov's Second Method to Differential Systems and Equations with Time-Delay*, SU Press, Stanford, 1963.
- [20] Rouche, N., Habets, P. and Laloy, M., *Stability Theory by Lyapunov's Direct Method*, New York, Springer-Verlag, 1977.
- [21] Hale, J. K., *Theory of Functional Differential Equations*, Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 1997.

## İKİ DEĞİŞKENLİ MAXIMUM ÇARPIM TİPİ BERNSTEIN-STANCU OPERATÖRÜ

**Prof. Dr. Sevilay KIRCI SERENBAY<sup>1</sup>, Ayşe Kübra BİNMAR<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Harran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü,  
[sevilaykirci@gmail.com](mailto:sevilaykirci@gmail.com) – ORCID ID: 0000-0001-5819-9997

<sup>2</sup> Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalı,  
[aysekubrabinmar@gmail.com](mailto:aysekubrabinmar@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-7861-2742

### ÖZET

Lineer pozitif operatörlerle yaklaşım matematiğinin önemli uygulamalarına sahip olan bir teorisidir. Geçmişten günümüze birçok matematikçi, çalışılması zor olan bir fonksiyona, özellikleri daha iyi bilinen yani çalışılması daha kolay olan, örneğin polinomlar gibi, daha basit yapıda olan fonksiyonlarla yaklaşılabiliyor mu ve bu yaklaşım en iyi nasıl sağlanır sorularına cevaplar aramışlardır. İlk olarak Bernstein 1912 yılında bu polinomun tipini tanımlamış ve o günden bugüne Bernstein polinomunun bir çok genellemesi tanımlanmış ve yaklaşım özellikleri incelenmiştir. Bunlardan biride 1969 yılında Stancu tarafından tanımlanan Bernstein-Stancu polinomudur. Bu çalışmada, lineer olmayan (maksimum-çarpım tip) pozitif operatörlerin iki değişkenli Bernstein-Stancu tip genelleştirmeleri tanımlanmış ve lineer olmayan operatörlerle verilen yaklaşım derecelerinin, lineer operatörlerle verilenler kadar iyi olabileceği incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İki değişkenli Bernstein-Stancu polinomu, Maksimum çarpımı, Yaklaşım teoremi.

### Önceki çalışmalar ve temel kavramlar

**Tanım:**  $\mathbb{R}^+$  üzerinde  $(V)$  maksimum ve  $(\cdot)$  çarpma işlemini göz önüne alalım.  $(\mathbb{R}^+, V, \cdot)$  yarı halkasına sahip bu yapıya maksimum cebri denir.  $I \subset \mathbb{R}$  sınırlı veya sınırsız bir aralık,  $CB_+(I) = \{f: I \rightarrow \mathbb{R}\}$  ( $f$  fonksiyonu  $I$  üzerinde sürekli ve sınırlı) olsun.  $n \in \mathbb{N}$ ,  $f \in CB_+(I)$ ,  $K(\cdot, x_i) \in CB_+(I)$  olmak üzere genel olarak bir  $L_n: CB_+(I) \rightarrow CB_+(I)$  maksimum çarpım tip operatör dizisi,  $L_n(f)(x) = \bigvee_{i=0}^n K_n(x, x_i)f(x_i)$ ,  $L_n(f)(x) = \bigvee_{i=0}^{\infty} K_n(x, x_i)f(x_i)$  şeklinde iki farklı şekilde tanımlanır. [3]

Bu operatörler pozitif fakat lineer olmayan operatörlerdir. Ayrıca her  $\alpha, \beta \in \mathbb{R}^+$ ,  $f, g: I \rightarrow \mathbb{R}^+$  için  $L_n(\alpha f \vee \beta g)(x) = \alpha L_n(f)(x) \vee \beta L_n(g)(x)$  (pseudo-lineerlik),  $\forall \lambda \geq 0$  için  $L_n(\lambda f) = \lambda L_n(f)$  pozitif homojenlik özelliklerini sağlar. [3]

**Lemma:**  $I \subset \mathbb{R}$  I, sınırlı veya sınırsız bir aralık  $f, g \in CB_+(I)$ ,  $L_n: CB_+(I) \rightarrow CB_+(I)$  lineer olmayan operatör dizisi için,

- i)  $f \leq g$  ise  $L_n(f) \leq L_n(g)$  (monotonluk)
- ii)  $L_n(f + g) \leq L_n(f) + L_n(g)$  (alt lineerlik) özellikleri sağlansın.

Her  $f, g \in CB_+(I)$  ve her  $x \in I$  için ,

$$|L_n(f)(x) - L_n(g)(x)| \leq L_n|f - g|(x) \text{ dir. [3]}$$

Bernstein operatörleri her  $n \in \mathbb{N}$ ,  $0 \leq x \leq 1$  aralığında ,  $f \in C[0,1]$  )

$$B_n(f; x) = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k (1-x)^{n-k} f\left(\frac{k}{n}\right)$$

şeklinde tanımlıdır. [1]

Bu operatörlerin yaklaşım özellikleri tek değişkenli ve iki değişkenli sürekli fonksiyonlar için bir çok matematikçi tarafından incelenmiştir .

Maksimum çarpım tip Bernstein operatörleri,  $f: [0,1] \rightarrow \mathbb{R}$  ve  $x \in [0,1]$  için

$$B_n^m(f; x) = \frac{\sum_{k=0}^n p_{n,k}(x) f\left(\frac{k}{n}\right)}{\sum_{k=0}^n p_{n,k}(x)}$$

$p_{n,k}(x) = \binom{n}{k} x^k (1-x)^{n-k}$  şeklinde tanımlanmıştır [2]. İki değişkenli Bernstein operatörlerinin maksimum çarpımı karesel bölgede,  $(x, y) \in [0,1]^2$   $n, m \in \mathbb{N}$ ,

$$f: [0,1] \times [0,1] \rightarrow \mathbb{R}, p_{n,i}(x) = \binom{n}{i} x^i (1-x)^{n-i}, p_{m,j}(y) = \binom{m}{j} y^j (1-y)^{m-j} \text{ olmak üzere}$$

$$B_{n,m}^{(M)}(f)(x, y) = \frac{\sum_{i=0}^n p_{n,i}(x) \sum_{j=0}^m p_{m,j}(y) f\left(\frac{i}{n}, \frac{j}{m}\right)}{\sum_{i=0}^n p_{n,i}(x) \sum_{j=0}^m p_{m,j}(y)}$$

şeklinde tanımlanmış ve bu operatörlerin çeşitli özellikleri ve yaklaşımı incelenmiştir [2].

Bernstein-Stancu operatörü 1969 da Stancu tarafından tanımlanmıştır. [5] Bernstein-Stancu polinomu ,

$$T_{s,i,j}(f; x): C[0,1] \rightarrow [0,1] \text{ ve } i, j \in \mathbb{R}, 0 \leq i \leq j,$$

$$T_{s,i,j}(f; x) = \sum_{k=0}^s f\left(\frac{k+i}{s+j}\right) C_s^k x^k (1-x)^{s-k}$$

şeklinde tanımlanmıştır. Stancu, Bernstein-Stancu operatör dizisinin  $[0,1]$  aralığında  $0 \leq i \leq j$  koşulunu sağlayan her  $i, j$  pozitif reel sayısı için  $f$  sürekli fonksiyonuna düzgün yaklaştığını göstermiştir.  $B_n^m(f; x)$  Bernstein polinomunun düğüm noktaları  $[0,1]$  aralığının

$s$  parçaya bölünmesiyle elde edilen  $\frac{k}{s}$  noktaları iken Bernstein-Stancu operatörünün düğüm noktaları  $[0,1]$  aralığında  $\frac{k+i}{s+j}$  noktalarıdır. [7]

Büyükçaycı ve İbikli (2004) tarafından iki değişkenli Bernstein-Stancu polinomları  $[0,1] \times [0,1]$  bölgesinde  $x$  değişkenine göre  $s - n$ inci ve  $y$  değişkenine göre  $m - n$ inci dereceden olmak üzere ;

$$B_{s,m}^{i_k,j_k}(f; x, y) = \sum_{k=0}^s \sum_{h=0}^m f\left(\frac{k+i_1}{s+j_1}, \frac{h+i_2}{m+j_2}\right) p_{s,k}(x) q_{m,h}(y)$$

$p_{s,k}(x) = C_s^k x^k (1-x)^{s-k}$ ,  $q_{m,h}(y) = C_m^h y^h (1-y)^{m-h}$  ve  $i_k, j_k$  ( $k = 1,2$ )  $0 \leq i_k \leq j_k$  biçiminde tanımlayıp yaklaşım özelliklerini incelemişlerdir. [7]

İki değişkenli maksimum çarpım tipi Bernstein-Stancu operatörleri,  $f: [0,1] \times [0,1] \rightarrow \mathbb{R}^+$ ,

$$S_{n,m}^{(M)}(f)(x, y) = \frac{\sum_{k=0}^s \sum_{h=0}^m f\left(\frac{k+\alpha_1}{s+\beta_1}, \frac{h+\alpha_2}{m+\beta_2}\right) p_{s,k,i_1,j_1}(x) q_{m,h,i_2,j_2}(y)}{\sum_{k=0}^s \sum_{h=0}^m p_{s,k,i_1,j_1}(x) q_{m,h,i_2,j_2}(y)}$$

şeklinde tanımlanır. Burada  $p_{s,k,i_1,j_1}$  ve  $q_{m,h,i_2,j_2}$  fonksiyonları,

$$p_{s,k,i_1,j_1}(x) = \left(\frac{s+j_1}{s}\right)^s C_s^k \left(x - \frac{i_1}{s+j_1}\right)^k \left(\frac{i_1+s}{s+j_1} - x\right)^{s-k}$$

$q_{m,h,i_2,j_2}(y) = \left(\frac{m+j_2}{m}\right)^m C_m^h \left(y - \frac{i_2}{m+j_2}\right)^h \left(\frac{i_2+s}{m+j_2} - y\right)^{m-h}$  eşitlikleri ile tanımlıdır ve  $i_k, j_k, \alpha_k, \beta_k$  ( $k = 1,2$ )  $0 \leq i_1 \leq j_1 \leq \beta_1 \leq \alpha_1, 0 \leq i_2 \leq j_2 \leq \beta_2 \leq \alpha_2$  koşulunu sağlayan pozitif sayılardır.

$$k, s, m, h \in \{0,1,2, \dots, n\} \text{ ve } x \in \left[\frac{k+i_1}{s+j_1}, \frac{k+i_1+1}{s+j_1}\right], y \in \left[\frac{h+i_2}{m+j_2}, \frac{h+i_2+1}{m+j_2}\right]$$

$$M_{r,k,s}(x) = \frac{B_{k,r}(x) \left| \frac{r+i_1}{k+j_1} - x \right|}{B_{k,s}(x)}, \quad M_{z,h,m}(y) = \frac{B_{h,z}(y) \left| \frac{z+i_2}{h+j_2} - y \right|}{B_{h,m}(y)}, \quad m_{r,k,s}(x) = \frac{B_{k,r}(x)}{B_{k,s}(x)}$$

$$m_{z,h,m}(y) = \frac{B_{h,z}(y)}{B_{h,m}(y)}, \quad B_{k,r}(x) = C_k^r x^r (1-x)^{k-r}, B_{h,z}(y) = C_h^z y^z (1-y)^{h-z} \text{ dir.}$$

**Tanım:**  $\forall k, s, m, h \in \{0,1,2, \dots, n\}$  ve  $x \in \left[\frac{k+i_1}{s+j_1}, \frac{k+i_1+1}{s+j_1}\right], y \in \left[\frac{h+i_2}{m+j_2}, \frac{h+i_2+1}{m+j_2}\right]$

$$r \geq k + 1 \text{ ise } M_{r,k,s}(x) = \frac{B_{k,r}(x) \left(\frac{r+i_1}{k+j_1} - x\right)}{B_{k,s}(x)}, \quad z \geq h + 1 \text{ ise } M_{z,h,m}(y) = \frac{B_{h,z}(y) \left(\frac{z+i_2}{h+j_2} - y\right)}{B_{h,m}(y)}$$

$r \leq s - 1$  ve  $z \leq m - 1$  ise;

$$M_{r,k,s}(x) = \frac{B_{k,r}(x) \left(x - \frac{r+i_1}{k+j_1}\right)}{B_{k,s}(x)} M_{z,h,m}(y) = \frac{B_{h,z}(y) \left(y - \frac{z+i_2}{h+j_2}\right)}{B_{h,m}(y)}$$
 şeklinde tanımlanır. Burada,

$$B_{k,r}(x) = C_k^r x^r (1-x)^{k-r}, \quad B_{h,z}(y) = C_h^z y^z (1-y)^{h-z} \text{ dir.}$$

**Lemma:** Her  $x \in \left[ \frac{k+i_1}{s+j_1}, \frac{k+i_1+1}{s+j_1} \right], y \in \left[ \frac{h+i_2}{m+j_2}, \frac{h+i_2+1}{m+j_2} \right]$ ,

a)  $r \in \{k+2, k+3, \dots, s-1\}$  ve  $r - \sqrt{r+1} \geq k$  ise  $\bar{M}_{r,k,s}(x) \geq \bar{M}_{r+1,k,s}(x)$

b)  $r \in \{1, 2, \dots, k-2\}$  ve  $r + \sqrt{r} \leq k$  ise  $\underline{M}_{r,k,s}(x) \geq \underline{M}_{r-1,k,s}(x)$  dir.

**Lemma:** Her  $x \in \left[ \frac{j+\theta_1}{s+\vartheta_1}, \frac{j+\theta_1+1}{s+\vartheta_1} \right], y \in \left[ \frac{i+\theta_2}{r+\vartheta_2}, \frac{i+\theta_2+1}{r+\vartheta_2} \right], j = 0, \dots, s, i = 0, \dots, r,$

$$\bigvee_{k=0}^s B_{s,k}(x) = B_{s,j}(x) \quad \bigvee_{r=0}^m B_{r,m}(y) = B_{r,i}(y)$$

Burada  $B_{s,k}(x) = C_s^k x^k (1-x)^{s-k}$ ,  $B_{r,m}(y) = C_r^m y^m (1-y)^{r-m}$ .

### Bulgular ve sonuç

İki değişkenli maksimum çarpım tipi Bernstein-Stancu operatörünün yaklaşım teoremi aşağıdaki gibidir.

**Teorem:**  $f: C[0,1] \times C[0,1] \rightarrow C[0,1] \times C[0,1]$  sınırlı ve sürekli bir fonksiyon ve  $S_{s,r}^{(M)}(f)(z,t)$  iki değişkenli maksimum çarpım tipi Bernstein-Stancu operatörü için

$$\left| S_{s,r}^{(M)}(f)(z,t) - f(z,t) \right| \leq 12w_1 \left( \frac{\sqrt{(z,t)+\theta_1}}{\sqrt{s,k+\vartheta_1}} \right), s, k \in N, z, t \in [0,1].$$

Burada  $W_1(f, \delta) = \sup\{|(f)(z,t) - f(z,t)| : z, t, k, l \in [0,1], |z-t| < \delta\}$

süreklilik modülüdür.

**İspat:** İki değişkenli Bernstein-Stancu maksimum çarpım operatörü nün aşağıdaki koşulları sağladığını gösterelim.

$$\left| S_{s,r}^{(M)}(f: z, t) - f(z, t) \right| \leq \left( 1 + \frac{1}{\delta_{s,r}} S_{s,r}^{(M)}(\varphi)(z, t) \right) W_1(f, \delta_{s,r})$$

$\varphi_{z,t}(h, a) = |(h, a) - (z, t)|$ ;

$$E_{s,r}(z, t) = S_{s,r}^{(M)}(\varphi)(z, t) = \frac{\bigvee_{k=0}^s B_{s,k}(z) \left| \frac{k+\theta_1}{s+\vartheta_1} - z \right| \bigvee_{m=0}^r B_{r,m}(t) \left| \frac{m+\theta_2}{r+\vartheta_2} - t \right|}{\bigvee_{k=0}^s B_{s,k}(z) \bigvee_{m=0}^r B_{r,m}(t)}$$

Şimdi  $z, t$  ispatını  $z$  için yapacağız ve  $z$  de ispatlanan herşey  $t$  içinde sağlanır.

$z \in \left[ \frac{j+\theta_1}{s+\vartheta_1}, \frac{j+\theta_1+1}{s+\vartheta_1} \right] j \in \{0, 1, \dots, s\}, E_s(z) = \max_{k=0,1,\dots,s} \{M_{k,s,j}(z)\} z \in \left[ \frac{j+\theta_1}{s+\vartheta_1}, \frac{j+\theta_1+1}{s+\vartheta_1} \right]$



olsun  $j \in \{0,1, \dots, s\}$   $j = 0$  ,  $E_s(z) \leq \frac{1}{s}$  bütün değerler için  $z \in \left[0, \frac{1}{s+1}\right]$

$M_{k,s,j}(z)$ ,  $j \in \{0,1, \dots, s\}$  sağlanırsa  $z \in \left[\frac{j+\vartheta_1}{s+\vartheta_1}, \frac{j+\vartheta_1+1}{s+\vartheta_1}\right]$ ,  $k = 0,1, \dots, s$  için ispat tamamlanır.

$\forall z \in [0,1]$   $s \in N$  ,  $M_{k,s,j}(z) < 6 \frac{\sqrt{z+\vartheta_1}}{\sqrt{s+\vartheta_1}}$  ve  $\delta_s = 6 \frac{\sqrt{z+\vartheta_1}}{\sqrt{s+\vartheta_1}}$  sonucu elde edilir.

1)  $k \in \{j-1, j, j+1\}$ , 2)  $k \geq j+2$ , 3)  $k \leq j-2$  üç kısma ayrılmıştır.

1. Durum

$k = j$  ise;  $M_{j,s,j}(z) = \left| \frac{j+\vartheta_1}{s+\vartheta_1} - z \right|$  ve  $z \in \left[\frac{j+\vartheta_1}{s+\vartheta_1}, \frac{j+\vartheta_1+1}{s+\vartheta_1}\right]$  olduğundan  $M_{j,s,j}(z) \leq \frac{1}{1+s}$

$k = j+1$  ise ;  $M_{j+1,s,j}(z) = m_{j+1,s,j}(z) \left( \frac{j+\vartheta_1+1}{s+\vartheta_1} - z \right)$  ,  $m_{j+1,s,j}(z) \leq 1$  olduğundan

$$M_{j+1,s,j}(z) \leq \frac{j+\vartheta_1+1}{s+\vartheta_1} - z \leq \frac{j+\vartheta_1+1}{s+\vartheta_1} - \frac{j+\vartheta_1}{s+\vartheta_1} \leq \frac{s+\vartheta_1+\vartheta_1+j+1}{(s+\vartheta_1)(s+\vartheta_1+1)} \leq \frac{3}{s+\vartheta_1+1}$$

$k = j-1$  ise  $M_{j-1,s,j}(z) = m_{j-1,s,j}(z) \left( z - \frac{j+\vartheta_1+1}{s+\vartheta_1} \right) \leq \frac{j+\vartheta_1+1}{s+\vartheta_1+1} - \frac{j+\vartheta_1-1}{s+\vartheta_1} \leq \frac{2}{s+\vartheta_1+1}$ .

2. Durum: Alt durum 1)  $k - \sqrt{k+1} \leq j$  ise ;

$$\begin{aligned} \bar{M}_{k,s,j}(z) &= m_{k,s,j}(z) \left( \frac{k+\vartheta_1}{s+\vartheta_1+1} - z \right) \leq \frac{k+\vartheta_1}{s+\vartheta_1+1} - z \leq \frac{k+\vartheta_1}{s+\vartheta_1+1} + \frac{j+\vartheta_1}{s+\vartheta_1+1} \\ &\leq \frac{k+\vartheta_1}{s+\vartheta_1+1} - \frac{k-\sqrt{k+1}+\vartheta_1}{s+\vartheta_1+1} = \frac{\sqrt{k+1}}{s+\vartheta_1+1} \leq \frac{1}{\sqrt{s+\vartheta_1+1}}. \end{aligned}$$

Alt durum 2)  $k - \sqrt{k+1} \geq j$  ise  $g(z) = z - \sqrt{z+1}$  fonksiyonu  $[0, \infty)$  aralığında azalmayan fonksiyon olduğundan,  $k_* - \sqrt{k_*+1} < j$ ,  $k_* \in \{0,1, \dots, s\}$  maksimum değeri vardır. Bu durumda,  $k_1 = k_* + 1$  için  $k_1 - \sqrt{k_1+1} \geq j$  ve

$$\begin{aligned} \bar{M}_{k_*,s,j}(z) &= m_{k_*,s,j}(z) \left( \frac{k_*+\vartheta_1}{s+\vartheta_1+1} - z \right) \leq \frac{k_*+\vartheta_1}{s+\vartheta_1+1} - z \leq \frac{k_*+\vartheta_1}{s+\vartheta_1+1} - \frac{j+\vartheta_1}{s+\vartheta_1+1} \leq \frac{k_*+\vartheta_1}{s+\vartheta_1+1} - \\ &\frac{k_*-\sqrt{k_*+1}+\vartheta_1}{s+\vartheta_1+1} = \frac{\sqrt{k_1+1}}{s+\vartheta_1+1} \leq \frac{2}{\sqrt{s+\vartheta_1+1}} \text{ olur. Ayrıca } g \text{ azalmayan bir fonksiyon olduğundan } k_1 \geq \\ &j+2 \text{ aralığında } g(j+1) < j \text{ dir.} \end{aligned}$$

$\bar{M}_{k_*+1,s,j}(z) \geq \bar{M}_{k_*+2,s,j}(z) \geq \dots \geq \bar{M}_{n,n,j}(z)$  olur. Böylece  $k \in \{k_*+1, k_*+2, \dots, n\}$  için  $\bar{M}_{k_*,s,j}(z) = \frac{2}{\sqrt{s+\vartheta_1+1}}$  sağlanır. Her iki durumdan  $M_{j+1,s,j}(z) = \frac{6}{\sqrt{s+\vartheta_1+1}}$  elde edilir.

3. Durum:

Alt durum 1)  $k + \sqrt{k} \geq j$  ise;

$$\frac{M_{k,s,j}(z)}{\sqrt{s+\vartheta_1+1}} = m_{k,s,j}(z) \left( z - \frac{k+\theta_1}{s+\vartheta_1+1} \right) \leq \frac{j+\theta_1+1}{s+\vartheta_1+1} - \frac{k+\theta_1}{s+\vartheta_1+1} \leq \frac{1+\theta_1+k+\sqrt{k}}{s+\vartheta_1+1} - \frac{k+\theta_1}{s+\vartheta_1+1} = \frac{\sqrt{k}+\theta_1+1}{s+\vartheta_1+1} \leq \frac{2}{\sqrt{s+\vartheta_1+1}}$$

Alt durum 2)  $k + \sqrt{k} \leq j$  ise ve  $\tilde{k} + \sqrt{\tilde{k}} \geq j$   $\tilde{k} \in \{0,1, \dots, s\}$  olacak biçimde minimum değer olsun. Bu durumda  $k_2 = \tilde{k} - 1$ ,  $k_2 + \sqrt{k_2} \leq j$  eşitsizliğini sağlar ve

$$\frac{M_{\tilde{k},s,j}(z)}{\sqrt{s+\vartheta_1+1}} = m_{\tilde{k},s,j}(z) \left( z - \frac{\tilde{k}-1+\theta_1}{s+\vartheta_1+1} \right) \leq \left( \frac{j+1+\theta_1}{s+\vartheta_1+1} - \frac{\tilde{k}-1+\theta_1}{s+\vartheta_1+1} \right) \leq \frac{\tilde{k}+\sqrt{\tilde{k}}+1}{s+\vartheta_1+1} + \frac{\tilde{k}-1+\theta_1}{s+\vartheta_1+1} = \frac{\theta_1+\sqrt{\tilde{k}}+2}{s+\vartheta_1+1} \leq \frac{3}{\sqrt{s+\vartheta_1+1}}$$

olur. Ayrıca bu durumda  $j \geq 2$  iken  $k_2 \leq j - 2$  olur önceki lemmalardan

$M_{\tilde{k}-1,s,j'}(z) \geq M_{\tilde{k}-2,s,j'}(z) \geq \dots \geq M_{0,s,j'}(z)$ ,  $M_{k,s,j}(z)$  elde edilir. Böylece  $k \leq j - 2$  ve  $z \in \left[ \frac{j+\theta_1}{s+\vartheta_1}, \frac{j+\theta_1+1}{s+\vartheta_1} \right]$  aralığında  $M_{k,s,j}(z) = \frac{3}{\sqrt{s+\vartheta_1+1}}$  ve  $s \in N$ ,  $\delta_s = \frac{3}{\sqrt{s+\vartheta_1+1}}$  denklemi elde edilir.

Yukarıdaki tüm değerlerden  $s, k \in N$ ,  $z, t \in [0,1]$ ,

$$\left| S_{s,r}^{(M)}(f, (z, t)) - f(z, t) \right| \leq 12w_1 \left( \frac{\sqrt{(z,t)+\theta_1}}{\sqrt{s,k+\vartheta_1}} \right)$$

elde edilir.

## KAYNAKÇA

- [1] B. Bede, L. Coroianu, and S. G. Gal (2016). Approximation by Max-Product Type Operators, Springer International Publishing, (2006)
- [2] S.K. Serenbay, D. Karahan and E. Acar, Approximation for the Bernstein operator of max-product kind in symmetric range. Khayyam Journal of Mathematics. DOI: 10.22034/kjm. 2020.109823.
- [3] Güngör, Ş.Y., Lineer Olmayan Bernstein Tipi Maksimum-Çarpım Operatörleri ile Yaklaşım. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 2018
- [4] Stancu, D.D. 1963. A method for obtaining polynomials of Bernstein type of two variables. Am. Math. Mon., Vol. 70 , pp.
- [5] Stancu, D.D. 1969. Asupra unei generalizari a polinoamelor lui Bernstein. Studia Univ. Babeş-Bolyai (Rumence), Ser. Math.-Phys, Vol. 14, pp..
- [6] Büyükyazıcı, İ. ve İbikli, E. 2004. The Properties of Generalized Bernstein Polynomials of Two Variables. Applied Mathematics and Computation, Vol. 156, pp..
- [7] Döne, Y. 2011. Bernstein –Stancu Polinomlarıyla Yaklaşım, Ankara Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara,

## SOME FIXED-ELLIPSE RESULTS ON $S_b$ -METRIC SPACE

Research Asistant Dr. HÜLYA AYTİMUR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Balıkesir University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics,  
hulya.aytimur@balikesir.edu.tr - 0000-0003-4420-9861

### ABSTRACT

In this talk, we mention new solutions to the fixed-figure problem on  $S_b$ -metric spaces. Especially, we focus on fixed-ellipse results. To do this, we give the concepts of Moradi-type  $E_{x_1, x_2}$ - $S_b$ -contraction, Geraghty type  $E_{x_1, x_2}$ - $S_b$ -contraction and Skof type  $E_{x_1, x_2}$ - $S_b$ -contraction. Using these new concepts, we obtain some fixed-ellipse theorems on  $S_b$ -metric spaces.

**Keywords :**  $S_b$ -metric space, fixed-ellipse, contraction.

### 1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

Classical fixed-point theory, firstly, was started in [1] with the Banach fixed-point theorem. After then, many researchers have studied some fixed-point theorems on different generalized metric spaces [2-4]. Recently, a geometric generalization of fixed-point theory defined as “Fixed-Circle Problem” has been studied. This problem was occurred in [5] and investigated some solutions to the this problem using different approaches [5-13]. Especially, this problem was studied on  $S_b$  metric space in [8]. The notion of a fixed figure was defined as a generalaziton of the notions of a fixed circle and a fixed disc as follows:

A geometric figure  $F$  (a circle, an ellipse, a hyperbola, a Cassini curve etc) contained in the fixed point set  $Fix(f) = \{x \in X : x = fx\}$  is called a fixed figure (a fixed circle, a fixed ellipse, a fixed hyperbola, a fixed Cassini curve etc) of the self-mapping  $f$  [14]. For this purpose, some fixed-figure results were obtained using different aspects (see [15-20]).

Now we recall the following basic notions:

**Definition 1.1:** [21] Let  $X$  be a nonempty set,  $b \geq 1$  be a given real number and  $d : X \times X \rightarrow [0, \infty)$  be a function satisfying the following conditions for all  $x, y, z \in X$  :

- (b1)  $d(x, y) = 0$  if and only if  $x = y$ ,
- (b2)  $d(x, y) = d(y, x)$ ,
- (b3)  $d(x, z) \leq b[d(x, y) + d(y, z)]$ .

Then the function  $d$  is called a  $b$ -metric on  $X$  and the pair  $(X, d)$  is called a  $b$ -metric space.

**Definition 1.2:** [22] Let  $X$  be a nonempty set and  $S : X \times X \times X \rightarrow [0, \infty)$  be a function satisfying the following conditions for all  $x, y, z, a \in X$  :

$$(S1) \quad S(x, y, z) = 0 \text{ if and only if } x = y = z,$$

$$(S2) \quad S(x, y, z) \leq S(x, x, a) + S(y, y, a) + S(z, z, a).$$

Then  $S$  is called an  $S$ -metric on  $X$  and the pair  $(X, S)$  is called an  $S$ -metric space.

**Definition 1.3:** [23] Let  $X$  be a nonempty set and  $b \geq 1$  be a given real number. A function  $S_b : X \times X \times X \rightarrow [0, \infty)$  is said to be  $S_b$ -metric if and only of for all  $x, y, z, a \in X$  the following conditions are satisfied:

$$(S_b1) \quad S_b(x, y, z) = 0 \text{ if and only if } x = y = z,$$

$$(S_b2) \quad S_b(x, y, z) \leq b[S(x, x, a) + S(y, y, a) + S(z, z, a)].$$

The pair  $(X, S_b)$  is called an  $S_b$ -metric space.

**Definition 1.4:** [19] Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$ -metric space with  $b \geq 1$  and  $x_1, x_2 \in X$ ,  $r \in [0, \infty)$ .

The ellipse  $E_r^{S_b}(x_1, x_2)$  is defined by

$$E_r^{S_b}(x_1, x_2) = \{x \in X : S_b(x, x, x_1) + S_b(x, x, x_2) = r\}.$$

In this paper, we define the notions of Moradi type  $E_{x_1, x_2} - S_b$ -contraction, Geraghty type  $E_{x_1, x_2} - S_b$ -contraction, Skof type  $E_{x_1, x_2} - S_b$ -contraction on  $S_b$ -metric spaces modifying some new contractions.

## 2. MAIN RESULTS

In this section we give some fixed-figure results on an  $S_b$ -metric space.

**Definition 2.1:** Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$ -metric space and  $f : X \rightarrow X$  be a self-mapping. If there exist  $x_1, x_2 \in X$  such that

$$S_b(x, x, fx) > 0 \Rightarrow$$

$$\varphi(S_b(x, x, fx)) \leq \alpha(\varphi(S_b(x, x, x_1) + S_b(x, x, x_2)))$$

for all  $x \in X - \{x_1, x_2\}$  where the function  $\varphi : [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$  is such that  $\varphi$  is nondecreasing with  $\varphi(0) = 0$  and  $0 < \varphi(t) < t$  for all  $t > 0$  and the function  $\alpha : [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$  is such that  $\alpha$  is a function with  $\alpha(0) = 0$  and  $0 < \alpha(t) < t$  for all  $t > 0$  then  $f$  is called Moradi type  $E_{x_1, x_2} - S_b$ -contraction.

**Theorem 2.1:** Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$ -metric space and  $f : X \rightarrow X$  be Moradi type  $E_{x_1, x_2} - S_b$ -contraction with  $x_1, x_2 \in X$  and the number  $r$  be defined as

$$r = \inf \{S_b(x, x, fx) : x \neq fx, x \in X\}. \tag{1}$$

If  $fx_1 = x_1$  and  $fx_2 = x_2$  then  $f$  fixes the ellipse  $E_r^{S_b}(x_1, x_2)$ .

**Proof:** We consider let  $r = 0$ . Then we have  $x_1 = x_2$  and  $E_r^{S_b}(x_1, x_2) = \{x_1\} = \{x_2\}$ . Using the hypothesis, we get  $fx_1 = x_1$  and  $fx_2 = x_2$ . Now, let  $r > 0$  and  $x \in E_r^{S_b}(x_1, x_2)$  be any point such that  $x \neq fx$ . Using the hypothesis, we get

$$\begin{aligned} \varphi(S_b(x, x, fx)) &\leq \alpha(\varphi(S_b(x, x, x_1) + S_b(x, x, x_2))) \\ &= \alpha\varphi(r) < \varphi(r) < \varphi(S_b(x, x, fx)) \end{aligned}$$

a contradiction. So it should be  $fx = x$ . Consequently,  $f$  fixes the ellipse  $E_r^{S_b}(x_1, x_2)$ .

**Definition 2.2:** Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$ -metric space and  $f : X \rightarrow X$  be a self-mapping. If there exist  $x_1, x_2 \in X$  such that

$$S_b(x, x, fx) > 0 \Rightarrow$$

$$\varphi(S_b(x, x, fx)) \leq \beta(S_b(x, x, x_1) + S_b(x, x, x_2))\varphi(S_b(x, x, x_1) + S_b(x, x, x_2))$$

for all  $x \in X - \{x_1, x_2\}$  where the function  $\varphi : (0, \infty) \rightarrow (0, \infty)$  is such that  $\varphi$  is nondecreasing and  $\beta : (0, \infty) \rightarrow (0, 1)$  is a function then  $f$  is called Geraghty type  $E_{x_1, x_2}$ - $S_b$ -contraction.

**Theorem 2.2:** Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$ -metric space and  $f : X \rightarrow X$  be Geraghty type  $E_{x_1, x_2}$ - $S_b$ -contraction with  $x_1, x_2 \in X$  and the number  $r$  be defined as (1). If  $fx_1 = x_1$  and  $fx_2 = x_2$  then  $f$  fixes the ellipse  $E_r^{S_b}(x_1, x_2)$ .

**Proof:** We consider let  $r = 0$ . Then we have  $x_1 = x_2$  and  $E_r^{S_b}(x_1, x_2) = \{x_1\} = \{x_2\}$ . Using the hypothesis, we get  $fx_1 = x_1$  and  $fx_2 = x_2$ . Now, let  $r > 0$  and  $x \in E_r^{S_b}(x_1, x_2)$  be any point such that  $x \neq fx$ . Since  $S_b(x, x, fx) > 0 \Rightarrow$

$$\begin{aligned} \varphi(S_b(x, x, fx)) &\leq \beta(S_b(x, x, x_1) + S_b(x, x, x_2))\varphi(S_b(x, x, x_1) + S_b(x, x, x_2)) \\ &= \beta(r)\varphi(r) < \beta(r)\varphi(S_b(x, x, fx)). \end{aligned}$$

Since  $\beta \in (0, 1)$  there is a contradiction. Hence it should be  $fx = x$ . Consequently,  $f$  fixes the ellipse  $E_r^{S_b}(x_1, x_2)$ .

**Definition 2.3:** Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$ -metric space and  $f : X \rightarrow X$  be a self-mapping. If there exist  $x_1, x_2 \in X$  such that

$$S_b(x, x, fx) > 0 \Rightarrow$$

$$\begin{aligned} \varphi(S_b(x, x, fx)) &\leq a\varphi(S_b(x, x, x_1) + S_b(x, x, x_2)) \\ &+ b\varphi(S_b(x, x, fx)) + c\varphi(S_b(x_1, x_1, fx_1) + S_b(x_2, x_2, fx_2)) \end{aligned}$$

for all  $x \in X - \{x_1, x_2\}$  where  $a, b, c \in [0, 1)$  with  $0 \leq a + b + c < 1$  and the function  $\varphi : (0, \infty) \rightarrow (0, \infty)$  is such that  $\varphi$  is nondecreasing with

$$\varphi(t) = 0 \Leftrightarrow t = 0,$$

then  $f$  is called Skof type  $E_{x_1, x_2}$ - $S_b$ -contraction.

**Theorem 2.3:** Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$ -metric space and  $f : X \rightarrow X$  be Skof type  $E_{x_1, x_2}$ - $S_b$ -contraction with  $x_1, x_2 \in X$  and the number  $r$  be defined as (1). If  $fx_1 = x_1$  and  $fx_2 = x_2$  then  $f$  fixes the ellipse  $E_r^{S_b}(x_1, x_2)$ .

**Proof:** We consider let  $r = 0$ . Then we have  $x_1 = x_2$  and  $E_r^{S_b}(x_1, x_2) = \{x_1\} = \{x_2\}$ . Using the hypothesis we get  $fx_1 = x_1$  and  $fx_2 = x_2$ . Now, let  $r > 0$  and  $x \in E_r^{S_b}(x_1, x_2)$  be any point such that  $x \neq fx$ . Since  $S_b(x, x, fx) > 0 \Rightarrow$

$$\begin{aligned} \varphi(S_b(x, x, fx)) &\leq a\varphi(S_b(x, x, x_1) + S_b(x, x, x_2)) \\ &+ b\varphi(S_b(x, x, fx)) + c\varphi(S_b(x_1, x_1, fx_1) + S_b(x_2, x_2, fx_2)) \\ &= a\varphi(r) + b\varphi(S_b(x, x, fx)) \\ &< a\varphi(S_b(x, x, fx)) + b\varphi(S_b(x, x, fx)) \\ &< (a+b)\varphi(S_b(x, x, fx)) \end{aligned}$$

a contradiction with  $a + b < 1$ . Hence it should be  $fx = x$ . Consequently,  $f$  fixes the ellipse  $E_r^{S_b}(x_1, x_2)$ .

## REFERENCES

- [1] Banach S. Sur les operations dans les ensembles abstraits et leur application aux equations integrals, Fund Math., 2, 133-181, 1922.
- [2] Babu A. S., Dosenovic T. Ali M. M., Radenovic A., Rao K. P. R. Some Presic type results in  $b$ -dislocated metric spaces, Contr. Math. Anal., 2 (1), 40-48, 2019.
- [3] Karapınar E. A short survey on the recent fixed point results on  $b$ -metric spaces, Constr. Math. Anal., 1 (1), 15-44, 2018.
- [4] Nazam M., Arshad M. Park C., Acar Ö., Yun S., Anastassiou G. A., On solution of a system of differential equations via fixed point theorem, J. Comput. Anal. Appl., 27 (3), 417-426, 2019.
- [5] Özgür N. Y., Taş N. Some fixed-circle theorems on metric spaces, Bull. Malays. Math. Sci. Soc., 42 (4), 1433-1449, 2019.
- [6] Mlaiki N., Özgür N., Taş N. New-fixed circle results related to  $F_c$ -contractive and  $F_c$ -expanding mappings on metric spaces, arXiv:2101.10770.
- [7] Özgür N. Y., Taş N., *Some fixed circle theorems and discontinuity at fixed circle*, AIP Conference Proceeding 1926, 020048, 2018.
- [8] Özgür N. Y., Taş N. Generalizations of Metric Spaces: From the Fixed-Point Theory to the fixed-circle Theory, In: Rassias T. (eds) Applications of Nonlinear Analysis. Springer Optimization and Its Applications, 134, Springer, Cham, 847-895, 2018.
- [9] Özgür N. Y. Fixed-disc results via simulation functions, Turkish J. Math. 43 (6), 2794-2805, 2019.
- [10] Pant R. P., Özgür N. Y., Taş N. Discontinuity at fixed points with applications, Bull. Malays. Math. Sci. Soc.-Simon Stevin 26, 571-589, 2019.



- [11] Pant R. P., Özgür N. Y., Taş N. On discontinuity problem at fixed point, Bull. Malays. Math. Sci. Soc. 43, 499-517, 2020.
- [12] Pant R. P., Özgür N. Y., Taş N., Pant A., Joshi M. C. New results on discontinuity at fixed point, J. Fixed Point Theory Appl., 22, 39, 2020.
- [13] Taş N. Bilateral-type solutions to the fixed-circle problem with rectified linear units application, Turkish J. Math. 44 (4), 133330-1344, 2020.
- [14] Özgür N. Y., Taş N. Geometric properties of fixed points and simulation functions, arXiv:2102.05417.
- [15] Erçınar G. Z., *Some Geometric properties of fixed-points*, Ph.D. Thesis, Osmangazi University, Institute of Science, Eskişehir, 2020.
- [16] Joshi M., Tomar A., Padaliya S. K. Fixed point to fixed ellipse in metric spaces and discontinuous activation function, Appl. Math. E-Notes 21, 225-237, 2021.
- [17] Taş N., *A contribution to the fixed-disc results on S-metric spaces*, 7th Ifs And Contemporary Mathematics Conference, May, 25-29, Turkey, 172-176, 2021.
- [18] Özgür N. Y., Taş N. New fixed-figure results on metric spaces, Fixed point theory and fractional calculus—recent advances and applications, 33–62, Forum Interdiscip. Math., Springer, Singapore, 2022.
- [19] Aytimur, H., Taş, N. A geometric interpretation to fixed-point theory on  $S_b$ -metric spaces, Electron. J. Math. Anal. Appl. 10 (2), 95–104 2022 .
- [20] Aytimur, H., Güvenç Ş., Taş, N. New Fixed-Figure Results with the Notion of  $k$ -Ellipse, accepted.
- [21] Bakhtin I. A. The contraction mapping principle in quasimetric spaces, Funct. Anal. Uni-anowsk Gos. Ped. Inst., 30, 26-37, 1989.
- [22] Sedghi S., Shobe N., Aliouche A. A generalization of fixed point theorems in S-metric spaces, Mat. Vesnik, 64 (3), 258-266, 2012.
- [23] Sedghi S., Gholidahneh A., Dosenovic T., Esfahani J., Radenovic S. Common fixed point of four maps in  $S_b$ -metric spaces, J. Linear Topol. Algebra, 5 (2), 93-104, 2016.

## NEW FIXED-HYPERBOLA THEOREMS VIA DIFFERENT CONTRACTIONS

Research Asistant Dr. HÜLYA AYTİMUR <sup>1</sup><sup>1</sup> Balıkesir University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics,

hulya.aytimur@balikesir.edu.tr - 0000-0003-4420-9861

## ABSTRACT

Recently, fixed-figure problem has been studied with different geometric shapes and techniques. One of these techniques is to introduce new contractions to obtain new fixed-figure results. In this talk, we investigate some fixed-hyperbola theorems on  $S_b$ -metric spaces. To do this, we define the concepts of Moradi-type  $H_{x_1, x_2} - S_b$ -contraction, Geraghty type  $H_{x_1, x_2} - S_b$ -contraction and Skof type  $H_{x_1, x_2} - S_b$ -contraction.

**Keywords:**  $S_b$ -metric space, fixed-hyperbola, contraction.

## 1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

In [1] Banach was started classical fixed-point theory with the Banach fixed-point theorem. After then, some fixed-point theorems have been obtained by many researchers on different spaces [2-4]. “Fixed-Circle Problem”, as a geometric generalization of fixed-point theory has been studied, recently. Firstly, in [5], this problem appeared and researched some solutions to the this problem using different approaches [5-13]. Especially, this problem was studied on  $S_b$ -metric space in [8]. The notion of a fixed figure was defined as a generalaziton of the notions of a fixed circle and a fixed disc as follows:

If a geometric figure  $F$  (a circle, an ellipse, a hyperbola, a Cassini curve etc) include the fixed point set  $Fix(f) = \{x \in X : x = fx\}$  then it is called a fixed figure (a fixed circle, a fixed ellipse, a fixed hyperbola, a fixed Cassini curve etc) of the self-mapping  $f$  [14]. For this purpose, some fixed-figure results were obtained using different aspects (see [15-20]).

At first, we give the following well-known definitions:

**Definition 1.1:** [21] Let  $X$  be a nonempty set,  $b \geq 1$  be a given real number and  $d : X \times X \rightarrow [0, \infty)$  a function satisfying the following conditions for all  $x, y, z \in X$  :

- (b1)  $d(x, y) = 0$  if and only if  $x = y$ ,
- (b2)  $d(x, y) = d(y, x)$ ,
- (b3)  $d(x, z) \leq b[d(x, y) + d(y, z)]$ .

Then the function  $d$  is called a  $b$ -metric on  $X$  and the pair  $(X, d)$  is called a  $b$ -metric space.

**Definition 1.2:** [22] Let  $X$  be a nonempty set and  $S : X \times X \times X \rightarrow [0, \infty)$  be a function satisfying the following conditions for all  $x, y, z, a \in X$  :

- (S1)  $S(x, y, z) = 0$  if and only if  $x = y = z$  ,
- (S2)  $S(x, y, z) \leq S(x, x, a) + S(y, y, a) + S(z, z, a)$ .

Then  $S$  is called an  $S$ -metric on  $X$  and the pair  $(X, S)$  is called an  $S$ -metric space.

**Definition 1.3:** [23] Let  $X$  be a nonempty set and  $b \geq 1$  a given real number. A function  $S_b : X \times X \times X \rightarrow [0, \infty)$  is said to be  $S_b$  -metric if and only of for all  $x, y, z, a \in X$  the following conditions are satisfied:

- $(S_b 1)$   $S_b(x, y, z) = 0$  if and only if  $x = y = z$  ,
- $(S_b 2)$   $S_b(x, y, z) \leq b[S(x, x, a) + S(y, y, a) + S(z, z, a)]$ .

The pair  $(X, S_b)$  is called an  $S_b$  -metric space.

**Definition 1.4:** [19] Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$  metric space with  $b \geq 1$  and  $x_1, x_2 \in X$  ,  $r \in [0, \infty)$  .

The hyperbola  $H_r^{S_b}(x_1, x_2)$  is defined by

$$H_r^{S_b}(x_1, x_2) = \{x \in X : |S_b(x, x, x_1) - S_b(x, x, x_2)| = r\}.$$

In this paper, we define the notions of Moradi type  $H_{x_1, x_2} - S_b$  -contraction, Geraghty type  $H_{x_1, x_2} - S_b$  -contraction, Skof type  $H_{x_1, x_2} - S_b$  -contraction on  $S_b$  -metric spaces modifying some new contractions.

## 2. MAIN RESULTS

In this section we give some fixed-figure results on an  $S_b$  -metric space.

**Definition 2.1:** Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$  -metric space and  $f : X \rightarrow X$  be a self-mapping. If there exist  $x_1, x_2 \in X$  such that

$$S_b(x, x, fx) > 0 \Rightarrow \varphi(S_b(x, x, fx)) \leq \alpha(\varphi(|S_b(x, x, x_1) - S_b(x, x, x_2)|))$$

for all  $x \in X - \{x_1, x_2\}$  where the function  $\varphi : [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$  is such that  $\varphi$  is nondecreasing with  $\varphi(0) = 0$  and  $0 < \varphi(t) < t$  for all  $t > 0$  and the function  $\alpha : [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$  is such that  $\alpha$  is a function with  $\alpha(0) = 0$  and  $0 < \alpha(t) < t$  for all  $t > 0$  then  $f$  is called Moradi type  $H_{x_1, x_2} - S_b$  -contraction.

**Theorem 2.1:** Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$  -metric space and  $f : X \rightarrow X$  Moradi type  $H_{x_1, x_2} - S_b$  -contraction with  $x_1, x_2 \in X$  and the number  $r$  be defined as

$$r = \inf \{S_b(x, x, fx) : x \neq fx, x \in X\}. \tag{1}$$

If  $fx_1 = x_1$ ,  $fx_2 = x_2$  and  $r > 0$  then  $f$  fixes the hyperbola  $H_r^{S_b}(x_1, x_2)$ .

**Proof:** Let  $x \in H_r^{S_b}(x_1, x_2)$  be any point such that  $x \neq fx$ . Using the hypothesis, we get

$$\begin{aligned} \varphi(S_b(x, x, fx)) &\leq \alpha \left( \varphi(|S_b(x, x, x_1) - S_b(x, x, x_2)|) \right) \\ &= \alpha \varphi(r) < \varphi(r) < \varphi(S_b(x, x, fx)) \end{aligned}$$

a contradiction. So it should be  $fx = x$ . Consequently,  $f$  fixes the hyperbola  $H_r^{S_b}(x_1, x_2)$ .

**Definition 2.2:** Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$ -metric space and  $f : X \rightarrow X$  be a self-mapping. If there exist  $x_1, x_2 \in X$  such that

$$S_b(x, x, fx) > 0 \Rightarrow$$

$$\varphi(S_b(x, x, fx)) \leq \beta(|S_b(x, x, x_1) - S_b(x, x, x_2)|) \varphi(|S_b(x, x, x_1) - S_b(x, x, x_2)|)$$

for all  $x \in X - \{x_1, x_2\}$  where the function  $\varphi : (0, \infty) \rightarrow (0, \infty)$  is such that  $\varphi$  is nondecreasing and  $\beta : (0, \infty) \rightarrow (0, 1)$  is a function then  $f$  is called Geraghty type  $H_{x_1, x_2}^{S_b}$ - $S_b$ -contraction.

**Theorem 2.2:** Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$ -metric space and  $f : X \rightarrow X$  be Geraghty type  $H_{x_1, x_2}^{S_b}$ - $S_b$ -contraction with  $x_1, x_2 \in X$  and the number  $r$  be defined as (1). If  $fx_1 = x_1$ ,  $fx_2 = x_2$  and  $r > 0$  then  $f$  fixes the hyperbola  $H_r^{S_b}(x_1, x_2)$ .

**Proof:**  $x \in H_r^{S_b}(x_1, x_2)$  be any point such that  $x \neq fx$ . Since  $S_b(x, x, fx) > 0 \Rightarrow$

$$\begin{aligned} \varphi(S_b(x, x, fx)) &\leq \beta(|S_b(x, x, x_1) - S_b(x, x, x_2)|) \varphi(|S_b(x, x, x_1) - S_b(x, x, x_2)|) \\ &= \beta(r) \varphi(r) < \beta(r) \varphi(S_b(x, x, fx)). \end{aligned}$$

Since  $\beta \in (0, 1)$  there is a contradiction. Hence it should be  $fx = x$ . Consequently,  $f$  fixes the hyperbola  $H_r^{S_b}(x_1, x_2)$ .

**Definition 2.3:** Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$ -metric space and  $f : X \rightarrow X$  be a self-mapping. If there exist  $x_1, x_2 \in X$  such that

$$S_b(x, x, fx) > 0 \Rightarrow$$

$$\begin{aligned} \varphi(S_b(x, x, fx)) &\leq a \varphi(|S_b(x, x, x_1) - S_b(x, x, x_2)|) \\ &+ b \varphi(S_b(x, x, fx)) + c \varphi(|S_b(x_1, x_1, fx_1) - S_b(x_2, x_2, fx_2)|) \end{aligned}$$

for all  $x \in X - \{x_1, x_2\}$  where  $a, b, c \in [0, 1)$  with  $0 \leq a + b + c < 1$  and the function  $\varphi : (0, \infty) \rightarrow (0, \infty)$  is such that  $\varphi$  is nondecreasing with

$$\varphi(t) = 0 \Leftrightarrow t = 0,$$

then  $f$  is called Skof type  $H_{x_1, x_2}^{S_b}$ - $S_b$ -contraction.

**Theorem 2.3:** Let  $(X, S_b)$  be an  $S_b$ -metric space and  $f : X \rightarrow X$  be Skof type  $H_{x_1, x_2}^{S_b}$ - $S_b$ -contraction with  $x_1, x_2 \in X$  and the number  $r$  be defined as (1). If  $fx_1 = x_1$ ,  $fx_2 = x_2$  and  $r > 0$  then  $f$  fixes the hyperbola  $H_r^{S_b}(x_1, x_2)$ .

**Proof:**  $x \in H_r^{S_b}(x_1, x_2)$  be any point such that  $x \neq fx$ . Since  $S_b(x, x, fx) > 0 \Rightarrow$

$$\begin{aligned} \varphi(S_b(x, x, fx)) &\leq a \varphi(|S_b(x, x, x_1) - S_b(x, x, x_2)|) \\ &+ b \varphi(S_b(x, x, fx)) + c \varphi(|S_b(x_1, x_1, fx_1) - S_b(x_2, x_2, fx_2)|) \\ &= a \varphi(r) + b \varphi(S_b(x, x, fx)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &< a\varphi(S_b(x, x, fx)) + b\varphi(S_b(x, x, fx)) \\ &< (a+b)\varphi(S_b(x, x, fx)) \end{aligned}$$

a contradiction with  $a+b < 1$ . Hence it should be  $fx = x$ . Consequently,  $f$  fixes the hyperbola  $H_r^{S_b}(x_1, x_2)$ .

## REFERENCES

- [1] Banach S. Sur les operations dans les ensembles abstraits et leur application aux equations integrals, Fund Math., 2, 133-181, 1922.
- [2] Babu A. S., Dosenovic T. Ali M. M., Radenovic A., Rao K. P. R. Some Presic type results in  $b$ -dislocated metric spaces, Contr. Math. Anal., 2 (1), 40-48, 2019.
- [3] Karapınar E. A short survey on the recent fixed point results on  $b$ -metric spaces, Constr. Math. Anal., 1 (1), 15-44, 2018.
- [4] Nazam M., Arshad M. Park C., Acar Ö., Yun S., Anastassiou G. A., On solution of a system of differntial equations via fixed point theorem, J. Comput. Anal. Appl., 27 (3), 417-426, 2019.
- [5] Özgür N. Y., Taş N. Some fixed-circle theorems on metric spaces, Bull. Malays. Math. Sci. Soc., 42 (4), 1433-1449, 2019.
- [6] Mlaiki N., Özgür N., Taş N. New-fixed circle results related to  $F_c$ -contractive and  $F_c$ -expanding mappings on metric spaces, arXiv:2101.10770.
- [7] Özgür N. Y., Taş N., *Some fixed circle theorems and discontinuity at fixed circle*, AIP Conference Proceeding 1926, 020048, 2018.
- [8] Özgür N. Y., Taş N. Generalizations of Metric Spaces: From the Fixed-Point Theory to the fixed-circle Theory, In: Rassias T. (eds) Applications of Nonlinear Analysis. Springer Optimization and Its Applications, 134, Springer, Cham, 847-895, 2018.
- [9] Özgür N. Y. Fixed-disc results via simulation functions, Turkish J. Math. 43 (6), 2794-2805, 2019.
- [10] Pant R. P., Özgür N. Y., Taş N. Discontinuity at fixed points with applications, Bull. Malays. Math. Sci. Soc.-Simon Stevin 26, 571-589, 2019.
- [11] Pant R. P., Özgür N. Y., Taş N. On discontinuity problem at fixed point, Bull. Malays. Math. Sci. Soc. 43, 499-517, 2020.
- [12] Pant R. P., Özgür N. Y., Taş N., Pant A., Joshi M. C. New results on discontinuity at fixed point, J. Fixed Point Theory Appl., 22, 39, 2020.
- [13] Taş N. Bilateral-type solutions to the fixed-circle problem with rectified linear units application, Turkish J. Math. 44 (4), 133330-1344, 2020.

- [14] Özgür N. Y., Taş N. Geometric properties of fixed points and simulation functions, arXiv:2102.05417.
- [15] Erçınar G. Z., *Some Geometric properties of fixed-points*, Ph.D. Thesis, Osmangazi University, Institute of Science, Eskişehir, 2020.
- [16] Joshi M., Tomar A., Padaliya S. K. Fixed point to fixed ellipse in metric spaces and discontinuous activation function, Appl. Math. E-Notes 21, 225-237, 2021.
- [17] Taş N., *A contribution to the fixed-disc results on S-metric spaces*, 7th Ifs And Contemporary Mathematics Conference, May, 25-29, Turkey, 172-176, 2021.
- [18] Özgür N. Y., Taş N. New fixed-figure results on metric spaces, Fixed point theory and fractional calculus—recent advances and applications, 33–62, Forum Interdiscip. Math., Springer, Singapore, 2022.
- [19] Aytimur, H., Taş, N. A geometric interpretation to fixed-point theory on  $S_b$ -metric spaces, Electron. J. Math. Anal. Appl. 10 (2), 95–104 2022 .
- [20] Aytimur, H., Güvenç Ş., Taş, N. New Fixed-Figure Results with the Notion of  $k$ -Ellipse, accepted.
- [21] Bakhtin I. A. The contraction mapping principle in quasimetric spaces, Funct. Anal. Uni-anowsk Gos. Ped. Inst., 30, 26-37, 1989.
- [22] Sedghi S., Shobe N., Aliouche A. A generalization of fixed point theorems in S-metric spaces, Mat. Vesnik, 64 (3), 258-266, 2012.
- [23] Sedghi S., Gholidahneh A., Dosenovic T., Esfahani J., Radenovic S. Common fixed point of four maps in  $S_b$ -metric spaces, J. Linear Topol. Algebra, 5 (2), 93-104, 2016.



## TANGENT SURFACES OF ADJOINT CURVES IN EUCLIDEAN 3-SPACE

<sup>1</sup>Dr. GÜL UĞUR KAYMANLI, <sup>2</sup> Prof. Dr. Talat KÖRPINAR

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin University, Faculty of Science, gulugurk@karatekin.edu.tr

ORCID ID 0000-0003-4932-894X

<sup>2</sup> Muş Alparslan University, Faculty of Science and Literature, t.korpinar@alparslan.edu.tr

ORCID ID 0000-0003-4000-0892

**Abstract.** In this work, we work on the tangent surfaces of adjoint curves in 3-dimensional Euclidean spaces. First, using the base curve, we get an adjoint curve, a special type of associated curve, with the help of the most commonly used Serret-Frenet vectors and give the relation between Serret-Frenet vectors of both base and adjoint curves. Then, we construct a ruled surface by using a tangent vector and the adjoint curve of a given curve. After obtaining the surface which we focus on, we calculate both Gaussian and mean curvatures by using the coefficients of the first and the second fundamental forms of the tangent surfaces of adjoint curves. Later, we deal with its characterizations such as flatness, developability, and minimality by giving some related results. Lastly, we give an example of the tangent surfaces of adjoint curves in three-dimensional Euclidean spaces.

**Mathematics Subject Classification (2010).** 31B30, 58E20.

**Key words.** Adjoint Curves, Curvatures, Ruled Surfaces, Tangent Surfaces.

### Introduction

By providing geometric expressions for multiple applied sciences, including physics, engineering, and geophysics, surfaces and curves in differential geometry may serve as the foundation for future research in these fields. One of the specific examples of this is the subject of surfaces associated with curves, which we will discuss in this work. By constructing these surfaces, which are formed when lines or curves move based on another curve, geometric expression can be given to subjects in an efficient way [1-9].

Curves can be associated with surfaces of a tangent, normal, and binormal types, which form due to the change in the time parameter, depending on the direction of the tangent, normal, and binormal vector fields. As a result of associated curves, surfaces are characterized and behave in ways that are important to understand. As a framework for our research, adjoint curves, which represent associated curves, form surfaces with adjoint curves [10-12].

Using 3-dimensional Euclidean spaces, we investigate tangent surfaces of adjoint curves. As a first step, we determine the relation between Serret-Frenet vectors for both a base curve and its adjoint curve using the most commonly used Serret-Frenet vectors. Using the adjoint curve and a tangent vector, we construct a ruled surface. The first and second fundamental forms of the tangent surfaces of adjoint curves are used to calculate Gaussian and mean curvatures after we have obtained the surface that we are focusing on. By giving some related results, we discuss its characterizations like flatness, developability, and minimality. We end by giving an example of tangent surfaces for adjoint curves in three-dimensional Euclidean space.

## Preliminaries

We will review the definitions and formulas of the Frenet frame and the adjoint curve concept in three-dimensional Euclidean space in this section. A few basics are given next that is important to the characterization and behavior of surfaces.

The relation between Frenet frame and its derivative is written as

$$\begin{bmatrix} \nabla_s \mathbf{T} \\ \nabla_s \mathbf{N} \\ \nabla_s \mathbf{B} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \mu & 0 \\ -\mu & 0 & \rho \\ 0 & -\rho & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{T} \\ \mathbf{N} \\ \mathbf{B} \end{bmatrix},$$

where  $\mu$ ,  $\rho$  are curvature and torsion of the curve  $\beta$ , respectively. Let  $s$  be the length of the arc [1]. Then, the Frenet frame formulas are given as

$$\mathbf{T} = \beta'(s), \quad \mathbf{N} = \frac{\beta''(s)}{\|\beta''(s)\|}, \quad \mathbf{B} = \mathbf{T} \times \mathbf{N}.$$

**Definition 1.** Let  $\{\mathbf{T}, \mathbf{N}, \mathbf{B}\}$  be the Frenet frame of  $\beta$  curve with  $s$  parameter. Then, the adjoint curve  $\alpha$  of  $\beta$  according to the Frenet frame is defined as [2]

$$\alpha(s) = \int_{s_0}^s \mathbf{B}(s) ds.$$

**Theorem 1.** Let  $\{\mathbf{T}, \mathbf{N}, \mathbf{B}\}$  be the Frenet frame of  $\beta$  curve with  $s$  parameter,  $\alpha$  be adjoint curve of  $\beta$  according to the SF frame and  $\mu$  and  $\rho$  be curvature and torsion of  $\beta$ . Denote by  $\{\mathbf{T}_\alpha, \mathbf{N}_\alpha, \mathbf{B}_\alpha\}$  the SF frame elements for  $\alpha$  and denote by  $\rho_\alpha$  and  $\mu_\alpha$  be torsion and curvature of  $\alpha$ . Then, relationship between  $\alpha$  and  $\beta$  can be given by following equations [2]:

$$\mathbf{T} = \mathbf{B}_\alpha, \quad \mathbf{N} = -\mathbf{N}_\alpha, \quad \mathbf{B} = \mathbf{T}_\alpha,$$

$$\mu_\alpha = \rho \quad \rho_\alpha = \mu.$$

The unit normal vector field for any surface  $\phi(s, t)$  is defined by the equation

$$n = \frac{\phi_s \wedge \phi_t}{\|\phi_s \wedge \phi_t\|},$$

where  $\phi_t = \partial\phi/\partial t$ ,  $\phi_s = \partial\phi/\partial s$  and,  $t$  is parameter representing time. Then, first and second fundamental forms of  $\phi$  are given by following equations:

$$\mathbf{I} = E ds^2 + 2F ds dt + G dt^2,$$

$$\mathbf{II} = e ds^2 + 2f ds dt + g dt^2,$$

where

$$\begin{aligned} E &= \langle \phi_s, \phi_s \rangle, \quad F = \langle \phi_s, \phi_t \rangle, \quad G = \langle \phi_t, \phi_t \rangle, \\ e &= \langle \phi_{ss}, n \rangle, \quad f = \langle \phi_{st}, n \rangle, \quad g = \langle \phi_{tt}, n \rangle. \end{aligned} \tag{1}$$

Also, Gaussian and mean curvatures  $K$ , and  $H$  are given as

$$H = \frac{Eg - 2Ff + Ge}{2(EG - F^2)}, K = \frac{eg - f^2}{EG - F^2} \tag{2}$$

and principal curvatures are defined by [3-6]

$$k_1 = \sqrt{H^2 - K} + H, k_2 = H - \sqrt{H^2 - K}. \tag{3}$$

**Theorem 2.** A surface is minimal surface if and only if it has vanished mean curvature of this surface [1].

**Theorem 3.** A surface is a developable (flat) surface if and only if it has vanished Gaussian curvature [1].

**Definition 2.** The surface is called Weingarten surface if and only if  $H_s K_t - H_t K_s = 0$  [9].

### Tangent Surfaces of Adjoint Curves in $E^3$

In this section, we give certain characterizations and results for the tangent surface of an adjoint curve with the help of reminders from the previous section.

**Definition 3.** The tangent surface describing with tangent vector field of an adjoint curve  $\alpha$  is defined as  $\phi^\alpha(s, t) = \alpha + t\mathbf{T}_\alpha$ .

**Theorem 4.** Let  $\alpha$  be adjoint curve of the base curve  $\beta$  curve with arc length parameter. Then, first and second fundamental forms of tangent surface  $\phi(s, t)$  of  $\alpha$  are given by following equations:

$$\begin{aligned} \mathbf{I}_\alpha &= (1+t^2\rho^2)ds^2 + 2dsdt + dt^2, \\ \mathbf{II}_\alpha &= -2\mu\rho dsdt. \end{aligned}$$

**Proof.** Using definition of tangent surface of adjoint curve  $\alpha$ , one can write

$$\phi^\alpha(s, t) = \alpha + t\mathbf{T}_\alpha.$$

Therefore, the following equalities are obtained:

$$\begin{aligned} \phi_s^\alpha &= \mathbf{T}_\alpha + t(\mathbf{T}_\alpha)_s = -t\rho\mathbf{N} + \mathbf{B}, \phi_t^\alpha = \mathbf{T}_\alpha = \mathbf{B}, \\ \phi_{ss}^\alpha &= t\mu\rho\mathbf{T} - (\rho + t\rho_s)\mathbf{N} - t\rho^2\mathbf{B}, \phi_{tt}^\alpha = 0, \phi_{st}^\alpha = \mu\rho\mathbf{T} + \rho_s\mathbf{N} - \rho^2\mathbf{B}, \end{aligned}$$

and, from the equalities, unit standart normal vector field of  $\phi^\alpha$  surface is found as

$$n_\alpha = \frac{\phi_s^\alpha \times \phi_t^\alpha}{\|\phi_s^\alpha \times \phi_t^\alpha\|} = -\mathbf{T}.$$

Then, with the help of Theorem 1, the coefficient of the first and the second fundamental forms are written as

$$\begin{aligned} E_\alpha &= 1 + t^2\rho^2, F_\alpha = 1, G_\alpha = 1. \\ e_\alpha &= 0, f_\alpha = \mu\rho, g_\alpha = 0. \end{aligned} \tag{4}$$

Hence, the first and the second fundamental forms of tangent surfaces of  $\alpha$  are obtained as

$$\begin{aligned} \mathbf{I}_\alpha &= (1+t^2\rho^2)ds^2 + 2dsdt + dt^2, \\ \mathbf{II}_\alpha &= \mathbf{II}_\alpha = -2\mu\rho dsdt. \end{aligned}$$

**Corollary 1.** Let  $\alpha$  be adjoint curve of  $\beta$  curve with arc length parameter. Then, mean

and Gaussian curvatures of the tangent surfaces of  $\alpha$  are given by following equations

$$K_\alpha = \frac{\mu}{t^2 \rho}, \tag{5}$$

$$H_\alpha = -\frac{\mu^2}{t^2}. \tag{6}$$

respectively.

**Proof.** Using equations (4), we obtain

$$K_\alpha = \frac{e_\alpha g_\alpha - f_\alpha^2}{E_\alpha G_\alpha - F_\alpha^2} = \frac{\mu}{t^2 \rho},$$

$$H_\alpha = \frac{E_\alpha g_\alpha - 2F_\alpha f_\alpha + G_\alpha e_\alpha}{2(E_\alpha G_\alpha - F_\alpha^2)} = -\frac{\mu^2}{t^2}.$$

**Theorem 5.** The tangent surface of  $\alpha$  is minimal and developable if and only if it has vanishing torsion of the curve  $\beta$ .

**Proof.** From Theorem 2 and Theorem 3,  $H_\alpha = 0$  and  $K_\alpha = 0$ . Therefore, we obtain  $\mu = 0$  for both cases.

**Corollary 2.** Principal curvatures of tangent surface of  $\alpha$  are given by

$$k_{1\alpha} = \sqrt{\frac{\mu^4}{t^4} - \frac{\mu}{t^2 \rho} - \frac{\mu^2}{t^2}},$$

$$k_{2\alpha} = -\frac{\mu^2}{t^2} - \sqrt{\frac{\mu^4}{t^4} - \frac{\mu}{t^2 \rho}}.$$

**Theorem 6.** The tangent surface of  $\alpha$  is a Weingarten surface if and only if

$$\left(\frac{\mu^2}{t^2}\right)_s \left(\frac{\mu}{t^2 \rho}\right)_t - \left(\frac{\mu^2}{t^2}\right)_t \left(\frac{\mu}{t^2 \rho}\right)_s = 0$$

**Proof.** Using definition of Weingarten surface and partial derivatives of the Gaussian and mean curvatures of the tangent surface of  $\alpha$  according to the  $s$  and  $t$  parameters, it is easily found.

**Example 1.** Let us consider a curve

$$\beta(s) = \left(4 \sin \frac{s}{5}, \frac{3}{5} s, 4 \cos \frac{s}{5}\right).$$

The Frenet frame vectors of  $\beta(s)$  are calculated as

$$\mathbf{T} = \left(\frac{4}{5} \cos \frac{s}{5}, \frac{3}{5}, -\frac{4}{5} \sin \frac{s}{5}\right),$$

$$\mathbf{N} = \left(-\sin \frac{s}{5}, 0, -\cos \frac{s}{5}\right),$$

$$\mathbf{B} = \left(-\frac{3}{5} \cos \frac{s}{5}, \frac{4}{5}, \frac{3}{5} \sin \frac{s}{5}\right).$$

The adjoint curve  $\alpha$  of  $\beta$  is written as

$$\alpha(s) = \int_{s_0}^s \mathbf{B}(s) ds = \left(-3 \sin \frac{s}{5}, \frac{4}{5}s, -3 \cos \frac{s}{5}\right).$$

The tangent surface of the adjoint curve  $\alpha$  of  $\beta$  is given as

$$\begin{aligned}\phi^\alpha(s, t) &= \alpha + t\mathbf{T}_\alpha \\ &= \alpha + t\mathbf{B} \\ &= \left(-3 \sin \frac{s}{5} - \frac{3}{5}t \cos \frac{s}{5}, \frac{4}{5}s + \frac{4}{5}t, -3 \cos \frac{s}{5} + \frac{3}{5}t \sin \frac{s}{5}\right).\end{aligned}$$

## REFERENCES

- [1] Do Carmo, M., Differential Geometry of Curves and Surfaces, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1976.
- [2] Nurkan, S.K., Güven, I.A., Karacan, M.K., Characterizations of Adjoint Curves in Euclidean 3-Space, Proc Natl Acad Sci. India Sect A Phys Sci., 89, 2019.
- [3] Ekici, C., Kaymanli G.U., Okur S., A New Characterization of Ruled Surfaces According to q-Frame Vectors in Euclidean 3-Space, International J.Math. Combin. 3, 2021
- [4] Lopez, R., Differential Geometry of Curves and Surfaces in Lorentz-Minkowski Space, International Electronic Journal of Geometry, 7, 2014.
- [5] Sazak, A., Körp nar, T., Normal Surfaces Associated with Adjoint Curves in E3, Bitlis Eren University Journal of Science, 11, 3, 2022.
- [6] Aydemir, I., Orbay, K., The Ruled Surfaces Generated by Frenet Vectors of Timelike Ruled Surface in the Minkowski Space R , World Applied Science Journal, 6, 5, 2009.
- [7] Sarioglugil, A., Tutar, A., On Ruled Surface in Euclidean Space E , Int. J. Contemp. Math. Sci., 2, 1, 2007.
- [8] Senturk, G.Y., Yuce, S., Characteristic Properties of The Ruled Surface with Darboux Frame in E , Kuwait J. Sci., 42, 2, 2015.
- [9] Ünlütürk, Y., Ekici, C., Parallel Surfaces of Spacelike Ruled Weingarten Surfaces in Minkowski 3-space, New Trends in Mathematical Sciences, 1, 1, 2013.
- [10] Choi, J.H., Kim, Y.H., Associated Curves of A Frenet Curve and Their Applications, Appl. Math. Comput., 218, 18, 2012.
- [11] Körpınar, T., Sarıaydın, M.T., Turhan, E., Associated Curves According to Bishop Frame in Euclidean 3-Space, Adv. Model. Optim., 15, 3, 2013.
- [12] Macit, N., Düldül, M., Some New Associated Curves of A Frenet Curve in E3 and E, Turkish J. Math. 38, 2014.
- [13] Yılmaz, S., Characterizations Of Some Associated and Special Curves to Type-2 Bishop Frame in E , Kırklareli University J. Eng. Sci., 1, 2015.



## MORPHOLOGICAL EVALUATIONS ON FUNCTIONAL ANATOMY OF SINUS INTERDIGITALIS IN SHEEP FOOT ANATOMY

Assoc.Prof. Dr. Ramazan İLGÜN

Aksaray University, Veterinary of Medicine, Department of Anatomy, Aksaray,  
rilgun1980@hotmail.com-ORCID ID: 0000-0003-0150-3008

### ABSTRACT

Foot anatomy has important morphological structures in mammalian sheep, which is the richest family of the ruminant family in terms of species. Sinus interdigitalis is an anatomical formation formed by the specialization of the skin layer between the toes of sheep. It has been reported in various studies that the sinus interdigitalis is formed as a result of the specialization of the skin layer and the embryological invagination of the ectoderm layer of the interdigital skin into the mesoderm layer. In addition, it is an important anatomical formation with a functional structure that contains apocrine glands that secrete sweat and oil, has a protective role against sun rays, and allows the herd to follow each other's steps in sheep. Scientific studies have been carried out in various sheep breeds in the world about the anatomical structure and morphometric structure of the sinus interdigitalis. As a result, a review was made by examining various scientific studies in the literature on the functional anatomy of the sinus interdigitalis in various sheep breeds. It is thought that it will be a source for studies on the functional anatomy of the sinus interdigitalis of sheep.

**Keywords:** Sinus interdigitalis, apocrin gland, sheep.

### INTRODUCTION

Sheep animal; it belongs to the mammalian ovis genus, which is the richest family of the ruminant family, whose meat, milk and fleece are used in human life. Foot anatomy in sheep has important morphological structures. As sheep breeds in our country, Akkaraman Kangal Akkaraman, Morkaraman, Çine Çaparı, Güney Karaman, Karagül, Norduz, Tuj, Sakiz, Herik, Hemşin, Acıpayam, Kıvrırcık, Malya, Karayaka, Avesi, Gökçeada, Dağlıç, Karacabey Merinos, Anatolian Merinos, it has been reported that various sheep breeds, namely Merino, Ramlıç, Pırlak, and Karya (2). It has been reported that different sheep breeds have begun to be obtained as a result of crossbreeding these sheep breeds with each other by genetic methods (2). It has been observed that the skin, which has anatomically sensitive senses in animals, forms formations in different ways in some parts of the animal. One of these skin formations is the anatomical formation of the Sinus interdigitalis between the fingers in sheep (3, 4). Sinus interdigitalis in the foot structure of sheep has specialized skin structures that contain all skin layers and contain sebaceous glands and sweat glands that secrete apocrine, and it is reported that the secretion it makes contributes to the elasticity of the skin structure of the area, especially

protecting it from ultraviolet (UV) rays (6), It has also been reported that sheep play a role in following each other during movement (7). Çalışlar (1970), also named the sinus interdigitalis as sinus biflex, and reported its anatomical location as a gland located on the front of the foot, between the fingers, on both sides of the midline of the foot (7). In the literature (8, 9, 10, 11,12), the sinus interdigitalis is structurally similar to a pipe with a long and narrow neck, in addition to a blind pouch, and is localized between the fore and hind fingers, and a hairy-covered draining channel. and stems (8, 9, 10, 11, 12). Süzer et al. (2016) reported that the shape of the Sinus interdigitalis in Kıvırcık sheep resembles a pipe, topographically it is located between the proximal and distal interphalangeal joints of the two fingers. Poulis (2010) visualized the structures of tubuloalveolar glands in SEM studies on the sinus interdigitalis in sheep. Karahan et al. (2007) reported that in the SEM (Scanning electron microscope) images of the sinus interdigitalis in sheep, the inner part of the lumen structure is filled with dense secretory material and there are apocrine glands. They reported that in Kıvırcık sheep (13), interdigital sinus secretions, which include immunohistochemical localization of the estrogen receptor immunohistochemically, have effects on the sexual behavior and reproduction process of mammals, and also the effects of steroid hormone on sexual behaviors and skin. Aslan et al. (2010) examined the morphological structure of the sinus interdigitalis in Tuj sheep, and their arterial nutrition was determined by the 3rd and 4th a. digitalis palmaris et a.digitalis dorsalis, 3rd and 4th. They found that digitalis plantaris is by their vessels (8). Ozudogru et al. (2021), in their examination on the sinus interdigitalis structure of Konya merino, reported that it showed similar characteristics to those of Tuj sheep (8) and Kıvırcık sheep (13).

## IN CONCLUSION

In conclusion, sinus interdigitalis formation is an important anatomical formation. It has been determined that there are many studies on this structure in different literature sources related to sheep species. Our review aimed to provide information about the structural features of the anatomical formation of the sinus interdigitalis in these sheep species. It is thought that it will be a source for the researches to be done on this subject.

## REFERENCES

1. Anonim, (2022). İnternet kaynağı, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Koyun>.
2. Tagem, (2009). Türkiye Evcil Hayvan Genetik Kaynakları, (Koyun ırkları), Ankara, 26-60.
3. Taşbaş, M. (1985). Komparatif Veteriner Anatomi, Duyu Bilimi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları*, 89-90, Ankara.
4. Dursun, N. (2008). Veteriner Anatomi III, (Integumentum commune) 197-198, Medisan Yayınevi, Ankara.
5. Abbasi, M., Gharzi, A., Mohammadzadeh, S., & Karimi, H. (2009). Morphology and histology of the interdigital gland in an Iranian native breed of sheep. *Journal Animal Veterinary Advance*, 8, 1157-1161.

6. Uğurlu, S. (1991). Koyunlarda sinus interdigitalis'lerin ışık mikroskopik yapısı üzerine incelemeler. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17, 1-7.
7. Çalışlar T. (1970). Sinus interdigitalis'in morfolojik özellikleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18, 37-41.
8. Aslan, K., Kürtül, I., Nazlı, M., & Ateş S. (2010). Morphologic features of the interdigital sinus of the Tuj sheep. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 623- 626.
9. Özüdoğru, Z., & Özdemir, D. (2021). Güney Karaman Koyununda Sinus İnterdigitalis Üzerine Morfolojik Bir Çalışma. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 16(3): 228-235.
10. Avdic, R., Katica, A., Malco, N., Softic, A., Tandir, F., Cengic, B., Bejdic, P., Cutahija, V., & Hadziomerovic, N. (2013). Morphological characteristics of interdigital diverticulum (*sinus cutaneous interdigitalis*) of Dubska Pramenka. *Biotech in Animal Husband*, 29, 441-448.
11. Awaad, A.S., Tawfik, M.G., Moawad, U.K., Abdel Razek, A.H., and Abedellaah, B.A. (2015). Morphohistological and surgical anatomy of the sinus interdigitalis in Egyptian native breeds of sheep. *Beni-Suef University Journal Basic Applied Science*, 4, 157-166.
12. Gürbüz, I., Demiraslan, Y., Sarı, E.K. & Aslan K. (2017). Morphologic and morphometric structure and arterial vascularization of glandula interdigitalis in male hemshin sheep. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23, 241-246.
13. Süzer, B., Özgüden, Akkoç, C.G., Arıcan, İ., & Yıldız, H. (2016). Morphological and immunohistochemical features of interdigital sinus in Kıvrıkcık sheep. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 22: 69-73.
14. Karahan, S., Yildiz, D., & Bolat, D., (2007). Scanning electron microscopic features of the ovine interdigital sinus. *Acta Veterinaria Hungarica*. 2007 Dec;55(4):417-24. DOI: 10.1556/AVet.55.2007.4.1. PMID: 18277701.
15. Pourlis, A.F. (2010). Functional morphological characteristics of the interdigital sinus in the sheep. *Folia Morphologica (Warsz)*, 69(2):107-11. PMID: 20512761.
16. Özüdoğru, Z., İlgün, R. & Özdemir, D. (2021). A Morphological and histological investigation of the sinus interdigitalis in Konya Merino Sheep. *Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology (TURJAF)*, 9(8): 1509-1513.

## OVEREKTOMİNİN SUBSTANTİA NİGRA DOKUSUDA MALONDİALDEHİT VE GLUTATYON ÜZERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Mustafa MAKAV<sup>1</sup>, Doç. Dr. Mushap KURU<sup>2</sup>, Doç. Dr. Hüseyin Avni EROĞLU<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, e-mail: mustafamakav@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1879-8180

<sup>2</sup> Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekolojisi Anabilim Dalı, e-mail: mushapkuru@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-4409-251X

<sup>3</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, e-mail: elezoglu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1040-3255

### ÖZET

Bu çalışmada amaç, overektominin ratlardaki Substantia Nigra dokusundaki malondialdehit (MDA) ve glutatyon (GSH) üzerine etkisi değerlendirilmesidir. Kontrol (K): Ratlara hiçbir uygulama yapılmadı. Overektomi (OV): Ratlara overektomi operasyonu yapılmıştır. Tüm ratlar doksan gün boyunca *ad-libium* olarak beslenmiştir. Daha sonra anestezi altında (ketamin hidroklorit (75 mg/kg) ve ksilazin (15 mg/kg) intramuskuler) ötanazi yapılarak ratların Substantia Nigra dokusu çıkarılmış. Doku homejenizasyonu yapıldıktan sonra supernatantlar ayrılmıştır. Bu supernatantlardan oksidan-antioksidan olan malondialdehit (MDA) ve glutatyon (GSH) ölçülmüştür. MDA, OV grubunda K grubuna göre rakamsal olarak artmış görölse de istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ( $p > 0.05$ ). GSH ise OV grubunda K grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalmıştı ( $p < 0.05$ ). Sonuç olarak, overektomi sonucunda organizmada azalan östrojen, antioksidan statüyü azaltmış olabilir.

**Anahtar kelimeler:** GSH, MDA, Overektomi, Rat, Substantia Nigra

### EFFECT OF OVARIECTOMY ON MALONDIALDEHYDE AND GLUTATHIONE IN SUBSTANTIA NIGRA TISSUE

#### ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the effect of ovariectomy on malondialdehyde (MDA) and glutathione (GSH) in the Substantia Nigra tissue of rats. Control (K): No application was made to the rats. Ovariectomy (OV): Rats underwent an ovariectomy operation. All rats were fed *ad-libium* for ninety days. Then, substantia nigra tissue of the rats was removed by euthanasia under anesthesia (ketamine hydrochloride (75 mg/kg) and xylazine (15 mg/kg) intramuscularly). After tissue homogenization, the supernatants were separated. The oxidant-antioxidant malondialdehyde (MDA) and glutathione (GSH) were measured from these

supernatants. Although MDA was numerically increased in the OV group compared to the C group, there was no statistically significant difference ( $p > 0.05$ ). GSH was statistically significantly decreased in the OV group compared to the C group ( $p < 0.05$ ). As a result, the decreased estrogen in the organism as a result of ovariectomy may have decreased the antioxidant status.

**Key words:** GSH, MDA, Ovariectomy, Rat, Substantia Nigra

## 1. GİRİŞ

İn vivo ve in vitro yapılan çalışmalarda östrojenin ve progesteronun deneysel nörodejenerasyon çalışmalarında protektif etki gösterdiği bildirilmiştir (Amantea vd., 2005). Östrojenin nöroprotektif etkisi birkaç mekanizmada şekillenir. Bunlar genomik östrojen reseptörü aracılı yol, protein kinaz ve/veya fosfatidilinositol-3-kinaz/protein gibi sinyal moleküllerinin aktivasyonu ile ilişkili genomik olmayan sinyal yolu ve bir antioksidan serbest radikal süpürme yolu olarak sıralanabilir (Garcia-Segura vd., 2001).

Östrojen önemli bir antioksidan etki sağlayan bir hormondur. Östrojenler, amiloid  $\beta$ -peptit ve demir sülfat tarafından indüklenen lipid peroksidasyonunu baskıladığı bildirilmektedir (Kii vd., 2005) ve ayrıca hipokampal hücre hattında oksidatif stresin neden olduğu hücre ölümünü de azalttığı belirtilmiştir (Vedder vd., 1999). Östrojenin antioksidatif etkisinin mekanizmasının, reaktif oksijen türlerinin neden olduğu iskemik hasarın gelişmesinde ana unsur olan hücre içi  $Ca^{2+}$  konsantrasyonunun yükselmesini azalttığı bildirilmektedir (Behl vd., 1995; Ozacmak & Sayan, 2009).

Reaktif oksijen türleri (ROS) fizyolojik olarak organizmadaki birçok sistemde yer alır. Vücuttaki herhangi bir patolojik oluşumda önemli rol oynayarak disfonksiyona neden olurlar. ROS'un kan damarlarındaki vasküler işlevi, ya oksidatif hasara neden olarak ya da anormal kasılma, iltihaplanma veya proliferasyon şeklinde etki eder (Dolanbay vd., 2021).

Serbest radikaller veya ROS, oksidatif metabolizma sırasında oluşur ve hücrel makromoleküllere zarar vererek hücre ölümüne yol açabilir. Bu serbest radikaller, hücre zarlarının fosfolipitlerini lipid peroksidasyon süreci yoluyla parçalar. Lipid peroksidasyon derecesini belirlemek için yaygın olarak kullanılan yöntem, lipid peroksidasyon işleminin bir yan ürünü olan malondialdehitin (MDA) belirlenmesidir. Ayrıca endojen bir antioksidan olan indirgenmiş glutatyon (GSH) konsantrasyonundaki değişikliklerin ölçülmesinin lipid peroksidasyon derecesinin daha etkin bir şekilde gösterilmesini sağladığı bilinmektedir (Dolanbay vd., 2021; Smith vd., 2005).

Ayrıca 8-OHdG, DNA hasarı için önemli bir belirteç iken MDA ise lipid peroksidasyonu için önemli bir son üründür. Antioksidan savunma sisteminin serbest radikal oluşumuna karşı koruma sağlamadaki başarısızlığı, DNA, lipidler ve proteinler dahil olmak üzere hücrenin tüm bileşenlerine zarar verir ve sonuç olarak bazı nörodejenaratif durumda hücre ölümüne yol açar (Dias vd., 2013; Hauser & Hastings, 2013; Wei vd., 2018).

Çalışmamızda overektomi sonrasında sirkülasyonda azalan östrojenin Substantia Nigra dokusundaki oksidan ve antioksidan statü üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada toplam 14 adet olmak üzere 4-6 aylık, ortalama 190-250 gr ağırlığında, dişi Wistar Albino rat kullanılmıştır. Hayvanlar, çalışma zamanına kadar yaklaşık olarak 25°C'lik oda sıcaklığında, 12 saat aydınlık-karanlık döngüsü ayarlanabilen ve havalandırması mevcut bir ortamda muhafaza edilip ağırlıklarına göre her bir grupta 7 rat olmak üzere toplam 2 gruba ayrılmıştır. Tüm gruplar *ad-libitum* olarak beslendi.

**Kontrol (K) Grubu:** Herhangi bir uygulama yapılmadı, rutin bakım ve besleme koşullarında yetiştirilmeye devam edildi.

**Overektomi (OV) Grubu:** Sadece overektomi yapıldı ve rutin bakım-besleme koşullarında yetiştirilmeye devam edildi.

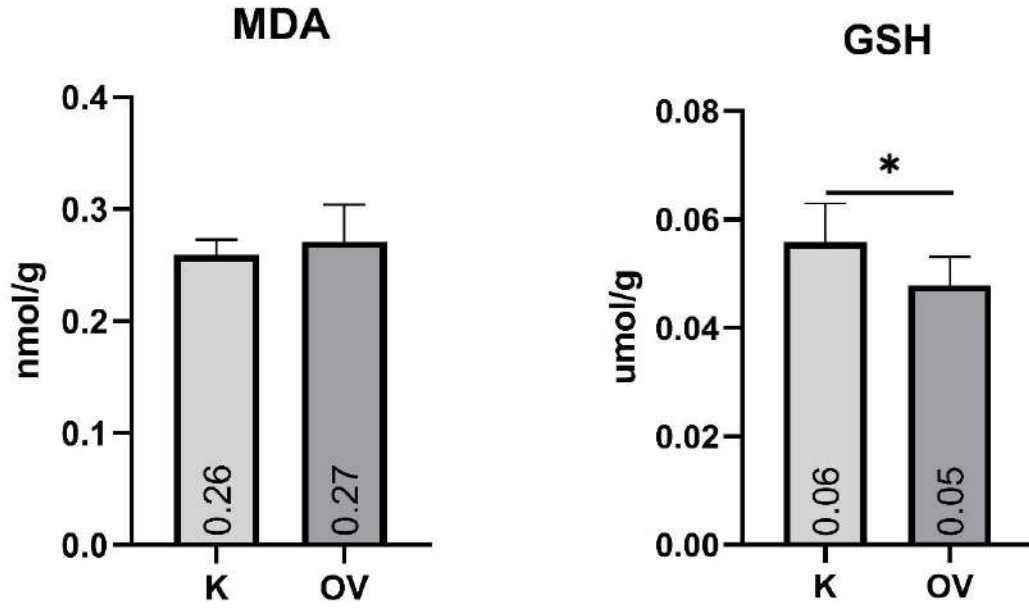
Operasyon uygulanacak gruplardaki ratlar operasyondan önce 6 saat süreyle aç ve susuz bırakıldı. Genel anestezi için 85 mg/mL ketamin HCl ve 15 mg/mL Ksilazin karışımından 0.5 mL/kg dozunda kas içi uygulandı. Operasyon bölgesi (abdominal bölge) tıraş edilerek polvinilpirolidon ile dezenfekte edildi. Overektomi işlemi için linea alba üzerinde 2 cm'lik suprapubik enzisyon hattından karın boşluğuna girilerek, her iki ovaryumun mezovaryum bölgesinden ve kornu uteriye bağlandığı bölgelerden ligatüre edilerek her iki ovaryum kesilerek dışarı alındı. Peritoneal açıklık 3-0 emilebilir dikiş materyali kullanılarak, deri enzisyonu ise 2-0 dikiş materyali ile basit ayrı dikişler kullanılarak kapatıldı. Postoperatif 3 gün boyunca 10 mg/kg dozunda enrofloksasin kas içi olarak uygulandı (Makav & Eroğlu, 2021, Virginia ve Richardson 2003). Operasyonları takiben klinik olarak iyileşmeler takip edildi. Operasyondan 90 gün sonra da ötenazi işlemi yapıldı.

Çalışma sonunda hayvanlar anestezi altında [(Ketalar: 75mg/kg) ve xylazine (Rompun: 15 mg/kg) i.m.] etik kuralara uygun bir şekilde yaşamlarına son verilmiştir. Daha sonra biyokimyasal incelemeler için beyin dokusundan Substantia Nigra doku izolasyonu için kafatası üzerindeki bregma noktası belirlenerek beyin dokusunda işaretleme yapıldı. Daha sonra çıkarılan beyin dokusu işaretlenen bregma noktasından anterior -3.95 ile -6.45 arası Substantia Nigra olarak belirlenerek izolasyonu yapıldı. Alınan Substantia Nigra ise biyokimyasal analiz için fosfat tampon çözeltisi (PBS) ile homojenat hazırlandı. GSH analizi Beutler ve ark. (Beutler vd., 1963) metoduna göre ve MDA analizi ise Yoshioka ve ark. (Yoshioka vd., 1979) metoduna göre yapılmıştır.

## 3. BULGULAR

Yapılan analize göre oksidan bir markır olan MDA, OV grubunda K grubuna göre rakamsal olarak artmış görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ( $p>0.05$ ). Antioksidan bir markır olan GSH ise OV grubunda K grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalmıştı ( $p<0.05$ ).





**Şekil 1:** Substantia nigra dokusunda MDA ve GSH parametreleri ortalama ve Std. Verileri. K: Kontrol grubu, OV: Overektomi grubu. \* $p < 0.05$

#### 4. SONUÇ

Sonuç olarak, overektomi sonrası sirkülasyonda azalan östrojenin bir yansıması olarak Substantia Nigra dokusunda GSH düzeyinde anlamlı bir azalma meydana gelmiştir. Bu da östrojenin sinir sisteminden antioksidant etkili bir hormon olduğunu desteklemektedir.

#### KAYNAKÇA

Amantea, D., Russo, R., Bagetta, G., & Corasaniti, M. T. (2005). From clinical evidence to molecular mechanisms underlying neuroprotection afforded by estrogens. İçinde *Pharmacological Research* (C. 52, Sayı 2, ss. 119–132). <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2005.03.002>

Behl, C., Widmann, M., Trapp, T., & Holsboer, F. (1995). 17- $\beta$  estradiol protects neurons from oxidative stress-induced cell death in vitro. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 216(2), 473–482. <https://doi.org/10.1006/bbrc.1995.2647>

Beutler, E., Duron, O., & Kelly, B. M. (1963). Improved method for the determination of blood glutathione. *The Journal of laboratory and clinical medicine*, 61, 882–888. <https://ci.nii.ac.jp/naid/10005420816/>

Dias, V., Junn, E., & Mouradian, M. M. (2013). The role of oxidative stress in parkinson's disease. İçinde *Journal of Parkinson's Disease* (C. 3, Sayı 4, ss. 461–491). <https://doi.org/10.3233/JPD-130230>

Dolanbay, T., Makav, M., Gul, H. F., & Karakurt, E. (2021). The effect of diclofenac sodium intoxication on the cardiovascular system in rats. *American Journal of Emergency Medicine*, 46, 560–566. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.11.022>

Garcia-Segura, L. M., Azcoitia, I., & DonCarlos, L. L. (2001). Neuroprotection by estradiol.

Çinde *Progress in Neurobiology* (C. 63, Sayı 1, ss. 29–60). [https://doi.org/10.1016/S0301-0082\(00\)00025-3](https://doi.org/10.1016/S0301-0082(00)00025-3)

Hauser, D. N., & Hastings, T. G. (2013). Mitochondrial dysfunction and oxidative stress in Parkinson's disease and monogenic parkinsonism. Çinde *Neurobiology of Disease* (C. 51, ss. 35–42). <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2012.10.011>

Kii, N., Adachi, N., Liu, K., & Arai, T. (2005). Acute effects of 17 $\beta$ -estradiol on oxidative stress in ischemic rat striatum. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*, 17(1), 27–32. [https://journals.lww.com/jnsa/Fulltext/2005/01000/Acute\\_Effects\\_of\\_17\\_beta\\_Estradiol\\_on\\_Oxidative.7.aspx?casa\\_token=8-0H22Aus\\_cAAAAA:0f9Lav6BBLinbKZ7HT8GZkRHCCtxAEtpiT0xdR0lPQWmSGXj7EJN6PMn5Zm7Cw5YdaS8Ec4sxPAoN\\_alow9mGwkX](https://journals.lww.com/jnsa/Fulltext/2005/01000/Acute_Effects_of_17_beta_Estradiol_on_Oxidative.7.aspx?casa_token=8-0H22Aus_cAAAAA:0f9Lav6BBLinbKZ7HT8GZkRHCCtxAEtpiT0xdR0lPQWmSGXj7EJN6PMn5Zm7Cw5YdaS8Ec4sxPAoN_alow9mGwkX)

Makay, M., & Eroğlu, H. A. (2021). Recuperative effect of estrogen on rotenone-induced experimental model of Parkinson's disease in rats. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(17), 21266–21275. <https://doi.org/10.1007/S11356-020-11985-5/FIGURES/4>

Ozacmak, V. H., & Sayan, H. (2009). The effects of 17 $\beta$  estradiol, 17 $\alpha$  estradiol and progesterone on oxidative stress biomarkers in ovariectomized female rat brain subjected to global cerebral ischemia. *Physiological Research*, 58(6), 909–912. <https://doi.org/10.33549/physiolres.931647>

Smith, A. M., Zeve, D. R., Grisel, J. J., & Chen, W. J. A. (2005). Neonatal alcohol exposure increases malondialdehyde (MDA) and glutathione (GSH) levels in the developing cerebellum. *Developmental Brain Research*, 160(2), 231–238. <https://doi.org/10.1016/j.devbrainres.2005.09.004>

Vedder, H., Anthes, N., Stumm, G., Würz, C., Behl, †c, & Krieg, J.-C. (1999). Estrogen hormones reduce lipid peroxidation in cells and tissues of the central nervous system. *Wiley Online Library*, 72(6), 2531–2538. <https://doi.org/10.1046/j.1471-4159.1999.0722531.x>

Virginia CG, Richardson, MA: Diseases of Small Domestic Rodents. ISBN: 978-1-4051-0921-5, 2003.

Wei, Z., Li, X., Li, X., Liu, Q., & Cheng, Y. (2018). Oxidative Stress in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 11, 236. <https://doi.org/10.3389/FNMOL.2018.00236/BIBTEX>

Yoshioka, T., Kawada, K., Shimada, T., & Mori, M. (1979). Lipid peroxidation in maternal and cord blood and protective mechanism against activated-oxygen toxicity in the blood. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 135(3), 372–376. [https://doi.org/10.1016/0002-9378\(79\)90708-7](https://doi.org/10.1016/0002-9378(79)90708-7)

## ATIK LASTİK AGREGASI KATKILI HARÇLARDA ÇİMENTO YERİNE MİKRONİZE KALSİT VE ELAZIĞ FERROKROM CÜRUFU İKAMESİNİN FARKLI KÜR KOŞULLARI ALTINDA MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

**İnşaat Mühendisi, OĞUZ KAAN KARAÇALI<sup>1</sup>, Doçent Dr. ALİ DOĞAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, okaracali.mfbe19@iste.edu.tr-0000-0002-4769-4471

<sup>2</sup>İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, ali.dogan@iste.edu.tr-0000-0002-2825-8068

### ÖZET

Beton içerisinde kullanılan çimentonun üretiminin yanı sıra tüketiminin, çevreye ve insan sağlığına olan zararları 21.yüzyılda teknolojinin gelişmesi ve bu etkilerinin gözlemlenmesiyle birlikte sağlık ve çevre açısından sorun teşkil ettiği daha net bir şekilde görülmektedir. Sera gazı olan karbondioksitin yaklaşık yüzde 6 civarı, çimento üretimi sebebiyle meydana gelmektedir. Çimento üretiminden kaynaklanan başlıca çıktı ürünler; ağır metaller, sülfür oksitler, nitrojen oksit, karbon monoksit, karbon dioksit, toz ve parçacık maddeler olarak tanzim edilebilir. Bu sebeplerden dolayı beton üretimde atık ve daha çevreci ürünlerin kullanımına olan ilgi artmış, geleneksel beton kadar iyi veya kabul edilebilir derecede yakın mühendislik özelliklerine sahip sanayi atıkları, puzolanlar ve madenler gibi alternatif ürünlerin kullanımına yönelik araştırmalar gün geçtikçe önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, Niğde bölgesinden elde edilen mikronize kalsit ile Etibank Elazığ ferrokrom tesislerinden temin edilen ferrokrom cürufunun kırma kum ve atık lastik agregalı çimento harçları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Üretilen karışımlarda su/bağlayıcı oranı, bağlayıcı miktarı ve kimyasal katkı ilavesi sabit tutulmuştur. Elazığ ferrokrom cürufu ve mikronize kalsit çimento yerine %10, %15 ve %20 oranlarında hem birlikte hem de ayrı ayrı olarak ikame edilmiştir. Agregası yerine ise hacimce %10 ve %20 oranlarında atık lastik agregası yer değiştirilerek toplamda 39 adet karışım hazırlanmıştır. Hazırlanan karışımlardan elde edilen çimento harç numuneler hava ve su kürü etkilerine maruz bırakılarak sertleşmiş beton deneyleri yapılmıştır. 28. günün sonunda farklı kür koşulları etkisinde bekleyen numuneler UPV, eğilme ve basınç deneylerine tabi tutulmuştur. Lastik agregasız harçlarda; çimentoya ek tek bağlayıcı ikameli karışımlarda en yüksek dayanım %10 ferrokrom cürufu ikamesinde 31,5 Mpa olarak, iki tür bağlayıcı ikameli harçlarda ise %10 ferrokrom cürufu ve %5 mikronize kalsit ikamesinde 30,687 Mpa olarak kaydedilmiştir. Lastik agregalı harçlarda ise çimentoya ek olarak mikronize kalsit ve ferrokrom cürufu kullanımının genel olarak dayanımlarını artırdığı deney sonuçlarında gözlenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Poliüretan Atık lastik agregası, Elazığ ferrokrom cürufu, Mikronize kalsit, geri dönüşüm.

## ABSTRACT

The development of technology in the 21st century and the observation of these effects more clearly show that the consumption of cement used in concrete, as well as its production, poses a health and environmental problem. About 6 percent of the greenhouse gas carbon dioxide is produced by cement production, and the main output products from cement production are; heavy metals, sulfur oxides, nitrogen oxides, carbon monoxide, carbon dioxide, dust and particulate matter. For these reasons, the interest in the use of waste and more environmentally friendly products in concrete production has increased, and research on the use of alternative products, such as industrial wastes, pozzolans, mines, whose engineering properties are as good or acceptably close as conventional concrete, has gained day by day.

In this study, the effects of micronized calcite obtained from Niğde region and ferrochrome slag obtained from Etibank Elazığ ferrochrome plants on crushed sand and waste tire aggregate cement mortars were investigated. The water/binder ratio, binder amount, and chemical additive addition were kept constant in the produced mixtures. Elazığ ferrochrome slag and micronized calcite cement were substituted for 10%, 15% and 20% both together and separately. Instead of aggregate, a total of 39 mixtures were prepared by replacing 10% and 20% of waste tire aggregate by volume. The cement mortar samples obtained from the prepared mixtures were exposed to the effects of air and water curing, and the hardened concrete tests were carried out. At the end of the 28th day, the samples under the influence of different curing conditions were subjected to UPV, bending and compression tests. In mortars without rubber aggregate; The highest strength was recorded as 31.5 Mpa in 10% ferrochrome slag substitution in mixtures with single binder substituted in addition to cement, and as 30,687 Mpa in 10% ferrochrome slag and 5% micronized calcite substitution in two types of binder-replaced mortars. In rubber aggregate mortars, it is observed in the test results that the use of micronized calcite and ferrochrome slag in addition to cement generally increases the strengths.

**Keywords:** Polyurethane Waste tire aggregate, Elazığ ferrochrome slag, Micronized calcite, recycling.

## 1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde en yaygın kullanılan yapı malzemesi olarak beton ön plana çıkmaktadır. Betonun işlenebilirliği ve üretiminin kolay olması, arzu edilen özellik ve dayanımlarda elde edilebiliyor olmasıyla birlikte hala en çok tercih edilen ürünlerden bir tanesi olarak günümüzde popülerliğini korumaktadır. Pozitif yönlerinin yanı sıra betonun bileşenlerinin elde edilmesinde kullanılan kaynakların, CO<sub>2</sub> salınımı, kaynak tüketimi ve getirdiği ekonomik külfetler gibi olumsuz sonuçları da bulunmaktadır. Bu nedenle hem çevreye verilen zararın hem de kaynak tüketiminin asgari düzeyde tutulması amacıyla betonun ana bileşenleri olan bağlayıcı maddeler ve agregalar yerine alternatif çözümler arayışına girilmiş, birçok bilimsel araştırma ve çalışmanın temelini oluşturmuştur. Beton üretmek amacıyla ikame edilen puzolanların genelinin endüstriyel sanayi atıkları veya yan ürünler olduğundan bahsedilmiştir. (Erdoğan, 2003).

Ferrokrom cüruflarının kimyasal içerikleri analiz edildiğinde, kalsiyum, alüminyum, magnezyum ve silisyum bileşenlerinin ferrokrom cüruflarının temelini oluşturduğu görülmektedir. Bu bileşenler oksitler halinde cürufun ortalama %95-96'sını kapsamaktadır. Bu bileşenler haricinde eser miktarda demir ve krom içermektedir. Ferrokrom cürufları içerisinde herhangi organik maddeye rastlanılmamıştır. (Yılmaz ve Süttaş, 2008). Fabrika verilerinde 250 mikron üstü iri atık, 250 mikron altı ise ince atıkları mevcuttur. İri atık Eti beton santraline verilmekteyken ince atık kullanılmamaktadır. Elazığ ferrokrom cürufunun beton içerisinde çimento ikamesi olarak kullanımına ilişkin literatürde yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Kalsit, yaklaşık %96 oranında  $CaCO_3$  (kalsiyum karbonat) ihtiva eden bir mineraldir ve karbonat içerikli kayaçların temelini oluşturmaktadır(Matschei vd., 2007). Kristal yapıda parlak, renksiz ve saydam yapıdadır. İnce halde iken boya, kâğıt, dolgu, gübre, plastik, vb. birçok sektörde beyazlık, aşındırıcılık ve aşınmaya karşı direnç kazandırma özellikleri nedeniyle kullanılan bir dolgu maddesidir (Akın, 2009). Kalsitin beton içerisinde priz hızına etkisi vardır. C-S-H oluşumuna uygun bağ oluşturarak hidrate olmayı hızlandırmakta ve C3A içeriği fazla olan çimentolarla hidratasyon reaksiyonuna girerek bağlayıcı özellik kazanmakta etkili olan karbonalüminat meydana gelmektedir (Matschei vd., 2007).

Literatür kapsamında, taş unu ve mermer tozu gibi kalsit içeren mineral katkıların beton içeriğinde kullanımına ilişkin deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Bu deneysel çalışmalarda, bu konseptteki ince malzemelerin %10-15 oranlarında ikamesinin betonun mühendislik özelliklerinde iyileşme gösterme potansiyeli olduğundan söz edilmiştir. (Tanyıldızı ve Çoşkun, 2011; Aruntaş vd., 2007; Ünal ve Kibici, 2001; Erdem ve Öztürk, 2012)(Akçaözoğlu ve Güldür, 2017).

Poliüretan lastik agrega da plastik türlerinin çoğu gibi bozunma eğilimine sahip değildir ve doğada kimyasal reaksiyona girmez. Bu nedenle bu tarz polimer maddeler uzun yıllar boyunca doğa içerisinde bulunabilirler. Plastik türlerinin bir kısmı suya, toprağa ve hatta havaya toksin madde bırakabileceğinden plastik bazlı sanayi atıkları çevre için ciddi tehdit oluşturur(Gu ve Özbakkaloğlu, 2016).Girskas ve Nagrockiene (2017) deneysel çalışmalarında parçacık lastik agregaları ince agregayla %5 ila %20 oranlarında yer değiştirerek, basınç dayanımında %61-68 civarında azalmalar gözlemlediklerini belirtmişlerdir. Çalışmada, bu sonucun yanı sıra parçacık lastik kullanımının birbiriyle bağlantılı aralıkları yok ederek homojenlik kazanmaya katkı sağladığını saptamışlardır.

(Atasever M. ve Sevim U.K., 2018) çalışmalarında %10, %15 dolaylarında bir poliüretan agrega kullanımının beton üretimi için kullanılabilirliği ve bu tarzda tasarlanan betonların, beton bordürler, kilit parke taşları, beton otomobil korkulukları ve yapısal hafif betonların imal edilmesinde kullanılabilirdiğinden söz etmişlerdir. Böylece sadece bir fabrikadan yıllık yaklaşık 75 ton civarında ortaya çıkan bu malzeme işe yaramaz olmaktan çıkarılarak ekonomiye kazandırılabilir ve aynı zamanda çevre korunmasına katkıda bulunabileceğinden bahsetmişlerdir.

Bu çalışmada, mikronize kalsit ve ferrokrom cürufunun geleneksel ve atık lastik agregalı çimento harçlarda kullanıma yönelik yeterli çalışma olmadığından laboratuvar çalışmaları

yürütülmüş ve sonuçlar analiz edilmiştir. Betonun erken yaşlarında, olabildiğince hidrasyon reaksiyonuna girmesine neden olmak amacıyla, beton içeriğinde yeterli miktarda sıcaklık ve suyun barındırılması ve bu şartların sürekliliğinin sağlanması işlemi, “betonun kür edilmesi” veya “betonun bakımının yapılması” olarak tanımlanmaktadır (ACI 308-92 1994).

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Kullanılan malzeme özellikleri

Bu çalışmada, Kahramanmaraş çimento fabrikasına ait TS EN 197-1 (2002)' e uygun olarak CEMI 42,5R Portland çimentosu kullanılmıştır. Kullanılan çimentonun özelliğini yitirmemesine özen gösterilerek ve nem almayacak şekilde muhafaza edilmiştir. Deneysel çalışmada kullanılan çimentonun özgül ağırlığı  $3.15 \text{ gr/cm}^3$  ve B.Özgül Yüzeyi  $3880 \text{ cm}^2/\text{gr}$ 'dir.

Bu deneysel çalışmada, Etibank Elazığ ferrokrom tesislerinden temin edilen ferrokrom cürufu kullanılmıştır. Kullanılan ferrokrom cürufunun özgül ağırlığı  $2.86 \text{ gr/cm}^3$  olup, 125 mikron elekten geçen malzeme bağlayıcı olarak kullanılmıştır.

Deneysel çalışma içerisinde ayrıca, Niğde ilinde etkinlik gösteren Öncü Mühendislik inşaat san. ve tic. A.Ş.'den elde edilen özgül ağırlığı  $2.7 \text{ gr/cm}^3$  ve sertliği 3 mohs olan kalsit kullanılmıştır. Bağlayıcı maddelere ait özellikler Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1: Bağlayıcı malzeme fiziksel ve kimyasal özellikleri

KİMYASAL ve FİZİKSEL ANALİZ			
	Ferrokrom Cürufu	CEM I 42,5 R	Mikronize kalsit
Özellikler	Ölçüm Sonuçları	Ölçüm Sonuçları	Ölçüm sonuçları
Kızdırma Kaybı	-	2	-
SiO <sub>2</sub>	30,08	19,55	-
SO <sub>3</sub>	-	2,48	-
Cl-	-	0,0092	0,01
Serbest CaO	0,85	62,3	-
CR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,68	-	-
Na <sub>2</sub> O	-	-	-
K <sub>2</sub> O	-	0,88	-
Cr	6,83	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,95	4,15	0,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,93	5,31	0,02
MgO	38,17	0,85	0,2
CaCO <sub>3</sub>	-	-	99,6
NaO	-	0,36	-
Sertlik	-	-	3 mohs
Nem	-	-	0,03



Özgül ağırlık	2,86	3,15	2,7
Özgül yüzey	-	3880	-

DeneySEL çalışmada agrega olarak, İskenderun/HATAY'dan elde edilen 0-8 mm aralığında doğal kum ile birlikte Antakya Organize Sanayi bölgesinde bulunan Alkan taban fabrikasından elde edilen öğütülmüş atık lastik poliüretan agrega kullanılmıştır. Agregaların özgül ağırlıkları TS EN 1097-6'ya (2002) göre belirlenmiştir. Doğal kum agrega özgül ağırlığı  $2,62 \text{ gr/cm}^3$ , lastik poliüretan agreganın özgül ağırlığı  $0,55 \text{ gr/cm}^3$  olarak tespit edilmiştir. Kullanılan agregaların elek analizi Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2: Çalışmada kullanılan agregaların granülometrisi

ELEK ARALIĞI (mm)	Elekten geçen lastik agrega (%)	Elekten geçen doğal agrega (%)
8mm	100,0	99,1
4mm	39,7	97,7
2mm	7,1	54,0
1mm	3,3	34,1
0.5mm	1,9	3,9
0.25mm	0,6	1,5
0	0,0	0,0

Tüm karışımlarda işlenebilirliği artırmak için TS EN 934-2'te (2005) belirtilen özelliklere uygun olan yüksek oranda su azaltıcı etkili süper akışkanlaştırıcı madde kullanılmıştır. Yoğunluğu  $1,063-1,103 \text{ kg/lt}$  ve opak renklidir. Deneylerde kür ve karışım suyu olarak TS EN 1003'e uygun İskenderun şebeke suyu kullanılmıştır. Görsel 1'de sırasıyla kullanılan ve poliüretan atık lastik agrega, mikronize kalsit ve Elazığ ferrokrom cürufuna ait görüntüler verilmiştir.

Görsel 1: Atık poliüretan lastik agrega, Mikronize kalsit ve Elazığ ferrokrom cürufu



## 2.1.Çimento harç karışım oranları

Çimento harçları karışım oranlarının hesabı TS 802’de (2009) açıklanan hacim yöntemi uygulanarak yapılmıştır. Karışımların üretiminde kullanılan su-bağlayıcı (s/b) oranı 0.60’tır. Bağlayıcı olarak çimentodan farklı olarak Elazığ ferrokrom cürufu ve mikronize kalsit katkısı kullanılmış olup, Elazığ ferrokrom cürufu ve mikronize kalsit ikamesinin şahit(L0-M0-F0) harçlarda bulunan çimento ile ağırlıkça %10, %15 ve %20 oranlarında ve agrega olarak doğal kum miktarının hacimce %10 ve % 20’sinin yerine poliüretan lastik agrega ile yer değiştirilmesi sonucu toplam 39 farklı karışım hazırlanmıştır. Kullanılan etiketler de ifade edilen harfler için M: mikronize kalsiti, F: ferrokrom cürufunu ve L: lastik agregayı ve yanındaki sayı ise yüzde olarak içeriğini ifade etmektedir. Üretilen karışımların su/bağlayıcı(s/b) oranı ve akışkanlaştırıcı katkısı tüm karışımlar için sabit tutularak hazırlanmıştır. Bir metreküp çimento harç numune karışımı için kullanılan malzemeler Çizelge 3’de  $\text{kg/m}^3$  cinsinden verilmiştir. Hava ve Su küründe bekleyen numuneler görsel 2’de verilmiştir.

Çizelge 3: Bir metreküp çimento harcını oluşturan malzeme miktarları (  $\text{kg/m}^3$  )

KARIŞIM	ÇİMENTO	M.KALSİT	E.F.CÜRUFU	İNCE AGREGA	LASTİK AGREGA	SU	K.KATKI
L0-M0-F0	500	0	0	1418,27	0	300	2
L0-M0-F10	450	0	50	1413,91	0	300	2
L0-M0-F15	425	0	75	1411,8	0	300	2
L0-M0-F20	400	0	100	1409,69	0	300	2
L0-M5-F5	450	25	25	1412,55	0	300	2
L0-M5-F10	425	25	50	1410,45	0	300	2
L0-M5-F15	400	25	75	1408,33	0	300	2
L0-M10-F0	450	50	0	1411,19	0	300	2
L0-M10-F5	425	50	25	1409,09	0	300	2
L0-M10-F10	400	50	50	1406,98	0	300	2
L0-M15-F0	425	75	0	1407,75	0	300	2
L0-M15-F5	400	75	25	1405,64	0	300	2
L0-M20-F0	400	100	0	1404,26	0	300	2
L10-M0-F0	500	0	0	1276,41	29,77	300	2
L10-M0-F10	450	0	50	1272,52	29,68	300	2
L10-M0-F15	425	0	75	1270,62	29,63	300	2
L10-M0-F20	400	0	100	1268,72	29,59	300	2
L10-M5-F5	450	25	25	1271,59	29,65	300	2
L10-M5-F10	425	25	50	1269,40	29,60	300	2
L10-M5-F15	400	25	75	1267,49	29,57	300	2
L10-M10-F0	450	50	0	1270,07	29,62	300	2
L10-M10-F5	425	50	25	1268,18	29,58	300	2
L10-M10-F10	400	50	50	1266,28	29,54	300	2
L10-M15-F0	425	75	0	1266,97	29,55	300	2
L10-M15-F5	400	75	25	1265,07	29,50	300	2
L10-M20-F0	400	100	0	1263,83	29,51	300	2
L20-M0-F0	500	0	0	1134,61	59,54	300	2
L20-M0-F10	450	0	50	1131,27	59,36	300	2

L20-M0-F15	425	0	75	1129,44	59,27	300	2
L20-M0-F20	400	0	100	1127,75	59,18	300	2
L20-M5-F5	450	25	25	1130,00	59,30	300	2
L20-M5-F10	425	25	50	1128,36	59,21	300	2
L20-M5-F15	400	25	75	1126,66	59,13	300	2
L20-M10-F0	450	50	0	1128,95	59,25	300	2
L20-M10-F5	425	50	25	1127,25	59,16	300	2
L20-M10-F10	400	50	50	1125,58	59,07	300	2
L20-M15-F0	425	75	0	1126,20	59,10	300	2
L20-M15-F5	400	75	25	1124,50	59,01	300	2
L20-M20-F0	400	100	0	1123,40	58,95	300	2

Görsel 2: Su ve hava küründe bekleyen numuneler



## 2.2. Deneysel çalışmalar

Sertleşmiş çimento harç numuneleri üzerinde sırasıyla ultrases geçiş hızının belirlenmesi, eğilme dayanımı ve basınç dayanımlarının belirlenmesi deneyleri yapılmıştır.

Ultrases geçiş hızı deneyi çok yaygın kullanılan bir tekniktir. UPV deneyi ultrasonik ses dalgasının, numunenin bir yüzünden öteki yüzüne ilk varış anının süresini tespit etmektedir. UPV, ASTM C597-16'ya (2016) göre uygulanan standart bir ASTM deneyidir. Standart, betonun veya harcın göreceli kalitesinin ve bazı kusurlarının (boşluklar, çatlaklar ve onarımlarının etkinliği vb.) yaklaşık olarak değerlendirilmesine olanak vermektedir. UPV

testleri 40x40x160 mm boyutlarında, 28. gün hava küründe bırakılan 3 adet harç numunesi ve su küründe bırakılan 3 adet harç numunesi üzerinde uygulanmıştır. Bu deney harcın 40 mm'lik mesafedeki yüzeylerine uygulanmıştır.

Numunelerin eğilme dayanımları ASTM C348-14'e (2017) göre tayin edilmiştir. Eğilme deneyi 28. günde 40x40x160 mm boyutlarındaki numuneler kullanılarak yapılmıştır. Numunelere 0.05 kN/s yükleme hızı uygulanmıştır. Her karışım için 3 adet hava kürü ve 3 adet su kürü için olmak üzere 6 numune kullanılmıştır. Numunelerin eğilme dayanımı her kür koşulu için 3 adet numunenin ortalama değerleri alınarak hesaplanmıştır. Ek olarak harç prizmalarının ayrılan kısımlarının her biri ASTM C349-14 (2017) test metodu doğrultusunda basınç dayanımına tabi tutularak kullanılabilir.

Harç numunelerin basınç dayanımları ASTM C349-14'e (2017) uygun olarak ölçülmüştür. Basınç dayanımı tayininde, eğilme dayanımını tayin etmek için kullanılan 40x40x160mm boyutlarındaki numunelerden elde edilen parçalardan her ikisi de kullanılarak, her bir karışımın hava kürü için 6 adet ve su kürü için 6 adet olmak üzere toplamda 12 adet basınç değeri elde edilmiştir. Çimento harç numunelere 2.4 kN/s yükleme hızı uygulanmıştır. Ölçülen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak numunelerin basınç dayanımları belirlenmiştir. UPV, eğilme ve basınç deneylerine ait fotoğraflar görsel 3'te verilmiştir.

Görsel 3: UPV, Eğilme ve Basınç dayanımı deneyleri

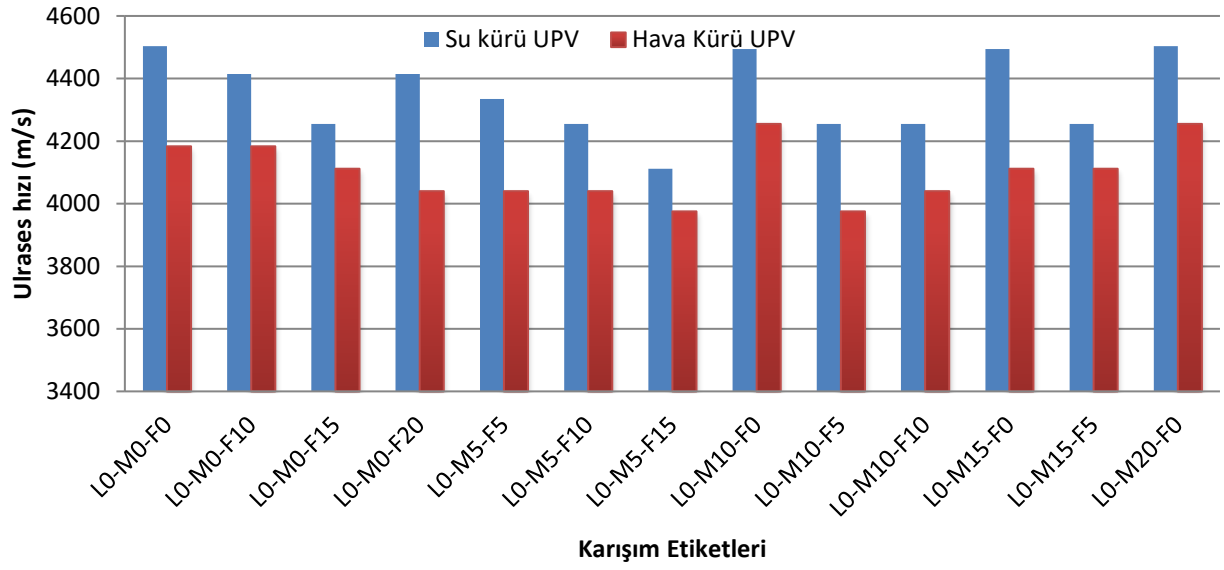


### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

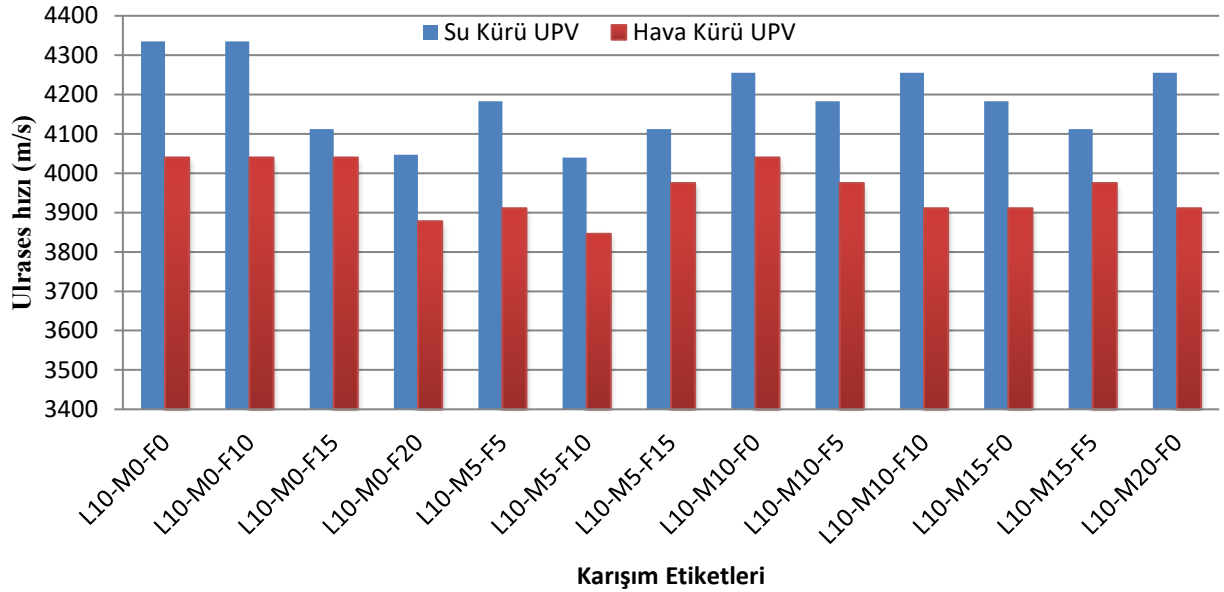
#### 3.1. Ultrases geçiş hızı test sonuçları



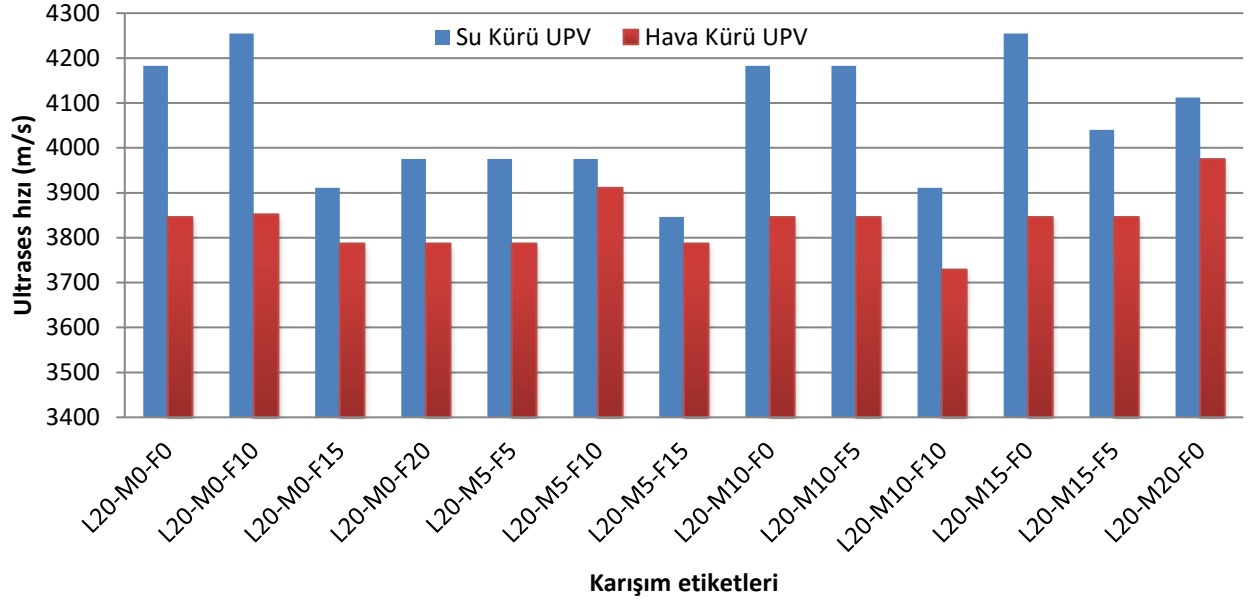
Görsel 4: Lastik agregası kullanılmayan harç numunelerin UPV sonuçlarının karşılaştırılması



Görsel 5: %10 Lastik agregası kullanılan harç numunelerin UPV sonuçlarının karşılaştırılması



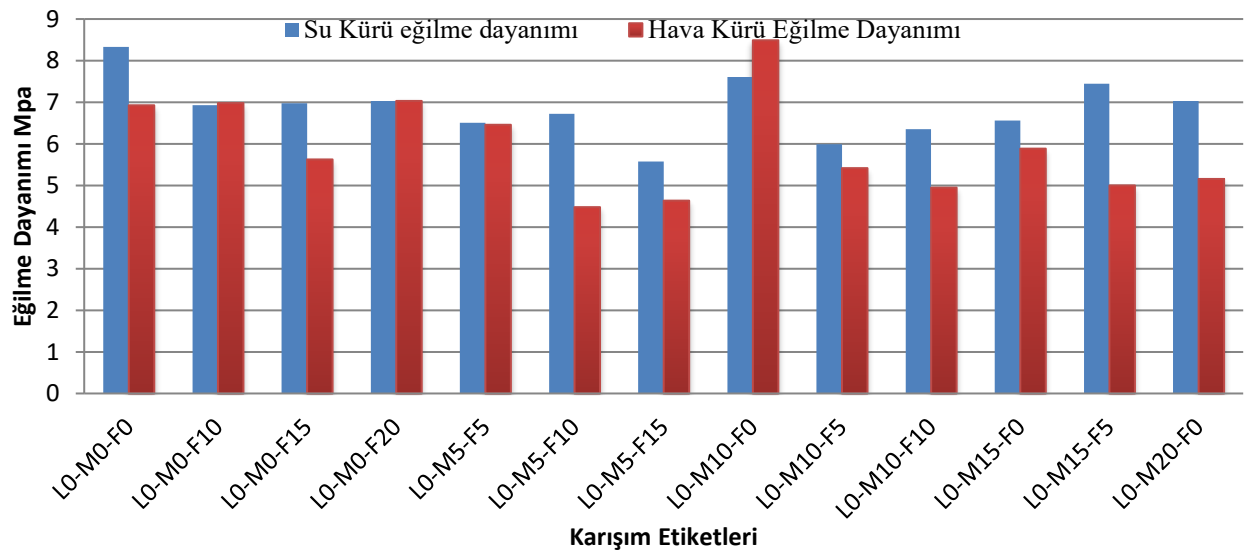
Görsel 6: %20 Lastik agregası kullanılan harç numunelerin UPV sonuçlarının karşılaştırılması



UPV sonuç grafiklerinde görüldüğü üzere; Lastiksiz seride mikronize kalsitin tek başına kullanımı, ferrokrom cürufu ve ikisinin birlikte kullanımıyla üretilen numunelere göre su küründe daha yüksek değerler vermiştir (Görsel 4). %10 Lastik agregalı seride ise su küründe L10-M0-F10 etiketli harç numune en yüksek değeri vermiştir. (Görsel 5). Genel olarak su kürü numunelerinin UPV değerleri, tüm seriler için hava küründe beklenen numunelere göre daha iyi sonuçlar vermiştir. %20 lastik agregalı seride hava ve su kürü etkisinin farkı diğer serilere göre daha belirgin hale gelmiştir (Görsel 6).

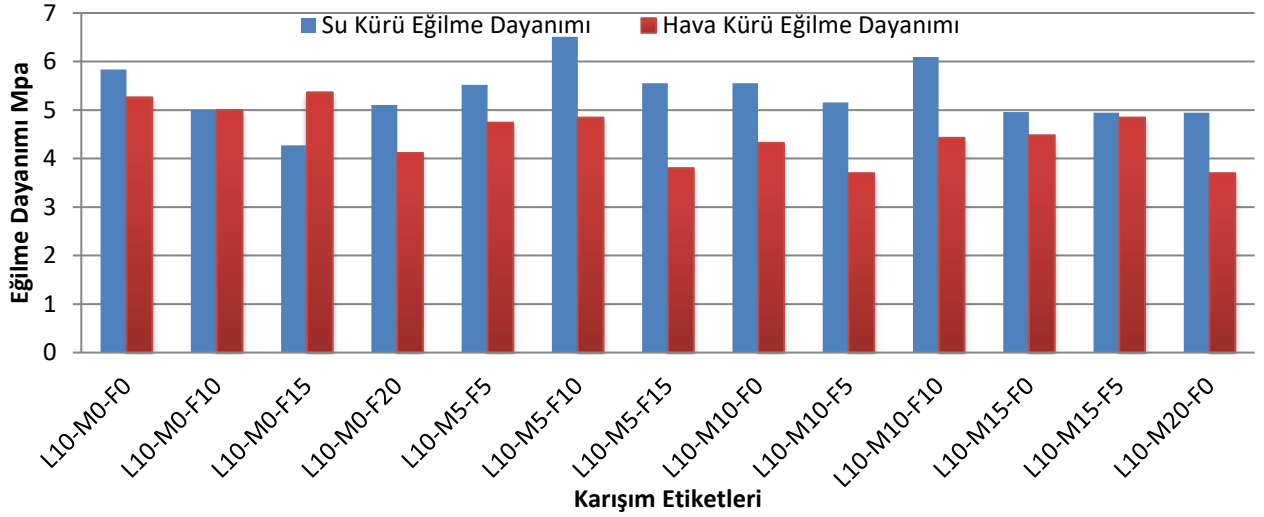
### 3.2. Eğilme dayanımı test sonuçları

Görsel 7: Lastik agregasız harç numunelerin eğilme dayanımı karşılaştırılması

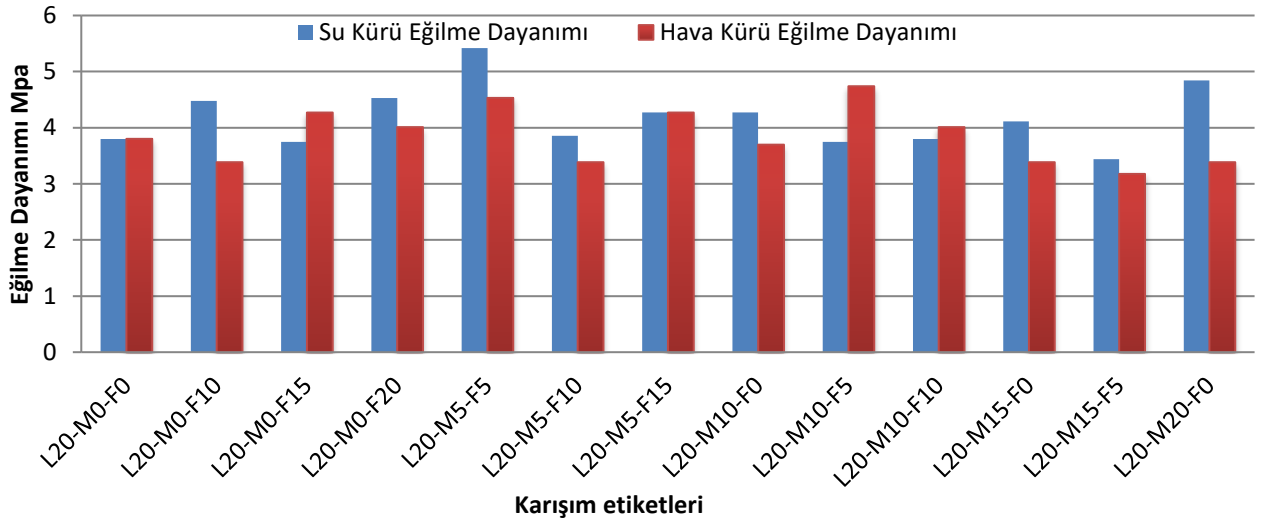


Görsel 8: %10 Lastik agregalı harç numunelerin eğilme dayanımı karşılaştırılması





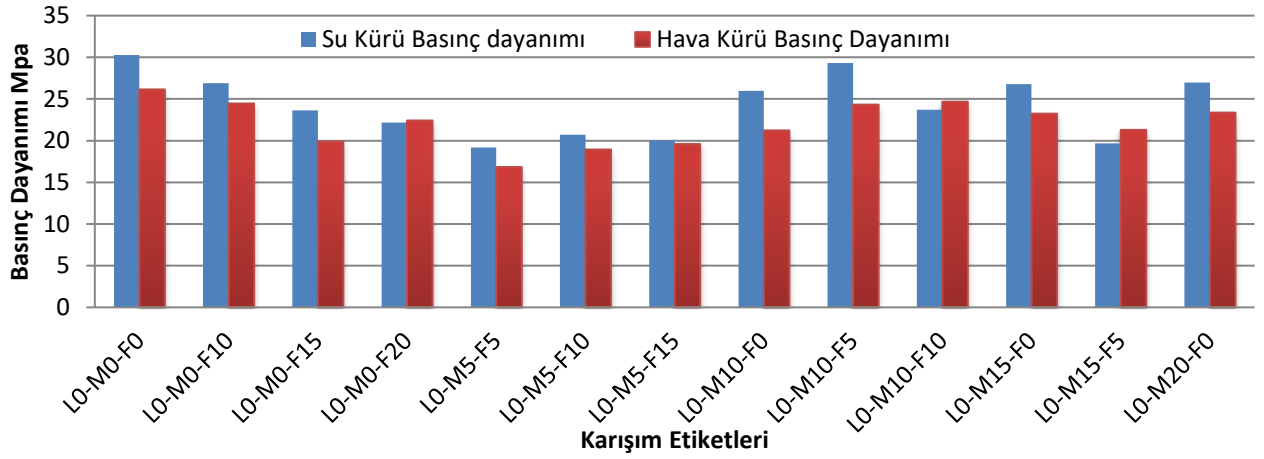
Görsel 9 :%20 Lastik agregalı harç numunelerin eğilme dayanımı karşılaştırılması



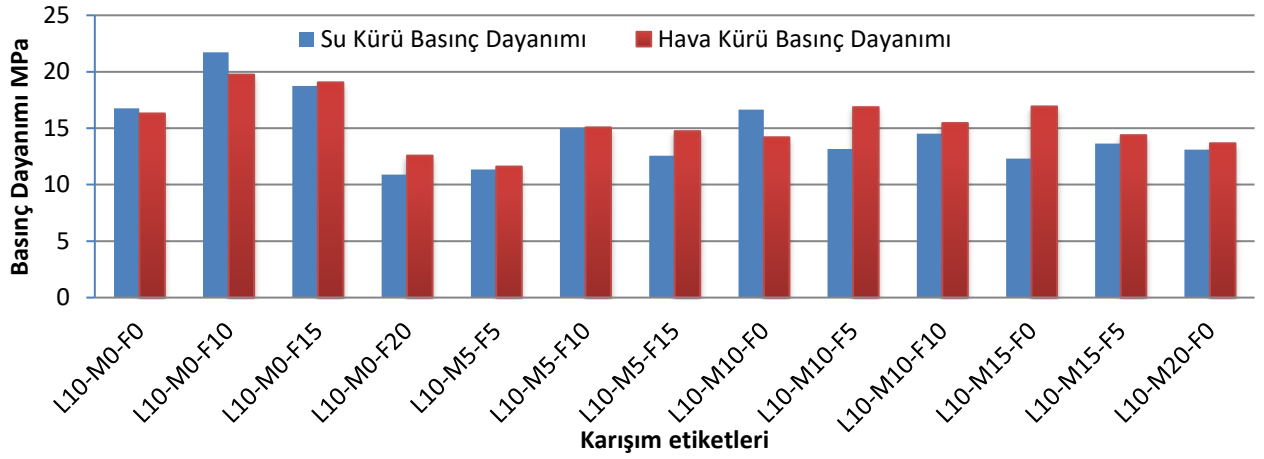
Eğilme dayanımı sonuç grafikleri incelendiğinde; Lastik agregasız seri için su kürü etkisinde hem mikronize kalsit hem de ferrokrom cürufu ikameli harçlarda birbirine yakın değerler elde edilmiş olup, ikisinin bir arada kullanımı bazı karışımlarda dayanım değerlerini yükseltmiştir. Ferrokrom cürufu içeren harçlarda su kürü ve hava kürüne maruz kalan numunelerinden birbirine yakın test sonuçları elde edilmiş, su kürüne olan ihtiyaç nispeten azalmıştır (Görsel 7). %10 lastik agregalı harçlarda, su kürü etkisinde ferrokrom cürufu ve mikronize kalsitin bir arada kullanıldığı M5-F10 ve M10-F10 etiketli karışımlarda en yüksek dayanımlar elde edilmiştir(Görsel 8 ). % 20 lastik agrega içeren harçlarda su kürüne olan ihtiyaç genel olarak azalmış ve farklı kür koşullarında birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Hava kürü etkisinde en iyi sonuçları ferrokrom cürufu içeren L20-M5-F5 etiketli numunele vermiştir.

### 3.3. Basınç dayanımı test sonuçları

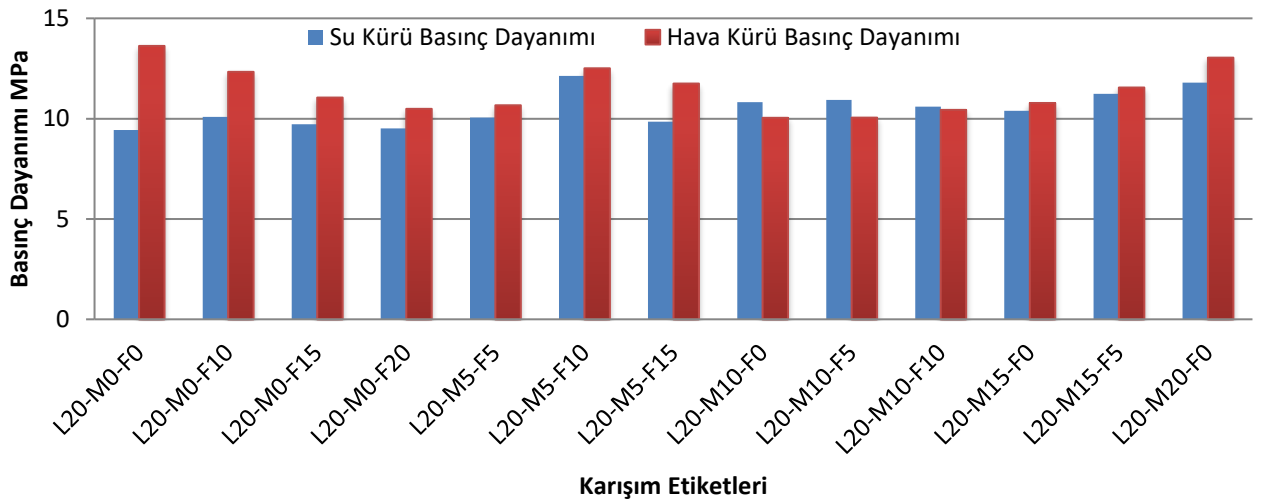
Görsel 10: Lastik agregasız harç numunelerin basınç dayanımı karşılaştırılması



Görsel 11: %10 Lastik agregalı harç numunelerin basınç dayanımı karşılaştırılması



Görsel 12: %20 Lastik agregalı harç numunelerin basınç dayanımı karşılaştırılması



Basınç dayanımı sonuç grafikleri incelendiğinde; Lastik agregasız seri için ferrokrom cürufu katkısının kür koşulları etkisi arasındaki farkı ve suya olan ihtiyacı azalttığı tüm seriler için geçerli olarak görülmüştür.(Görsel 10, 11, 12).Tek başına ferrokrom cürufu ikamesinin artmasıyla dayanımlarda düşüş belirlenmiştir. Lastik agregası kullanım oranının artmasıyla birlikte su kürüne olan ihtiyaç giderek azalmış, hatta hava kürü etkisindeki numunelerin daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Ferrokrom cürufu ikamesinin lastikli harçlarda genel olarak kullanılabilir olduğu görülmüştür( Görsel 11, 12). Lastik agregası kullanımının geleneksel harçlarda dayanımı düşürdüğü fakat çimento yerine ferrokrom cürufunun, tek başına veya mikronize kalsitle belli oranlarda ikamesinin, lastik oranının artmasıyla daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.% 10 lastik agregalı harçlar en yüksek dayanım L10-M0-F10 etiketli karışımın numunede elde edilmiştir.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Elazığ ferrokrom cürufu ve mikronize kalsit çimento yerine %10, %15 ve %20 oranlarında hem birlikte hem de ayrı ayrı olarak ikame edilerek, agregası yerine ise hacimce %10 ve %20 oranlarında atık lastik agregası yer değiştirilerek toplamda 39 adet karışım hazırlanmıştır. Hazırlanan karışımlardan elde edilen çimento harç numuneler hava ve su kürü etkilerine maruz bırakılarak sertleşmiş beton deneyleri yapılmıştır. Yapılan bu deneyler sonucunda aşağıdaki değerlendirme ve sonuçlar elde edilmiştir;

- Mikronize kalsit katkısının genel olarak, hem lastik agregalı hem de lastik agregasız harçlarda çimento yerine %10 oranında ikamesinin harç dayanımı açısından kabul edilebilir düzeye yakın olduğu görülmüştür. Su kürü etkisinde UPV sonuçlarına göre, %10 ve %15 mikronize kalsit katkılı harçların ferrokrom cürufu katkılı harçlara göre daha yüksek değerler verdiği gözlenmiştir.
- Ferrokrom cürufu katkısının, tüm seri ve karışımlarda su kürüne olan ihtiyacı azalttığı, hatta tüm kür koşulları etkisi ve %10-20 lastik agregası kullanım oranında, geleneksel harçlara göre daha iyi basınç dayanımları elde edilmesine imkan verdiği tespit edilmiştir.
- Ferrokrom cürufunun ikamesinin, atık lastik agregalı harçlarda %15 e kadar kullanıma uygun olduğu görülmüştür. Deney sonuçlarına göre en uygun oran % 10 olarak tespit edilmiştir.
- Lastik agregası kullanım oranının artmasıyla birlikte genel olarak tüm karışımlarda dayanımın düştüğü görülmüştür.
- Lastik agregası kullanım oranının artmasıyla birlikte, su kürüne olan ihtiyaç giderek azalmış hatta %20 lastik agregalı harçlarda hava kürüne maruz bırakılan numunelerin daha yüksek basınç dayanım sonuçları verdiği gözlenmiştir.
- Su kürü etkisindeki numunelerin tamamı, hava kürü etkisindeki numunelere göre daha iyi UPV sonuçları vermiştir.
- Hem ferrokrom cürufu hem de lastik agregası kullanımının, su kürüne olan ihtiyacı azaltma noktasında etkili olduğu görülmektedir.

## KAYNAKÇA

Erdoğan, T.Y., 2003. Beton, ODTÜ Geliştirme Vakfı ve Yayıncılık A.Ş., Ankara.

Matschei T.,Lothenbach B. andGlasser F.P., 2007. The role calciumcarbonate in cementhydration. CementandConcreteResearch, 37, 551-558.

Akın, M., 2009. Kalsit katkılı betonların geçirimsizlik ve durabilite deneyleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 122.

Coşkun, A. veTanyıldızı, H., 2011. Elazığ yöresi vişne mermer tozu katkılı hafif betonun basınç ve ultrasonik ses geçirgenliği özelliğinin araştırılması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 27(2), 150-154.

Ünal, O. ve Kibici, Y., 2001. Mermer tozu atıklarının beton üretiminde kullanılmasının araştırılması. Türkiye III. Mermer sempozyumu (mersem '2001), Afyon.

Gu, L. ve Özbakkaloğlu, T. (2016). Use of recycledplastics in concrete: A criticalreview. Waste Management 51, 19–42.

Atasever, M. Ve Sevim U.K. ,2018. Ayakkabı sanayi poliüretan taban atıklarının beton agregası olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi.

Akçaözöğlü, K. ve Güdür, Ş.E. 2017. mikronize kalsit ve uçucu kül katkısının beton özelliklerine etkisinin araştırılması.

Girskas, G. andNagrockiene, D.(2017). Crushedrubberwasteimpact of concretebasicproperties,ConstructinandBuildingMaterials 140, 36–42.

TS EN 1097–6, 2002. Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler – Bölüm 6: Tane yoğunluğu ve su emme oranının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 934–2, 2002. Kimyasal katkılar - Beton, harç ve şerbet için - Bölüm 2: Beton katkıları-Tarifler, özellikler, uygunluk, işaretleme ve etiketleme, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

TS 802, 2009. Beton Karışım Hesapları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

## EVALUATION OF THE LENGTH-WEIGHT AND LENGTH-LENGTH RELATIONSHIPS OF *Carassius gibelio* POPULATION INHABITING ENGİZ STREAM (SAMSUN, TURKEY)

CEREN ÇETİN\*<sup>1</sup>, Prof. Dr. SAVAŞ YILMAZ<sup>2</sup>, Dr. SEMRA SAYGIN<sup>3</sup>, Dr. MELEK ÖZPİÇAK<sup>4</sup>

<sup>1</sup>\* Ondokuz Mayıs University, Faculty of Sciences, cerenn.cetin1@gmail.com -0000-0003-3186-9924

<sup>2</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Sciences, savas.yilmaz@omu.edu.tr- 0000-0003-2859-4886

<sup>3</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Sciences, semra.saygin@omu.edu.tr- 0000-0002-3249-5074

<sup>4</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Sciences, melek.zengin@omu.edu.tr- 0000-0003-3506-4242

### ABSTRACT

The present study documents the relationship between total length (TL) and weight (W) and the relationship between total length (TL), fork length (FL) and standard length (SL) for *Carassius gibelio* from Engiz Stream, Samsun, Turkey. As a result of the fieldwork carried out in May-July 2022, 157 female (♀) and 47 (♂) male individuals were sampled. The average total lengths and weights of Prussian carp sampled from the Engiz Stream varied between 7.5-27.1±0.33 cm and 6.32-317.86±4.42 g, respectively. The length-weight relationship exponent b value ranged from 2.999 to 3.070 in *Carassius gibelio*. The equations for the length-weight relationship of *C.gibelio* were estimated as  $W=0.013TL^{3.059}$ ,  $W=0.013TL^{3.070}$ ,  $W=0.015TL^{2.999}$  for the general population, female and male individuals, respectively. Significant relations were found for all population, females and males in terms of LWRs ( $r^2>0.99$ ,  $P<0.001$ ). As a result of analysis, it was determined that the growth characteristics of *C.gibelio* are positive allometry for all population ( $b>3$ ,  $P<0.05$ ), female ( $b>3$ ,  $P<0.05$ ), isometry for male ( $b=3$ ,  $P>0.05$ ). Additionally, the relationships among total length-fork length, fork length-standard length and standard length-total length were also estimated for *C.gibelio*. The regression coefficient value obtained from the length-length relationship is greater than 0.99 and the relationship is significant ( $P<0.001$ ). No previous study on length-weight relationship (LWR) and length-length relationship (LLR) of *Carassius gibelio* from Engiz Stream. This is the first study to examine the biological characteristics of the Prussian carp living in the Engiz Stream.

**Key Words:** Length-weight relationship, Length-length relationship, *Carassius gibelio*, Engiz, Samsun

## 1. INTRODUCTION

*Carassius gibelio* (Bloch, 1872) (Prussian carp), is a benthopelagic and potamodromous species living in freshwater and brackish waters, belonging to the family Cyprinidae. Prussian carp lives in rivers, various stagnant water bodies, and survive in low oxygen levels and polluted environments (Kottelat and Freyhof, 2007). Prussian carp negatively affects native fish fauna (Povž and Šumer, 2005). *C. gibelio* can quickly become the dominant species in stagnant and slow-flowing waters and can cause changes in the nutrient cycle in the habitat. They also can cause damage to the natural fish species living in the freshwater ecosystems they enter. In addition, it can enter into food competition with the natural fish species in the environment (Özuluğ et al., 2005). As a result, *C. gibelio* is considered to be the most invasive fish species, as the density of local fish species decreases due to breeding and competition for food (Tarkan et al., 2012). There are many studies on growth, reproduction, age, bioecological characteristics, length-weight and length-length relationships, otolith characteristics of the species (Bostancı et al., 2007; Kamilov et al., 2021; Fuad et al., 2021; Akbay et al., 2022). Researches on the biological properties of this invasive species should be carried out for stock management and control. No previous study on length-weight relationship and length-length relationship of *Carassius gibelio* inhabiting Engiz Stream. It is thought that this study will provide source data for the studies to be carried out on the species in the same area.

## 2. MATERIAL METHOD

Fish specimens were caught with an electroshocker from Engiz Stream in Samsun Province in May-July 2022. Specimens collected by electro-shocker were preserved in the icebox for transport to the Ondokuz Mayıs University, Faculty of Science, Ichthyology Research Laboratory, where they were identified to species following Çiçek et al. (2020), Fricke et al. (2022). All fish were preserved frozen. Total length (TL), fork length (FL) and standard length (SL) were measured to the nearest  $\pm 0.1$  cm using a measuring board, and total weight (W) ( $\pm 0.01$  g) was weighed using Precisa electronic balance. The length-weight relationships of all population, females and males collected were determined by the equation with  $W=aTL^b$ . In equation, W is the body weight (g), TL is the total length (cm), a is the intercept (constant) of the regression curve, and b (slope) is the regression coefficient (Tesch 1971, Bagenal and Tesch, 1978). The parameters a and b were determined by linear regression based on W vs TL (log-transformed). b values for all population, females and males were tested by one sample t test to verify if it was significantly different from the isometric growth ( $b=3$ ) the confidence interval 95% of the b value was determined (Sokal and Rohlf, 1981). b value of the length-weight regressions were compared for sex differences using analysis of covariance (ANCOVA). TL-FL, FL-SL, SL-TL relationships were accomplished using linear regression models by the least squares method (Sokal and Rohlf, 1981). Comparison of the total length and weight of female and male individuals was determined by independent t test.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

A total of 204 individuals (157♀, 47♂) were sampled from the Engiz Stream. Total length and weight in the population sampled from Engiz Stream varied between 7.5-27.1 (18.001 $\pm$ 0.330) cm and 6.32-317.86 (110.556 $\pm$ 4.423) g, respectively. Descriptive statistics for the general



population, female and male individuals are presented in Table 1. Akbay (2019) determined the total length distribution of the species in the inland waters of Samsun as 19.2-40.3 cm for Altınkaya Dam Lake, 11.7-30.7 cm for Bafra Fish Lakes, 19.1-35.1 cm for Lake Ladik, and 14.8-27.4 cm for Lake Simenit. The total length of the *C.gibelio* species living in Aksu River is 10.3-30.5 cm (İnnal, 2012), in Seyhan River it is 10.7-31.0 cm (Ergüden, 2015). When the literature is examined (Bostancı et al., 2007; Tatlı, 2011; Rogozin et al., 2011), it is observed that the length of the species has a wide scale in studies carried out in different habitats. The reason for these differences can be listed as type of length measured, sexes, the nutritive capacity of habitats, sampling date and method, type of length measured, population density.

**Table 1.** Descriptive statistics for *Carassius gibelio* inhabiting Engiz Stream from Samsun

		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	
		Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
All	TL	204	7.5	27.1	18.001	0.3307	4.7237
	FL	204	7.0	24.6	16.499	0.3032	4.3304
	SL	204	5.9	21.4	14.432	0.2690	3.8414
	W	204	6.32	317.86	110.5563	4.42385	63.1852
Female	TL	157	7.5	27.1	18.325	0.3840	4.8112
	FL	157	7.0	24.6	16.783	0.3519	4.4090
	SL	157	5.9	21.4	14.687	0.3114	3.9013
	W	157	6.32	317.86	117.2915	5.21650	65.3629
Male	TL	47	9.0	23.0	16.917	0.6259	4.2907
	FL	47	8.2	21.0	15.551	0.5768	3.9541
	SL	47	7.0	18.6	13.581	0.5166	3.5420
	W	47	11.16	184.06	88.0579	7.23168	49.5779

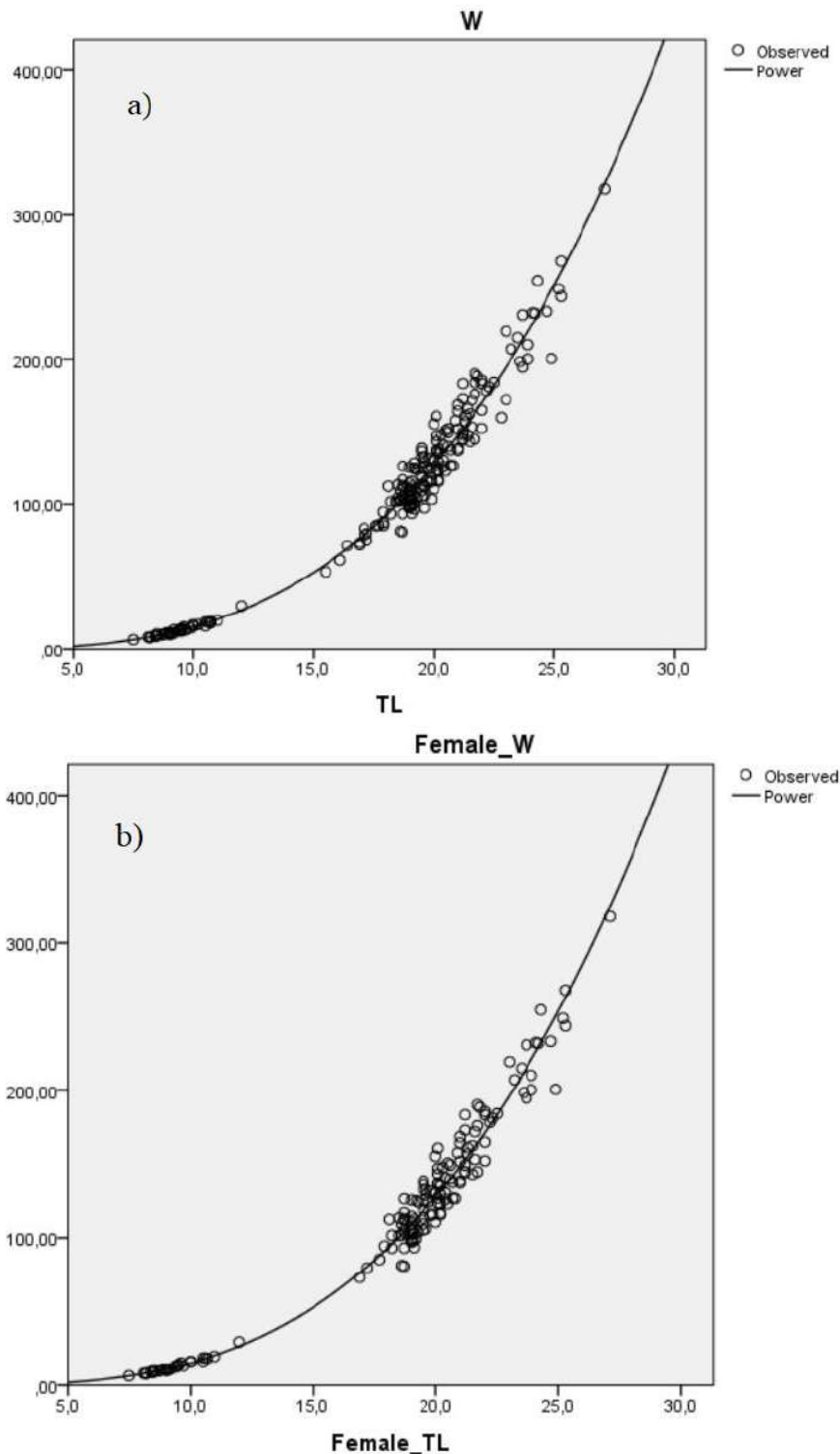
It was determined that there was a significant difference between sexes in terms of total length (Mann-Whitney U test; P=0.005) and weight (Mann-Whitney U test; P=0.002), and female individuals were larger than male individuals.

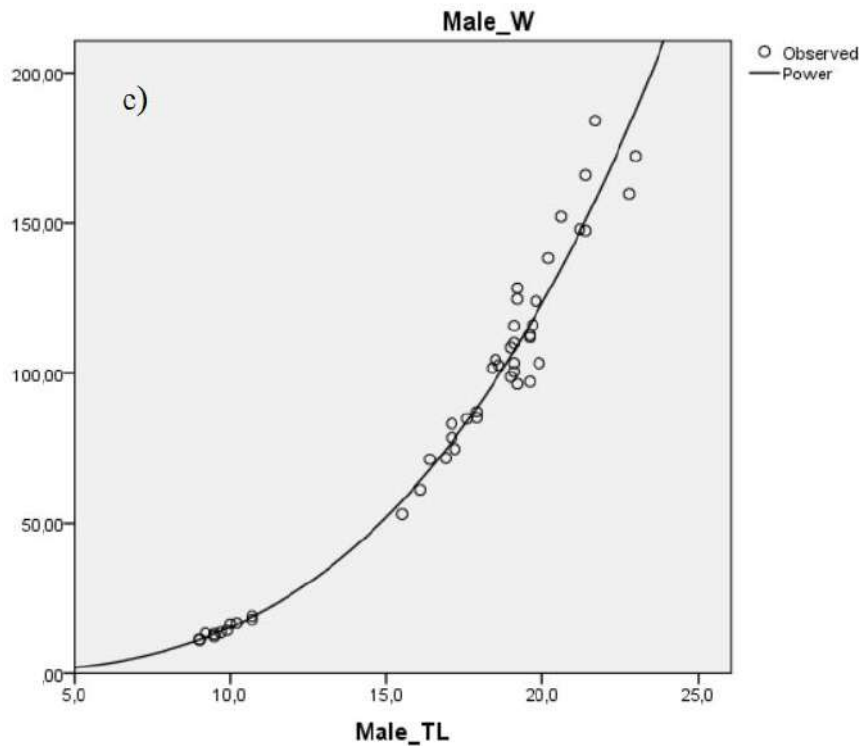
The equations for the length-weight relationship of *C.gibelio* living in the Engiz Stream were  $W=0.013TL^{3.059}$ ,  $W=0.013TL^{3.070}$ ,  $W=0.015TL^{2.999}$  for the all population, females and males, respectively. Strong correlations were identified between the length and weight values of *C.gibelio* individuals inhabiting Engiz Stream ( $P<0.001$ ,  $r^2>0.99$ , Table 2).

**Table 2.** Length-weight relationship parameters of *C.gibelio* inhabiting Engiz Stream

	Length-weight relationship parameters			$r^2$	P value	Growth Type
	a	b	95% confidence interval			
All	0.013	3.059	3.0265-3.0965	0.992	<0.001	Positive allometric
Female	0.013	3.070	3.0265-3.1135	0.992	<0.001	Positive allometric
Male	0.015	2.999	2.9205-3.0775	0.992	<0.001	Isometric

The exponent  $b$  value obtained from the length-weight relationship is between 2.999 and 3.070. The values of the parameter  $b$  which changeables 2-4 (Tesch, 1971). If this value is equal to 3, the fish shows isometric growth, if it is different from 3, it shows allometric growth. Prussian carp of Engiz Stream, all population and female showed positive allometric growth, and male showed isometric growth. Significant differences were found between the  $b$  values of female and male individuals (ANCOVA,  $P=0.020$ ) Length-weight relationship graphs were presented in Figure 1.





**Figure 1.** Length-weight relationships for the *C.gibelio* population in Engiz Stream, a) All population b) female c) male

When the length-weight relationship studies of *C. gibelio* were examined in different habitats, it was observed that the b value varied between 2.132 and 3.374 (Table 3). One or more factors may cause this variation in b value: number of samples, habitat or time to catch effect, length and weight ranges of fish, nutritional and reproductive characteristics, population density and sampling differences (Bagenal and Tesch, 1978; Moutopoulos and Stergiou, 2002).

**Table 3.** Length-weight relationship parameters for *C. Gibelio* in different localities, A(+); positive allometric growth, A(-); negative allometric growth, I; isometric growth, ND; No Data

Lokality	Sex	N	a	b	r <sup>2</sup>	Büyüme Tipi	Referance
Bafra Fish Lakes	♂♀	173	0.0265	2.978	0.970	ND	Bostancı et al., 2007*
Lake Chimaditis	♂♀	600	0.0336	2.810	0.920	I	Leonardos et al., 2008
Aksu River	♂♀	128	0.0138	3.114	0.976	A(+)	İnnal, 2012
	♀	81	0.0132	3.129	0.975	ND	
	♂	47	0.0150	3.087	0.977	ND	
Seyyidler Reservoir	♂♀	149	0.0274	2.938	0.813	A(-)	Bulut et al., 2013*
	♀	123	0.0696	2.132	0.838	A(-)	
	♂	24	0.2942	2.642	0.784	A(-)	

Azad Dam Lake	♂♀	66	0.00003	3.374	0.990	A(+)	Fazlı et al., 2018
Altinkaya Dam Lake	♂♀	62	0.012	3.108	0.988	A(+)	
Lake Ladik	♂♀	88	0.011	3.206	0.955	A(+)	
Bafra Fish Lakes	♂♀	100	0.014	2.828	0.967	A(+)	Akbay, 2019
	♀	80	0.015	3.080	0.973	I	
	♂	20	0.023	2.916	0.976	I	
Lake Simentit	♂♀	98	0.030	2.828	0.967	A(-)	
	♀	66	0.027	2.877	0.969	A(-)	
	♂	32	0.044	2.685	0.985	A(-)	
Gökçeada Reservoir	♂♀	33	0.023	3.129	0.920	I	Ağdamar and Gaygusuz, 2021 <sup>a</sup>
Demirköprü Reservoir	♂♀	733	0.010	3.120	0.970	A (+)	Dereli et al., 2021
	♀	475	0.010	3.100	0.970	A (+)	
	♂	214	0.010	3.18	0.960	A (+)	
Karamenderes Stream	♂♀	117	0.007	3.255	0.989	A (+)	Özdilek and Partal, 2022
Bafra Balık Lakes	♂♀	630	0.014	3.034	0.960	A (+)	Baki et al., 2022
	♀	477	0.014	3.042	0.980	A (+)	
	♂	153	0.016	3.013	0.970	A (+)	
Lake Eğirdir	♂♀	3987	0.010	3.171	0.979	A (+)	Apaydın Yağcı et al., 2022
Engiz Stream	♂♀	204	0.013	3.059	0.992	A (+)	This study
	♀	157	0.013	3.070	0.992	A (+)	
	♂	47	0.015	2.999	0.992	I	

Length type used, \*FL, <sup>a</sup>SL

Length-length relationships (LLRs) parameters of females, males, entire specimens and the coefficient of determination  $r^2$  are given in Table 4 which were found to be highly correlated (in all cases:  $r^2=0.99$ ,  $P<0.001$ ). High regression coefficients were obtained in the length-to-length conversion studies carried out on the Prussian carp, and the relationships were found to be significant (Fazlı et al., 2017; Akbay, 2019; Ağdamar and Gaygusuz, 2021).

**Table 4.** Length-length relationships of *Carassius gibelio* in the Engiz Stream.

Sex	Equation	a	b	r <sup>2</sup>	P
All	TL = a + b FL	0.034	1.09	99.6	<0.001
	FL = a + b SL	0.274	1.12	99.5	<0.001
	SL = a + b TL	-0.169	0.81	99.5	<0.001
Female	TL = a + b FL	0.468	1.09	99.6	<0.001
	FL = a + b SL	0.227	1.13	99.5	<0.001
	SL = a + b TL	-0.137	0.80	99.5	<0.001
Male	TL = a + b FL	0.062	1.08	99.8	<0.001
	FL = a + b SL	0.440	1.11	99.3	<0.001
	SL = a + b TL	-0.339	0.82	99.3	<0.001

#### 4. CONCLUSION

*C. gibelio* is considered the world's most successful invader in the last century (Japoshvili et al. 2013). It is important to explain the LWRs, LLRs and biological characteristics of *C. gibelio*. It is thought that the results obtained will be a source for different studies to be carried out on *C. gibelio* in the future and contribute to invasive species, *C. gibelio*, management.

#### REFERENCES

- [1] Ağdamar, S., Gaygusuz, Ö., Condition, Length-Length and Length-Weight Relationships for Four Introduced Freshwater Fish Species from an Insular Ecosystem (Gökçeada, Turkey), Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 6, 3, 2021.
- [2] Akbay, R. *İstilacı bir balık türü olan Carassius gibelio (Bloch, 1782) nun Lagenar Otolit Morfolojisi ve Morfometrisi: Samsun (Türkiye)'daki Dört Populasyon Arasında Karşılaştırmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 2019.
- [3] Akbay, R., Yılmaz, S., Ozpicak, M., Saygin, S., Polat, N., Lagenar Otolith Morphometry of Gibel Carp, *Carassius gibelio* (Cyprinidae): Comparisons among Four Populations in Samsun Province (Turkey), Journal of Ichthyology, 62, 5, 2022.
- [4] Bagenal, T.B., Tesch, F.W., *Age and Growth*, Blackwell Science Publication, Oxford, 1978.
- [5] Baki, B., Öztürk, D. K., Gören G.U., Determination of Some Biological Characteristics of Prussian Carp (*Carassius gibelio*): the example of Bafra Balık Lakes (Türkiye), International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 10,1, 2022.
- [6] Bostancı, D., Polat, N., Kandemir ve Ş., Yılmaz, S., Bafra Balık Gölü'nde Yaşayan Havuz Balığı, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nun Kondisyon Faktörü ve Boy-Ağırlık İlişkisinin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 2, 2, 2007.
- [7] Bulut, S., Ramazan, M., Algan, B., Özbek, M., Bülent, Ü., Konuk, M., Several Growth Characteristics of an Invasive Cyprinid fish (*Carassius gibelio* Bloch, 1782), Notulae Scientia Biologicae, 5, 2, 2013.

- [8] Çiçek, E., Sungur, S., Fricke, R., Freshwater lampreys and fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist 2020, *Zootaxa*, 4809, 2020.
- [9] Dereli, H., Bayhan, B., Ölçek, Z.S., The life history of the non-native cyprinid fish *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) from Demirköprü Reservoir in the Aegean Region in Turkey, *North-Western Journal of Zoology*, 17, 2, 2021.
- [10] Ergüden, S.A., Age and Growth Properties of Prussian Carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) Living in the Middle Basin of Seyhan River in Adana, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 47, 5, 2015.
- [11] Fazlı, H., Daryanabard, G., Janbaz, A., Mirzaei, R., Hosseinpour, H., Vahedi, N., Some biological characteristics of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Teleostei: Cyprinidae) in the Azad Dam Lake in Western Iran. *Iranian Journal of Ichthyology*, 5, 3, 2018.
- [12] Fricke, R., Eschmeyer, W.N., van der Laan, R. (2022). Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. Available at:  
<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmail.asp>  
[01.12.2022]
- [13] Fuad, M.M.H., Vetešník, L., Šimková, A., Is Gynogenetic Reproduction in Gibel Carp (*Carassius gibelio*) a Major Trait Responsible for invasiveness, *Journal of Vertebrate Biology*, 70, 4, 2021.
- [14] İnnal, D., Age and Growth Properties of *Carassius gibelio* (Cyprinidae) Living in Aksu River Estuary (Antalya-Turkey), *Review of Hydrobiology*, 5, 2, 2012.
- [15] Japoshvili, B., Mumladze, L., Küçük, F., Invasive *Carassius* Carp in Georgia: Current State of Knowledge And Future Perspectives, *Current Zoology*, 59, 6, 2013.
- [16] Kamilov, B., Yuldashov, M., Soatov, U., Nazarov, M., Variability of growth, maturation and fecundity of gibel carp (*Carassius gibelio*) in different environments of Uzbekistan, *E3S Web of Conferences*, 258, 2021.
- [17] Kottelat, M., J. Freyhof., *Handbook of European Freshwater Fishes*, Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin, 2007.
- [18] Leonardos, I.D., Tsikliras, A.C., Eleftheriou, V., Cladas, Y., Kagalou, I., Chortatou, R., Papigiotti, O., Life History Characteristics of an Invasive Cyprinid Fish (*Carassius gibelio*) in Chimaditis Lake (Northern Greece), *Journal of Applied Ichthyology*, 24, 2, 2008.
- [19] Moutopoulos, D.K., Stregiou, K.I., Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18, 3, 2002.
- [20] Özdilek, Ş.Y., Partal, N., Length-weight relationships and condition factors of three fish species in the Karamenderes Stream (Çanakkale, Türkiye), *Turkish Journal of Bioscience and Collections*, 6, 1, 2022.
- [21] Povž, M., Šumer, S., A brief review of non-native freshwater fishes in Slovenia. *Journal of Applied Ichthyology*, 21, 4, 2005.
- [22] Rogozin, D.Y., Pulyayevskaya, M.V., Zuev, I.V., Makhutova, O.N., Degermendzhi, A.G., Growth, diet and fatty acid composition of Gibel carp *Carassius gibelio* in Lake Shira, a brackish water body in Southern Siberia. *Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология*, 4:1, 86-103, 2011.
- [23] Sokal, R.R., Rohlf, F.J., *Biometry*, W. H. Freeman and Company, New York, 1981.



- [24] Tarkan, A.S., Marr, S.M., Ekmekçi, F.G., Non-native and translocated freshwater fish, FiSHMED Fishes in Mediterranean Environments, 3, 28, 2015.
- [25] Tatlı, C., *Gölcük Gölü'ne (Ödemiş-İzmir) aşıl原因 Carassius gibelio (Bloch, 1782) türünün bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2011.
- [26] Tesch, F. W., *Age and growth.*, Blackwell Scienti@c Publications, Oxford, 1971.
- [27] Yağcı, M.A., Alp, Ahmet., Yağcı, A., Uysal, R., Bilgin, F., Cesur, M., Yegen, V., Length-Weight Relationships of Ten Fish Species From Lake Eğirdir, Turkey, Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 7, 2, 2022.

## OKSİTETRASİKLİN UYGULANAN RATLARDA BAZI KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE BORİK ASİDİN ETKİLERİ

\*Buket Fidancı<sup>1</sup>, Prof. Dr. Miyase Çınar<sup>2</sup>, Arş. Gör. Ali Şenol<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, [buketnur1271@hotmail.com](mailto:buketnur1271@hotmail.com) - ORCID ID: 0000-0001-6234-1546

<sup>2</sup>Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, [miyasecinar@kku.edu.tr](mailto:miyasecinar@kku.edu.tr) - ORCID ID: 0000-0003-4080-7776

<sup>2</sup>Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, [alisenol@kku.edu.tr](mailto:alisenol@kku.edu.tr) - ORCID ID: 0000-0003-3806-9938

\*Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Bünyesinde yürütülen Yüksek Lisans Tez projesinden üretilmiştir. Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir (KÜBAP-2022-21)

### ÖZET

Tetrasiklin grubu antibiyotik ailesinden biri olan oksitetrasiklinin (OTC), bakteriyostatik ve antimikrobiyal etkisi olduğu, terapötik faydasının yanı sıra, karaciğer ve böbrekte toksisiteye neden olduğu bilinmektedir. Borik asit (BA) ise antioksidan savunma sisteminde çok önemli role sahiptir. Bu çalışma, oksitetrasiklin uygulanan ratlarda kan parametreleri üzerine borik asidin etkilerini araştırmak amacıyla yapıldı. Bu amaçla 40 adet erkek rat her bir grupta 10'ar hayvan olacak şekilde, kontrol (10 mg/kg FTS i. p) (1), OTC (200 mg/kg i.p) (2), BA (10 mg/kg i.p) (3) ve OTC (200 mg/kg i.p) + BA (10 mg/kg i.p) (4) olmak üzere 4 gruba ayrıldı. İki haftalık denemenin sonunda hayvanların kan serumlarında AST aktivitesi, total kolesterol, üre, kreatinin, total protein, albümin, kalsiyum ve inorganik fosfor düzeyleri ile tam kanda alyuvar, akyuvar, lenfosit, nötrofil sayıları, hemogloblin ve hemotokrit değerleri belirlendi. OTC grubunda serum kreatinin ve üre düzeyleri diğer deneme gruplarına göre, total kolesterol düzeyleri ise BA ve kontrol gruplarına göre yüksekti (P<0,001). OTC grubunda kontrol grubuna göre total protein (P<0,001) ve albümin (P<0,01) düzeyleri düşüktü. Serum Ca düzeyleri kontrol grubuna göre OTC ve OTC+BA gruplarında yüksekti (P<0,001). OTC grubunda akyuvar sayısı BA grubuna göre (P<0,05), nötrofil sayısı ise kontrol ve BA gruplarına göre yüksekti (P<0,01). Lenfosit sayısı OTC ve kontrol gruplarına göre BA ve OTC+BA gruplarında düşüktü (P<0,01). Sonuç olarak, ratlarda 10 mg/kg (canlı ağırlık/gün) borik asidin oksitetrasiklin kaynaklı artan üre, kreatinin ve lenfosit düzeylerini azalttığı, ancak diğer parametreleri anlamlı olarak etkilemediği gözlemlendi. Ratlara uygulanan 200 mg/kg oksitetrasikline karşı borik asidin farklı dozlarda ve farklı formlarının kullanıldığı çalışmaların yapılmasının faydalı olabileceği kanaatine varıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Borik asit, kan parametreleri, oksitetrasiklin, rat

## 1.GİRİŞ

Tetrasiklinler, Rickettsia, gram-pozitif ve gram-negatif bakterilere, aeroblara, anaeroblara ve Chlamydia'ya karşı etkin geniş spektrumlu antibiyotiktir [1]. Mikroorganizmalar üzerinde bakterisid etkisi olan oksitetrasiklin, protein sentezini inhibe ederek antimikrobiyal etki göstermekte [2-3] olup bu etkinliği nedeniyle özellikle gelişmekte olan ülkelerde insan ve çiftlik hayvanlarında bulaşıcı hastalıklar, solunum ve cilt hastalıklarının tedavisi için yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. Oksitetrasiklinin tıbbi yönlendirme olmaksızın aşırı dozlarda kullanımının karaciğer ve böbrek üzerinde zararlı etkileri vardır [4-5-6]. Tetrasiklinler karaciğer de nekroza, böbrek dokusunda yıkımlanmaya ve protein sentezini engelleyerek anti-anabolik etkiye neden olmaktadır [4-5]. Karaciğer, ilaçların metabolize edilmesinde yer alan ana organdır ve ayrıca çoğu ilacın yüksek dozlarda hepatotoksisiteye neden olduğu iyi bilinmektedir [7]. Karaciğer hasarı genellikle serum aminotransferaz düzeylerindeki artışlarla belirtilir. Bir başka ölçülebilir karaciğer fonksiyonu, albümin konsantrasyonuna ve protrombin süresine yansıyan protein sentezidir [8]. Mikroveziküler steatoz, oksidatif doku hasarı ve mitokondriyal fonksiyonların bozulması tetrasiklinin neden olduğu hepatik ve renal toksisiteye katkıda bulunan olası faktörlerdir. Yeni Zelanda tavşanları üzerinde yapılan bir çalışmada [9] 15 gün boyunca uygulanan OTC (200mg/kg oral)'nin serum biyokimyasal hepato-renal hasar belirteçlerinde önemli değişiklikler gösterdiği ve hepato-renal lipid peroksidasyonunda belirgin bir artış olduğunu, *Nigella sativa* yağı (2 ml/kg, oral) ve askorbik asidin (200 mg/kg, oral), her biri tek başına veya OTC tedavisi ile birlikte kullanıldığında, OTC kaynaklı serum ve doku biyokimyasal değişikliklerine karşı koruma sağladığı ortaya konulmuştur. Tanvir vd. (2019)[10] ratlara 200 mg/kg ip olarak verilen tetrasiklinin serum karaciğer belirteç enzimlerinde önemli değişikliklerle gösterildiği gibi ciddi karaciğer ve böbrek hasarına neden olduğu, bilirubin ve protein konsantrasyonlarında farklılıklar görüldüğünü tespit etmişlerdir.

Çeşitli çalışmalarda, deneysel hayvan modellerinde OXT kaynaklı oksidatif strese karşı koymak ve yan etkilerini hafifletmek için antioksidanların kullanıldığı bildirilmiştir [11-12-6-13]. Borik asidin, oksidatif hasara karşısın da DNA için koruyucu madde olarak potansiyel olduğu söylenmektedir [14]. Bor hormonal ve mineral metabolizmalarında, enzim reaksiyonlarında ve hücre zarı fonksiyonlarında önemli rol oynayan bir elementtir [15]. Bu elementin insan ve hayvan sağlığı üzerine birçok metabolik ve biyokimyasal etkisi olduğu, kemik, mineral, lipid, immun sistem, lipid peroksidasyonu ve antioksidan sistem ile DNA harabiyetinin önlenmesinde ve kanser hücreleri üzerinde olumlu etkileri olabileceği bildirilmiştir [16]. Keklik vd. (2016)[17] 28 gün boyunca içme suyu ile Boraks (704 mg/L) verilen ratlarda lökosit (WBC), hemoglobin (Hb), hemotokrit (Hct), eritrosit (RBC), trombosit (PLT), nötrofil, lenfosit, monosit ve bazofil seviyelerinin azaldığı vurgulanmıştır. Çalışmada gentamisin uygulamasının sıçanlarda lökosit sayısı ve Hct değeri istatistiksel açıdan önemli ( $p < 0,05$ ) düzeyde düşürdüğü ancak diğer incelenen parametrelere etkisinin olmadığı bulundu.

Hayvanlarda kullanılan antibiyotikler, oluşacak hastalıkları önlemek, hayvanların gelişimini desteklemek ve beslenmeyi iyileştirmek için tercih edilmektedir [18]. Oksitetrasiklin aminoglikozid ilaçlar içinde spektrumu en geniş ve antibakteriyel etki gücü en yüksek ilaç

olduğundan dolayı tüm bakteriyel hastalıkların tedavisinde ilk akla gelen ve kullanılan ilaçtır [8]. Oksitetrasiklin bunun yanı sıra çevrede açtığı düşük maliyetli kontaminasyon ve geniş spektrum aralığına sahip antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir. Ancak bu antibiyotiğin aşırı dozlarda kullanımının yan etkileri olduğu, karaciğer ve böbrek üzerinde zararlı etkiler yaptığı bilinmektedir [18]. Hepatotoksisite ve nefrotoksisite, ilaçların piyasaya sürüldükten sonra geri çekilmesinin ana nedenleridir ve bu nedenle hem Gıda ve İlaç İdaresi ve ilaç şirketlerinin en çok endişe duydukları durumdur [8]. Yapılan literatür taramalarında tetrasiklinlerin aşırı miktarda alınımından kaynaklanan hepatorenal toksisitesi ile ilgili çalışmalar yapılmış ve koruyucu olarak farklı antioksidanlar kullanılmıştır [6-13]. Bunun yanı sıra oksitetrasiklin uygulamalarında borik asit takviyesinin koruyucu etkilerini araştıran çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışma ile borik asidin antioksidan etkisinin oksitetrasiklin uygulanan ratlarda sebep olacağı düşünülen hepatorenal toksisitesi üzerine etkileri ortaya konulmuştur.

## 2.DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1.Metaryal Metot

Bu çalışma, Kırıkkale Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Komitesi'nden gerekli izin ve onay alınarak ( 2021/12, Karar No: 51) Kırıkkale Üniversitesi Hüseyin Aytemiz Deneysel Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yapıldı.

### 2.2.Barınma Ve Yetiştirme Koşulları

Çalışmada kullanılan 40 adet 2-3 aylık 250-300 gr ağırlıklarında erkek Wistar rat deney hayvanları üreten laboratuvardan temin edildi. Hayvanlar, 12 saat aydınlık / karanlık döngüsünde oda sıcaklığında (22 ° C), nem oranı % 50-60 olan ortamlarda, tel kafeslerde tutuldu, yem ve su *ad libitum* olarak verildi.

### 2.3.Deney Gruplarının Oluşturulması:

İki haftalık adaptasyon sürecinden sonra 40 adet Wistar ratlar tartılarak, her grupta canlı ağırlık yönünden fark olmaksızın her birinde 10'ar hayvan olacak şekilde 4 gruba ayrıldı. Deneme 14 gün sürdü. Deneme grupları kontrol (10 mg/kg FTS i. p) (1), OTC (200 mg/kg i.p) (2), BA (10 mg/kg i.p) (3) ve OTC (200 mg/kg i.p) + BA (10 mg/kg i.p) (4) olacak şekilde düzenlendi. İki haftalık denemenin sonunda hayvanların kan serumlarında AST aktivitesi, total kolesterol, üre, kreatinin, total protein, albümin, kalsiyum ve inorganik fosfor düzeyleri ile tam kanda alyuvar, akyuvar, lenfosit, nötrofil sayıları, hemoglobin ve hemotokrit değerleri belirlendi.

### 2.4.Kan Numunelerinin Alınması Ve Bazı Kan Parametrelerinin Belirlenmesi

Çalışmanın sonunda kesim öncesi ratlar 8 saat aç bırakılarak Ksilazin-Ketamin anestezisi altında ratların kalbinden antikoagülsüz ve antikoagülanlı (EDTA) tüplere kanları alındı.

Antikoagülanlı tüplere alınan kan örnekleri oda sıcaklığında 1 saat bekletildikten sonra 3000 rpm’de 10 dakika santrifüj edilerek serumları ayrıldı. Serum örnekleri analiz edilinceye kadar -20°C de derin dondurucuda saklandı. EDTA’lı tüplere alınan kan örneklerinde aynı gün hematolojik parametrelere bakıldı.

#### 2.5. Bazı Biyokimyasal Parametrelerin Belirlenmesi

Elde edilen serum örneklerinde aspartat amino transferaz (AST) aktivitesi , total kolesterol, üre, kreatinin , total protein, albümin, kalsiyum (Ca), inorganik fosfor (Pi) düzeyleri ticari test kitleri (Gesana, İtalya) ile otoanalizör (Gesana Chem 200, İtalya) cihazı ile ölçülerek belirlendi.

#### 2.6. Bazı Hematolojik Parametrelerin Belirlenmesi

Antikoagülanlı tüplere (EDTA) alınan tam kanda akyuvar (WBC), alyuvar (RBC), nötrofil (NEUT), lenfosit (LYM) sayıları, hemoglobün (HGB) miktarı ve hematokrit (HCT) değerleri otomatik kan sayım cihazında ( VETSCAN, Amerika) ölçülerek belirlendi.

#### 2.7. İstatistiksel Analizler

Elde edilen veriler SPPSS 20 istatistik programı ile tek yönlü ANOVA testi ile analiz edilerek F değerleri anlamlı olduğunda Duncan’s testi yapıldı. Değerlendirmede  $P < 0,05$  düzeyi anlamlı farklılığın göstergesi olarak kabul edildi. Veriler ortalama değerler ve standart hata ( $\bar{x} \pm S_x$ ) olarak verildi.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Sunulan çalışmada serum AST aktivitesinde OTC grubunda diğer deneme gruplarına göre sayısal olarak artışlar gözlemlendi, ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0,05$ ). Oksitetrasiklin grubunda serum kreatinin ve üre düzeylerinin diğer deneme gruplarına göre, total kolesterol düzeylerinin BA ve kontrol gruplarına göre yüksek olduğu belirlendi ( $P < 0,001$ ). Serum total protein ( $P < 0,001$ ) ve albümin ( $P < 0,01$ ) düzeylerinin OTC grubunda kontrol grubuna göre düşük olduğu tespit edildi. Serum Ca düzeyleri kontrol grubuna göre OTC ve OTC+BA gruplarında yüksek olduğu gözlemlendi ( $P < 0,001$ ). Serum Pi düzeylerinin uygulamalardan etkilenmediği tespit edildi ( $P > 0,05$ ) (Çizelge 1).

Hayvanlarda hematolojik ve biyokimyasal parametrelerin belirlenmesi klinik teşhislerin doğrulanması, hastalığın seyri, sonuçların değerlendirilmesi ve uygun tedavi açısından önem arz etmektedir [19]. Kan parametrelerindeki değişimler; organların fonksiyonlarını ve metabolik olayları yansıtmaları açısından hekimlere ve araştırmacılara bilgiler vermektedir [20]. Jayanthi ve Subash (2010)[21] ratlara 15 gün boyunca oral OTC (200 mg/kg vücut ağırlığı/gün) uygulamasının AST, ALT, ALP, laktat gibi serum hepatik belirteçlerinde önemli bir artışla kendini gösteren hepatik hasar oluştuğunu saptamışlardır. Aynı çalışmada sıçanlara OTC ve kafeik asit kombine verildiğinde, serum AST, ALT, ALP, LDH yükselmelerinde ve bilirubin

seviyesinde anlamlı bir azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Asha vd. (2007)[22] yaptıkları çalışmada 14 ve 21 gün boyunca i.p olarak oksitetrasiklin verilen ratlarda kontrol grubuna göre 14. günde serum AST ve ALT aktivitelerinde hafif yükselmeler gözlenirken, 21. günde enzim aktivitelerinin en yüksek düzeye ulaştığını tespit etmişlerdi. Çalışmada, serum AST ve ALT aktivitesinin artmasının nedenin tetrasiklinin karaciğerde önemli parankimal hücre hasarına neden olmasından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir. Karaciğer enzimleri olan ALT, ALP ve AST aktivitelerinin yükselmesi karaciğer hasarının göstergesi olarak bilinmektedir [8]. Yeni Zelanda tavşanları üzerinde yapılan bir çalışmada [9] 15 gün boyunca uygulanan OTC (200mg/kg oral)'nin serum biyokimyasal hepato-renal hasar belirteçlerinde önemli değişiklikler gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar OTC uygulanan hayvanlarda serum ALT, AST ve ALP aktivitelerinin , total kolesterol ve total bilirubin düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek, total protein seviyesinin ise daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Aynı şekilde, oral OTC uygulamasından sonra renal hasar belirteçleri olan serum üre, ürik asit ve kreatinin düzeylerinin önemli ölçüde arttığı saptanmıştır. Aynı çalışmada vitamin C (200 mg/kg canlı ağırlık) veya çörek otu yağının (2 ml/kg canlı ağırlık) oral uygulamasının OTC ile yükselmiş hepatik ve renal hasar belirteçlerini önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir. Sunulan çalışmada Asha vd. (2007)[22]' nin bulgularına uyumlu olarak OTC uygulaması ile serum AST aktivitesi hafif yükselmiş, ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Sunulan çalışmada, Abdel-Daim ve Ghazy (2015)[9]'nin bulgularına uyumlu olarak OTC uygulamasının hayvanlarda total protein, üre ve kreatinin düzeylerini düşürdüğü, total kolesterol düzeylerini ise yükselttiği aynı zamanda, antioksidan olan BA'nın verilmesi OTC ile yükselmiş olan hepatik ve renal hasar belirteçlerini önemli ölçüde azalttığı gözlenmiştir. Oksitetrasiklin kaynaklı hepato-renal toksisitenin kesin mekanizması hala bilinmemekle beraber, yeterince hızlı elimine edilmediklerinde OTC birikiminden veya önerilen terapötik dozajların üzerinde sık ve/veya yüksek dozların uygulanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir [9].

Sunulan çalışmada, tam kanda akyuvar sayısı OTC grubunda BA grubuna göre ( $P<0,05$ ), nötrofil sayısı ise kontrol ve BA gruplarına göre yüksek ( $P<0,01$ ), lenfosit sayısının ise OTC ve kontrol gruplarına göre BA ve OTC+BA gruplarına göre düşük olduğu ( $P<0,01$ ) gözlemlendi. Hemoglobin düzeyinin uygulamalardan etkilenmediği belirlendi ( $P>0,05$ ) (Çizelge 2).

Durmuş vd. (2018)[23] ratlarda gentamisin (100 mg/kg i.p) yan etkilerinden korunmak için bor (B) (5, 10, 20 mg/kg i.p) kullanımının hematolojik parametrelere etkilerini belirlemek amacıyla 14 günlük yaptıkları çalışmada kanda lökosit, eritrosit, ve trombosit sayıları ile , hemoglobin miktarı ve hematokrit değerlerini belirlemişlerdir. Çalışmada bor uygulaması, gentamisin düşürdüğü lökosit sayısını artırırken hematokrit değerini anlamlı düzeyde azalttığı tespit edilmiştir. Sunulan çalışmada Durmuş vd. (2018)[23]'nin bulgularına zıt olarak OTC lökosit sayısını artırmış, BA uygulaması ise azaltmıştır. Yapılan çalışmaya paralel olarak gentamisin uygulamasında kanda lökosit sayısının arttığı yönündeki bildirim [24] de mevcuttur.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR



Sonuç olarak, ratlarda 10 mg/kg (canlı ağırlık/gün) borik asidin oksitetrasiklin kaynaklı artan üre, kreatinin ve lenfosit düzeylerini azalttığı, ancak diğer parametreleri anlamlı olarak etkilemediği gözlemlendi. Elde edilen bu bilgiler ışığında 200 mg/kg OTC ‘nin önemli oranda nefrotoksisteye neden olduğu, bir antioksidan olan BA (10 mg/kg)’nın düzeltici etkisi olduğu ortaya konulmuştur. Ratlarda oksitetrasiklin ve borik asidin biyokimyasal ve hematolojik parametreler üzerinde etkilerinin tam olarak belirlenebilmesi için bu maddelerin farklı dozlarının denenebileceği yeni çalışmalar yapılması gerektiği kanaatine varıldı.

**Çizelge 1.** Kontrol ve deneme gruplarında bazı biyokimyasal parametreler ( $\bar{x} \pm S_x$ )

Parametreler	K	BA	OTC	OTC+BA	P
AST (U/L)	202,69±16,10	179,28±11,09	235,63±27,40	197,20±17,26	>0,05
Total kolesterol (mg/dl)	74,06±4,70 <sup>b</sup>	90,11±6,52 <sup>b</sup>	126,30±9,58 <sup>a</sup>	114,16±10,07 <sup>a</sup>	<0,001
Üre(mg/dl)	52,63±1,16 <sup>c</sup>	51,75±1,86 <sup>c</sup>	90,00±3,92 <sup>a</sup>	76,29±3,89 <sup>b</sup>	<0,001
Kreatinin (mg/dl)	0,48±0,01 <sup>c</sup>	0,44±0,03 <sup>c</sup>	0,96±0,06 <sup>a</sup>	0,75±0,07 <sup>b</sup>	<0,001
Total protein (mg/dl)	3,43±0,33 <sup>a</sup>	3,20±0,04 <sup>ab</sup>	2,76±0,04 <sup>b</sup>	2,85±0,06 <sup>b</sup>	<0,001
Albümin (mg/dl)	2,71±0,05 <sup>ab</sup>	2,75±0,02 <sup>a</sup>	2,55±0,03 <sup>c</sup>	2,60±0,05 <sup>bc</sup>	<0,01
Ca (mg/dl)	8,46±0,11 <sup>b</sup>	8,74±0,11 <sup>b</sup>	9,51±0,17 <sup>a</sup>	9,83±0,30 <sup>a</sup>	<0,001
Pi (mg/dl)	5,42±0,20	6,03±0,20	5,32±0,38	5,56±0,45	>0,05

<sup>a,b,c</sup> : Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir (P<0,05; P<0,01; P<0,001).

**Çizelge 2.** Kontrol ve deneme gruplarında bazı hematolojik parametreler ( $\bar{x} \pm S_x$ )

Parametreler	K	BA	OTC	OTC+BA	P
WBC ( $\times 10^3/\mu\text{L}$ )	5,21±0,59 <sup>a</sup>	2,76±0,47 <sup>b</sup>	6,22±0,91 <sup>a</sup>	4,09±0,94 <sup>ab</sup>	<0,05
RBC( $\times 10^6/\mu\text{L}$ )	8,44±0,59	7,96±0,42	8,15±0,63	8,55±0,79	>0,05
NEUT (%)	1,66±0,17 <sup>b</sup>	0,61±0,64 <sup>c</sup>	2,77±0,43 <sup>a</sup>	2,28±0,54 <sup>ab</sup>	<0,01
LYM (%)	3,73±0,54 <sup>a</sup>	1,46±0,14 <sup>b</sup>	3,01±0,67 <sup>a</sup>	1,66±0,17 <sup>b</sup>	<0,01
HGB (g/dL)	14,06±0,26	13,64±0,15	13,90±0,85	14,00±0,88	>0,05
HCT (%)	45,58±1,13	43,44±0,62	47,48±2,14	37,84±5,76	>0,05

<sup>a,b,c</sup> : Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir

## KAYNAKÇA

- [1] Chambers H.F. (2006). Protein sentez inhibitörleri ve çeşitli antibakteriyel ilaçların Tedavinin Farmakolojik Temeli, Ed. Brunton LL, Lazo JS, Parker KL, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 1173-1202
- [2] Goodman, L. S. (1996). *Goodman and Gilman's the pharmacological basis of therapeutics* (Vol. 1549, pp. 1361-1373). New York: McGraw-Hill.
- [3] Shutter, M. C. ve Akhondi, H. (2019). Tetracycline.
- [4] Başoğlu, A. (2000). Veteriner İç Hastalıklarında Genel Tedavi. *Selçuk Üniv. Basımevi, Konya*, 109-160.
- [5] AKKAN, H. A., & Karaca, M. (2003). Veteriner iç hastalıklarında antibiyotiklerin kullanımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(2), 72-77
- [6] Oda, S. S., Waheeb, R. S. ve El-Maddawy, Z. K. (2018). Potential efficacy of Coenzyme Q10 against oxytetracycline-induced hepatorenal and reproductive toxicity in male rats. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 8(1), 098-107.
- [7] Francis, P., & Navarro, V. J. (2022). Drug Induced Hepatotoxicity. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
- [8] Navarro, V. J. ve Senior, J. R. (2006). Drug-related hepatotoxicity. *New England Journal of Medicine*, 354(7), 731-739.
- [9] Abdel-Daim, M. M., & Ghazy, E. W. (2015). Effects of Nigella sativa oil and ascorbic acid against oxytetracycline-induced hepato-renal toxicity in rabbits. *Iranian journal of basic medical sciences*, 18(3), 221
- [10] Tanvir, E. M., Hasan, M. A., Nayan, S. I., Islam, T., Ahmed, T., Hossen, M. S. ve Chowdhury, M. A. Z. (2019). Ameliorative effects of ethanolic constituents of Bangladeshi propolis against tetracycline-induced hepatic and renal toxicity in rats. *Journal of food biochemistry*, 43(8), e12958.
- [11] Gnanasoundari, M. ve Pari, L. (2006). Impact of naringenin on oxytetracycline-mediated oxidative damage in kidney of rats. *Renal failure*, 28(7), 599-605.

- [12] Helal, E. G., El-Wahab, A., Samia, M. ve Zedan, G. A. (2011). Effect of curcuma longa L. on fatty liver induced by oxytetracycline in albino rats. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 43(1), 109-120.
- [13] Elshopakey, G. E. ve Elazab, S. T. (2021). Cinnamon aqueous extract attenuates diclofenac sodium and oxytetracycline mediated hepato-renal toxicity and modulates oxidative stress, cell apoptosis, and inflammation in male albino rats. *Veterinary Sciences*, 8(1), 9.
- [14] ŞENTÜRK, H., Fatih, K. A. R., HACIOĞLU, C. ve KANBAK, G. (2018). Renal İskemi-Reperfüzyon ile İndüklenmiş Oksidatif Stres Hasarının Pankreas Üzerine Etkisi: Doza Bağımlı Borik Asitin Rolü. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(6), 944-949.
- [15] Nielsen, F. H. (2008). Is boron nutritionally relevant?. *Nutrition reviews*, 66(4), 183-191.
- [16] ÇAKIR, S. ve EREN, M. (2016). BOR'UN OKSİDATİF STRES VE DNA HASARI ÜZERİNE ETKİSİ. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 25(2), 88-91.
- [17] Keklik, E., Keklik, M. U. Z. A. F. F. E. R., Bakkaloğlu, U., Yürük, M. E. R. V. E. ve Çoksevrim, B. E. K. İ. R. (2016). The Effect of Borax on Hematological Parameters and Immunoglobulin Values in Rats. *West Indian Medical Journal*.
- [18] Nivedhita, S., Jasmin, P. S., Sarvajith, M., & Nancharaiah, Y. V. (2022). Effects of oxytetracycline on aerobic granular sludge process: Granulation, biological nutrient removal and microbial community structure. *Chemosphere*, 307, 136103
- [19] Karagül H, Altıntaş A, Fidancı UR, Sel T, 2000. Klinik Biyokimya, 1. Baskı, Medisan Yayınevi, Dışkapı-ANKARA, s.1-419
- [20] Etim, N. N., Williams, M. E., Akpabio, U., & Offiong, E. E. (2014). Haematological parameters and factors affecting their values. *Agricultural Science*, 2(1), 37-47.
- [21] Jayanthi, R., & Subash, P. (2010). Antioxidant effect of caffeic acid on oxytetracycline induced lipid peroxidation in albino rats. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 25(4), 371-375.

- [22] Asha, K. K., Sankar, T. V., & Nair, P. V. (2007). Effect of tetracycline on pancreas and liver function of adult male albino rats. *Journal of pharmacy and pharmacology*, 59(9), 1241-1248.
- [23] Durmuş, İ., Sinan, İ. N. C. E., Salim, M. N., Eryavuz, A.ve Küçük Kurt, İ. (2018). Gentamisin verilen sıçanlara bor uygulamasının hematolojik parametre düzeylerine etkileri. *Kocatepe Veterinary Journal*, 11(2), 140-147.
- [24] ERTEKİN, A. (2003). Köpeklerde Gentamisin Nefrotoksikozisinde Lipit Peroksidasyonu, Antioksidan Maddeler, Antioksidan Vitaminler ve Bazı HematolojikBiyokimyasal Parametre Düzeylerinin Araştırılması. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27(3), 535-540.

## KÖK HÜCRE UYGULAMALARI OSTEOARTRİT TEDAVİSİNDE BAŞARILI MIDIR?

**Doç. Dr. Fatih Kar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü

fatih.kar@ksbu.edu.tr - 0000-0001-8356-9806

### ÖZET

Son yıllarda Osteoartritli (OA) hastalarda oluşan patolojik, biyomekanik, biyomoleküler değişiklikler ve mekanizmalar hakkındaki bilgilerimizin artmış olmasına rağmen, bu hastalığın patogenezi henüz tam olarak açıklanamamıştır. OA genetik, metabolik, mekanik ve diğer faktörlerin rollerinin olduğu multifaktöriyel bir hastalıktır. OA'nın erken teşhisi, tedavisi ve etkin terapi çözümleri üzerine oldukça yoğun çalışılmaktadır. OA için mevcut terapi stratejileri, farmakolojik olmayan, farmakolojik, tamamlayıcı, alternatif ve cerrahi olmak üzere, ağrıyı azaltmak, fonksiyon ve yaşam kalitesini iyileştirmek için birincil hedeftir. Bununla birlikte, günümüzde, eklem kıkırdağını korumak için herhangi bir tedavi uygulanmamıştır ve OA'nın ilerlemesini önlemek için onaylanmış bir tedavi yoktur. OA'nın neden olduğu ağrıdan kurtulmak için bir 'altın standart' yöntem eksikliği bulunmaktadır. Gelecekte OA'nın önlenmesi veya tersine çevrilmesi yoluyla daha uzun vadeli çözümler geliştirmek amacıyla ortak dejenerasyona ve ağrı belirtilerine yol açan patofizyolojik mekanizmaların anlaşılmasına odaklanan yeni araştırmalar gerekmektedir. OA'nın etyolojisinde rol alan biyokimyasal faktörlerin araştırılmasında kaydedilen ilerlemeler, yeni tanısal ve terapötik hedefleri önermekte ve OA yönetimini arttırmak için değerli bilgiler sağlamaktadır. Bu proje önerisi ile hem OA'nın hem de insan adipoz doku kaynaklı mezenkimal kök hücre (iAD-MKH)'lerin ileri moleküler düzeyde biyokimyasal mekanizmalarının ortaya konmasıyla bilim dünyasına pek çok katkı sağlanacağı beklenmektedir.

Mezenkimal Kök Hücreler (MKH) OA tedavisinde karşılaşılan zorlukları önlemek için iyi bir adaydır. Hasar görmüş dokuları onarabilir veya OA'deki inflamasyonu azaltmak için immünomodülasyon fonksiyonu sağlayabilir. iAD-MKH'lerin çeşitli hastalıkların tedavisinde invazif yolla elde edilen kök hücrelere alternatif olarak kullanımı yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Son zamanlarda bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarla çok fazla bulgu ve hipotez ortaya atılmış ve düzinelere yüzey belirteçleri bulunmuştur. iAD-MKH'ler çalışmalarımızın odak noktasıdır, diğer kaynaklardan elde edilen mezenkimal kök hücrelerden daha kolay ve daha büyük miktarlarda elde edilirler. Bu nedenle, iAD-MKH'lerin otolog hücre naklini gerektiren kök hücre uygulamalarında iyi bir otolog kök hücre kaynağıdır. iAD-MKH'lerin antiinflamatuvar aktivitesi, kortikosteroid kullanımının dezavantajı olan kıkırdak dejenerasyonu riski olmaksızın OA'nın ağrı semptomlarını hafifletebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Osteoartrit, İnsan adipoz doku kaynaklı mezenkimal kök hücre, Hyalüronik Asit

## 1. OSTEOARTRİT

Osteoartrit (OA), eklem kıkırdağının ilerleyici ve geri dönüşümsüz şekilde kaybının yol açtığı eklem ağrısı ve disfonksiyonu ile karakterize dejeneratif eklem hastalığıdır. OA en sık rastlanan eklem hastalığı olup her toplum ve etnik grubu etkiler. Çeşitli çalışmalardan elde edilen sonuçlar analiz edildiğinde engellilik nedenleri arasında kadınlarda 7'inci, erkeklerde 12'nci sırada ve yaşlı popülasyonda 5'inci sırada yer aldığı bulunmuştur [1]. 2005 yılında ülkemizden yayınlanan çalışmada, Antalya şehri popülasyonunda 50 yaş üstünde 655 kişide, semptomatik diz OA prevalansı %14.8 (kadınlarda %22.5 ve erkeklerde %8) distal interfalangeal eklem OA prevalansı ise %10.5 (kadınlarda %17.6 ve erkeklerde %4.3) olarak bildirilmiştir [2].

Son yıllarda osteoartritli hastalarda oluşan patolojik, biyomekanik, biyomoleküler değişiklikler ve mekanizmalar hakkındaki bilgilerimiz artmış olmasına rağmen, bu hastalığın patogenezi henüz tam olarak açıklanamamıştır. Osteoartrit genetik, metabolik, mekanik ve diğer faktörlerin de rol aldığı multifaktöriyel bir hastalıktır [3]. OA, yaşlılarda sık karşılaşılan ağrılı ve rahatsız edici bir hastalıktır. OA için nonsteroidal antiinflamatuvar ilaçlar (NSAID'ler), steroidler ve hyalüronik asitler (HA), fizik tedavi gibi mevcut tüm tıbbi tedaviler altta yatan nedenleri tedavi etmek yerine semptomları gidermeyi hedefler. Semptomatik tıbbi tedavilerle başarısız olunca, hastalar genellikle total diz replasmanı (TKR) veya total kalça replasmanı (THR) cerrahisine başvurmaktadır. Hem TKR hem de THR ameliyatları nispeten yüksek morbidite ve mortalite oranları taşır [4]. OA için mevcut terapi stratejileri, farmakolojik olmayan, farmakolojik, tamamlayıcı alternatif ve cerrahi olmak üzere, ağrıyı azaltmak, fonksiyon ve yaşam kalitesini iyileştirmek için birincil hedeflerdir. Bununla birlikte, günümüzde, eklem kıkırdağını korumak için herhangi bir tedavi uygulanmamıştır ve OA'nın ilerlemesini önlemek için onaylanmış bir tedavi yoktur [5].

OA'nın erken teşhisi, OA tedavisi ve etkin terapiler geliştirmek için hala çalışmalar da bulunmaktadır. OA'nın neden olduğu ağrıdan kurtulmak için bir 'altın standart' yöntem eksikliği bulunmaktadır. Gelecekte OA'nın önlenmesi ve/veya tersine çevrilmesi yoluyla daha uzun vadeli çözümler geliştirmek amacıyla ortak dejenerasyona ve ağrı belirtilerine yol açan patofizyolojik mekanizmaların anlaşılmasına odaklanan yeni araştırmalar gerekmektedir.

## 2. MEZENKİMAL KÖK HÜCRELER

Eklem kıkırdağının ilerleyici dejenerasyonu ile karakterize bir hastalık olan primer OA kıkırdak harabiyetini yavaşlatacak ve tedavide son basamak olan total eklem protezi uygulamasını geciktirecek kıkırdak koruyucu ajanların geliştirilmesi amacıyla birçok araştırma yapılmıştır [6]. Kıkırdak dokuda yıkıma neden olan mediatörlerin etkilerini önleyebilecek, proteolitik enzimleri baskılayabilecek veya matriks sentezini artıracak terapotik ajanlar, günümüzde OA tedavisinde kıkırdak koruyucu yöntemlerin geliştirilmesinde araştırma konularını oluşturmaktadır [7].



Mezenkimal kök hücreler (MKH); periost, trabeküler kemik, yağ dokusu, sinovyum, iskelet kası, tendon, akciğer ve süt dişini içeren diğer dokularda yaygın olarak bulunur. MKH parakrin etkileri, antiapoptoz, anjiyojenez, kök ve progenitör hücrelerin büyümesi ve farklılaşması, immünomodülasyon, antiskalling ve kemoatraksiyon bakımından trofik (besleyici) kategorilere ayrılabilir. Bu parakrin mekanizmalarından gelen bilgiler, OA tedavisine yenilikçi çözümler getirebilir [8]. MKH'ler, anti-inflamatuvar özellikleri sayesinde OA'nın tedavisinde karşılaşılan zorlukları karşılamak için iyi bir adaydır. Hasar görmüş dokuları onarabilir veya OA'daki inflamasyonu azaltmak için immünomodülasyon fonksiyonu sağlayabilirler [9]. MKH'lerden kırıkta üretim başarısı göz önüne alındığında, preklinik modeller OA tedavisinde MKH'leri araştırmak için uygulanmıştır. MKH'lerin kırıkta olan etkisi tavşanlarda kırıkta iyileştirilmesi gibi hayvan modellerinde gösterilmiştir [10]. Ancak Mezenkimal kök hücrelerin, insanlarda çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmadan önce, her bir hastalığa özgü hücre etkinliğini, çoğalma aktivitesini ve onarıcı potansiyellerini belirlemek için biyokimyasal, genetik ve epigenetik belirteçler gibi araçların bir kombinasyonu ile biyoaktif tahliller yoluyla ayrıntılı çalışmalar gerekmektedir. Bununla beraber kök hücreler sentetik maddeler gibi alerji ya da başka bir soruna neden olmazlar. Sonuçta kişinin kendi doğasına uygun hücreler olması kullanımlarını cazip hale getirir. Bedendeki her yer kök hücre kaynağı olarak kullanılamaz. Bunun için vücut konturunu bozan bir yağ depolanması olmalı ve yağ alındıktan sonra da dokudaki sarkmaya engel olacak bir doku kalitesi bulunmalıdır. Bu hücreler yaşlanmaya ve yorgunluğa karşı olduğu kadar artritler, nöronal hasarlar, bazı kanser türleri ve kalp krizi gibi çok farklı medikal problemlere revaskülarizasyon ve rejenerasyon ile yardım eder. Gelecek için parakrin fonksiyonlarının iyi bilinmesi etkili tedavi sonuçları için oldukça önemlidir [11].

### 3. İNSAN ADİPOZ DOKU KAYNAKLI MEZANKİMAL KÖK HÜCRELER VE OA TEDAVİSİ

İnsan adipoz doku kaynaklı mezankimal kök hücreler (iAD-MKH), homojenleştirilmiş yağ dokusunun stromal vasküler fraksiyonundan (SVF) izole edilen mezenkimal kök hücreleridir [12]. Bu işlem enzimatik ya da non-enzimatik tekniklerle yapılabilir. iAD-MKH 'ler, yağ dokuları içindeki büyük kan damarlarının kılcal ve peri-vasküler adventisyasında bulunur ve perisitlerden türetildiği düşünülmektedir [13]. iAD-MKH 'ler, morfoloji ve fenotip açısından kemik iliği kaynaklı kök hücreler ile ortak özellikleri paylaşır [14]. Kemik iliği kaynaklı kök hücrelere kıyasla iAD-MKH'lerin birim doku hacmi başına daha yüksek sayılarda bulunduğunu öne süren bazı literatür çalışmaları vardır. Bu hücreler kültür ortamında daha hızlı çoğalırlar ve kültür genişlemesinin neden olduğu yaşlanmaya daha az duyarlıdırlar [15]. Bu faydalar, SVF veya kültürle ortamında üretilen iAD-MKH'lerin rejeneratif tıp için kullanımına olan ilginin artmasına neden olmuştur [16].

Hücre kültürü metodları oldukça başarılı olmasına rağmen bilim insanları daha iyi metotlar geliştirmek için hala çalışmaktadırlar. iAD-MKH'ler kolay elde edilebilme, çok az reddedilme (immunojenik olmayan) ve çok farklı hücre tiplerine farklılaşabilme gibi önemli özelliklere sahiptirler. Yalnızca MHC sınıf I eksprese ettikleri ve MHC sınıf II'yi, eksprese etmedikleri için çok az immunojenik ya da nonimmunojenik olarak bilinirler ve allojenik ve

ksenojenik (hayvan-insan, insan-hayvan) nakillere uygundur. Bununla beraber kök hücreler sentetik maddeler gibi alerji ya da başka bir soruna neden olmazlar. Çünkü kişinin kendi doğasına uygun hücreler olması kullanımlarını cazip hale getirir [16].

iAD-MKH'lerin, bütün dünyada tedavi seçeneği olarak kullanılması tartışma konusudur. Son zamanlarda bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarla çok fazla bulgu ve hipotez ortaya atılmış, düzinelerce yüzey belirteçleri bulunmuştur. iAD-MKH'ler diğer kaynaklardan elde edilen mezenkimal kök hücrelerden daha kolay ve daha büyük miktarlarda elde edilirler. Bu nedenle, iAD-MKH'ler, otolog kök hücre naklini gerektiren terapötik uygulamalara uygundur. iAD-MKH'lerin antiinflamatuvar aktivitesi, kortikosteroid kullanımı ile ortaya çıkabilen kıkırdak dejenerasyonu riski olmaksızın OA'nın ağrı semptomlarını hafifletebilir [11]. iAD-MKH'lerin diz eklemi kalitesi üzerinde de olumlu etkileri olabilir. Bu hücrelerle eklem içi enjeksiyonların, eklem hasarını ve kıkırdak dejenerasyonunu sınırlayarak diz OA'nın ilerlemesini yavaşlattığı gösterilmiştir [17- 20]. Kuroda ve arkadaşları, OA yaptıkları tavşanların dizlerinde, değiştirilmiş bir O'Driscoll histolojik skoru kullanarak doku örneklerini incelediklerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, iAD-MKH tedavisinin önemli ölçüde daha yüksek skorlar veya daha iyi doku koruması gösterdiğini bulmuşlardır [21]. Ek olarak yine tavşanlar ile yapılan araştırmalarda, iAD-MKH enjeksiyonundan sonra, kıkırdak yıkımının önlendiği [22] ve Mankin skoru ile ölçülen kıkırdak OA lezyonlarının ciddiyetinin kontrol grubundan önemli ölçüde daha düşük olduğunu gösterilmiştir [23]. iAD-MKH etkileri sadece OA progresyonunu azaltmakla sınırlı kalmamış, kıkırdak onarımındaki artış etkileri de kaydedilmiştir. Makroskopik ve histolojik incelemeler, diz OA'lı tavşanların iAD-MKH tedavisinden sonra doku onarımında iyileşme olduğunu göstermiştir [24]. Hem tavşan hem de insan klinik deneylerinde iAD-MKH'lerin kondrojenik potansiyeli olduğu gösterilmiştir [17, 25, 26].

Eklem patolojisindeki bir çevresel zorluk, kıkırdağın göreceli avasküler özelliğidir. Anjiyojenik potansiyel, onarıcı hücrelerin hasarlı bölgelere göç etmesine izin verdiği için sağlıklı dokuyu eski haline getirmek amacıyla son derece önemlidir. Bu kan eksikliğini telafi etmeye çalışan belirli bir strateji, trombosit zengin plazma (PRP) enjeksiyonu yöntemidir [12]. PRP'nin etkinliğinin çoğu, kısmen vasküler endotelial büyüme faktörü (VEGF), fibroblast büyüme faktörü-2 (FGF-2), anjiyopietin-1 ve epidermal büyüme faktörü (EGF) gibi anjiyojenik faktörleri içermesine dayanır [27]. İskemik modellerde iAD-MKH'lerin daha üstün anjiyo-endüktif özelliklerini gösteren *in vivo* çalışmalar vardır; ancak bu, OA modellerinde test edilip kanıtlanmamıştır [28].

#### 4. SONUÇ

MKH'ler, *in vitro* olarak kapsamlı bir şekilde incelenmektedir ve ortopedik uygulamalar için hücre kaynaklı tedaviler arasında gelişmekte olan bir çalışma alanıdır. Özellikle OA tedavisinde rejeneratif stratejilere yönelik kesin bir ihtiyaç vardır. iAD-MKH'den türetilen tedaviler, birincil OA'da rejeneratif hücre tedavisi sağlamada umut verici yeni gelişmeler vaat etmektedir. Mükemmel güvenlik profilleri ile iAD-MKH'lerin OA tedavisi için oldukça başarılı terapötik etkinliğe sahip oldukları görülmektedir. Gelecekte yapılacak klinik çalışmalar ile potansiyeli yüksek bu tedavi yöntemi ve net mekanizmaları aydınlatılacaktır.

## KAYNAKÇA

- [1] Bodur, H. Dünyada Ve Türkiye’de Osteoartrite Güncel Bakış; Epidemiyoloji Ve Sosyoekonomik Boyut. Turkish Journal Of Geriatrics Supplement 4, (7-14), 2011.
- [2] Kacar, C., Gilgil, E., Urhan, S., Arıkan, V., Dündar, Ü., Öksüz, M. C., Tuncer, T. The prevalence of symptomatic knee and distal interphalangeal joint osteoarthritis in the urban population of Antalya, Turkey. Rheumatology international, 25(3), 201-204, 2005.
- [3] Kellgren, JH., Lawrence, JS., Radiological assesment of osteoarthritis. Ann Rheum Dis, 16, 494-502, 1957.
- [4] Simon, L. S. Osteoarthritis: a review. Clinical cornerstone, 2(2), 26-37, 1999.
- [5] Barry, F., Murphy, M., Mesenchymal stem cells in joint disease and repair, Nat Rev Rheumatol, 910, 584e94, 2013.
- [6] Yoshimi, T., Kikuchi, T., Obara, T., Yamaguchi, T., Sakakibara, Y., Itoh, H., Iwata, H., Miura, T. Effects of high-molecular-weight sodium hyaluronate on experimental osteoarthritis induced by the resection of rabbit anterior cruciate ligament, Clin Orthop Res, 298, 296-304, 1994.
- [7] Clark, I.M., Rowan, A.D. and Cawston, T.E. Matrix metalloproteinase inhibitors in the treatment of arthritis, Curr Opin Anti-inflammatory Immunomodulatory Drugs 2,16-25, 2000.
- [8] Noth, U., Steinert, A.F., Tuan, R.S. Technology insight: adult mesenchymal stem cells for osteoarthritis therapy, Nat Clin Pract Rheumatol, 47, 371e80, 2008.
- [9] Barry, F.P., Murphy, J.M. Mesenchymal stem cells: clinical applications and biological characterization, Int J Biochem Cell Biol, 364, 568e84, 2004.
- [10] sadat Toghraie, F., Razmkhah, M., Gholipour, M. A., Faghih, Z., Chenari, N., Nezhad, S. T., Ghaderi, A. Scaffold-free adipose-derived stem cells (ASCs) improve experimentally induced osteoarthritis in rabbits, Archives of Iranian Medicine, 15(8), 0-0, 2012.
- [11] Kıvanç, M., Öztürk, Ş., Gökalp, S., Özdemir, İ., Tuğlu, İ. Adipoz Kaynaklı Kök Hücreler ve Uygulama Alanları, Cukurova Medical Journal, 40(3), 399-408, 2015.
- [12] Jayaram, P., Ikpeama, U., Rothenberg, J. B., Malanga, G. A. Bone Marrow–Derived and Adipose-Derived Mesenchymal Stem Cell Therapy in Primary Knee Osteoarthritis: A Narrative Review. PM&R, 11(2), 177-191, 2019.
- [13] Caplan, A.I. New MSC: MSCs as pericytes are sentinels and gate-keepers. J Orthop Res, 35, 1151-1159, 2017.

- [14] Diekman, B.O., Rowland, C.R., Lennon, D.P., Caplan, A.I., Guilak, F. Chondro-genesis of adult stem cells from adipose tissue and bone marrow:Induction by growth factors and cartilage-derived matrix. *TissueEng Part A*, 16, 523-533, 2009.
- [15] Im, G.I. Bone marrow-derived stem/stromal cells and adipose tissue-derived stem/stromal cells: Their comparative efficacies and syner-gistic effects. *J Biomed Mater Res Part A*, 105A, 2640-2648, 2017.
- [16] G. Malanga, V. Ibrahim. *Regenerative Treatments In Sports And Orthopedic Medicine*, Springer Publishing. New York, NY, 2018.
- [17] Jo, C. H., Lee, Y. G., Shin, W. H., Kim, H., Chai, J. W., Jeong, E. C., Yoon, K. S. Intra-articular injection of mesenchymal stem cells for the treatment of osteoarthritis of the knee: a proof-of-concept clinical trial. *Stem cells*, 32(5), 1254-1266, 2014.
- [18] Koh, Y. G., Jo, S. B., Kwon, O. R., Suh, D. S., Lee, S. W., Park, S. H., Choi, Y. J. Mesenchymal stem cell injections improve symptoms of knee osteoarthritis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 29(4), 748-755, 2013.
- [19] Koh, Y.G., Choi, Y.J., Kwon, S.K., Kim, Y.S., Yeo, J.E. Clinical results andsecond-look arthroscopicfindings after treatment with adipose-derived stem cells for knee osteoarthritis. *Knee Surg SportsTraumatol Arthrosc*, 23, 1308-1316, 2015.
- [20] Tang, Y., Pan, Z. Y., Zou, Y., He, Y., Yang, P. Y., Tang, Q. Q., Yin, F. A comparative assessment of adipose-derived stem cells from subcutaneous and visceral fat as a potential cell source for knee osteoarthritis treatment. *Journal of cellular and molecular medicine*, 21(9), 2153-2162, 2017.
- [21] Kuroda, K., Kabata, T., Hayashi, K., Maeda, T., Kajino, Y., Iwai, S., ... & Tsuchiya, H. (2015). The paracrine effect of adipose-derived stem cells inhibits osteoarthritis progression. *BMC musculoskeletal disorders*, 16(1), 1-10.
- [22] sadat Toghraie, F., Razmkhah, M., Gholipour, M. A., Faghih, Z., Chenari, N., Nezhad, S. T.,Ghaderi, A. Scaffold-free adipose-derived stem cells (ASCs) improve experimentally induced osteoarthritis in rabbits. *Archives of Iranian Medicine*, 15(8), 0-0, 2012.
- [23] Toghraie, F. S., Chenari, N., Gholipour, M. A., Faghih, Z., Torabinejad, S., Dehghani, S., Ghaderi, A. Treatment of osteoarthritis with infrapatellar fat pad derived mesenchymal stem cells in Rabbit. *The Knee*, 18(2), 71-75, 2011.
- [24] Latief, N., Raza, F. A., Bhatti, F. U. R., Tarar, M. N., Khan, S. N., Riazuddin, S. Adipose stem cells differentiated chondrocytes regenerate damaged cartilage in rat model of osteoarthritis. *Cell Biology International*, 40(5), 579-588, 2016.

- [25] Hermeto, L. C., DeRossi, R., Oliveira, R. J., Pesarini, J. R., Antonioli-Silva, A. C., Jardim, P. H., ... & Justulin, L. A. (2016). Effects of intra-articular injection of mesenchymal stem cells associated with platelet-rich plasma in a rabbit model of osteoarthritis. *Genet Mol Res*, 15(3), gmr-15038569.
- [26] Koh, Y. G., Choi, Y. J., Kwon, O. R., Kim, Y. S. Second-look arthroscopic evaluation of cartilage lesions after mesenchymal stem cell implantation in osteoarthritic knees. *The American journal of sports medicine*, 42(7), 1628-1637, 2014.
- [27] Harrison, P. Platelet function analysis. *Blood Reviews*, 19, 111-123, 55, 2005.
- [28] Kim, Y., Kim, H., Cho, H., Bae, Y., Suh, K., Jung, J. Direct comparison of human mesenchymal stem cells derived from adipose tissues and bone marrow in mediating neovascularization in response to vascular ischemia. *Cell Physiol Biochem*, 20, 867-876, 2007.

## COVID-19 YOĞUN BAKIMDA TAKİP EDİLEN ARDS HASTALARINDA İKİ FARKLI DEKSAMETAZON DOZUNUN ETKİNLİĞİNİN RETROSPEKTİF OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Uzm. Dr. MERVE YAMAN <sup>1</sup>, Öğr. Gör. Dr. MURAT EMRE TOKUR <sup>2</sup>,

Prof. Dr. CANAN BALCI <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Andırın İlçe Devlet Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği,  
drmerveyaman@gmail.com - ORCID ID: 0000-0002-9913-242X

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, met531977@hotmail.com -  
ORCID ID: 0000-0002-3957-4971

<sup>3</sup> Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı,  
cbalci2001@yahoo.com - ORCID ID: 0000-0002-3318-8455

### ÖZET

Çalışmamızın amacı; yoğun bakımda COVID-19 ile takip edilen ARDS hastalarında kullanılan iki farklı deksametazon tedavi protokolünün (6 mg ve 20 mg) klinik ve laboratuvar sonuçlarını retrospektif olarak karşılaştırarak değerlendirmektir.

Çalışmaya 01.08.2020-01.03.2021 tarihleri arasında Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Pandemi Yoğun Bakım Üniteleri'nde COVID-19 enfeksiyonu tanısı konulmuş ve deksametazon tedavisi başlanmış olan hastalar dahil edildi. Hangi hastaya hangi doz kortikosteroid verileceğine; bu çalışmayı yapan doktorlar haricinde olan, hastaların yoğun bakımda primer tedavisini üstlenen uzman hekimler tarafından, hasta kliniğine göre güncel klavuzlar ve yayınlar doğrultusunda karar verildi. Hastaların tedavi planlamasına çalışmacılar dahil edilmedi. Verilen tedaviye göre hastalar çalışmacılar tarafından iki gruba ayrıldı; Grup 1: 6 mg/gün deksametazon tedavisi alanlar (n=41), Grup 2: 0-5 gün 20 mg/gün ve 6-10 gün 10 mg/gün deksametazon tedavisi alanlar (n=39). Ve 0. günden 10. güne doğru gruplar arası klinik sonuçlar ve laboratuvar değerlerin değişimleri karşılaştırıldı.

Çalışmada değerlendirilen hastaların % 45'i kadın, % 55'i erkekti. Gruplar arasında yaş, komorbid hastalık, entübasyon günü, yoğun bakım kalış süresi, hastanede kalış süresi ve yoğun bakımdaki ölüm günleri arasında anlamlı fark bulunmadı. 20 mg deksametazon verilen hastalarda 0. gün APACHE II skorları ve invaziv mekanik ventilasyon desteği anlamlı düzeyde yüksek tespit edildi (sırasıyla p:0,039 ve p:0.008). Hastaların yoğun bakımdaki on günlük deksametazon tedavisi sonrasındaki 0. ve 10.gün parametre değişimleri incelendiğinde 20 mg grubunda prokalsitonin ve D-Dimer değerlerinin 6 mg grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış gösterdiği belirlendi (sırasıyla p:0.038 ve p:0.025). Her iki grup arasında ventilasyon parametreleri arasında herhangi bir fark gözlenmedi. Son olarak deksametazon tedavisinin mortalite üzerindeki etkisi incelendi ve gruplar arasında herhangi bir fark saptanmadı.

Sonuç olarak; COVID-19 yoğun bakım ünitelerinde takip edilen ARDS hastalarında, deksametazon tedavisinin klinik ve laboratuvar parametreleri iyileştirdiği fakat fayda/zarar oranı ve yan etkileri açısından bakıldığında; inflamasyonu kontrol altına alması ve enfeksiyona yatkınlık için daha



az dezavantaj oluşturması sebebi ile; 6 mg deksametazon tedavisinin 20 mg deksametazon tedavisine tercih edilebileceğini belirtebiliriz.

**Anahtar Kelimeler:** Anesteziyoloji ve Reanimasyon, Yoğun Bakım, Covid, ARDS, Deksametazon

## RETROSPECTIVE EVALUATION OF THE EFFICACY OF TWO DIFFERENT DEXAMETHASONE DOSES IN ARDS PATIENTS FOLLOWED IN COVID-19 INTENSIVE CARE UNIT

### ABSTRACT

The aim of our study is to evaluate the clinical and laboratory results of two different dexamethasone treatment protocols (6 mg and 20 mg) in ARDS patients followed up with COVID-19 in the intensive care units by comparing them retrospectively.

Patients diagnosed with COVID-19 infection and treated with corticosteroid (dexamethasone) in the Anesthesiology and Reanimation Pandemic Intensive Care Units of Kütahya Health Sciences University Faculty of Medicine between 01.08.2020 and 01.03.2021 were included in this study. The dose of corticosteroid to be given was decided and applied by, except for the doctors who conducted this study, their specialist physicians who took the primary treatment of the patients in the intensive care units and by considering the current guidelines, publications and clinical statuses of the patients. The researchers were not included in the treatment planning of the patients. The patients were divided into two groups by the researchers; Group 1: receiving 6 mg/day dexamethasone treatment (n:41), Group 2: receiving 0-5 days 20 mg/day and 6-10 days 10 mg/day dexamethasone treatment (n:39). The clinical results and laboratory values between the groups were compared on days zero and ten.

45% of the patients were female and 55% were male. There was no significant difference between the groups in terms of age, comorbid disease, intubation days, intensive care unit stay, hospital stay and death days in intensive care. In patients given 20 mg dexamethasone, APACHE II scores on day 0 and invasive mechanical ventilation support were found to be significantly higher (one by one p:0.039 and p:0.008). When the 0th and 10th day parameter changes of the patients after ten days of dexamethasone treatment in the intensive care unit were examined, it was determined that the procalcitonin and D-Dimer values in the 20 mg group showed a statistically significant increase compared to the 6 mg group (p:0.038 and p:0.025). There was found no difference in ventilation parameters between the two groups. And finally, the effect of dexamethasone treatment on mortality was examined and no difference was found between the groups.

As a result, dexamethasone treatment improves clinical and laboratory parameters in ARDS patients followed in COVID-19 intensive care units. However in terms of benefit/harm ratio and side effects; we can think that 6 mg dexamethasone treatment can be preferred to 20 mg dexamethasone treatment because it controls inflammation and creates less disadvantage for susceptibility to infection.

**Keywords:** Anesthesiology and Reanimation, Intensive Care, Covid, ARDS, Dexamethasone

## 1. GİRİŞ

2019 yılının Aralık ayında Çin'in Hubei eyaleti Wuhan şehrinde başlayan ve nedeni bilinmeyen bir pnömoni salgını; kısa bir süre içinde uluslararası bir sorun haline gelip, tüm dünyaya yayılmıştır. Çinli bilim adamlarının yaptığı çalışmalar sonucunda solunum yetmezliği tablosuna neden olan bu pnömoni etkeninin, korona virüs ailesine ait yeni bir virüs olduğu tespit edilmiştir [1]. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) bu virüsün sebep olduğu hastalığı COVID-19 (Corona Virus Disease-19) olarak isimlendirmiştir. 11 Şubat 2020 tarihinde ise salgın epidemi olarak tanımlamıştır [2].

Klinik olarak SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome) ve MERS (Middle East Respiratory Syndrome)'e benzeyen COVID-19'un Türkiye'de ilk tespit edildiği tarih 11 Mart 2020'dir. Aynı tarihte DSÖ salgını pandemi olarak ilan etmiştir. COVID-19'a neden olan bu yeni korona virüs, şiddetli akut solunum yolu sendromuna neden olduğu için; Uluslararası Virüs Taksonomi Komitesi (ICTV; International Committee on Taxonomy of Viruses) tarafından SARS-CoV-2 olarak adlandırılmıştır [3].

SARS-CoV-2 vücuda girdiğinde öncelikle solunum sistemini etkilemekte; üst ve alt solunum yoluna viral giriş olduktan sonra influenza benzeri klinik semptomlar, ateş, öksürük ve dispne görülmektedir [4]. Vakalar asemptomatik veya hastane bakımı gerektirecek şiddette solunum yetmezliğine uzanan bir yelpazede değişkenlik gösterebilmektedir [5]. COVID-19'un neden olduğu solunum yetmezliği patogenezinde iki ana sürecin etkili olduğu düşünülmektedir. Klinik seyrin başlarında hastalık esas olarak virüsün replikasyonundan kaynaklanır. İlerleyen dönemlerde ise disreğüle immün yanıt nedeniyle doku ve organ hasarı ortaya çıkar [6].

Akut Respiratuar Disstres Sendromu (ARDS) multifaktöriyel etyolojiye sahip; akut gelişimli, alveokapiller geçirgenlikte artmaya bağlı meydana gelen bilateral pulmoner ödem ve ağır hipoksemi tablosudur. Bu tabloda solunum yetmezliğine sebep olan ana faktör disreğüle sistemik ve pulmoner inflamasyondur [7]. COVID-19 pnömonisi ile takip edilen hastalarda gelişen ARDS, CARDS (COVID-19 Associated Acute Respiratory Distress Syndrome) olarak tanımlanmıştır. Yapılan çalışmalarla CARDS'ın, bilinen ARDS'den farklı bir kliniğe sahip olduğu ve hipoksemi ne kadar şiddetli olursa olsun solunum mekaniklerinin korunduğu düşünülmektedir [8].

COVID-19 hastalarının tanı ve izlemlerinde laboratuvar testlerinin rolü oldukça önemlidir. Laboratuvar parametreleri hastalığın tanı konulmasına ek olarak, hastalığın şiddetini belirlemek ve mortalite riskini öngörmek açısından klinik pratikte oldukça sık kullanılmaktadır. Beyaz küre (WBC), nötrofil (NEU), nötrofil-lenfosit oranı (NLR), NEU%/LYM oranı, Trombosit-Lenfosit oranı (PLR) gibi parametreler viral pnömonilerde takip edilen sistemik inflamasyon göstergelerindedir. Bu parametrelerin COVID-19'da da artmış olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Son yıllarda inflamasyon şiddetinin takip edilmesinde ortalama trombosit hacmi (MPV) ve eritrosit dağılım hacmi (RDW) gibi değerler de kullanılmaya başlanmıştır [9,10,11,12,13]. Prokalsitonin (PCT) ve D-Dimer gibi biyokimyasal parametrelerin seviyelerinin COVID-19 hastalarında özellikle ciddi hastalık durumunda yükseldiği bildirilmiştir [9]. COVID-19'lu hastalarda görülen enfeksiyon belirteçlerindeki değişiklikler çizelge 1'de özetlenmiştir.

**Çizelge 1.** COVID-19'lu hastalardaki enfeksiyon belirteçleri değişiklikleri

ARTAR	AZALIR
WBC	PLT
NEU	LYM
NEU/LYM	Albümin
NEU%/LYM	
PLT/LYM	

RDW-CV	
MPV	
PDW	
PCT	
Ferritin	
CRP	
D-Dimer	

Günümüzde COVID-19 tedavisi için FDA tarafından onaylanmış herhangi bir ilaç bulunmamaktadır. Kullanılan ilaçların çoğu başka hastalıkların tedavisinde kullanılan ilaçlar olup COVID-19 tedavisindeki etkinlikleri halen araştırma düzeyindedir [14]. Virüsün patolojik özelliklerine ve klinik aşamalarına göre antiviral ajanlar, inflasmanyon inhibitörleri, düşük molekül ağırlıklı heparinler, plazma tedavileri, hiperimmünglobülinler vb. ilaçlar tedavide kullanılmaktadır [15].

COVID-19 hastalarındaki ARDS tedavisinde, kortikosteroidlerin antiviraller ile birlikte kullanımının etkinliği klinik çalışmalarda halen incelenmekte olup; şiddetli hastalığı olanlarda faydalı olabileceği teorik olarak gösterilmektedir [6]. Pandeminin ilk yılının sonlarına doğru yayınlanan Recovery çalışmasında COVID-19 nedeni ARDS hastalarında akciğer hasarını ve inflamasyonu azaltmak amacıyla deksametazon (6 mg/gün) kullanılmış ve 28 günlük mortalite ile hastanede kalış süresinin kısaldığı bildirilmiştir [5]. Yine aynı yıl Villar ve arkadaşları tarafından yayınlanan bir başka çalışmada; kortikosteroidlerin ARDS üzerine olan etkinliği araştırılırken hastalara deksametazon (ilk 5 gün 20 mg/gün, sonraki 5 gün 10 mg/gün) tedavisi uygulanmış ve erken dönemde kortikosteroid tedavi başlamanın hastaların mekanik ventilatör sürelerini kısalttığı, mortaliteyi azalttığı gösterilmiştir [14].

Glukokortikoidler ile ilgili yapılan çalışmalarda, yan etkilerin genellikle doz ve kullanım süresi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Uzun dönem kortikosteroid kullanımında görülen yan etkilerin bazıları; hipertansiyon, hiperglisemi, adrenal supresyon, osteoporoz, osteonekroz, avasküler nekroz, peptik ülser, glomom, hücre aracılı bağışıklığın baskılanması, enfeksiyona yatkınlık olarak sayılabilir [16].

COVID-19 ve kortikosteroidler ile ilgili literatür incelemesinde; farklı iki deksametazon dozunun optimal doz ve yan etki profili açısından klinik ve laboratuvar sonuçlarının birbirleri ile karşılaştırılmamış olduğunu gördük. Bu nedenle bizler de çalışmamızda; 6 mg ve 20 mg deksametazon tedavi protokollerinin mortalite, ventilasyon parametreleri, sistemik inflamasyon parametreleri ve sistemik enfeksiyon parametreleri farkı oluşturduğu hipotezinden yola çıktık. Yoğun bakımda takip edilen COVID-19 nedeni ARDS hastalarında, literatürde kullanılan bu iki farklı deksametazon dozunun; klinik sonuçlara ve laboratuvar parametrelerine olan etkisini, sistemik enfeksiyon ve inflamasyon penceresinden bakarak retrospektif olarak karşılaştırmayı amaçladık.

## 2. YÖNTEM

Çalışma, T.C. Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Rektörlüğü Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan E-41997688-050.99-7827 sayılı ve 2021/05-04 karar no'lu etik kurul onayı alındıktan sonra; T.C. Sağlık Bakanlığı Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Evliya Çelebi Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde gerçekleştirilmiştir.

Araştırma retrospektif kohort çalışması olarak yapılmıştır. Çalışmaya, 01.08.2020 - 01.03.2021 tarihleri arasında Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Pandemi Yoğun Bakım Üniteleri'nde COVID-19 enfeksiyonu tanısı PCR ve/veya toraks BT ile konmuş ve kortikosteroid tedavisi başlanmış olan hastalar dahil edilmiştir. Grup 1'de 6 mg/gün deksametazon tedavisi alan, Grup 2'de ise 0-5 gün 20 mg/gün ve 6-10 gün 10 mg/gün deksametazon tedavisi alan hastalar yer almaktadır.

Tüm hastalara T.C. Sağlık Bakanlığı COVID-19 Tedavi Rehberi'ne uygun şekilde aynı tedavi başlanmıştır. Sadece hastalara uygulanan kortikosteroid (deksametazon) dozu; takip eden yoğun bakım hekiminin klinik kararı ile literatüre uygun olarak, 2 farklı şekilde (6 mg veya 20 mg) uygulanmıştır. Hastaların takiplerinde günlük olarak hemogram (WBC, PLT, NEU, LYM, NLR, PLR, RDW, MPV, PDW), biyokimya (PCT, Ferritin, D-Dimer, CRP, Albümin, Kortizol, Kan Glukozu) ve ventilasyon ( $PaO_2/FiO_2$ , PEEP, P-Plato, P-Peak, Kompliyans) parametreleri ile klinik değerlendirmeleri (Entübasyon günü, Yoğun Bakım Kalış Günü, Hastane Kalış Günü, Yoğun Bakım Mortalite Günü, 28 Günlük Yoğun Bakım Mortalitesi, Hastane Mortalitesi) kayıt edilmiştir. Bu parametreler tedavi grupları arasında 0. ve 10. günlerde karşılaştırılmıştır. Ayrıca her iki grupta 0. ve 10. gün arasındaki tedaviye bağlı değişimler de incelenmiştir.

Çalışmamızda primer sonlanım noktamız 28 günlük mortalite, sekonder sonlanım noktamız 0. ve 10. günler arasındaki sistemik inflamasyon ve enfeksiyon parametreleri, tersiyer sonlanım noktamız ise ventilasyon parametrelerini karşılaştırmak idi.

İstatistiksel analiz için SPSS 18.0 programı kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler; kategorik değişkenler için sayı ve yüzde, sayısal değişkenler için ortalama ve standart sapma olarak verildi. Gruplar karşılaştırılırken kategorik değişkenler için Ki-kare ve Fisher Exact testi kullanıldı. Sayısal değişkenlerin iki grup karşılaştırmaları Student-t testi ile yapıldı. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde etkisini karşılaştırmak için Lineer Regresyon analizi kullanıldı ve karşılaştırmalarda Enter metodu uygulandı.

### 3. SONUÇLAR

Çalışmamız; Pandemi Yoğun Bakım Üniteleri'nde tedavi alan % 45'i kadın (n=36), % 55'i erkek (n=44) toplam 80 hasta ile yapılmıştır. Grup 1 (6 mg deksametazon uygulanan) 41 hasta, grup 2 (20 mg deksametazon uygulanan) 39 hasta içermektedir. Hastaların demografik özellikler çizelge 2'de özetlenmiştir. APACHE II skorları 20 mg deksametazon tedavisi verilen hastalarda, 6 mg deksametazon tedavisi alanlara göre daha yüksek tespit edilmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p:0,039).

Çizelge 2. Demografik özellikler

	6 mg Deksametazon Grubu (n:41)	20 mg Deksametazon Grubu (n:39)	p
Yaş (Yıl) (Ort±SS)	74,2±9,955	69,56±14,456	<sup>a</sup> 0,098
Cinsiyet			<sup>b</sup> 0,041*
Kadın n (%)	23 (56,1)	13 (33,3)	
Erkek n (%)	18 (43,9)	26 (66,7)	
APACHE II Skoru (Ort±SS)	16,59±6,659	20,69±10,319	<sup>a</sup> 0,039*
Kabul PCR Durumu			<sup>b</sup> 0,114
Negatif n (%)	18 (43,9)	24 (61,5)	
Pozitif n (%)	23 (56,1)	15 (38,5)	
Entübasyon Günü (Ort±SS)	3,71±4,026	3,85±5,251	<sup>a</sup> 0,912
Yoğun Bakım Kalış Süresi (Ort±SS)	11,68 ± 6,385	9,54±6,668	<sup>a</sup> 0,146
Yoğun Bakımda Ölüm Günü (Ort±SS)	12,13±7,088	9,14±6,278	<sup>a</sup> 0,088

Hastanede Kalış Süresi (Ort±SS)	14,54± 7,57	11,95±7,138	<sup>a</sup> 0,120
Ort : Ortalama, SS: Standart Sapma, <sup>a</sup> :Student's t-test, <sup>b</sup> : Chi-Square Test * : p < 0.05			

Primer sonlanım noktamız olan mortalite değerlendirmesinde; 6 mg ve 20 mg deksametazon tedavisinin mortalite açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığını gözlemledik. Grupların mortalite değerlendirmesi çizelge 3'de özetlenmiştir.

### Çizelge 3. Gruplar arası mortalite karşılaştırması

	Mortalite Yok (n=19)	Mortalite Var (n=61)	p
6 mg tedavi grubu n (%)	9 (22)	32 (78)	<sup>a</sup> 0,518
20 mg tedavi grubu n (%)	11 (28,2)	28 (71,8)	
<sup>a</sup> :Chi-Square Test ve FisherExact Test *: p<0.05			

Hastaların yoğun bakımdaki deksametazon tedavisi sonrasında hemogram, biyokimya ve ventilasyon parametrelerindeki değişkenlerin; 0. ve 10. Gün değerlerinin arasındaki fark Δ(0-10) olarak ifade edilmiştir.

Hemogram parametrelerinin sistemik inflamasyon ve enfeksiyon açısından her iki grupta 0-10. gün arasındaki tedaviye bağlı değişimlerinin (Δ) karşılaştırılması çizelge 4'de özetlenmiştir. Anlamlı bir fark bulunmamıştır.

### Çizelge 4. Hemogram parametrelerinin sistemik inflamasyon ve enfeksiyon açısından her iki grupta 0-10. gün arasındaki tedaviye bağlı değişimlerinin karşılaştırılması

	6 mg Deksametazon (n:41)	20 mg Deksametazon (n:39)	p
Δ(0-10) Beyaz Küre (10 <sup>3</sup> /uL) (Ort±SS)	-3603,548±8175,753	-7945,285±23492,550	0,346
Δ(0-10) Trombosit (10 <sup>3</sup> /uL) (Ort±SS)	-5806,451±145338,999	50952,381±197700,651	0,238
Δ(0-10) Nötrofil (10 <sup>3</sup> /uL) (Ort±SS)	-3629,677±7603,648	-3838,095±11935,658	0,939
Δ(0-10) Nötrofil (%) (Ort±SS)	-1,203±10,663	3,5±11,644	0,139
Δ(0-10) Lenfosit (10 <sup>3</sup> /uL) (Ort±SS)	167,806±1286,880	-314761±724,511	0,126
Δ(0-10) Lenfosit (%) (Ort±SS)	0,941±9,112	0,295±11,297	0,821
Δ(0-10) NEU/LYM	-3,957±25,336	-4,092±26,086	0,985

(Ort±SS)			
Δ(0-10) NEU%/LYM (Ort±SS)	0,021±0,135	0,073±0,173	0,236
Δ(0-10) PLT/LYM (Ort±SS)	47,406±377,139	238,187±335,82	0,067
Δ(0-10) RDW-CV (%) (Ort±SS)	-0,5±0,734	0,102±2,816	0,348
Δ(0-10) MPV (fL) (Ort±SS)	0,549±5,407	0,814±1,244	0,263
Δ(0-10) PDW (%) (Ort±SS)	-0,164±0,458	-0,371±0,465	0,119
<p>Δ(0-10) : Değişkenlerin 0. ve 10. gün değerleri arasındaki fark  Ort : Ortalama, SS : Standart Sapma, NEU/LYM : Nötrofil/ Lenfosit değeri, NEU%/LYM : Nötrofil yüzdesi/Lenfosit değeri, PLT/LYM : Trombosit / Lenfosit değeri, RDW-CV : Eritrosit dağılım genişliği-Varyasyon katsayısı, MPV : Ortalama trombosit hacmi, PDW : Trombosit dağılım genişliği  Student's t-testi  *:p&lt;0.05</p>			

Biyokimya parametrelerinin sistemik inflamasyon ve enfeksiyon açısından her iki grupta 0-10. gün arasındaki tedaviye bağlı değişimlerinin (Δ) karşılaştırılması çizelge 5'de özetlenmiştir. Burada prokalsitonin ve D-Dimer değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (p:0.038 ve p:0.025).

**Çizelge 5.** Biyokimya parametrelerinin her iki grupta 0-10. gün arasındaki tedaviye bağlı değişimlerinin karşılaştırılması

	6 mg Dekametazon (n:41)	20 mg Dekametazon (n:39)	p
Δ(0-10) Prokalsitonin(ng/mL) (Ort±SS)	-2,509±11,761	8,698±21,477	<b>0,038*</b>
Δ(0-10) Ferritin (ug/L) (Ort±SS)	-60,58±382,174	-14,476±550,819	0,723
Δ(0-10) D-Dimer (ng/mL) (Ort±SS)	-514,035±2027,961	706,953±1603,642	<b>0,025*</b>
Δ(0-10) CRP (mg/L) (Ort±SS)	16,201±115,4	47,609±83,62	0,290
Δ(0-10) Albümin (g/L) (Ort±SS)	3,129±4,088	4,19±4,654	0,389
Δ(0-10) Kortizol (Ort±SS)	-0,198±15,709	1,511±13,699	0,687
Δ(0-10) Kan Glukozu(mg/dL) (Ort±SS)	7,645±79,67	27,857±94,976	0,410
<p>Δ(0-10) : Değişkenlerin 0. ve 10. gün değerleri arasındaki fark  Ort : Ortalama, SS : Standart Sapma,  <sup>a</sup> :Student's t-testi  *:p&lt;0.05</p>			



Ventilasyon parametrelerinin her iki grupta 0-10. gün arasındaki tedaviye bağlı değişimlerinin ( $\Delta$ ) karşılaştırılması çizelge 6'da özetlenmiştir. Anlamlı bir fark bulunmamıştır.

**Çizelge 6.** Ventilasyon parametrelerinin her iki grupta 0-10. gün arasındaki tedaviye bağlı değişimlerinin karşılaştırılması

	6 mg Deksetazon (n:41)	20 mg Deksetazon (n:39)	p
$\Delta(0-10)$ PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> (Ort±SS)	-14,336±44,156	-61,444±74,167	0,325
$\Delta(0-10)$ PEEP (cmH <sub>2</sub> O) (Ort±SS)	0±1,871	-1,5±2,121	0,394
$\Delta(0-10)$ Plato Basıncı (cmH <sub>2</sub> O) (Ort±SS)	-1±4,123	0±2,828	0,772
$\Delta(0-10)$ Peak Basıncı (cmH <sub>2</sub> O) (Ort±SS)	-0,2±7,823	6,5±16,263	0,463
$\Delta(0-10)$ Kompliyans(ml/cmH <sub>2</sub> O) (Ort±SS)	2±7,516	-2,5±6,363	0,494

$\Delta(0-10)$  : Değişkenlerin 0. ve 10. gün değerleri arasındaki fark,  
Ort : Ortalama, SS : Standart Sapma, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> : Parsiyel oksijen basıncının inspire edilen oksijen fraksiyonuna oranı, PEEP : Ekspiryum sonu alveol basıncı, Peak Basıncı : Tepe basıncı  
<sup>a</sup> :Student's t-testi  
\* :p<0.05

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME

Çalışmamızda demografik özellikler ve mortalite değerlendirilmesinin yanında; uygulanan deksametazon tedavi dozunun sistemik inflamasyon belirteçleri, enfeksiyon belirteçleri ve akciğer mekanikleri ile başlıca mortalite olmak üzere klinik sonuçlara etkisini karşılaştırdık. Çalışmamız ile mortalite açısından gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı, 6 mg dozunun sistemik enfeksiyona yatkınlık açısından daha az dezavantaj oluşturduğu ve 6 mg dozunun sistemik inflamasyonun prokoagulan aktivitesini daha iyi kontrol altına aldığı sonucuna vardık.

Çalışmamızın birincil sonlanım noktası olan 28 günlük mortalite açısından 6 mg ve 20 mg deksametazon tedavisi verilen gruplar karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Literatürde mortalite ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde doz açısından farklı sonuçlar görülmekle birlikte; deksametazonun ARDS mortalitesini azalttığını gösteren birçok yayın mevcuttur [5,14,18]

Yoğun bakımda takip edilen hastaların prognozlarını ve mortalite risklerini değerlendirmede sıklıkla kullanılan skorlama sistemlerinden biri olan APACHE II skorunun [17], istatistik sonuçlarını incelediğimizde; 20 mg deksametazon verilmiş grupta daha yüksek APACHE II skorları olduğunu görmekteyiz. Bunun sebebini ARDS gibi mortalite oranının yüksek beklendiği hastalarda APACHE II skorlarının yüksek olması öngürelerek; orta ve ağır şiddetteki COVID-19 hastalarına 20 mg deksametazon tedavisi başlandığını düşünmekteyiz. Çalışmamızın birincil sonlanım noktası olan 28 günlük mortalite açısından gruplar karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Literatürde mortalite ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde doz açısından farklı sonuçlar görülmektedir. COVID-19 hastalarında yapılan en geniş kapsamlı Recovery çalışmasında, 6 mg uygulanan hastalarda 28 günlük mortalitenin düştüğü belirtilmiştir [5]. Benzer şekilde Keskinidou ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada da 6 mg deksametazon tedavisi verilen ve verilmeyen gruplar karşılaştırılmış; deksametazonun mortalite üzerindeki etkisinin özellikle entübe olan ve tedaviye ilk 1

hafta içinde başlanarlarda daha faydalı olduğu bulunmuştur [18]. Villar'ın ise 20 mg deksametazon tedavisi uyguladığı çok merkezli ARDS çalışmasında genel mortalitenin azaldığı tespit edilmiştir [14]. Her iki dozunda mortaliteyi azalttığı bilgisinden yola çıkarak bu dozları kendi içinde karşılaştırdığımızda mortalite istatistiklerinde fark olmadığını gördük. Ancak 20 mg verilen grupta giriş APACHE II skorları daha yüksekti. Mortalite açısından daha riskli grup (20 mg) ile mortalite açısından daha az riskli bulunan grubun (6 mg), mortalite istatistikleri değerlendirmesinde anlamlı bir fark ortaya koyulamaması ile; 20 mg deksametazon tedavisinin daha iyi klinik sonuçlar verebileceği öngörülebilir. Bu açıdan baktığımızda 20 mg dozunun mortalite açısından dezavantaj oluşturmadığı da düşünülebilir.

Sistemik inflamasyon göstergelerinin özellikle viral kökenli ARDS hastalarında arttığı bilinmektedir [10]. Güçlü ve arkadaşlarının COVID-19 hastalarında yaptıkları bir çalışmada trombosit dağılım genişliği (PDW) gibi inflamasyon belirteçlerinin COVID-19 hastalarında yüksek seviyelerde bulunduğu gösterilmiştir [10,13]. Won-Young Kim ve arkadaşlarının yaptığı bir başka çalışmada ise bir hafta 6 mg deksametazon tedavisi alan hastalarda sistemik inflamasyon ile ilişkili biyobelirteçlerinde anlamlı bir düşme saptanmıştır [19]. Çalışmamıza benzer olarak A. Perren ve arkadaşlarının kortikosteroid (metilprednizolon - 7 gün) alan hastalarda sistemik enfeksiyon belirteçlerini takip ettikleri çalışmalarında PCT ile CRP birlikte eşzamanlı düşüş gösterilmişler [20]. Fakat M. Yasir'in 2021 yılında yayınladığı çalışmasında kortikosteroidlerin yan etkisi olarak özellikle orta ve yüksek doz kortikostreoid kullanımının önemli bir enfeksiyon riski oluşturduğunu belirtmiştir [21]. Literatürdeki mevcut bilgilerimize göre deksametazonun inflamasyon tedavisindeki dozu konusu ile ilgili, 6 mg ve 20 mg'ın karşılaştırılmamış olduğunu gördük ve bu konuda çalışmamızın bir ilk olacağını düşündük.

D-Dimer fibrin yıkım ürünlerinden biridir [22]. COVID-19 hastalarındaki sitokin artışının tromboza eğilim göstermesi ve pıhtılaşma sistemindeki bozukluklar sonucu D-Dimer sayılarında anormallik izlenmektedir [23]. COVID-19 hastalarında görülen D-Dimer yüksekliğinin, sistemik inflamasyona sekonder koagülasyon kaskad aktivasyonuna bağlı ortaya çıkabileceği düşünülmektedir [22]. Çalışmamızda on günlük deksametazon tedavisi sonrasında gruplar arası D-Dimer seviyeleri karşılaştırıldığında 6 mg grubunda düşüş, 20 mg grubunda ise artış olduğu görülmüştür. M. Alejandro Pinzon ve arkadaşlarının COVID-19 pnömonisi ile takip ettikleri hastalarda yapmış oldukları bir çalışmada; tedavisinde 6 mg deksametazon kullanılanlarda metilprednizolon kullanılanlara göre daha iyi D-Dimer düşüşü olduğu gösterilmiştir [24]. Buradan yola çıkarak 6 mg deksametazon tedavisinin, sistemik inflamasyonun prokoagülan aktivitesini daha iyi kontrol altına aldığını söyleyebiliriz.

Prokalsitonin enfeksiyon takibinde hassas bir biyobelirteçtir [25]. Emma J. Kooistra ve arkadaşlarının ciddi COVID-19 hastalarında yaptıkları bir çalışmada; yalnızca deksametazon (6mg) ile veya deksametazonun tocilizumab ile kombinasyon halinde kullanılmasının PCT ve CRP düzeylerini azalttıklarını belirtmişlerdir [26]. Bizim çalışmamızda da, on günlük deksametazon tedavisi sonrasında gruplar arası prokalsitonin seviyeleri karşılaştırıldığında 6 mg grubunda düşüş, 20 mg grubunda ise artış olduğu görülmüş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sonuç olarak 6 mg deksametazon tedavisinin enfeksiyona yatkınlık açısından daha az dezavantaj oluşturduğunu düşünmekteyiz.

Literatürde ARDS gelişen hastalarda ve SARS-CoV-2'ye bağlı ARDS gelişen hastalarda deksametazon protokollerini inceleyen çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda özellikle deksametazon tedavisinin mortalite ve ventilasyon ihtiyacına olan etkileri araştırılmıştır [5,14]. Mevcut bilgimize göre; şimdiye kadar, sistemik inflamasyon ve enfeksiyon belirteçlerinin, tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılmamış olduğunu belirledik. Çalışmamız bu anlamda bir ilk olma özelliği taşımaktadır.

Sonuç olarak; COVID-19 yoğun bakım ünitelerinde takip edilen ARDS hastalarında deksametazon tedavisinin klinik ve laboratuvar parametreleri iyileştirdiği fakat fayda/zarar oranı ve yan etkileri açısından bakıldığında; inflamasyonu kontrol altına aldığı ve enfeksiyona yatkınlık için daha az dezavantaj oluşturduğu için 6 mg deksametazon tedavisinin 20 mg deksametazon tedavisine tercih edilebileceğini belirtebiliriz.

COVID-19 tedavisinde kullanılacak kortikosteroid türü, dozu, kullanım zamanı ve tedavi süresince takip edilecek parametreler için daha büyük, randomize, kontrollü, prospektif ve çok merkezli çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu düşünmekteyiz.

Günümüz pandemiler çağında kortikosteroidler, sadece COVID-19 için değil; başka hiperinflamatuvar viral hastalıkların tedavisinde de kullanılabilir. Bundan dolayı yaşanabilecek hiperinflamasyonun eşlik ettiği diğer viral solunum yolu enfeksiyonlarında 6 mg deksametazon dozunun güvenle kullanılabilmesini öngörmekteyiz.

## KAYNAKÇA

- [1] Wang C, Horby PW, Hayden FG, Gao GF. A Novel Coronavirus Outbreak of Global Health Concern. *The Lancet*. Şubat 2020;395(10223):470-3.
- [2] Lai C-C, Shih T-P, Ko W-C, Tang H-J, Hsueh P-R. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and Coronavirus Disease-2019 (COVID-19): The Epidemic and The Challenges. *Int J Antimicrob Agents*. Mart 2020;55(3):105924.
- [3] Sun J, He W-T, Wang L, Lai A, Ji X, Zhai X, vd. COVID-19: Epidemiology, Evolution, and Cross-Disciplinary Perspectives. *Trends Mol Med*. Mayıs 2020;26(5):483-95.
- [4] Eijk LE van, Binkhorst M, Bourgonje AR, Offringa AK, Mulder DJ, Bos EM, vd. COVID-19: Immunopathology, Pathophysiological Mechanisms and Treatment Options. *J Pathol*.
- [5] Dexamethasone in Hospitalized Patients with Covid-19 - Preliminary Report. *N Engl J Med*. 17 Temmuz 2020;
- [6] Türkiye Solunum Araştırmaları Derneği : Covid-19 Pandemisinden Öğrendiklerimiz, Gelecek Öngüleri ve Yarının Planlanması. *COVID-19 Treatment Guidelines*.
- [7] Villar J, Añón JM, Ferrando C, Aguilar G, Muñoz T, Ferreres J, vd. Efficacy of Dexamethasone Treatment for Patients With The Acute Respiratory Distress Syndrome Caused by COVID-19: Study Protocol for a Randomized Controlled Superiority Trial. *Trials*. 16 Ağustos 2020;21.
- [8] Akyar İ. COVID-19 Hastalarında Akut Solunum Sıkıntısı Sendromu (ARDS) Yönetimi ve Hemşirelik Bakımı. *Hacet Üniversitesi Hemşire Fakültesi Derg*. 29 Temmuz 2020;8-14.
- [9] Henry BM, Oliveira MHS de, Benoit S, Plebani M, Lippi G. Hematologic, Biochemical and Immune Biomarker Abnormalities Associated With Severe Illness and Mortality in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Meta-Analysis. *Clin Chem Lab Med CCLM*. 01 Temmuz 2020;58(7):1021-8.
- [10] Şenyurt O, Kaygusuz K, Avcı O, İsbir AC, Özdemir Kol İ, Gürsoy S. The Relation of Hemogram Parameters With Mortality in Intensive Care Patients. *J Cardio-Vasc-Thorac Anaesth Intensive Care Soc*. 2018;
- [11] Yang A-P, Liu J, Tao W, Li H. The Diagnostic and Predictive Role of NLR, d-NLR and PLR in COVID-19 Patients. *Int Immunopharmacol*. 01 Temmuz 2020;84:106504.
- [12] Gong Y, Li D, Cheng B, Ying B, Wang B. Increased Neutrophil Percentage-to-Albumin Ratio is Associated With All-Cause Mortality in Patients With Severe Sepsis or Septic Shock. *Epidemiol Infect*. ed 2020;148.
- [13] Güçlü E, Kocayığıt H, Okan HD, Erkorkmaz U. Effect of COVID-19 on Platelet Count and Its Indices. *Rev Assoc Médica Bras*. 11 Eylül 2020;66:1122-7.

- [14] Villar J, Ferrando C, Martínez D, Ambrós A, Muñoz T, Soler JA, vd. Dexamethasone Treatment for The Acute Respiratory Distress Syndrome: A Multicentre, Randomised Controlled Trial. *Lancet Respir Med.* Mart 2020;8(3):267-76.
- [15] Oray M, Abu Samra K, Ebrahimiadib N, Meese H, Foster CS. Long-term side effects of glucocorticoids. *Expert Opin Drug Saf.* 02 Nisan 2016;15(4):457-65.
- [16] Stasi C, Fallani S, Voller F, Silvestri C. Treatment for COVID-19: An Overview. *Eur J Pharmacol.* 15 Aralık 2020;889:173644.
- [17] Karabiyik L. Yoğun Bakımda Skorlama Sistemleri. *Yoğun Bakım Dergisi.* 2010;(9(3):129-143):15.
- [18] Keskinidou C, Vassiliou AG, Zacharis A, Jahaj E, Gallos P, Dimopoulou I, vd. Endothelial, Immunothrombotic, and Inflammatory Biomarkers in the Risk of Mortality in Critically Ill COVID-19 Patients: The Role of Dexamethasone. *Diagnostics.* 13 Temmuz 2021;11(7):1249.
- [19] Kim W-Y, Kweon OJ, Cha MJ, Baek MS, Choi S-H. Dexamethasone May Improve Severe Covid-19 via Ameliorating Endothelial Injury and Inflammation: A Preliminary Pilot Study. *PLOS ONE.* 02 Temmuz 2021;16(7):e0254167.
- [20] Perren A, Cerutti B, Lepori M, Senn V, Capelli B, Duchini F, vd. Influence of Steroids on Procalcitonin and C-reactive Protein in Patients with COPD and Community-acquired Pneumonia. *Infection.* 01 Mayıs 2008;36:163-6.
- [21] Yasir M, Goyal A, Bansal P, Sonthalia S. Corticosteroid Adverse Effects. İçinde: *StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021.*
- [22] Eljilany I, Elzouki AN. D-Dimer, Fibrinogen, and IL-6 in COVID-19 Patients with Suspected Venous Thrombo embolism: A Narrative Review. *Vasc Health Risk Manag.* 2020;16:455-62.
- [23] Jin H, Hong C, Chen S, Zhou Y, Wang Y, Mao L, vd. Consensus for Prevention and Management of Coronavirus Disease 2019 for Neurologists. *Stroke Vasc Neurol.* Haziran 2020;5(2):146-51.
- [24] Pinzón MA, Ortiz S, Holguín H, Betancur JF, Arango DC. Dexamethasone vs Methylprednisolone High Dose for Covid-19 Pneumonia. *PLOS ONE.* 25 Mayıs 2021;16(5):e0252057.
- [25] Cleland DA, Eranki AP. Procalcitonin. İçinde: *StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021.*
- [26] Kooistra EJ, van Berkel M, van Kempen NF, Dexamethasone and Tocilizumab Treatment Considerably Reduces The Value of C-Reactive Protein and Procalcitonin to Detect Secondary Bacterial Infections in Covid-19 patients. *Crit Care.* 05 Ağustos 2021;25:281.

## ANDEZİT TAŞININ KİMYASAL, FİZİKO MEKANİK ve PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğretim Üyesi Mustafa EKEN<sup>1</sup>, Dr. Öğretim Üyesi Ela B. GÖRÜR AVŞAROĞLU<sup>2</sup>,  
Burhan CENGİZLER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, 0000-0002-7559-876X

<sup>2</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, 0000-0001-9373-1192

<sup>1</sup>Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Ana Bilim Dalı

### ÖZET

Andezit kayaç grubu sınıflandırılmasında volkanik kayaç grubu içerisinde yer almaktadır. Geçmişten günümüze kadar birçok alanda kullanılmış doğal taş olarak da anılmaktadır. Nevşehir bölgesinden temin edilen andezit taşının; fiziksel özellik olarak birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, porozite ve ağırlıkça su emme, mekanik özellik olarak sertlik, tek eksenli basınç, eğilme dayanımı, darbe direnci, donma-çözülme ve böhme aşınma dayanımı, mineralojik-petrografik analizleri belirlenmiştir. Çalışma neticesinde mineralojik-petrografik tanımlama ile bölgeden temin edilen taşın andezit olduğu, fiziksel ve mekanik özellikleri ile de sanat yapılarının tümünde dış kaplama malzemesi olarak kullanılabilirliği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Volkanik kayaç, Andezit, Kaplama taşı, Petrografik tanım

### ABSTRACT

It is included in the volcanic rock group in the classification of andesite rock group. It is also referred to as natural stone, which has been used in many areas from past to present. The andesite stone obtained from the Nevşehir region; As physical properties, unit volume weight, specific gravity, porosity and water absorption by weight, hardness as mechanical properties, uniaxial compression, bending strength, impact resistance, freeze-thaw and bohms abrasion resistance, mineralogical-petrographic analyzes were determined. As a result of the study, it was determined that the stone obtained from the region with the mineralogical-petrographic definition is andesite, and its physical and mechanical properties and its usability as an outer coating material in all of the art structures.

**Keywords:** Volcanic rock, Andesite, Lining stone, Petrographic definition

## 1.GİRİŞ

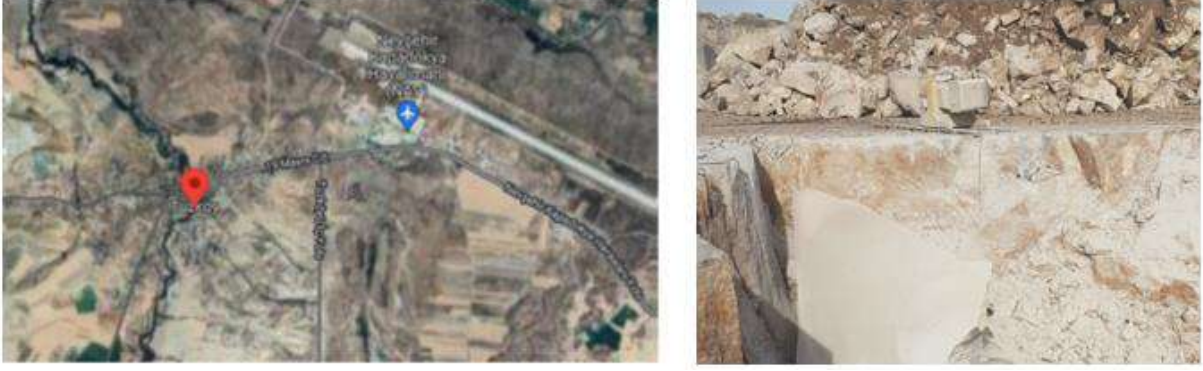
Doğal yapı taşları, farklı mineralleri yapısında bulunduran fiziksel, mekanik, teknolojik ve petrografik olarak yapı ve inşaat sektöründe kullanılması uygun olan taşlar olarak tanımlanmaktadır [1]. Doğal taşların kullanımı çok eski yıllara dayanmaktadır. Bunun en büyük göstergesi olarak günümüze kadar ulaşabilen tarihi yapılar gösterilebilir. Yapı ve inşaat sektöründe yüzey kısımları düzeltilmiş ve parlatma işlemleri uygulanmış doğal taşlar kullanılmıştır. Son zamanlarda da cephe kaplamalarında yüzey kısımlarına herhangi bir işlem uygulaması yapılmadan taşların kullanımı yaygınlaşmıştır. Özellikle yapının iç ve dış yüzeylerinde, taban döşemelerinde ve dekoratif amacı taşıyan bölgelerde yüzey kısımlarının pürüzlü hale getirilerek uygulanması kaplama olarak kullanılacağına bir göstergesidir. Doğal taşların yapı sistemlerinde farklı amaçlarla kullanılması doğal taş üretiminin artmasının nedeni olarak ifade edilebilir. Ülkemiz doğal taş çeşitliliğinde sahip olduğu %40'lık rezerv ile önemli bir yerde bulunmaktadır [2]. Bu taşlar arasında volkanik kayaç grubunda yer alan andezit taşı saymak mümkündür. Türkiye'de yaygın olarak İç Anadolu (Niğde, Çankırı, Ankara, Afyon, Kayseri) bölgelerinde ve Ege (Balıkesir, Çanakkale ve İzmir) bölgelerinde andezit üretimi yapılmaktadır. Andezitin 2003-2012 yılları arasında üretim miktarları Çizelge 1'de verilmiştir [3]. Andezit soğuma şekline göre hızlı soğuyan volkanik kayaç grubunda yer almaktadır. Volkanik kayaçlar porfirik yapıda yarı kristallidir ve magmanın yeryüzündeki oluşumlarından meydana gelmişlerdir [4]. Andezitler sahip oldukları özellikler ile duvar kaplama malzemesi, parke üretiminde, yürüyüş yollarında, bordür taşı olarak, istinat duvarında, tarihi binalarda restorasyon malzemesi olarak birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır [5]. Ayrıca andezitin homojen yapısı, yüzey cilalanmasına gereksinim duyulmadan renk kararlılığını koruması gibi özellikleri ile de son yıllarda gerek yurt içi gerek yurt dışı kullanım alanı giderek artmaktadır [6]. Kullanım alanları ve üretimi her geçen yıl artmış olan andezit taşının standartlara uygunluğu açısından değerlendirilmesi önemlidir [7]. Bu nedenle Nevşehir bölgesinden alınan andezit taşının özgül ağırlık, birim hacim ağırlık, su emme, porozite, sertlik, eğilme dayanımı, tek eksenli basınç, donma-çözülme, aşınma direnci, xrd analizi, mineralojik-petrografik analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları bölgeden alınan taş numunesinin andezit olduğu, fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri ile de dış cephe kaplama malzemesi olarak kullanımının uygun olduğunu göstermektedir.

## 2. MATERYAL METOT

### 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan andezit Nevşehir-Gülşehir-Tuzköy mevkiinden temin edilmiştir (Görsel 1). Andezit taş numunesine ait görsel Görsel 2'de verilmiştir. Belirtilen çalışma alanındaki ocak aktiftir, üretilen andezitler bölgede ve talep edilen yerlerde kullanılmaktadır. Andezit taşı açık gri renkte bir yapıya sahiptir.





**Görsel 1. Andezit taş temin mevki ve Ocak görüntüsü**



**Görsel 2. Andezit taş numunesi**

## 2.2. Metot

Çalışmada kullanılan andezit numunelerinin karakterizasyon tayini için; kimyasal analiz, mineralojik-petrografik analiz ve XRD analizleri yapılmıştır. Kimyasal analizler Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ÜSKİM laboratuvarında, Petrografik analizler İTÜ Maden fakültesinde Leica DM 4500P model mikroskop ile incelenmiştir. Andezit taşlarının fiziksel ve mekanik özellikleri belirtilen standartlara uygun olarak yapılmıştır.

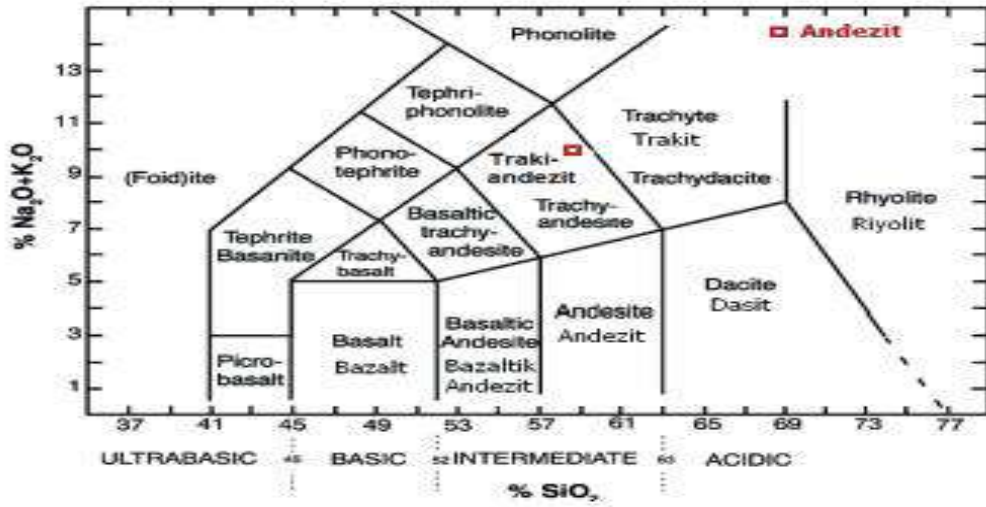
## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Kimyasal Analiz

Andezit taş numunelerinin kimyasal içeriğindeki bileşenler ve kökeninin belirlenmesi amacıyla kimyasal analiz değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Andezit taşlarının kökenlerinin belirlenebilmesi için Le Bas vd [8] tarafından belirtilen diyagram kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre en büyük bileşen %56,93 ile SiO<sub>2</sub>, ikinci bileşen %16,86 ile Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> olmuştur. Ardından Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O bileşim oranı %9,89 olarak elde edilmiştir. Diyagram sonucu çalışmada kullanılan andezitin traki-andezitik olduğu belirlenmiştir (Görsel 3).

**Çizelge 1. Andezit taşı kimyasal analizi**

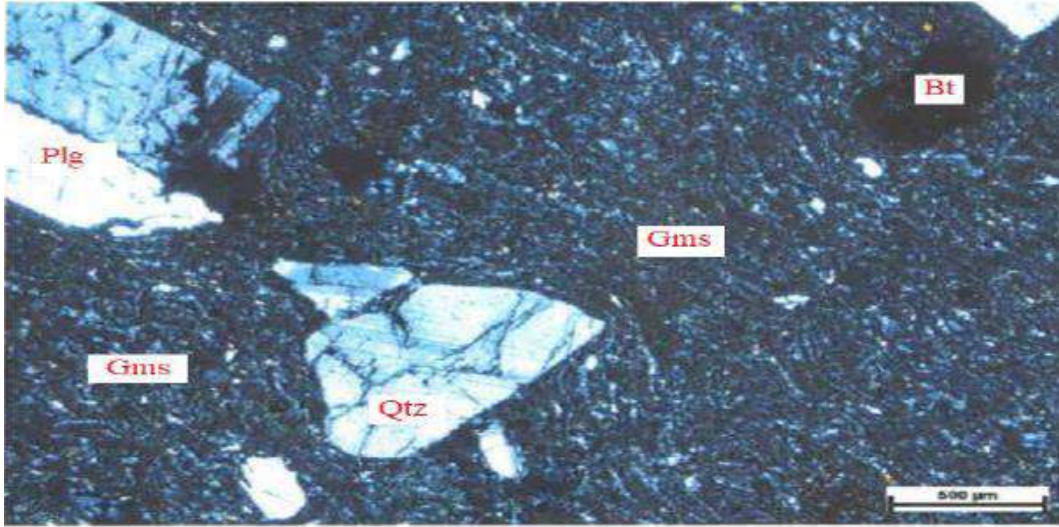
İçerik	%
SiO <sub>2</sub>	56,93
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,86
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,39
CaO	5,49
MgO	2,88
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	9,89
SO <sub>3</sub>	-
Serbest CaO	-
Kızdırma Kaybı	2,53



**Görsel 3. Andezit köken diyagramı**

### 3.2. Petrografik ve Mineralojik Analizler

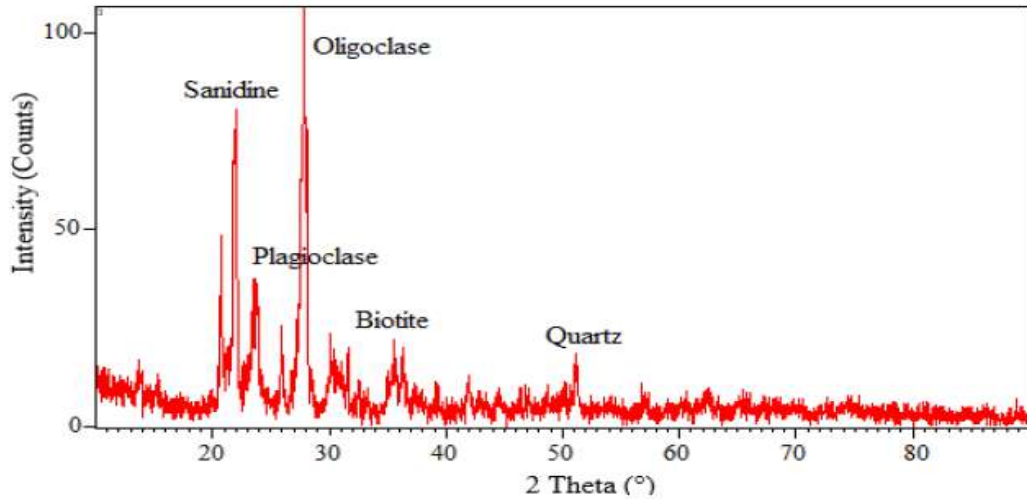
Petrografik tanımlamalar için numune ince kesit haline getirilerek mikroskop altında tanımlamaları yapılmıştır. Yapılan incelemelerde numunenin andezit kayaç özelliklerini taşıdığı ifade edilmiştir. Numunenin mikroporfirik dokuda olduğu, hamurun mikrofelsitik içeriğine sahip, az miktarda volkan camı ve mikrolitlerden oluştuğu belirtilmiştir. Elde edilen bilgiler Görsel 4’te paylaşılmıştır.



Görsel 4. Andezit numunesinin petrografi mikroskobunda görünüşü (5X çift nikol, Gms: Pulp, Plg: Plajiyoklaz, Bt: Biyotit, Qtz: Kuvars).

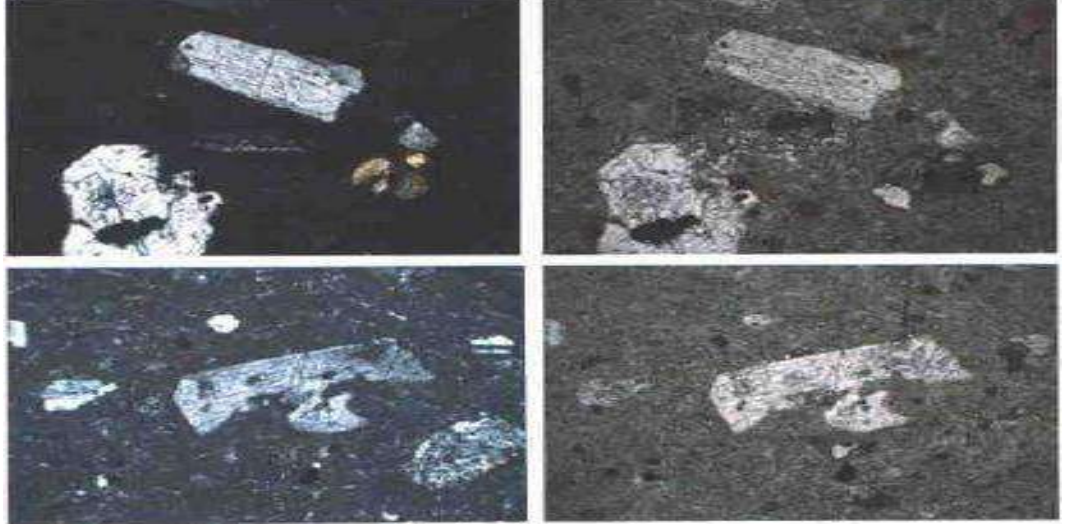
### 3.3. XRD Analizi

Andezit numunesine ait XRD analiz verileri Görsel 5’te verilmiştir. XRD analiz verilerine göre oligoklaz, sanidin, plajiyoklaz, biyotit ve kuvars mineralleri elde edilmiştir. Andezit numunesinde yer yer boşluklar görülmekte bu durum volkanik camı yapının varlığı ile bağdaştığı düşünülmektedir. Ayrıca andezit taş numunesi ince kesit görüntüleri Görsel 6’da verilmiştir.



Görsel 5. Andezit taş numunesi XRD analizi





**Görsel 6. Andezit taş numunesi ince kesit**

### 3.4. Fiziko Mekanik Özellikler

Doğal yapı taşlarına ait fiziksel ve mekanik özellikler numunelerin kullanım alanlarında göstereceği performans açısından oldukça önemlidir. Bölgeden temin edilen andezit taş numunelerine ait fiziksel ve mekanik özellikler Çizelge 2’de verilmiştir.

**Çizelge 2. Andezit taşı fiziksel ve mekanik özellikleri**

Fiziksel özellik	Numune boyutu (mm)	İlgili standart	Bulunan değer
Özgül ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	50x50x50	ASTM D 5550-06	2,66
Birim hacim ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	50x50x50	ASTM D 5550-06	2,34
Ağırlıkça su emme (%)	50x50x50	TS EN 13755	6,56
Gözeneklilik (%)	50x50x50	TS EN 1936	10,2
Doluluk (%)	50x50x50	TS EN 1936	84,1
Sertlik	50x50x50	Mohs Skala	5-6
<b>Mekanik özellik</b>			
Tek eksenli basınç dayanımı (MPa)	50x50x50	TS EN 1926	72
Eğilme dayanımı (MPa)	300x50x50	TS EN 13161	13,1
Don sonrası basınç dayanımı (MPa)	50x50x50	TS EN 12371	65
Don sonrası eğilme dayanımı (MPa)	300x50x50	TS EN 12371	4,6
Aşınma direnci (mm)	100x70x20	TS EN 1341 EK-C	18,2

#### 4. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada Nevşehir-Gülşehir Tuzköy mevki andezitinin birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, porozite, ağırlıkça su emme, sertlik, tek eksenli basınç, eğilme dayanımı, donma-çözülme ve böhme aşınma dayanımı ve mineralojik -petrografik analizleri belirlenmiştir. Yapılan mekanik, fiziksel, kimyasal ve mineralojik -petrografik analizler TS 10835 [8] standardı ile karşılaştırılarak uygunluğu araştırılmıştır. Elde edilen deneysel veriler ile Nevşehir-Gülşehir Tuzköy andezitinin yapı ve kaplama taşı olarak kullanılmasının uygun olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca taşın kimyasal ve mineralojik- petrografik analiz sonuçları da mevcut taşın andezit olduğu ve bu taşın kaplama taşı olarak kullanılabilirliğini destekleyici yönde olmuştur.

#### KAYNAKLAR

- [1] Yılmaz, H., ve Safel, R., 2004. Mermer Sektörü, Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O., Sektörel Araştırmaları Serisi, No: 31.
- [2] Gencil, O., Özel, C., Köksal, F., Erdoğan, E., Barrera, G. M., Brostow, W., Properties of Concrete Paving Blocks Made With Waste Marble, Journal of Cleaner Production, 21, 62-70, 2012.
- [3] Andezit Üretim Miktarları <http://docplayer.biz.tr/246690-Dogal-tas-ve-mermer-sektoru-kumesi-ihhtiyac-analizi-ve-sektor-stratejisi-raporu.html>. Doğal Taş ve Mermer Sektörü Kümesi İhtiyaç Analizi ve Sektör Stratejisi Raporu (Kasım 2014) (Erişim Tarihi: 21.07.2016)
- [4] Öcal, A., D., Dal, M. 2012. Doğal Taşlardaki Bozunmalar, Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi, Bogota / Kırklareli, Birinci Baskı:128.
- [5] Davraz, M., Gündüz, L., 2006. Isparta-Direkli Köyü Mevkii Trakiandezit Taşının Beton Agregası Olarak Değerlendirilmesi. IV. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 2-4 Aralık İstanbul.
- [6] MTA, 2017. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgimerkezi/yapi-taslari>
- [7] Mustafa Yavuz Çelik, Metin Ersoy, Zeyni Arsoy, Murat Sert, Liyaddin Yeşilkaya İsehisar Andezitlerinin Tuz Kristallenmesine Bağlı Ayrışmasında Su İtici Kimyasal Madde Etkisinin Araştırılması Madencilik, 2018, 57(2), 81-94.
- [8] TS 10835, 1993; “Andezit Yapı ve Kaplama Taşı olarak Kullanılan”, TSE, Ankara

## CONTACT ANALYSIS OF AN ORTHOTROPIC LAYER BASED ON THE FINITE ELEMENT METHOD

**Assoc. Prof. Dr. ERDAL ÖNER<sup>1</sup>, Assoc. Prof. Dr. MURAT YAYLACI<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>Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of  
Civil Engineering, murat.yaylaci@erdogan.edu.tr-ORCID ID: 0000-0003-0407-1685

### ABSTRACT

Soil and foundation contact and shaft and bearing contact are just a few examples of the various contact problems that arise in civil, mechanical, and other branches of engineering. Many essential aspects of the subject, such as a variety of nonlinear constitutive behaviors, an examination of contact problems in finite elasticity, and finite-dimensional geometries, would be amenable to a more thorough understanding via the use of the Finite Element Method (FEM), which was previously unavailable through analytical methods. Because of this, FEM has become widely used in the investigation of contact problems. The primary focus of this study is to introduce a technique for the modeling of contact problems involving an orthotropic layered system within the finite element approach. The layer, which is regarded as a homogenous orthotropic, rests without adherence to the rigid foundation. Using a rigid flat punch, a single load is applied to the orthotropic layer. The study took into consideration the the body force of the layer consisting of orthotropic material. Based on the augmented contact approach, a parametric finite element analysis is performed. The effects of orthotropic material properties, pressing force and punch length on the contact pressure distribution under the punch, the first separation load, and the distance between the rigid foundation and the orthotropic layer are presented. The FEM results are effectively compared with the analytical results, resulting in a greater computational prediction capacity and a more dependable solution to the contact problem.

**Keywords:** Contact problem, FEM, orthotropic layer, contact pressure distribution.

### 1. INTRODUCTION

The study of the stress distribution at the contacting surfaces of the mating components in an assembly is the focus of the contact mechanics subfield of the solid mechanics discipline, which is an essential component of the field. It is not surprising that many studies have been devoted to the numerical resolution of contact problems, as this is likely one of the most challenging and demanding challenges in computational mechanics. The strategies for dealing with contact mechanics with a specific structural component that is homogenous and isotropic in its strength and thermomechanical characteristics are well-established and widely used.

However, things get far more difficult when dealing with orthotropic materials like composites, and especially fiber-reinforced laminates, due to the enormous number of independent



constants joining the analysis. Materials with orthotropic properties are a special case of anisotropic materials, as their characteristics change depending on the direction of measurement. If a material is orthotropic, it has three axes of symmetry. Some common examples of orthotropic materials are wood, numerous types of crystals, and rolled metals.

Researchers in the subject of contact mechanics have turned to numerous numerical approaches as a result of the growing sophistication of computing power making analytical solutions increasingly challenging. The primary technique used in the analysis of these complex contact problems is the finite element method (FEM). A brief summary of the studies in the literature on the analysis of contact problems using the finite element method is presented below.

Sano [1] investigated a finite element approach for handling contact problems between 3-D curved bodies. Belgacem et al. [2] aimed to provide a domain decomposition methodology by describing the mortar finite element method for solving contact problems involving two elastic bodies. For the purpose of resolving frictional contact problems, a finite element formulation is created by McDevitt and Laursen [3]. The numerical analysis and implementation of quadratic finite elements for unilateral contact problems are examined by Hild and Laborde [4]. Hua and Wang [5] presented a novel mixed finite element approach for the variational inequality arising from the unilateral contact problem in elasticity. Wang et al. [6] provided an algorithm for determining contact forces using explicit finite-element analysis. Different approaches, including analytical and finite element methods, are used to solve the receding contact problem for two elastic layers resting on a Winkler foundation by Öner et al. [7]. Yaylaçı et al. [8] presented comparison between analytical and ANSYS calculations for a receding contact problem. Öner et al. [9] analysed a continuous contact problem using both an analytical approach and the finite element approach. Yilmaz et al. [10] considered analytical and FE solution of the sliding frictional contact problem for orthotropic coating-isotropic substrate system. For functionally graded materials, the 2D solid contact problems are solved using the smoothed finite element approach based on linear triangular elements by Zhang et al. [11]. Analytical and finite element modelling techniques were used to the problems of continuous and discontinuous contact of a FG layer supported by a rigid substrate by Yaylaçı et al. [12]. Kothari and Krause [13] solved contact problems at internal interfaces using a customised, globally convergent, and efficient multigrid approach, and they do so by employing an unfitted Finite Element (FE) framework for the discretization of the domains. Öner et al. [14] investigated a double receding contact problem of two FG layers using three different methods such as analytical method, FEM, and MLP.

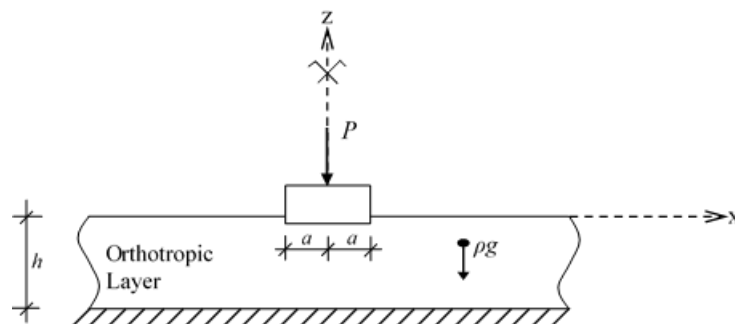
The ANSYS [15] package programme, which is based on the finite element approach, was used to analyse the contact problem of an orthotropic layer resting on a rigid foundation in this study. The generated results were validated by comparing them to the outcomes of the problem's previous solution [16] using an analytical approach.

## 2. STATEMENT OF THE PROBLEM

Consider an infinite orthotropic layer occupying the area  $-\infty \leq x \leq \infty$ ,  $0 \leq z \leq h$  in a cartesian coordinate system  $x, z$  that is parallel to the axes of orthotropic symmetry. Let the layer's base rests in frictionless contact with a rigid foundation. A central force,  $P$ , is applied to a rigid punch

with a flat base of length  $2a$ , and the punch is pressed into the free face of the orthotropic layer. The region of contact between the punch and the orthotropic layer boundary is specified by the inequality  $|x| \leq a$ . It is assumed that there is no friction between the contacting surfaces. The orthotropic layer has a height of  $h$ , and the body force is included into the calculation. The geometry of the aforementioned problem is given in Figure 1. The elastic contact is modelled under following boundary conditions

$$\tau_{xz}(x,0) = 0, \sigma_z(x,0) = \begin{cases} -p(x), & -a < x < a \\ 0, & x \leq -a, x \geq a \end{cases}, \tau_{xz}(x,-h) = 0, w(x,-h) = 0 \quad (1a-d)$$



**Figure 1. Schematic of the contact problem**

### 3. FINITE ELEMENT MODELING AND ANALYSIS OF THE PROBLEM

Throughout the engineering process, but notably during the analysis and sizing stages, the finite element method (FEM) is frequently employed. The primary idea is to replace a complicated procedure with a more straightforward one in order to solve a difficult problem. The approach takes into account the solution region, which is divided up into several small, linked pieces called finite elements. After assuming a reasonable approximation for each component or ingredient, equilibrium conditions in their entirety may be obtained. As well as its widespread application in structural mechanics, the approach has been effectively extended to solve a wide range of engineering issues including, for example, heat conduction, fluid dynamics, leaky flow, and electric magnetic fields.

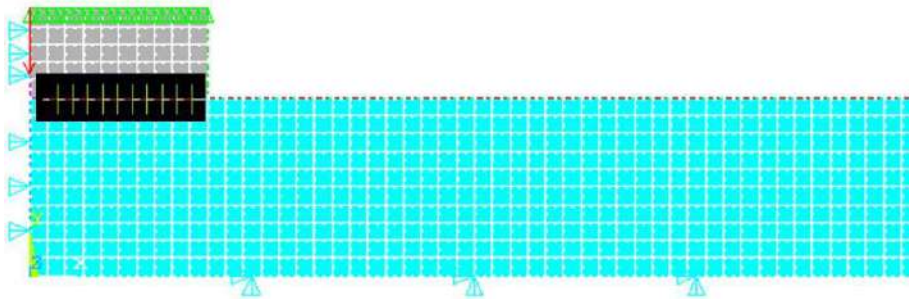
The finite element method has inspired a number of software packages. The ANSYS Mechanical APDL Product Launcher application is one of the most popular. There are three phases of analysis performed on the ANSYS solution.

- i. In the problem definition phase, tasks such as geometry creation, element type and material/geometry property definition, and mesh division are carried out.
- ii. In the solution phase, loads and displacements are defined and a solution is developed.
- iii. In the phase of analysing the findings, the generated solutions are evaluated based on the kind of problem. At this phase, all of the outcomes, including the generation of graphics and lists of results, temperature maps, force-moment graphs, and frequency values, are assessed.

The z-axis symmetry of the problem is preserved, while friction is disregarded. All aspects of the finite element model make use of linear, elastic, orthotropic materials. The following are the constants that were utilised for the geometric and material parameters:

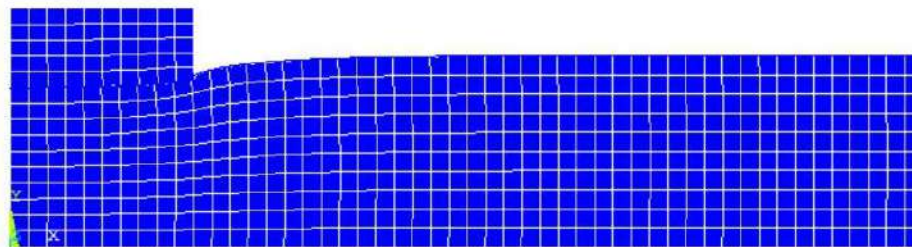
- ❖  $L=10$  m (half length of the orthotropic layer)
- ❖  $h=1$  m (height of the orthotropic layer)

Other solution-related parameters were generated and implemented based on the ratios employed. Because of the problem's inherent simplicity in geometry, the orthotropic layer was modelled using a two-dimensional (2D) plane. Correct outcomes in solving the problem depend on identifying the element type. Considering that the problem being investigated is a static 2D plane problem, the PLANE183 element type with 8 nodal points was chosen. Each node of this element possesses degrees of freedom along the x and z axes. There is no rotational freedom for this element. Free triangular meshes consisting of 168144 nodes were employed for the study (Fig. 2).



**Figure 2. Finite Element Model of the Problem with Free Triangular Mesh**

In addition, pairs of surface-to-surface contact were formed between the flat punch-orthotropic layer and the orthotropic layer-rigid foundation. These pairings were separated into contact and target components. CONTA172 and TARGE169 were chosen as the contact and target components, respectively. As a target element, it may be appropriate to choose the element with a bigger surface, more rigid surface, or flatter surface than the contact element. When settling on a formulation to be employed in the contact zone, one must also choose a mathematical approach that will guarantee optimal contact conditions. Depending on the nature of the problem, ANSYS offers a wide variety of contact algorithms. In this study, the contact algorithm is the fast-results-producing Augmented Lagrangian Method, which employs the total potential energy theorem. Figs. 3 and 4 show the deformed shape and contact pressures of the finite element model after the analysis was performed.



**Figure 3. Deformed Shape of the Model**



**Figure 4. Contact pressures in ANSYS**

#### 4. RESULTS AND DISCUSSION

This section presents the normalised first separation load, first separation distance and contact pressure distributions that were achieved as a consequence of the FEM analysis of the problem. Additionally, the verification of these findings by comparison with the analytical solution is shown here as well. The orthotropic layer is composed of three types of real orthotropic materials, the mechanical characteristics of which may be found in [17-18].

Table 1 shows how the first separation load, also known as the critical separation load, varies between the orthotropic layer and the rigid foundation based on the type of orthotropic material and the length of the flat punch. Carbon/epoxy material, one of the orthotropic material types used, is stiffer than graphite/epoxy material in the direction of loading. This demonstrates that the first separation load decreases as the orthotropic material's stiffness increases in the loading direction, indicating that separation will occur with less difficulty as the stiffness increases. Another result that emerges from Table 1 is that the increase in punch length causes an increase in the first separation load. This leads to the conclusion that an increase in punch length requires a greater load to be applied to separate the layer from the rigid foundation. The validity of the results in Table 1 was finally demonstrated by comparing the FEM results with the results obtained by the analytical approach before, and it was found that the results were quite compatible with each other.

Variations in the first separation distance on the contact surface (orthotropic layer-rigid foundation) are displayed in Table 2 for a variety of orthotropic material types and punch lengths. As seen in the table, when a more stiff orthotropic material is utilised in the loading direction, the first separation occurs closer to the axis of symmetry, but increasing the punch length has the opposite effect. In Table 2, it is seen that the FEM findings from this study agree well with the analytical approach results from the prior study.

**Table 1. The effect of punch length and orthotropic material type on the first separation load between the orthotropic layer and the rigid foundation**

Material type	Method	$a/h=0.5$	$a/h=1.5$
↓	↓	$\lambda_{cr}$	$\lambda_{cr}$
graphite/epoxy	Analytical [16]	585.918	801.923
	FEM	571.826	787.635
	Error (%)	2.41	1.78
carbon/epoxy	Analytical [16]	235.860	357.356
	FEM	230.75	345.528
	Error (%)	2.17	3.31

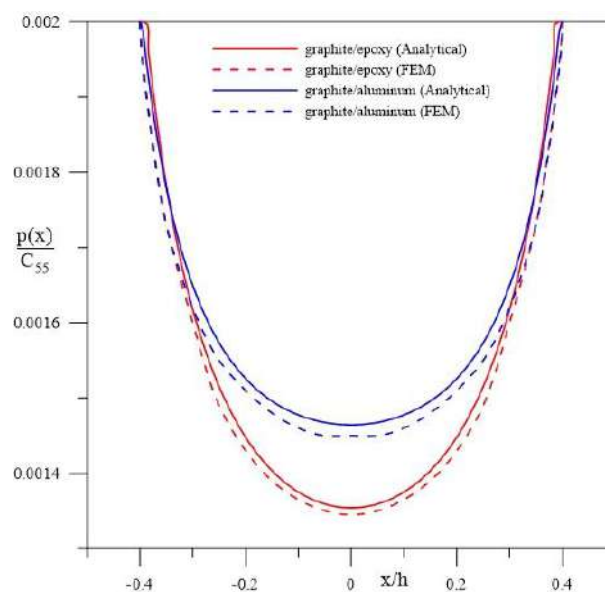
**Table 2. The effect of punch length and orthotropic material type on the first separation distance between the orthotropic layer and the rigid foundation**

Material type	Method	$a/h=0.5$	$a/h=1.5$
↓	↓	$x_{cr}/h$	$x_{cr}/h$
graphite/epoxy	Analytical [16]	3.32	4.14
	FEM	3.19	3.99
	Error (%)	3.92	3.62
carbon/epoxy	Analytical [16]	3.00	3.84
	FEM	2.91	3.75
	Error (%)	3.00	2.34

In Figs. 5-7, contact pressure distributions under flat punch are presented depending on various parameters. As seen in the figures, the contact pressures at the punch's edges reach infinity. As it is seen that the edges of the punch are singular pressure points, it is expected that the pressures on the punch's edges will reach infinity. Examining the figures reveals that the FEM outcomes in this investigation are in great agreement with the analytical outcomes.

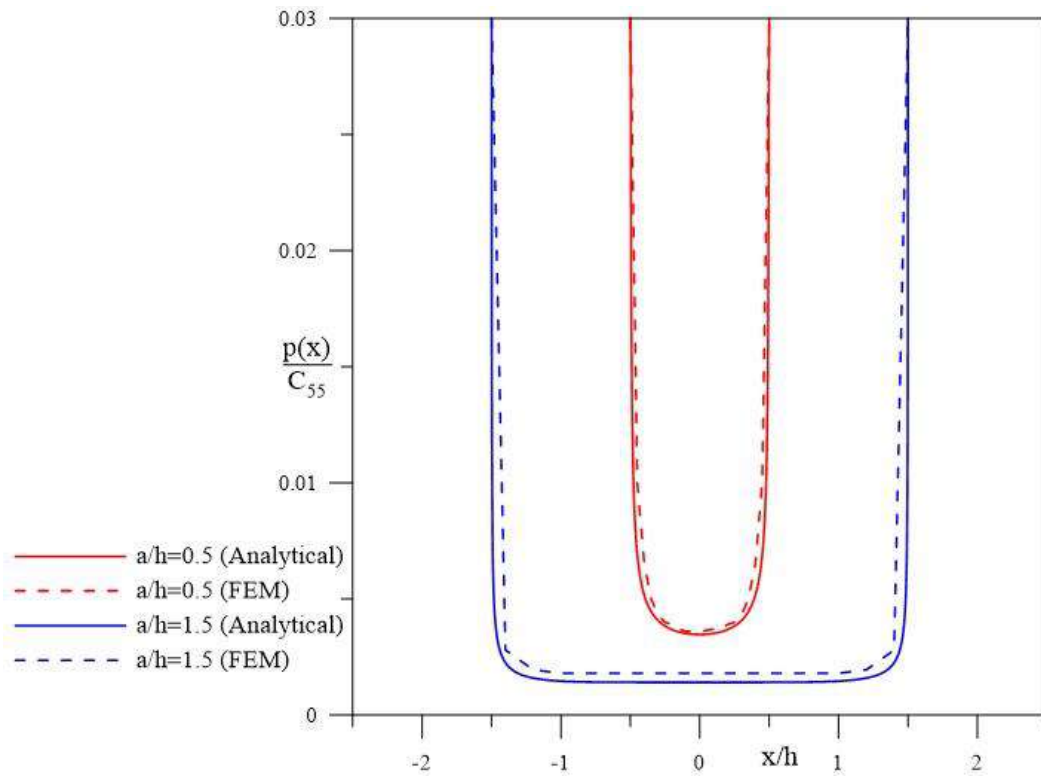
Figure 5 illustrates the variation of the contact pressure distribution under the flat punch depending on the type of orthotropic material used. Here, it's worth noting that the stiffness of the graphite/aluminum material is higher in the loading direction than that of the graphite/epoxy material. As can be seen from the figure, as the stiffness of the orthotropic material in the loading direction increases, the contact pressure distribution under the punch increases.

Figure 6 shows the variation of the contact pressure distribution under the punch depending on the punch length. As predicted, the figure suggests that an increase in punch length would reduce the contact pressure distributions under the punch, as the load will be distributed over a broader region. In Figure 7, the distribution of contact pressure under the punch is given depending on the pressing force. Based on the figure, one may deduce that a greater pressing force will lead to a greater contact pressure under the punch.

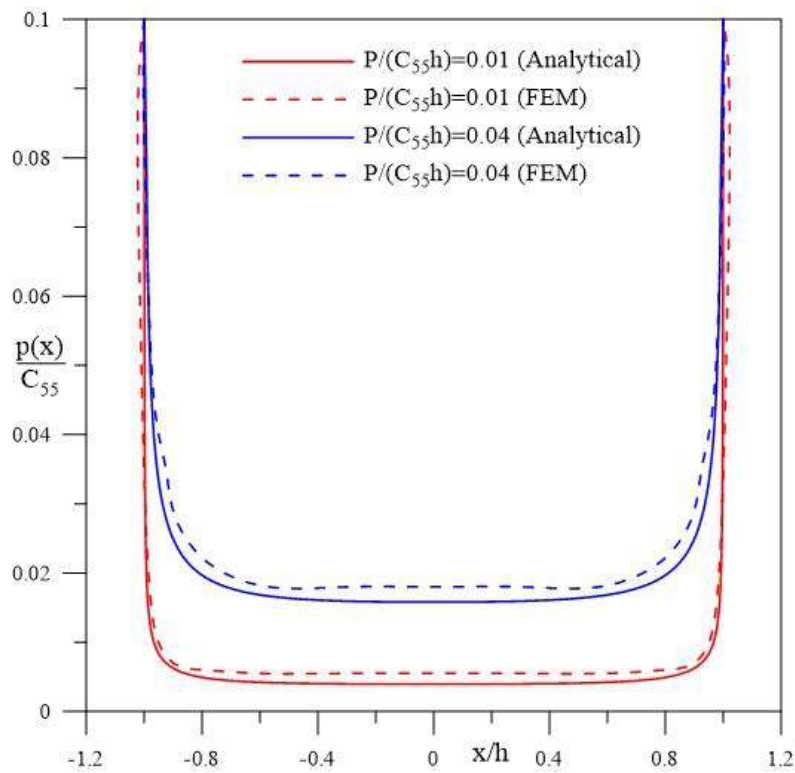


**Figure 5. Changes in contact pressure distribution under flat punch, depending on orthotropic material type**





**Figure 6. Changes in contact pressure distribution under flat punch, depending on punch length**



**Figure 7. Changes in contact pressure distribution under flat punch, depending on pressing force**



## REFERENCES

- [1] Sano, Y. A Finite Element Method for Contact Problems Between Three-Dimensional Curved Bodies, *Journal of Nuclear Science and Technology*, 33,2, 119-127, 1996.
- [2] Belgacem, F. B., Hild, P., Laborde, P. The Mortar Finite Element Method for Contact Problems, *Mathematical and Computer Modelling*, 28,4-8, 263-271, 1998.
- [3] McDevitt, T. W., Laursen, T. A. A Mortar-Finite Element Formulation for Frictional Contact Problems, *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 48,10, 1525-1547, 2000.
- [4] Hild, P., Laborde, P. Quadratic Finite Element Methods for Unilateral Contact Problems, *Applied Numerical Mathematics*, 41,3, 401-421, 2002.
- [5] Hua, D., Wang, L. A. Mixed Finite Element Method for the Unilateral Contact Problem in Elasticity, *Science in China Series A*, 49,4, 513-524, 2006.
- [6] Wang, F. J., Wang, L. P., Cheng, J. G., Yao, Z. H. Contact Force Algorithm in Explicit Transient Analysis using Finite-Element Method, *Finite Elements in Analysis and Design*, 43,6-7, 580-587, 2007.
- [7] 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.
- [8] Yaylacı, M., Öner, E., Birinci, A. Comparison Between Analytical and ANSYS Calculations for a Receding Contact Problem, *Journal of Engineering Mechanics*, 140,9, 04014070, 2014.
- [9] Oner, E., Yaylaci, M., Birinci, A. Analytical Solution of a Contact Problem and Comparison with the Results from FEM, *Structural Engineering and Mechanics*, 54,4, 607-622, 2015.
- [10] Yilmaz, K. B., Çömez, İ., Güler, M. A., Yildirim, B. Analytical and Finite Element Solution of the Sliding Frictional Contact Problem for a Homogeneous Orthotropic Coating-Isotropic Substrate System, *ZAMM-Journal of Applied Mathematics and Mechanics/Zeitschrift Für Angewandte Mathematik Und Mechanik*, 99,3, e201800117, 2019.
- [11] Zhang, Y. F., Yue, J. H., Li, M., Niu, R. P. Contact Analysis of Functionally Graded Materials Using Smoothed Finite Element Methods, *International Journal of Computational Methods*, 17,5, 1940012, 2020.

- [12] Yaylaci, M., Adiyaman, G., Oner, E., Birinci, A. Examination of Analytical and Finite Element Solutions Regarding Contact of a Functionally Graded Layer, *Structural Engineering and Mechanics*, 76,3, 325-336, 2020.
- [13] Kothari, H., Krause, R. A Generalized Multigrid Method for Solving Contact Problems in Lagrange Multiplier Based Unfitted Finite Element Method, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 392, 114630, 2022.
- [14] Öner, E., Şengül Şabano, B., Uzun Yaylacı, E., Adiyaman, 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.
- [15] ANSYS, Swanson Analysis System, USA, 2008.
- [16] Öner, E. Two-Dimensional Frictionless Contact Analysis of an Orthotropic Layer Under Gravity, *Journal of Mechanics of Materials and Structures*, 16,4, 573-594, 2021.
- [17] Binienda, W. K., Pindera, M. J. Frictionless Contact of Layered Metal-Matrix and Polymer-Matrix Composite Half Planes, *Composites Science and Technology*, 50,1, 119-128, 1994.
- [18] Daniel, I. M., Ishai, O. *Engineering Mechanics of Composite Materials*, 2nd ed., Oxford University Press, New York, 2006.

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TAŞKIN AFETİ ÜZERİNE ETKİLERİ; SOLAKLI ÇAYI HAVZASI AFETLERİ

Ufuk YÜKSELER<sup>a\*</sup>, Ömerul Faruk DURSUN<sup>b</sup>

ORCID ID (Yükseler, U: 0000-0002-7233-0821; Dursun, Ö.F: 0000-0003-3923-5205)

<sup>a</sup> İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü. Malatya/TÜRKİYE.

Doktora Öğrencisi. [ufukyukseles12@gmail.com](mailto:ufukyukseles12@gmail.com)

<sup>b</sup> İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü. Malatya/TÜRKİYE

Doçent Doktor. [ofdursun@gmail.com](mailto:ofdursun@gmail.com)

### ÖZET

Taşkın akarsu yatağına beklenenden fazla su gelmesi sonucunda suyun mevcut yatağına sığmaması sonucu oluşan afettir. Türkiye'nin özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi çok yoğun yağış almakta ve topoğrafik yapının da etkisiyle taşkın afeti sık yaşanmaktadır. Çalışma alanında 1929 yılından 2021 yılına kadar yaklaşık 16 adet taşkın afeti yaşanmıştır. Bu afetlerde yaklaşık 650 kişi vefat ederken ciddi mal kayıpları da meydana gelmiştir. Bu havzada yaşanan afetlerin sıklığı bu bölgeyi taşkın nedenlerini ortaya koyma, taşkın anında ilk yardım durumları ve gelecek yıllarda havzanın taşkın durumu konusunda çözüm odaklı projelendirmede önemli kılmaktadır.

Bu çalışma, Trabzon ilinin Of ilçesi ve çevresi yakınlarında bulunan Solaklı deresinin taşkın risk alanlarını belirlemek ve bu risk alanlarının iklim değişikliğinden nasıl etkilendiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu amaçlarla ilk olarak; Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Frekans Oran metodu (FR) gibi geleneksel risk alanları belirleme yöntemlerinin yanı sıra yenilikçi (Yapay Zeka) yöntemlerinden olan M5P Tree Rule (M5PRT) yöntemiyle havzanın taşkın afet haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca etkili parametreler (Bakı, Yükselti vb.) belirlenmiştir. 5 farklı lokasyonda 16 taşkın verilerinden elde edilen 800 adet taşkın yaşanan ve 800 adet taşkın yaşanmayan noktayla çalışılmıştır. Yöntemlerin doğruluk değeri Alıcı Çalışma Özellikleri Eğrisi (AUC) ile değerlendirilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda Yapay Zekâ modelinin (M5PRT) taşkın tehlike analizinde daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca bölgede taşkın oluşumunda en etkili parametrelerin Yükselti ve Yağış olduğu tespit edilmiştir. Yağışın etkili parametreler arasında yer alması yaşanan afetlerin iklim değişikliğinden nasıl etkilendiği sorusunu da getirmektedir. Bu nedenle havzada yaşanan taşkın ve yağış verisinin etkileşimini ortaya koymak amacıyla afet ve yağış verileri eğilim analizine tabi tutulmuştur. Yapılan analiz sonucunda maksimum yağış değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Ayrıca, maksimum yağış değerleri 9. aydan 8. aya doğru bir kayma eğilimi içerisindeyken afetlerin tekerrür ayının da 8. aya doğru bir eğilim içinde olduğu gözlemlenmiştir. Yağışlarda görülen bu değişim ve risk alanları belirlenirken yağış parametresinin taşkına etkili öncü parametrelerden olması, gelecek yıllardaki arazi kullanımı ve taşkın koruma yapılarının tasarımında iklim değişikliğinin etkisinin dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Taşkın, Yapay Zekâ, AHP, Frekans Oran Metodu, İklim Değişikliği

### GİRİŞ

İnsan uygarlıkları genellikle nehir sistemlerinin kıyısında gelişmiştir. Birçok uygarlık su kıtlığı (kuraklık) veya taşkın nedeniyle yok olmuştur. Bir anlamda, suyun tüketici kullanımı, taşkınların ve kuraklıkların yönetimi, eskiden beri yaşayan tüm uygarlıklar için en önemli konu olmuştur. Taşkın olayları tüm dünyada yaşanan en önemli afetler arasında yer almaktadır. Ülkemizde ise can ve mal kaybı açısından tüm afetler arasında ikinci, meteorolojik afetler arasında ilk sırada yer almaktadır (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2014). Taşkın olayları insan faktörlü beşeri faaliyetler ve iklimsel değişimler kaynaklı olabilmektedir. Taşkın risklerinin önceden tahmin edilmesi ve ön uyarı sistemlerinin oluşturulması, ulusal düzeyde konumsal veri altyapısının kullanılması gereken sistematik bir süreç gerektirir. Yapılacak çalışmaların hassasiyeti ve uygulama ölçeğine göre farklı yöntemlerle veriler elde edilmektedir. Ülkemizde bugüne kadar yapılan afet çalışmalarına bakıldığında yapılan çalışmaların çoğunun afetlerden

sonraki müdahale etme aşamasını içerdiği görülmektedir. Ancak afet yönetimi kapsamında, bu çalışmaların aksine insanları olası tehlikelerden uzak tutmak ve afetler olmadan önce risklerin minimuma indirilmesine yönelik çalışmalar yapılması gerekir (Kadıoğlu, 2008). Afetlerin önceden tahmin edilmesi için en önemli envanter geçmiş afet kayıtları olmaktadır. Geçmişte yaşanan afetlerin oluşum nedenleri incelenerek afetlerin gelecekteki yaşanma senaryoları ve alınacak önlemler oluşturulmaktadır.

Bu çalışmanın başlıca amacı; Karadeniz bölgesindeki Trabzon ilinin Of ilçesi ve çevresinde bulunan Solaklı deresinde yaşanan geçmiş sel olaylarından yola çıkarak taşkın en iyi öngören metodu tespit etmektir. Ayrıca havzada yaşanan bu sel olaylarının nasıl bir eğilime sahip olduğunu incelemek ve bu eğilimin nedenlerini ortaya koymaktır. Bu sebeple yaşanan sel olaylarının sayıları ve meteorolojik parametrelerdeki değişim arasında bir mukayese yaparak iklim değişimi kaynaklı havzada nasıl bir durum ortaya konulduğu vurgulanacaktır.

## LİTERATÜR

Literatürde çoğunlukla çoklu kriterli karar verme yöntemleri (Ahp, Topsis, Electra vb.) veya gelecek maksimum debiden yola çıkılarak (Q1000) Hecras gibi yöntemlerle bazı ön kabuller yapılarak çalışılmalar bulunmaktadır. Fernández ve Lutz (2010), sel tehlikesi haritasını çıkarmış ve San Miguel de Tucumán'ın güneydoğu kısmının, %0,6'nın altındaki eğimlerle birleşmesinin ve yetersiz bakım planı olan kentsel akarsu kanallarının varlığının bir sonucu olarak genişletilmiş bir alanda en yüksek sel tehlikesine sahip olduğunu tespit edilmiştir. Patel ve Srivastava (2013), Hindistan, Gujarat, Surat ilçesinin taşkın bölgelerinin haritalanması için uydu ve CBS veri setlerinin entegrasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Google-earth, IRS-1D, 1: 50000 topografik haritalardan elde edilen yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama görüntüleri, Kuzey, Güney, Doğu, Batı olarak ayrılan çeşitli bölgelerin taşkına duyarlı alanını belirlemek için hidrolik analiz ve dijital yükseklik modeli (DEM) ile birleştirilmiştir. Taşkın tehlikelerini azaltmak için gelecekteki taşkın olayları nedeniyle tehlike derecesini azaltmak için CBS modellerinin kullanılmasının önemini vurgulamaktadırlar. Yapılan çalışma neticesinde, batı ve güney-batı bölgelerinin taşkın eğilimi gösterirken, doğu bölgesinin en az olduğunu tespit etmişlerdir. Habiyakare vd. (2016), Çin'de Dongting Gölü Havzası'nda meydana gelen birçok taşkından yola çıkarak Yangtze Nehri'ni de kapsayan MIKE Flood yazılımı ile yaptıkları bir çalışma ortaya koymuşlardır. Nehrin modellenmesinde bir boyutlu MIKE 11 modülünden, gölün modellenmesinde ise MIKE 21 modülünden faydalanmışlardır. Taşkın sümülasyonu, taşkın süreci ve su seviye değişimi gibi parametreleri irdemişlerdir. Sonuç olarak; su seviye değişimi en yüksek 10 metre olarak bulmuşlardır.

Yapılan bu çalışmaların çoğunda görülmektedir ki taşkın konusunda yapılan çalışmalar bazı ön kabuller içermektedir. Bu ön kabullerin havza karakteristiğindeki değişimi çoğu çalışmanın eksik kalan yönleri olmaktadır. Taşkına neden olan birden çok parametre içerisinde (akış, yağış, bakı, arazi kullanımı, toprağın jeolojisi gibi.) en çok hangi parametrenin taşkına neden olduğunu tespit etmek zordur. Bu nedenle bazı parametreler uzman görüşleri neticesinde etki değeri daha yüksek girilirken bazı parametreler daha düşük etki değerine sahip olduğu düşünülmektedir. Ancak havzanın karakteristiği düşünüldüğünde bu ön kabullerin her afet yaşanan bölgede aynı değerlere sahip olmadığı konusu mevcut çalışmaların en büyük eksikliğidir. Geçmişte bölgede yaşanan afet durumlarından yola çıkarak afetin o bölgedeki yayılım haritasını oluşturmak ve etki eden değerleri havza bazlı düşünmek taşkın risk haritalarını daha anlamlı incelemeye yardımcı olmaktadır. Ancak bu konuda son dönemlerde ortaya konulan yenilikçi yöntemlerin başında yapay zekâ yöntemleri yer almaktadır. Yapay zekâ yöntemleri mevcut durumlardan yola çıkarak öğrenilen bir bilgiden yeni bilgiler

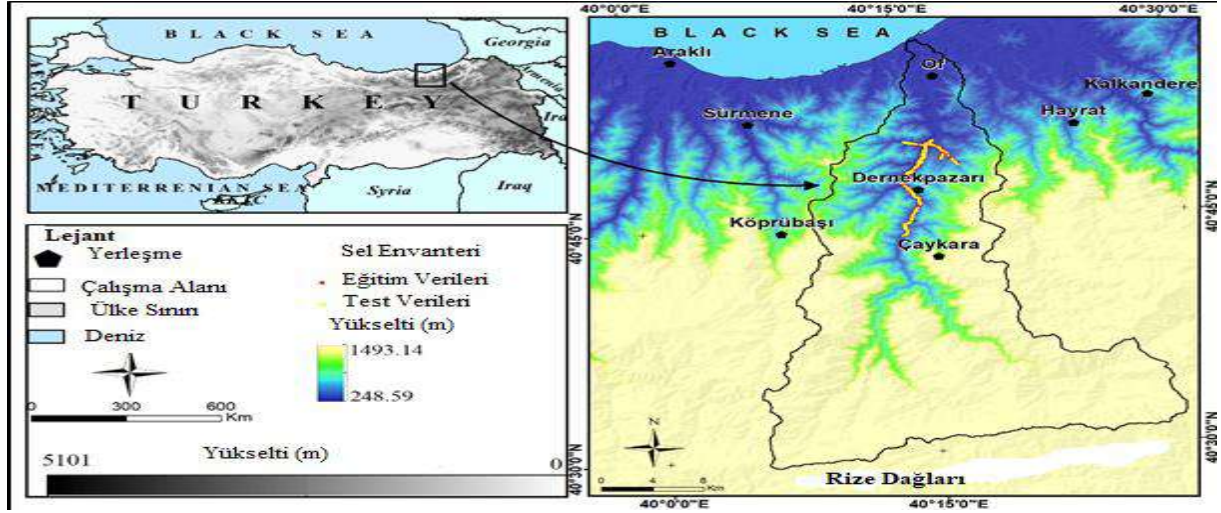
oluşturulmasını sağlamaktadır. Meheboob Sahana (2018), Hindistan'daki aşağı Kosi Nehri Havzasının geçmişte birçok sel yaşandığını ancak yaşanan bu sellerin oluşmasında etkili olan faktörü ortaya koymaya çalışmıştır. Frekans oranı ve bulanık mantık modelleri yöntemleri kullanarak sel duyarlılık analizleri yapmıştır. Yaptığı bu çalışma neticesinde gerçek sel yaşanma durumuna en yakın sonuçları bulanık mantık yönteminde olduğu ve bu bölgelerde selin oluşmasına neden olan en etkili faktörün ani yoğun yağışın olduğunu ifade etmiştir. Jorge Leandro (2019), Almanya'nın Münih şehrinde şu anda yaşanan sel olaylarından yola çıkarak, iklim değişikliğinin yaratacağı meteorolojik değişimler neticesinde sel olaylarının değişimini incelenmiştir. Bu çalışmada Yüksek emisyon senaryosu olan CRCM5 modeli ile gelecek yıllardaki iklim senaryoları ortaya koyulmuştur. 2050 ve 2070 yıllarındaki sıcaklık ve yağış durumları doğrultuda sel yaşanma riski olan alanlar belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma da Münih nehrinin bazı bölgelerinde yağış artışı nedeniyle sel yaşanma riski artarken diğer bölgelerde kuraklık riski oluşmaktadır. Mohammad Ahmadlou (2020), Çok katmanlı algılayıcı ve otomatik kodlayıcı sinir ağlarını birleştiren yeni bir derin öğrenme modeli kullanarak sel duyarlılık haritalama ve değerlendirilmesi amaçlı çalışma yapmıştır. Bu çalışma kapsamında İran'ın Golistan bölgesi ve Hindistan'ın yoğun taşkın yaşayan bölgeleri incelenmiştir. Yapay zeka modellerinde %91, 90.74 ve 93 değerlerine sahip önemli sonuçlar elde etmişlerdir. Bulunan bu bulgular neticesinde yapay zekâ modellerinin taşkın noktalarını tespit etmekte ciddi başarı gösterdiği ifade edilmiştir. Wilby Vd (2012), Avustralya'nın Victoria Bölgesinde 2011 yılından yaşanan taşkın sonrasında iklim değişikliğini sonucunda yaşanan taşkınlara gelecekte uyum sağlanması adına bazı uyum süreçleri öne sürmüştür. Yapılan çalışmalar sonucunda bazı risk azaltıcı faktörler ve güvenlik önlemleriyle iklim değişikliği sonucu daha sık oluşacak taşkın afetlerindeki bilançonun azalacağını ifade etmiştir. Ragner Vd. (2010), Mumbai Bölgesinde yaşanan sel felaketlerinde iklim değişikliğinin etkilerini ortaya koymak amacıyla bir takım çalışmalar yapmıştır. 2005 yılında Mumbai bölgesinde 500 insanın ölümüne ve yaklaşık 2 milyar Amerikan doları zarar neden olan bir sel afeti meydana geldiğini bildirmiştir. Bu çalışmada farklı iklim senaryolarında bu bölgede olası yağışların sıklaşabileceği bölgeler belirlenmiş olup, yerel drenaj sistemleriyle bu bölgelerin güçlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

## ÇALIŞMA ALANI

Karadeniz kıyısından güneye doğru artan yükseklik 3400 metrelere kadar artmaktadır. İnceleme alanının ana yeryüzü şekillerinin dağlık tepelik alanlar, tepelik alanların çevresinde gelişen düzlükler, sırt, dar-derin vadiler ve yamaçlar oluşturmaktadır. Akarsuların büyük bölümü "V" profilli, dar-derin vadiler şeklindedir. Kuzey-güney doğrultusunda uzanan ve Dendritik drenaj ağına sahip Solaklı Dere vadisini oluşturmaktadır. İnceleme alanının topografik ve iklim özellikleri taşkın oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır.

Yağış miktarı Of ilçesi çevresinde kuzey güney yönünde farklılık göstermektedir. Bunun nedeni Karadeniz'in nemli rüzgârları dağların yüksek kesimleri ve kıyı kesimde bol yağışa neden olurken, çanak ve oluk şeklindeki çukur alanlarda, dar-derin vadilerde ve dağların güney yamaçlarında yağış aniden azalma göstermektedir. Yağış şiddetinin aylık dağılımına göre en fazla yağışlı dönem, Ağustos ayında başlayarak, Nisan ayına kadar devam eden dönemi kapsamakta, en az yağışlı dönem ise, Nisan-Temmuz aylarını kapsamaktadır. Bu durum kıyıya yakın kesimlerde yaz aylarında taşkınlara neden olmaktadır. Son yıllarda Of ilçesi ve çevresinde antropojenik faaliyetler ve geçirimsiz alanların artması da yüzeysel akışın artmasına ve taşkınlara neden olmaktadır (Şekil 1).





Şekil 1. Çalışma Sahası

Çalışma alanı olan Trabzon İlinin Of ilçesinin sınırları içerisinde bulunan Solaklı deresinde günümüze kadar pek çok afet yaşanmıştır. Bunlardan ilki; 22 Temmuz 1929 tarihinde deresinde Cumhuriyet tarihinin en büyük hasarlı afetlerinden biridir. Farklı kaynaklardan pek çok farklı ve o dönemin şartları düşünüldüğünde mübalağalı rakamlar görülmektedir. Ancak bugün Devlet Su İşleri ve Cumhurbaşkanlığı Afet Koordinasyon merkezi bilgilerine göre bu afette 147 can kaybı yaşandığı, 102 yaralı olduğu, yüzlerce ev ve hayvan barınaklarının yıkıldığı ve sayısı yüzleri bulan hayvanların telef olduğu kabul edilmektedir (Şekil 2.a)( Cumhuriyet 1929) .

Can kayıpları yaşanan bir başka afet 07.11.2005 tarihinde meydana gelmiştir. Solaklı, Gürgen, Şairler, Fırtına, Arılı, Büyükdere, Manahoz, Baltacı derelerinde yaşanan aşırı yağış sonucunda havza yataklarında taşkın meydana gelmiştir. Manahoz deresinde meydana gelen taşkında yol tahribatı meydana gelerek ulaşım engellenmiştir. Ayrıca kıyı şeridinde yer alan tarım arazilerinde yer yer zararlar bulunmaktadır. Bölgedeki taşkın özellikle Solaklı Deresi üzerinde etkili olmuştur. Çaykara-Uzungöl yolu ulaşımına kapatılmıştır. Yan derelerden kaynaklanan bu taşkında 3 kişi hayatını kaybetmiştir. 27 konut hasar görmüş, çeşitli tesisler ve okullar derenin taşıdığı malzemelerle dolmuştur. Solaklı deresi üzerindeki köprüler yıkılmıştır (Şekil 2.b) (DSİ). 16.08.2017 tarihinde Solaklı deresinin taşması nedeniyle Tarım arazileri ile birkaç otomobilde maddi hasara yol açmıştır. Ağillarda mahsur kalan hayvanlar kurtarılmıştır. Yaşanan bu taşkın afetinde can kayıpları yaşanmazken mal kayıpları meydana gelmiştir. Of ve Çaykara arasında bulunan karayolu yatak oyulmaları nedeniyle ulaşım kapalı hale gelmiştir (Şekil 2.c) (DSİ).





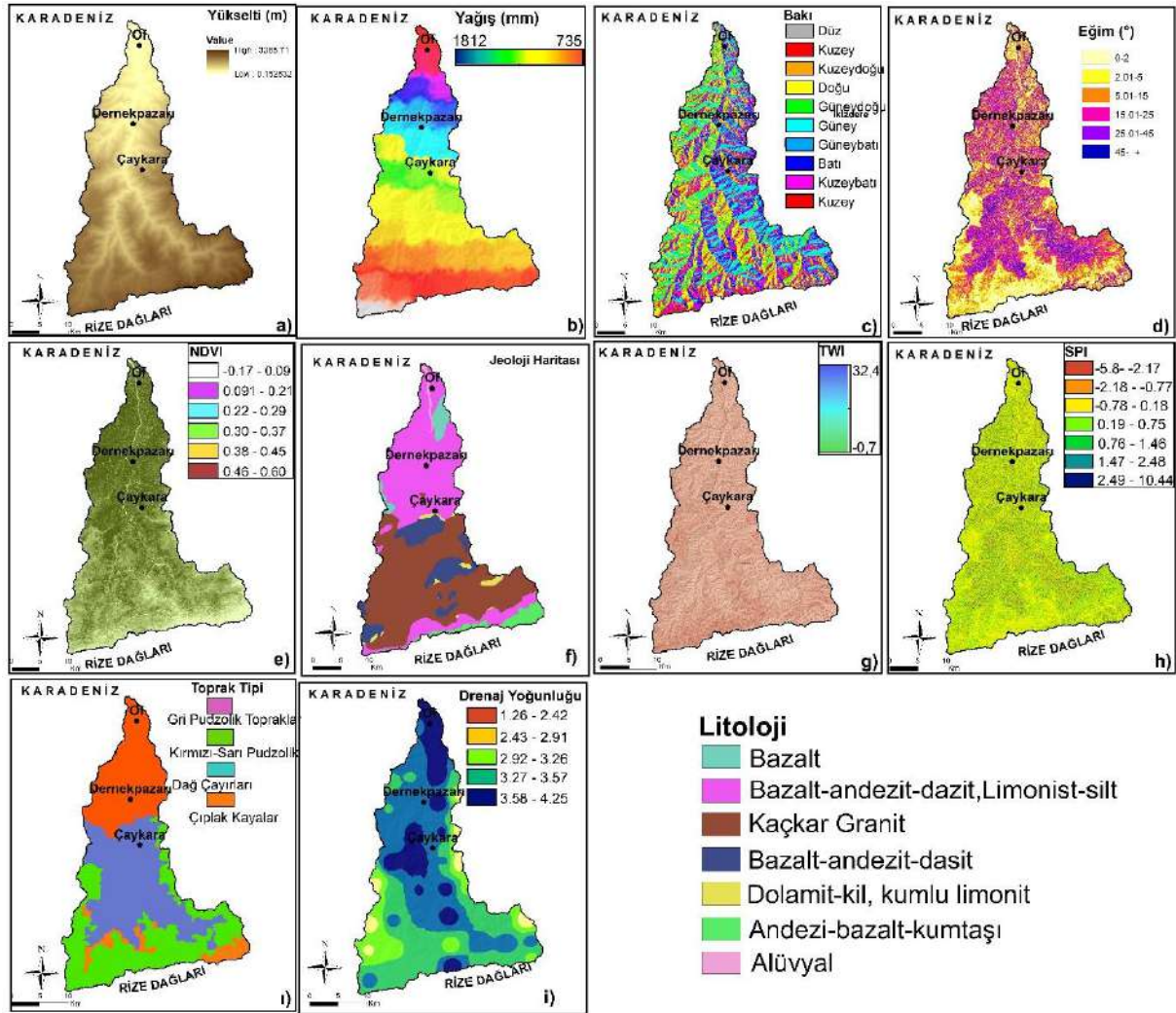


**Şekil 2.** Çalışma Alanında Farklı Zaman Aralıklarında Yaşanan Taşkınlar

Taşkın Afet risk haritaları oluşturmak için çalışmada 10 taşkına etki eden parametresiyle çalışılmıştır. Bu parametrelerin oluşturulması için gerekli envanterlerin elde edilmiş şekli verilmiştir (Tablo 1.) Altlıkların temininin ardından Solaklı havzası taşkına etki eden 10 parametresi oluşturulup görselleştirilmiştir (Şekil 3.)

**Tablo 1:** Of (Trabzon) İlçesi ve Çevresinde Taşkını Tetikleyen Verilerin Özellikleri

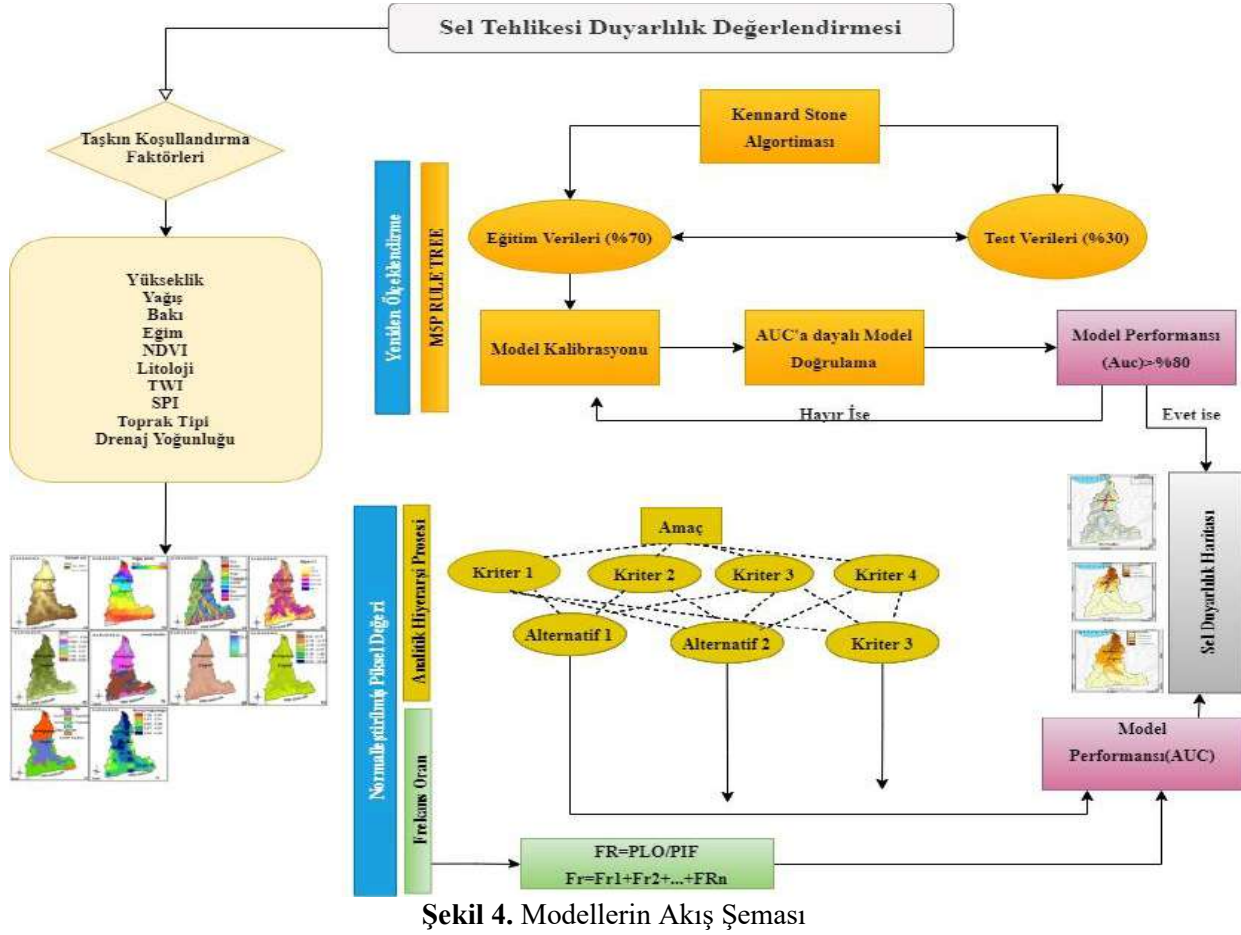
Parametrenin Elde Edildiği Yer/Kurum	Taşkın Tetikleme Faktörü	Veri Tipi	Piksel Boyutu
BCA, AFAD, MGM. Hasar Tespit Tutanakları	Taşkın Lokasyonları	Nokta-Poligon	-
Harita Genel Müdürlüğüne ait hava fotolarından elde edilen Sayısal Yükselti Modeli (SYM)	Eğim	Raster	5*5
	Bakı	Raster	5*5
	Topografik Nemlilik İndeksi	Raster	5*5
	Akarsu Güç İndeksi	Raster	5*5
	Drenaj Yoğunluk	Raster	5*5
<a href="https://www.worldclim.org">https://www.worldclim.org</a> . Yağış haritası	Yağış	Raster	5*5
<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/Landsat8OLI">https://earthexplorer.usgs.gov/Landsat8OLI</a>	NDVI	Raster	30*30
Maden Teknik Arama Müdürlüğüne ait 1/100.000 ölçekli jeoloji paftaları	Litoloji	Raster	100*100
1/100.000 ölçekli Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı'na bağlı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Etüt ve Proje Dairesi Başkanlığı	Toprak Tipi haritası	Vektör	100*100



**Şekil 3.** Taşkına Etki Eden Parametrelerin Haritaları (a: Yükselti, b: Yağış, c: Bakı, d: Eğim, e: Bitki Örtüsü, f: Litoloji, g: Topoğrafik Islaklık İndeksi, h: Akarsu Güç İndeksi, i: Toprak Tipi, j: Drenaj Yoğunluğu)

## METODOLOJİ

Çalışma alanı 758 km<sup>2</sup> lik alana sahiptir. Bu alanda toplam 1600 adet taşkın yaşanan ve yaşanmayan noktasal verisi atanmıştır. Bu 1600 noktasal veriden 1120 (560 yaşanan, 560 yaşanmayan) adet yapay zekâda eğitim verisi olarak 480 adet (240 yaşanan, 240 yaşanmayan) test verisi olarak kullanılmıştır. Yapay zekâ modellerinden M5 Rule Tree modeliyle çalışılmıştır. Toplam noktasal verileri Kennar Stone Algoritmasıyla karıştırılıp test ve eğitim verisi olarak ayrıştırılmıştır. AUC değerinin %80'nin üzerine çıkana kadar algoritma tekrarlı olarak yeniden çalışacak şekilde kurulmuştur. Modellerinin çalışma algoritması Şekil 4' de gösterilmektedir.



Şekil 4. Modellerin Akış Şeması

### Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan analitik hiyerarşi prosesi her bir alternatifin önceliklerini çoklu kriter karar verme problemlerinde almak için iyi bilinen ve kullanışlı bir yöntem olarak kullanılmıştır. (Rashidpour, K. 2013). AHP, ikili karşılaştırma yapma teorisidir ve öncelikli ölçekler bulmak amacıyla uzmanların görüşlerine dayanır. (Saaty, 2008). AHP karar probleminin modellenmesi, ağırlıkların değerlendirilmesi ve duyarlılık analizi gibi temel basamaklardan meydana gelir. (Ossadnik vd.,2016)

Tablo 2. AHP Hiyerarşi Tablosu (Saaty, 1977)

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2, 4, 6, 8	Ara değerler

AHP uygulamasının işlem basamakları ( Hasekioğulları, 2011);

- Problemin ne olduğu ifade edilir,
- N x N boyutlu karşılaştırma matrisi oluşturulur,
- Normalizasyon yapılır,
- Öncelik vektörü elde edilir,
- Tutarlılık çözümü yapılır,

Karşılaştırma veya sıralama işlemleri yapılır.

Karşılaştırma matrisi olan  $N \times N$  boyutunda bir kare matristir. Bu matrisin köşegenlerindeki bileşenleri 1 değerini alır. Burada A mukayese matrisinin değeridir. Karşılaştırma matrisi denklem 1’de gösterilmiştir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Birinci aşamadan sonra normalizasyon aşamasına geçilir. Normalizasyon denklem 2. De belirtildiği şekilde oluşturulur.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

Normalize edilmiş matris elde edilir. Normalize edilmiş matris oranlanmış matris olarak ifade edildiğinden denklem 3 teki matris daha düşük değerler elde edilmiş halidir.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Normalize edilmiş matrisin ardından öndelik vektörü denklem 4. Uygulanarak elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (4)$$

İlk 4 denklemde belirtilen işlemler uygulandıktan sonra tutarlılık testine geçilir. Tutarlılık testinin uygulanmasının amacı yapılan işlemlerin yapılan işlemlerin doğruluğu ve güvenilirliğini test etmektir.

Tutarlılık testinin işlem adımları;

- Uyum indexi (CL)
- Rastgele İndex (RI)
- Uyum oranı (CR) şeklindedir.

Saaty, tutarlı karşılıklı matris için  $\gamma_{max} = n$  olduğunu kanıtlamıştır. Burada  $\gamma$  karşılaştırmaya ilişkin temel değerdir. Yapılan işlemin sonunda denklem 5’teki formülü kullanarak sapma ya da tutarlılık derecesi olarak Tutarlılık Endeksi olarak adlandırılan bir tutarlılık ölçüsü (CI) oluşturmuştur.

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) \quad (5)$$

Tutarlılık Endeksi ile Rastgele Tutarlılık Endeksi arasındaki karşılaştırma olan Tutarlılık Oranı denklem 6’da gösterilmiştir:

$$CR = CI/RI \quad (6)$$



Burada; RI : Tesadüfilik göstergesi , CI (Tİ) : Tutarlılık indeksi ve CR (TO) : Tutarlılık oranıdır. Yapılan çalışmalarda Tutarlılık oranı %10'a eşit veya altında bir değer ise yapılan karşılaştırmaların tutarlı olduğu kabul edilir. Bu oranın üzerinde bir oran çıkarsa karşılaştırma gözden geçirilmelidir. Bu çalışmada taşkın değerlerinin bir birine göre üstünlükleri yapılan literatür çalışmalarındaki değerlerin ortalamasıyla yapılmış olup tutarlılık oranı istenen oranlarda elde edilmiştir.

### Frekans Oran Metodu

Geçmiş zamanlarda yaşanan afetlere neden olan faktörler gelecekte yaşanacak afetlere ışık tutar (Chung and Fabbri 1999). Bu yaklaşım düşünüldüğünde taşkın meydana gelen alanlar ile bu alanlardaki faktörlerin bağlantısı, geçmişte afet olmayan yerler ve o bölgelerin faktörleri arasındaki bağlantıyla bağlantılı olduğu düşünülmektedir (Lee et al. 2004). Frekans Oran Metodu bir olayın gerçekleşme olasılığının gerçekleşmeme olasılığına oranı şeklinde tanımlanabilir (Erener vd. 2010). Frekans Oran metodu, geçmiş taşkınların lokasyonlarını dikkate alarak taşkına neden olan her bir faktörün korelasyonunu araştırmak için kullanılır. Bu sebeple taşkına neden olan her bir faktör kategorize edilmiş ve her bir faktörün her kategorideki frekans oranı CBS fonksiyonları kullanılarak hesaplanmıştır. Frekans Oranı hesaplamaları için denklem 7 kullanılmıştır.

$$FR = PLO/PIF \quad (7)$$

Burada; PLO, Taşkını etkileyen bir parametrenin kendi alt kategorilerindeki taşkın varlığı yüzdesi; PIF, Taşkını etkileyen bir parametrenin her bir kategorisinin yüzdesidir.

Hesaplanan Frekans oranı değerleri 1'den büyük oluyor ise taşkına etki eden parametre ve taşkın ilişkisi yüksek düşük oluyor ise ilişki düşüktür sonucu çıkmaktadır. Bu yöntemde geçmiş afet kayıtları ciddi önem arz etmektedir.

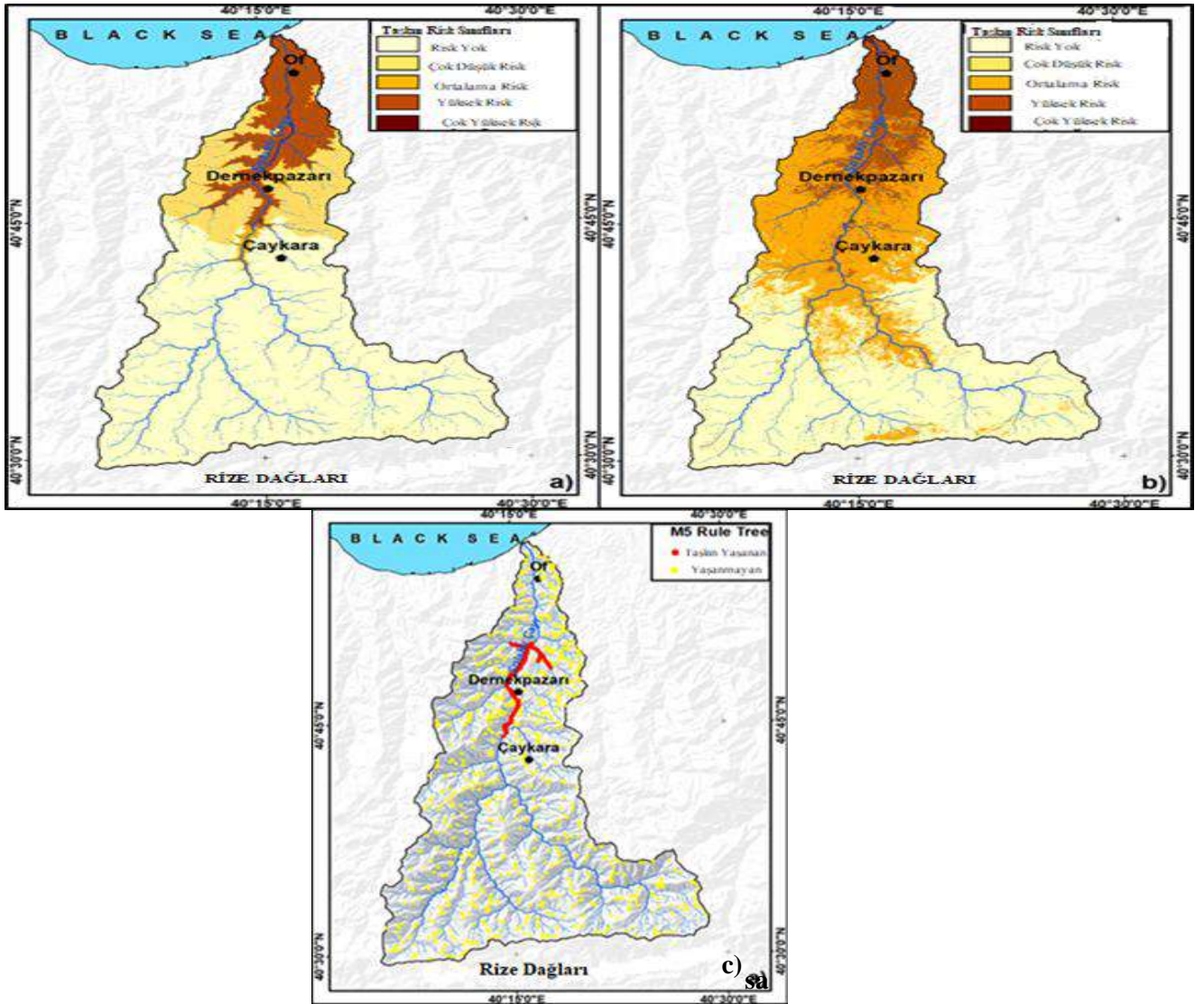
### M5P Rule Tree Modeli

Model Ağaçlar (M5), sürekli değişkenlerin tahmini için ağaç algoritması olarak Quinlan tarafından 1992 yılında önerilmiştir. Model ağaçların, veri setlerinde bilgi keşfini sunabilen ayrıca doğrusal regresyon fonksiyonlarıyla sayısal değerleri tahmin edilen yapay zeka modellerinin karar ağacı türüdür (Frank, Wang Y, Inglis, Holmes ve Witten,1998; Barros, Basgalupp, De Carvalho ve Freitas, 2012). Model Ağaçlar (M5) ve CART (Classification and Regression Tree) algoritmaları arasındaki önemli fark CART yöntemi ile oluşturulan karar ağacında yapraklar değer alırken Model ağaçların algoritmalarında çok değişkenli doğrusal modeller kurulabilmektedir. Böylece M5 modellerinde daha esnek tahminler yapılabilir (Zhan, Gan ve Hadi,2011). M5 algoritmasında Ağaç Oluşturma, Ağaç Budama ve Ağaç Düzgünleştirme süreçlerinden sonra Model Ağacı oluşturulabilmektedir. M5 Ağaç kurallarından oluşan M5P Rule Tree CART algoritmasında kullanılarak Frank ve Witten tarafından 1988 yılında önerilmiştir. Bu yöntem, tüm eğitim verilerine bir model ağaç uygulayarak model ağaçlardan kurallar üretir. Daha sonra veri kümesi tüm örneklemelerden arındırılır. Bu çalışmada modelleme süreci Matlab 2018B uygulamasında gerçekleştirilmiştir.

### TARTIŞMA

Frekans oran metoduna göre taşkın tehlike analizinde en etkili olan değişken Yükselti iken, bunu Arazi kullanımı ve Toprak tipi takip etmektedir (Şekil 5.a). Analitik Hiyerarşi Sürecinde Yağış, Yükselti ve NDVI en etkili ilk üç değişken arasında iken, Frekans Oran metodunda Yağış dördüncü, NDVI ise altıncı sırada yer almaktadır (Şekil 5.b)

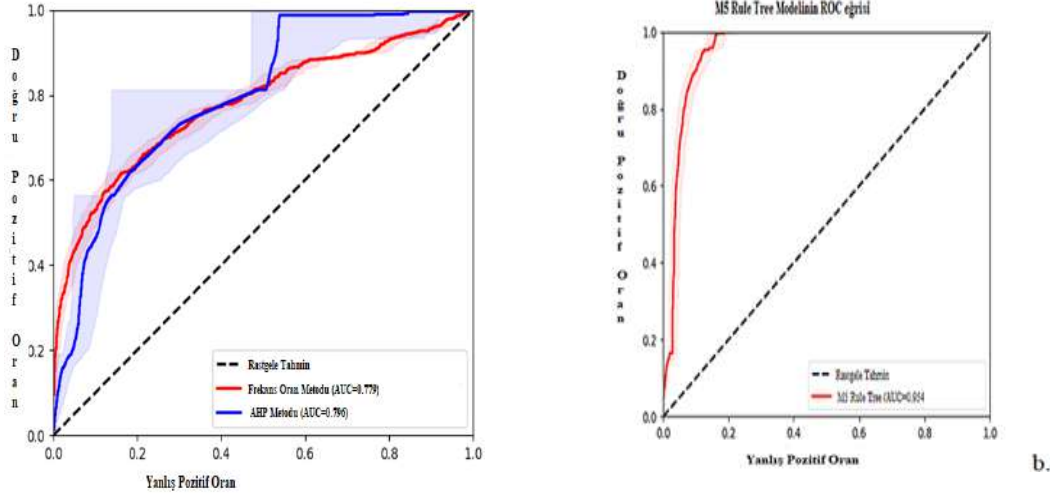
Analitik Hiyerarşi Sürecine göre taşkın tehlike analizinde taşkına neden olan faktörlerin (kriter) ve alt sınıfları (alt kriterler) için 1 ve 9 arasında değer atanmıştır. 1 değeri taşkında en az etkili, 9 değeri taşkında en fazla etkili olacak şekilde puanlanmıştır. Analitik Hiyerarşi Sürecinde kullanılan parametrelerin arasında hiyerarşi yapılan Literatür çalışmaları sonucunda her bir makale bir anket gibi düşünülerek okunan makalelerdeki değerlerin harmanlanmasıyla oluşturulmuştur. Frekans Oran yönteminden farklı olarak sadece taşkın olayının yaşandığı yer değil havzanın tamamı dikkate alınmıştır. Ayrıca her faktörün titizlikle ve çok sayıda denenerek tutarlılık oranı %5'in altında olarak hesaplanmıştır. İkili karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra her sınıf kendi içinde önem sırasına göre sıralanarak birbiriyle kıyaslanmış ve uzman görüşüne dayalı olarak oluşturulmuştur. Her faktörün aralık değeri belirlenirken litatürden yararlanılmıştır (Seejata vd., 2018; Goumrasa vd., 2021).



**Şekil 5.** Of ilçesi ve Çevresinde a) Frekans Oran, b) Analitik Hiyerarşi Süreci, c) M5 Rule Tree Modeline Göre Taşkın Tehlike Tahmin Haritaları.

Frekans oran ve AHP metotlarında oluşan risk haritaları gerçek haritalarla mukayese edildiğinde Frekans oran metodunun AUC değeri 0.779 çıkarken, AHP metodunun AUC değeri 0.796 olarak bulunmuştur (Şekil 6.a)

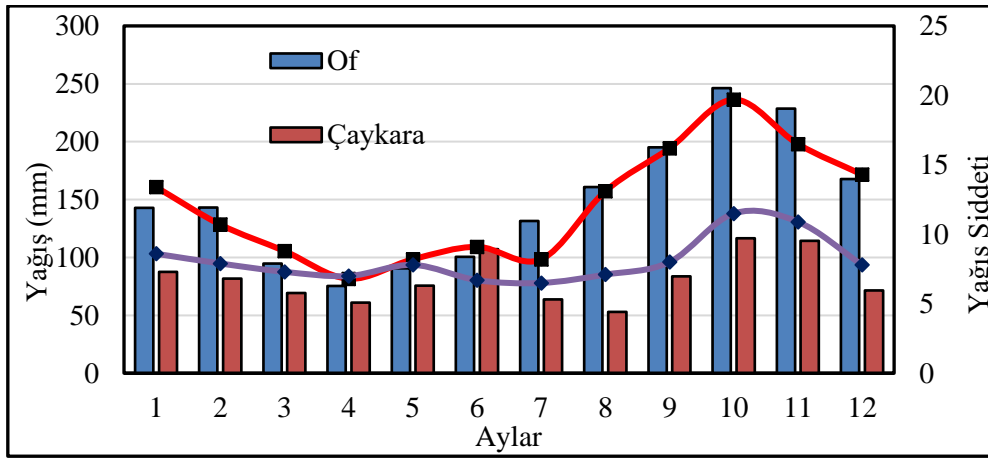




Şekil 6. Of ilçesi ve Çevresinde a) AHP Frekans Oran, b) M5 Rule Tree Metodunun AUC değerleri

Yapay Zeka metodu M5 Rule tree modelinde AUC doğrulama değeri 0.954 olarak bulunmuştur (Şekil 6.b). Modellerin oluşturdukları haritalar ve AUC değerleri incelendiğinde Yapay Zeka modellerinin diğer iki yöntemle göre Taşkın Risk haritasının tespitinde çok daha başarılı olduğu görülmektedir (Şekil 5).

Çalışma alanı sınırları içerisinde bulunan yağış istasyonlarının zamana göre yağış şiddeti ve aylık yağışların ortalaması incelenmiştir. Özellikle 9, 10 ve 11 ayda yağış şiddeti ve ortalamasında ciddi artışlar olduğu görülmektedir (Şekil 7.)

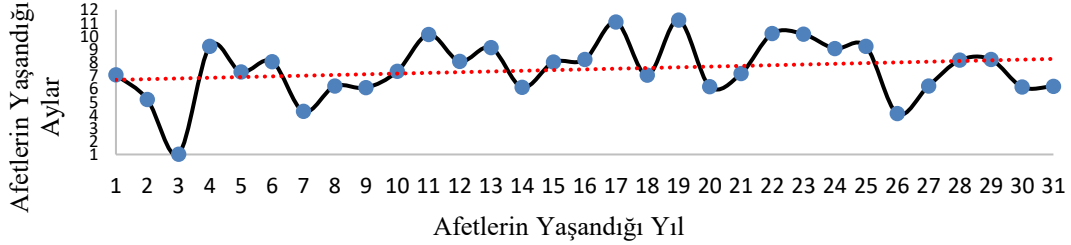


Şekil 7. İnceleme alanı çerisinde yer alan Of (Trabzon) ve Çaykara (Trabzon) İlçelerinin ortalama yağış ve yağış şiddeti değerleri.

1929 yılında yaşanan büyük afetten 2019 yılına kadar ciddi nitelikte yaklaşık 31 afet meydana gelmiştir (Tablo 3). Bu afetler çoğunlukla 7 ve 10 aylar arasında gerçekleşirken son dönemdeki afetin yaşanma eğilimi (tekerrür sıklığı) 7 aydan 8. Aya doğru bir eğilim göstermektedir. Buda Yaz ortalarında çoğunlukla yaşanan afetin Yaz ayının son dönemlerine doğru eğilim gösterdiğini göstermektedir (Şekil 8.).

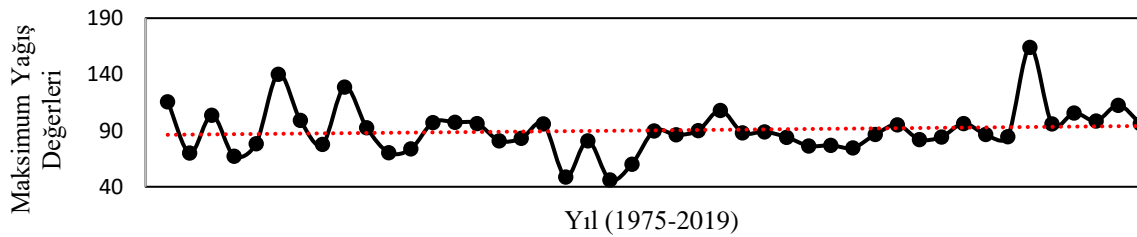
**Tablo 3.** Çalışma Alanında Afet Yaşanan tarihler

Adet	Yaşanan Tarih	Adet	Yaşanan Tarih
1	5.07.1929	17	7.11.2005
2	19.05.1959	18	2.07.2006
3	2.01.1962	19	21.11.2009
4	21.09.1963	20	16.06.2010
5	27.07.1967	21	14.07.2010
6	6.08.1967	22	19.10.2014
7	27.04.1990	23	15.10.2015
8	20.06.1990	24	5.09.2016
9	7.06.1995	25	21.09.2016
10	31.07.1995	26	10.04.2016
11	12.10.1996	27	20.06.2017
12	7.08.1998	28	16.08.2017
13	12.09.2002	29	22.08.2018
14	10.06.2004	30	13.06.20119
15	2.08.2005	31	18.06.2019

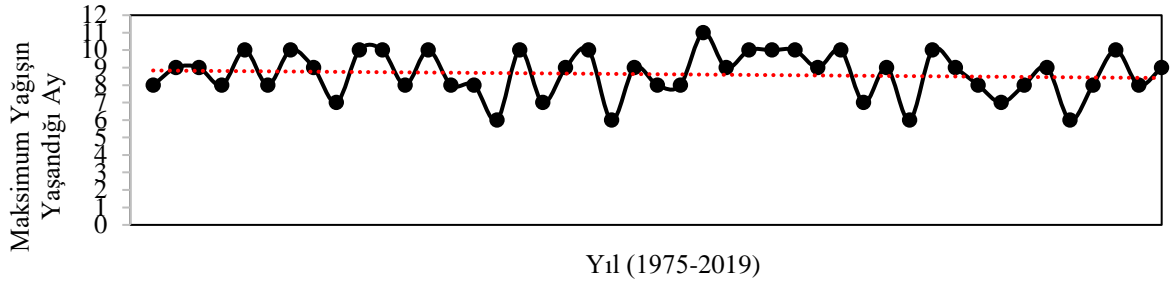


**Şekil 8.** Trabzon İlinde Yaşanan Taşkın Afetlerinin Yaşandığı Aylar ve Eğilim Grafiği

Solaklı havzasına düşen maksimum yağış değeri ortalaması genel olarak 90 mm eksninde seyretmektedir. Son dönemlerde maksimum yağış değerlerinde artış eğilimi olduğu görülmektedir (Şekil 9). Ayrıca Maksimum yağış değeri tekerrür sıklığı en fazla 9. Ayda oluşurken bu değer son dönemlerde 8. Aya doğru eğilim göstermektedir (Şekil 10). Bu sonuç da taşkın sıklıkla yaşandığı ay ve maksimum yağışın en çok tekerrür ettiği ayın aynı döneme geldiğini göstermektedir.



**Şekil 9.** Çalışma Havzasında Maksimum Yağış Değerlerinin Zaman Serisi



**Şekil 10.** Çalışma Havzasında Maksimum Yağış Değerinin Yaşandığı Ayın Zaman Serisi

## SONUÇLAR

Çalışma alanı olan Trabzon İlinin Of ilçe sınırları içinde kalan Solaklı havzası Türkiye'nin en fazla taşkın yaşayan ve bu taşkınlarda en fazla can kaybına uğrayan havzalarından biridir. Bu nedenle bu çalışmada bu havzasının taşkın risk haritasının farklı yöntemlerle oluşturulması ve taşkın iklim değişimi ile bağlantısı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada, Taşkın risk alanları belirlemek amacıyla literatürde sıklıkla kullanılan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Frekans Oran Metodu (FR) ve son dönemlerde taşkın konusunda çalışmaları artan yenilikçi yöntemlerden Karar Ağaç Algoritması metodu olan M5P Rule Tree yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemleri çalışmada kullanılmasının asıl amacı havzasının taşkın risk alanlarını belirlemek ve bu alanlar için taşkın koruma planlarına altlıklar oluşturmaktır. Sonuçlara göre, M5P Rule Tree yapay zekâ algoritması AHP ve FR metotlarına göre taşkın risk alanlarını belirlemede oldukça başarılı neticeler vermektedir. Bu başarı AUC doğrulama değerleri ve gerçekleşen taşkın haritaları ile metot haritaları arasında mukayese edilerek bulunmuştur.

Ayrıca çalışmanın bir başka kısmında taşkınların son dönemlerde daha sıklaştığı ancak afet anında can kayıplarında azalma olduğu görülmektedir. Havzaya düşen maksimum yağışın arttığı ve yaşanan bu maksimum değerlerine 9. aydaki tekerrürden 8. aya doğru bir eğilim olduğu görülmektedir. Son dönemlerde afetlerinde bu ayda sıklaşması havzada Yaz yağışlarında artış olduğu ve kısa süreli ani yağışların sel afetine dönüştüğü ihtimalini kuvvetlendirmektedir.

Gelecek yıllarda yapılacak havza planlamalarında ve afet koruma yapılarının lokasyon seçiminde yapay zeka modellerinin daha çok envanterle daha iyi sonuçlar vereceği fikri güçlenmektedir. Ayrıca taşkın risk haritaları yerleşim alanlarının belirlenmesinde önem arz etmektedir. İklim değişikliğinin son yaşattığı ve yaşatma ihtimali olduğu değişiklikler dikkate alınarak yapılacak afet senaryolarının sıklaşması afetlerin yaşanma sıklığı ve tahribat bilançosunun azaltılmasında önem arz etmektedir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmayı FDK-2022-3054 kod numarasıyla destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimine teşekkür eder.

## KAYNAKLAR

Ahmadlou, M., Al-Fugara, A. K., Al-Shabeeb, A. R., Arora, A., Al-Adamat, R., Pham, Q. B., & Sajedi, H. (2021). Flood susceptibility mapping and assessment using a novel deep learning model combining multilayer perceptron and autoencoder neural networks. *Journal of Flood Risk Management*, 14(1), e12683.

AKYILMAZ, O., & AYAN, T. (2010). Esnek hesaplama yöntemlerinin jeodezide uygulamaları. *İTÜDERGİSİ/d*, 5(1).

Anaraki, M. V., Farzin, S., Mousavi, S. F., & Karami, H. (2021). Uncertainty analysis of climate change impacts on flood frequency by using hybrid machine learning methods. *Water Resources Management*, 35(1), 199-223.

Box, G. E., & Jenkins, G. M. (1976). Time series analysis: Forecasting and control San Francisco. Calif: Holden-Day.

Canan, S. (2006). *Yapay sinir ağları ile GPS destekli navigasyon sistemi* (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Chen, KF ve Leandro, J. (2019). Kentsel alanlar için kavramsal bir zamanla değişen sel dayanıklılık endeksi: Münih şehri. *Su*, 11 (4), 830.

Chen, Y. R., Yeh, C. H., Yu, B. (2011). Integrated application of the analytic hierarchy process and the geographic information system for flood risk assessment and flood plain management in Taiwan. *Natural Hazards*, 59(3), 1261-1276.

Chung C.F and Fabbri A.G,(1999), Probabilistic prediction models for landslide hazard mapping, *Photogrammetric Eng. And Remote Sen.*, 65 (12), 1388-1399.

de Moel, H., Jongman, B., Kreibich, H., Merz, B., Penning-Rowsell, E., & Ward, P. J. (2015). Flood risk assessments at different spatial scales. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20(6), 865-890.

Dewan, A. M., Islam, M. M., Kumamoto, T., Nishigaki, M. (2007). Evaluating flood hazard for land-use planning in Greater Dhaka of Bangladesh using remote sensing and GIS techniques. *Water resources management*, 21(9), 1601-1612.

Dutta, D., Herath, S., Musiaka, K., 2000. Flood inundation simulation in a river basin using a physically based distributed hydrologic model. *Hydrological Processes* 14 (3), 497–519.

Elsheikh, R. F. A., Ouerghi, S., Elhag, A. R. (2015). Flood risk map based on GIS, and multi criteria techniques (case study Terengganu Malaysia). *Journal of Geographic Information System*, 7(04), 348.

Emiroğlu, İ. (2005). *Klasik mantığa giriş* (Vol. 5). Elis yayınları.

Engin O. (2001), Akış Tipi Çizelgeleme Problemlerinin Genetik Algoritma ile Çözüm Performansının Arttırılmasında Parametre Optimizasyonu, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.

Erdem, N. (2017). Türkiye için bir taşınmaz değerlendirme sistemi yaklaşımı. *Geomatik*, 2(1), 18-39.

Erener A., Şebnem H., Düzgün B., (2010), Improvement of statistical landslide susceptibility mapping by using spatial and global regression methods in the case of more and romsdal (norway). *Landslides*, Volume 7, 55-68.

Ergünay, O., (2002), Afete Hazırlık ve Afet Yönetimi, Türkiye Kıızılay Derneği Genel Müdürlüğü Afet Operasyon Merkezi (AFOM), Ankara.

Frank E., Wang Y., Inglis S., Holmes G. ve Witten I. H. (1998). Using Model Trees for Classification. *Mach. Learn.* 32(1): 63-76

Goldberg D.E. (1989), *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, Addison-Wesley, USA.

Gonzales E. L. ve Fernandez M.A.R. (2000), “Genetic Optimisation of A Fuzzy Distribution Model”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Volume 30, Number 7/8, s. 681-696.

Görcelioğlu, E., (2003), *Sel ve Çığ Kontrolü*, İÜ Yayınları, İstanbul.

Habiyakare, T., Nian-qing, Z., Xinping, S., 2016. Flooding Events Assessment Using Mike Flood Model, Dongting Lake, China. *International Journal of Engineering Innovation & Research*, Volume 5, Issue 1, ISSN:2277-5668.

Hasekioğulları, G. D. (2011). Heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesinde parametre etkilerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Hoseini, Y., Azari, A., Pilpayeh, A., 2016. Flood Modeling Using WMS Model for Determining Peak Flood Discharge in Southwest Iran Case Study: Simili Basin in Khuzestan Province. *Water Science*, doi: 10.1007/s13201-016- 0482-4

İbrahim, A. M. (2006). Gömülü Sistemlerle Bulanık Mantık. *Bileşim, Türkiye*.

Jang J. S. R. (1997), *Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach To Learning and Machine Intelligence*, Chapter 7: Derivative-Free Optimization, Prentice-Hall, USA, s. 173-196.

Johnson, R., (2000), GIS Technology for Disasters and Emergency Management, ESRI.

Karadal, H. (2003). Enerji Sistemlerinde Yapay Sinir Ağları ile Gerilim Kararlılığı Analizi. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, TC Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.*

Kobold, M., Susnik, M., 2000. Watershed Modeling and Surface Runoff Simulation. International Symposium Interpraevent 2000-Villach Österreich 329-338

Kuang, D., & Liao, K. H. (2020). Learning from Floods: Linking flood experience and flood resilience. *Journal of environmental management*, 271, 111025.

Kubat, C. (2013). *MATLAB: yapay zekâ ve mühendislik uygulamaları*. Pusula Yayıncılık.

Kundzewicz, Z. W., Su, B., Wang, Y., Xia, J., Huang, J., & Jiang, T. (2019). Flood risk and its reduction in China. *Advances in Water Resources*, 130, 37-45.

Lee S., Choi J., Min K., (2004), Landslide hazard mapping using gis and remote sensing data at Boun, Korea. *Int J Remote Sensing* 25, 2037-2052.

Malczewski, J., (1999a), GIS and Multicriteria Decision Analysis, John Wiley and Sons, New York.

Malczewski, J., (1999b), Spatial Multicriteria Decision Analysis, Part 1 in Decision Making and Analysis: A Geographic Information Sciences Approach, Edited by Jean-Claude Thill, New York.

Mijvil, M. 2017, Yapay Sinir Ağları Yapısı ve Fonksiyonu, Onuşluel, G. ve Harmancıoğlu, N. B., (2002), TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 420-421-422/2002/4-5-6.

Ossadnik, W., Schinke, S., Kaspar, R. H. (2016). Group aggregation techniques for analytic hierarchy process and analytic network process: a comparative analysis. *Group Decision and Negotiation*, 25(2), 421-457.

Özşahin, E. (2013). Arnavutluk'ta Taşkın Risk Analizi. *International Journal Of Eurasia Social Sciences*, 2013(12), 91-109.

Palay, S. L., & Palade, G. E. (1955). The fine structure of neurons. *The Journal of Cell Biology*, 1(1), 69-88.

Patel, D. P., Srivastava, P. K. (2013). Flood hazards mitigation analysis using remote sensing and GIS: correspondence with town planning scheme. *Water resources management*, 27(7), 2353-2368.

Pham, B. T., Avand, M., Janizadeh, S., Phong, T. V., Al-Ansari, N., Ho, L. S., ... & Prakash, I. (2020). GIS based hybrid computational approaches for flash flood susceptibility assessment. *Water*, 12(3), 683.

Ranger, N., Hallegatte, S., Bhattacharya, S., Bachu, M., Priya, S., Dhore, K., ... & Corfee-Morlot, J. (2011). An assessment of the potential impact of climate change on flood risk in Mumbai. *Climatic change*, 104(1), 139-167.



Rashidpour, K. (2013). Using improved AHP method in maintenance approach selection. Yüksek Lisans Tezi, Mälardalen Üniversitesi/ Yenilik, Tasarım ve Mühendislik Fakültesi

Rungo, M. and Olesen, K. W., Combined 1- and 2- Dimensional Flood Modelling, Erişim Tarihi:02.09.2013 <http://www.afshinsalari.ir/files/articles/mike.pdf>, (2003).

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.

Sahana, M., & Patel, P. P. (2019). A comparison of frequency ratio and fuzzy logic models for flood susceptibility assessment of the lower Kosi River Basin in India. *Environmental Earth Sciences*, 78(10), 1-27.

Schumann G, Di Baldassarre G (2010) The direct use of radar satellites for event-specific flood risk mapping. *Remote Sens Lett* 1(2):75–84

Selvanathan, S., & Dymond, R. L. (2010). FloodwayGIS: An ArcGIS visualization environment to remodel a floodway. *Transactions in GIS*, 14(5), 671-688.

Sewell, E. B., 2006. A Surface Hydrological Study Comparing WMS and ArcHydro. Department of Civil and Environmental Engineering Brigham Young University, Master of Science, 2006.

Siddayao, G. P., Valdez, S. E., Fernandez, P. L. (2014). Analytic hierarchy process (AHP) in spatial modeling for floodplain risk assessment. *International Journal of Machine Learning and Computing*, 4(5), 450.

Statistical and Economic Commission for Europe, (2000), “Relief, Planning and Reconstruction in The Wake of Hurricane Mitch”, Conference of European Statisticians, UN/ECE Work Session on Methodological Issues Involving The Integration of Statistics and Geography, 10-12 April 2000, Neuchatel, Switzerland.

Sugeno, M., & Yasukawa, T. (1993). A fuzzy-logic-based approach to qualitative modeling. *IEEE Transactions on fuzzy systems*, 1(1), 7-31.

Şen, Z. 2001. Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri. Bilge Kültür Sanat, İstanbul.

Tucci, C., (2002), “Flood control and urban drainage management in Brazil”, *Waterlines Journal*, 20(4):6-8.

Tuncer, İ. (2011). Açık Kanallarda Su Yüzü Profilinin Belirlenmesi, Nakkaş Dere Örneğinde Bir HEC-RAS Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 160.

Ulugür, M. E., (1972), Su Mühendisliği, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.

Vargas, R., 2016. Deterministic Hydrological Modeling For Flood Risk Assessment in Large Urban Environments: Application to Mexico City. University of Nice Sophia Antipolis Stic

Doctoral Scholl Information and Communication Sciences, Thesis Submitted for Degree of Doctor of Science, 2016.

Webster, T., Crowell, N., McGuigan, K. and Collins, K., 2012. Integrated River and Coastal Hydrodynamic Flood Risk Mapping, Applied Geomatics Research Group Centre of Geographic Sciences Nova Scotia Community College, Middleton .Atlantic Climate Adaptation Solutions Association.

Wilby, R. L., & Keenan, R. (2012). Adapting to flood risk under climate change. *Progress in physical geography*, 36(3), 348-378.

Willems, K. (2017). Keras tutorial: Deep learning in python.

Yeniay Ö. (2001), “An Overview of Genetic Algorithms”, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt: 2, Sayı: 1, s. 37-49.

Zadeh, L. A. (1997). Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzy logic. *Fuzzy sets and systems*, 90(2), 111-127.

Zhan, C., Gan, A. and Hadi, M. (2011). Prediction of Lane Clearance Time of Freeway Incidents Using the M5P Tree Algorithm. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 12(4): 1549-1557.

## AKIM AYIRICILI BASAMAKLI DOLUSAVAKLARIN AKIM KARAKTERİSTİKLERİ

İsa Cici<sup>a</sup>, Mahmut Aydoğdu<sup>b</sup>, Ö. Faruk DURSUN<sup>a\*</sup>

- a) İnönü Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü; \*Dursun, Ö.F: 0000-0003-3923-5205)  
b) Malatya Turgut Özal Üniversitesi Darende MYO

### ÖZET

Bu çalışmada, akım ayırıcıların, basamaklı dolusavak akım özelliklerine olan etkileri incelenmiştir. Basamaklar üzerinde akım ayırıcı olmadan, tüm basamaklar üzerinde akım ayırıcı olan ve bir basamakta olmayıp bir basamakta akım ayırıcı olacak şekilde üç farklı deney modeli kurulmuştur. Deneyler üç farklı kanal açısı (30°, 40° ve 50°) ve beş debi değeri (5, 10, 15, 20 ve 25 L/s) için gerçekleştirilmiştir. Her bir debi değeri için kanal girişinde ve çıkışında hız ve akım yükseklikleri ölçülmüştür. Bu değerler aracılığıyla enerji sönümlenme oranları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; bütün açı değerleri için düşük debi değerlerinde daha iyi enerji sönümlenme oranları elde edilmiştir. Açısal olarak ise, nap ayırıcılar 40° açılı şüt için daha yüksek performans göstermiş ve üzerinde akım ayırıcı olmayan basamaklı dolusavağa göre daha fazla enerji sönümlenme oranları elde edilmiştir. Bu çalışmada, bütün basamaklarında akım ayırıcı bulunan ve bir basamak dolu bir basamak boş akım ayırıcılığının kıyaslanmasında ise ciddi bir enerji sönümlenme farkı gözlenmemiştir. Bu nedenle maliyet açısından daha ekonomik olan bir dolu bir boş akım ayırıcılı basamaklı model önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Basamaklı dolusavak, akım ayırıcı, enerji sönümlenme.

### 1. GİRİŞ

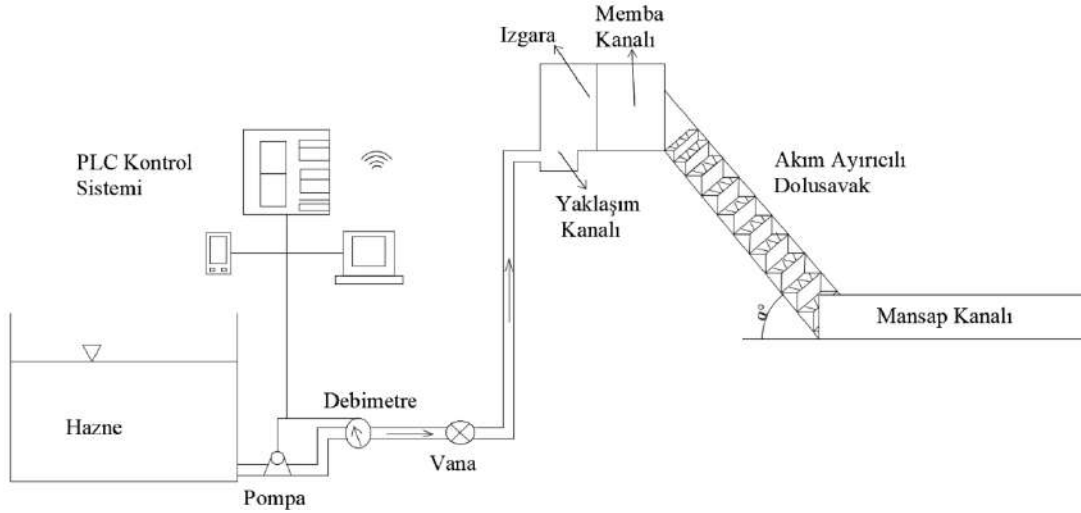
Barajların dolusavaklarından deşarj edilen akımın enerjisinin sönümlenmesi, genellikle enerji sönümleyici havuzlar veya sıçratma eşikleri aracılığıyla olur. Yarım asra yakın bir zamandır özellikle küçük barajların dolusavaklarından mansaba bırakılan akımın enerjisini sönümlemek için basamak tipli dolusavaklar yaygın olarak kullanılmaktadır. Basamaklı dolusavaklar, akımın enerjisinin büyük bir bölümünü dolusavak boşaltım kanalı boyunca sönümlediklerinden mansaptaki enerji kırıncını yapının boyutlarını ve maliyetini azaltırlar (Chanson ve Toombes, 2002). Yeni baraj yapım metodu ve malzemelerinin gelişimi basamaklı savaklara olan ilgiyi yükseltmiştir. Çalışma prensibini hidrolik açıdan değerlendirdiğimizde, basamaklı dolusavaklar, tabanındaki düşülerden oluşan bir açık kanaldır.

Akış, bu düşüler boyunca Nap Akımı ve Sıçramalı Akım olarak iki ana akım rejimine ayrılır. Nap akımı rejiminde akış, ufak serbest düşmelere bölünür. Su bir basamaktan diğerine düşerek ilerler. Her basamaktan diğerine düşen jet, birçok durumda hidrolik sıçrama tarafından takip edilir. Jet hava içerisinde dağılınca ve basamaklar üzerinde karışınca, kısmi bir hidrolik sıçrama ile enerji sönümlemesi meydana gelir. Küçük barajlar üzerinde, bu şekilde büyük enerji sönümlemesi meydana gelebilir. Nap akım rejimi için basamakların nispeten geniş olması gerekmektedir (Kaş ve Yıldız, 2000). Sıçramalı akım rejiminde ise su, basamakların yüzeyinden yapışık bir su akımı gibi akar ve basamaklar arasında kalan bölgede, çevrim yapan su tarafından yastıklanır. Basamakların dış kenarı akış için bir sınır oluşturur. Bunun yanında basamak üzerinde çevrinti gelişir ve basamak kenarlarından geçen akımdan dolayı oluşan kesme gerilmesini tutarlar. Baştaki basamaklarda akım düzdür. Bu kısımda herhangi bir havalanma oluşmaz. En öndeki birkaç basamaktan sonra akış basamak topuklarındaki çevrintilerle ve güçlü havalanma ile karakterize edilebilir. Akış içerisindeki enerjinin yayılımı, dolaşıma geçen hız tarafından geliştirilebilir. Bu, büyük barajlarda sıçramalı akımın, nap akımından daha fazla enerji yaydığını gösterir (Stephenson, 1991). Bundan dolayıdır ki basamaklı dolusavakların hidroliği hakkında birçok araştırmacı tarafından yapılan teorik ve deneysel çalışmalar mevcuttur. Yapılan bu çalışmalar ile basamaklı dolusavaklarda oluşan akım karakteristikleri, basamakların sonunda suyun mevcut enerjisinin ne kadarının sönümlendiği ve basamakların suyun oksijen transferine sağladığı katkısı belirlenmiştir. Bu konudaki ilk çalışma, Essery ve Horner (1978) tarafından yapılmıştır. Essery ve Horner yapmış oldukları çalışma ile basamaklı dolusavaklarda günümüzde nap akımı olarak adlandırılan akım şartlarının meydana geldiğini saptamışlardır. Chanson (1994) yapmış olduğu deneysel çalışma ile basamaklı dolu savaklarda büyük debilerde tamamen farklı akım hesapları ve sıçramalı akım diye adlandırdığımız farklı bir akım rejiminin meydana geldiğini belirlemiştir. Boes ve Hager (2003), basamaklı dolusavaklarda nap ve sıçramalı akım karakterlerini ve basamakların enerji sönümlenmesindeki etkisini araştırmışlar ve sıçramalı akım şartlarında daha fazla enerji sönümlenmesi olduğunu tespit etmişlerdir. Chanson (1996) yaptığı çalışma ile basamaklı dolusavaklarda sıçramalı ve geçiş akımı şartlarının oksijen transferine etkilerini incelemişlerdir. Dursun (2009) yaptığı tez çalışmasında, hem eşikli hem de eşiksiz basamaklı dolusavakların enerji sönümleme oranlarını belirlemiştir. Eşiksiz basamaklı dolusavaklar için, farklı şüt açıları ve h/l oranlarını kullanarak sayısal analizler yapmıştır. Eşikli basamaklı dolusavaklar için ise, farklı şüt açıları, h/l oranları ve eşik tiplerini kullanarak sayısal analizler yapmıştır.

Bu çalışmada, dikdörtgen kesitli bir açık kanal içerisinde, akım ayırıcılı basamaklı dolusavağın enerji sönümleme ve akım karakteristiğine etkisi durumları incelenmiştir. Kanal boyunca bütün basamakların üzerinde akım ayırıcı olan durum ve bir basamakta akım ayırıcı olup diğerinde olmayacak şekilde üç farklı durum için deneyler yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Akım ayırıcılı basamaklı dolusavak deneyleri İnönü Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Hidrolik Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bunun için Şekil 1’de şematik çizimi ve görüntüsü yer alan kanal düzeneği hazırlanmış olup, deneylerde kullanılan dikdörtgen kanal 2 m uzunluğunda ve 30 cm genişliğindedir. Kanal yan duvarları akım durumunu iyi gözlemlemek için temperli camdan yapılmış, ayrıca kanal içerisindeki basamaklı dolusavak yapısı 5 mm kalınlığında plexiglass malzemeden üretilmiştir. Kanal taşıyıcı aksamı ve yan destekler çelik malzemeden yapılmış olup, kanaldaki basamak yükseklikleri  $h=10$  cm olarak alınmıştır. Basamaklar üzerinde akım doğrultusuna göre  $20^\circ$  açıyla dörder adet olarak yerleştirilen akım ayırıcılar  $10 \times 5$  cm ölçülerinde ve plexiglass malzemeden imal edilmiştir.  $\alpha=30^\circ, 40^\circ, 50^\circ$  olmak üzere üç farklı açı değeri için deneyler gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 5 farklı debide (5-10-15-20-25 lt/sn) yapılmıştır. Her bir debi değeri için kanal membasında ve mansabında akım hızı ve su derinlik değerleri ölçülmüştür.



Şekil 1: Deney seti şematik çizimi ve uygulama görüntüsü

Mevcut sistemde akım sirkülasyonu için yaklaşık  $35 \text{ m}^3$  hacme sahip bir hazne kullanılmıştır. Deney düzeneğinde debinin kontrolü PLC (Programmable Logic Control) sistemi yardımıyla pompalarda frekans kontrolü ile sağlanmıştır ve sisteme bağlı olan elektromanyetik debimetreler ile de doğrulanmıştır. Debi değerleri PLC yazılımına bağlı olarak hassas bir şekilde kontrol ekranı ya da cep telefonu uygulaması kullanılarak ayarlanabilmektedir. Hazneden alınan su bir pompa vasıtasıyla yaklaşım kanalına oradan da sırasıyla memba kanalı, basamaklı dolusavak kanalı ve mansap kanalına akım iletimi sağlanarak deneyler gerçekleştirilmiştir. Kanal tabanına dik akım derinlikleri için nokta uçlu ve  $0.01 \text{ mm}$  hassasiyetli Mitutoyo marka dijital limnometre kullanılmıştır. Hız ölçümleri memba ve mansapta mikro muline ile yapılmıştır.

## 2.1. Enerji Sönümlenme

Basamaklı dolusavaklarda enerji sönümlenmenin hesaplanması için Bernoulli denklemi kullanılır. Mamba ve mansaptaki enerji seviyeleri sırasıyla  $E_0$  ve  $E_1$  olmak üzere, enerji sönümlenme şu şekilde ifade edilir:

$$\Delta E = E_0 - E_1$$

Buna göre enerji sönümlenme oranı,

$\frac{E_0 - E_1}{E_0} = \frac{\Delta E}{E_0}$  ile ifade edilebilir. Burada,  $E_0$ , dolusavak yüksekliğinin ( $H_w$ ), kret yüksekliğinin ( $y_0$ ) ve yaklaşma hızının ( $V_0$ ) bir fonksiyonudur, dolayısıyla şu şekilde formüle edilebilir:

$$E_0 = H_w + y_0 + \frac{V_0^2}{2g}$$

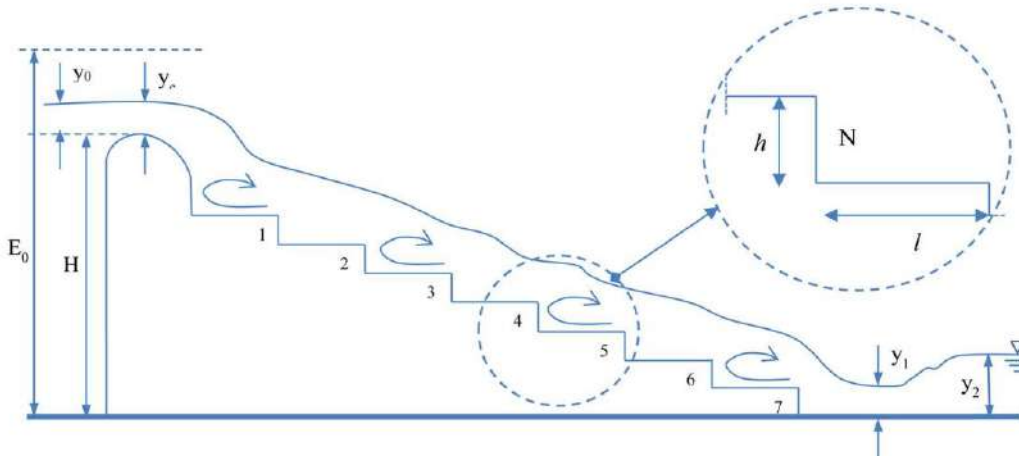
burada  $g$ , yerçekimi ivmesidir. Benzer şekilde, mansaptaki enerji şu şekilde elde edilir:

$$E_1 = y_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

burada  $y_1$  mansaptaki su yüksekliği olarak gösterilir ve  $V_1$  mansaptaki akış hızını temsil eder.  $V_1$  ve  $y_1$  arasında bir ilişki ifade edilirse,

$$V_1 = \frac{Q/b}{y_1} = \frac{q}{y_1}$$

burada,  $b$  dolusavak genişliği ve  $Q$ ,  $q$  sırasıyla toplam debiyi ve birim debiyi temsil eder. Tüm bu değişkenlere ek olarak basamaklı dolusavağın geometrik özellikleri de enerji sönümlenmeyi etkiler. Şekil 2'de görüldüğü gibi basamak yüksekliği ( $h$ ), basamak uzunluğu ( $l$ ) ve basamak sayısı ( $N$ ) yapının geometrisi ile ilgili parametrelerdir.

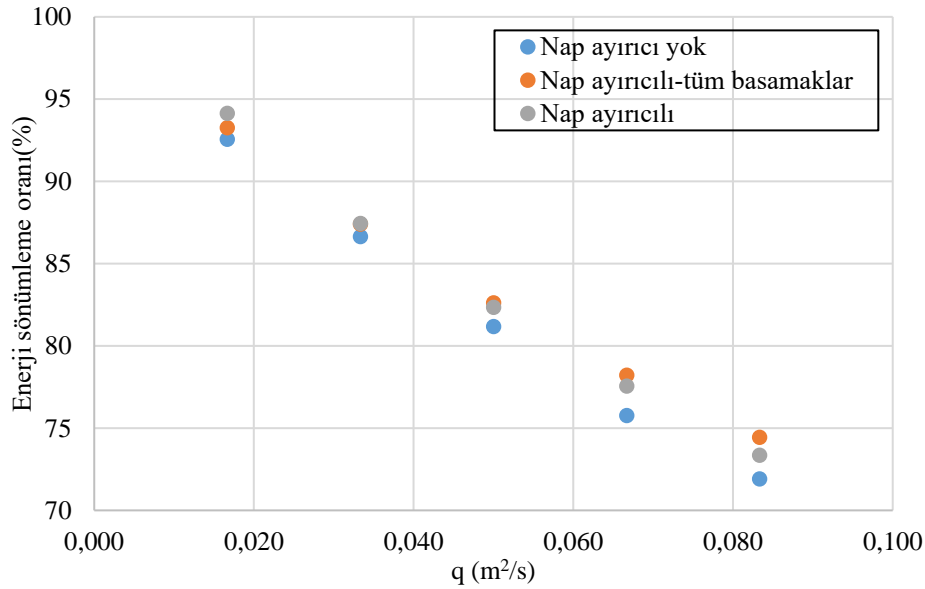


Şekil 2: Basamaklı dolusavağın şematik çizimi ve geometrik özellikleri

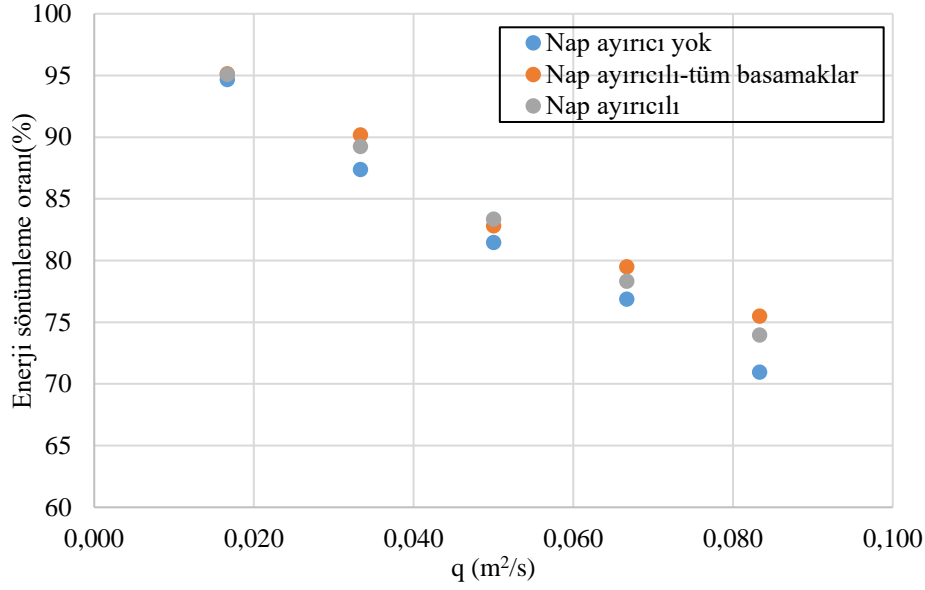
## SONUÇLAR



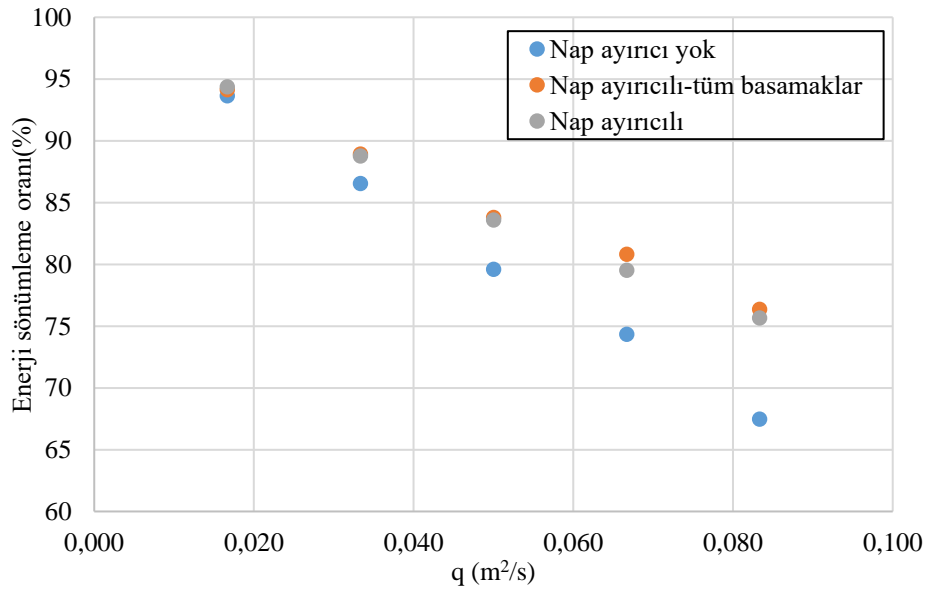
Bu deneysel çalışma ile aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 3'te  $30^\circ$  şüt açısında birim debi değerlerine karşılık enerji sönümleme oranları verilmiştir. Şekil 4 ve 5'te ise sırasıyla  $40^\circ$  ve  $50^\circ$  şüt açılarında sahip deney modellerine ait birim debi-enerji sönümleme oranları görülmektedir. Her üç şekilde ve her üç deney modeli için birim debi arttıkça enerji sönümleme oranları azalmıştır. Bu durum tüm basamaklı dolusavaklar için geçerli bir sonuçtur. Zira birim debinin artmasıyla basamakların akımın enerjisini sönümleme performansları azalmaktadır. Bu durum literatürde basamaklı dolusavaklar üzerinde oluşan akım türleri ile açıklanmaktadır. Nispeten düşük olan debilerde basamaklar üzerinde nap akımı oluşurken, debi arttıkça akım türü sıçramalı akıma dönüşmekte ve artık basamaklar şüt tabanındaki birer makro pürüzlülük gibi akıma tesir etmektedir. Şekil 3, 4 ve 5'e göre, şüt açısı artarken nap ayırıcısız ve nap ayırıcılı modeller arasındaki farkın arttığı görülmektedir. Bu sonuç yüksek şüt açıları için nap ayırıcılı modellerin enerji sönümlemeye katkısının arttığını göstermektedir. Tüm deneyler için, tüm basamaklarda nap ayırıcı bulunan modelin performansı en yüksek olmuştur. Nap ayırıcılar, akımın basamaklı dolusavak boyunca ve her bir basamak üzerindeki çevrintilerini artırarak enerji sönümlemeye katkı sağlamıştır. Tüm deneylerde, birer atlamalı basamaklarda nap ayırıcılı ve tüm basamaklarda nap ayırıcılı modellerin enerji sönümleme oranları birbirlerine çok yakın değerlerde olmuştur (%0-3 arasında). Bu sonuca göre, maliyet açısından bir dolu bir boş akım ayırıcılı basamaklı model literatüre ve uygulama mühendislerine öneri olarak sunulabilir.



Şekil 3:  $30^\circ$  şüt açısı için enerji sönümleme oranları



Şekil 4: 40° şüt açısı için enerji sönmleme oranları



Şekil 5: 50° şüt açısı için enerji sönmleme oranları

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmayı FDK-2022-3054 kod numarasıyla destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimine teşekkür eder.

## KAYNAKLAR

Chanson, H., & Toombes, L. (2002). Experimental investigations of air entrainment in transition and skimming flows down a stepped chute. Canadian Journal of Civil Engineering, 29(1), 145-156.

- Kaş, İ., & YILDIZ, D. (2000). Basamaklı Dolusavaklardaki Akım Koşulları ve Projelendirme Kriterleri. DSİ Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı, Yayın No. Hİ-937, Ankara.
- Stephenson, D. (1991). Energy dissipation down stepped spillways. *International water power & dam construction*, 43(9), 27-30.
- Esery, I. T. S., & Horner, M. W. (1978). The hydraulic design of stepped spillway. *CIRIA Report*, 33.
- Chanson, H. (1994). Hydraulics of skimming flows over stepped channels and spillways. *Journal of Hydraulic Research*, 32(3), 445-460.
- Boes, R. M., & Hager, W. H. (2003). Two-phase flow characteristics of stepped spillways. *Journal of Hydraulic Engineering*, 129(9), 661-670.
- Chanson, H. (1996). Prediction of the transition nappe/skimming flow on a stepped channel. *Journal of Hydraulic Research*, 34(3), 421-429.
- Dursun, Ö. F. (2009). Basamaklı dolusavaklar üzerinde oluşan akımlarının sayısal analizi/Numerical analysis of flow over stepped spillways.

## GEOTEKSTİL DONATILI DUVARLARIN NÜMERİK ANALİZİ

KEMAL KAPLAN <sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi ,MURAT TONAROĞLU <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, kemalkaplan7tp@gmail.com - 0000-0003-0321-4269

<sup>2</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, tonar@yildiz.edu.tr - 0000-0002-6145-5493

### ÖZET

Yıllar geçtikçe teknolojik gelişmeler birçok alanda bilim insanlarını; projelerde daha efektif ve ekonomik çözümler üretme konusunda bu gelişmelerin sağladığı imkanlardan yararlanmaya teşvik etmiştir. Bunun sonucunda inşai faaliyetlerde daha efektif çözümler sağlayan yeni malzemeler ve yapı türleri ortaya çıkmıştır. Geosentetik donatılı zemin duvarlar bunlardan biridir. Polimer ürünlerden imal edilen geotekstil, geogrid gibi geosentetikler kullanılarak yapılan donatılı zemin duvarlar, ağırlık ve betonarme konsol gibi geleneksel duvarlara göre daha efektif ve ekonomik çözümler sağladığı için kullanımları son yıllarda hızla artmaktadır. Bu çalışma kapsamında donatılı zemin duvarlarda, değişen duvar yüksekliği, geosentetik çeşidi ve dolgu zemini parametlerinin duvar stabilitesi üzerindeki etkileri ortaya konmak istenmiştir. Duvar stabilitesinin sağlanabilmesi için devrilme, kayma, taşıma gücü, toptan göçme, içsel kayma, donatı kopması ve donatı sıyrılması koşullarına karşı hesaplanan güvenlik sayıları yeterli olmalıdır. Ayrı ayrı statik ve sismik yükleme durumları için GEO5 programı ile yapılan stabilite analizleri klasik el hesaplarına göre de yapılmış, elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında büyük ölçüde aynı çıktığı gözlenmiştir. Güvenlik sayısı sonuçları tablo halinde verilmiş olup, ayrıca sonuçları daha iyi gözlemleyebilmek amacıyla duvar yüksekliğine karşı güvenlik sayılarının değişimini gösteren grafikler oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre; duvar yüksekliği, donatı uzunluğu, düşey donatı aralığı, uzunluk yükseklik oranı, dolgu parametreleri, donatı rijitliği değişkenlerinin güvenlik sayılarını etkilediği gözlenmiştir. Diğer değişkenlere bağlı olarak bazı analizlerde farklı yönlerde sonuçlar alınmış olsa da; duvar yüksekliğini artırmanın, yanal toprak basınçlarını artıracak için güvenlik sayılarını düşürdüğü; dolgu zemini kayma direnci parametrelerini artırmanın, yanal toprak basınçlarını azaltacak için güvenlik sayılarını artırdığı; donatı rijitliğini artırmanın donatıda kopmaya karşı güvenlik sayısını önemli ölçüde artırdığı, ayrıca donatı-zemin arayüz sürtünme katsayısının artmasıyla içsel kayma ve sıyrılmaya karşı güvenlik sayılarını artırdığı fakat devrilme, kayma ve taşıma gücünü etkilemediği; uzunluk yükseklik oranı aynı kaldığında duvar yüksekliği artsa da devrilme ve içsel kayma güvenlik sayılarının değişmediği; düşey aralığı artırmanın donatı başına yanal kuvveti artırdığı için kopma ve sıyrılma güvenlik sayılarını düşürdüğü ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Polimer, GEO5, geosentetik, geotekstil, donatılı zemin duvar, stabilite.

## ABSTRACT

Over the years, technological developments in many fields have encouraged scientists to take advantage of the opportunities provided by these developments in producing more effective and economical solutions in projects. As a result, new materials and construction methods have emerged those provide more effective solutions in construction works. Mechanically stabilized earth wall with geosynthetics is one of them. Mechanically stabilized earth walls constructed by using geosynthetics such as geotextile and geogrid manufactured by polymer products have been increasing rapidly in recent years, as they provide more effective and economical solutions than traditional walls such as gravity and reinforced concrete cantilever walls. In this study, it is aimed to reveal the effects of varying height of wall, geosynthetic type and backfill soil parameters on the stability of mechanically stabilized earth walls. In order to ensure the stability of the wall, each factor of safety calculated against overturning, sliding, bearing capacity, global stability, internal sliding, tensile strength and pull-out of the reinforcement should be sufficient. Stability analyzes made with the GEO5 MSE Wall software for both static and seismic loading cases were also performed according to classical hand calculations, and it was observed that the results were nearly same when compared. The results of factor of safety are given in the table, and in order to better observe the results, graphs revealing the variation of the factor of safety against the height of wall have been constructed. According to the results obtained; it was observed that the variables those are height of wall, length of reinforcement, vertical spacing of reinforcements, length-to-height ratio, backfill parameters, stiffness of reinforcement affect the factor safety for each stability conditions. Although unlike results were obtained in some analyzes depending on other variables; increasing the height of wall decreases the factor of safety as it increases the horizontal soil pressures; increasing the angle of internal friction of the backfill soil increases the factor of safety as it reduces the horizontal soil pressures; increasing the stiffness of the reinforcement significantly increases the factor of safety against rupture in the reinforcement, and also increases the factor of safety against internal sliding and pull-out of the reinforcement with the increase of the coefficient of the reinforcement-soil interface friction, but does not affect the overturning, sliding and bearing capacity; when length-to-height ratio remains the same, even though the height of wall increases, the factor of safety against overturning and internal sliding do not change; it also has been revealed that increase of the vertical spacing of reinforcements increases the horizontal force acting on each reinforcement and therefore reduces the factor of safety against tensile strength and pull-out of reinforcement.

**Keywords:** Polymer, GEO5, geosynthetics, geotextile, mechanically stabilized earth wall, stability.

## 1.GİRİŞ

Zemin güçlendirme çalışmaları çok eski zamanlarda ilk olarak, zemin davranışını iyileştirmek amacıyla çeşitli maddelerin zemine katılmasıyla başlamıştır. Bu şekilde zemini güçlendirme konsepti, günümüze kadar süregelmiştir. Yol güçlendirmede ilk olarak 1926 yılında Güney Karolina Otoyolu'nda uygulanmıştır. Tarih boyunca geosentetiklerin; ayırma, filtrasyon,

drenaj, güçlendirme gibi işlevler için kullanılması ile ilgili araştırma ve çalışmalar bugüne kadar devam etmiştir. (Koerner, 2005: 3,4). İstinat duvarlarının geosentetiklerle güçlendirilmesi ile ilgili ilk çalışmalar ise 1960'ların başında Fransız mimar ve mühendis Henri Vidal tarafından başlamıştır. Onun başlattığı araştırmalar, ilk olarak çelik şerit donatı kullanılan donatılı zemin duvar konseptini ortaya çıkarmıştır. ABD'de ilk donatılı zemin duvar metal çubuklar kullanılmak suretiyle, 1972'de Los Angeles'ın kuzeydoğusundaki Kaliforniya Eyalet Otoyolu 39'da inşa edilmiştir. (Berg, Christopher ve Samtani, 2009: 1-6). Geotekstil donatılı ilk duvar ise, Fransa'da 1971'de ve ABD'de 1974'de inşa edilmiştir (Berg vd., 2009: 1-9).

Geosentetik donatılı duvarlar ile ilgili çok fazla araştırma, analizler ve deneyler yapılmış ve raporlar hazırlanmıştır. Genel prensip olarak; duvarın arkasındaki yanal toprak basıncı, geosentetik donatılarda donatının çekme mukavemeti ile taşınan çekme gerilmeleri oluşturmakta ve donatı yüzeylerinde zemin-donatı arayüz sürtünmesi ile taşınan kayma gerilmeleri oluşturmaktadır. Bu sayede zeminde ve donatılarda yatayda deplasman oluşumu engellenerek duvarın stabilitesi sağlanmaktadır. Ayrıca üstten gelen yüklerin oluşturduğu düşey basınçları eşit bir şekilde temele dağıtarak düşey deplasman kontrolü de sağlamaktadır.

### 1.1. Literatür Özeti

Güler ve Demirkan (2002), Plaxis programı ile farklı geosentetik çeşitleri kullanılarak statik ve dinamik yükleme durumlarını içeren bir donatılı zemin duvar tasarımı çalışması yapmıştır. Çalışma sonunda; duvarda oluşan yatay deplasmanların, geosentetiklerin çekme mukavemeti ile ters orantılı olarak değiştiğini ortaya koymuşlardır.

Emir (2005), Plaxis programı ile farklı geosentetik çeşitleri kullanarak kumlu dolgu zemini üzerinde donatılı zemin duvar tasarımı çalışması yapmıştır. Geosentetiklerin deplasman rijitliği ve çekme mukavemeti gibi mühendislik özelliklerinin artırılması duvarın dış stabilitesi üzerinde herhangi bir değişim oluşturmazken deplasmanları azaltmıştır.

Yardımcı (2013), Plaxis programı ile geogrid donatı kullanılarak iki basamaklı zemin duvar üzerine parametrik bir çalışma yapmıştır. Çalışmada kohezyonlu ve granüler olmak üzere iki farklı dolgu zemini kullanılarak zemin özelliklerinin duvar stabilitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Basamaklar arası mesafe arttırıldığında, her iki dolgu kullanıldığında da güvenlik sayılarının arttığı ve yatay deplasmanların azaldığı; granüler dolgu kullanıldığında, kohezyonlu dolguya göre güvenlik sayılarının arttığı ve yatay deplasmanların azaldığı ortaya konmuştur. Ayrıca basamaklar arası mesafe arttırıldığında gerekli minimum donatı uzunlukları azalmaktadır.

Suliman, Mohamed, Kou-Hsin ve Wen-Yi Hung (2014), Plaxis ve Slide programları ile iki basamaklı geotekstil donatılı zemin duvar çalışması yapmışlardır. Programlar vasıtasıyla yatay deplasman verileri alınmıştır. Ayrıca tasarlanan duvarın prototipi oluşturulmuş ve bu prototipte zamanla oluşan deplasmanlar kameralar vasıtasıyla izlenmiştir. Sonuçlar kıyaslandığında Plaxis'ten alınan verilerin uyduğu ortaya çıkmıştır.

Bajlan (2016), Plaxis programı ile kum üzerine geogrid donatılı ve granüler dolgulu zemin duvar çalışması yapmıştır. Duvar ön yüzey kaplama elemanı kalınlığı ve cinsindeki değişim ve



duvarın ön taraftaki gömme derinliğindeki değişim duvarın dış stabilitesine önemli ölçüde tesir etmemiştir. Donatı uzunlukları artırıldıkça güvenlik sayısı artarak duvar dış stabilitesi iyileşmiş, yatay deplasmanlarda azalmalar gözlenmiştir. Donatıların aralıklarındaki değişim ve donatıların deplasman rijitliklerinin ve çekme mukavemetlerinin değişimi, duvar dış stabilitesini etkilememiştir. Deplasman rijitliklerinin artırılması ise deplasman miktarlarını azaltmıştır.

## 1.2. Yapılan Çalışmanın Amacı

İstinat duvarı tasarımlarında stabilite koşullarını sağlamak temel esastır. Bu bağlamda öyle bir duvar tasarımı yapılmalıdır ki duvar; kayma, devrilme, taşıma gücü geçmesi ve toptan göçme olmadan üzerine gelen yükleri güvenli bir şekilde taşımalıdır. Ayrıca yapılacak olan duvar donatılı zemin duvar ise, ilave olarak içsel kaymaya, donatı kopmasına ve sıyrılmaya karşı güvenli olmalıdır. Duvarın bu koşullarda ne ölçüde güvenli olduğu güvenlik sayısı sonuçlarına bakılarak anlaşılmaktadır. Birçok araştırmacı, bilim insanı, kurum veya yönetmeliğe göre güvenlik sayıları için önerilen sınır koşullar bulunsa da genel itibari ile bu öneriler birbirlerine paralel olmaktadır. Duvar yüksekliği, dolgu zemini ve taban zemini kayma direnci parametreleri, duvar genişliği, duvar gömme derinliği, sürşarj yükleri gibi duvar stabilitesine etki eden birçok parametre bulunmaktadır. Genişliğinden bağımsız olarak duvar yüksekliğinin artması sonucu duvar arkasındaki dolgu zemininden gelen toprak basınçları artacağı için duvar stabilitesine olumsuz etki etmektedir. Diğer koşullar sabit tutularak dolgu zemininin kayma direnci parametreleri artırıldığında yanal toprak basınç katsayısı azalacağı için ve bu durumda duvarın arkasına gelen toprak basınçları azalacağı için stabiliteye olumlu etki etmektedir. Bu çalışma kapsamında, bu parametrelerin hem statik hem de dinamik yükleme durumlarına göre stabiliteye etkileri, donatılı zemin duvarlarda kullanılan geosentetik malzemelerin rijitliklerindeki değişimlerin özellikle duvar iç stabilitesinde nasıl etkiler oluşturacağı, etraflıca analiz edilip spesifik olarak hangi parametredeki değişimin hangi stabilite durumuna ne şekilde etki edeceği detaylı bir raporlandırma ile ortaya konmak istenmektedir.

## 2. DONATILI ZEMİN DUVARLAR

Donatılı zemin duvarlar, dolgu zemini içerisine metal donatı ya da geosentetik malzeme katmanları yerleştirilerek donatılandırılma ile elde edilen, toprağı belli bir konumda ve seviyede tutmak, yanal hareketini önlemek amacıyla yapılan dayanma yapılarıdır. Teknik olarak, sıkıştırılmış dolgu ile donatı görevi gören metal ya da geosentetiklerin sürtünme yoluyla birlikte çalışmaları prensibine dayanırlar. Zeminle aderans sağlanarak sürtünme oluşur ve zemindeki yanal yüklerden dolayı oluşan çekme gerilmeleri bu sürtünme vasıtası ile donatılarla karşılanır. Donatı elemanları en alttan yukarı doğru düşey aralıklarla ve belli boylarla araları dolgu zemini ile sıkıştırılarak inşa edilirler. Ön cephe, mimari açıdan daha estetik bir görüntü elde etmek amacıyla prekast beton ya da taş cephe elemanları kullanılarak kapatılır. Geleneksel duvarlarla karşılaştırıldıklarında; maliyet, imalat hızı, estetik görüntü ve deprem güvenliği bakımından daha avantajlıdırlar. Ayrıca buldukları alanın geometrisine daha rahat uyum sağlarlar. Esnek olmalarının deprem performansını artırmasının yanısıra temel oturmalarına karşı da daha iyidirler. (Berg vd., 2009: 2-6; Kahyaoğlu ve Şahin, 2017: 601; Ersoy, 1985: 176)

Geleneksel istinat duvarlarına göre özellikle deprem açısından daha etkin çözümler sağlaması bakımından, her geçen gün daha da tercih edilmektedirler. Deprem dalgalarının enerjisini emebilmeleri ve daha iyi sönümleyebilmeleri sayesinde daha yüksek düzeyde performans gösterdikleri için Japonya gibi deprem açısından son derece riskli coğrafyalarda, istinat yapıları için daha sık tercih edilmektedirler. Son derece esnek bir yapıda oldukları için, yapım esnasında ve işletme ömrü boyunca oluşacak yatay ve düşey deplasmanlara izin vererek, depreme karşı daha dayanıklı olurlar. (Berg vd., 2009: 2-6; Ersoy, 1985: 176)

1995 yılında, Japonya'nın en büyük şehirlerinden biri olan Kobe kentinde gerçekleşmiş olan, Richter ölçeğine göre 7.2 büyüklüğündeki elim depremin sonucunda Görsel 2.1'de sağ tarafta da görüldüğü üzere birçok ev ağır hasar almış; fakat sol taraftaki donatılı zemin duvarın en küçük bir hasar bile almadığı anlaşılmaktadır.



**Görsel 2.1. 1995, Kobe, Japonya depreminden 1 hafta sonra (Özçelik, 2018: 124)**

## **2.1. Geosentetikler**

Donatılı zemin duvarı teknolojisinde daha çok kullanılan malzemeler geosentetiklerdir. Geosentetiklerin içinde daha sıklıkla kullanılan elemanlar ise geotekstil ve geogridlerdir. Diğer geosentetikler ise geokompozitler, geonetler, geomembranlar ve geosentetik kil örtüleridir. 1970'lerden sonra özellikle Japonya ve ABD gibi ülkelerde kullanılmaya başlayan geosentetikler, giderek yaygınlaşarak günümüzde istinat duvarları için önemli bir yere sahiptirler. Güçlendirilmiş dolgu zemini içerisindeki geosentetik donatılar, oluşabilecek eğik kayma yüzeylerine karşı blokaj yaparak oldukça yüksek ve dik duvar şevlerine olanak sağlamaktadır. Bu durumun getirdiği avantaj sayesinde, bugün ciddi yüksekliklerde, 90 dereceye kadar ulaşan şev açılarında duvarlar elde edilebilmektedir. (Berg vd., 2009: 1-5,1-6).

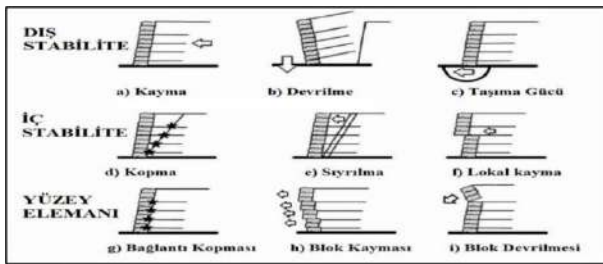
### **2.1.1. Geotekstilller**

Polyester ve polipropilen gibi polimerlerden elyaf iğneleme yöntemi ile dokuma işlemi ile üretilen geotekstilller dokusuz polimer yüzey ürünleridir. Yüksek çekme mukavemeti ve sürtünme direncine sahiptirler. Deformasyon modülü oldukça yüksek olduğu için yüksek yükler altında düşük deplasmanlara izin verirler. Korozyona karşı da oldukça dirençli oldukları için yer altında çürüme, paslanma, bozunma gibi riskler taşımazlar. Böylece oldukça uzun ömürlü istinat duvarları sağlarlar. (Sağiroğlu, 2015: 6,7,8). Geotekstilller; polipropilen, polyester, poliamid, polietilen gibi polimer hammaddelerin belli oranlarda katılarak imal edildiği ürünlerdir.

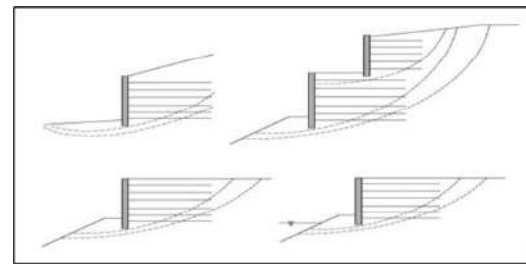
### **2.1.2. Geogridler**

Geogridler; ekstrüzyon, yapıştırma veya birbirine geçirme yöntemiyle tutturulmuş ve birbirlerine entegre edilerek büyük açıklıklar bırakılmak suretiyle düzenli bir şekilde birleştirilmiş plastik çekme elemanlarından oluşan açık ağ biçimindeki düzlemsel geosentetik bir ürün çeşididirler. Hafif, güçlü, korozyona ve kimyasallara karşı dayanıklıdır. Betonarme yapılarda çelik donatı yerine de kullanılabilirler. Esneklik ve bu özellikle orantılı olan süneklik özelliğinin yüksek olması sayesinde yüksek çekme gerilimlerinde dahi ani kırılım göstermeyerek uzun ömürlü yapılar elde edilmesini sağlarlar. Korozyona karşı dirençli olması, yüksek mukavemetli olması, süneklik düzeyinin yüksek olması, hammaddelerinin maliyetinin görece düşük olması gibi özellikleri sayesinde beton, çelik ve metal gibi malzemelere göre daha avantajlıdır.(Insapedia, 2019)

### 3. DONATILI ZEMİN DUVARLARIN STABİLİTESİ



Görsel 3.1. Stabilite Durumları (Özçelik, 2018: 31)



Görsel 3.2. Toptan Göçme (Berg vd., 2009: 4-64)

Geosentetik donatılı zemin duvarların tasarımında; donatılar arası düşey aralıklar, donatı adedi ve toplam boyları; devrilme, kayma, taşıma gücü, toptan göçme, kopma, sıyırılma ve içsel kayma durumlarını içeren tüm stabilite koşullarını sağlayacak şekilde ve şartnamelerce belirlenmiş sınır koşullar uyarınca seçilmelidir. Tüm stabilite koşulları için önerilen ve analizde kullanılacak olan minimum güvenlik sayıları, ayrı ayrı statik ve sismik yükleme durumları için Çizelge 3.1’de listelenmiştir.

Çizelge 3.1. Güvenlik sayıları (National Concrete Masonry Association, 2000: 2)

Stabilite Modu	Kırılma Modu	Yükleme Modu	
		Statik	Dinamik (Sismik)
Dış Stabilite	Kayma	1.5	1.1
	Devrilme	2	1.5
	Taşıma Gücü	2	1.5
	Toptan Göçme	1.3	1.1
İç Stabilite	İçsel Kayma	1.5	1.1
	Kopma	1.5	1.1
	Sıyırılma	1.5	1.1

### 4. DONATILI ZEMİN DUVARLARIN GEO5-MSE WALL PROGRAMI İLE TASARIMI

1. Ayarlar sekmesinden analizde kullanılacak olan güvenlik sayıları atanır. (Çizelge 3.1)
2. Duvarın yüksekliği tanımlanır. Analizlerde, duvar yüksekliğinin duvarın stabilitesine etkisinin ortaya konabilmesi için 6, 8 ve 10 m’lik yüksekliklerle çalışılmıştır.

3. Duvarın arkasında kullanılacak olan geosentetik donatı için malzeme seçimi yapılır. 3 farklı özelliklerde geosentetik ile çalışılarak malzeme çeşidinin duvarın stabilitesine olan etkisi ortaya konmuştur. Geosentetiklerin mühendislik özellikleri GEO5 MSE WALL programından alınmış olup Çizelge 4.1’de listelenmiştir.

**Çizelge 4.1. Geosentetiklerin mekanik özellikleri**

Geosentetik Çesitleri	T <sub>20</sub> (kN/m)	Servis ömrü (yıl)	C <sub>a</sub> Direkt Kavma Katsayısı	C <sub>i</sub> Donatı- Zemin Arayüz Sürtünme Katsayısı	RF <sub>cz</sub> Sünme Azaltma Katsayısı	RF <sub>D</sub> Bozunma Azaltma Katsayısı	RF <sub>id</sub> Yerleştime Hasarı Azaltma Katsayısı	FS Güvenlik Sayısı	R <sub>u</sub> (kN/m) Tasarım Çekme Dayanımı
Geotex F PVA	100	75	0.60	0.60	1.59	1.20	1.30	1.5	26.88
Notex C PVA	100	75	0.70	0.70	1.59	1.20	1.06	1.5	32.96
Paragrid	100	75	0.80	0.90	1.37	1.08	1.03	1.0	66.26

4. Geosentetiklerden kullanılacak olanı zemin profiline eklenir. Geosentetik toplam boyu, düşey aralığı ve adedi seçilerek duvar modeli oluşturulur.

5. Arazideki zemin katmanlarını ve yüksekliklerini gösteren zemin profili oluşturulur.

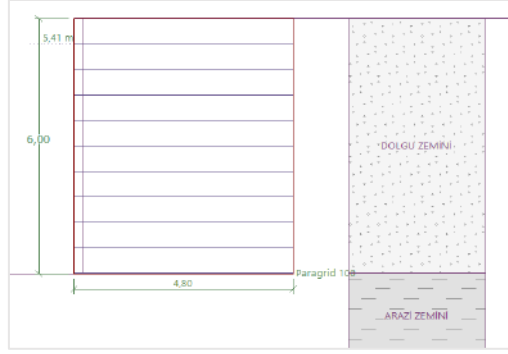
6. Kullanılacak olan dolgu zemini ve arazi zemini için zemin cinsi ve özellikleri oluşturulur. Analizler için Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa kampüsü içinde bir konum seçilmiştir. Bu bölgedeki arazideki zemin yapısı, İstanbul jeoloji haritasından elde edilen verilere göre üst seviyelerde Çekmece formasyonunun Bakırköy üyesi olup simgesi Tçb’dir (İ.B.B. Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, 2011). Bu zemin yapısında zemin çeşitleri daha çok kil ve silt olup toplamları ortalama %63 oranındadır. Arazide daha önce yapılmış olan sondaj çalışmalarından alınan sonuçlara göre zemin özellikleri atanmıştır. Doğal birim hacim ağırlığı 18 kN/m<sup>3</sup>, içsel sürtünme açısı 8 derece, kohezyonu 100 kN/m<sup>2</sup> alınmıştır (İ.B.B. Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, 2007: 169,188).

Dolgu zemini için analizlerde, zemin özelliklerinin duvarın stabilitesine etkisinin ortaya konabilmesi için 3 farklı dolgu zemini kullanılmıştır (Çizelge 3). Zeminlerin birim hacim ağırlık ve içsel sürtünme açısı değerleri, zemin cinsi ve sıklık durumlarına göre değerlendirilmiştir. Granüler zeminlerde kohezyon oluşmamaktadır. Arayüz içsel sürtünme açıları  $2/3\Phi$ ’den hesaplanmıştır.

**Çizelge 4.2. Dolgu zemini çeşitleri**

Zemin Türü	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\Phi^{\circ}$	$c^{\circ}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\delta^{\circ}$	$\gamma_{dolgu}$ (kN/m <sup>3</sup> )
Gevşek Kum	16	30	0	20	17
Orta Sıkı Kum	17	35	0	23.3	18
Sıkı Kum	18	40	0	26.7	19

7. Bir önceki aşamada tanımlanmış dolgu çeşitlerinden analizde kullanılacak olanı ve arazi zemin türü zemin profiline atanır.



**Görsel 4.1. GEO5 programında boyut ve donatılandırılması yapılmış donatılı zemin duvar modeli**

**8.** Duvarın arkasındaki arazi koşullarına göre zemin yüzü profili seçilerek varsa eğimi tanımlanır. Analizde, zemin yüzü yatay olarak alınmıştır. Yer altı suyu bulunuyorsa derinliği tanımlanır. Arazide, yer altı suyu derinlerdedir.

**9.** Dinamik (Sismik) analiz için deprem yükü katsayıları belirlenerek düşey ve yatay deprem yükleri atanır. 6. adımda ifade edilen arazinin jeolojik yapısına göre deprem yönetmeliğinde zemin sınıfı ZE alınmıştır (TBDY,2018: Md. 2.2.2). Bölgenin deprem yer hareketi düzeyi, deprem anında oluşan spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu DD-2 sınıfına girmektedir (Sak, 2020). (AFAD, 2018) interaktif web uygulamasında, deprem yer hareketi düzeyi ve yerel zemin sınıfı ile birlikte konum bilgisi girilerek deprem raporu oluşturulur. Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı  $S_{DS}=1.09$  olarak elde edilmiştir. Deprem yükü azaltma katsayısı ( $r$ ), TBDY 2018 ve diğer şartnamelerde geosentetik donatılı duvarlar için tanımlanmamış olmakla birlikte yer altı suyunun arazide derinlerde olması ve donatılı zemin duvarların deprem davranışlarının son derece iyi olduğu gözönüne alınarak 2 olarak kabul edilmiştir.  $k_h = \frac{0.4 * S_{DS}}{r}$  denkleminde,  $S_{DS}=1.09$  ve  $r=2$  alınarak yatay deprem yükü katsayısı  $k_h=0.218$  elde edilir.  $k_h=0.218$  değerinin yarısı alınarak düşey deprem yükü katsayısı  $k_v=0.109$  elde edilir. Elde edilen yatay ve düşey deprem katsayıları sismik analiz yapılacağıında, programda girilerek deprem yükleri atanmış olur.

**10.** Kayma ve devrilmeye karşı duvarın dış stabilitesi kontrol edilir. GEO5 programı; devrilmeye karşı koyan moment toplamının, duvarı topuk noktası etrafında devirmeye çalışan moment toplamına oranı ile devrilme güvenlik sayısını; duvarı öne doğru kaydırmaya çalışan aktif yanal kuvvetin, kaymaya karşı koyan taban sürtünmesine oranı ile kayma güvenlik sayısını hesaplar.

**11.** Taşıma gücü kontrol edilir. Program; duvarın taban basıncını eşdeğer dikdörtgen blok yaklaşımı ile hesaplar. Taşıma gücü ise Terzaghi taşıma gücü eşitliğine göre hesaplanarak uygulamada veri olarak girilir. Duvarın altındaki kil zemini için;  $\Phi=8^\circ$ ,  $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$  ve  $c=100 \text{ kN/m}^2$ 'dir. İçsel sürtünme açısı  $8^\circ$  için  $N_c=8.6$ ,  $N_q=2.2$ ,  $N_\gamma=0.7$  alınır (Coduto, 2001: 179). Ön tarafta duvar tabanı aynı zamanda zemin yüzüdür, bu durumda taban düzeyinde efektif gerilme ( $\sigma_{zD}$ ) oluşmaz. Arazide yer altı su seviyesi derinlerde olduğu için taban düzeyindeki efektif birim hacim ağırlık, doğal birim hacim ağırlığa eşit olur ( $\gamma=\gamma'=18 \text{ kN/m}^3$ ). Bu verilere göre taşıma gücü,

$$q_{ult} = c * N_c + \sigma'_{zD} * N_q + 0.5 * \gamma' * L' * N_\gamma = 100 * 8.6 + 0.5 * 18 * L' * 0.7 = (860 + 6.3L')$$

şeklinde ifade edilir. Programın hesapladığı efektif uzunluk  $L'$  denklemde yerine konularak taşıma gücü hesaplanır ve programda veri olarak atanır. Program, taşıma gücünün taban basıncına oranı ile güvenlik sayısını hesaplar.

**12.** Herhangi bir geosentetik boyunca içsel kayma oluşup oluşmayacağı kontrol edilir. Program; kaymaya karşı koyan geosentetik-dolgu arayüz sürtünmesinin, yanal aktif kuvvete oranı ile güvenlik sayısını hesaplar.

**13.** Donatıların kopma ve sıyrılmaya kontrolleri yapılır. Program; her bir geosentetik için, tasarım çekme mukavemetinin ( $R_t$ ), o donatı katmanına etkiyen çekme kuvvetine oranı ile kopma güvenlik sayısını; donatının her iki yüzündeki sıyrılmaya karşı koyan sürtünmenin ( $T_p$ ), o donatı katmanına etkiyen çekme kuvvetine oranı ile sıyrılmaya güvenlik sayısını hesaplar. Otomatik tahkik seçeneği seçilerek en riskli donatının kontrolü sağlanır.  $K_r/K_a$  oranı, geosentetik donatılı duvarlar için 1 alınır (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2002: 149).

**14.** Bishop yöntemi ile toptan göçme kontrol edilir. Program, optimizasyon komutu ile olası tüm kayma düzlemlerini hesaplayarak en kritik olanı kontrol eder.

**Çizelge 5.1. H=6 m için statik analiz sonuçları**

Dolgu zemini	Donatı sayısı	S <sub>v</sub> (m)	L (m)	L/h	Dış Stabilite Güvenlik Sayıları				İç Stabilite		
					Devrilme	Kayma	Tasama Gücü	Toptan Göçme	İçsel Kayma	Kopma	Sıyrılmaya
<b>Geotex F PVA 100 Geotekstil</b>											
Gevecek Kum	10	0,6	5	0,83	8,37	4,46	8,12	1,40	2,2	1,87	5,88
Orta Sıkı Kum	8	0,75	4,5	0,75	8,49	4,77	7,64	1,38	2,99	1,8	7,82
Sıkı Kum	8	0,75	4,2	0,7	9,28	5,38	7,29	1,48	4,21	2,14	11,38
<b>Norex C PVA 110-30 Geotekstil</b>											
Gevecek Kum	8	0,75	4,5	0,75	6,86	3,94	7,85	1,32	2,32	1,88	5,03
Orta Sıkı Kum	8	0,75	4,2	0,7	7,45	4,40	7,48	1,44	3,27	2,21	7,57
Sıkı Kum	8	0,75	4,2	0,7	9,28	5,38	7,29	1,59	4,91	2,62	13,28
<b>Paraerid 100 Geogrid</b>											
Gevecek Kum	8	0,75	4,5	0,75	6,86	3,94	7,85	1,63	2,65	3,78	6,46
Orta Sıkı Kum	8	0,75	4,2	0,7	7,45	4,4	7,48	1,81	3,74	4,43	9,74
Sıkı Kum	8	0,75	4,2	0,7	9,28	5,38	7,29	1,99	5,61	5,26	17,07

**Çizelge 5.3. H=10 m için statik analiz sonuçları**

Dolgu zemini	Donatı sayısı	S <sub>v</sub> (m)	L (m)	L/h	Dış Stabilite Güvenlik Sayıları				İç Stabilite		
					Devrilme	Kayma	Tasama Gücü	Toptan Göçme	İçsel Kayma	Kopma	Sıyrılmaya
<b>Geotex F PVA 100 Geotekstil</b>											
Gevecek Kum	25	0,4	8	0,8	7,74	2,78	4,92	1,41	2,11	1,57	19,53
Orta Sıkı Kum	25	0,4	8	0,8	9,59	3,36	4,77	1,55	3,18	1,83	24,95
Sıkı Kum	20	0,5	8	0,8	11,95	4,10	4,61	1,54	4,77	1,78	32,57
<b>Norex C PVA 110-30 Geotekstil</b>											
Gevecek Kum	20	0,5	8	0,8	7,74	2,78	4,92	1,39	2,46	1,57	12,87
Orta Sıkı Kum	20	0,5	8	0,8	9,59	3,36	4,77	1,54	3,71	1,84	23,58
Sıkı Kum	20	0,5	8	0,8	11,95	4,10	4,61	1,69	5,56	2,18	38,00
<b>Paraerid 100 Geogrid</b>											
Gevecek Kum	13	0,8	8	0,8	7,74	2,78	4,92	1,48	2,82	2,03	11,41
Orta Sıkı Kum	13	0,8	8	0,8	9,59	3,36	4,77	1,64	4,24	2,37	21,05
Sıkı Kum	13	0,8	8	0,8	11,95	4,10	4,61	1,81	6,36	2,82	29,67

**Çizelge 5.2. H=8 m için statik analiz sonuçları**

Dolgu zemini	Donatı sayısı	S <sub>v</sub> (m)	L (m)	L/h	Dış Stabilite Güvenlik Sayıları				İç Stabilite		
					Devrilme	Kayma	Tasama Gücü	Toptan Göçme	İçsel Kayma	Kopma	Sıyrılmaya
<b>Geotex F PVA 100 Geotekstil</b>											
Gevecek Kum	20	0,4	6,4	0,8	7,74	3,33	6,08	1,52	2,11	2,00	11,07
Orta Sıkı Kum	16	0,5	6,4	0,8	9,59	4,03	5,90	1,54	3,18	1,90	16,51
Sıkı Kum	16	0,5	6,4	0,8	11,95	4,90	5,70	1,61	4,77	2,25	26,14
<b>Norex C PVA 110-30 Geotekstil</b>											
Gevecek Kum	16	0,5	6,4	0,8	7,74	3,33	6,08	1,50	2,46	1,98	10,59
Orta Sıkı Kum	16	0,5	6,4	0,8	9,59	4,03	5,90	1,66	3,71	2,32	19,27
Sıkı Kum	16	0,5	6,4	0,8	11,95	4,90	5,70	1,81	5,56	2,76	30,50
<b>Paraerid 100 Geogrid</b>											
Gevecek Kum	10	0,8	6,4	0,8	7,74	3,33	6,08	1,56	2,82	2,57	9,26
Orta Sıkı Kum	10	0,8	6,4	0,8	9,59	4,03	5,9	1,74	4,24	3,01	16,53
Sıkı Kum	10	0,8	6,4	0,8	11,95	4,90	5,70	1,94	6,36	3,58	24,16

**Çizelge 5.4. H=6 m için dinamik analiz sonuçları**

Dolgu zemini	Donatı sayısı	S <sub>v</sub> (m)	L (m)	L/h	Dış Stabilite Güvenlik Sayıları				İç Stabilite		
					Devrilme	Kayma	Tasama Gücü	Toptan Göçme	İçsel Kayma	Kopma	Sıyrılmaya
<b>Geotex F PVA 100 Geotekstil</b>											
Gevecek Kum	12	0,5	6	1,0	5,61	3,18	7,60	1,14	1,67	2,07	1,23
Orta Sıkı Kum	10	0,6	6	1,0	6,67	3,75	7,41	1,21	2,44	1,89	1,92
Sıkı Kum	8	0,75	6	1,0	7,89	4,41	7,20	1,27	3,52	1,63	2,96
<b>Norex C PVA 110-30 Geotekstil</b>											
Gevecek Kum	12	0,5	6	1,0	5,61	3,18	7,60	1,17	1,94	2,53	1,43
Orta Sıkı Kum	10	0,6	6	1,0	6,67	3,75	7,41	1,26	2,84	2,31	2,24
Sıkı Kum	8	0,75	6	1,0	7,89	4,41	7,20	1,38	4,11	2,00	3,46
<b>Paraerid 100 Geogrid</b>											
Gevecek Kum	10	0,6	6	1,0	5,61	3,18	7,60	1,24	2,22	4,25	1,84
Orta Sıkı Kum	8	0,75	6	1,0	6,67	3,75	7,41	1,37	3,25	3,67	2,95
Sıkı Kum	6	1	6	1,0	7,89	4,41	7,20	1,47	4,69	2,98	4,54



**Çizelge 5.5. H=8 m için dinamik analiz sonuçları**

Dolgu zemini	Donatı adedi	S <sub>v</sub> (m)	L (m)	L/h	Dış Stabilite Güvenlik Sayıları				İç Stabilite		
					Devrilme	Kayma	Taşıma Gücü	Toptan Göçme	İçsel Kayma	Kopma	Sıyırılma
<b>Geotex F PVA 100 Geotekstil</b>											
Gevşek Kum	20	0.4	8	1.0	5.61	2.50	5.77	1.16	1.67	1.94	1.19
Orta Sıkı Kum	16	0.5	8	1.0	6.67	2.95	5.63	1.21	2.44	1.71	1.90
Sıkı Kum	16	0.5	8	1.0	7.90	3.47	5.47	1.32	3.52	1.85	2.87
<b>Notex C PVA 110-30 Geotekstil</b>											
Gevşek Kum	16	0.5	8	1.0	5.61	2.50	5.77	1.12	1.94	1.91	1.41
Orta Sıkı Kum	16	0.5	8	1.0	6.67	2.95	5.63	1.26	2.84	2.09	2.21
Sıkı Kum	16	0.5	8	1.0	7.90	3.47	5.47	1.41	4.11	2.27	3.35
<b>Paragrüd 100 Geogrid</b>											
Gevşek Kum	10	0.8	8	1.0	5.61	2.50	5.77	1.16	2.22	2.40	1.85
Orta Sıkı Kum	10	0.8	8	1.0	6.67	2.95	5.63	1.32	3.25	2.63	2.89
Sıkı Kum	8	1	8	1.0	7.90	3.47	5.47	1.37	4.69	2.26	4.44

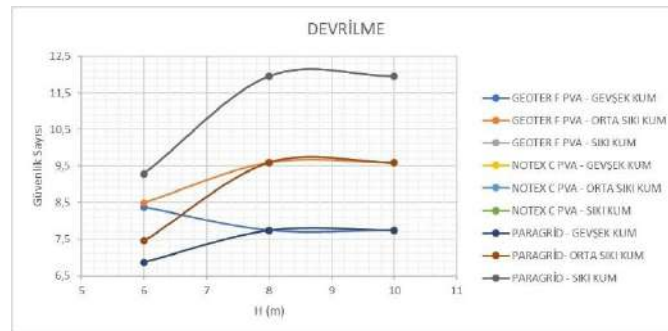
**Çizelge 5.6. H=10 m için dinamik analiz sonuçları**

Dolgu zemini	Donatı adedi	S <sub>v</sub> (m)	L (m)	L/h	Dış Stabilite Güvenlik Sayıları				İç Stabilite		
					Devrilme	Kayma	Taşıma Gücü	Toptan Göçme	İçsel Kayma	Kopma	Sıyırılma
<b>Geotex F PVA 100 Geotekstil</b>											
Gevşek Kum	40	0.25	10	1.0	5.61	2.09	4.68	1.22	1.66	2.45	1.18
Orta Sıkı Kum	25	0.4	10	1.0	6.67	2.47	4.56	1.22	2.44	1.75	1.86
Sıkı Kum	20	0.5	10	1.0	7.90	2.90	4.44	1.27	3.52	1.49	2.85
<b>Notex C PVA 110-30 Geotekstil</b>											
Gevşek Kum	25	0.4	10	1.0	5.61	2.09	4.68	1.16	1.94	1.87	1.37
Orta Sıkı Kum	20	0.5	10	1.0	6.67	2.47	4.56	1.18	2.84	1.68	2.19
Sıkı Kum	17	0.6	10	1.0	7.90	2.90	4.44	1.30	4.10	1.75	2.84
<b>Paragrüd 100 Geogrid</b>											
Gevşek Kum	20	0.5	10	1.0	5.61	2.09	4.68	1.25	2.22	3.05	1.80
Orta Sıkı Kum	14	0.7	10	1.0	6.67	2.47	4.56	1.31	3.25	2.02	3.14
Sıkı Kum	11	0.9	10	1.0	7.90	2.90	4.44	1.37	4.69	1.89	4.54

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

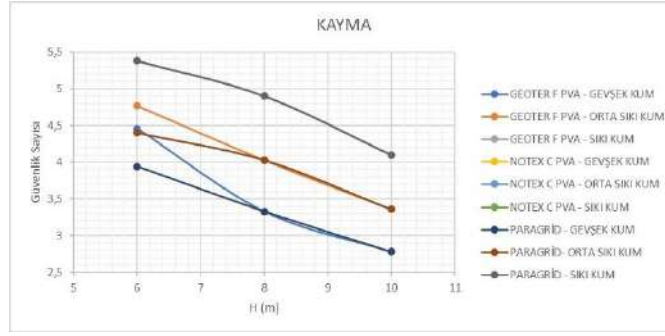
Donatılı zemin duvar tasarımında; 3 farklı geosentetik malzemesi , 3 farklı duvar dolgu zemini, 3 farklı duvar yüksekliği tanımlanarak yapılan analizlerde; geosentetik örnekleri, dolgu zemini parametreleri ve duvar yüksekliğinin duvarın stabilitesine etkileri ortaya konmuştur. Tasarımda; statik ve dinamik (sismik) yükleme durumları ayrı ayrı analiz edilmiş; geosentetik donatıların gerekli tasarım uzunlukları, düşey aralıkları ve adetleri belirlenmiş; devrilme, kayma, taşıma gücü, toptan göçme, içsel kayma, kopma ve sıyırılma durumlarına karşı stabilite analizleri yapılmış; güvenlik sayıları, önerilen sınır koşullarını sağlayacak şekilde duvar tasarımları tamamlanmıştır.

Devrilme güvenlik sayıları, duvar yüksekliği 6 m'den 8 m'ye çıkarıldığında, L/H oranları artırıldığı için artmıştır. Geotex ile gevşek kumlu zeminde tasarım yapıldığında duvar yüksekliği arttıkça güvenlik sayısının düşmesinin sebebi, L/H oranının azaltılmasıdır. Ayrıca, 8 m ile 10 m arasında tüm koşullarda sabit kalmıştır. Bunun sebebi de, duvar yüksekliği artsa da donatı uzunluğu da aynı oranda artırıldığında L/H oranı sabit kaldığı için devrilme güvenlik sayısı değişmemiştir. Geosentetik çeşitleri devrilme güvenlik sayısına etki etmemiştir. Birbirine yakın L/H oranları ile dolgunun kayma direnci artırıldığında güvenlik sayıları önemli ölçüde artmış, eğriler yukarı doğru kaymıştır. Bunun sebebi, kayma direncinin artması ile yanal toprak basınçları düşmektedir. (Görsel 5.1)



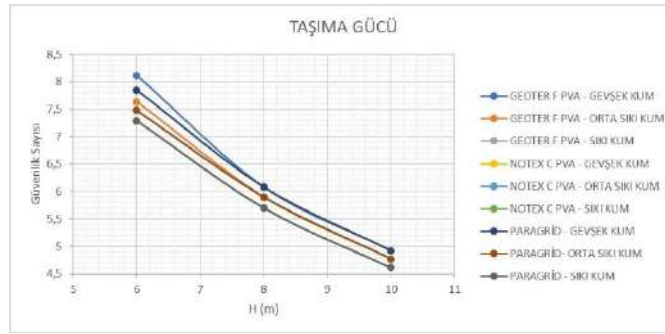
**Görsel 5.1. Devrilme güvenlik sayısı eğrileri (Statik Analiz)**

Kayma güvenlik sayıları, duvar yüksekliği arttıkça düşmüştür. Bunun sebebi, yanal toprak basınçlarının önemli ölçüde yükselmesidir. L/H oranı artırıldığında dahi taban sürtünmesi artmasına rağmen güvenlik sayıları düşmüştür. Kayma güvenlik sayıları, L/H oranından fazla etkilenmemiştir. Geosentetik çeşidi kayma güvenlik sayısına etki etmemiştir. Dolgu kayma direnci artırıldığında ise güvenlik sayıları artmış, eğriler yukarı doğru kaymıştır. (Görsel 5.2)



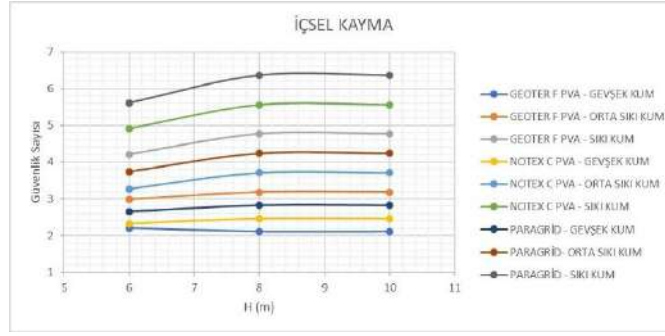
**Görsel 5.2. Kayma güvenlik sayısı eğrileri (Statik Analiz)**

Taşıma gücü güvenlik sayıları, duvar yüksekliği arttıkça, düşmüştür. Duvar yüksekliğinin artması, taşıma gücüne etki etmeyip taban basınçlarını yükselttiği için böyle bir tablo ortaya çıkmıştır. Geosentetik çeşidi taşıma gücüne etki etmemiştir. L/H oranının düşmesi ise, duvar taban genişliği azaldığı için taşıma gücünü düşürmüştür. Dolgu birim hacim ağırlığı artırıldığında; taban basınçları görece düşük miktarlarda arttığı için güvenlik sayılarında azalma gözlenmiştir. (Görsel 5.3)



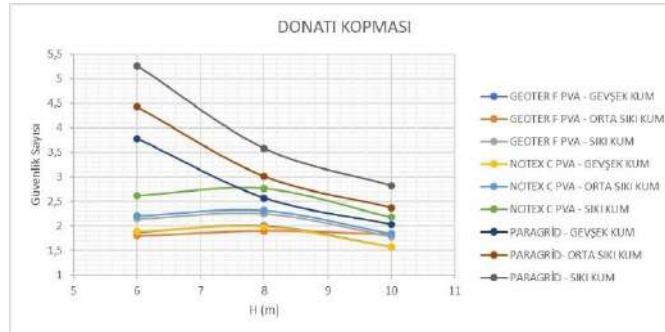
**Görsel 5.3. Taşıma Gücü güvenlik sayısı eğrileri (Statik Analiz)**

İçsel kayma güvenlik sayıları; duvar yüksekliği 6 m'den 8 m'ye yükseldiğinde, L/H oranları arttıkça, artmıştır. Geoter ile gevşek kumlu zeminde tasarım yapıldığında duvar yüksekliği arttıkça güvenlik sayısının düşmesinin sebebi ise, L/H oranının azaltılmasıdır. Ayrıca, 8 m ile 10 m arasında tüm koşullarda sabit kalmıştır. Bunun sebebi de, duvar yüksekliği artsa da donatı uzunluğu da aynı oranda arttırıldığında L/H oranı sabit kaldığı için içsel kayma güvenlik sayısı değişmemiştir. Dolgu kayma direnci arttıkça dolgu-donatı arayüz sürtünmesi arttığı için güvenlik sayıları artmış, eğriler yukarı doğru kaymıştır. Aynı zamanda, geosentetik direkt kayma katsayısı ( $c_{ds}$ ) arttıkça da sürtünme arttığı için güvenlik sayıları artmış, eğriler yukarı doğru kaymıştır. (Görsel 5.4)



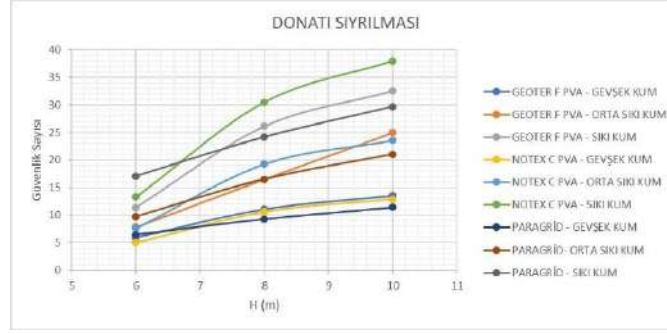
**Görsel 5.4. İçsel Kayma güvenlik sayısı eğrileri (Statik Analiz)**

Kopma güvenlik sayıları, geosentetik donatıların çekme mukavemeti arttıkça, artmış; eğriler yukarı kaymıştır. Duvar yüksekliği artırıldığında, yanal toprak basınçlarındaki artıştan dolayı donatıdaki yanal çekme kuvveti arttığı için, güvenlik sayıları azalmıştır. Fakat artan duvar yüksekliği ile birlikte donatıların düşey aralıkları azaltıldığında, yanal toprak basınçları artsa da; azalan düşey aralık, donatı başına düşen yanal çekme kuvvetini önemli ölçüde azaltacağı için güvenlik sayılarının arttığı durumlar gözlenmiştir. Bu durumda, donatıların düşey aralıklarının kopma güvenlik sayısına doğrudan etki ettiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, dolgu kayma direncinin artması da yanal toprak basınçlarını azalttığı için güvenlik sayıları artmış, eğriler yukarı kaymıştır. (Görsel 5.5)



**Görsel 5.5. Kopma güvenlik sayısı eğrileri (Statik Analiz)**

Sıyırılma güvenlik sayıları, duvar yükseklikleri arttıkça, artmıştır. Yükseklik arttıkça, L/H oranları değişmediğinde donatı uzunlukları da arttığı için donatının iki yüzünde oluşan toplam sürtünme direncinde ciddi artışlar olmaktadır ve bu durumda, donatı uzunluğunun artması sıyırılma güvenlik sayısını önemli ölçüde artırmaktadır. Dolgu-donatı arayüz sürtünme katsayısının ( $c_i$ ) artması da güvenlik sayılarının artmasına katkı sağlamıştır. Dolgu kayma direnci artırıldığında, hem arayüz sürtünmesi artıp hem de yanal toprak basınçları azaldığı için güvenlik sayıları artmıştır. Donatıların düşey aralıkları azaltıldığında ise donatı başına düşen yanal çekme kuvveti önemli ölçüde azaldığı için güvenlik sayıları artmıştır. (Görsel 5.6)



**Görsel 5.6. Sıyırılma güvenlik sayısı eğrileri (Statik Analiz)**

Sismik analiz sonuçlarına bakıldığında, sismik yüklerden dolayı ilave toprak basınçları etki ettiği için L/H oranları artmıştır. Diğer etkilerde önemli bir farklılık gözlenmemekle birlikte sismik analizlerin, statik analizlerle kıyaslandığında birbirlerine son derece paralel sonuçlar verdikleri ve aynı koşullardan benzer şekillerde etkilendikleri ortaya çıkmıştır.

## KAYNAKÇA

- American Association of State Highway and Transportation Officials [AASHTO]. (2002).** *Standard specifications for highway bridges, 17<sup>th</sup> edition.* Washington.
- Afet ve Acil Durum [AFAD] Yönetimi Başkanlığı. (2018).** *Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması.* <https://tdth.afad.gov.tr/> (Erişim tarihi: 19.08.2022)
- Bajlan, H.G.F. (2016).** *Numerical analysis of geosynthetic reinforced earth walls with finite element method* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 432289).
- Berg, R.R., Christopher, B.R., Samtani, N.C. (2009, November).** *Design and construction of mechanically stabilized earth walls and reinforced soil slopes - Volume I.* (Publication No. FHWA-NHI-10-024 FHWA GEC 011 - Volume I). Woodbury, Leyland Alcove: Ryan R. Berg & Associates, Inc.
- Coduto, D. P. (2001).** *Foundation design principles and practices, Second edition.* New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Emir, A.S. (2005).** *Donatılı zemin istinat duvarlarının statik ve dinamik yüklere göre tasarımı* (Yüksel lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No.166220).
- Ersoy, U. (1985, 15 Ekim).** *Zemin mekaniği uygulamalarında geotekstillerin kullanılması.* TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Türkiye İnşaat Mühendisliği 8. Teknik Kongresi, Teknolojik Gelişmeler Oturum II. 173-188. Ankara. <https://eskiantalya.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/13727.pdf> (Erişim tarihi: 20.09.2022)
- Güler, E. ve Demirkan, M. (2002).** Geosentetik donatılı istinat duvarlarının dinamik yükler altında davranışı. *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Dokuzuncu Ulusal Kongresi*, 302-311, Eskişehir.
- Insapedia. (2019, 30 Haziran).** <https://insapedia.com/geogrid-nedir-geogrid-malzemenin-kullanim-alanlari/> (Erişim tarihi: 6.08.2022)
- İ.B.B. Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü. (2007).** *İstanbul mikrobölgeleme projesi Avrupa yakası.* T.C. İ.B.B, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü. İstanbul. [https://depremezmin.ibb.istanbul/wp-content/uploads/2020/11/C\\_MIKROBOLGELEME-AVRUPA-RAPOR.pdf](https://depremezmin.ibb.istanbul/wp-content/uploads/2020/11/C_MIKROBOLGELEME-AVRUPA-RAPOR.pdf) (Erişim tarihi: 19.08.2022)
- İ.B.B. Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü. (2011).** *İstanbul kent jeolojisi projesi.* T.C. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme

Müdürlüğü, İstanbul., <https://mapelse.github.io/istanbulJeoloji/> (Erişim tarihi: 19.08.2022)

**Kahyaoglu, M.R., Şahin, M. (2017).** Geotekstil donatılı istinat duvarı deplasman davranışının arazi model çalışmaları ile belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 600-610. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/329702> (Erişim tarihi: 10.08.2022)

**Koerner, R.M. (2005).** *Designing with geosynthetics, Fifth edition*. New Jersey: Pearson Prentice Hall, Inc.

**National Concrete Masonry Association. (2000).** *Seismic design of segmental retaining walls*. TEK 15-09A. Virginia: NCMA. <https://ncma.org/resource/seismic-design-of-segmental-retaining-walls/> (Erişim tarihi: 20.09.2022)

**Özçelik, H. (2018, 15 Kasım).** *Geosentetik ve çift büküm tel ürünlerin inşaat mühendisliğindeki uygulamaları*. TMMOB, İMO, Ankara Şubesi, Ankara. [https://eskiankara.imo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=26814&tipi=79&sube=3](https://eskiankara.imo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=26814&tipi=79&sube=3) (Erişim tarihi: 20.09.2022)

**Sağiroğlu, A. (2015).** *Geotekstillerin incelenmesi ve uygulandığı yerler*. Uzmanlık Tezi, İller Bankası Anonim Şirketi, Ankara.

**Sak, Ö. F. (2020, 24 Aralık).** <https://www.hurriyet.com.tr/gundem/son-dakika-istanbul-icin-7-2-ve-7-6lik-deprem-uyarisi-tarih-verdi-41697641> (Erişim tarihi: 19.08.2022)

**Suliman, B.A., Mohamed, Kuo-Hsin Yang and Wen-Yi Hung, (2014).** Finite element analyses of two-tier geosynthetic-reinforced soil walls: Comparison involving centrifuge tests and limit equilibrium results. *Computers and Geotechnics*, 61, 67- 84. [http://homepage.ntu.edu.tw/~khyang/word/Paper/Mohamed%20et%20al.%20\(2014\)%20CG.pdf](http://homepage.ntu.edu.tw/~khyang/word/Paper/Mohamed%20et%20al.%20(2014)%20CG.pdf)

**Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği [TBDY]. (2018, 18 Mart).** *T.C. Resmî Gazete* (Sayı: 30364). Afet ve Acil Durum [AFAD] Yönetimi Başkanlığı, Ankara. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2.htm> (Erişim tarihi: 19.08.2022)

**Yardımcı, T. (2013).** *Investigation of geosynthetic reinforced tiered retaining walls using finite element analysis*. (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 338864).



## HEMŞİRELİKTE VAKA TEMELLİ ÖĞRETİMİN ÖZ YETERLİLİĞE ETKİSİ: KARMA YÖNTEM

Dr.Öğr. Üyesi NİLAY ÇAKICI <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Semra ve Vefa Küçük Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
[nilay@nevsehir.edu.tr](mailto:nilay@nevsehir.edu.tr) , [0000-0003-4169-6609](tel:0000-0003-4169-6609)

### ÖZET

Giriş ve amaç: Hemşirelik eğitimiyle ilgili yapılan çalışmalarda hemşirelik öğrencilerinde özellikle klinik uygulamalara ilişkin öz yeterlilik algılarının düşük olduğu ancak bazı eğitim modelleriyle artırılabilceği vurgulanmaktadır. Bu nedenle bu araştırmada vaka temelli öğrenme yönteminin hemşirelik öğrencilerinde öz yeterlilik durumuna etkisini belirlemek ve bu yöntem hakkındaki görüşlerini belirleyebilmek amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve yöntem: Araştırmada bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 70 öğrenci ile karma yöntemli bir çalışma olarak yapılmıştır. Araştırma verileri Aralık 2022 tarihinde toplanmıştır. Veri toplama aracı olarak tanımlayıcı soru formu ve algılanan öz yeterlilik ölçeği kullanılmıştır. Verilerin analizinde tanımlayıcı ve karşılaştırmalı istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Nitel veriler tematik analiz yöntemiyle analiz edilmiştir.

Bulgular: Öğrencilerin vaka temelli öğrenimden sonra öz yeterlilik puanları yükselmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Öğrenciler vaka temelli eğitimin klinikte performanslarını ve özgüvenlerini arttırdığını, stres ve kaygılarının azaldığını ifade etmişlerdir. Öğrencilerle yapılan odak grup görüşmelerinde vaka temelli öğrenme yönteminin öğrenmeyi kolaylaştırdığı ve doğru karar vermesinde etkili olduğu vurgulanmıştır.

Sonuç: Araştırmanın nitel ve nicel verilerinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda vaka temelli öğretimin hemşirelik eğitiminde öğrencilerin öz-yeterlilik puanlarını anlamlı olarak etkilediği ve her iki puan arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Nitel veriler yorumlandığında öğrencilerin bu yöntemden memnun kaldıkları ve yararlı buldukları belirlenmiş, nicel verileri destekler yorumlar olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda hemşirelik eğitimlerinde öğrencilerin öz yeterliliklerinin geliştirilmesi için vaka temelli öğretim yönteminin kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelime: Hemşirelik, öz yeterlilik, vaka temelli öğrenme.

**ABSTRACT** Introduction and purpose: In studies on nursing education, it is emphasized that nursing students have low self-efficacy perceptions regarding clinical practices, but they can be increased with some education models. For this reason, this study was conducted to determine the effect of case-based learning method on the self-efficacy of nursing students and to determine their opinions about this method. Materials and methods: The study was conducted as a mixed method study with 70 students studying at a state university. Research data were collected in December 2022. A descriptive questionnaire and perceived self-efficacy scale were used as data collection tools. Descriptive and comparative statistical methods were used in the analysis of the data. Qualitative data were analyzed by thematic analysis method.

Results: After the case-based learning, the students' self-efficacy scores increased and were statistically significant. Students stated that case-based education increased their performance and self-confidence in the clinic, and their stress and anxiety decreased. In the focus group

interviews with the students, it was emphasized that the case-based learning method facilitates learning and is effective in making the right decision.

**Conclusion:** In line with the results obtained from the qualitative and quantitative data of the study, it was determined that case-based teaching significantly affected the self-efficacy scores of students in nursing education and there was a positive relationship between both scores. When the qualitative data were interpreted, it was determined that the students were satisfied with this method and found it useful, and there were comments that supported the quantitative data. In line with these results, it is recommended to use case-based teaching method in order to develop students' self-efficacy in nursing education.

**Keywords:** Nursing, self-efficacy, case-based learning.

## 1. GİRİŞ

Hemşirelik eğitiminde öğrencilerin bilişsel duyuşsal ve psikomotor becerilerini kazandırmak için farklı öğretim yöntemleri kullanılmaktadır. Öğretim yöntemlerinin etkisine bağlı olarak öğrencilerin akademik başarılarının artması, kliniğe hazırlanması yansın meslektan memnuniyet düzeyleri de artmaktadır. Bu anlamda farklı ve etkili öğretim yöntemlerinin kullanılması çok önemlidir (Ergöl ve Kürtüncü 2014, Alridge 2017; Vizeşfar ve Torabizadeh 2018). Bu anlamda vaka temelli öğretim yaşanmış ya da yaşanabilir durumun incelenmesine dayalı bir yöntem olarak klinik uygulamaları eğitimlerde dikkat çeken bir öğretim modelidir (Unicef 2013; Kantar ve Massouh 2015). Ancak bu modelin etkin olabilmesi için öğrencilerin klinik uygulamalar sırasında yetkinliğinin sağlanması gerekmektedir. Öğrenciler vaka temelli öğretimle birlikte vakayı aktif bir şekilde tartışarak öğrenirler. Bu nedenle vakaya ve senaryoya hakim olmaları, kendilerini ifade etmeleri, klinik uygulamalarda kendini yeterli hissetmesi önemlidir.

Öz yeterlilik bireylerin yapacağı seçimleri, karar vermesini, düşünce yapısını ve duygularına yön verir. Bu nedenle öz yeterlilik bireylerin öğrenme ve performanslarını da etkiler (Majeed 2014; Özgözgü ve ark 2017). Hemşirelikte deneyim arttıkça öz yeterliliğin de arttığı vurgulanmaktadır. Öz yeterliliğin artmasıyla birlikte klinikte uyum daha kolay sağlanabilmektedir (Park 2018; Özden ve ark 2018). Öğrencilerin klinikte öz yeterliliklerini etkileyen durumların incelenmesi önemlidir. Bu anlamda vaka temelli öğretimin öğrencilerin öz yeterlilik düzeylerine etkisini değerlendirmenin hemşirelik eğitime katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

**Araştırma Tipi:** Bu araştırma, hemşirelik bölümü öğrencilerinin vaka temelli öğretimin öz yeterliliğe etkisini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Nitel araştırma modellerinden kişinin öznel deneyimi ile ilgili çalışmalarda kullanılan fenomenolojik yaklaşım (olgu bilimi) deseni ile yapılmıştır.

**Araştırmanın Evren Ve Örneklemi:** Araştırmaya bir devlet üniversitesinin hemşirelik bölümünde öğrenim gören öğrenciler dâhil edilmiştir. Basit rastgetele örneklem yöntemiyle seçilen 70 öğrenci araştırma kapsamına dahil edilmiştir.

**Veri Toplama Araçları:** Araştırma verileri Aralık 2022 tarihinde toplanmıştır. Veri toplama aracı olarak tanımlayıcı soru formu ve algılanan öz yeterlilik ölçeği kullanılmıştır.

**Araştırmanın Uygulanması:** Bu çalışmada veriler yarı yapılandırılmış sorular kullanılarak toplanmıştır. Yarı yapılandırılmış sorularla yapılan görüşmeler araştırmalara standartlık ve esneklik yönünden katkı sağlayacağı için tercih edilmiştir (Türnüklü 2000). Araştırmada katılımcıların deneyimlerini daha iyi sunabilmek ve esneklikten faydalanabilmek için bu görüşme tekniğinden faydalanılmıştır. Araştırma verileri Aralık 2021 tarihinde yapılmıştır. Yapılan görüşmeler, salgın önlemleri nedeni ile telefon aracılığı ile yapılmış, veri kayıplarını önlemek amacıyla görüşmeler ses kayıt cihazı ile kayıt edilmiştir. Bunun için öğrencilerden iletişim bilgileri alınarak bu bilgilerin sadece araştırma amacıyla kullanılacağı hakkında bilgi verilmiştir. Her görüşmeden sonra ses kayıt cihazı dikkatle dinlenerek açık uçlu sorulara alınan cevaplar metin haline dönüştürülerek analize hazırlanmıştır

**Verilerin Analizi:** Araştırmadan elde edilen veriler bilgisayar ortamında değerlendirilerek verilerin dağılımına göre uygun istatistiksel yöntemler kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR

#### 1. Öğrencilerin öz yeterlilik ölçeğine ilişkin nicel bulguları

Çizelge 1. Öğrencilerin Öz yeterlilik Ölçek Puanlarının Dağılımı

	Ön test	Son test	Anlamlılık
<b>Kontrol</b>	27±2.71	28±4.27	0.004
<b>Müdahale</b>	26±3.01	31±3.74	0.002

Çizelge 1’de müdahale ve kontrol grubu öğrencilerin vaka temelli öğretim öncesi ve sonrasında öz yeterlilik ölçeğinden aldıkları puan dağılımı yer almaktadır. Bu çizelgeye göre öğrencilerin öz yeterlilik ölçeğinden aldıkları puan incelendiğinde; müdahale (26) ve kontrol grubunun (27) ön test puan ortalamasının benzer olduğu görülmektedir. Müdahale grubu ile vaka temelli uygulama yapıldıktan sonra her iki grubun öz yeterlilik puanları tekrar ölçülmüştür. Buna göre müdahale grubunun son test puanının 31, kontrol grubunun son test puanının ise 28 olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre vaka temelli öğretim müdahale grubunda kontrol grubuna göre daha fazla öz yeterlilik puan artışı olduğu belirlenmiştir. Bu artışın ve farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur.

#### 2. Öğrencilerin vaka temelli öğretim ile ilgili görüşleri

Öğrencilerin görüşleri nicel verileri desteklemektedir. Öğrencilerin çoğu bu öğretim yöntemiyle konuyu ve vakaları daha iyi anladıklarını ve uygulamalı eğitimlerin bu şekilde yapılmadığını gerektiğini vurgulamıştır. Bu bulguları destekleyen öğrencilerin ifade örnekleri aşağıdaki gibidir;

K27: *Klinikte uygulama yaparken hata yapmaktan çok korkuyordum ama klinikteki öğretim elemanı ile birlikte vakaları değerlendirdikten sonra neler yapmam gerektiğini çok iyi anladım.*

K38: *Vaka tartışmasında konuştuğumuz bulguları birebir hastalarda görmek daha kalıcı bilgi sağlıyor.*

K13: *Klinikteki gerçek vakaları öğretim elemanı ile birlikte analiz etmek kendime olan güvenimi arttırdı.*

K50: *Derslerde bize aktarılan bilgiler bazen havada kalıyor, anlamlandıramıyorum. Ama vaka temelli öğretimle birlikte hastalıkları, belirtilerini, bakım uygulamalarını daha iyi kavradım. Bununla birlikte deneyimim arttı.*

#### 4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Öğrencilerin vaka temelli öğrenimden sonra öz yeterlilik puanları yükselmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Öğrenciler vaka temelli eğitimin klinikte performanslarını ve özgüvenlerini arttırdığını, stres ve kaygılarının azaldığını ifade etmişlerdir. Öğrencilerle yapılan odak grup görüşmelerinde vaka temelli öğrenme yönteminin öğrenmeyi kolaylaştırdığı ve doğru karar vermesinde etkili olduğu vurgulanmıştır.

Sonuç olarak araştırmanın nitel ve nicel verilerinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda vaka temelli öğretimin hemşirelik eğitiminde öğrencilerin öz-yeterlilik puanlarını anlamlı olarak etkilediği ve her iki puan arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Nitel veriler yorumlandığında öğrencilerin bu yöntemden memnun kaldıkları ve yararlı buldukları belirlenmiş, nicel verileri destekler yorumlar olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda hemşirelik eğitimlerinde öğrencilerin öz yeterliliklerinin geliştirilmesi için vaka temelli öğretim yönteminin kullanılması önerilmektedir.

#### KAYNAKÇA

Alridge MD, 2017. Nursing Students' Perceptions of Learning Psychomotor Skills: A Literature Review. *Teaching and Learning in Nursing*, 12, 2017, 21-7.

Ergöl Ş, Kürtüncü M, 2014. Bir Üniversite Hastanesinde Kadınların Sezaryen Doğum Tercihlerini Etkileyen Faktörler. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 26-34.

Kantar LD, Massouh A, 2015. Case-based Learning:What Traditional Curricula Fail to Teach. *Nurse Education Today*, 35, 2015, e8-e14.

Majeed F, 2014. Effectiveness of Case-Based Teaching of Physiology for Nursing Students. *Taibah University Journal of Taibah University Medical Sciences*, 9, 4, 289-92.

Özden D, Özveren H, Gülnar E, 2018. Hemşirelik Öğrencilerinin Klinik Karar Verme Düzeyleri ve Etkileyen Faktörler. *DEUHFED*, 11, 1, 41-7.

Özgözü S, Bektaş M, Arıkan F, Şimşek H, 2017. Okul Psikolojik Danışmanlarının Genel Öz-Yeterlilik İnancı ve Örgütsel Özdeşleşme Algısı. *İlköğretim Online*, 16,3, 1058-78.

Park S, 2018. Effects of an Intensive Clinical Skills Course on Senior Nursing Students'



Self-Confidence and Clinical Competence: A Quasi-Experimental Post-Test Study. Nurse Educ Today, 61, 182-6.

UNİCEF, 2013. Çocuk Adalet Sistemi Çalışanları Eğitim Programı Kolaylaştırıcılar İçin Vaka Temelli Eğitim Kitabı. 4-8.

Vizeshfar F, Torabizadeh C, 2018. The Effect of Teaching Based on Dominant Learning Style on Nursing Students' Academic Achievement. Nurse Education in Practice, 28, 2018, 103-8.

## TERS YÜZ EĞİTİM MODELİNİN KLİNİK UYGULAMAYA YANSIMASI

Dr.Öğr. Üyesi NİLAY ÇAKICI <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Semra ve Vefa Küçük Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
[nilay@nevsehir.edu.tr](mailto:nilay@nevsehir.edu.tr) , [0000-0003-4169-6609](tel:0000-0003-4169-6609)

### ÖZET

**Giriş ve Amaç:** Günümüzde z kuşağındaki öğrenciler göz önünde bulundurulduğu zaman eğitimde yenilikçi teknolojilerin kullanımının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle uygulamalı eğitim veren hemşirelik gibi alanlarda bu konu daha ayrıcalıklı olmaktadır. Bu araştırma, hemşirelik becerilerinden ilaç uygulama yöntemlerinin, ters yüz eğitim modeli kullanılarak öğrencilerin klinik uygulamaya yansımaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Bu araştırma nitel araştırma modellerinden kişinin öznel deneyimi ile ilgili çalışmalarda kullanılan fenomenolojik yaklaşım (olgu bilimi) deseni ile yapılmıştır. Araştırmaya bir devlet üniversitesinin hemşirelik bölümünde öğrenim gören klinik uygulama yapan öğrenciler dâhil edilmiştir. Basit rastgele örneklem yöntemiyle seçilen 20 öğrenci ile görüşme yapılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış sorulardan oluşmuş görüşme formu kullanılmıştır. Formun ilk kısmında öğrencilerin sosyodemografik özelliklerini içeren sorular ve ikinci bölümde yarı yapılandırılmış açık uçlu sorular yer almaktadır. Araştırmadan elde edilen veriler bilgisayar ortamında değerlendirilerek verilerin dağılımına göre uygun istatistikî yöntemler kullanılmıştır. Nitel verilerin analizinde tematik analiz kullanılmıştır.

**Bulgular:** Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda ters yüz eğitim modelinin öğrencilerin klinik uygulamalarına olumlu katkıları olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin çoğu bu yöntemin klinik uygulamalarda öz güvenini arttırdığını, hatalarını fark etmesine yardımcı olduğu, uygulamalarda daha az heyecanlandıklarını, kliniğe daha iyi uyum sağladıklarını, bilgide kalıcılık sağladığını ve stres düzeylerinin azaldığını ifade etmişlerdir.

**Sonuç:** Hemşirelik eğitiminde ters yüz eğitim modelinin öğrencilerin klinik uygulamadaki beceri gelişimine katkı sağladığı belirlenmiştir. Bu anlamda hemşirelik eğitimlerinde bu yöntemin kullanılması ve yaygınlaştırılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hemşirelik Eğitimi, Ters Yüz Eğitim Modeli, Klinik Uygulama

### ABSTRACT

**Introduction and Aim:** Considering the students in the z generation, the importance of using innovative technologies in education is increasing day by day. This issue is more privileged, especially in fields such as nursing, which provides applied education. This research was conducted to examine the students' views on the reflection of nursing skills on clinical practice using the flipped education model.

**Materials and Methods:** This research was carried out with the phenomenological approach (phenomenology) pattern, which is used in studies about the subjective experience of the person, which is one of the qualitative research models. The clinical practice students studying in the nursing department of a state university were included in the study. Interviews were



conducted with 20 students selected by simple random sampling method. In the research, an interview form consisting of semi-structured questions was used as a data collection tool. In the first part of the form, there are questions about the sociodemographic characteristics of the students, and in the second part, semi-structured open-ended questions. The data obtained from the research were evaluated in the computer environment and appropriate statistical methods were used according to the distribution of the data. Thematic analysis was used in the analysis of qualitative data.

**Findings:** As a result of the interviews with the students, it was determined that the flipped education model had positive contributions to the clinical practice of the students. Most of the students stated that this method increased their self-confidence in clinical applications, helped them realize their mistakes, they were less excited in the applications, they adapted to the clinic better, provided persistence in knowledge and reduced their stress levels.

**Conclusion:** It has been determined that the flipped education model in nursing education contributes to the skill development of students in clinical practice. In this sense, it is recommended to use and disseminate this method in nursing education.

**Keywords:** Nursing Education, Flipped Education Model, Clinical Practice

## 1. GİRİŞ

Hemşirelik eğitiminde bilişsel duyuşsal ve psikomotor becerilerin gelişiminin sağlanması amaçlanmaktadır. Ancak gün geçtikçe kalabalıklaşan öğrenci kontenjanları ve yetersiz kalan sınıf ortamları özellikle hemşirelik gibi uygulamalı mesleklerde teori ve uygulama gelişiminde sınırlandırmaktadır. Bu nedenle gelişen teknolojiyle birlikte yeni öğretim tekniklerinin kullanılması ve yaygınlaşması gerekmektedir. Ulusal Hemşirelik Birliği' de bu anlamda öğretim yöntemlerinin yeniden gözden geçirilmesi ve yenilikçi öğretim yöntemlerinin uygulamaya geçirilmesini önermektedir. (Prober, 2012; Öztürk, Orgun ve Akçakoca 2018; ACCN 2018; NLN 2005).

Öğretim yöntemlerinin zenginleştirilmesi için ters yüz öğrenme modeli hem yenilikçi hem aktif bir modeldir. Bu modelde öğrenci aktiftir, öğretim elemanı ise rehber rolündedir. Ters yüz öğrenme modelinde öğrenciler sınıf ortamında geleneksel öğrenmenin yanı sıra sınıf dışında da öğrenmeye devam etmektedir. Sınıf dışında öğrenciler istedikleri ortamda çevrimiçi öğrenme sağlayabilmektedir. Geleneksel modelde sınıf içi öğrenmede bilgi aktarımı, öğrencinin konuyu kavraması ve konuyu destekleyen aktiviteler yapılırken sınıf dışı ortamda verilen ödevlerle konuların pekiştirilmesi sağlanmaktadır. Ancak ters yüz modelinde sınıf içi dersle ilgili materyal sunulması, öğrencinin konuyu kavranması hedeflenir sınıf dışı ortamda konuyu destekleyen aktiviteler yapılması ve öğretmenle birlikte konuyu pekiştirmesi sağlanır. Bu anlamda öğrenme sorumluluğu öğrenciye verilmiştir (Osguthorpe ve Graham 2003; Van 2018; Teng, Chen, Leo 2012; Baker 2000; Davies 2013; Overby 2011) Hemşirelik eğitimi hem teorik hem uygulamalı bir eğitim olduğu için sınıf ortamlarının yanı sıra klinik ve sahalarda da öğrenmenin aktifleştirilmesi çok önemlidir. Bunun için özellikle aktif öğrenme modellerinin klinik uygulamalara yansımaları değerlendirilmesinin hemşirelik eğitiminde yol gösterici olacağını düşündürmektedir. Bu amaçla bu çalışmada ters yüz eğitim modelinin hemşirelik eğitiminde klinik uygulamadaki etkisinin değerlendirilmesi planlanmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

**Araştırma Tipi:** Bu araştırma, hemşirelik bölümü öğrencilerinin ters yüz eğitim modelinin klinik uygulamaya yansımaları değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Nitel araştırma modellerinden kişinin öznel deneyimi ile ilgili çalışmalarda kullanılan fenomenolojik yaklaşım (olgu bilimi) deseni ile yapılmıştır.

**Araştırmanın Evren Ve Örneklemi:** Araştırmaya bir devlet üniversitesinin hemşirelik bölümünde öğrenim gören ve klinik uygulama yapan öğrenciler dâhil edilmiştir. Basit rastgele örneklem yöntemiyle seçilen 16 öğrenci ile görüşme yapılmıştır.

**Veri Toplama Araçları:** Araştırmada veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış sorulardan oluşmuş görüşme formu kullanılmıştır. Formun ilk kısmında öğrencilerin sosyodemografik özelliklerini içeren sorular ve ikinci bölümde yarı yapılandırılmış açık uçlu sorular yer almaktadır.

**Araştırmanın Uygulanması:** Bu araştırmada veriler yarı yapılandırılmış sorular kullanılarak toplanmıştır. Yarı yapılandırılmış sorularla yapılan görüşmeler araştırmalara standartlık ve esneklik yönünden katkı sağlayacağı için tercih edilmiştir (Türnüklü 2000). Araştırmada katılımcıların deneyimlerini daha iyi sunabilmek ve esneklikten faydalanabilmek için bu görüşme tekniğinden faydalanılmıştır. Araştırma verileri Aralık 2021 tarihinde yapılmıştır. Yapılan görüşmeler, salgın önlemleri nedeni ile telefon aracılığı ile yapılmış, veri kayıplarını önlemek amacıyla görüşmeler ses kayıt cihazı ile kayıt edilmiştir. Bunun için öğrencilerden iletişim bilgileri alınarak bu bilgilerin sadece araştırma amacıyla kullanılacağı hakkında bilgi verilmiştir. Her görüşmeden sonra ses kayıt cihazı dikkatle dinlenerek açık uçlu sorulara alınan cevaplar metin haline dönüştürülerek analize hazırlanmıştır.

**Verilerin Analizi:** Araştırmadan elde edilen veriler bilgisayar ortamında değerlendirilerek verilerin dağılımına göre uygun istatistiksel yöntemler kullanılmıştır.

## 3. BULGULAR

Bu araştırmada elde edilen bulgular aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Araştırmaya dâhil edilen öğrencilerin tanımlayıcı özelliklerine bakıldığında; öğrencilerin yaşları 18-25 arasında değişmektedir. Yaş ortalaması  $22.01 \pm 3.81$ 'dir. Öğrencilerin %50'si kadın, %75'i düz lise mezunu, %87.5'inin mesleki deneyimi yoktur.

Ters yüz eğitim modeliyle ilgili açık uçlu sorulara verilen yanıtlardan oluşturulan alt temalar ve öğrencilerin ifade örnekleri aşağıda verilmiştir.

### 1. Ters yüz eğitim modeliyle ilgili olumlu görüşler

Öğrencilerin ters yüz eğitim modeliyle ilgili görüşleri genel anlamda olumludur. Öğrencilerin çoğu bu eğitim modeliyle birlikte klinik uygulamalarda daha az stres yaşadığını, daha çok kendine güvendiğini ve teknolojik araç gereçleri artık daha yararlı işler için kullanmaya başladığını ifade etmiştir.

Buna ilişkin öğrenci ifade örnekleri;

*K1. Bu yöntemle birlikte kendime olan güvenim geldi. Sağlık meslek lisesi mezunu olmama rağmen artık daha rahat uygulama yapıyorum.*

*K5. Ben telefonumu sadece sosyal medya için kullanırdım ama artık derslerimi öğrenmek için kullanmaya başladım. Bunu öğrendim*

*K9. Daha önceden klinik uygulamalara giderken çok stresli olurum hatta gitmek istemezdim. Ama şimdi gördüğüm izlediğim uygulamaları yapabilme fırsatını bulmak için kliniğe gitmek istiyorum ve artık çok stresli değilim.*

### 2. Ters yüz eğitim modeliyle ilgili olumsuz görüşler

Bu modelle ilgili öğrencilerin olumsuz görüşleri çok az olmuştur. Bu modelle birlikte zaman yönetiminde problem yaşandığı dile getirilmiştir.

Buna ilişkin öğrenci ifade örnekleri;

*K6. Bu modelde çok fazla internet telefon kullanmaya başladım.*

*K12. Model çok güzel ancak sürekli kendimi bir teknolojik alet ile uğraşırken buluyorum bu da çok fazla zaman kaybetmeme neden oluyor.*

## 4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda ters yüz eğitim modelinin öğrencilerin klinik uygulamalarına olumlu katkılarının olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin çoğu bu yöntemin klinik uygulamalarda öz güvenini arttırdığını, hatalarını fark etmesine yardımcı olduğu, uygulamalarda daha az heyecanlandıklarını, kliniğe daha iyi uyum sağladıklarını, bilgide kalıcılık sağladığını ve stres düzeylerinin azaldığını ifade etmişlerdir. Ancak öğrenciler bu modelde çok fazla zaman kaybettiklerini de ifade etmiştir. Bu anlamda zaman yönetimi ile ilgili desteğin de sağlanması gerekmektedir.

Sonuç olarak hemşirelik eğitiminde ters yüz eğitim modelinin öğrencilerin klinik uygulamadaki beceri gelişimine katkı sağladığı belirlenmiştir. Bu anlamda hemşirelik eğitimlerinde bu yöntemin kullanılması ve yaygınlaştırılması önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

83

Baker JW. "The classroom flip: Using web course management tools to become the classroom pedagogical approach for an open distance e-learning environment. The Davies RS, Dean DL, Ball N. Flipping the classroom and instructional technology directions. Quarterly review of distance education 2003; 4(3): 227-33. guide by the side". Communication Faculty Publications 2000;15. International Journal of Information and Learning Technology 2018;35(4): 255–265. integration in a college-level information systems spreadsheet course. Educational National League for Nursing. Transforming nursing education. (Position Statement). 2005. <http://www.nln.org/docs/default-source/about/archivedpositionstatements/transforming052005.pdf?sfvrsn!46>. Erişim Tarihi: 01.12.2022

Osguthorpe RT, Graham CR. Blended learning environments: Definitions and

Overby K. Student-centered learning. ESSAI 2011;9(32):109-112

Özkütük N, Orgun F, Akçakoca B. Türkiye’de hemşirelik eğitimi veren yükseköğretim kurumlarına ilişkin güncel durumun incelenmesi. Yükseköğretim Dergisi 2018;8(2):150-157.

American Association of Colleges of Nursing. The essentials of baccalaureate education for professional nursing practice. 2008.

<http://www.aacnursing.org/portals/42/publications/baccessentials08.pdf>. Erişim Tarihi: 01.12.2022

Prober CG, Heath, C. Lecture halls without lectures—a proposal for medical education. N Engl J Med 2012;366(18):1657-1659.

Technology Research and Development, 2013;61(4): 563-580.

Teng DCE, Chen NS, Leo T. Exploring students’ learning experience in an international online research seminar in the Synchronous Cyber Classroom. Computers & Education 2012;58(3): 918-930.

Tümüklü, A. (2000). Eğitimbilim araştırmalarında etkin olarak kullanılabilir nitel bir araştırma tekniği: Görüşme. Kuram ve uygulamada eğitim yönetimi, 24(24), 543-559.

Van Wyk, MM. Economics student teachers’ views on the usefulness of a flipped

## BUSULFAN İLE OLUŞTURULMUŞ BÖBREK HASARI ÜZERİNE KÖK HÜCRE VE D VİTAMİNİ'NİN KORUYUCU VE TEDAVİ EDİCİ ETKİSİ

Uğur ÜNAL<sup>1</sup>, Pınar BİLGİCİ<sup>2</sup>, Derya ÇAKIR<sup>3</sup>, Gülce YILDIZ<sup>4</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Esra BALCIOĞLU<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim dalı, [uguru870@gmail.com](mailto:uguru870@gmail.com), 0000-0002-0445-4398

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim dalı, [pinar.cnsbilgici@gmail.com](mailto:pinar.cnsbilgici@gmail.com)  
0000-0002-6618-0089

<sup>3</sup>Erciyes Üniversitesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim dalı, [deryacakir1996@gmail.com](mailto:deryacakir1996@gmail.com)  
0000-0001-5150-3028

<sup>4</sup>Erciyes Üniversitesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim dalı, [cegulceyildiz@gmail.com](mailto:cegulceyildiz@gmail.com)  
00002-0002-9429-7954

<sup>5</sup>Erciyes Üniversitesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim dalı, [esrabalcioğlu05@gmail.com](mailto:esrabalcioğlu05@gmail.com)  
0000-0003-1474-0432

### ÖZET

Busulfan (Bus), çocukluk ve yetişkinlik dönemindeki kronik miyelojenöz lösemiye tedavi etmek için kemoterapötik bir ilaç olarak ve kemik iliği transplantasyonundan önce bir immünosupresif ajan olarak kullanılmaktadır. Busulfan gibi bazı kemoterapötik ajanlar iltihaplı böbrek dokusu, papiller nekroz, ürotelyal değişiklikler, hemorajik sistit, akut tübüler nekroz gibi böbrek fonksiyonlarını bozabilir. Yapılan klinik gözlemler, busulfan/Siklofosamid (Bu/Cy) ile tedavi edilen kanser hastalarının potansiyel olarak yumurtalık yetmezliği, kısırlık ve böbrek fonksiyon bozukluğu yaşayabileceğini göstermiştir. Bağ dokusu kaynaklı mezenkimal kök hücreler (MSC), kemik iliği ve diğer kök hücrelere göre erişilebilirliği, çok sayıda kök hücre içermesi ve elde edilme prosedürünün daha az ağırlı olması sebebiyle diğer kök hücrelere göre daha çok tercih edilmektedir. Ayrıca kök hücrelerin, kendileri gibi benzer hücreler üretme ve spesifik somatik hücrelere farklılaşma kabiliyetleri bulunmaktadır. Son zamanlarda, MSC'lerin immün modülatör ve anti inflamatuvar etkilerine daha fazla ilgi gösterilmiştir. Klinik çalışmalar, MSC infüzyonunun T2DM hastalarında sistemik inflamasyonu baskıladığını ve MSC'lerin inflamasyonu düzenlediğini ve graft-versus-host hastalığı ve sistemik lupus eritematozus gibi inflamatuvar hastalıklarda hasarlı dokuların onarımını desteklediğini göstermiştir. İncelenen çalışmalarda, çoklu intravenöz adipoz kaynaklı mezenkimal kök hücre (ADSC) infüzyonlarının önemli anti-diyabetik etkiler ürettiğini ve akciğer, karaciğer, böbrek ve kardiyovasküler komplikasyonlar gibi uzun vadeli diyabetik komplikasyonların ilerlemesini engellediği bildirilmiştir. D vitamini eksikliği hem pediatrik hem de yetişkin kronik böbrek hastalığı (KBH) popülasyonunda yaygındır. KBH, D vitamini ve mineral metabolizmasının düzensizliği ile karakterizedir. Böbreğin mineral homeostazında

benzersiz bir işlevi vardır. D vitamini-endokrin sistemi hem kalsiyum hem de fosforun renal atılımını kontrol etmede kilit bir rol oynar. Bu nedenle çalışmamızda, busulfan kaynaklı böbrek hasarına karşı ADSC ve D vitaminin koruyucu ve tedavi edici etkisi olup olmadığının araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmada Wistar albino türü erkek sıçanlar her grupta 10'er hayvan olacak şekilde Kontrol, (15mg/kg + 50 IU/gün), Busulfan+Kök Hücre+D Vitamini (15mg/kg+1\*10<sup>6</sup>+50 IU/gün) olacak şekilde 5 gruba ayrıldı. Dokuların genel yapısının değerlendirilmesi için Hematoksilin&Eozin(H&E), Masson's Trikrom(MT), Periyodik Asit Shift (PAS) boyama teknikleri kullanıldı.

Kontrol grubuna kıyasla Bus uygulamasına maruz kalan grupta düzensiz glomerül ve tübül yapıları gözlemlenirken, proksimal ve distal tübül hücrelerinde bozulmalar mevcuttu ayrıca PAS boyama ile renal tübüllerde, apikal fırça kenar hücreleri kaybolmuştu ve hemoroji mevcuttu. Bus+D vitamini grubunda bus grubuna göre glomerül çaplarında kontrol grubuna yakın gözlemlenmiştir. Proksimal ve distal tübüllerde ise hücreler daha belirgin hale gelmiş, hemorojide azalma gözlenmiştir. Bus+kök hücre grubu glomerül çapları ve yapısı kontrol grubuna daha yakın olan grup olup distal ve proksimal tübüllerin çekirdek ve hücre yapısı bus grubuna göre daha düzenli ve hemorojide azalma mevcuttu. Bus tedavisi uygulanan gruba göre Bus+D vit+Kök hücre uygulanan grupta kontrol grubuna benzer özellikler gözlemlendi. Glomerül çaplarında Bus grubuna göre daralma ve glomerül yapısı kontrol grubuna yakındı. Ayrıca distal ve proksimal tübüllerin yapısı diğer gruplara göre daha düzenli bir yapıya sahipti ve fırçamsı kenar hücreleri daha belirgindi.

Sonuç olarak Busulfanın böbrek dokusunda hasara yol açtığı, D vitamini ve Kök hücre tedavisinin bu hasarı azalttığı kanısındayız.

**Anahtar Kelimeler:** Busulfan, Böbrek, D vitamini, Kök hücre.

## GİRİŞ

Memelilerde ana boşaltım organı olan böbrek, homeostazın sürdürülmesinde etkili ol oynar (MA Wallace, 1998. S 5) Böbrekler karmaşık organlardır ve normal vücut fonksiyonlarını sürdürmede hayati öneme sahiptirler. Böbrek sistemi, vücut sıvılarını dengede tutarak ve diğer organ sistemlerini normal şekilde çalıştırarak vücudun tüm bölgelerini etkiler (Mohammad-Âmin ve Ark, 2020, s 1.). Busulfan, çocukluk ve yetişkinlik dönemindeki kronik miyelojenöz lösemiye tedavi etmek için kemoterapötik bir ilaç olarak ve kemik iliği transplantasyonundan önce bir immüno-supresif ajan olarak kullanılmaktadır (Maschmeyer ve Ark. 2015, s 12). Kemoterapötik ajanlardan en gonodotoksik olanları alkilleyiciler (siklofosfamid, mustin, klorambusil, melfelan, busulfan, lamustin, karmustin), antimetabolitler (sitarabin) ve vinka alkaloidler (vinblastin) olarak bilinir (Oun R, Moussa YE, Wheate NJ. 2018. S 19). Kemoterapinin kanser olan hastaların yaşamlarını iyileştirme ve uzatma üzerindeki etkisi göz ardı edilemez, ancak sıklıkla bilişsel problemler, erken menopoza, kalp hastalıkları, kemik ve eklem bozuklukları, ikincil kanserler, kan-testis bariyerini bozan ciddi yan etkileriyle birlikte böbrekte de hasara yol açabilmektedir. Kemoterapötik ajanların neden olduğu nefrotoksisite, tedavinin etkinliğini sınırlayan önemli bir komplikasyon oluşturur (Brinster RL ve Ark.1994 s



24. Assayag M, Rouvier P, Gauthier M ve diğerleri. 2017 s1. Loubna Mazini ve diğerleri 2019 s 10.). Klinik gözlemler, busulfan/Siklofosamid (Bu/Cy) ile tedavi edilen kanser hastalarının potansiyel olarak yumurtalık yetmezliği, kısırlık ve böbrek fonksiyon bozukluğu yaşayabileceğini göstermiştir. Bu, Bu/Cy bileşiğinin kullanımının yumurtalık fonksiyonunu etkilediği anlamına gelir ve ayrıca Bu/Cy kombinasyonunun dalak, akciğerler ve böbrekler gibi çeşitli organlar üzerinde yan etkileri olduğu açıkça belirtilmiştir. Böbreklerin kortikal ve medüller tabakalarında keskin bir ödem, glomerüllerde küçülme ve tübüler yapılarda kalıcı ödem de bildirilmiştir (Meistrich ML ve diğerleri 1997 s15).

Yağ dokusu kaynaklı mezankimal kök hücreler, kemik iliği ve diğer kök hücrelere göre erişilebilirliği, çok sayıda kök hücre içermesi ve elde edilme prosedürünün daha az ağrılı olması sebebiyle diğer kök hücrelere göre daha çok tercih edilmektedir. Ayrıca Kök hücrelerin, kendileri gibi benzer hücreler üretme ve spesifik somatik hücrelere farklılaşma kabiliyetleri bulunmaktadır. Mezankimal kök hücreler kendi kendini yenileme ve farklılaşma potansiyeli olan hücrelerdir. Yağ dokusundan türetilmiş kök yazım alanları gerektiği kadar uzatılabilir hücreler (ADSC'ler), farklılaşma kapasitelerini kaybetmeden uzun süre kültür ortamında muhafaza edilebilir ve genişletilebilirler, bu da hücre tedavisinde çok fazla kök hücre miktarını karşılamaktadır. Birçok rapor, ADSC hücre tedavisinin optimal etkinlik ve verimlilik gösterdiğini yani ölü ve hasarlı hücreleri değiştirmede, onarmada ve yeniden oluşturmada potansiyeli olduğu kabul edilmiştir (Karimaghani N ve diğerleri 2018 s7, Ning Qu ve diğerleri 2020 s5). Son zamanlarda, MSC'lerin immünomodülatör ve antiinflamatuvar etkilerine daha fazla ilgi gösterilmiştir. Klinik çalışmalar, MSC infüzyonunun T2DM hastalarında sistemik inflamasyonu baskıladığını ve MSC'lerin inflamasyonu düzenlediğini ve graft-versus-host hastalığı ve sistemik lupus eritematozus gibi inflamatuvar hastalıklarda hasarlı dokuların onarımını desteklediğini göstermiştir. MSC'nin erken evre diyabetik komplikasyonların ilerlemesini iyileştirmedeki etkinliği nispeten iyi belirlenmiş olsa da MSC'lerin ileri diyabetik komplikasyonlar üzerindeki terapötik etkileri hala bilinmemektedir. İncelenen çalışmalarda, Çoklu intravenöz adipoz kaynaklı mezankimal kök hücre (ADSC) infüzyonlarının önemli anti-diyabetik etkiler ürettiğini ve akciğer, karaciğer, böbrek ve kardiyovasküler komplikasyonlar gibi uzun vadeli diyabetik komplikasyonların ilerlemesini engellediği bildirilmiştir. Ayrıca, ADSC'ler sistemik inflamasyonu hafifletti ve doku M1/M2 oranını değiştirerek ADSC'lerin uzun vadeli diyabetik komplikasyonlar üzerindeki terapötik potansiyelini göstermiştir (Songyan Yu, Yu Cheng, [...], and Yiming Mu 2019.).

D vitamini eksikliği hem pediatrik hem de yetişkin kronik böbrek hastalığı (KBH) popülasyonunda yaygındır. KBH, D vitamini ve mineral metabolizmasının düzensizliği ile karakterizedir (Yahn-Yir Chau, Juhi Kumar 2012 s8.). Böbreğin mineral homeostazında benzersiz bir işlevi vardır. Hem kalsiyum hem de fosfor, genellikle iki maddenin endojen gereksinimlerini yansıtan miktarlarda olmak üzere, idrarda çeşitli derecelerde filtrelenir, yeniden emilir ve atılır. D vitamini-endokrin sistemi hem kalsiyum hem de fosforun renal atılımını kontrol etmede kilit bir rol oynar. Kalsiyumun böbrekte yeniden emilmesi,  $1\alpha,25$ -dihidroksivitamin D ( $1\alpha,25(OH)_2 D$ ) dahil olmak üzere çeşitli faktörler tarafından kontrol edilir (Rajiv Kumar 1, Peter J Tebben, James R Thompson. 2012 s1). Bununla birlikte, busulfan kaynaklı böbrek hasarına karşı kök hücre ve D vitamininin onarıcı rolü sınırlı sayıda

araştırma yapılmıştır. Bu nedenle, kök hücre ve d vitamini 'in uygulamasının busulfan kaynaklı böbrek hasarına karşı Koruyucu ve tedavi edici etkisi sağlayıp sağlamadığını araştırmayı önerdik.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada, Erciyes Üniversitesi Deneysel ve Klinik Araştırma Merkezi'nde (DEKAM) yetiştirilen ağırlıklar 250-300 g arasında değişen 62 adet, ortalama 8-12 haftalık Wistar Albino türü erkek sıçan kullanılacaktır. Sıçanlar araştırma süresince 20-22°C sabit sıcaklıkta 12 saat aydınlık/karanlık dönemlerin bulunduğu, özel hazırlanmış otomatik olarak klimatize edilen odalarda korunacaktır. Deney süresince sıçanlar normal pellet cinsi yem ve su ile beslenecektir. Her kafeste 4 adet sıçan bulunacaktır. Deney aşamasına kadar mümkün olduğu kadar stressiz ortamda barınmaları sağlanacaktır. Çalışmaya başlamadan önce hayvanların vücut ağırlıkları ölçülerek 60 adet sıçan her grupta 10 adet olacak şekilde rastgele 6 eşit gruba ayrılacaktır (n=10).

Gruplar aşağıda belirtildiği şekilde oluşturulacaktır.

**Grup 1 (Kontrol Grubu);** Standart ad libitum diyet ile 12 saat gece, 12 saat gündüz beslenecek. Deney süresince serum fizyoloji uygulanacaktır.

**Grup 2 (Busulfan Grubu);** Ağırlıkları belirlenen sıçanlara, 15mg/kg doz da busulfan 1 ml serum fizyoloji içerisinde çözülerek 14 gün ara ile 2 doz intraperitoneal (ip) enjeksiyon yöntemi ile uygulanacak.

**Grup 3 (Busulfan+Kök Hücre Grubu);** Ağırlıkları belirlenen sıçanlara, 15mg/kg doz da busulfan 1 ml serum fizyolojisi ile çözülerek 14 gün ara ile 2 doz ip enjeksiyon yöntemi uygulandıktan sonra yağ dokusundan türetilen mezankimal kök hücre  $1 \times 10^6$  oranında intraperitoneal enjeksiyon yöntemi ile uygulanacak.

**Grup 4 (Busulfan+D vitamini Grubu);** Ağırlıkları belirlenen sıçanlara, 15 mg/kg doz da busulfan busulfan 1 ml serum fizyoloji içerisinde çözülerek 14 gün ara ile 2 doz ip enjeksiyon yöntemi ile uygulanacak. İkinci busulfan uygulanmasını takiben 14 gün boyunca 50 IU/gün D vitamini (Devit-3 oral damla/ medikal firmalardan temin edildikten sonra) oral damla yöntemi ile uygulanacaktır.

**Grup 5 (Busulfan+Kök Hücre+D Vitamini Grubu);** Ağırlıkları belirlenen sıçanlara, 15 mg/kg doz da busulfan 1 ml serum fizyoloji içerisinde çözülerek 14 gün ara ile 2 doz ip enjeksiyon yöntemi ile uygulanacak. İkinci busulfan uygulamasını takiben 14 gün boyunca 50 IU/gün D vitamini oral yolla verilecek ve Adipose kaynaklı mezankimal kök hücre  $1 \times 10^6$  ip enjeksiyon yöntemi ile uygulanacaktır.

### Doku Takibi

Deney sonunda sıçanlara 50 mg/kg ketamin ve 10 mg/kg xylazine uygulanarak

oluşturulan genel anestezi altında böbrek dokuları çıkarıldı ve %4'lük formaldehit solüsyonunda 24 saat tespit edildi. Ardından rutin histolojik doku hazırlama basamaklarından geçirilerek bloklandı (Tablo 1).

**Tablo 1:** Işık Mikroskobu Doku Hazırlama Tekniği

Sıra	Yapılan işlem	Süre	Sıra	Yapılan işlem	Süre
1	Formaldehit	48 saat	8	Absolü alkol	1 saat
2	Akarsu	2 saat	9	Absolü alkol	2 saat
3	%50 Alkol	1 saat	10	Ksilen I	30 dakika
4	%70 Alkol	1 gece	11	Ksilen II	30 dakika
5	%80 Alkol	1 saat	12	Ksilen III	30 dakika
5	%96 Alkol	1 saat	13	Eriyik parafin	1 gece
6	Absolü Alkol	1 saat	14	Bloklama	

#### **Hematoksilen&Eozin, Masson Trikrom ve Periodik Asit Schiff boyama**

Bloklanmış doku örneklerinden 5 µm kalınlığında kesitler alındı, böbreğin genel histolojik yapısını ve meydana gelebilecek olası patolojik bulguları değerlendirmek amacıyla Hematoksilen&Eozin (H&E) (Tablo 2), Masson's Trikrom (MT) (Tablo3) ve Periodik Asit Schiff (PAS) (Tablo 4) ile boyanarak Olympus BX51 mikroskobunda incelendi.

**Tablo 2:** Hematoksilen&Eozin Boyama Tekniği

Sıra	Yapılan İşlem	Süre	Sıra	Yapılan İşlem	Süre	Sıra	Yapılan İşlem	Süre
1	Etüv (60 °C)	2 saat	8	Akarsu	2 dk	15	%80 Alkol	1 dk
2	Ksilen I/II/III	10 dk	9	Hematoksilen	5-8 dk	16	%96 Alkol	1 dk
3	Absolü Alkol I/II	5 dk	10	Akarsu	5 dk	17	Absolü Alkol I/II/III	1 dk
4	%96 Alkol	5 dk	11	Eozin	3-5 dk	18	Ksilen I/II/III	20 dk
5	%80 Alkol	5 dk	12	Akarsu	1 dk	19	Kapatma	
6	%70 Alkol	5 dk	13	%50 Alkol	1 dk			
7	%50 Alkol	5 dk	14	%70 Alkol	1 dk			

**Tablo 3:** Masson’s Trikrom Boyama Tekniği

Sıra	Yapılan İşlem	Süre	Sıra	Yapılan İşlem	Süre
1	Etüv (60 °C)	2 saat	10	Fosfomolibdik	5 dk
2	Ksilen I/ II/ III	20 dk	11	Kurutma	5 dk
3	Absolü Alkol I/ II	5 dk	12	Anilin Blue	5 dk
4	%96/80/ 70/ 50 Alkol	5 dk	13	Distile su	3 dk
5	Akarsu	2 dk	14	Asetik asit	2 dk
6	Hematoksilen	5-8 dk	15	% 96 Alkol	2 dk
7	Akarsu	5 dk	16	Absolü Alkol	2 dk
8	Asit Fuksin	5 dk	17	Ksilen I/ II/ III	20 dk
9	Distile su	3 dk	18	Kapatma	

**Tablo 4:** PAS Boyama Tekniği

Sıra	Yapılan İşlem	Süre	Sıra	Yapılan İşlem	Süre	Sıra	Yapılan İşlem	Süre
1	Etüv (60 °C)	2 saat	8	Distile su	2 dk	15	%80 Alkol	1 dk
2	Ksilen I/II/III	10 dk	9	Periodik asit	20 dk	16	%96 Alkol	1 dk
3	Absolü Alkol I/II	5 dk	10	Distile su	5 dk	17	Absolü Alkol I/II/III	1 dk
4	%96 Alkol	5 dk	11	Shiff solusyonu	20 dk	18	Ksilen I/II/III	20 dk
5	%80 Alkol	5 dk	12	Akarsu	5 dk	19	Kapatma	
6	%70 Alkol	5 dk	13	%50 Alkol	1 dk			
7	%50 Alkol	5 dk	14	%70 Alkol	1 dk			

### 2.3.İstatistiksel Analiz

Tüm analizlerin istatistiksel değeriendirilmesinde SPSS 22 paket deneme programı kullanıldı. Veriler ortalama±standart hata olarak gösterildi. Grupların normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov Smirnov ile test edildi. Normal dağılım gösterdiği belirlenen değışkenlerde tek yönlü varyans analizi (Anova), gruplar arasındaki farklılık ise Tukey testi ile yapıldı.  $p<0.05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

### BULGULAR

### Histopatolojik Bulgular

Bus 'nın tek başına uygulandığı doku örneklerinde renal kortekste şiddetli dejenerasyon, atrofik glomerüller ve geniş bowman kapsülü içeren renal cisimcikler, distal ve proksimal tübüllerin yapısında bozulma ve PAS boyama ile fırçamsı hücrelerin kaybı mevcuttur. Ayrıca, Bus uygulamasına maruz kalan grupta, kontrol grubuna kıyasla Bowman boşluğunun arttığı da hemorojinin yoğun olduğu tespit edilmiştir. (Şekil 1). Bus+D vitamini kısmında Bus grubuna göre glomerül yapısında düzelmeler görülmüş ve kontrol grubuna yakın bir glomerül yapısı gözlemlenmiştir. Ayrıca, Bus grubuna göre Proksimal ve distal tübüllerde hücreler daha belirgin hale gelmiştir. Hemorojide azalma mevcuttur. Bus+kök grubu glomerül çapları ve yapısı kontrole daha yakın olan grup olup distal ve proksimal tübüllerin çekirdek ve hücre yapısı Bus grubuna göre daha düzenli idi ve hemorojide azalma mevcuttu. Bus+D vit+Kök hücre uygulanan grupta kontrol grubuna benzer özellikler gözlemlendi. Glomerül yapısında ve bowman kapsülü genişliğinde Bus grubuna göre daralma ve glomerül yapısı kontrol grubuna yakındı. Ayrıca distal ve proksimal tübüllerin yapısı diğer gruplara göre daha düzenli bir yapıya sahipti ve silyalar gözlemlenmeye başlanmıştır (Şekil 1).

### 3.2. İstatistiksel Bulgular

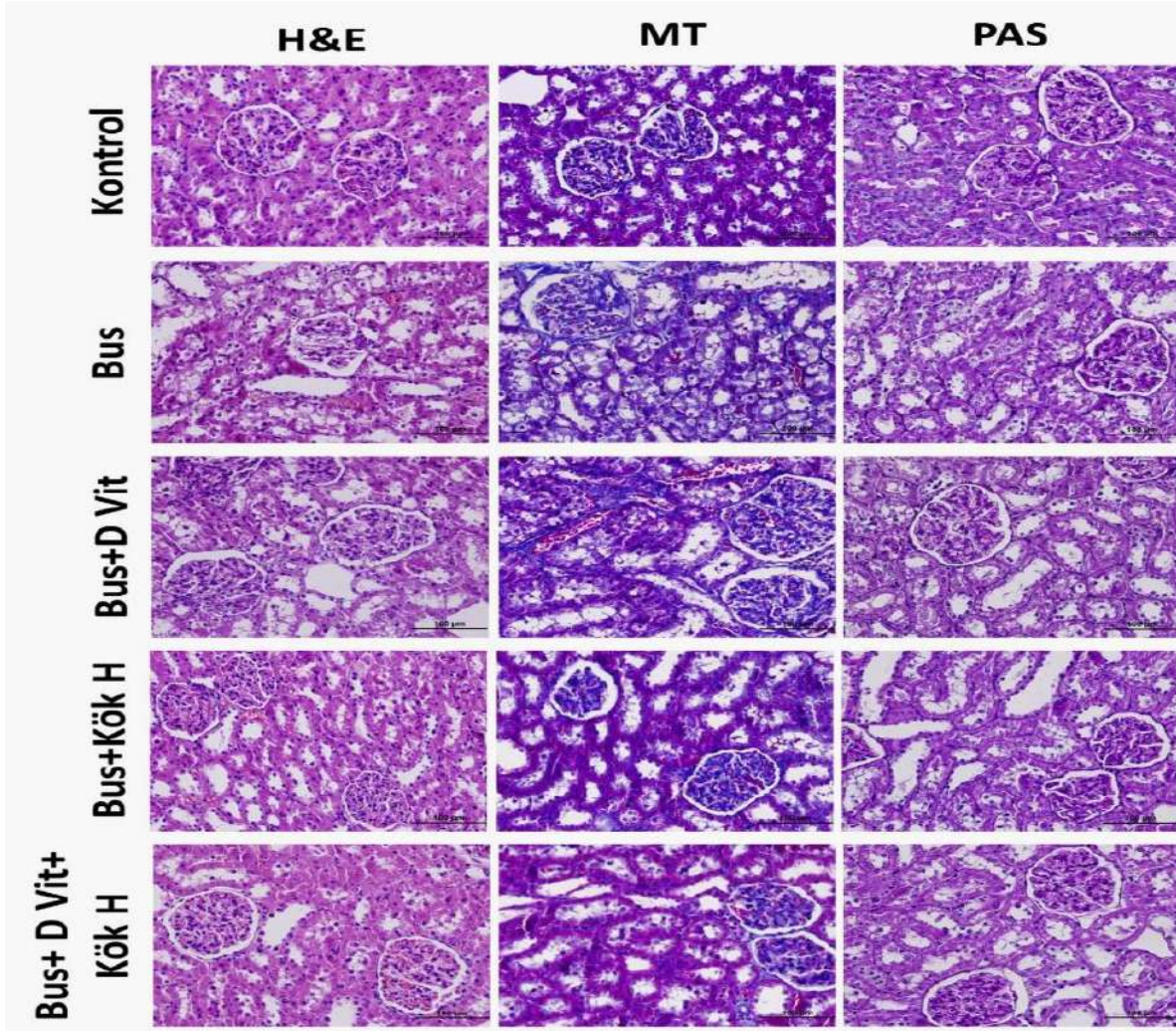
(n=20)	Kontrol	Bus	Bus+ D vit	Bus+ Kök Hücre	Bus+ D vit+ Kök H	p
Glomerül çapı	135,86±5,8 0 <sup>a</sup>	142,75±7,9 6 <sup>a</sup>	138,34±12, 03 <sup>a</sup>	137,96±18, 40 <sup>a</sup>	139,22±10, 45 <sup>a</sup>	,461

Busulfan grubuna ait ortalama glomerül çapında artış meydana geldiği, ancak bu artışın kontrol ve diğer deney gruplarıyla kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı tespit edildi ( $p>0,05$ ) (Tablo 5). İlâveten diğer gruplar arasında da istatistiksel olarak fark yoktu ( $p>0,05$ ).

**Tablo 5:** Kontrol ve deney gruplarına ait ortalama glomerül çaplarının istatistiksel karşılaştırılması

Aynı satırda yer alan aynı harfler gruplar arası benzerliği, farklı harfler farklılığı ifade etmektedir.





Şekil 1: Kontrol ve deney gruplarına ait görüntüler (H&E, MT, PASX40).

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Mohammad-Âmin Abdollahifar ve ark. yapmış oldukları çalışmalarda busulfan grubunda kontrol ve kurkumin gruplarına göre vücut ağırlığında, böbrek ağırlığında, böbreğin toplam hacminde, toplam nefron tübül uzunluğunda ve glomerül ve nefron tübüllerinde sayısal yoğunlukta azalma ve nefron tübülleri ve tübül uzunluğunda bozulma olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca glomerül yapısında bozulma ve bowman boşluğunda artış görülmüştür. Kurkumin gruplarında busulfan grubuna kıyasla BUN, kreatinin ve ROS üretiminde azalma ve busulfan ile indüklenen sıçanlara kıyasla GSH aktivitesinde artış olduğunu göstermişler ve kurkumin uygulaması ile glomerül ve nefron tübüllerinin sayısal yoğunluğunun azalması önlenmiş. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde busulfan uygulanan grupta glomerül yapısında bozulma mevcut olup proksimal ve distal tübüllerde de bozulma tespit edildi. D vitamini ve kök hücre uygulanan gruplarda ise busulfanın neden olduğu hasarın azaltıldığı histopatolojik ve istatistiksel olarak gösterilmiştir (Şekil 1, Tablo 5).

Songyan Yu ve Ark. çalışmalarında, ADSC'lerin çoklu intravenöz infüzyonları, iltihabı hafifleterek ve doku onarımını destekleyerek uzun vadeli T2DM komplikasyonlarına karşı



önemli koruyucu etkiler ürettiğini bildirmişlerdir ve bu çalışma, ADSC'lerin uzun vadeli diyabetik komplikasyonlar için yeni, alternatif bir hücre tedavisi olabileceğini düşündürmüştür. Bizim çalışmamızda da ADSC'lerin böbrek dokusunda bulunan glomerül çapını ve yapısını, bowman kapsülünü, proksimal ve distal tübüldeki hücre kaybının onarımında etkili olduğu ve hemorajiyi önlediği gözlenmiştir.

D vitamini eksikliği KBH'de oldukça yaygındır. Yahn-Yir Chau ve Juhi Kumar nın yapmış olduğu çalışmada ve Tip 2 diyabeti ve proteinürisi olan 281 denekte Paricalcitol'un (1 ve 2 µg) büyük, randomize, plasebo kontrollü bir çalışması olan VITAL çalışması, plaseboya kıyasla proteinüride doza bağımlı bir azalma ile birlikte idrar albümin kreatinin oranlarında anlamlı azalma göstermiştir. 25(OH)D eksikliğinin düzeltilmesi erken sekonder hiperparatiroidizmi önleyebileceğini Aktive edilmiş D vitamini kullanımı, kronik böbrek hastalığının daha yavaş ilerlemesi ve yetişkin KBH ve SDBY hastalarında hayatta kalma süresinin artmasıyla ilişkilendirmişlerdir. Bizim çalışmamızda busulfan uygulanarak böbrekte oluşturulan hasarı, bir hafta boyunca D vitamini uygulayarak sonucunu gözlemledik. Gözlemlerimiz sonucunda busulfan uygulanan sıçanların böbrek yapısı ile D vitamini uyguladığımız sıçanların böbrek yapısında onarımsal olarak farklılıklar olduğunu ve glomerül yapısında, renal tübüllerde iyileşme olduğu gözlemlendi.

Sonuçlarımız D vitamini ve Kök Hücre'nin, kurkimin de dahil olmak üzere kullanıldığı antioksidan tedavinin böbrekteki busulfan kaynaklı oksidatif stres üzerinde kısmi inhibitör etkisi olduğunu gösteren önceki çalışmalarla örtüşmektedir (Mohammad-Âmin Abdollahifar ve Ark. 2020, s.). Çalışmamız neticesinde Bus+D Vit., Bus+ Kök H. Ve Bus+D Vit. + Kök H. verilen gruplarda sadece Bus uygulanan gruba göre proksimal ve distal tübüller ile glomerül yapısındaki düzensizliklerde azalma gözlemlendi. Bus grubuna kıyasla Bus+D Vit. + Kök H. Gruplarında normal yapıya yakın özellikler sergilediği tespit edildi. D Vitamini ve Kök Hücre'nin onarıcı özelliği nedeniyle akut böbrek hasarına karşı onarıcı etki gösterdiği görülmüştür ve bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı kanaatindeyiz.

## 5. Kaynakça

1. Assayag M, Rouvier P, Gauthier M ve diğerleri. 2017 Kasım 16. Kemoterapi sırasında böbrek yetmezliği: pemetrexed'in subakut nefrotoksitesini değerlendirmek için böbrek biyopsisi.; *BMC Kanser* 17(1):770 doi: 10.1186/s12885-017-3705-7
2. Brinster RL, Zimmermann JW. Erkek. 1994. Germ hücre transplantasyonunu takiben spermatogenez. *Proc Natl Acad Sci ABD.*; 91 (24):11298-11302.
3. Karimaghani N., Tamadon A., Rahmanifar F., Mehrabani D., Jahromi AR, Zare S., Khodabandeh Z., Jahromi IR., Koochi-Hoseinabadi O., Dianatpour M. 2018. Spermatogenesis after transplantation of adipose tissue-derived mesenchymal stem cells in busulfan-induced azoospermic hamster. *IRAN J BASIC MED SCI.*;21(7):660-667
4. Loubna Mazini, Luc Rochette, Mohamed Amine ve Gabriel Malka. 2019 Mayıs. Adipozdan Türetilmiş Kök Hücrelerin (ADSC'ler) Rejeneratif Kapasitesi, Mezenkimal Kök Hücreler (MSC'ler) ile Karşılaştırılması. *INT J MOL SCI*; 20 (10): 2523.

5. MA Wallace. Böbreğin anatomisi ve fizyolojisi. 1998 Kasım *AORN J*;68(5):800, 803-16, 819-20; *sinav* 821-4. doi: 10.1016/s0001-2092(06)62377-6.
6. Meistrich ML, Wilson G, Mathur K, Lillian MF, Rodriguez MA, McLaughlin P, Hagemester FB. 1997 Rapid recovery of spermatogenesis after mitoxantrone, vincristine, vinblastine, and prednisone chemotherapy for Hodgkin's disease. *J CLIN ONCOL.*; 15: 3488–3495.
7. Maschmeyer, A.K. Lorenz, K. Schimek, T. Hasenberg, A.P. Ramme, J. Hübner, M. Lindner, C.Drewell, S. Bauer, A. Thomas, (2015), A four-organ-chip for interconnected long-term co-culture of human intestine, liver, skin and kidney equivalents, *LAB CHIP* 15 (12) 2688–2699.
8. Mohammad-Amin Abdollahifara, Vahid Ebrahimib, Abbas Aliaghaeia , Amir Raoofic ,Amirreza Khosravia , Amirhosein Hasania , Ali Mehdizadehd and Mohammad Asadi 2020, Protective effect of curcumin on busulfan-induced renal toxicity in male rats, VOL. 42, NO. 1, 969–977 doi: 10.1080/0886022X.2020.1818580
9. Ning Qu, Miyuki Kuramasu , Kenta Nagahori , Yuki Ogawa , Shogo Hayashi , Yoshie Hirayanagi , Hayato Terayama , Kaori Suyama , Kou Sakabe , ve Masahiro Itoh Geleneksel İlaçlar Hachimi-Jio-Gan ve Hochu-Ekki'nin 2020 Mart Birlikte Uygulanması Busulfan Kaynaklı Aspermatogenezi Tersine Çevirebilir. *INT J MOL SCI.*; 21 (5): 1716.
10. Oun R, Moussa YE, Wheate NJ. 2018, Platin bazlı kemoterapi ilaçlarının yan etkileri: kimyagerler için bir inceleme. *DALTON TRANS*; 47 (19):6645-6653
11. Rajiv Kumar<sup>1</sup>, Peter J Tebben , James R Thompson 2012 Jul 1 Vitamin D and the kidney *ARCH BİOCHEM BİOPHYS.*;523(1):77-86. doi: 10.1016/j.abb.2012.03.003
12. Songyan Yu, Yu Cheng, [...], and Yiming Mu, 20 Kasım 2019, Treatment with adipose tissue-derived mesenchymal stem cells exerts anti-diabetic effects, improves long-term complications, and attenuates inflammation in type 2 diabetic rats
13. Yahn-Yir Chau<sup>1</sup>, Juhi Kumar 2012 Aug, disease Vitamin D in chronic kidney 79(8):1062-8. doi: 10.1007/s12098-012-0765-1

## EFFECTS OF SUMAC (*Rhus coriaria L.*) ON METHOTREXATE-INDUCED LUNG INJURY

Asst. Prof. Gülsen BAYRAK<sup>1</sup>, Prof. Dr. Ebru BALLI<sup>2</sup>, Asst. Prof. Tuba ÖZCAN METİN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Uşak University, Science of Medicine, [gulsen.bayrak@usak.edu.tr](mailto:gulsen.bayrak@usak.edu.tr), 0000-0002-1397-7203

<sup>2</sup> Mersin University, Science of Medicine, [ebru\\_balli@yahoo.com](mailto:ebru_balli@yahoo.com), 0000-0002-9950-5548

<sup>3</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Science of Medicine, [tuba84\\_ozcan@hotmail.com](mailto:tuba84_ozcan@hotmail.com), 0000-0003-0624-026X

### ABSTRACT

Chemotherapy-induced lung injury results in toxic side effects. Sumac (*Rhus coriaria L.*) has therapeutic potential because of its bioactive compounds in many diseases. This study investigated the possible protective potential of sumac against the lung injury induced by methotrexate (MTX).

The groups were designed as follows: control, sumac extract (SE) (500 mg/kg), MTX (20 mg/kg), and MTX+SE. Lung tissues were examined on transmission electron microscopy.

Electron microscopic examinations of the control and sumac groups revealed that Type 1 and Type 2 pneumocytes, blood air barrier, interstitial areas and alveolar lumen had normal ultrastructural morphology.

In the MTX group, loss of cristae were observed in the mitochondria of Type 2 pneumocytes. There were intracapillary inflammatory cells in this group. Collagen fibers were increased in the interstitial area. Erythrocytes and degenerated cells were found in the alveolar lumen.

It was observed that Type 1 and Type 2 pneumocytes and blood air barrier had normal morphological features in the in the MTX+SE group. No increased collagen fibers were found in the interstitial area. The alveolar lumen was normal.

In conclusion, administering SE improved lung injury induced by MTX ultrastructurally.

**Key words:** Methotrexate, sumac, ultrastructure.

## 1. INTRODUCTION

It has been known that there is a relationship between the development of pulmonary diseases and treatments with various drugs such as methotrexate (MTX), bleomycin and amiodarone. However, the prediction of drug-induced pulmonary disease is extremely difficult because several factors must be taken into account: medical history, microviral infection, drug-drug interaction, and irritation in addition to endogenous factors such as chemokines and prostanoids (1).

MTX is a folic acid antagonist and has been widely used at high dosages for the treatment of various malignancies such as leukemia, breast, head, neck and lung carcinomas, whereas it is used at low dosages for the treatment of rheumatoid arthritis (RA). In the clinical setting, severe pulmonary side effects have been observed when physicians administered to the patients at the low dose of MTX for a long-term period (2, 3, 4, 5, 6, 7). Such complications have been observed with an acute or subacute onset of respiratory failure, often accompanied by cough and fever (8), and chest radiographs show diffuse interstitial opacity (6). Generally, effective treatment for the patient with lung fibrosis is known to be withdrawal of MTX and/or additional corticosteroid administered as soon as possible to avoid progression of the disease. However, some patients may deteriorate; irreversible interstitial pneumonia and subsequent death have been reported. Such a lung toxicity is estimated to be approximately 0.5~14% with a low dose MTX treatment (2, 3, 4, 5, 7). Especially in RA patients who receive long-term MTX have a high risk for the die from lung fibrosis. Therefore, it is very important to elucidate the mechanisms and protect against the development of drug-induced pulmonary fibrosis (9).

Sumac is a common name for the genus *Rhus*, and although it comprises 250 individual species, only a few of them have been evaluated for their potential biomedical applications; in particular, *Rhus glabra* (*R. glabra*), grown in North America, is traditionally used in the treatment of bacterial infections, while *Rhus coriaria* (*R. coriaria*), grown in the Canary Islands, Iran, Afghanistan, and southeast of Turkey, is commonly used as a spice and drug, especially for wound healing (10). Recently, several studies have been performed on the bioactive ingredients of sumac, representing a rich source of phenolic compounds with strong antimicrobial and antioxidant activity (11). Phenols play an important role in plants concerning defense against microorganisms; indeed, they penetrate through the bacterial membrane or the cell wall altering membrane fluidity and cell wall integrity, thus resulting in microorganism

death (12). Some of the antimicrobial compounds present in sumac are anthocyanins, hydrolyzable tannins, gallic acid, and flavones, in particular myricetin and quercetin (13). Concerning production strategies, sumac is able to grow in tropical regions, usually in areas not dedicated to other agricultural products, and this could represent an advantage from an economical point of view: a noncompetitive culture can be carried out aiming at the commercial exploitation of sumac bioactive compounds (11).

Here, we aimed to investigate the possible protective potential of sumac against the lung injury induced by methotrexate (MTX).

## 2. MATERIALS AND METHODS

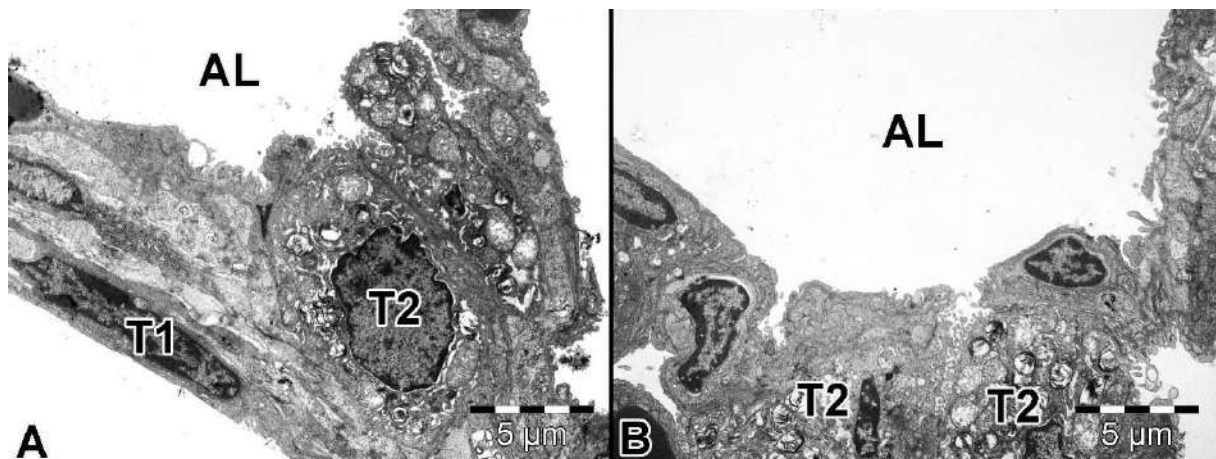
The groups were designed as follows: control, sumac extract (SE) (500 mg/kg), MTX (20 mg/kg), and MTX+SE.

### 2.1. Sample Preparation For Electron Microscopy

The removed lung tissue samples were firstly fixed with fresh 2.5% glutaraldehyde for four hours and then the tissues were washed with phosphate buffer in +4°C. For the postfixation, tissues were put 1% osmium tetroxide. After the postfixation, tissues dehydrated in graded alcohol series and cleared with propylene oxide, and then embedded in epon for the blocking. Tissue blocks were cut using an ultramicrotome (Leica UCT-125, Leica Microsystems GmbH, Wien, Austria) for semithin sections (2000 nm) and then cut thin sections (50–70 nm) by using a diamond blade. Sections were taken to copper grids and contrasted with uranyl acetate and lead citrate for five minutes. After the contrasting, sections were examined and photographed under a transmission electron microscope (JEOL JEM-1011, Jeol Ltd. Tokyo, Japan).

## 3. RESULTS

Electron microscopic examinations of the control and sumac groups revealed that Type 1 and Type 2 pneumocytes, blood air barrier, interstitial areas and alveolar lumen had normal ultrastructural morphology (Fig 1.).

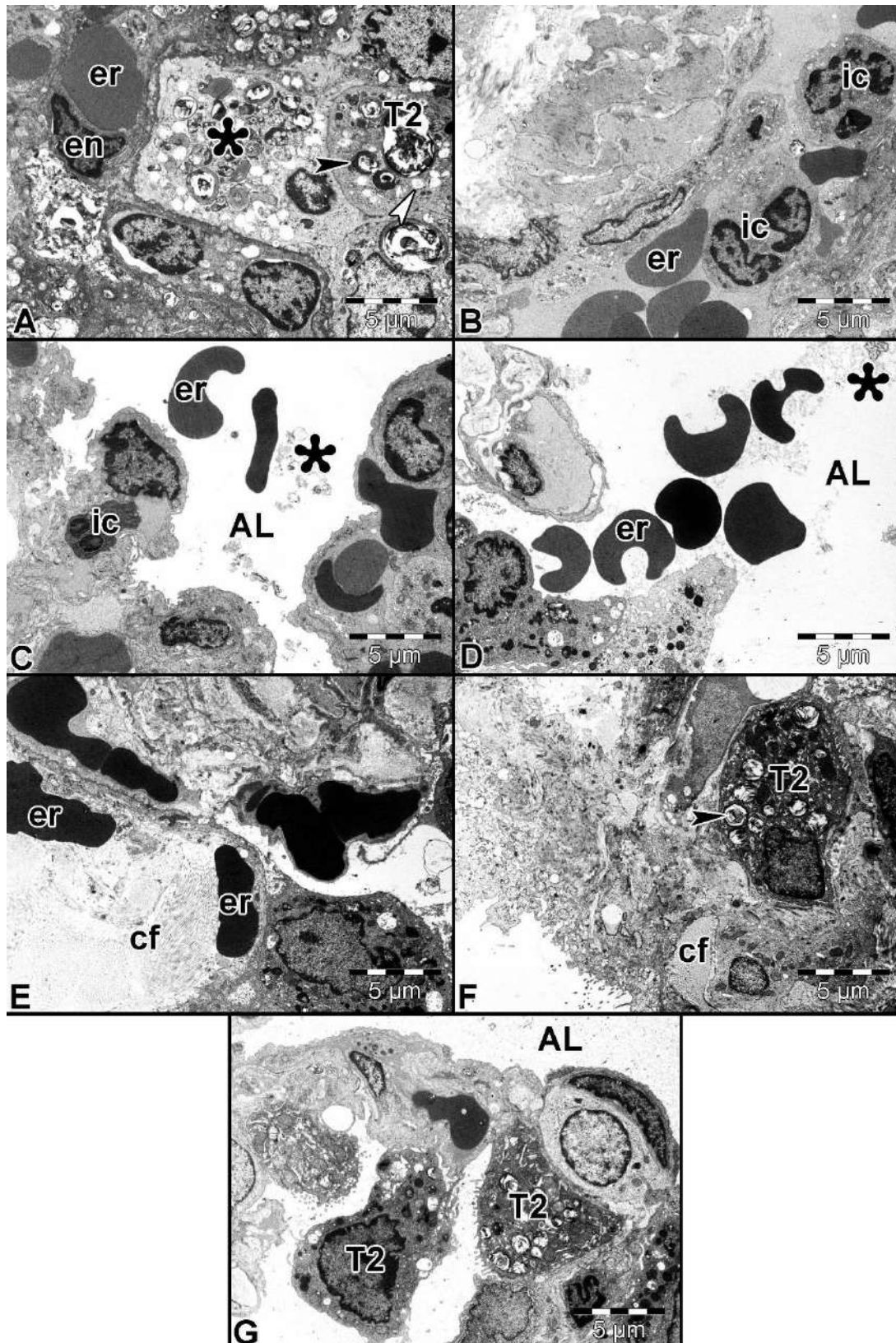


**Figure 1.** Electron microscope micrograph of Control (A) and Sumac (B) groups. Normal ultrastructure of Type 1 (T1) and Type 2 (T2) pneumocytes and alveolar lumen (AL).

In the MTX group, loss of cristae were observed in the mitochondria of Type 2 pneumocytes. And also Type 2 pneumocytes had atypical surfactant vesicles. There were intracapillary inflammatory cells in this group. Collagen fibers were increased in the interstitial area. Erythrocytes and degenerated cells were found in the alveolar lumen (Fig 2a, b, c, d, e, f).

It was observed that Type 1 and Type 2 pneumocytes and blood air barrier had normal morphological features in the in the MTX+SE group. No increased collagen fibers were found in the interstitial area. The alveolar lumen was normal (Fig 2g).





**Figure 2.** Electron microscope micrograph of MTX (A, B, C, D, E, F) and MTX+SE groups. In MTX group, loss of cristae of mitochondria (white arrowhead) and atypical surfactant

vesicles (black arrowhead) in Type 2 pneumocyte (T2). Intracapillary inflammatory cells (ic) (B and C). Erythrocytes (er) and cell debris (black asterisk) in the alveolar lumen (AL) (C and D). Erythrocytes (er) and collagen fiber in the interstitial area (E and F). In the MTX+SE group (G), normal ultrastructure of Type 2 pneumocyte (T2) and alveolar lumen (AL).

#### 4. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSIONS

Cancer chemotherapy and radiation therapy are most trustworthy hope of light for cancer patients. Worldwide viewpoint states that cancer chemotherapy has proved spectacular progress since the development of many synthetic and natural chemoprotectants which decrease the fatal consequences of chemotherapy and improve the life span of cancer patients (14). Diet sufficiently containing phyto-chemicals and antioxidants assists in averting many ailments. Natural compounds and their derivatives with good antioxidant activity, ameliorate the toxicity of a number of harmful chemicals (15, 16).

Methotrexate is prescribed for the treatment of a wide range of conditions, including cancer, rheumatoid arthritis, psoriasis, uveitis, asthma, granulomatosis with polyangiitis, sarcoidosis, primary biliary cirrhosis, and inflammatory bowel disease (17, 18). Lifethreatening toxicity may result following both high-dose and low-dose MTX therapy (17, 19). Over the past 3 decades there have been numerous reports of MTX-induced pulmonary toxicity, mainly acute interstitial pneumonitis. It is estimated that acute pulmonary toxicity develops in 1–8% of patients that receive methotrexate treatment for rheumatologic conditions, but several reports suggest that the incidence is as high as 33% (6). The pathophysiology of methotrexate-associated pulmonary toxicity is not fully understood. Oxidative stress significantly contributes to the development and progression of various diseases, but antioxidants play a key role in protecting against oxidative damage (20).

The sumac extract includes a great and diverse variety of bioactive ingredients, in particular in terms of antioxidant compounds (21). Our findings demonstrate that treating rats with SE may be useful in preventing MTX-induced lung toxicity by attenuating oxidative stress and inflammation. In particular, administering SE might have protective effects on MTX-induced damage to rat lung tissues.

## REFERENCES

1. Keane, MP., Strieter, RM., Belperio, JA. Mechanisms and mediators of pulmonary fibrosis, *Crit Rev Immunol*, 25(6), 429-63, 2005.
2. St Clair, EW., Rice, JR., Snyderman, R. Pneumonitis complicating low-dose methotrexate therapy in rheumatoid arthritis, *Arch Intern Med*, 145(11), 2035-8, 1985
3. Kremer, JM., Lee JK. The safety and efficacy of the use of methotrexate in long-term therapy for rheumatoid arthritis, *Arthritis Rheum*, 29(7):822-31, 1986.
4. Carson, CW., Cannon, GW., Egger, MJ., Ward, JR., Clegg DO. Pulmonary disease during the treatment of rheumatoid arthritis with low dose pulse methotrexate, *Semin Arthritis Rheum*, 16(3):186-95, 1987.
5. Gispen, JG., Alarcón, GS., Johnson, JJ., Acton, RT., Barger, BO, Koopman, WJ. Toxicity of methotrexate in rheumatoid arthritis., *J Rheumatol*, Feb;14(1):74-9, 1987.
6. Kremer, JM., Alaron, GS., Weinblatt, ME., et al. Clinical, laboratory, radiographic, and histopathologic features of methotrexate-associated lung injury in patients with rheumatoid arthritis: a multicenter study with literature review, *Arthritis Rheum*, 40(10), 1829–37, 1997.
7. Zisman, DA., McCune, WJ., Tino, G., Lynch, JP. Drug-induced pneumonitis: the role of methotrexate, *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis*, 18(3), 243-52, 2001.
8. Imokawa, S., Colby, TV., Leslie, KO., Helmers, RA. Methotrexate pneumonitis: review of the literature and histopathological findings in nine patients, *Eur Respir J*, 15(2), 373-81, 2000.
9. Ohbayashi, M., Suzuki, M., Yashiro, Y., Fukuwaka, S., Yasuda, M., Kohyama, N., Kobayashi, Y., Yamamoto, T. Induction of pulmonary fibrosis by methotrexate treatment in mice lung in vivo and in vitro, *J Toxicol Sci*, 35(5), 653-61, 2010.
10. Sezik, E., Zor, M., Yesilada, E. Traditional Medicine in Turkey II. Folk Medicine in Kastamonu. *Pharm. Biol*, 30 (3), 233–239, 1992.
11. Rayne, S., Mazza, G. Biological Activities of Extracts from Sumac (*Rhus Spp.*): A Review. *Plant Foods Hum. Nutr*, 62 (4), 2007.
12. Puupponen-Pimiä, R., Nohynek, L., Meier, C. Antimicrobial Properties of Phenolic Compounds from Berries. *J. Appl. Microbiol*, 90 (4), 494–507, 2001.

13. Mojaddar Langroodi, A., Tajik, H., Mehdizadeh, T. Antibacterial and Antioxidant Characteristics of Zataria Multiflora Boiss Essential Oil and Hydroalcoholic Extract of Rhus Coriaria L, *J. Food Qual. Hazards Control*, 6 (1), 16–24, 2019.
14. Wingo, PA., Ries, LA., Giovino, GA., Miller, DS., Rosenberg, HM., Shopland, DR., Thun, MJ., Edwards, BK. Annual report to the nation on the status of cancer, 1973-1996, with a special section on lung cancer and tobacco smoking, *J Natl Cancer Inst*, 91(8), 675–690, 1999.
15. Farzaei, MH., Bahramsoltani, R., Rahimi, R. Phytochemicals as adjunctive with conventional anticancer therapies, *Curr Pharm Des*, 22(27), 4201–4218, 2016.
16. Zhang, YJ., Gan, RY., Li, S., Zhou, Y., Li, AN., Xu, DP., Li, HB. Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases, *Molecules*, 20(12), 21138–21156, 2015.
17. Dawson, JK., Clewes, AR., Hendry, J. Pulmonary effects of low-dose methotrexate therapy, *Clin Pulm Med*, 11(5), 307–17, 2004.
18. Bara, C., Maillar, DH., Briand, N., Celerier, P. Methotrexate for bullous pemphigoid: preliminary study, *Arch. Dermatol*, 139(11), 1506–7, 2003.
19. Felson, DT., Anderson, JJ., Meenan, RF. The comparative efficacy and toxicity of second-line drugs in rheumatoid arthritis. Results of two metaanalyses, *Arthr Rheum*, 33(10), 1449–61, 1990.
20. Toullec, A., Gerald, D., Despouy, G., et al. Oxidative stress promotes myofibroblast differentiation and tumour spreading, *EMBO Mol Med*, 2(6), 211–30, 2010.
21. Emanet, M., Okuda, M., Şen, Ö., Lavarello, C., Petretto, A., Takeoka, S., Ciofani, G. Sumac (*Rhus coriaria*) Extract-Loaded Polymeric Nanosheets Efficiently Protect Human Dermal Fibroblasts from Oxidative Stress, *ACS Appl Bio Mater*, 19;5(12), 5901-5910, 2022.



## Examination of the Areas Separated by the Separation Diameter in the Raising Process

### Şuyulandırma İşleminde Ayırma Çapı İle Ayrılan Alanların İrdelenmesi

<sup>1</sup>Selim Taşkaya

\*<sup>1</sup>Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye.

\*Orcid No:[0000-0002-4290-3684](https://orcid.org/0000-0002-4290-3684)

\*Yazar e-mail: [selim\\_taskaya@artvin.edu.tr](mailto:selim_taskaya@artvin.edu.tr)

#### Abstract

Applications are made within the framework of different approaches in order to eliminate the conflicts on topography in the zoned areas. One of them is the dilution studies called the implementation of the 18th article of the zoning law. The determined parcels are taken into the regulation area by passing a certain border. The process is carried out in line with the surface areas of the zoning islands, which are called base and top, which will coincide with this area. The parcels that will enter the area to be arranged with grading are generally taken in line with their borders. However, sometimes due to the fact that the share of the regulation partnership is over 45% or due to technical details, some of them enter the regulation and some do not. In this case, the part that enters and does not enter with the separation diameter is displayed during operation. In the study area, which was taken as a piecemeal region with a general and specific approach, it was examined with examples how the parcels would be regulated or not without the maximum and minimum range of the regulation partnership share.

**Keywords:** Zoned Area, Separation Diameter, DOP

#### Özet

İmarlı alanlarda topoğrafya üzerindeki itilafların giderilmesi amacı ile farklı yaklaşımlar çerçevesince uygulamalar yapılır. İmar kanunu 18. Madde uygulaması denilen şuyulandırma çalışmaları bunlardan birisidir. Belirlenen parseller belli bir sınır geçirilerek düzenleme alanı içerisine alınır. Bu alan içerisine denk gelecek altlık ve üst olarak adlandırılan imar adaları yüzölçümleri doğrultusunda işlem yapılır. Şuyulandırma ile düzenlenecek saha içerisine girecek parseller genellikle sınırları doğrultusunda alınır. Ancak bazen düzenleme ortaklık payının %45'in üzerinde olması ya da teknik detaylar nedeniyle düzenlemeye bir kısmı girerken bir kısmı girmez. Bu durumda ayırma çapı ile giren ve girmeyen kısım çalışma esnasında gösterilir. Genellik ve özellik yaklaşımıyla parça parça bölge olarak alınan çalışma sahasında çıkan düzenleme ortaklık payının maksimum ve minimum aralığı çok olmadan parsellerin nasıl düzenlemeye alınıp ya da alınmayacağı örneklerle irdelendi.

**Anahtar Kelimeler:** İmarlı saha, Ayırma Çapı, DOP

#### 1. Introduction

The importance of shelter, which is one of the most basic needs in a society, is obvious. As a result of the urbanization that occurs with the need for shelter, the main task of architects and engineers is to create cities with livable environmental conditions. During the construction of these cities, it is important not only to meet the needs of the society, but also to comply with the legally determined prohibitions and rules. In our country, the zoning practices carried out within the framework of the Zoning Law No. 3194 are one of the areas where the most problems are encountered in the construction of our cities. Identifying these problems, determining the root causes of the problems and presenting the necessary solutions within the framework of the main causes are an important step to create livable cities (Büyükaslan, 2021).

With the increase in immigration to big cities, the rapid increase in the population increases the need for housing at the same rate. In applications made to meet this need, this speed causes some errors. Another reason for the mistakes made in zoning practices is some deficiencies or changes in the laws in the legal sense. Due to this deficiency, the public as well as the real estate owners are in a very difficult situation. These mistakes, which negatively affect the country's economy, are an important problem in our cities that are trying to develop. In addition to these, the cancellation of applications causes a great loss in terms of labor and time. It is possible to see what the Zoning Law No. 3194 and other supporting laws and zoning practices are, and the technical and legal rules to be followed in the implementation part. However, the basic solution to eliminate the zoning implementation mistakes in Turkey is to show how it should not be done rather than how it should be done. Considering the legal and technical rules, the errors encountered during the implementation of the zoning applications can be determined by the literature and the lawsuits filed before. What is more important than the detection of errors is to find the causes of the errors and to minimize these errors with solutions (Büyükaslan, 2021).

It was aimed to determine whether immovable owners have a negative prejudice against the land and land arrangement method in the zoning plan applications in urban areas in Turkey, and if there is a negative bias, it was aimed to reveal the reasons for this prejudice. tried to be determined (Odabaş, 2022; Şence Türk and Ünal, 2003). The value differences in the cadastral plots and the value differences arising from the construction of the zoning plans were examined separately, the possibilities of using them in the production of new zoning parcels were investigated, and for this purpose, a general evaluation was made on the zoning plan based on some value factors (İspir, 2006; Odabaş, 2022).

According to Article 18 of the Zoning Law No. 3194, land and land arrangement is to combine the lands and lands with or without buildings within the zoning boundary with the places belonging to public institutions or municipalities, without the consent of the owners or other right holders, with road surpluses. Municipalities are authorized to divide them into islands or parcels in accordance with the plan, to distribute them to the right holders on the basis of detached, share or condominium ownership, and to have their registration procedures done ex officio. If the mentioned places are outside the municipality and the adjacent area, the above-mentioned authorities are expressed as being used by the governorship (Odabaş, 2022). The basic principle in land and land arrangement is to ensure that the existing cadastral parcels in a regulation area are brought into a single mass, arranged in the form of new zoning parcels in accordance with the zoning plan data, and returned to the owners, while at the same time presenting the public areas to the public service (Chou and Shen, 1982).

## 2. Theoretical Framework and Scope

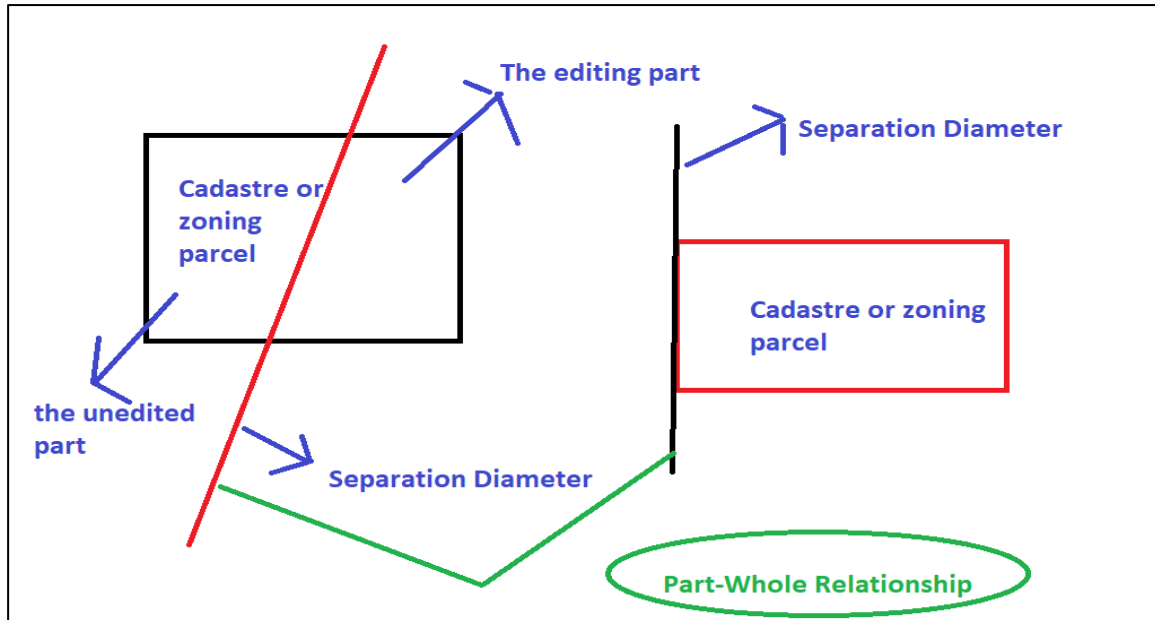
Land and Land arrangement is applied within the scope of Article 18 of the Zoning Law. This application, which is expressed as the 18 application, covers all of the lands and lands with or without buildings. While this application is being implemented, the deduction made for public services from the



surface areas in the distribution of the parcels after the regulation is called the "regulation partnership share deduction". With the article below and amended in 2019, this deduction can be made up to 45%. The public service areas to be covered by the DOP deduction are quite extensive. Which service places can be covered with this deduction is detailed in article 18. 34 Since the land and land arrangement application is quite comprehensive and there are many details about the calculations, a regulation containing much more detailed information was published in the official newspaper 31047 in 2020 with the name of Regulation on Land and Land Arrangements (Büyükaslan, 2021).

Planned Areas Zoning Regulation entered into force with the Official Gazette No. 30113 published on 03.07.2017. This regulation has been prepared based on the provisions of the Zoning Law No. 3194 dated 03.05.1985 and the Decree Law No. 644. Purpose; is to determine the provisions regarding the construction and inspection of buildings in accordance with health, science, plan and sustainable environmental conditions (Planned Areas Zoning Regulation, 2017). In Article 7, the details of allotment and unification, which are zoning practices, are mentioned. According to this; In case of a plan change for the members with a parceling plan, unification and allotment cannot be made before it is in the hands of the public. In parcel distribution, allotment and amalgamation cannot be made until it is ensured that the buildings do not disturb the appropriate aesthetics of the street. The lands that do not have a road front cannot be allocated. First of all, frontage to the road should be provided with land arrangement. According to the reports, no allocation can be made in the parcels where construction is prohibited. Parts to be used for expropriations are not subject to these expropriation conditions. Unity cannot be made on the lands separated by the allocation line in the plan. The height value given to the conjoined parcels cannot be exceeded (Planned Areas Zoning Regulation, 2017).

### 3. Material and Method



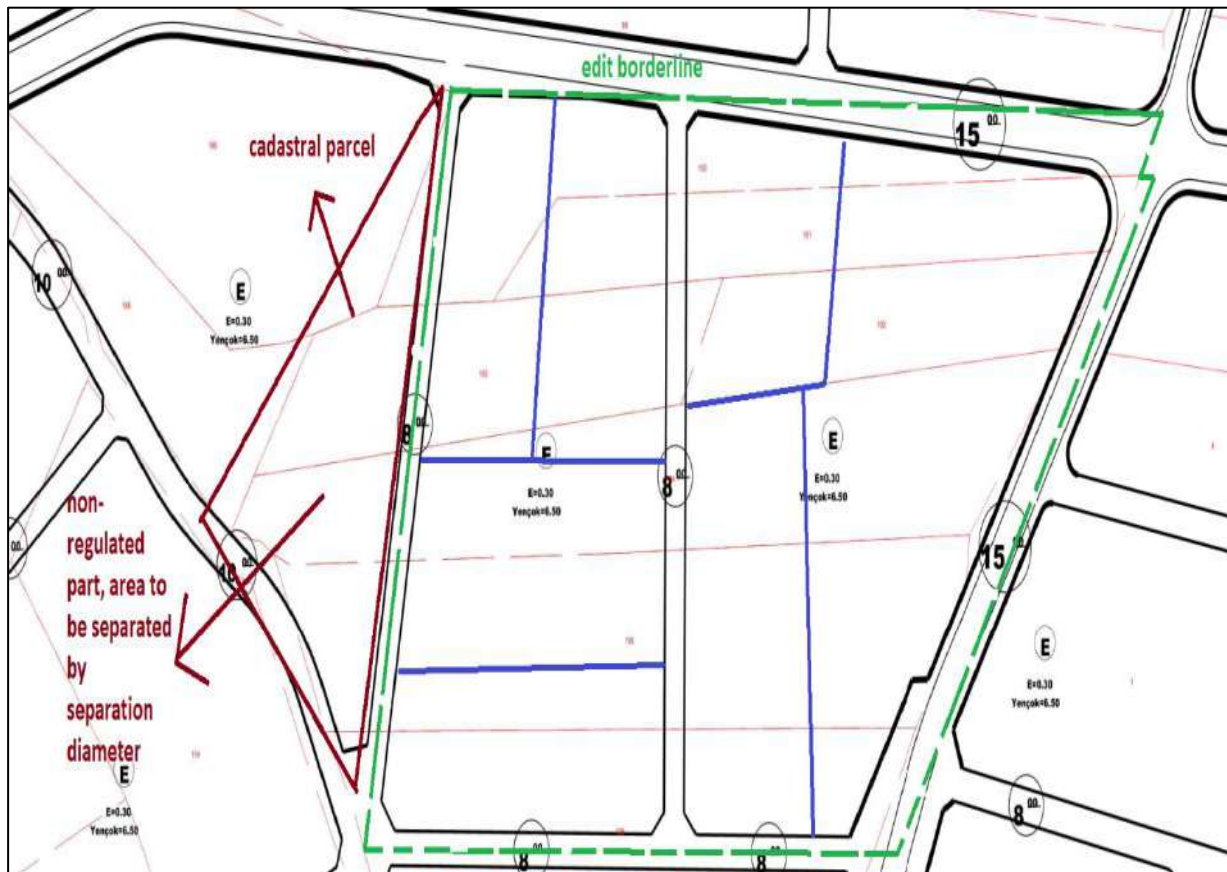
**Figure 1.** Graphical representation of Part Whole Relationship

It is understood that forming the separation diameter should be examined in terms of the whole relationship of the trotter, especially in the representation shown graphically in Figure 1. If the parcels that enter or do not enter the arrangement are separated by the separation diameter, the difference in the amount of DOP section should not be large at the place where the next arrangement area will be. That

is, instead of creating a separation diameter, it is more correct to avoid creating a separation diameter in order to ensure that the amount of interruption is uniform as a whole.

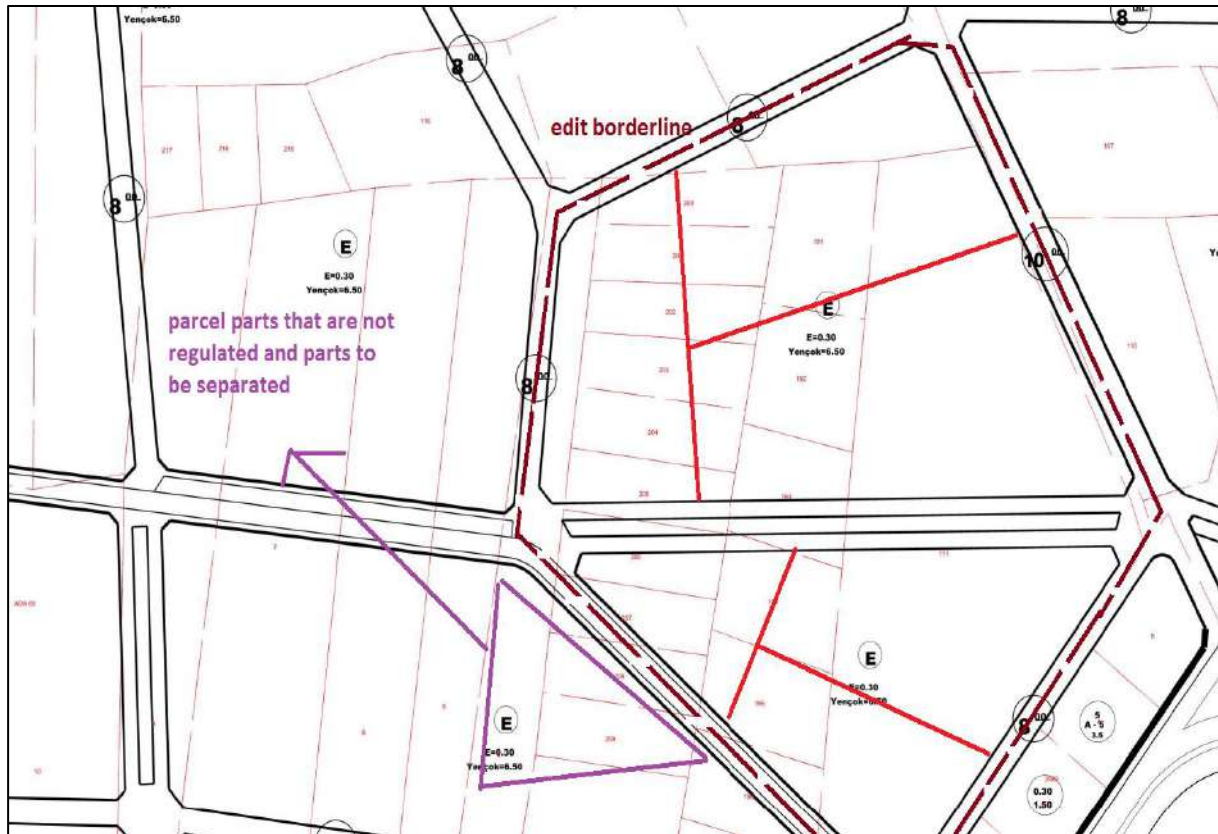
#### 4. Finding and Discussion

Separation diameter is a parameter used in the separation of the desired parcels to be regulated in the separation of the places to be determined as the working area during the grading, which is the biggest step model of the zoning application. The function of the separation diameter was examined with examples.



**Figure 2.** Display of the image from the zoning plan where the separation diameter will occur

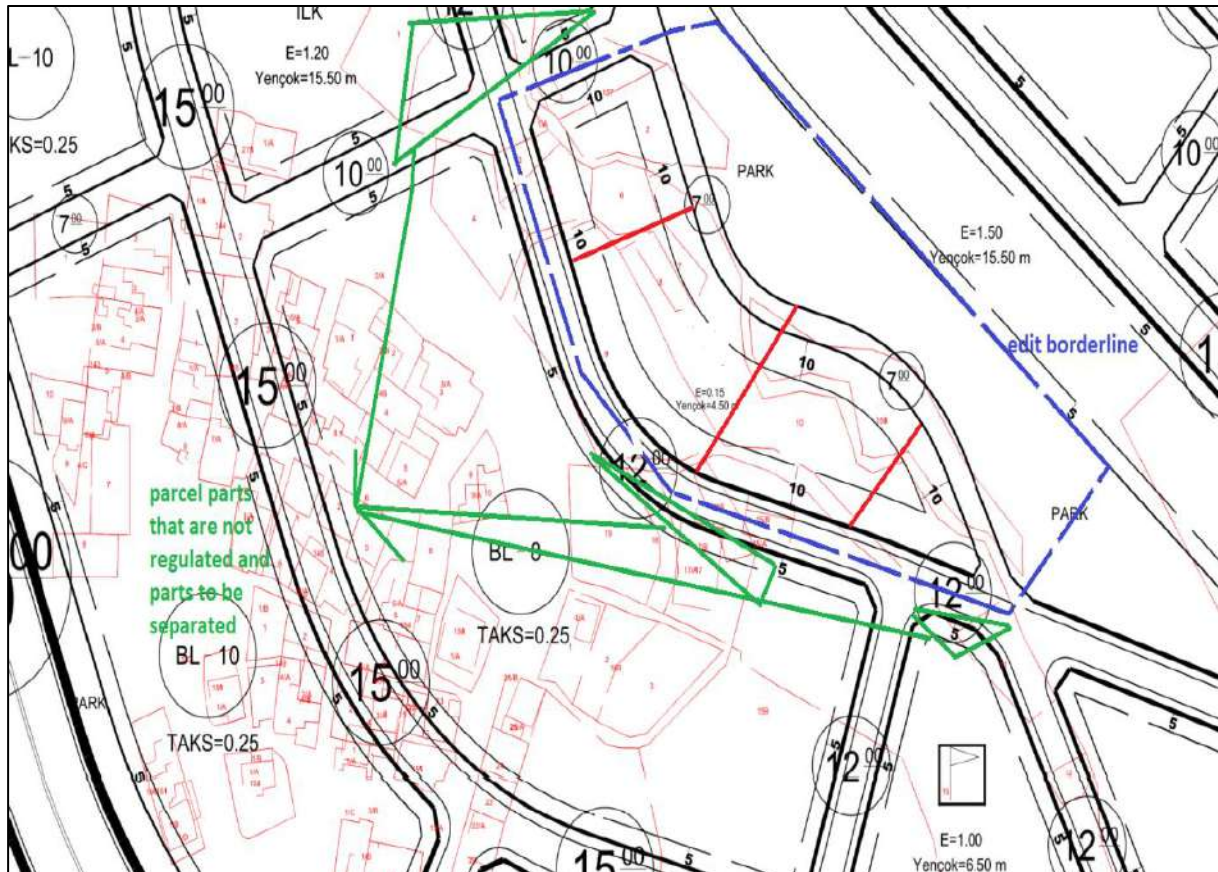
The cadastral parcels, which are shown with a thin red line as a base in Figure 2, are the parcels in the form of fields with the term citizen. This means that they will often be edited for the first time. Especially when passing the regulation border, the question of which zoning island and cadastral parcels will be included in this process should definitely be sought. When the cadastral parcels are very large, when it is necessary to do it within a certain area of the regulation area, it is the process of showing that a part of the cadastral parcel is taken out of the regulation area and the area that is not regulated is not processed with the separation diameter. The point that draws attention here is that it would be correct to make a large-scale grading as a whole, instead of only on the basis of the zoning islands, that is, local grading in parts. Because the amount of deduction of the piece of land that is not included in the arrangement, separated by the separation diameter that is not processed today, may be different in the other work to be done, as well as creating shared zoning parcels.



**Figure 3.** Representation of points that will require a separation diameter

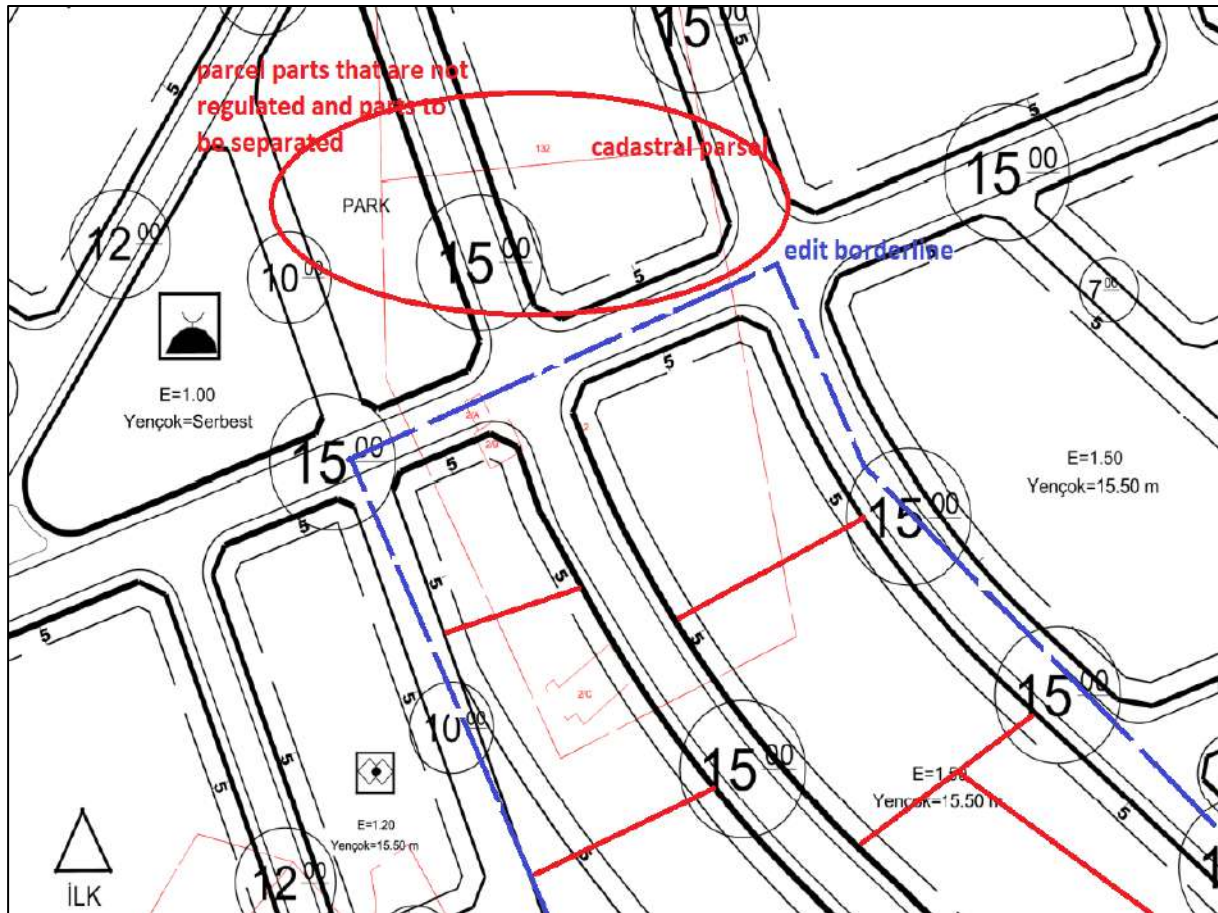
In Figure 3, a brown dashed line is drawn for the formation of new zoning parcels that may occur after a certain amount of cuts to the nearest zoning islands where the parcels without zoning roads extending along the northern and southern lines are processed in the zoning plan. With the grading work that will coincide with 2 zoning islands, the base parcels have turned into new zoning parcels in red. Some of the cadastral parcels in the southwest had to be outside the regulation boundary. The reason is either to balance the parcel-based area to be cut by reducing the deduction amount of the DOP, that is, the regulation partnership share. It has been stated that the part that does not enter the citizens after it is built in this way may turn into a new development parcel on the other zoning island with the grading work that may occur in the neighboring area in the future.





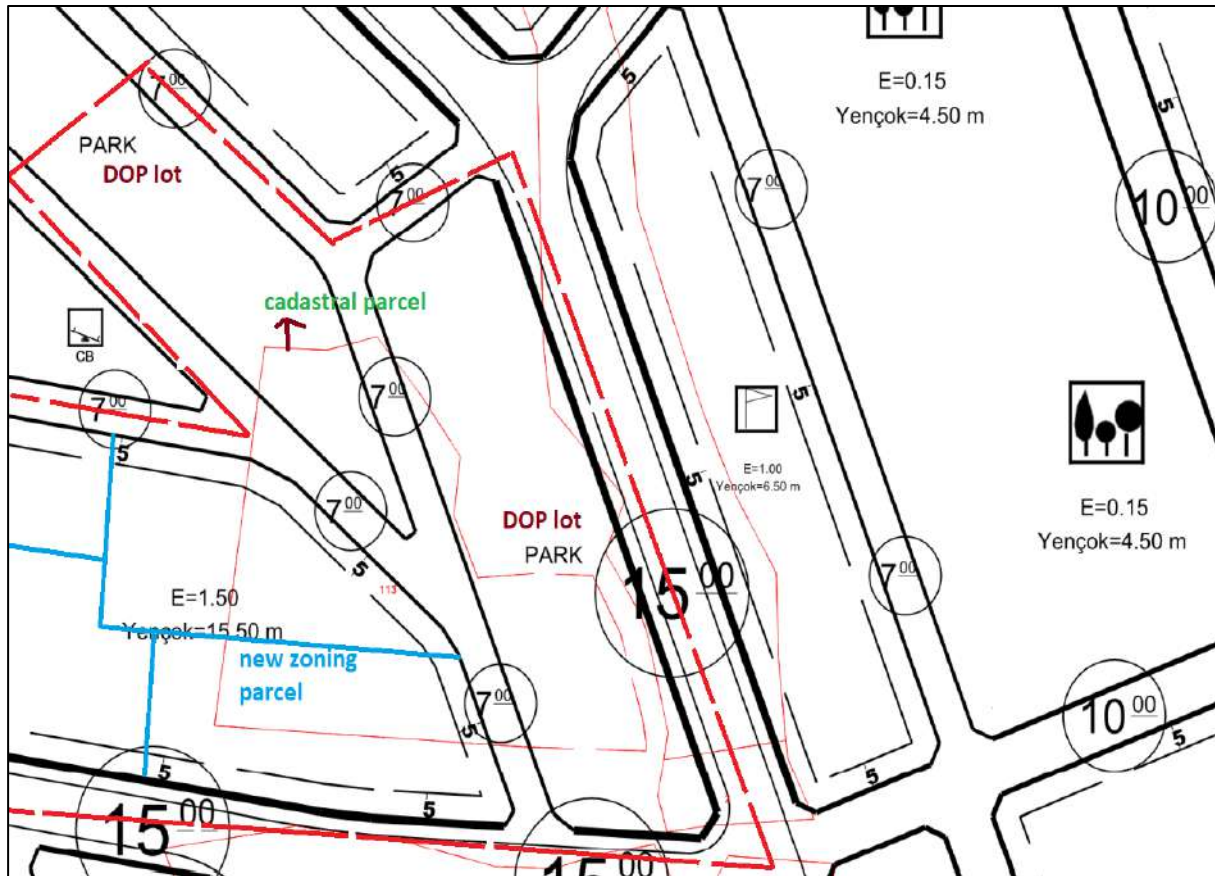
**Figure 4.** Display of separation diameter operation of areas such as streams at the point where the regulation area passes

In the area shown with the blue dashed line in Figure 4, grading was carried out on a single zoning island. A regulation was passed in order to eliminate the irregularity in the sub-plots in faint red color, especially since there is land such as creeks, slopes and arcs in that region and since the property of these areas belongs to the treasury, the separation diameter will act as a wildcard in the share solutions in certain parts, especially in stratification, without entering the neighboring zoning islands in the region. separated and shown in green. Especially in the grading process, these types of land plots play a relaxing role in the creation of new zoning parcels with citizens as the last resort.



**Figure 5.** Separation diameter view on a single cadastral plot

In Figure 5, if a cadastral parcel with a large area coincides with more than one zoning island in the zoning plan, and if the regulation border will be passed around only a few zoning islands and the grading process will be applied in the work in the region, the surface measurement, which is called the non-regulated part of the large cadastral parcel, must be located in the north. It will be processed during another dilution run as shown. Only when the regulated or non-regulated parcels are ultimately processed after both cases, the DOP deduction amounts will be different.



**Figure 6.** Representation of the separation diameter in the cadastral part corresponding to the parked part

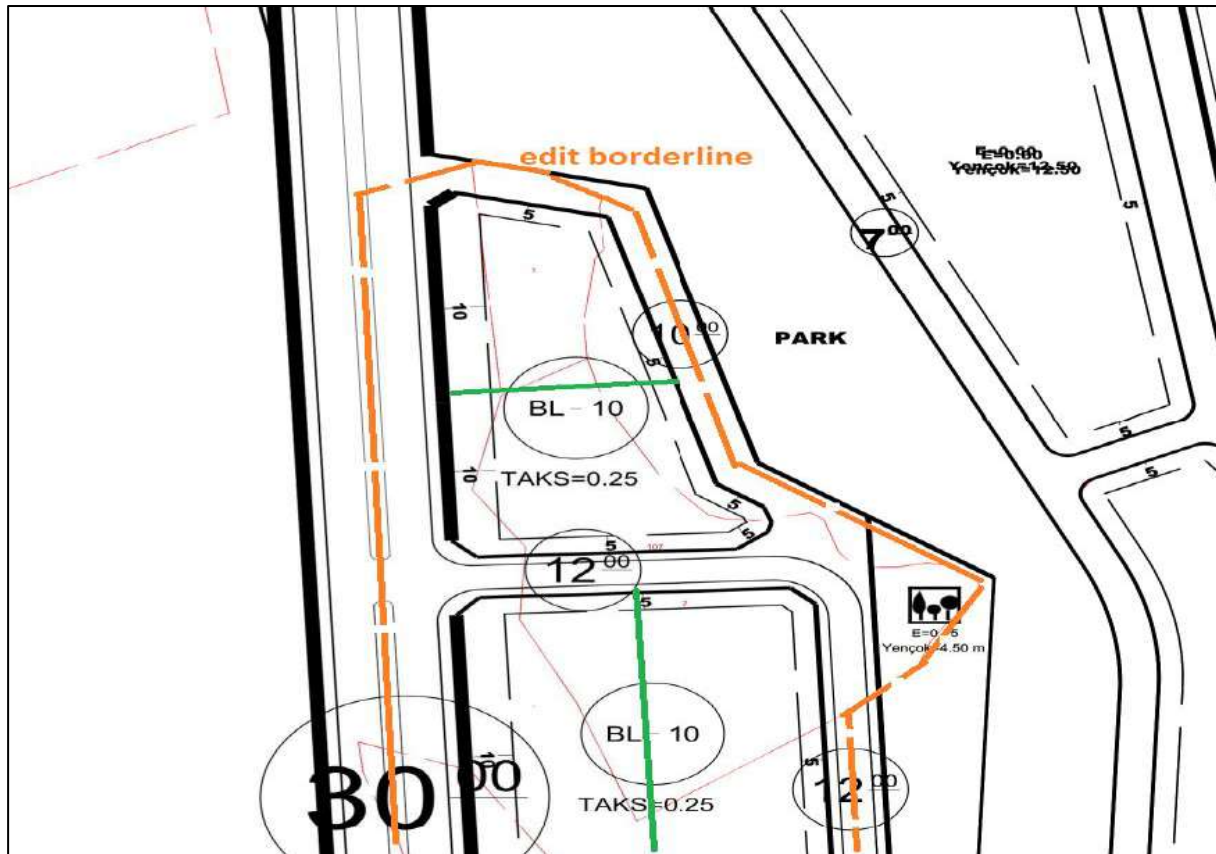
In the area within the regulation border area shown in red in Figure 6, there is a residential island and a parking area to be formed from the cut, which is called the regulation partnership share, which is included in the plan as a park. In addition, the separation diameter was created by staying outside the regulation area so that a part of the land that corresponds to the park as the cadastral parcel in the north is left outside. Especially since the cutoff amount of the remaining land arrangement boundary line in the illustration here is not much, the process of creating a separation diameter was needed.





**Figure 7.** Representation of the separation diameter resulting from the arrangement with the KOP area

The cadastral parcel in a single piece, which corresponds to 4 zoning islands in the form of a light red base in Figure 6. When the dispersion work is carried out with a partial approach, the remaining parts in the north and south will not be included in the regulation area to enter into another process with the separation diameter.



**Figure 8.** Representation of the arrangement boundary without the need for separation diameter

The large cadastral parcel in Figure 8 is a normal private property parcel, and since there are no private property cadastral parcels around it, only roads and other areas such as the slope that will belong to the treasury, in this way, the arrangement border will be followed by the parcel with a separation diameter by passing the parcel border. The separation diameter has not been established in such a way that the entire parcel will be processed without entering into a regulation.

## 5. Conclusion and Recommendations

In line with the Zoning Law No. 3194, the ex officio implementation within the zoning boundaries, especially without the consent of the citizen, has been an important tool in the elimination of land problems. The important thing is to perform the most appropriate scaling work after passing the regulation limit well.

- It is the most appropriate process to include the area that can be processed with a holistic, that is, generality view, into stratification instead of a partial approach, and to make the land and land arrangement without entering the separation radius.
- Separation diameter of a cadastral or old zoning parcel brings some of it into regulation, while some of it does not. In this way, the deduction of a parcel in a region will be different, and the deduction will be different when the part that is not regulated is entered later. In other words, with the separation diameter, a parcel can be moved away from the completely no-feeling position.

In our proposal, it would be more appropriate to make the separation diameter on municipal parcels or treasury areas instead of the private parcel of the citizen, especially in practice, in terms of stratification.

When the separation diameter is made especially in these parcels, firstly, a settlement will be created in accordance with the zoning plan prepared without any problems with the citizens. Thus, the part that is not regulated will provide flexibility in other applications and will provide great benefit in positioning shares in zoning islands that will not be suitable for shareless distribution.

## References

Büyükaslan, S., (2021). Problems encountered in zoning practices and solution proposals, Çanakkale Onsekiz Mart University Graduate Education Institute, Department of Geographical Technologies, Master Thesis, Çanakkale.

Chou, T.C. and Shen, S.K. (1982). Urban Land Readjustment in Kaohsiung, Taiwan. in Doebele, W.A. ed., Land Readjustment: A Different Approach to Financing Urbanization. Mass., Lexington Books, USA.

İspir, G. (2006). Value differences and distribution relations in zoning practices. Master Thesis, Karadeniz Technical University, Institute of Science and Technology, Department of Geodesy and Photogrammetry Engineering, 202, Trabzon.

Odabaş, A.I., (2022). Examining the changes made in the land and land regulation legislation and their effects: The example of Çorum Province, Ondokuz Mayıs University Graduate Education Institute, Department of Surveying Engineering, Master Thesis, Samsun.

Planned Areas Zoning Regulation (2017, 3 July) Official Gazette (No: 30113) Access address: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/07/20170703-8.htm>

Şence Türk, S. and Ünal, Y. (2003). Negative bias regarding land and land arrangement method. Istanbul Technical University Journal, 1, 111-118.

## Investigation of Increasing DOP from 40% to 45% in the Parceling Process

### Şuyulandırma İşleminde Parselayonda DOP'un %40'dan %45'e Çıkarılmasının İncelenmesi

<sup>1</sup>Selim Taşkaya

\*<sup>1</sup>Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye.

\*Orcid No:[0000-0002-4290-3684](https://orcid.org/0000-0002-4290-3684)

\*Yazar e-mail: [selim\\_taskaya@artvin.edu.tr](mailto:selim_taskaya@artvin.edu.tr)

#### Abstract

After the revision processes of the zoned areas, the process that means the regulation in general in the sense that the parcels in the form of cadastral base are not the parcels where normal construction will be made or the cadastral parcels in the areas to be opened to the new zoning area are processed. Basically, it means land and land arrangement within the scope of article 18 of the zoning law. The important part here is that in this application, which is done ex officio without the consent of the citizen, this process is done so that the field, that is, the cadastral parcels, turn into land or the lands that are in the nature of land will become the parcels to be built once again. By making the deduction from the citizen as the share of regulation partnership, the provision of the surface areas of the islands such as mosques, police stations and green areas on the islands where the development comes from is provided from the citizen plot. While the amount of deduction was 40% in the past in this transaction, which is carried out with the generality methodology, this transaction has been increased to 45% in recent years, and deduction has begun to be applied. The reason for the increase in the amount of cuts within the framework of generality is the increase in the surface area of the common areas on the ground. With 40% cut, this area is less and island peers are kept low, while the precedent rates have to increase as the rate has increased. The advantages and disadvantages of the 5% difference were examined using the generality methodology with sample plan images.

**Keywords:** Zoning plan, Dilution, DOP

#### Özet

İmarlı alanların yeniden revize işlemleri sonrası kadastral altlık halindeki parsellerin normal inşaat yapılacak parsel olmaması ya da yeni imar sahasına açılacak alanlardaki kadastral parsellerin işlem görmesi anlamında genel olarak düzenleme anlamına gelen işlem şuyulandırmadır. Asıl olarak imar kanunu 18. madde kapsamında arsa ve arazi düzenlemesi anlamına gelir. Burada önemli olan kısım vatandaşın rızası olmadan resen yapılan bu uygulamada tarla yani kadastral parsellerin arsa vasfına dönüşmesi ya da arsa vasfındaki arsaların tekrarda bir kez daha inşaat yapılacak parsel haline gelmesi için bu işlem yapılır. Düzenleme ortaklık payı olarak kesinti vatandaştan yapılarak imarın geldiği adalarda cami, karakol, yeşil alan gibi adaların yüzölçümlerinin sağlanması vatandaş parselinden sağlanır. Genellik metodoloji ile yapılan bu işlemde eskiden %40 olarak kesinti miktarı bu işlem sağlanırken, son yıllarda %45'e çıkarılarak kesinti uygulanmaya başlanmıştır. Kesinti miktarının genellik çerçevesince artmasının sebebi ortak alanların yüzölçümünün zeminde artırılmasıdır. %40 ile kesintide bu alan daha az olup ada emsalleri az tutulurken, oran arttığından emsal oranları fazlaşma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Örnek plan görüntüleri ile %5 farkın avantaj ve dezavantajları genellik metodolojisi ile incelendi.

**Anahtar Kelimeler:** İmar planı, Şuyulandırma, DOP

## 1. Introduction

With the provisions added with the Law No. 1663 dated 03.06.1930 to the Law No. 1351 on the Organization and Deputies of the Ankara City Zoning Directorate, which was first enacted in 1928 in our country, the Ankara Zoning Directorate was authorized to make a parcellation plan, and it was possible to make a deduction of 15% similar to today's regulation partnership share. . Later, this rate was increased to 25% with the Zoning Law No. 6785, which entered into force in 1956. In 1972, with the Law No. 1605, some changes were made in the Zoning Law No. 6785 and it was stipulated that Regulatory Partnership Share (DOP) could be obtained from the regulated parcels in return for the increase in value due to the regulation (Çubukçu, 2022; Şimşek, 2021). The concept of regulation partnership share entered our literature for the first time with this law amendment and its maximum value was determined as 25%. With the Zoning Law No. 3194, which is still in effect today, this rate was initially determined as 35%, with the amendment made with the Law No. 5003 in 2003, it was first increased to 40%. It was increased to 45% with the last change. Public Partnership Share (KOP) application was introduced with the 12th article of the Regulation on the Principles Regarding Land and Land Arrangement to be Made in accordance with Article 18 of the Zoning Law, which was published in the Official Gazette dated 02.11. With this practice, public facilities such as hospitals, schools, municipal services, kindergartens or other official facility areas were created by giving a share in proportion to their area from the parcels included in the arrangement to be expropriated later. In applications made since this date; The decision as to whether the public and public service areas other than the areas subject to the regulation partnership share specified in the law and the areas subject to the public partnership share specified in the regulation are KOP or DOP was left to the interpretation of the engineer who made the subdivision plan. Over time, the decisions of the Council of State clarified the confusion on this issue. The view that the general service areas in the regulation area will be met from the KOP and the local service areas from the DOP has been adopted (Çubukçu, 2022).

In general terms, planning is the actions and documents that determine the order and methods to be followed in order to achieve a determined goal. The purpose of planning activities with the Zoning Law; To ensure that settlements are built in accordance with science, health and environmental conditions. The harmony of plans at different scales, covering a specific space, is called plan hierarchy (hierarchy). Plan hierarchy should be followed while making plans (Çubukçu, 2022; Karagöz and etc, 2016).

## 2. Theoretical Framework and Scope

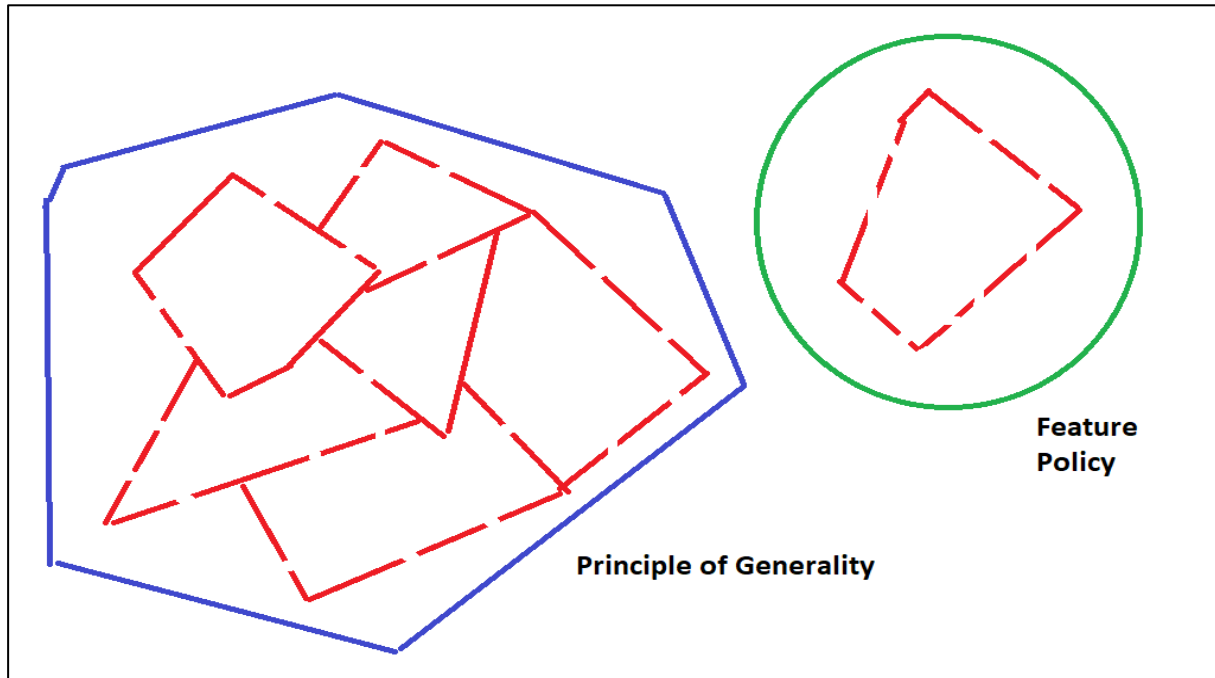
Land and land arrangement, for the purpose of implementation of the zoning plan for an area, the partnership share arranged for the purpose of combining the immovables within the determined regulation areas, regardless of their ownership status (public, private) and without the consent of the owners, and creating the public service and/or public service areas required by the plan, It is a process that includes the redistribution, if any, of the amount to be expropriated, to the former 12 immovable owners, to the buildable parcels as stipulated by the plan (Çubukçu, 2022; Şimşek, 2021). In the Regulation on Land and Land Arrangements, the parcellation plan; It is defined as the plan that is a whole with the application file containing the parceling plan explanation report, the parceling sheets and the documents based on registration, in which the zoning parcels are created in accordance with the provisions of the 18th article of the Zoning Law and the implementation zoning plan (Regulation on Land and Land Arrangements, 2020).



Parceling plans are prepared in accordance with 1/1000 scaled implementation development plans. While preparing the parceling plans, it is not sufficient to only draw the zoning islands suitable for the plan sheets. Implementation zoning plans are a whole with the plan sheet and plan notes. For this reason, the provisions in the plan notes must also be complied with. In the plan notes; It is necessary to pay attention to whether there is a minimum parcel size requirement, whether there is a special provision for the application of Article 18 of the Zoning Law No. 3194, and the construction conditions according to the usage decisions in the zoning plan. As a result of the parceling process, zoning parcels should be created in accordance with the provisions of the plan notes (Çubukçu, 2022).

These areas are the parcels of the areas allocated to public facilities such as school, hospital, nursery, municipal service or other official facility area in the regulation area, Article 12 of the Regulation on the Principles Regarding Land and Land Arrangement to be Made pursuant to Article 18 of the Zoning Law, which is not in force today. is shared by giving a share in proportion to the areas of the parcels included in the regulation (Zoning Law, 1985).

### 3. Material and Method



**Figure 1.** Approach representation in General and Specifically

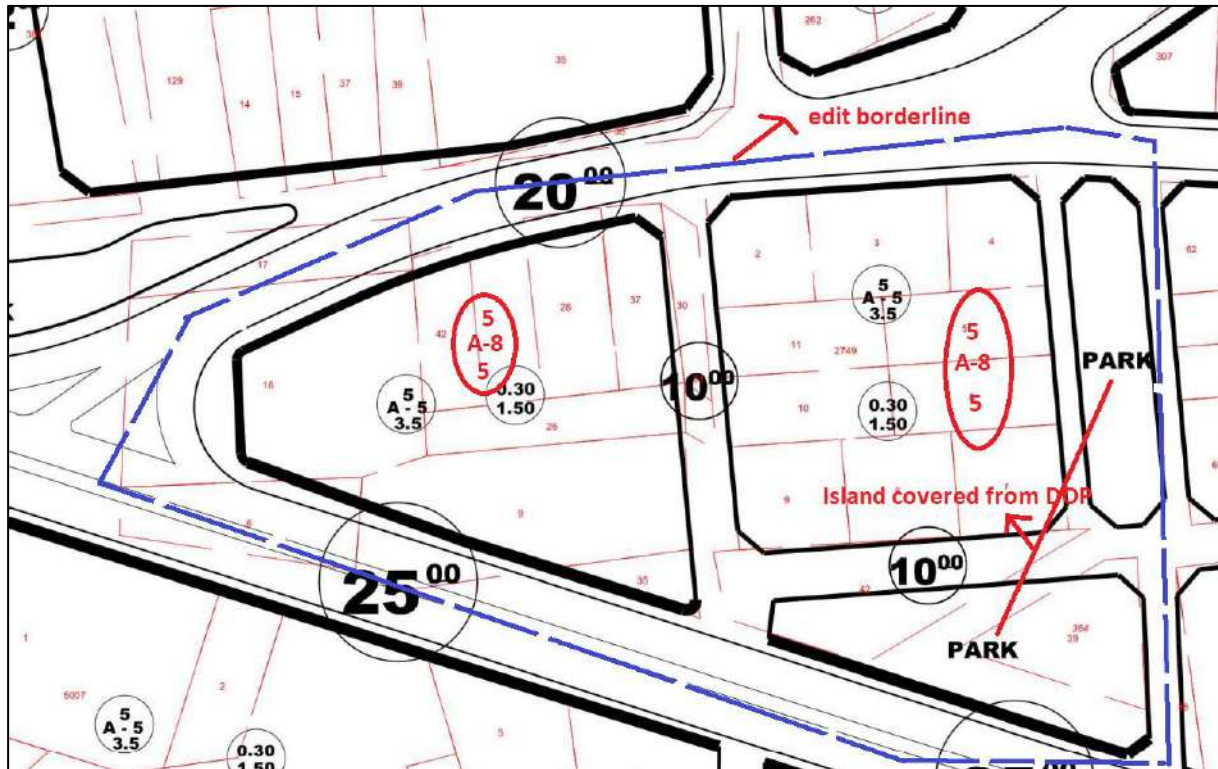
In Figure 1, in order to eliminate the result of the difference that will arise from the interruption during the formation of the vital zoning islands that will be especially calculated and will be formed with the share of regulation partnership, small regions, that is, special regions, are created and different DOP interruptions occur during the determination of the working area. In general, when a large number of zoning islands and zoning parcels are included in the stratification work, too many cutoff differences will remove the complexity. Therefore, the general approach should be preferred as a universal approach.

### 4. Finding and Discussion

Provided that the regulation border is passed especially at the midpoints of the road or the parcel borders, the aim should be to avoid the disadvantage of 5% difference between the two regulations after the

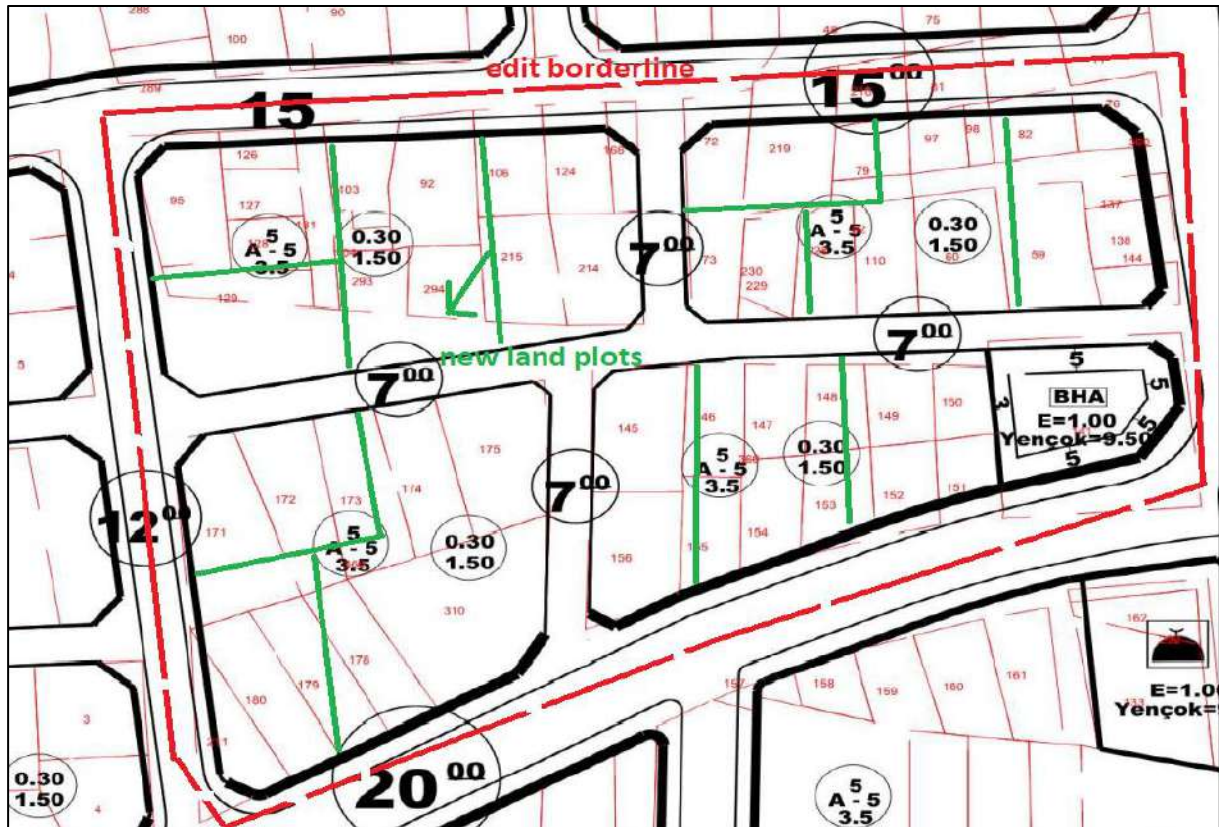


interruption by trying to create such a ratio without making a new island legend change. In the example demonstrations, it has been tried to show the possible situations that can be completely in a zoning plan. In some regions, the border has been passed according to the situation of the DOP or Kop areas, which are the cadastral base and in some regions the upper base.



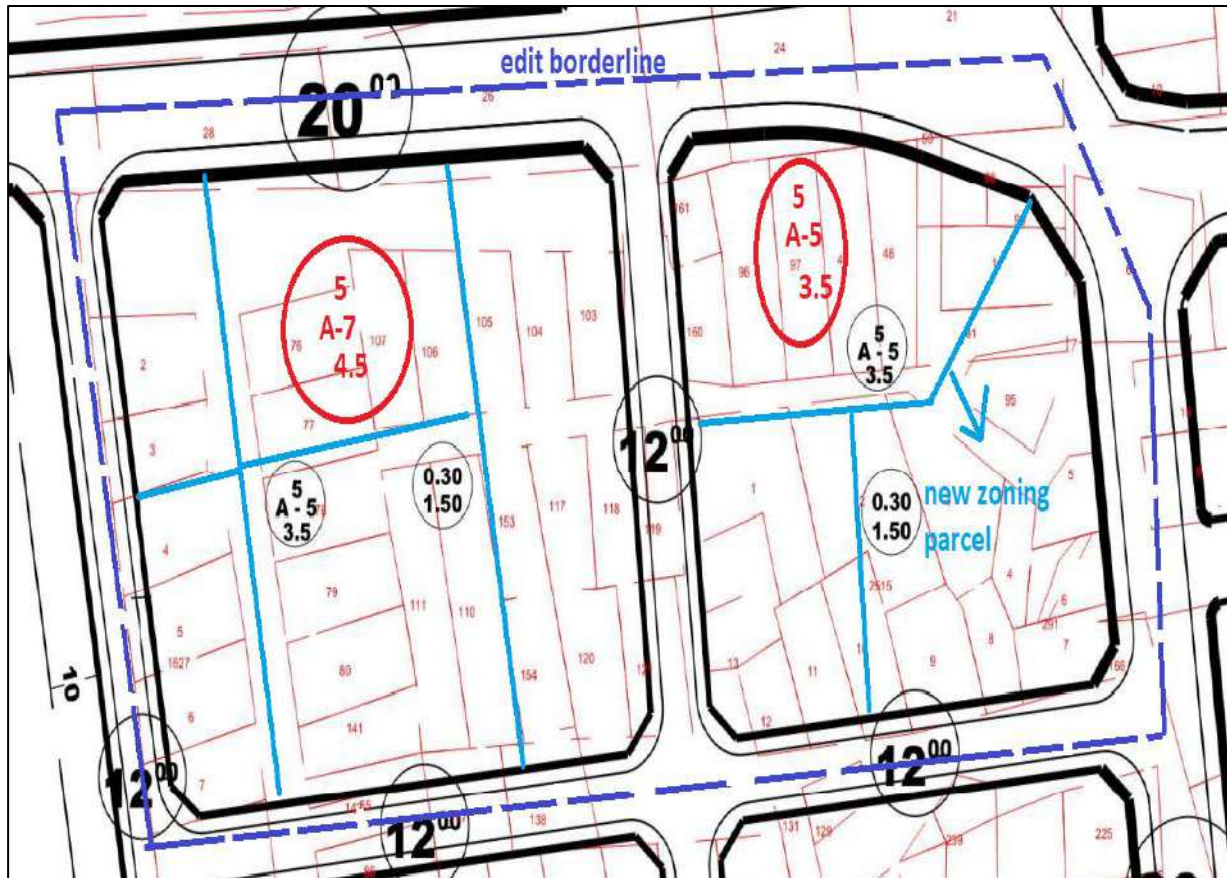
**Figure 2.** Image of dilation study in the area where the regulation border is passed

It is the process of reconstructing the cadastral parcels from cadastral parcels, that is, the field or old zoning parcel as a base, in such a way that the parcel dimensions are provided again in a way that coincides with the nearest zoning island, in a zoned area surrounded by the dashed line shown in blue in Figure 2. With the grading process, when the area to be created with the amount to be created with the amount that will come from the deduction, which we call the regulation partnership share, is included in the parks, the parking areas are taken from the private property areas of the citizens, provided that a maximum deduction of 45% from the parcels entering the process area is made in accordance with the Zoning Law No. 3194. is welcomed. According to the old regulation, when the amount of deduction to the park is 40% maximum, the island feature, which is shown in black, is up to 5 times the amount of deduction from the citizen's parcel in the form of a garden. with an increase from 2.40 to 2.40 means that it can be met in the region. In other words, while the 5% difference is transferred from the citizen's parcel to the living function of the arrangement partnership share areas, the increase in the deduction is compensated by the increase in the floor height in value. However, this may not be possible at points with poor topography as a disadvantage. At points where the geological survey reports will be sound, this precedent increase can be followed.



**Figure 3.** The zoning island situation within the municipal service area as the regulation boundary

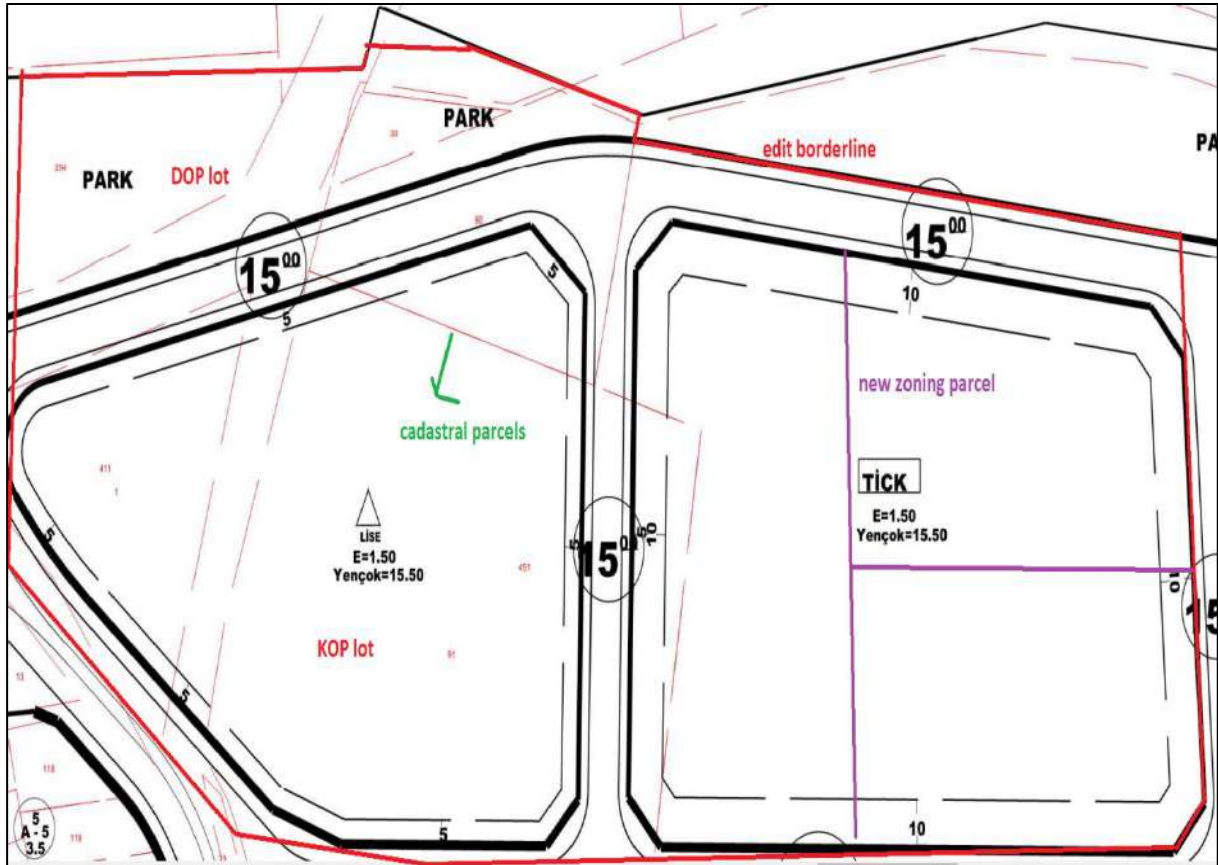
In Figure 3., the regulation border shown in red in a dashed form will be deducted from the parcels in the formation of the area of the municipality service area, which will come from only one regulation partnership share. Therefore, since the amount of deduction will be less than both the old deduction maximum amount of 40% and the new deduction amount of 45%, since the DOP area is the only one, it is only green without any precedent or floor increase in order to prevent the value loss arising from the deducted amount. The normal application of Article 18, as shown, will be put into operation.



**Figure 4.** Representation of the difference arising from the amount of interruption of the closed roads in the regulation area

In Figure 4., considering the regulation partnership share in the creation of the re-zoning plots of the islands, which occur as a result of the change of the irregular zoning parcels with the feature of discrete form construction, with the revision or change of the plan, it will affect the amount of deduction since the closed roads will have an effect on the DOP arrangement partnership share. For this reason, action has been taken to compensate for the parcel-based shrinkage that will be brought by the amount of deduction, together with the equal increase of 0.30 per floor and 0.60 per floor, in the zoning islands within the regulation area, which is activated on the basis of two islands.





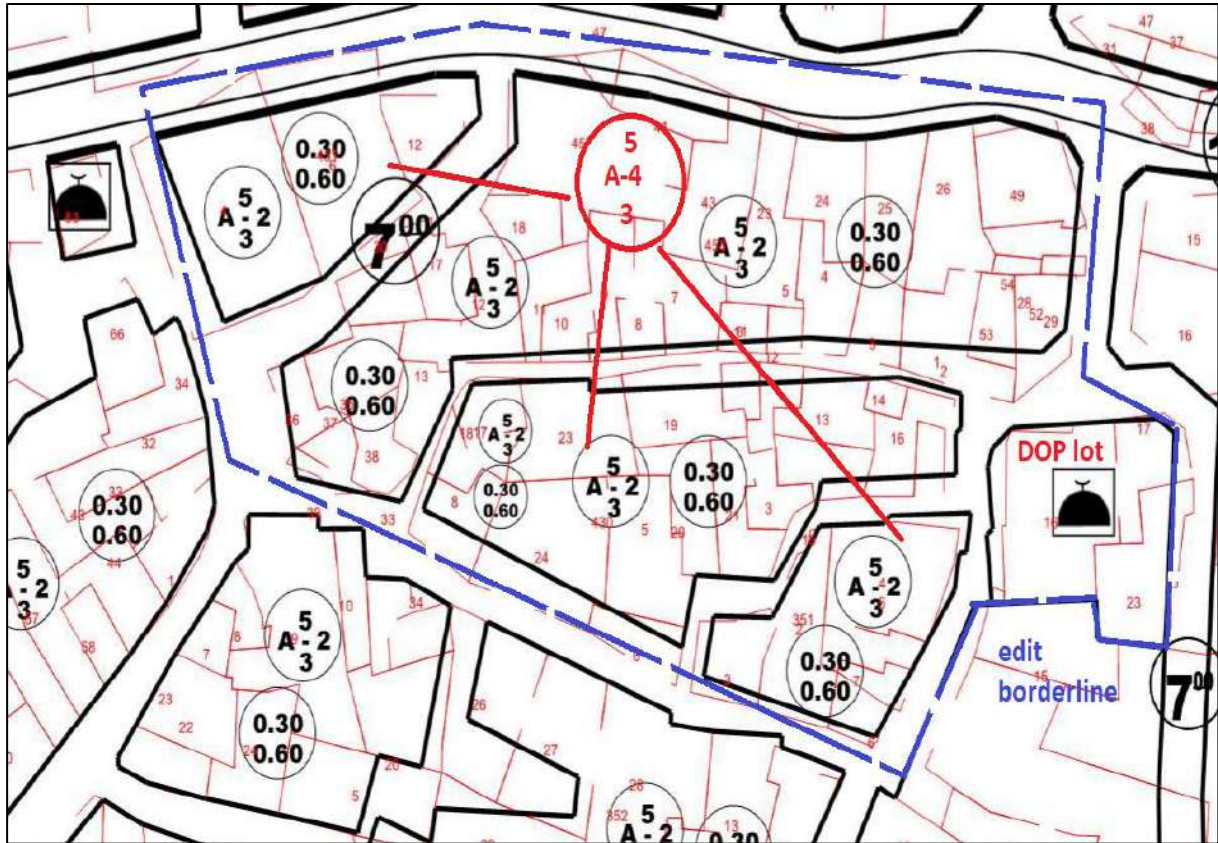
**Figure 5.** In the DOP and KOP areas, the state view within the regulation area

In Figure 5, the region where the regulation border is passed consists of a park, a high school and a normal residential and commercial development island. For this reason, if attention is paid to the fact that the amount of deduction to be made in order not to change the precedent 1.50 and the number of floors is in the public partnership share area called the KOP area, the amount of the deduction made up to a certain point of the park is brought to 40% and the new deduction is made. No depreciation has been experienced without deduction of more than 45%, which is the maximum amount. As a result, after the interruption, 3 new zoning parcels were created on the relevant residential and commercial island, which is indicated by the purple line.



**Figure 6.** Flat scaling representation without normal DOP and Kop

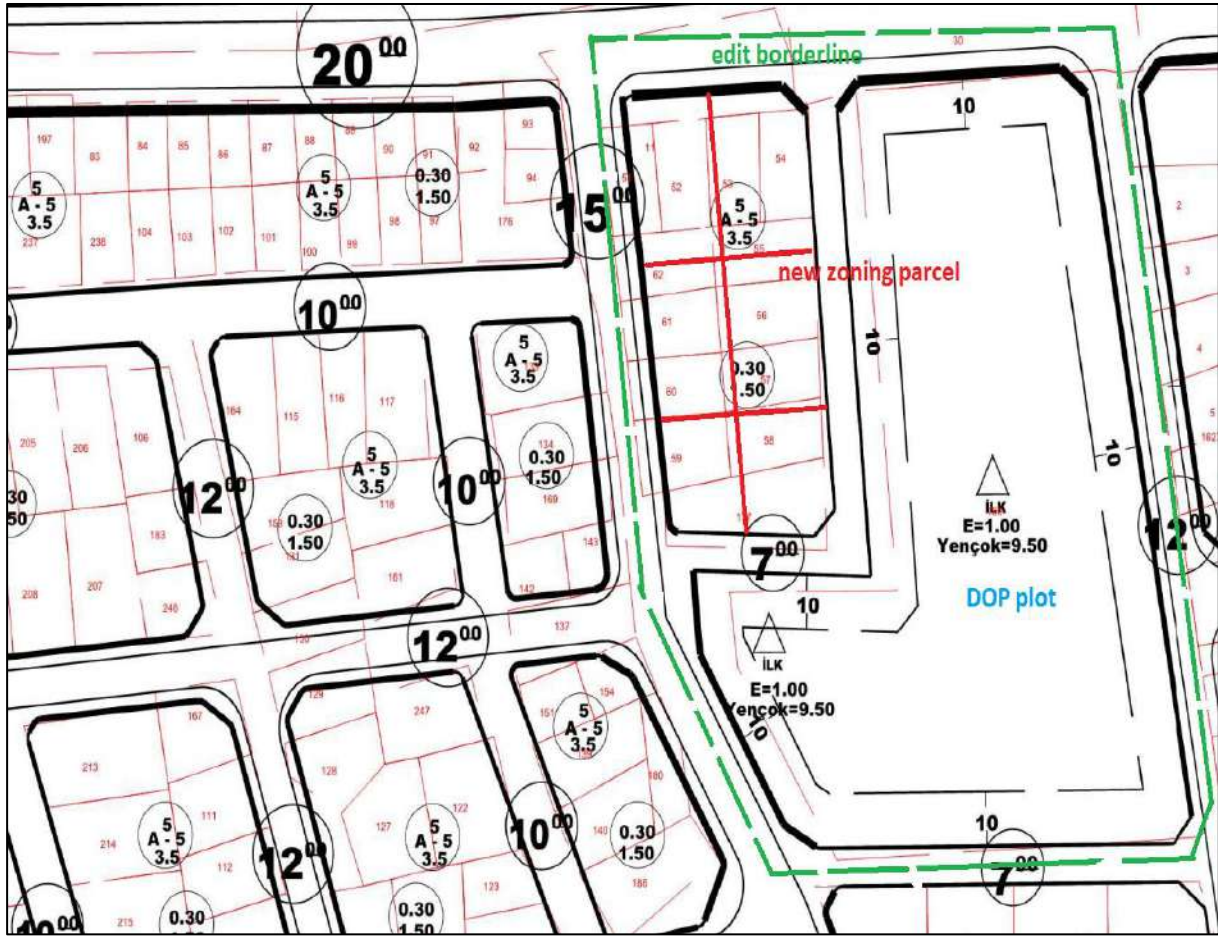
In Figure 6, the relevant area has been passed to include five zoning islands in total, with the regulation border passing through the points shown in orange. Since there is no zoning island that falls within the share of any regulation partnership or falls within the share of public partnership in this region, there is no subject to participate in any transaction except for the roads opened and closed and private property parcels. Since it will be below 5, no precedent or floor increase has been made except for the formation of new zoning parcels.



**Figure 7.** Representation of the dilation zone where mosque areas enter the DOP

In Figure 7., the mosque area ratio will be met according to the face measurements from the regulation partnership share cut in the region within the relevant regulation area. Therefore, if the DOP ratio is 40% or 45% in the region where the very irregular cadastral parcels are the base in the plan, the 5% rate in between did not cause an increase in the number of floors or an increase in the number of floors in the region within this regulation area. In the same way, the last zoning parcels were formed up to 2 floors, with a precedent of 0.60.





**Figure 8.** Representation of the dispersion area within the editing area

When the parcels in Figure 8 are included in the study area with the regulation border, which is the dashed line shown in green, the 18th application will be made on only 2 zoning islands, since only one zoning island is a residence and the other island is a primary school, that is, the DOP area, the amount of deduction from the parcels that will arise is large. There was no precedent and floor increase in the 5-storey zoning island, as there would be no increase in deductions in the 5% tranche with the additional new law, since the rate will be below 40% and 45%. New zoning parcels were created with the red-colored displays, and the face measurements from the DOP cut went to the primary school zoning island.

## 5. Conclusion and Recommendations

The grading is a process that is carried out without the consent of the citizens, especially in a revised plan or in the ex officio allocation of the shares of the shared parcels, although they are both cadastral and zoning parcels. However, while solving these situations of the parcels, the maximum amount of deduction for the formation of the social life function zoning islands other than the residence, which was increased from 40% to 45% with the last change, as in the examples in the distribution of the parcels in a way that corresponds to the zoning islands processed in the plan as the upper base in the zoning plan, is the maximum amount. The advantages and disadvantages brought by the 5% difference were examined.

- When the 40% deduction amount in the old regulation is this way, the deduction of the parcels will be less, and the expansion of the zoning islands, such as parks, mosques, police stations,

primary schools, recreation areas, which are formed as a result of cuts and included in the plan, will decrease.

- While it was mentioned in the old rules that the rate of green space per capita would decrease by 5% since the zoning island within the regulation area will be narrow, this will disappear when it rises to 45%.
- However, due to the increase in the 5% difference and the increase in the amount of parcel cuts by the citizen, the loss of value will be compensated by the increase in the number of floors and precedents of the zoning islands in the new plan. In this case, high vertical construction will pave the way.
- There will be danger because the increase in cuts in the plan to be made in this way on a piece of geological land such as flood, landslide, earthquake will put the burden on the peer.

Our proposal is to open the area to the zoned area, which will enable the topographically additional zoning plan instead of the 5% difference burden on the regulation partnership share, instead of an increase in the number of floors or precedents, and it will be healthy to eliminate the problem by transfer or expropriation in line with the transfer of the zoning right, in the creation of vital function areas.

## References

Regulation on Land and Land Arrangements, (2020). T. C. Official Gazette, 31047, 22 February 2020.

Cubukcu, S., (2022). Examining the changes made in the zoning legislation and the differences in the construction process of the parcellation plans, Istanbul Technical University Graduate Education Institute, Department of Geomatics Engineering, Master Thesis, Istanbul.

Regulation on the Principles Regarding Land and Land Arrangement to be Made Pursuant to Article 18 of the Zoning Law.,(1985). T. C. Official Gazette, 18916 Repeated, 2 November 1985.

Karagöz, M. & Özgümüş, H.(2016). Real Estate Law in Cartography, Ankara.

Simsek, S. (2021). Implementations of Article 18 of the Zoning Law (Land and Land Arrangements) Objection and Litigation, Ankara.

## KVAZİGEOİD MODELİNİN TƏYİN EDİLMƏSİ ÜSULLARI

**Azərbaycan, Bakı, Zahid İdriszadə**

Bakı Dövlət Universiteti, Coğrafiya, zahid.idriszade@gmail.com - 0000-0002-4988-6047

### **Xülasə**

Sakit halda materik və qitələrin altından keçən və okean sularının səthi ilə hüdudlanan səthə yerin səviyyə səthi deyilir. Yer in səviyyə səthinin əmələ gətirdiyi fiqur isə geoid adlanır. Ağırlıq qüvvəsinin təsiri altında okeanın səviyyə səthi təxminən hamar sferik formaya düşür. Ona görə yerin fiquru dedikdə okeanın səviyyə səthi ilə əhatələnmiş, materik hissədə isə ağırlıq qüvvəsi istiqamətinə perpendikulyar yönələn səthin əhatə etdiyi fiqur qəbul edilmişdir. Yer in həqiqi formasını ifadə etmək üçün istifadə olunan fiziki olaraq müəyyən edilmiş bu səthə geoid deyilir. Səviyyə səthi üzərindəki nöqtələrdə ağırlıq qüvvəsinin qiyməti eynidir.

$$F_a.g = mg \quad W_0 = mgh_0$$

Lakin materik hissədə geoidin yerinin təyini qeyri mümkün olduğundan sonrakı dövrdə ölçmə işlərində geoiddən az istifadə olunmuşdur. 1946-cı ildə rus alimi M.S.Molodenski geoidin əvəzinə təcrübi olaraq təyin edilməsi mümkün olan kvazigeoiddən istifadə etməyi təklif etmişdir. Kvazigeoidin yerini çox yüksək dəqiqliklə yerüstü ölçmələrə əsasən təyin etmək mümkündür. Dünya okeanı hissəsində geoidlə kvazigeoid üst-üstə düşür. Materikdə isə onlar arasında fərqlənmə 15 m-ə qədər olur. Molodenski nəzəriyyəsi əsasında normal yüksəklik ortomaterik yüksəklik sistemi ilə əvəz olundu.

Müasir peyk texnologiyasından istifadə edən zaman yüksəklik sistemlərində istinad səthi kimi istifadə edilə bilən geoidə, yaxud da kvazigeoidə ehtiyac yaranır. Yüksək dəqiqlikli geodeziya koordinatları və peyklərin köməyi ilə alınan mövqeləri müqayisə etmək üçün peyk texnologiyasından istifadədə kvazigeoid mühüm yer tutur.

Kvazigeoidin təyini geodeziyanın son dövrlərdə inkişafı nəticəsində peyk texnologiyalarının geniş tətbiqi ilə əhəmiyyət qazanmağa başlamışdır. Peyklərdən istifadə etməklə aparılan geodeziya ölçmələrində ərazidə yer in ölçüsündən və formasından asılı olaraq onların ellipsoid üzərində olması nəzərə alınmaqla geodeziya koordinat hesablamaları aparıla bilər. Ölçmə alətlərindən istifadə etməklə yer səthində aparılan işlər kvazigeoidlə əlaqəlidir. Kvazigeoid yüksəkliyini analoq və ya rəqəmsal olaraq ifadə etməyə imkan verən, üfüqi mövqeyi məlum olan nöqtədə verilənlərin modelləşdirilməsinə kvazigeoidin təyini deyilir.

**Açar sözlər:** Kvazigeoid, Astrogeodeziya, Qravimetrik, Geopotensial, GNSS, Nivelirləmə, Ellipsoid.

## METHODS FOR DETERMINING THE QUASIGEOID MODEL

### Summary

The level surface of the earth that passes under the mainland and continents slowly and bounded by the surface of the ocean water is called the level surface. The figure formed by the Earth's level surface is called geoid. Under the influence of the force of gravity, the level surface of the ocean nearly falls into a smooth spherical shape. Therefore, the figure of the earth is considered to be surrounded by the level surface of the ocean, and the figure surrounded by the surface perpendicular to the direction of the force of gravity in the mainland part. The physically defined surface is called geoid, which is used to denote the true shape of the earth. The value of the force of gravity at the points above the level surface is the same.

$$F_a \cdot g \cdot W \cdot m \cdot g = \rho \cdot m \cdot g \cdot h = 0$$

However, since it is impossible to determine the location of geoides in the mainland part, there was little use of geoids in the measurement work in the next measurement period. In 1946, the Russian scientist M.S.Molodensky proposed to use the quasigeoid, which was experimentally determined instead of the geoid. It is possible to determine the location of the quasigeoid based on surface measurements with very high accuracy. Geoid coincides with the quasigeoid in the ocean part of the world. The distinction between them is up to 15 m in the mainland. According to Molodensky's theory, the normal height was replaced by orthometric high system.

Geoid or quasigeoid that can be used as a reference surface in high systems are necessary in the use of modern satellite technology. Quasigeoid takes an important place in the use of the pake technology to compare our positions determined with the help of high-precision geodesic coordinates and satellites.

The determination of the quasigeoid has started to gain importance with the wide application of satellite technologies as a result of the development of geodesy during the geodesic periods. Geodetic coordinate calculations can be carried out in the geodetic measurements conducted using the stakes, taking into account that they are on the ellipsoid, depending on the size and shape of the earth in the area. Measurements on the surface of the earth using measuring instruments are related with quasigeoid. The determination of the quasigeoid to model data at a known point with a horizontal position is called quasigeoid, which allows to express the quasigeoid elevation analogously or digitally.

**Keywords:** Quasigeoid, Astrogeodetic, Gravimetric, Geopotential, GNSS, Leveling, Ellipsoid.

### 1. KVAZİGEOİD MODELİNİN TƏYİN EDİLMƏSİ ÜSULLARI VƏ İNFORMASIYA MƏNBƏLƏRİ

Kvazigeoidin təyin edilməsi zamanı istifadə olunan əsas məlumatlar real qravitasiya sahəsini ifadə edən kəmiyyətlərdir. Bu kəmiyyətlər real qravitasiya potensialı, ortometrik yüksəklik, astronomik enlik və uzunluq, istinad ellipsoidi, normal potensial, normal qravitasiya, ellipsoid yüksəklikləridir. Geodezik enlik və uzunluğunun qarşılıqlı fərqiindən yaranan potensialın, geoid

yüksəkliyin, qravitasiya anomaliyasının və şaquli xəttin meyl etməsi komponentlərinin ölçülərinin təyini kvazigeoid modelinin müəyyən edilməsində əsas rol oynayır. Qeyd olunan bu kəmiyyətlər geoid, kvazigeoid və ellipsoid arasındakı fərqin ölçüsünü və formasını ifadə edir. Ümumiyyətlə, kvazigeoidi geoid hündürlüyünün köməyi ilə təyin etmək mümkündür [1]. Kvazigeoid okeanlarda geoidlə üst-üstə düşdüyü üçün onun təyini elə geoidin təyini ilə eynidir. Lakin materik hissədə bir qədər fərqlənir. Kvazigeoidin təyin olunmasında istifadə olunan müəyyən informasiya mənbələri və müşahidə məntəqələrinin xüsusiyyətləri Cədvəl 1-də göstərilmişdir [2, 7].

Cədvəl 1.1. Kvazigeoidin təyin olunmasında istifadə olunan müəyyən informasiya mənbələri

No	İnformasiya növləri	İnformasiya mənbələri
1	Peyk orbitinin təhlili	Dinamik Həndəsi
2	Sferik harmonik əmsallar	Geopotensial model
3	Qravitasiya anomaliyaları	Qravitasiya məlumatları (quru üçün) Altimetr məlumatları (dəniz üçün) Geopotensial model əmsalları (bəzi ərazilər üçün)
4	Topoqrafik yüksəklik	Rəqəmsal Ərazi Modeli və Rəqəmsal Yüksəklik Modeli
5	Nöqtənin kütlə modeli	Geoid yüksəkliyi Qravitasiya Anomaliyaları Qlobal geopotensial model Rəqəmsal ərazi modeli
6	Yerüstü geodeziya ölçmələri	Astrogeodeziya məlumatları Həndəsi Nivelirləmə Dəqiq triqonometrik nivelirləmə
7	Peyk məlumatları ilə əldə edilən 3D mövqe	SLR GPS DOPPLER

Kvazigeoidin təyin edilməsi üsulları tətbiq olunan modellərə və əldə edilən məlumatlara görə aşağıdakı kimi təsnif edilə bilər.

1. Kvazigeoidin astronomik-geodeziya üsulu ilə təyini;
2. Kvazigeoidin qravimetrik qiymətlərə görə təyini;
3. Kvazigeoidin geopotensial modellərlə təyini;
4. Kvazigeoidin remove-restore üsulla təyini;
5. Kvazigeoidin peyk ölçmələrinə əsasən təyini.

Lakin bu məqələdə kvazigeoidin astronomik-geodeziya üsulu ilə, geopotensial modellərlə və peyk ölçmələrinə görə təyini araşdırılmışdır [11].

## 2. MƏSƏLƏNİN HƏLL ÜSULLARI

### 2.1. Kvazigeoidin astronomik-geodeziya üsulu ilə təyini

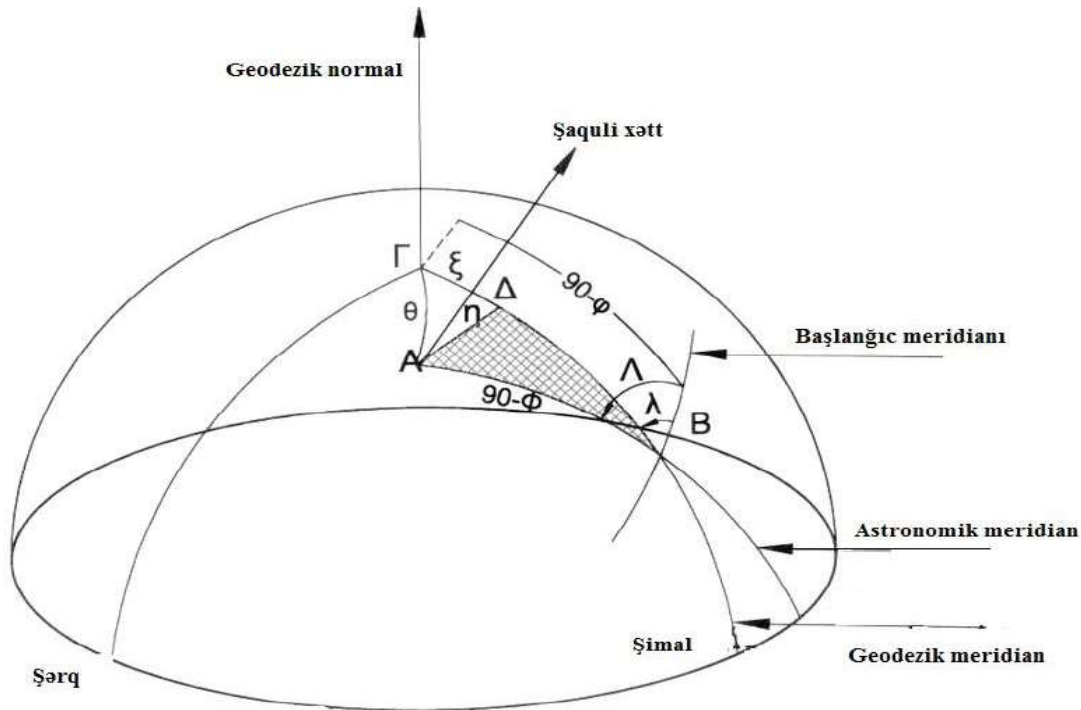
Yer səthində olan hər hansı bir A nöqtəsindən keçən şaquli xətt ilə həmin nöqtədən keçən normal ellipsoid kəsişdikdə aralarında müəyyən bir fərq yaranır. Bu fərq şaquli xəttin meyli



adlanır və  $\varepsilon$  ilə işarə olunur (Şəkil 2.1). Yer səthində hər hansı bir nöqtənin koordinatları ( $\Phi$ ,  $\Lambda$ ) astronomik müşahidələrlə müəyyən edilə bilər. Bu koordinatlar istinad ellipsoidinin geodeziya koordinatları ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ) ilə müqayisə edilərsə “şaquli xəttin meyli” komponentləri əmələ gəlir [14, 15].

Bir nöqtədə baş verən şaquli xəttin meyli dəyərləri məlum olduqda geoid və kvazigeoid müəyyən edilə bilər. Şaquli meyletmələrlə əmələ gələn kvazigeoidin formasını təyin etmək üçün tənlik Heiskanen və Moritz tərəfindən verilmişdir. Əgər geoid hər hansı bir  $ds$  uzunluğunda əldə edilərsə, o zaman geoid yüksəkliyinin dəyişməsi belə hesablanır [12].

$$dN = -\varepsilon ds \quad (2.1)$$



Şəkil 2.1. Şaquli xəttin meyli

2.1. düsturunda  $\varepsilon$  şaquli xəttin meylidir və aşağıdakı düsturla müəyyən olunur.

$$\varepsilon = \xi \cos \alpha + \eta \sin \alpha \quad (2.2)$$

$\xi$  - şimal və cənub istiqamətlərində şaquli xəttin meyletməsinin komponenti,  $\eta$  isə şərq və qərb istiqamətlərində şaquli xəttin meyletməsinin komponentidir. Nəticə etibarilə hesablama işləri aşağıdakı düsturun köməyi ilə həyata keçirilə bilər.

$$\xi = \Phi - \varphi ; \eta = (\Lambda - \lambda) \cos \varphi \quad (2.3)$$

Burada  $\Phi$  və  $\Lambda$  nöqtənin astronomik enliyi və uzunluğu,  $\varphi$  və  $\lambda$  isə nöqtənin geodeziya enlikləri və uzunluqlarıdır. Başlangıç nöqtəsi A olan bir geoid yüksəkliyi məlumdursa, AB xətti boyunca üçün N-in qiyməti aşağıdakı Stokes düsturu ilə hesablanıla bilər [9].



$$N_B = N_A + dN \quad N_B = N_A \mp \int_A^B \varepsilon ds \quad (2.4)$$

Bu üsulla əldə olunan forma astronomik-geodeziya üsulu ilə kvazigeoidin təyini adlanır. Astronomik-geodeziya üsulu ilə kvazigeoidin təyini müasir dövrdə çox istifadə edilən bir üsuldür. Bunun səbəbi isə  $\varphi$  və  $\lambda$ -nin sadəcə GPS üsulu ilə əldə edilə bilməsidir. Bununla birlikdə, daha kiçik xətalara  $\Phi$  və  $\Lambda$  qiymətlərini əldə etmək üçün xüsusi bir qiymətləndirmə metodu aparmaq lazımdır [6, 8, 9].

## 2.2. Kvazigeoidin geopotensial modellərlə təyini

Geopotensial model yer səthinin bütün qravitasiya məlumatlarından istifadə etməklə yaradılmış bir modeldir. Bu modeldə yerin qravitasiya sahəsi ilə bağlı bütün ölçmələr hesablanır. Bu modelə müəyyən bir dərəcəyə görə nəzərə alınan əmsallar daxildir və yerin qravitasiya potensialını ifadə edən sferik harmonik sıraların əmsallarını ehtiva edir. Qravitasiya anomaliyaları geopotensial modelin formalaşmasında istifadə olunan yeganə verilənlər bazası deyil. Bundan əlavə, rəqəmsal yüksəklik modelləri və peyk müşahidə stansiyalarından alınan məlumatlardan da istifadə olunur. Qlobal geopotensial modellərdən bəziləri EGM96, EGM08 və EIGEN-dir və bu modellər ənənəvi peyk izləmə üsullarına əsaslanır [3].

Yerin qravitasiya sahəsinin sferik harmonik təsviri aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$W(r, \theta, \lambda) = \frac{GM}{r} \left\{ 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{a}{r}\right)^n (C_{nm} \cos m\lambda + S_{nm} \sin m\lambda) P_{nm}(\cos \theta) \right\} + \phi \quad (2.5)$$

Burada,

$a$  - referans ellipsoidinin böyük yarımoxu;

$r, \theta, \lambda$  -  $W$ -nin hesablanacağı nöqtənin sferik qütb koordinatları;

$C_{nm}$  və  $S_{nm}$  - Yerin qravitasiya sahəsinin sferik harmonik əmsalları

$GM$  - Geosentrik qravitasiya sabiti

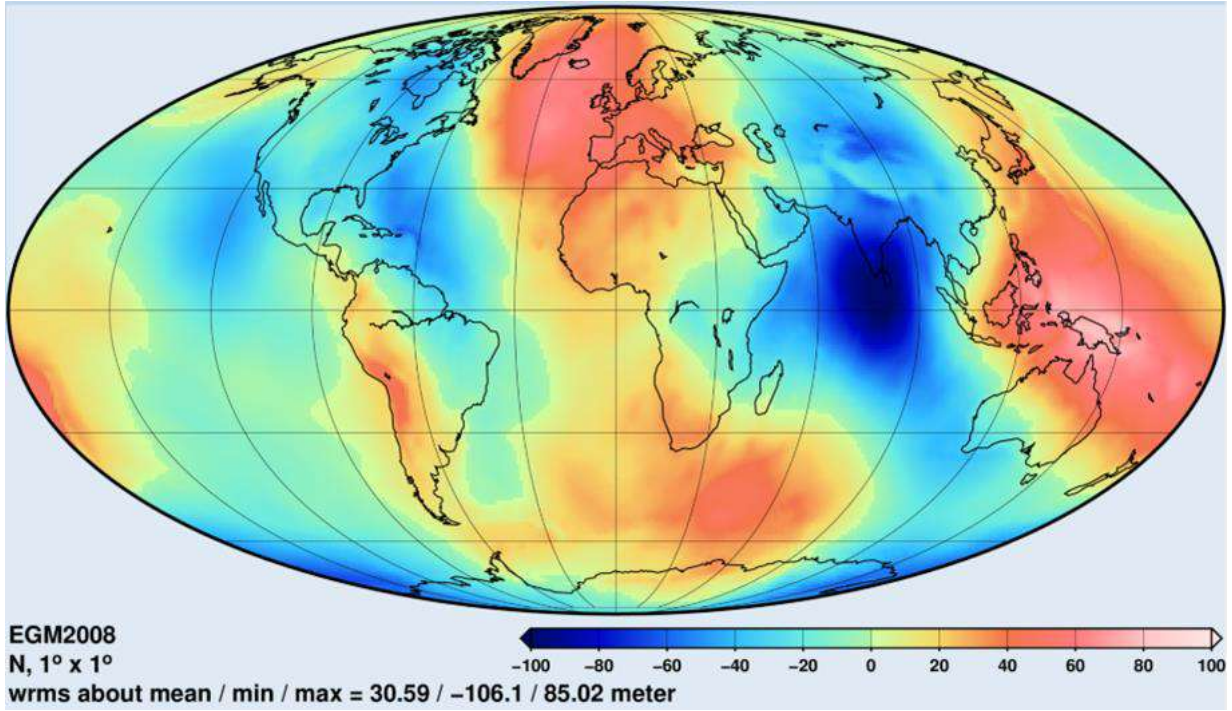
$P_{nm}(\cos \theta)$  - Legendre funksiyası

$\phi$  - Mərkəzdənqaçma potensialı ( $\Phi = 1/2 w^2 r^2 \sin^2 \varphi$ ,  $w$  fırlanma sürəti).

Geopotensial modellərin köməyi ilə aşağıdakı tənlikdən istifadə etməklə kvazigeoid və geoid yüksəkliklərini hesablamaq olar [5].

$$N(r, \theta, \lambda) = \frac{GM}{r^2} \left\{ \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{a}{r}\right)^n \sum_{m=0}^n (\Delta C_{nm} \cos m\lambda + \Delta S_{nm} \sin m\lambda) P_{nm}(\cos \theta) \right\} \quad (2.6)$$

Burada  $P(r, \theta, \lambda)$  nöqtəsindəki normal cazibə qüvvəsi  $\gamma$ -dir.



Şəkil 2.2. Yerin Geoid modeli (EGM08)

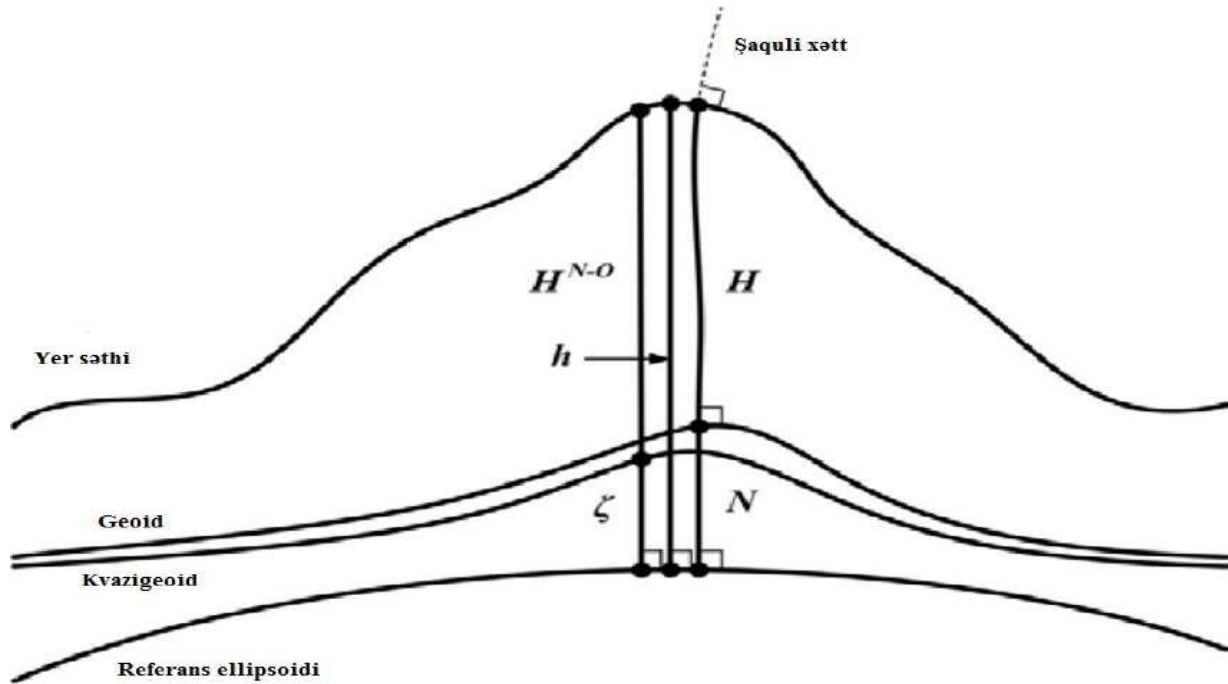
### 2.3. Kvazigeoidin peyk ölçmələrinə əsasən təyini

GPS – (Global Positioning System) dünya üzrə tətbiq olunan naviqasiya sistemidir. Bu ilk dəfə olaraq 1980-ci ildə ABŞ müdafiə nazirliyi tərəfindən (NAVSTAR-GPS) mövqe təyinetmə və vaxt ölçmə üçün yaradılıb inkişaf etdirilmişdir. Bu sistem peyk şəbəkələrindən ibarət olmaqla, fasiləsiz rejimdə işləyərək Yerə elektromaqnit siqnalları göndərir. Bu siqnallar xüsusi qurğularla (qəbuledicilər) qəbul edilir. Bu qəbuledicilərlə peyklərə qədər olan məsafəni, yer səthindəki obyektin yerini yüksək dəqiqliklə müəyyən etmək olur [10].

GPS istifadə edərək ölçülən nöqtələrdə ellipsoid yüksəkliyi əldə edilir. Bu yüksəklik sistemi yerin ellipsoid modelinə görə təsvir edilə bilər və  $h$  ilə işarə edilir. Ortometrik yüksəkliklər isə klassik ölçmə üsulu olan nivelirləmə ilə aparılan ölçmələr nəticəsində əldə edilir. Ortometrik yüksəklik geoidə görə nivelirləmə prosesi ilə müəyyən edilir və  $H$  ilə işarələnir. Bu iki yüksəklik sistemi arasındakı əlaqəni aşağıdakı düsturla göstərmək olar [4].

$$N = h - H \quad (2.7)$$

Burada  $N$  geoid yüksəkliyidir. Əgər hər hansı bir nöqtədə ellipsoid yüksəkliyi ilə ortometrik yüksəklik məlumdursa geoid yüksəkliyini asanlıqla tapmaq olar.



Şəkil 2.3. Geoid, ellipsoid və ortometrik yüksəklik

Bir nöqtədə ellipsoid və geoidin üst-üstə düşdüyünü nəzərə alsaq

$$\Delta h = \Delta N + \Delta H \quad (2.8)$$

düsturunu yaza bilərik.  $\Delta h$  ellipsoid yüksəklik fərqidir və GNSS ölçmələrindən istifadə etməklə kifayət qədər dəqiqliklə iki nöqtə arasında hesablanıla bilər. Nivelirlmə üsullarından istifadə etməklə ortometrik yüksəklik fərqi olan  $\Delta H$  müəyyən edilir. Geoid yüksəklik fərqi olan  $\Delta N$  isə yuxarıda qeyd edilən (2.8) düsturundan alınır. Şəkil 2.3 və 2.8 düsturundan istifadə etməklə müəyyən edilən geoid yüksəklik fərqi ortometrik yüksəklik və ellipsoid yüksəklik fərqlərinin düzgünlüyündən asılıdır [13].

### 3. NƏTİCƏ

Yer səthində nöqtələrin koordinatlarının yüksək dəqiqliklə hesablanması üçün kvazigeoidin təyin olunması üsulları xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Bu üsullardan üçü haqqında araşdırma yuxarıdakı məqalədə öz əksini tapmışdır. Aşağıdakı cədvəldə müəyyən kvazigeoid modellərinin dəqiqlik xüsusiyyətləri göstərilmişdir.

Cədvəl 3.1. kvazigeoid modellərinin dəqiqlik xüsusiyyətləri

№	Kvazigeoid modelləri	Dəqiqlik xüsusiyyətləri	
		Nisbi	Mütləq
1	Astronomik-geodeziya	30-50 sm	70-100 sm
2	Geopotensial	40-70 sm	100-150 sm
3	Peyk	10-20 mm	8-10 sm

Kvazigeoid modelleri arasında aparılan müqayisədən belə məlum olur ki, ən optimalı və ən yüksək dəqiqliyə malik olanı peyk ölçmələrindən istifadə etməklə kvazigeoid modelinin təyin olunmasıdır.

## ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Kingdon R., Van 'ı'cek P., Santos M., 2009a: "Modeling topographical density for geoid determination." Canadian Journal of Earth Sciences, 46, 571–585 (doi:10.1139/E09 -018)
2. Wübbena, g., bagge., a., schmitz, m., "network based techniques for rtk applications", in proc. Gps jin 2001, gps society, japan institute of navigation, tokyo, 53-65, 2001.
3. Enge, P. "GPS Modernization: Capabilities of the New Civil Signals". Australian International Aerospace Congress, 29 July-1 August 2003, Brisbane, 2003
4. Featherstone, W.E., Dentith, M.C., Kirbiy, J.F. (1998). Strategies for accurate determination of orthometric heights from GPS. Survey Review, 34: 267, 278-296.M.Ollikainen, 1997. Determination of Orthometric Heights Using GPS Levelling, Finnish Geodetic Institute, No:123, Kirkkonummi
5. Hoffman-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. and Collins, J. (1997). GPS Theory and Practice. Springer Company, 4.edition, New York, USA.Xu G.: GPS Theory, Algorithms and Applications, Second Edition, Springer, Berlin, 2002
6. Wanninger, L., "Virtual reference stations for centimeter level kinematic positioning", in proc of ion gps (02), portland, oregon, pp 1400-1407, 2002.
7. Vollath U., Buecherl A., Landau H., "Long range RTK positioning using virtual reference stations", in proc. Institute of navigation national GPS 2000, Saltlake city, utah, 19-22, september, 1143-1147, 2000.
8. Tsugawa T., Kotake N., Otsuka Y., Saito A.: Mediumscale traveling ionospheric disturbances observed by GPS receiver network in Japan: a short review, GPS Solut 11:139–144, 2007
9. King, R., Master, E.G., Rızos, C., Stolzs, A., Coolins, J. (1985). Surveying with Global Positioning System, Bonn, Germany.
10. <https://medium.com/@coolgis/understanding-vertical-crs-aa9b06b72a61>
11. <https://earth-planets-space.springeropen.com/articles/10.1186/s40623-019-1045-3>
12. <https://www.scielo.br/j/bcg/a/xPcsrP6g8T4HMdrQMbbqjSQ/?format=pdf&lang=en>
13. <https://www.mdpi.com/2072-4292/13/13/2580>

## METAN NDIR GAZ SENSÖRLERİNDE OPTİK YÜZEY VE YOĞUŞMA SICAKLIKLARININ YÜKSEK BAĞIL NEMDE GAZ ÖLÇÜMÜNE ETKİSİ

**Kontrol ve Otomasyon Mühendisi, ÜSAME AYAZ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> UESTCO Enerji Sistemleri, İstanbul/Türkiye, Elektronik Departmanı,  
ayazusame@gmail.com - ORCID ID: 0000-0002-3041-4437

### ÖZET

Dağıtıcı olmayan kızılötesi (NDIR) gaz sensörleri, gaz algılamada sıklıkla kullanılmasına rağmen yazılım ve donanımı uygun şekilde tasarlanmazsa gaz yoğunluğunu doğru bir şekilde ölçmede yetersiz kalabilir. Yüksek bağıl nem, sensör optik yüzeyinde yoğunlaşarak ölçümü etkileyebilir veya algılanması hedeflenen gazın kızılötesi spektrumuyla örtüşerek hatalı ölçüme neden olabilir. Ortamdaki gazı en az hatayla algılamak, can ve maliyet kayıplarının engellenmesi açısından oldukça önemli bir faktördür. Dolayısıyla sensörün her koşulda doğru ölçüm yaptığından emin olunmalıdır. Bu amaç doğrultusunda, bu metinde yüksek nemli ortamın NDIR gaz sensörünün gaz ölçümünü ne kadar ve hangi doğrultuda etkilediği üzerine çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar doğrultusunda yüksek bağıl nemin sensörün ölçüm doğruluğunu yüksek derecede etkilediği gözlemlenmiştir. Bu nedenle yüksek bağıl nemde oluşan sensör ölçüm hatasının en aza indirilmesi, mümkünse ortadan kaldırılması gerekmektedir. Sensör optik yüzey sıcaklığı ve gaz sıcaklığı arasındaki ilişkinin, sensör ölçümünün hata oranı üzerindeki etkisini gözlemek amacıyla uygulanan gazın sıcaklığı sabit olacak şekilde bir deney düzeneği oluşturulmuştur ve 20 °C, 30 °C, 35 °C ve 40 °C ortam sıcaklıklarında sensörün %85 oranında nemlendirilmiş metan gazına verdiği tepkilerin yanı sıra kuru metan gazındaki tepkileri de incelenmiştir. Deneyler sonucunda, sensörün optik yüzey sıcaklığının artırılması, nemli metan gazı sebebiyle sensör ölçümünde oluşan hata oranının azaltılmasına katkı sağladığı görülmüştür. Buna ek olarak, sensör optik yüzey sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki farkın aşırı artırılması, sensör kararlılığını olumsuz yönde etkilediği gözlemlenmiştir ve sensör optik yüzey sıcaklığının, sensör kararlılığını etkilememesi için ortamdan 10 °C civarında yüksek olması gerektiği kanısına varılmıştır. Son olarak, yüksek bağıl nem sebebiyle sensör okumasında gözlemlenen hata oranını azaltmak veya ortadan kaldırmak için ayrıca yapılabilecek çalışmalar önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** NDIR gaz sensör, Optik yüzey sıcaklığı, Yoğuşma sıcaklığı, Yüksek bağıl nem, Sensör hata oranı

### 1. GİRİŞ

Yanııcı ve patlayıcı gazları algılamak için çeşitli yöntemleri içeren gaz algılama sistemleri/sensörleri mevcuttur. Optik, elektrokimyasal, kapasitif gibi çeşitli gaz algılama yöntemleri, ortamdaki gazın çeşidini ve konsantrasyon değerini algılamak için kullanılmaktadır [1]. Özellikle bir gazı algılamaya yönelik olan ve yaygın olarak kullanılan NDIR gaz algılama tekniğinin çeşitli tasarımları mevcuttur [2]. Bu tasarımlar daha güvenilir bir gaz sensörü



üretmek için geliştirilmiştir ve geliştirilmeye devam etmektedir. NDIR gaz sensörleri, uzun vadede ekonomik olması ve yüksek seçicilik, hassasiyet, düşük güç tüketimi gibi çeşitli avantajlar sunmasından kaynaklı olarak çeşitli petrol ve gaz endüstrileri, kömür madenleri, ilaç, otomobil endüstrileri gibi birçok alanda kullanılmaktadır [1].

Basit bir kızılötesi gaz sensörü, gazın örneklenmesi için yansıtıcı optik odaya, optik odada IR enerjisi sağlamak için IR enerji kaynağına ve IR enerjisi algılamak için hedef gazın emiliminin gerçekleştiği ve diğer gazların emiliminin gerçekleşmediği kızılötesi dalga boyunda aktif ve referans algılayıcıya ihtiyaç duymaktadır. Kızılötesi ışık, gazların molekülleri tarafından belirli kızılötesi dalga boylarında farklı miktarlarda emilmektedir. Bu nedenle kızılötesi algılama yöntemi, kızılötesi enerjinin hedef gazların molekülleri tarafından emilmesi ilkesine dayanmaktadır. Daha önceden temiz gaza ve hedef gaza göre kalibrasyonu gerçekleştirilen sensörün optik odasına algılanması hedeflenen gaz girdiğinde, gazın molekülleri tarafından kızılötesi enerji emilir. Böylelikle algılayıcının aktif kanalına ulaşan enerji miktarında bir azalma meydana gelir. Referans kanalının dalga boyunda bir emilme gerçekleşmeyeceği için herhangi bir değişim meydana gelmez. Yazılımsal olarak, bu enerji emilimi Beer-Lambert yasasına göre algılanarak gazın konsantrasyonu ölçülür [3]. Gaz sensörünün yüksek doğrulukta ölçüm gerçekleştirebilmesi için optik odanın yansıtıcı yüzeyinin kir, toz ve su buharı gibi kirleticilerden korunması gerekmektedir.

Optik odaya giren su buharı yansıtıcı yüzeyde yoğunlaşarak sensörün performansını etkileyebilir ve algılayıcıya ulaşan sinyali zayıflatarak hatalı okuma yapmasına neden olabilir. [4]. Optik yüzeydeki yoğunlaşma, optik yüzey sıcaklığının yoğunlaşma sıcaklığı noktasının altına düşmesi veya su buharı konsantrasyonunun yüksek olması sebebiyle meydana gelebilir [4-5]. Bunun yanında, optik yüzey üzerindeki yoğunlaşma sensörün korozyona uğramasına neden olabilir. [6]. Su buharı aynı zamanda belirli kızılötesi spektrumlardaki kızılötesi enerjisi emmektedir. Özellikle 2 ve 8  $\mu\text{m}$  arasındaki IR dalga boylarında, su buharından kaynaklanan absorpsiyon söz konusudur [5]. Eğer hedef gazın kızılötesi spektrumu ile su buharının kızılötesi spektrumu örtüşürse, su buharından kaynaklı olarak hatalı ölçüm gerçekleşir [7]. Gaz analizörlerinin doğruluğu büyük ölçüde ortamdaki bağıl nemden etkilenmektedir [8]. Bağıl nemden kaynaklanan hata doğrusal değildir. Bu hata gaz sensörünün doğruluğunu ve kararlılığını, eğer düzeltilmezse, önemli ölçüde etkileyecektir [9].

Bu makalede, herhangi bir ölçüm iyileştirmesi yapılmayan NDIR gaz sensörünün yüksek nemli metan gazına tepkisi incelenmiştir. Sensörün nemli metan gazına tepkisi incelenerek, nemli metan gazının ölçümü nasıl bir hata oranıyla etkilediğine ve bu hata oranının sensörün optik yüzeyinin yoğunlaşma sıcaklığı ile ilişkisine bakılmıştır. Yapılan analizler sonucu nemli metan gazının sensör ölçümünü ciddi şekilde etkilediği gözlemlenmiştir. Gözlemler doğrultusunda sensör ölçümünün iyileştirmesi için yapılabilecek çalışmalar önerilmiştir.

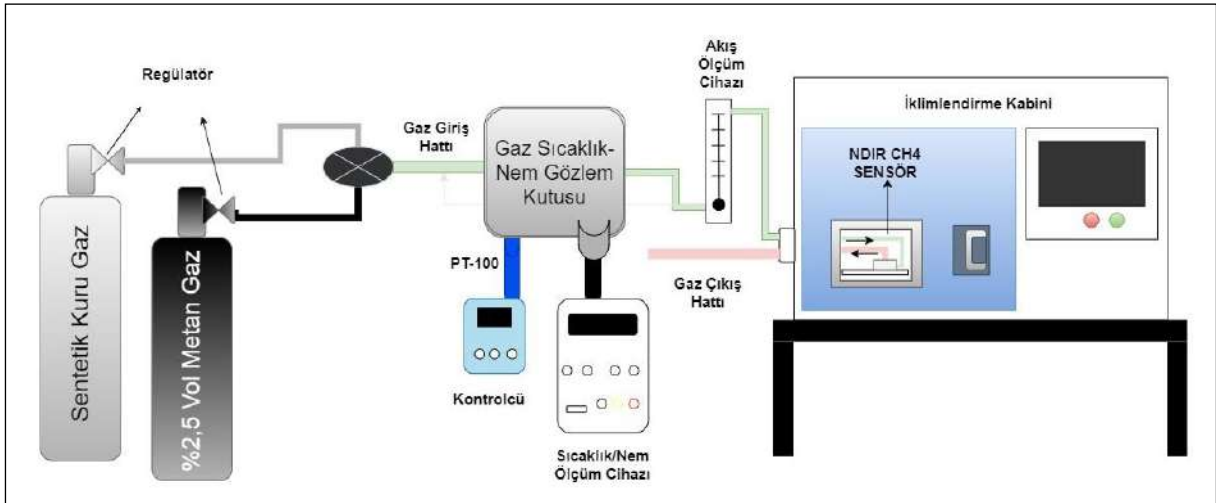
## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1. Deney Düzenegi



Deneyler, test laboratuvarında bulunan, ortam sıcaklığını ve nemini kontrol eden ISO 17025'e uygun olan iklimlendirme test kabininin içerisinde gerçekleştirilmiştir. Tüm deneyler boyunca, gaz akış hızı sabit olacak şekilde 0,4 L/dk olarak ayarlanmıştır. Sensöre uygulanan gazın sıcaklığını ve nemi UNI-T MARKA UT333S model sıcaklık nem ölçer cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Sensör optik yüzey sıcaklığı, sensör kartında bulunan sıcaklık sensörü tarafından ölçülmüştür.

Deneye ait şematik aşağıdaki **Görsel 1** 'de gösterilmiştir. Kalibrasyon gazları olarak %2 bağıl ölçüm belirsizliğine sahip Elite marka %2,5 vol metan gazı ve Elite marka %99,99 (yüksek) saflıkta sentetik kuru hava, sensöre uygulanan gazın sıcaklığını ve nemini gözlemleyebilmek için ATEX korumalı Gaz Sıcaklık-Nem gözlem kutusu, uygulanan gazın sıcaklığını ayarlamak için PT-100 ısıtıcı ve bu ısıtıcıyı kontrol etmek için EMKS marka UPI4-100 model kontrolcü kullanılmıştır. Sensörün gaz algılaması difüzyon yöntemiyle olduğu için sensöre uygulanan gazın akışı, Instrument Company marka LZT M-4 (0,1 - 1 L/min) gaz akış ölçüm cihazı kullanılarak düşük akış hızında (0,4 L/dk) sabit tutulmuştur. Sensöre gazı uygulayabilmek için bir tarafında gaz girişi, diğer tarafında gaz çıkışı bulunan kalibrasyon başlığı kullanılmıştır. Nemli metan gazını elde etmek için gaz hazırlanan su dolu beherden geçirilerek sensöre uygulanmıştır.



**Görsel 1** Deney Düzenegi Şematiği

## 2.2. Deney Metodu

Deneylerde uygulanan gazın sıcaklığı  $27 \pm 3$  °C sıcaklıkta sabit tutularak, sensörün bulunduğu ortam sıcaklığı değiştirilmiştir. Böylelikle, sensöre uygulanan gazın sıcaklığının optik yüzey sıcaklığı ile ilişkisi incelenerek ölçüm hata oranının ve sensör kararlılığının, sensör optik yüzey sıcaklığı arasındaki bağıntı incelenmiştir. Aynı zamanda hesaplamalar yapılırken çiy noktası hesaplanarak, çiy noktasının ölçüme etkisine bakılmıştır.

Gaz ölçümün doğruluğu için optik yolda çığlenme olmaması için optik yansıtıcı yüzeyin sıcaklığının belirli bir düzeyde olması gerekmektedir. Sensör yüzey sıcaklıklarının çiy

noktasının altında olmaması durumunda, su optik yüzeylerde yoğuşmaya başlayarak sensörün ölçüm doğruluğunu ve performansını olumsuz yönde etkiler [4]. Çiy noktası hesaplama formülü,  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  aralığında basıncın yoğuşmaya etkisi hesaba katılmayacak şekilde aşağıda verilen Denklem 1 ile hesaplanabilir [4].

$$\text{Çiy Noktası Sıcaklığı} = \frac{243,12 * (\ln\left(\frac{RH}{100}\right) + \frac{17,62 * T}{(243,12 + T)})}{17,62 - (\ln\left(\frac{RH}{100}\right) + \frac{17,62 * T}{(243,12 + T)})} \quad (1)$$

Burada,

T = Ortam Sıcaklığı

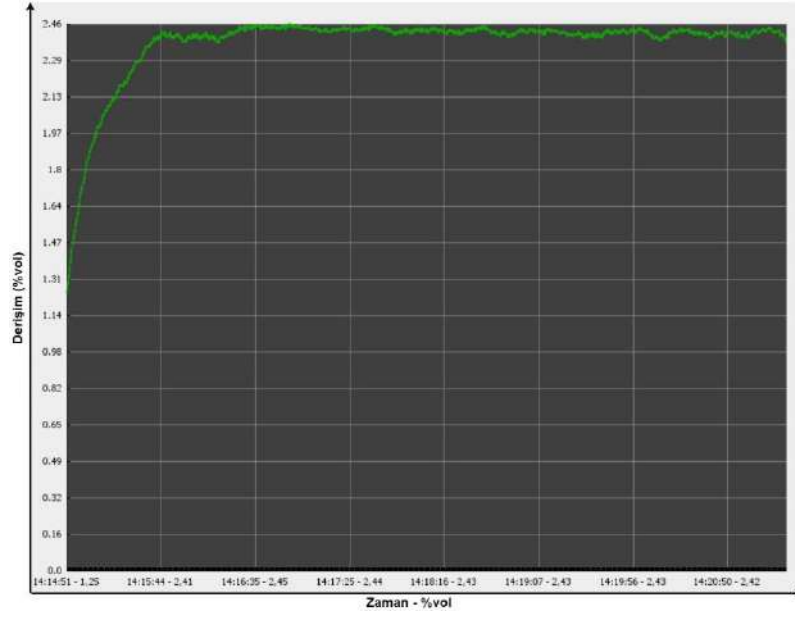
RH = Bağıl Nem (%) 'dir.

Sensör, iklimlendirme kabini içerisinde  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  sıcaklıklarında en az 1 saat boyunca ortama ısıdırılmıştır. Her bir sıcaklıkta sensörün, %2,5 vol kuru metan gazına ve %2,5 vol nemlendirilmiş ( $85 \pm 5\text{ RH}$ ) metan gazına tepkileri incelenmiştir.

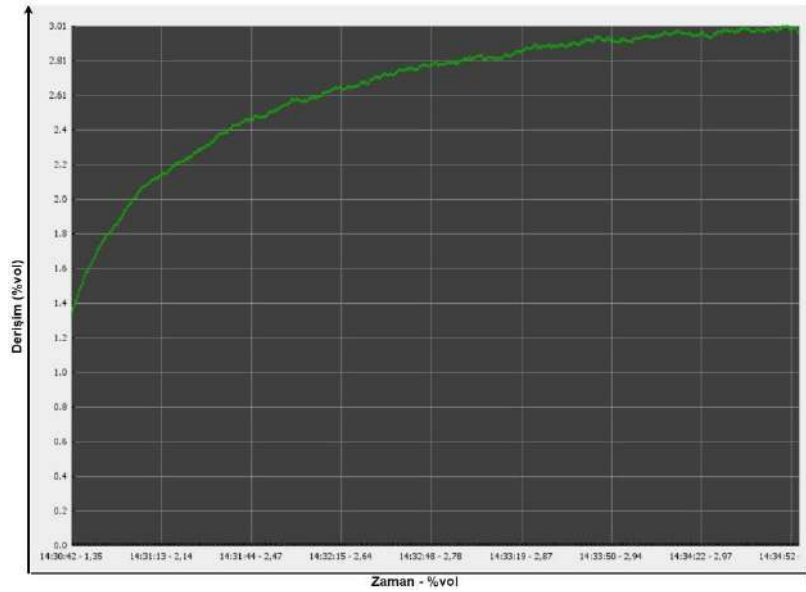
Gazın sıcaklığı ve nem değerleri Görsel 1'de verilen deney düzeneğinde, sıcaklık ve nem ölçer tarafından ölçülmektedir. Aynı zamanda sensörün optik yolunun sıcaklığı, sensör kartı üzerinde bulunan sıcaklık sensörü tarafından ölçülmektedir. Böylelikle her bir sıcaklıkta sensörün optik yüzey sıcaklığı, uygulanan gazın sıcaklığı ve nem değeri eş zamanlı olarak ölçülmüştür.

### 2.3. $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ Ortam Sıcaklığında Sensörün Tepkisinin İncelenmesi

Sensör, iklimlendirme kabini içerisinde  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ortam sıcaklığında en az 1 saat boyunca ortama alıştırılmıştır. Sensör optik yüzey sıcaklığı  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve uygulanan gazın sıcaklığı  $27 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu durumda öncelikle kuru sentetik hava gazına göre sıfır kalibrasyonu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra sensör %2,5 vol kuru metan gazına göre span kalibrasyonu gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon sonrasında sensörün %2,5 vol kuru metan gazına verdiği tepki aşağıdaki **Görsel 2**'de gösterilmektedir.



**Görsel 2 Kalibrasyon Sonrası Sensörün %2,5 vol Kuru Metan Gazına Tepkisi (20 °C)**  
Kuru metan gazı verildikten sonra sensöre %85 ± 5 RH oranında nemli metan gazı verilmiştir. Sensörün nemlendirilmiş metan gazına göre tepkisi **Görsel 3**'te gösterildiği gibidir.



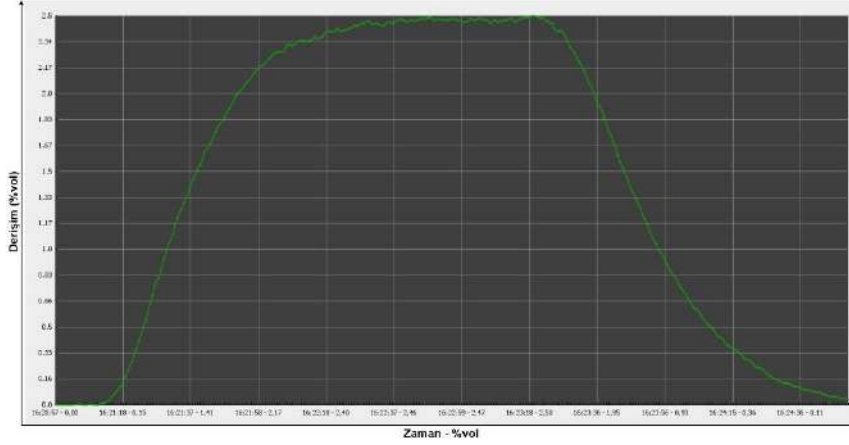
**Görsel 3 Sensörün %85 ± 5 RH Nem Oranında %2,5 vol Metan Gazına Tepkisi (20 °C)**

**Görsel 2** ve **Görsel 3**'te gözlemlendiği üzere nemli metan gazı sensörde hataya neden olmuştur. Bu hatanın sensör optik yol sıcaklığı ile nasıl bir değişim sergilediğini gözlemlemek için ortam sıcaklığı, dolayısıyla sensör optik yol sıcaklığı değiştirilerek, sensörün nemli metan gazına ve kuru metan gazına verdiği tepkileri incelenmiştir. Bu nedenle deney 30 °C, 35 °C ve 40 °C ortam sıcaklıklarında tekrarlanmıştır ve sensörün gaz tepkisi her sıcaklık için gözlemlenmiştir.

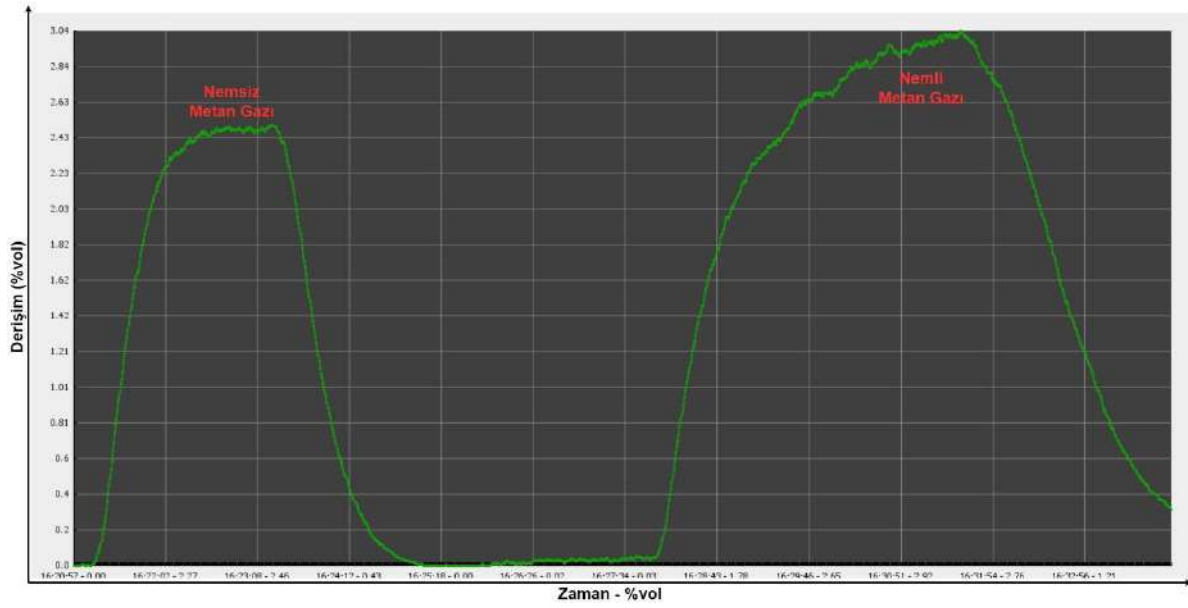
#### 2.4. 30 °C Ortam Sıcaklığında Sensörün Tepkisinin İncelenmesi

Ortam sıcaklığı iklimlendirme kabininde 30 °C olarak ayarlanmıştır. Sensörden ölçülen sıcaklık 35 °C, uygulanan gazın sıcaklığı ise  $27 \pm 3$  °C'dir. 20 °C sıcaklıkta olduğu gibi uygulanan gaz

sıcaklığı sabit tutularak artan optik yol sıcaklığının sensörün verdiği tepkiyi nasıl etkilediği gözlemlenecektir. Kalibrasyon sonrasında sensörün %2,5 vol kuru metan gazına verdiği tepki aşağıdaki **Görsel 4**'te gösterilmektedir.



**Görsel 4 Kalibrasyon Sonrası Sensörün %2,5 vol Kuru Metan Gazına Tepkisi (30 °C)**  
Sensörün kuru metan gazına tepkisi incelendikten sonra, sensöre %85 ± 5 RH oranında %2,5 vol metan gazı verilmiştir. Bu durumda sensörün tepkisi aşağıda verilen **Görsel 5**'te gösterilmektedir.

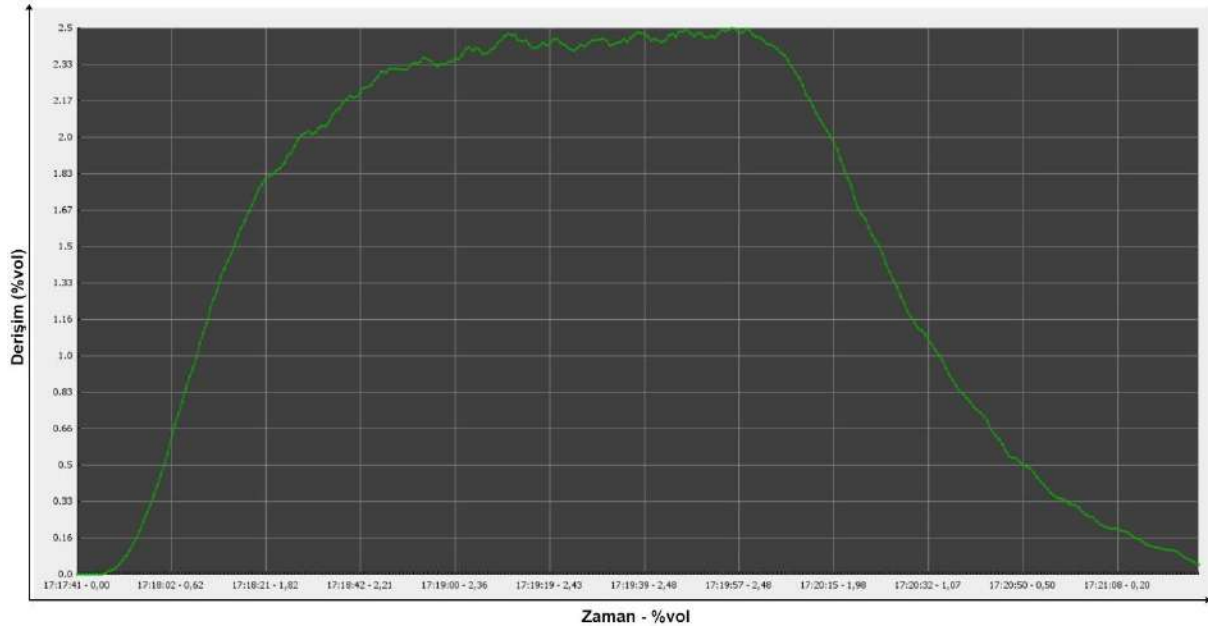


**Görsel 5 Sensörün %85 ± 5 RH Nem Oranında %2,5 vol Metan Gazına Tepkisi (30 °C)**

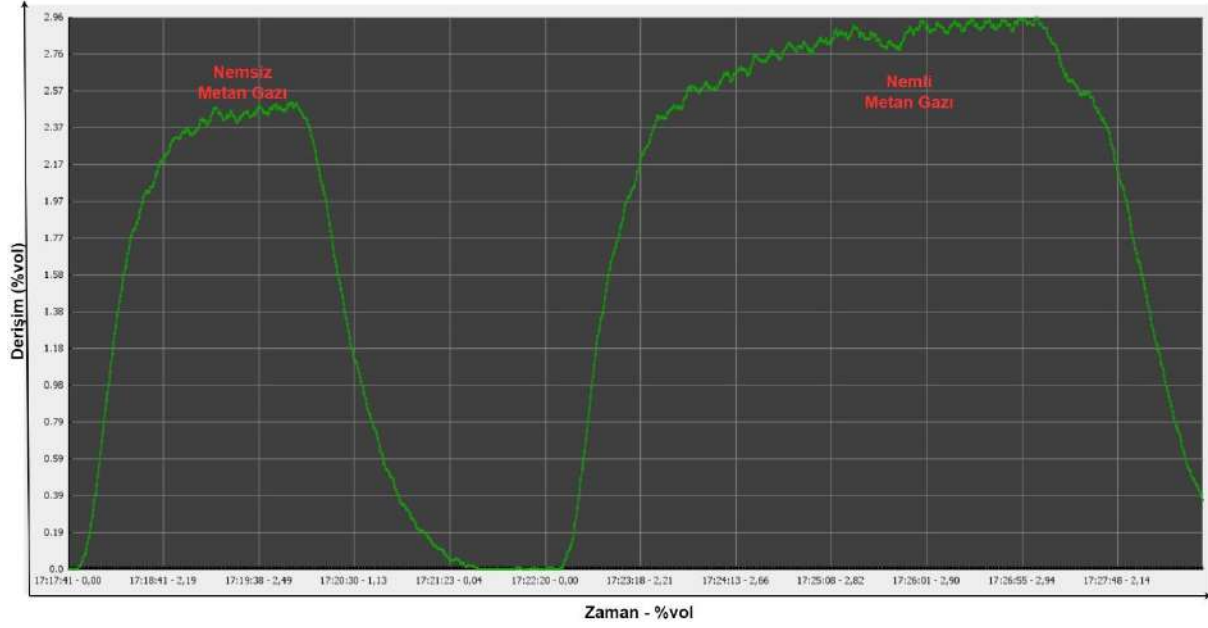
#### 2.4. 35 °C Ortam Sıcaklığında Sensörün Tepkisinin İncelenmesi

Ortam sıcaklığı, iklimlendirme kabininde 30 °C olarak ayarlanmıştır. Sensör optik yol sıcaklığı 40 °C ve uygulanan gazın sıcaklığı 27 ± 3 °C'dir.

Aşağıda gösterilen **Görsel 6** ve **Görsel 7**'de sırasıyla; 35 °C ortam sıcaklığındaki sensörün, %2,5 vol kuru metan gazına ve %2,5 vol nemli metan gazına verdiği tepki gösterilmektedir.



**Görsel 6 Kalibrasyon Sonrası Sensörün %2,5 vol Kuru Metan Gazına Tepkisi (35 °C)**

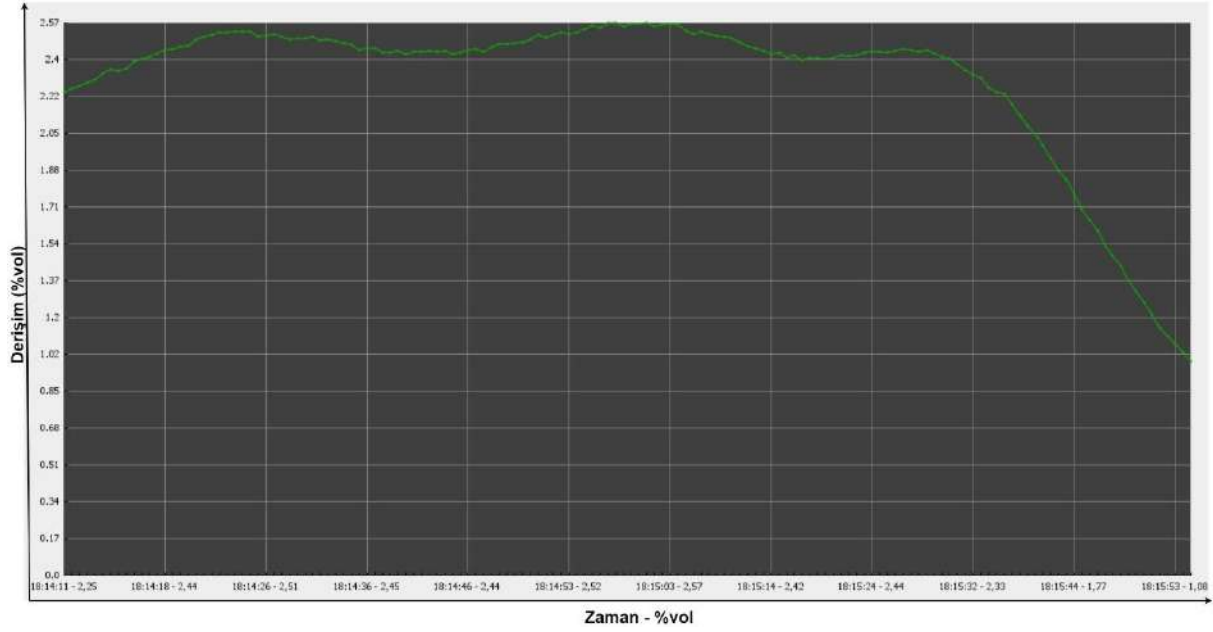


**Görsel 7 Sensörün %85 ± 5 RH Nem Oranında %2,5 vol Metan Gazına Tepkisi (35 °C)**

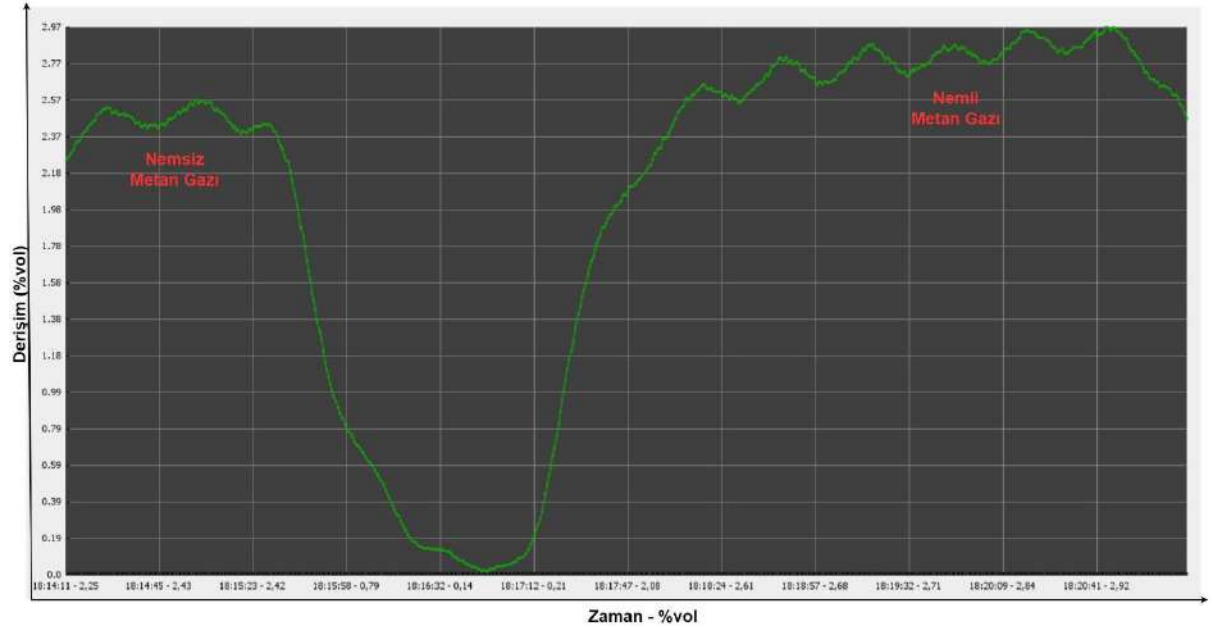
### 2.5. 40 °C Ortam Sıcaklığında Sensörün Tepkisinin İncelenmesi

Deneyde son olarak ortam sıcaklığı 40 °C'ye ayarlanmıştır, Sensör optik yüzey sıcaklığı 45 °C ve uygulanan gazın sıcaklığı ise önceki sıcaklıklarda olduğu gibi  $27 \pm 3$  °C'dir. Sensörün kalibrasyonu kuru gazda gerçekleştirilmiştir. Sensöre kalibrasyondan sonra kuru metan gazı uygulandığında ölçüm hatasının olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin uygulanan gaz sıcaklığının, sensör optik yüzey sıcaklığından, diğer deneylere göre, daha da uzaklaştığından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Aşağıda gösterilen **Görsel 8**, 40 °C ortam sıcaklığında sensörün, %2,5 vol kuru metan gazına verdiği tepkiyi; **Görsel 9** ise %2,5 vol nemli metan gazına verdiği tepkiyi göstermektedir.



**Görsel 8 Kalibrasyon Sonrası Sensörün %2,5 vol Kuru Metan Gazına Tepkisi (40 °C)**



**Görsel 9 Sensörün %85 ± 5 RH Nem Oranında %2,5 vol Metan Gazına Tepkisi (40 °C)**

Grafiklerin daha anlaşılır olması için aşağıdaki **Çizelge 1** incelenebilir. Tabloda, her bir deney için ortam sıcaklığı, yoğuşma sıcaklıkları, optik yol sıcaklıkları ve bu sıcaklıklar arasındaki ilişkilerle birlikte her bir deney için sensörün kuru metan gazına ve nemlendirilmiş metan gazına verdiği hata oranları gösterilmiştir.

**Çizelge 1 Deney Sıcaklık Verileri ve Sıcaklıklar Arasındaki İlişkiler**

	Deney Sıcaklıkları	20 °C	30 °C	35 °C	40 °C
1	Sensör Optik Yüzey Sıcaklığı	26,0 °C	35,4 °C	40,1 °C	46,0 °C
2	Uygulanan Nemli&Kuru Gaz Sıcaklığı	27,0 °C	27,0 °C	27,0 °C	27,0 °C
3	Çiğlenme Noktası Sıcaklığı	17,4 °C	27,2 °C	32,1 °C	37,0 °C



4	Sensör Opt. Yüz. Sıcaklığı – Gaz Sıcaklığı	-1,0 °C	8,4 °C	13,1 °C	19,0 °C
5	Sensör Opt. Yüz. Sic. – Çiğlenme Nok. Sic.	8,6 °C	8 °C	8 °C	9 °C
6	İlk periyot hatası (Kuru Gazda)	%0	%0	%0	%±3
7	Nemli Metan Gazında Sensör Ölçümünün Hatası (6. Parametreye Göre)	%+22,4	%+21,6	%+18,4	%+16

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çizelge 1 ve deney görselleri incelendiği zaman, sensöre uygulanan nemli gaz sıcaklığı  $27 \pm 3$  °C sıcaklıkta sabit tutulduğunda, sensörün optik yüzey sıcaklığı arttıkça nemli gazda sensörün ölçüm hata oranının azaldığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda 20 °C sıcaklıkta, sensöre uygulanan gazın sıcaklığı sensör optik yüzey sıcaklığının altında olduğu için sensör ölçümünde kararlılık sağlanamamıştır. Bu nedenle, nemli metan gazında sensör ölçümünün doğruluğunu arttırmak için sensör optik yüzey sıcaklığının, uygulanan gazın sıcaklığından daha yüksek derecede olduğundan emin olunmalıdır. Kuru gazda, uygulanan gazın sıcaklığı ile sensör optik yüzey sıcaklığının arasındaki fark arttıkça, sensörün kararlılığının bozulduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, sensör optik yüzey sıcaklığı herhangi bir yöntem ile arttırılacaksa, arttırılan sıcaklığın ortam sıcaklığından aşırı yüksek olmaması gerekmektedir. Optik yol sıcaklığının, ortamdan yaklaşık 10 °C yüksek olması sensörün kararlılığını etkilemeden, sensör optik yüzeyinde yoğunlaşmanın engellenmesine yardımcı olacaktır. Optik yüzey sıcaklığının yoğunlaşma sıcaklığının üzerinde tutulması için optik yolu ve sensörün ölçümünü etkilemeyecek şekilde ilgili patente [6] ve ilgili teknik raporda [4] belirtildiği gibi harici bir ısıtma ekipmanı eklenebilir. Ayrıca nemli gazın ölçüm odasına girmeden önce gazda bulunan su buharını uzaklaştırmak veya oranını azaltmak için pompa ve fiziksel filtre gibi önlemler alınabilir [5-6].

Deneylerden gözlemlendiği üzere, sadece sensör optik yüzeyin sıcaklığının arttırılması su buharından dolayı etkilenen NDIR sensörünün ölçüm hatasını azaltmış olsa da tamamen ortadan kaldıramamıştır. Bunun nedeni, algılanması hedeflenen gazın absorpsiyon olduğu IR dalga boyu ile su buharının absorpsiyon olduğu IR dalga boyunun örtüşmesidir. Eğer bu telafi edilmezse sensörün ölçüm doğruluğu tehlikeye girecektir. Su buharı tarafından oluşan girişimin önlenmesi için ayrıca bir algılayıcı kullanılarak su buharı tarafından oluşan parazit sinyal tespit edilip, hedef gazın ölçüm sinyalini düzeltmek için kullanılabilir. Mucit Ulrich Bonne [7], mucit Warnke [10] ve araştırmacı Sun You-Wen [8] su buharının algılanması gereken hedef gaz kanalında ayrıca oluşturmuş olduğu absorpsiyon, ilgili kanaldan çıkartarak, sensörün doğruluğunu önemli ölçüde iyileştirmişlerdir. Hairong Wang [9] nem kompanzasyonu için nöron sinir ağı modelini kullanmış ve kompanzasyondan sonra sensör çıkışının bağıl hatasını yaklaşık 10 kat azaltmıştır. Qiulin Tan [11], nemin ölçüme etkisini azaltmak için kompanzasyon parametresi elde ederek gaz ölçüm denklemine entegre etmiştir.

### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sonuç olarak, su buharı sensör ölçümünü önemli derecede etkilemektedir. Bu olumsuz etkinin ortadan kaldırılması için sensör yüzey sıcaklığının arttırılması hatayı belirli bir oranda azaltmış

olsa da tamamen ortadan kaldıramamıştır. Bu bağlamda su buharı tarafından oluşan olumsuz etkinin daha da azaltılması ve sensör ölçümünün doğruluğunun artırılması için yukarıda tartışıldığı gibi farklı yöntemler kullanılması oldukça önemlidir.

## Teşekkür

Bu çalışma için şirketim UESTCO Enerji Sistemleri'ne ve çalışmalarına destek olan arkadaşım Şeymanur Topuk'a teşekkürlerimi sunarım.

## KAYNAKÇA

- [1] Jha, R. K. Non-Dispersive infrared gas sensing technology: A review. IEEE Sensors Journal, January, 1, 1, 2021.
- [2] Zosel, J., Oelßner, W., Decker, M., Gerlach, G., & Guth, U. The measurement of dissolved and gaseous carbon dioxide concentration. Measurement Science and Technology, 22(7), 072001, May, 2011.
- [3] Tran, D., Nehmetallah, G., Gorius, N., Ferguson, F. T., Esper, J., Johnson, N. M., ... & Nixon, C. Low-cost, compact, and robust gas abundance sensor package. In Sensors and Systems for Space Applications XI (Vol. 10641, pp. 239-257). May, 2018.
- [4] Gas Sensing Solutions Ltd., AN008: Reducing the Impact of Condensation on CO2 Sensor. Application Note, Revision 1.2, August, 2020.
- [5] Dinh, T. V., Choi, I. Y., Son, Y. S., & Kim, J. C. A review on non-dispersive infrared gas sensors: Improvement of sensor detection limit and interference correction. Sensors and Actuators B: Chemical, 231, 529-538, March, 10, 2016.
- [6] Fischer, J., Forlenza, M., Frodl, R., Minuth, R., Straub, K., Tille, T. A method of reducing condensation of water in a gas sensor arrangement and a device for use in the method, in: European Patent Office, EP1617201A1, 2006.
- [7] Bonne, U. Method of eliminating water vapor interference in detecting gases, in: United States Patent, US5055690A, Oct, 1991.
- [8] Sun, Y. W., Liu, W. Q., Zeng, Y., Wang, S. M., Huang, S. H., Xie, P. H., & Yu, X. M. Water vapor interference correction in a non dispersive infrared multi-gas analyzer. Chinese Physics Letters, April, 8, 2011.
- [9] Wang, H., Zhang, W., You, L., Yuan, G., Zhao, Y., & Jiang, Z. Back propagation neural network model for temperature and humidity compensation of a non dispersive infrared methane sensor. Instrumentation science & technology, 41(6), 608-618, 2013.



- [10] D.F. Warnke, Cederstrand, C.N., Keenan, C.A., Method and apparatus for negating measurement effect of interferent gases in non-dispersive infrared analyzers, in: U.S. Patent (Ed.), Beckman Instruments Inc., US, 1982.
- [11] Tan, Q., Tang, L., Yang, M., Xue, C., Zhang, W., Liu, J., & Xiong, J. Three-gas detection system with IR optical sensor based on NDIR technology. *Optics and Lasers in Engineering*, 74, 103-108, 2015.

## BRONKOPULMONER SEKRESYON TEMİZLEMeye YARDIMCI SOLUNUM DEVRESİ GELİŞTİRİLMESİ

Ekrem Amaç<sup>1</sup>, Yusuf Pekgüzel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Meditera Tıbbi Malzeme San. Ve Tic A.Ş. , İzmir/ Türkiye

<sup>2</sup>Meditera Tıbbi Malzeme San. Ve Tic A.Ş. , İzmir/ Türkiye

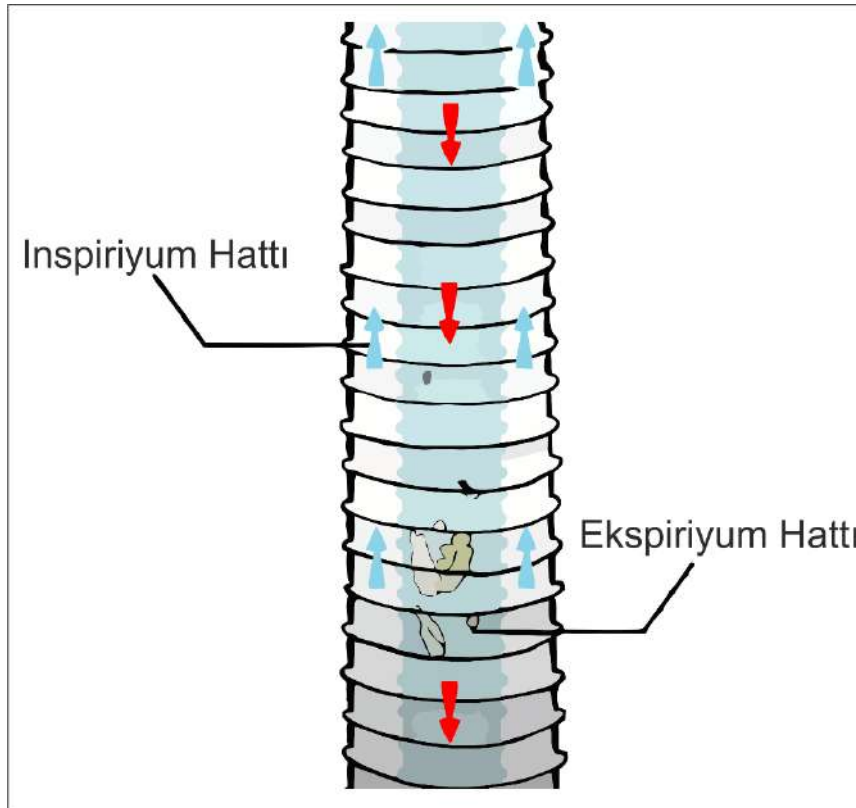
### ÖZET

Özellikle Covid-19 pandemisiyle birlikte solunum yolunun sekresyonlardan temizlenmesine ihtiyaç duyan ancak bunu doğal yollarla gerçekleştiremeyen hastaların sayısı artmıştır. Bu nedenle Dünya genelinde yapay öksürük oluşturarak sekresyonların hasta vücudundan atılmasını sağlayacak solunum terapi sistemlerine yönelik artış gerçekleşmiştir. Bu ihtiyaca yönelik olarak solunum terapi cihazıyla uyumlu bir solunum devresi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu solunum devresinin diğer solunum terapi sistemlerinde yer alan solunum devrelerinden farkı çift hatlı olmasıdır. Geleneksel solunum devrelerinde inspirasyon ve ekspirasyon tek bir solunum hortumu üzerinden sağlanırken bu geliştirilen devrede inspirasyon ve ekspirasyon hatları ayrıdır. Böylece sekresyon nedeniyle hastaya gönderilen havanın kontamine olmasının önüne geçilmiştir. Solunum devresinin kullanılacağı solunum terapi cihazı incelenmiş ve cihaza özgü özellikleri belirlenerek tasarım gereklilikleri oluşturulmuştur. Solunum terapi cihazı, hava yoluna pozitif hava basıncı (nefes alma) uygular ve ardından hızla negatif hava basıncına (nefes verme) geçerek akciğerlerdeki mukusu parçalayarak sökülmesini sağlar. Nefes verdikten sonra duraklama aşaması, kullanıcının bir sonraki yardımcı öksürme döngüsünden önce dinlenmesini sağlar. Solunum terapi cihazının çalışma prensibi göz önüne alındığında ekspirasyon hattının solunum devresinin merkezinde yer alan bir koaksiyel tasarım yapılması zorunlu kılınmıştır. Konektör ve hortum tasarımları bu bilgi ışığında tasarlanmış ve konektörlerin ve hortumların hammadde seçimleri gerçekleştirilmiştir. Bu solunum terapi sisteminin evde kullanımı da söz konusu olduğu için hortum ve konektörlerin ağırlıklarının da optimize edilmesi gerekmektedir. Hortum ve konektör tasarımları hammaddeye ve üretim sürecine göre yeniden değerlendirilip et kalınlıkları azaltılarak daha hafif bir solunum devresi olması amaçlanmıştır. Konektör ve hortum tasarımları tamamlandıktan sonra solunum devresini üretebilmek için gerekli olan uygun yapıştırıcı ve montaj yöntemleri belirlenmiştir. Son aşamada ise kapsam dahilindeki konektörleri üretecek olan plastik enjeksiyon kalıp tasarımları yapılmış ve kalıp imalatları tamamlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tıbbi Cihaz, Tek Kullanımlık Tıbbi Malzeme, Solunum Terapi Sistemleri, Parça Tasarımı,

## 1. GİRİŞ

Solunum terapisi; kronik solunum sistemi hastalıklarında, enfeksiyon kaynaklı nedenlerden dolayı oluşan solunum yollarında meydana gelen rahatsızlıklarda, hava yollarını temizleyerek hastanın daha rahat solunum yapmasını amaçlayan terapi yöntemidir. Solunum terapisi sırasında solunuma destek vermek ve enfeksiyon nedeniyle oluşan sekresyonun temizlenmesi için bir ventilasyon cihazları kullanılır. Bu cihazlarla hasta arasındaki gaz akışını sağlayan sistemlere solunum devreleri denilmektedir. Solunum devrelerinin; çift hortumlu (konvansiyonel), tek hortumlu (tek hatlı) ve eş merkezli iki hortumlu (koaksiyel) olarak üç genel çeşidi vardır. Solunum terapisi sırasında hafif olması ve kullanıcı tarafında karışıklığa neden olmaması adına tek hatlı veya eş merkezli iki hortumlu devreler tercih edilmektedir. Bu solunum devresinin diğer solunum terapi sistemlerinde yer alan solunum devrelerinden farkı çift hatlı olmasıdır. Geleneksel solunum devrelerinde inspirasyon ve ekspirasyon tek bir solunum hortumu üzerinden sağlanırken bu geliştirilen devrede inspirasyon ve ekspirasyon hatları ayrıdır. Böylece sekresyon nedeniyle hastaya gönderilen havanın kontamine olmasının önüne geçilmiştir.



Görsel 1. Kontaminasyonu Önleyen Tasarım

## 2. AMAÇ, KAPSAM ve UYGULAMA

### 2.1. AMAÇ

Solunum yolundaki sekresyonların temizlenmesi amacıyla geliştirilen ventilasyon cihazının tasarımı incelendikten sonra tasarım girdilerini oluşturulup konektör ve hortum tasarımları yapılması amaçlanmaktadır. Tasarımlara uygun enjeksiyon ve ekstrüzyon kalıplarının üretilmesi sonrasında seri üretime başlanarak bu ventilasyon cihazına uygun tek solunum devresi üreticisi olunması amaçlanmaktadır.

### 2.2. KAPSAM

Ön değerlendirmeler sonrasında belirlenen kapsam aşağıdakilerden oluşmaktadır:

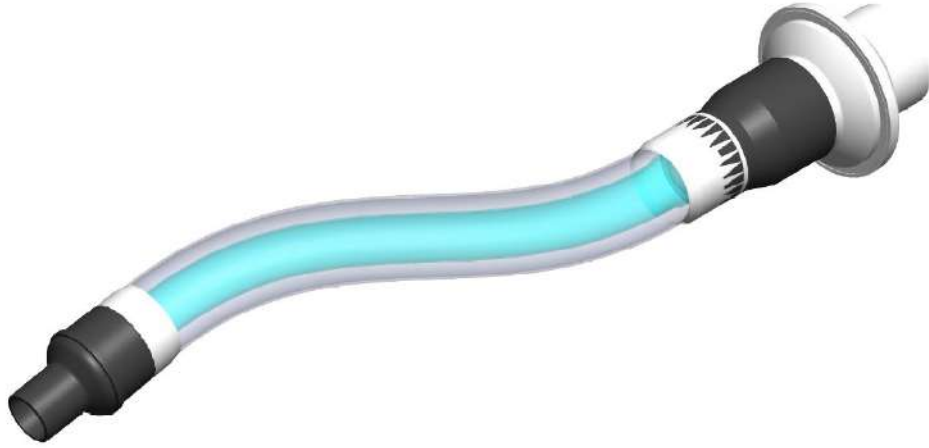
- Ventilasyon cihazının tasarımı incelenerek solunum devresi içim tasarım girdilerinin belirlenmesi,
- Mevcut enjeksiyon prosesine uygun solunum devresi bileşenlerinin Solidworks programında tasarımlarının yapılması ve bu tasarımları üretecek kalıpların tasarımlarının hazırlanması ve kalıp imalatının tamamlanması,
- Mevcut ekstrüzyon prosesine uygun ve kink yapmayacak hortum tasarımının Solidworks programında tasarımlarının yapılması ve bu tasarımları üretecek kalıpların tasarımlarının hazırlanması ve kalıp imalatının tamamlanması,

### 2.3. UYGULAMA

Mevcut ventilatör tasarımı incelenerek konektör ve hortum tasarımları için girdiler oluşturulmuştur. Tasarım süreci aşağıda adım adım anlatılmıştır.

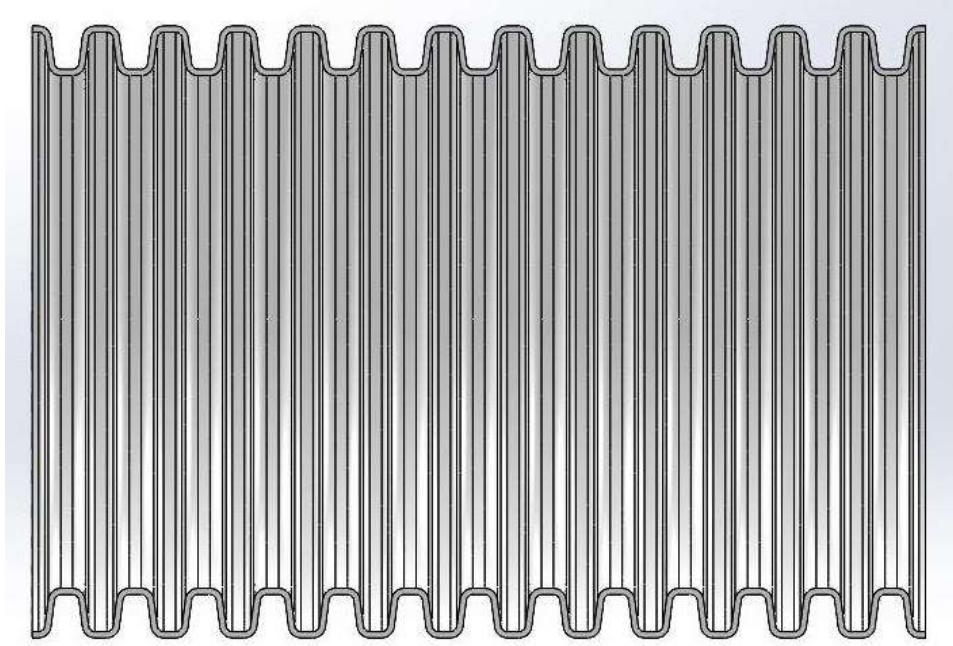
- Hastaya gönderilen temiz havanın sekresyon nedeniyle kontamine olmaması tasarım girdilerinin en başında yer almaktadır. Bu nedenle tasarlanmış ventilatörde eş merkezli iki hortumlu (koaksiyel) solunum devresi kullanılması gerekmektedir.





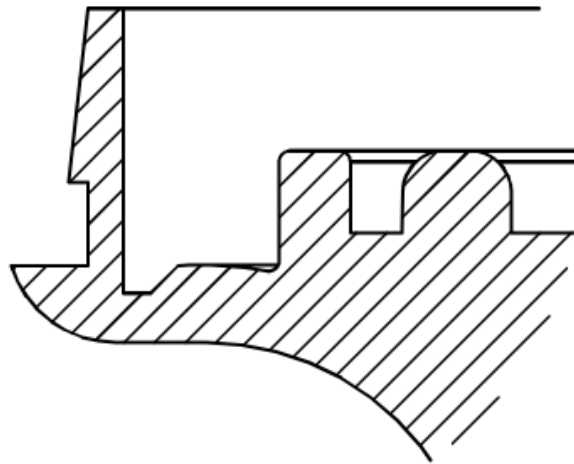
**Görsel 2. Eş Merkezli İki Hortumlu Solunum Devresi**

- Sekresyonu hava yolundan temizlemek adına yüksek hava akışı kullanılmaktadır. Tasarımı incelenen ventilatör ile mevcut eş merkezli iki hortumlu solunum devrelerinde hasta konforu ve ISO 5367 standardının gerekliliklerinden olan akışa karşı direnç ve compliance değerleri sağlanamayacağı için yeni bir hortum çapının belirlenmesi gerekmiştir.
- Belirlenen hortum çapına ve ventilatöre uygun konektör tasarımları yapılmıştır. Bu ventilatör uzmanlarca kullanılabilceği gibi evde kullanıma da uygundur. Bu nedenle hortum ve konektörlerin hasta konforuna negatif bir etkisinin bulunmaması gerekmektedir. Bu ihtiyacı karşılayabilmek adına konektör ve hortum tasarımları için minimum et kalınlıkları belirlenmiştir.
- Firma bünyesinde kullanılan mevcut montaj yöntemleri ve hortum konektör bağlantılarında kullanılan yapıştırıcılar değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucuna göre montaj metoduna yapıştırıcı cinsine ve konektörler için uygun hammadde seçilmiştir.
- Bu solunum devresinde ağırlığa en çok etki eden faktör hortumlardır. Hortumların ağırlıklarından sağlanacak kazanç bu nedenle çok önemlidir. Fakat hortumun çok ince olması rijitliği (kink olmayan tasarım) ve üretim sırasında delik oluşması gibi çeşitli sorunları beraberinde getirmektedir. Hortum tasarımı bu bilgiler ışığında tasarlanarak hafifletilmesi sağlanmıştır.



**Görsel 3. Hafifletilmiş ve Kink Yapmayacak Tasarıma Sahip Hortum Tasarımı**

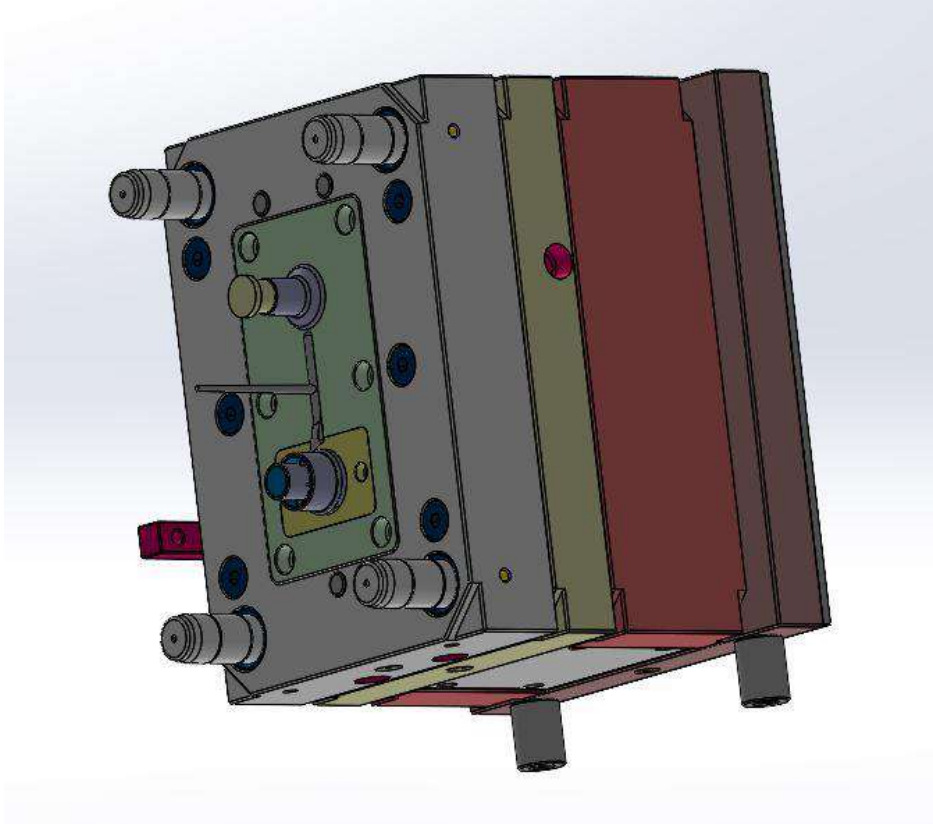
- Hammadde ve yapıştırıcı belirlendikten sonra tasarım tekrar gözden geçirilerek et kalınlıkları ve parçanın plastik enjeksiyon prosesi ile üretilebilirliği incelenmiştir. İnceleme sonrasında nihai konektör ve hortum tasarımı yapılmıştır.
- Birbirlerine montajlanacak konektörelere için sıkı geçme bağlantı tasarımı hammadde de göz önüne alınarak yapılmıştır.
- Maske ve nebül gibi solunum devre aksesuarları da bu solunum devresinde kullanılacağı için bu aksesuarlarını montajlanacağı kısımlar ISO 5356-1 standardına uygun olarak tasarlanmıştır.
- Tasarım nihai haline getirildikten sonra üç boyutlu yazıcıdan prototipler üretilerek sıkı geçme bağlantılar kontrol edilmiş ve iyileştirmeler yapılmıştır.



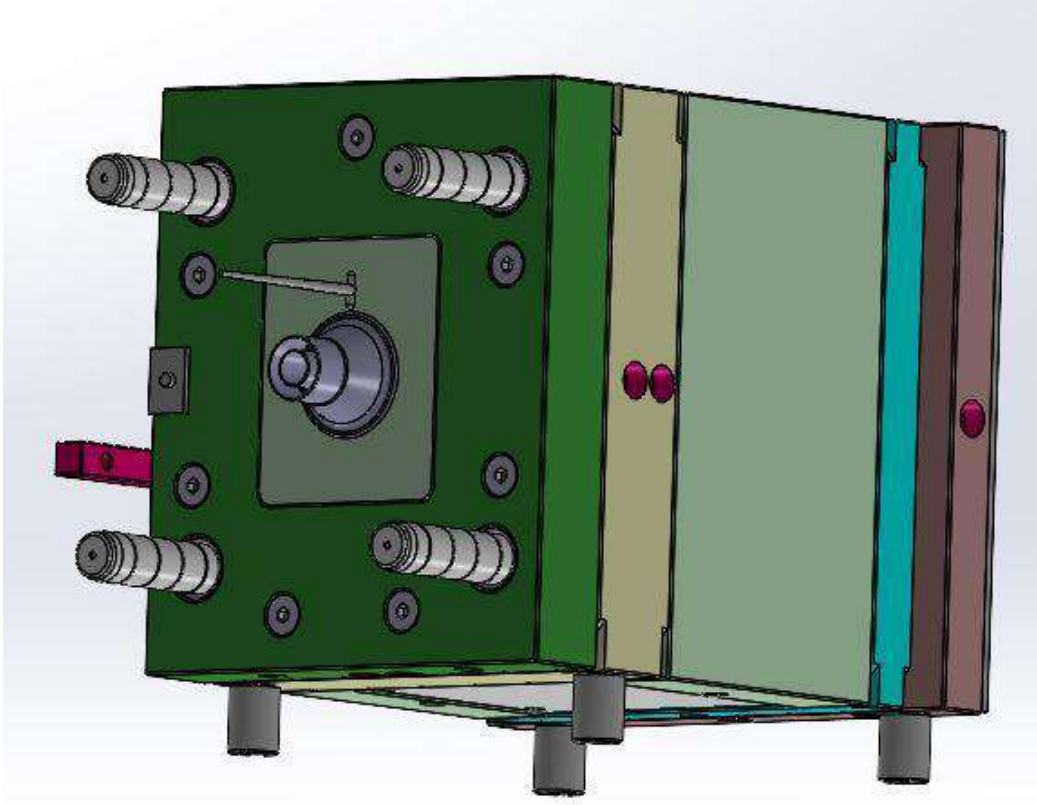
**Görsel 4. Parça Tasarımında Kullanılan Sıkı Geçme Tasarım**

Tasarım geliştirme aşaması tamamlandıktan sonra bu parçaları üretecek enjeksiyon ve ekstrüzyon kalıp tasarımları yapılarak kalıp siparişleri verilmiştir. Kalıpların imalatı tamamlandıktan sonra parça üzerindeki kozmetik problemlerin tespiti ve ölçü kontrolleri için ilk baskı denemeleri kalıp imalat firmasında gerçekleştirilmiştir. Ölçü kontrolleri ve master ölçüleri kontrol edildikten ve uygunluğu kanıtlandıktan sonra kalıp firma bünyesine getirilerek kalıbın istenilen ölçülerde ve herhangi bir kozmetik problemin olmadığı enjeksiyon parametrelerinin belirlenmesi çalışmalarına başlanmıştır.

Kalıp tasarımlarından iki örnek aşağıda gösterilmiştir.



**Görsel 5. İki Farklı Ürünü Üretebilen Enjeksiyon Kalıp Tasarımı**



**Görsel 6. Tek Gözlü Enjeksiyon Kalıp Tasarımı**

Üretilen ilk prototiplerden seri üretim koşullarında numune üretimleri yapılmıştır. Tasarım aşamasında karar verilen montaj metodu ve yapıştırıcı seçiminin doğruluğunu kanıtlamak için çalışma yapılmıştır. Süreç içerisinde görülen problemleri gidermek için iyileştirmeler yapılmıştır.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Solunum yolundaki sekresyonların temizlenmesi amacıyla geliştirilen ventilasyon cihazının tasarımı incelenmiş ve bu ventilasyon cihazına uygun eş merkezli iki hortumlu (koaksiyel) solunum devresi geliştirilmiştir. Ürün tasarımı sırasında ventilasyon cihazının fonksiyonu, seri üretime uygunluğu, enjeksiyon ve ekstrüzyon proseslerine uygunluğu ve uluslararası standartlar göz önünde bulunmuştur. Kalıp imalatları tamamlandı ilk seri üretim koşullarında üretilen parçalar ile prototip üretimler gerçekleştirilip montaj yöntemleri tekrar gözden geçirilerek süreçte iyileştirmelere devam edilmiştir.

Türkiye'de ilk defa solunum yolundaki sekresyonların temizlenmesi amacıyla geliştirilen bir ventilasyon cihazı ile uyumlu solunum devresi geliştirilmiş ve ürünün tek tedarikçisi olunmuştur.

## KAYNAKÇA

Sanjay Kalani, (2018) Comparison Of Limb-O Circuit With Conventional Dual Limb Circuit In Controlled Ventilation

A.J. Wilsona,(2009) A Computer Model Of The Artificially Ventilated Human Respiratory System In Adult Intensive Care

## TAVUK HİDROKSİAPATİTE TİTANYUM OKSİT İLAVESİNİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğretim Üyesi Süleyman Serdar PAZARLIOĞLU, Dr. Hasan GÖKÇE

<sup>1</sup>Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, [spazarlioglu@marmara.edu.tr](mailto:spazarlioglu@marmara.edu.tr) –

ORCID ID: 0000-0002-7870-8418

<sup>2</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Prof. Dr. Adnan Tekin Araştırma Merkezi, [gokceh@itu.edu.tr](mailto:gokceh@itu.edu.tr) -

ORCID ID: 0000-0001-7892-5642

### ÖZET

Hidroksiapatit (HA) biyouyumlu olması sebebiyle biyomedikal ve özellikle diş hekimliği ve travmatoloji gibi sert doku uygulamalarına yönelik alanlarda en çok kullanılan biyoaktif materyallerden biridir. Bu özellikleri nedeniyle çeşitli kimyasal sentezleme ve/veya sığır, hindi, koyun, keçi vb. gibi hayvan atık kemiklerinden üretilmektedir. Hayvan atık kemiklerinden üretilen HA, biyolojik HA olarak adlandırılır. Bu kaynaklardan birisi de tavuk kemikleridir. Tavuk kemiklerinden üretilen hidroksiapatit (THA) üzerine yapılan çalışmalarda insan vücudunda kullanım için yeterli mukavemet özelliklerine sahip olmadığı belirlenmiştir. THA' in insan vücudunda yüke dayanım gerektiren uygulamalarda kullanılması için çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bunlardan biriside seramik malzemelerle takviyelendirilmesidir. Ancak literatürde bu konu sınırlı sayıda çalışma vardır. Bu çalışmada THA' e ağırlıkça %0,5-4 arasında değişmekte olan titanyum oksit (TiO<sub>2</sub>) ilavesinin etkisi incelendi. Bu amaçla TiO<sub>2</sub> ilaveli ve ilavesiz THA 1100-1300°C arasında 4 saat süre ile sinterlendi. Gerçekleştirilen deneysel çalışmalar neticesinde THA' in yoğunluk (2.301±0,048 g/cm<sup>3</sup> ten 2.973±0.034 g/cm<sup>3</sup> e) ve sertlik (0.752±0.046 GPa' dan 4.354±0.331 GPa' a) değerlerinin 1250°C' ye kadar arttığı ancak 1300°C' de azaldığı, en yüksek kırılma tokluğu (1.071±0.184 MPam<sup>1/2</sup>) ve basma mukavemeti (145.417±5.000 MPa) değerlerinin ise 1200°C' elde edildiği belirlendi. THA' de farklı sıcaklıklarda en yüksek yoğunluk, sertlik, kırılma tokluğu ve basma mukavemeti değerlerinin oluşmasının nedeni; tane büyümesi ve dekompoze olmasıdır. TiO<sub>2</sub> ilaveli THA' ler arasında en iyi özelliklerin 1300°C' de sinterlenmiş THA-0.5TiO<sub>2</sub>' ye (Yoğunluk: 3.005±0.017 g/cm<sup>3</sup>, Sertlik: 3.973±0.260 GPa, Kırılma tokluğu: 1.583±0.277 MPam<sup>1/2</sup> ve Basma dayanımı: 170.045±5.656 MPa) ait olduğu ve artan TiO<sub>2</sub> oranına bağlı olarak tüm özelliklerin azaldığı tespit edildi. Bunun nedeni artan TiO<sub>2</sub>' nin THA' in sinterlenebilme davranışını olumsuz yönde etkilemesi, gözenekliliği ve bozunma oranını artırmasıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Tavuk hidroksiapatit, Titanyum oksit, Sinterleme

### 1. GİRİŞ

Dünya genelinde hasara uğramış olan sert dokuların, otogreft ve allogreft ile onarılması yetersiz donör ve potansiyel hastalık bulaşma riski nedeniyle sürdürülebilirliği kısıtlıdır. Kemik dokusuyla biyolojik benzerliklere sahip olması, bol miktarda bulunması ve biyomedikal ve



doku mühendisliği araştırmalarında çevre dostu bir çözümler sunması nedeniyle sert dokuların sığır, koyun, keçi, hindi gibi memeli hayvanlarla, balık kılçığı ve pulu ve mercan ve istiridye kabukları gibi hayvansal kaynaklardan elde edilen hidroksiapatit (HA) ile onarılması otogreft ve allogreft için bahsedilen bu problemlerin giderilmesine imkân sağlamaktadır [1]. HA eldesinde kullanılabilen kaynaklardan birisi de tavuk kemikleridir. Tavuk kemiklerinden HA üretimi iki farklı yolla sağlanmaktadır. Bunlardan birincisi; atık tavuk femur kemiklerinin  $\text{ChCl}$ -üre içerisinde  $100^\circ\text{C}$  sıcaklıkta 4 saat süre ile çözümlenmesi ve bu işlemi takriben oda sıcaklığına soğutulup, çökelen HA partiküllerinin 24 saat süre sonrasında üç kez destile su ile yıkanıp ve 24 saat boyunca  $60^\circ\text{C}$ ' de vakumlu fırında kurutulması ile üretimdir. Yapılan inceleme neticesinde tavuk kemiklerinden elde edilen hidroksiapatit (THA)' lerin çubuksu formda olduğu ve ilgili yöntemle yüksek verimlilikte olmak üzere THA üretiminin sağlanamadığı belirlenmiştir [2]. İkinci yöntem ise, literatürde sığır [3], hindi [4], koyun [5], domuz [6] ve keçi [7] gibi biyolojik kaynaklardan HA üretiminde kullanıldığı üzere kalsinasyon işlemi ile üretimdir. Bu yöntemle hayvanlardan kaynaklı hastalık taşınımları engellenebilmekte ve diğer yöntemle oranla daha yüksek verimlilik sağlanmaktadır. Literatürde  $1000^\circ\text{C}$  sıcaklıkta  $\frac{1}{2}$  saat [8],  $950^\circ\text{C}$ ' de 2 saat [9],  $900^\circ\text{C}$ ' de 6 saat [10],  $700^\circ\text{C}$ ' de 2 saat [11], 600 ila  $1000^\circ\text{C}$  arasında ( $100^\circ\text{C}$  er  $^\circ\text{C}$  artırılarak) 2 saat [12],  $600^\circ\text{C}$ ' de 4, 12 ve 20 saat [13] ve  $500^\circ\text{C}$ ' de 24 saat [14], 200 ila  $1000^\circ\text{C}$  arasında 20 saat [15] olmak üzere farklı kalsinasyon sıcaklık ve sürelerinde THA' ların üretilebildiği ve gemi inşa sahasında bulunan kadmiyumun uzaklaştırılmasında [16], atık sulardaki kurşununun uzaklaştırılmasında [17], paketlenmiş gıdaların sterilizasyonunun değerlendirilmesi amacı ile kullanılan dozimetlerde [18] ve tatlandırıcı [19] olarak kullanılmaktadır. Ancak düşük mekanik özellikleri nedeni ile insan vücudunda kullanımı uygun değerildir (Çizelge 1) ve THA' nın mekanik özelliklerinin geliştirilebilmesi adına literatürde sadece bir adet çalışma vardır. Bu çalışmada cam ilavesi [20] yapılarak THA' nın mekanik özellikleri iyileştirilmeye çalışılmıştır. Ancak insan vücudunda kullanılabilir basma mukavemeti ( $100\text{-}230\text{ MPa}$ ), sertlik ( $4.87\text{ GPa}$ ) ve kırılma tokluğu ( $2\text{-}12\text{ MPam}^{1/2}$ ) değerlerine ulaşılammıştır.

Titanyum oksit ( $\text{TiO}_2$ ); oksit esaslı seramikler ailesinin bir üyesi olup [21], zirkonya [22], magnezya [23], alumina [24] vb. gibi seramik malzemelerin mukavemetinin artırılmasına katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Bu etkisi nedeniyle sentetik HA [25] ve/veya sığır HA [26], koyun HA [27] gibi biyolojik kaynaklardan elde edilmiş olan HA' ların fiziksel, mekanik ve/veya biyoaktivite özelliklerine ne gibi etkiye sahip olduğu araştırılmıştır. Ancak; THA' ya katkı malzemesi olarak katılması üzerine literatürde bir çalışma bulunmamaktadır.

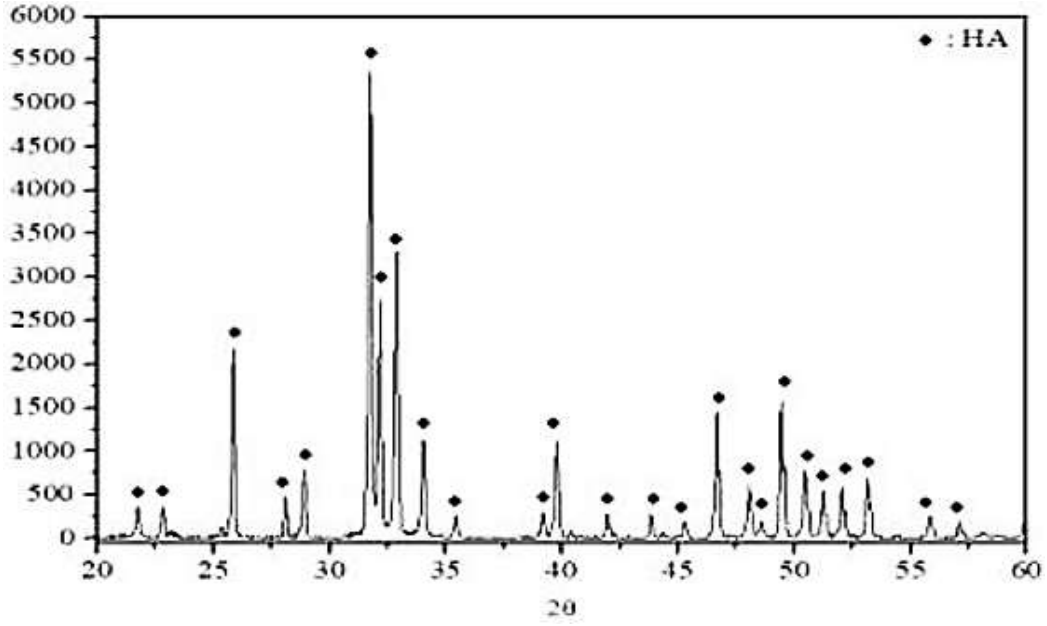
**Çizelge 1** Literatürde var olan THA ve THA' ya cam ilavesi ilgili çalışmaya ait veriler

Sıcaklık (°C)	Özellik	THA	THA-5 (%ağ.) Cam	THA-10(%ağ.) Cam
1000	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	2.22	2.28	2.25
1100		2.38	2.53	2.45
1200		2.70	2.78	2.72
1300		2.83	2.35	2.06
1000	Sertlik	101.4	106	104
1100		171	185	173
1200		222.8	293	258
1300		360	424	467
1000	Basma mukavemeti (MPa)	40.2	48	44
1100		63.2	71	65
1200		66.9	76	68
1300		78.8	41	32

Bu çalışmada tavuk femur kemiklerinden hidroksiapatit üretimi sağlanmış ve farklı oranlarda titanyum oksit ilavesinin, tavuk hidroksiapatitin özelliklerine etkileri incelendi. Bu amaçla X-ışınları analizi ve taramalı elektron mikroskobu incelemeleri ile yoğunluk, sertlik, kırılma tokluğu ve basma testleri gerçekleştirildi.

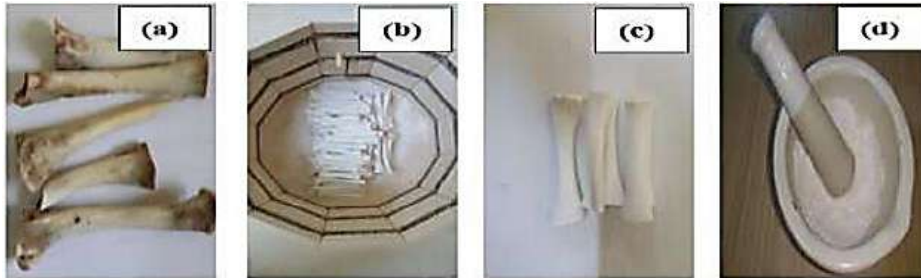
## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada; HA tozları elde etmek için Erpiliç' ten (İstanbul, Türkiye) ücretsiz olarak temin edilen tavuk kemikleri kullanıldı. Tavuk kemikleri, kemik yüzeyindeki görünür doku ve maddeleri uzaklaştırmak için ilk olarak temizlendi, daha sonra kemiklerin baş kısımları kesilerek tüm kemiklerin şaftlarındaki ilikler düdüklü tencerede 4 saat suda kaynatılarak uzaklaştırıldı. Kaynatma işleminden sonra kalan şaftlar, 1 saat süreyle sodyum hidroksit (NaOH) ile deproteinize edildi, distile su ile yıkandı ve daha sonra 800°C'de 5°C/dak ısıtma hızlarında 4 saat kalsine edildi daha sonra **Görsel 1**' de görüldüğü üzere XRD analizi ile HA üretiminin sağlanıp/sağlanmadığı belirlendi.



Görsel 1 THA tozunun XRD analizi

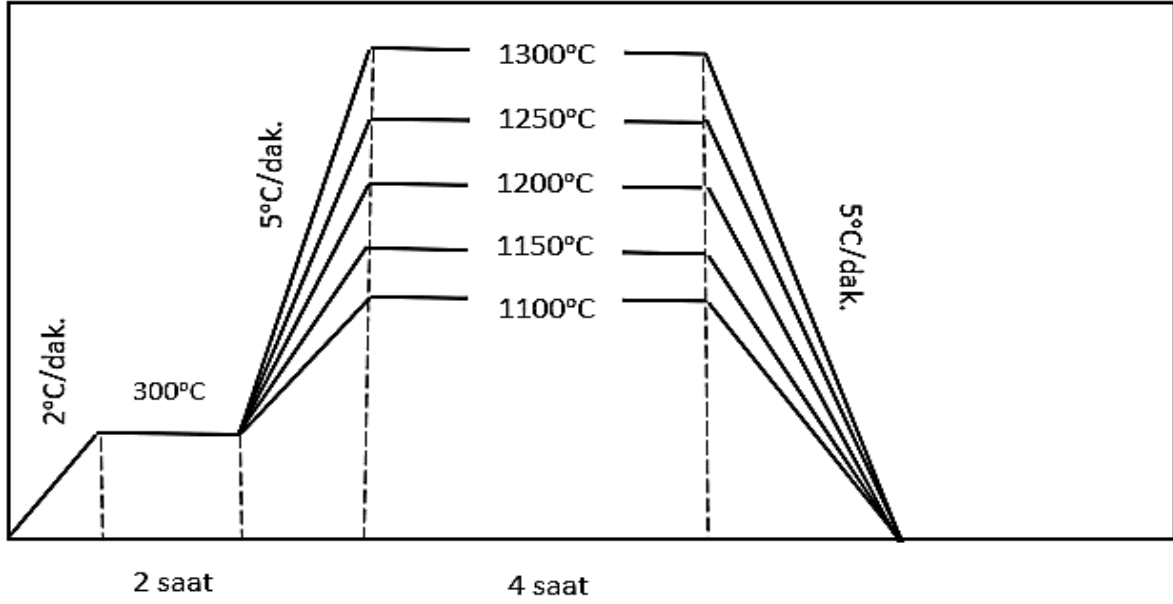
Kalsine edilmiş tavuk kemikleri **Görsel 2**' de görüldüğü seramik havanlarda dövülerek literatürde bulunan diğer biyolojik kaynaklı HA' larla kıyaslayabilmek amacı ile  $-63 \mu'$  luk tane boyutuna getirildi.



**Görsel 2** Tavuk kemiğinden HA tozunun üretim çizelgesi (a) temizleme, (b) 800 °C'de kalsinasyon, (c) kalsine tavuk kemiği ve (d) THA tozu

THA tozlarının üretiminden sonra, bu çalışmada da kullanılan ve ağırlıkça %0.5, 1, 2 ve 4 oranlarında ilaveleriyle THA tozlarına ilave edilen titanyum oksit ( $TiO_2$ ; Nanolab, küresel formda, ortalama  $5 \mu$ ) ilaveleri yapılarak Restch PM 100 gezegen tipi değirmende içerisi zirkonya kaplı 10 cm çapında ve 10 cm yüksekliğindeki paslanmaz çelik kaptaki 300 ml etil alkol ve 10 mm çapında 15 adet zirkonya bilya kullanılarak 180 devir/dakika hızda 2 saat süre ile karıştırılarak homojenize edildi. Karıştırma işlemleri tamamlanan toz karışımları Carbolite marka ayarlanabilir kontrol ünitesine sahip etüvde  $105^\circ C$ ' lik sıcaklıkta 1 gün süre ile kurutuldu. Homojenizasyon işlemi sonrası hazırlanan karışımlardan British 7253 standartına uygun olacak şekilde numuneler peletlendi. Peletleme işlemlerinde kalıp duvarlarının aşınmasını engellemek ve tozların birbiri üzerinde kaymalarını kolaylaştırmak amacı bir miktar çinko stearat ve etil alkol içeren karışımla kalıp duvarları yağlandı ve **Görsel 3**' te görülen sinterleme rejimine bağlı

olarak 1100, 1150, 1200, 1250 ve 1300°C' lik sıcaklarda olmak üzere 4 saat süre ile sinterleme işlemi gerçekleştirildi.



**Görsel 3** Bu çalışmada yapılan sinterleme işlemlerine ait sinterleme rejimlerinin gösterimi

Sinterleme işlemi takiben, sinterlenmiş olan numunelerden basma testine tabii tutulanlar seramik havanda ezilerek toz haline getirildi ve toz haline getirilmiş olan numuneler, 20-60° lik 2θ aralığında Philips X'Pert marka XRD cihazında 0.02° lik ilerleme hızı ile analiz edildi. Sinterleme sıcaklıklarına ve yapılan ilavelere bağlı olarak mikroyapısal değişimler Zeiss-Evo | MA10 marka SEM cihazında tespit edildi. Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde yoğunluk, sertlik, kırılma tokluğu ve basma mukavemeti testleri yapıldı. Yoğunluk değerleri Arşimet yöntemi ile Eşitlik 1' e göre hesaplandı.

$$d = \frac{Mk}{Ma - Ms} \quad (E.1)$$

Burada; **d**: Yoğunluk (g/cm<sup>3</sup>), **Mk**: Kuru ağırlık (gr), **Ma**: Askıdaki ağırlık (gr), **Ms**: Sudaki ağırlık (gr)

Sertlik ve kırılma tokluğu değerlerinin bulunmasında Future Tech FM300 marka sertlik cihazı kullanılmış olup, ilgili ölçümler öncesi numuneler sırasıyla 600, 800, 1000, 1200, 2400, 4000 ve 5000 meshlik zımparalarda zımparalandı. Kırılma tokluğu değerlerinin belirlenmesi amacı ile zımparalama işlemleri sonrası 5 µ, 3µ, 1µ ve 0.5µ' luk elmas pastalar kullanılarak parlatma işlemleri gerçekleştirildi. Sertlik değerlerinin belirlenmesinde 200 gram (20 saniye) ve 300 gram (10 saniye) yük kullanıldı ve sırasıyla Eşitlik 2 ve 3 kullanılarak ölçüldü. Basma mukavemeti değerleri 2 mm/dak. hızda olmak üzere Devotrans 50kN marka universal test cihazında belirlendi.

$$HV = 0.0018544(P/d^2) \quad (E.2)$$

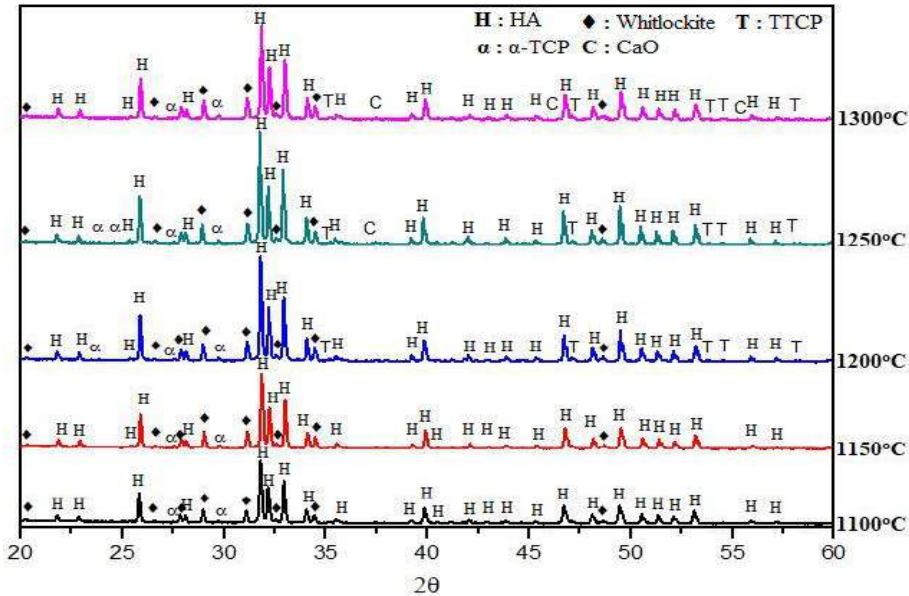
Burada; HV: Sertlik değeri (GPa), P: Uygulanan kuvvet (N), d: Ortalama iz çapı (mm<sup>2</sup>),

$$K_{Ic} = 0.203(c/a)^{-1.5}(HV)(a)^{0.5} \quad (E.3)$$

Burada; K<sub>Ic</sub>: Kırılma tokluğu (MPam<sup>1/2</sup>), c=Oluşan çatlakın, mikrosertlik izinin merkezine uzaklığı (m), HV: Sertlik (MPa), a: Mikrosertlik ölçümünde oluşan izin yarıısı (m)

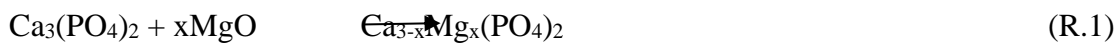
### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

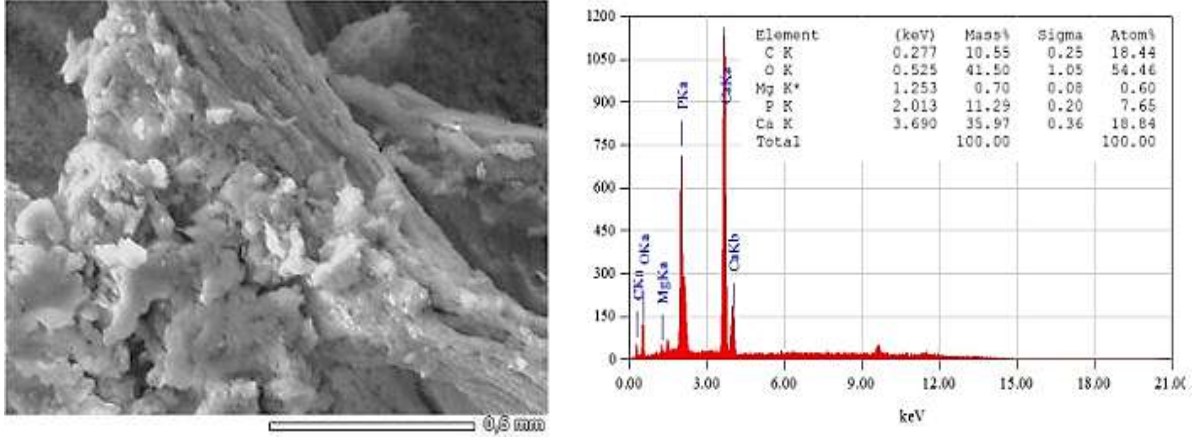
Saf THA' ya ait XRD analizleri neticesinde THA' nın 1100 ve 1150°C' lik sıcaklıklar için whitlockite (XRD kart numarası: 98-000-0800) ve α-TCP (XRD kart numarası: 98-007-8499) fazlarına ayrıştığı belirlendi (**Görsel 4**). Saf THA' nın 1200°C' den itibaren sinterlenmesi ise whitlockite ve α-TCP' ye ek olarak tetrakalsiyum fosfat (TTCP; XRD kart numarası: 98-000-6146) ve kalsiyum oksit (CaO; 98-003-4978) fazlarına ayrışmasına sebebiyet vermiştir.



**Görsel 4** Saf THA' nın artan sinterleme sıcaklıklarına bağlı olarak XRD analizi

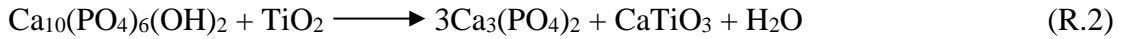
THA bünyesinde whitlockite oluşumu 800°C' de kalsine edilen tavuk femur kemikleri için yapılan EDS analizindeki Mg' nin bu sıcaklıklarda (**Görsel 5**) whitlockite (Ca<sub>2.71</sub>Mg<sub>0.29</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) fazını oluşturarak ve Reaksiyon 1' de görüldüğü üzere, tavuk femur kemiği içerisindeki Mg<sup>+2</sup> iyonunun β-TCP içerisine difüze olması sonucu oluşur ve β-TCP' nin stabilize olmasını sağlar [28]. Benzer oluşum literatürde bulunan, Tuna balığından [29] ve domuzdan [30] elde edilen HA' larda da görülmüştür. Bu etkisi nedeni ile HA matrisli biyoseramiklerin yoğunlaşma, biyouyumluluk ve mekanik özelliklerine katkıda bulunur. Ayrıyeten vücut içindeki çözünürlüğü β-TCP' ye oranla daha düşüktür [31]. Benzer etki, THA' ya kalsinasyonun etkisi üzerine yapılan çalışmalarda da gözlemlenmiştir.





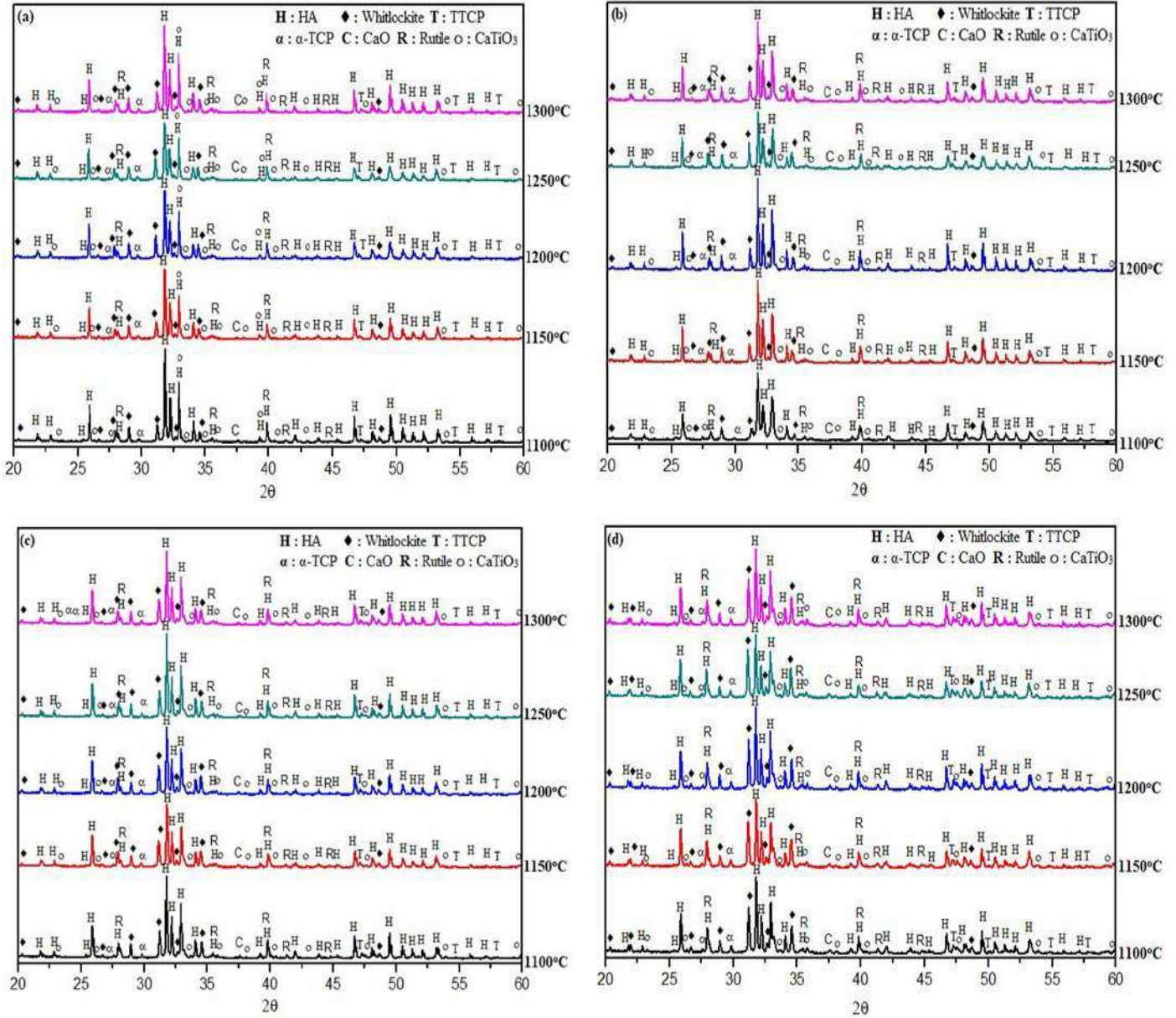
**Görsel 5** 800°C’ de 2 saat süre ile kalsine edilmiş olan tavuk femur kemiğinin EDS analizi

**Görsel 6’** da görüldüğü üzere TiO<sub>2</sub> ilaveli THA’ larda, saf THA’ da dedekte edilen HA, Whitlockite, TTCP, α-TCP ve CaO fazlarına ilaveten Rutile ve CaTiO<sub>3</sub> fazları dedekte edildi. Artan TiO<sub>2</sub> oranına bağlı olarak saf THA’ da dedekte edilen Whitlockite, TTCP, α-TCP ve CaO fazlarının şiddetinin arttığı belirlendi. HA-TiO<sub>2</sub> kompozitleri üzerine yapılan araştırmalarda, HA’ nın artan TiO<sub>2</sub> oranına olarak β-TCP’ ye dekompoze olma oranlarının arttığı ve Reaksiyon 2’ de görüldüğü üzere HA’ nın dekompoze olduğu belirlenmiştir [32]. Bu çalışmada β-TCP fazının oluşumunun whitlockite fazı nedeniyle meydana gelmediği belirlenmiştir. CaTiO<sub>3</sub> fazının oluşumu ise THA’ nın CaO’ ye bozunması ve CaO’ nun Reaksiyon 3’ te görüldüğü üzere TiO<sub>2</sub> ile reaksiyona girmesi nedeniyle oluşur [33].



Rutile, anatase TiO<sub>2</sub>’ nin yaklaşık 600°C civarında dönüşümü nedeniyle oluşmakta iken, HA-TiO<sub>2</sub> kompozitlerinde CaTiO<sub>3</sub> fazı 900°C’ den itibaren oluşmaya başlamaktadır [34]. Rutile fazının varlığı HA-TiO<sub>2</sub> kompozitlerinin in vitro biyoaktivitesinin artmasına katkıda bulunmaktadır [35].

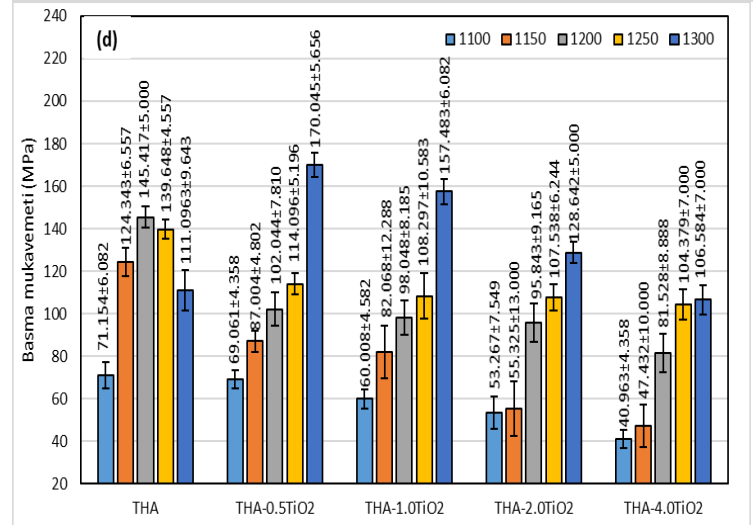
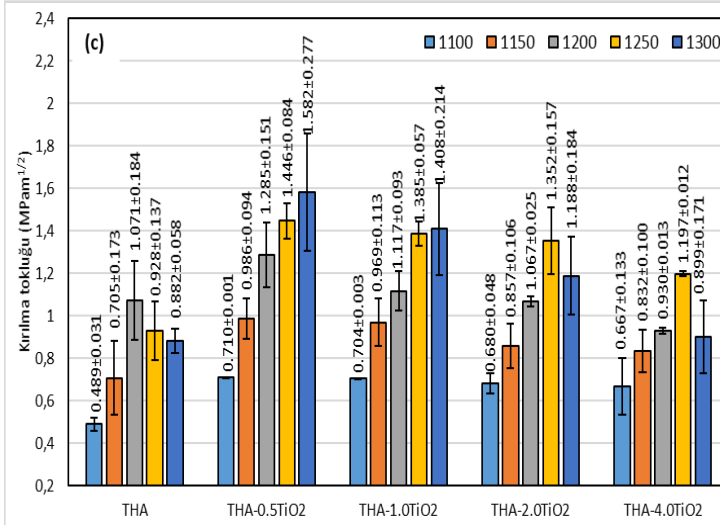
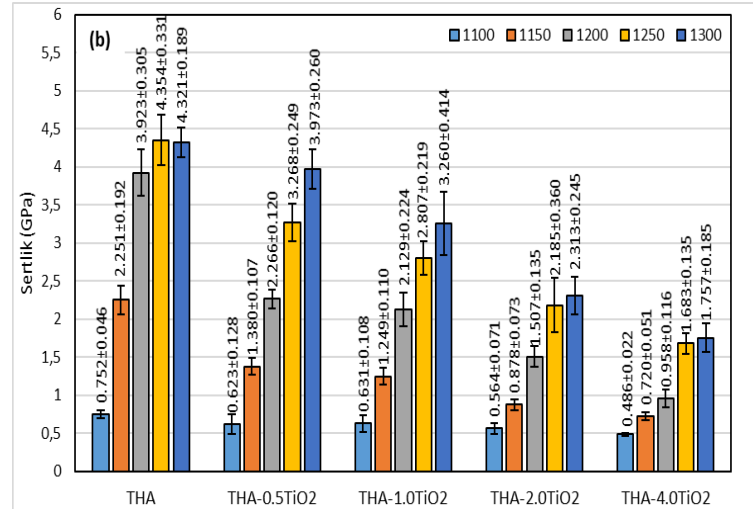
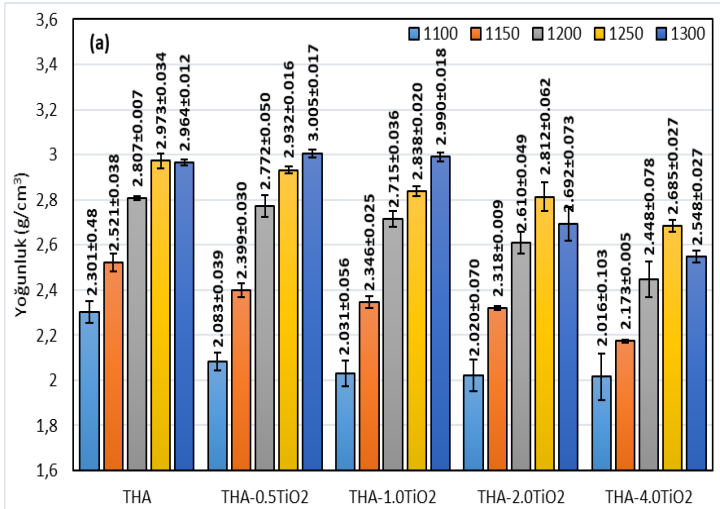




**Görsel 6** THA- (a) 0.5, (b) 1, (c) 2 ve (d) 4  $\text{TiO}_2$  kompozitlerinin artan sinterleme sıcaklıklarına bağlı olarak XRD analizleri

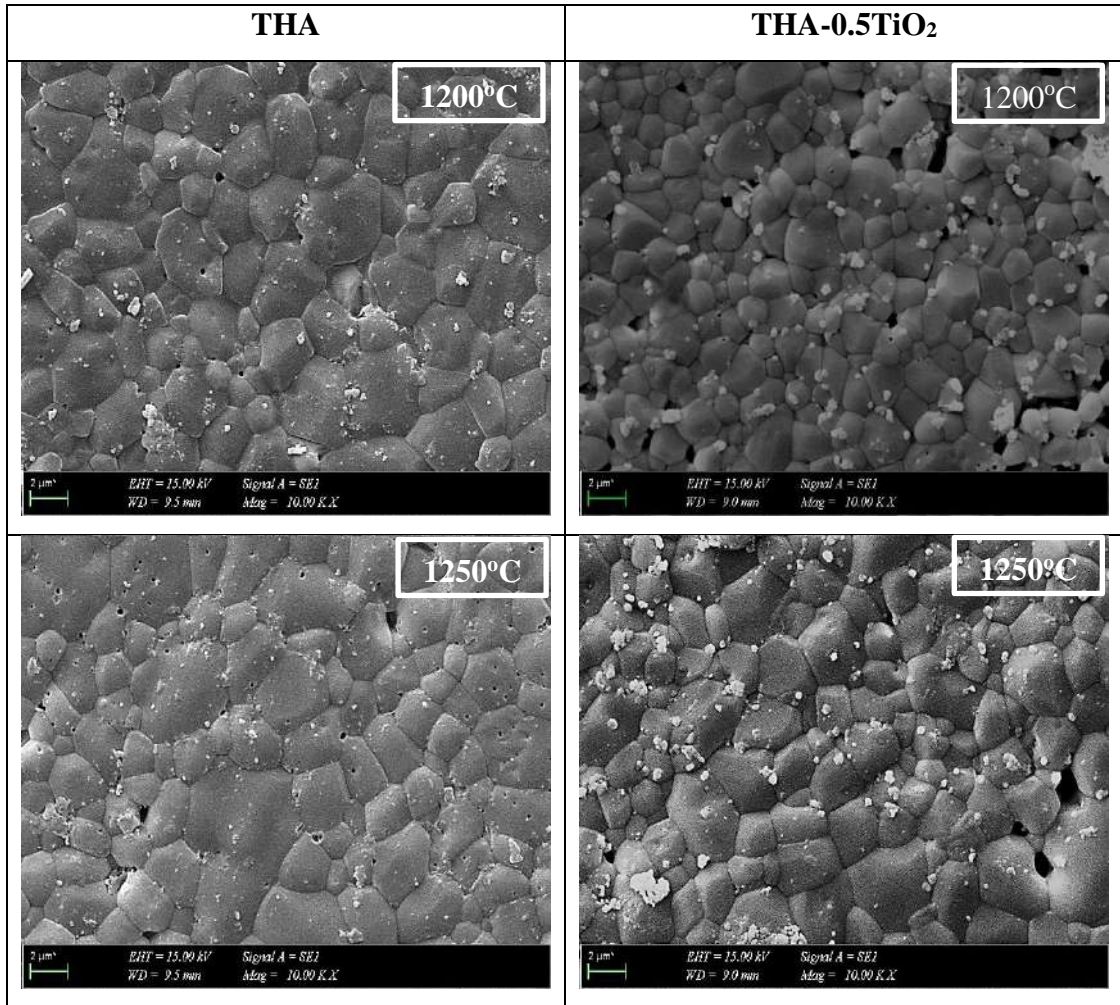
**Görsel 7'** de görüldüğü üzere; saf THA için en yüksek yoğunluk ( $2.973 \pm 0.034 \text{ g/cm}^3$ ) ve sertlik ( $4.354 \pm 0.331 \text{ GPa}$ ) değerleri  $1250^\circ\text{C}$ ' de, en yüksek kırılma tokluğu ( $1.071 \pm 0.184 \text{ MPam}^{1/2}$ ) ve basma mukavemeti ( $145.417 \pm 5.000 \text{ MPa}$ ) değerleri ise  $1200^\circ\text{C}$ ' de elde edilmiş olup, artan sinterleme sıcaklıkları ile azalmaktadır. Bunun üç nedeni vardır: Birincisi; THA'nın HA ( $3.156 \text{ g/cm}^3$  [36])' ten daha düşük yoğunluğa sahip olan TTCP ( $3.05 \text{ g/cm}^3$  [37]) ve  $\alpha$ -TCP ( $2.86 \text{ g/cm}^3$  [38])' ye dekompoze olmasıdır. İkincisi;  $1300^\circ\text{C}$ ' de sinterlemenin  $1250^\circ\text{C}$ ' ye kıyasla daha büyük tane boyutuna sebebiyet vermesidir (**Görsel 8**). Üçüncüsü ise;  $1300^\circ\text{C}$ ' de sinterlemenin THA'nın dekompoze olma sonucu uzaklaşan  $\text{OH}^-$  grubundaki oranın artması ve THA matrisinden uzaklaşması neticesinde gözenekliliğe sebebiyet vermesidir [39]. Bu oluşum nedeni ile oluşan gözeneklilik; gerilme konsantrasyonunun artmasına ve buldukları bölgelerde

uygulanan gerilme ile birlikte hasar oluşumunun başlangıcı olan çatlak oluşumlarını kolaylaştırmaları ve kesit alanında azalma sebebiyet vermeleri nedeni mukavemetin azalmasına sebebiyet vermiştir [40]. THA-TiO<sub>2</sub> kompozitlerinde artan TiO<sub>2</sub> oranına bağlı olarak THA-TiO<sub>2</sub> kompozitlerinin yoğunluk, sertlik, kırılma tokluğu ve basma mukavemeti değerleri azalmakta iken, THA-2TiO<sub>2</sub> ve THA-4TiO<sub>2</sub> kompozitlerinin kırılma tokluğu değerlerinin 1300°C’ de sinterlenmesi durumunda 1250°C’ deki değerlerine göre azalmaktadır (**Görsel 7 c**). THA-TiO<sub>2</sub> kompozitleri için en yüksek yoğunluk, sertlik, kırılma tokluğu ve basma mukavemeti özellikleri ağırlıkça %0.5 oranında ve 1300°C sıcaklıkta sinterleme ile sağlanabilmiştir. Farklı kaynaklardan elde edilmiş HA ile farklı toz tane boyutu ve şekline sahip olan TiO<sub>2</sub>’ ler üzerine yapılan araştırmalarda, her ne kadar benzer faz oluşumlarının meydana geldiği belirlenmiş olsa da en iyi mekanik ve/veya fiziksel özelliklere farklı sinterleme sıcaklık ve süreleri ile farklı TiO<sub>2</sub> oranlarında ulaşılmıştır. Bu çalışmada THA-TiO<sub>2</sub> kompozitlerine ait mekanik özelliklerin azalmasında birkaç nedenin etkili olduğu kanaatine varılmıştır: Bunlardan birincisi; HA’ nın doğası gereği kırılma bir yapıya sahip olmasıdır [41]. İkincisi; HA’ ya (1650°C [42]) daha yüksek ergime sıcaklığına sahip olan TiO<sub>2</sub> (1830°C [43]) oranının artması nedeni ile gözenek oranının artması iken, üçüncüsü; ağırlıkça %2 ve %4 oranlarında TiO<sub>2</sub> ilaveli numunelerde THA’ nın ikincil fazlara ayrılma oranının artmasıdır.

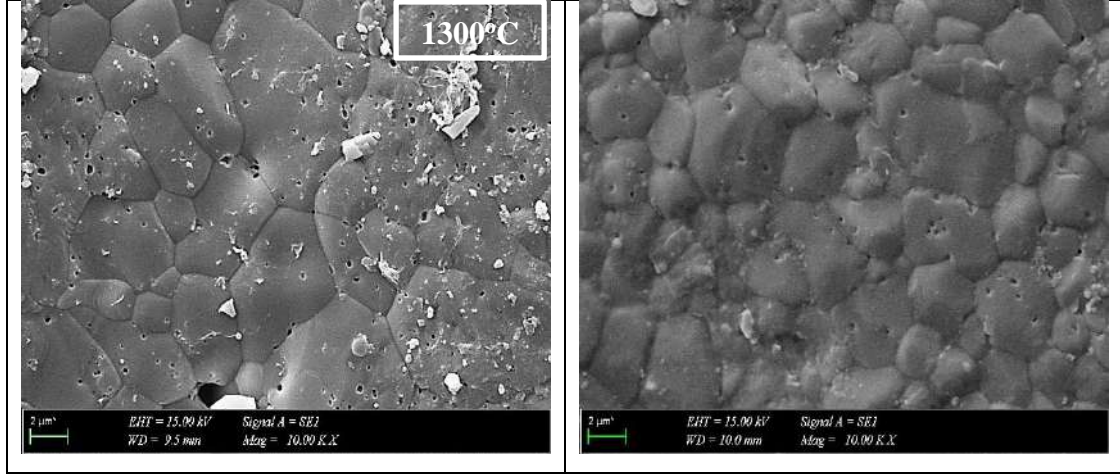


**Görsel 7** THA ve THA-TiO<sub>2</sub> kompozitlerinin (a) yoğunluk, (b) sertlik, (c) kırılma tokluğu ve (d) basma mukavemeti özelliklerinin sinterleme sıcaklıklarına bağlı olarak değişimi

**Görsel 8** 1200, 1250 ve 1300°C sıcaklıklarda sinterlenen THA ve THA-0.5TiO<sub>2</sub>' nin SEM mikroyapı görüntülerini göstermektedir. Şekil 8' den de görüleceği üzere; artan sinterleme sıcaklıklarına bağlı olarak saf THA ve THA-0.5TiO<sub>2</sub> kompozitinin tane boyutları artmıştır. Ancak 1300°C' de sinterleme saf THA' da aşırı tane büyümelerine ve OH gruplarının THA matrisinde uzaklaşması sebebiyle tane gerek aşırı büyümüş tanelerin iç kısmında gerekse tane sınırlarında gözenekliliğe sebebiyet vermiştir. TiO<sub>2</sub> ilavesiyle tane büyümesinin engellendiği görülmüştür.







Görsel 8 THA ve THA-0.5TiO<sub>2</sub>' nin SEM mikroyapı görüntüleri

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada tavuk femur kemiklerinden elde edilen HA' ya farklı oranlardaki TiO<sub>2</sub> ilavesinin etkisi incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- THA' nın yoğunluk ve sertlik değerleri artan sıcaklıkla artmış ancak en yüksek kırılma tokluğu ve basma mukavemeti değerlerine 1200°C' lik sinterleme sıcaklığında ulaşılmıştır.
- THA' nın 1200°C' nin üzerindeki sıcaklıklarda sinterlenmesi neticesinde kırılma tokluğu ve basma mukavemeti özelliklerindeki azalma, tane büyümesi ve OH' ın matristen uzaklaşarak gözenekliliğe sebebiyet vermesidir.
- Artan TiO<sub>2</sub> ilavesiyle THA-TiO<sub>2</sub> kompozitlerinin tüm özellikleri azalmıştır.
- THA' ya ağırlıkça %0.5 oranında TiO<sub>2</sub> ilavesi ve 1300°C' de sinterleme ile diğer THA-TiO<sub>2</sub> kompozitlerine oranla daha iyi özellikler elde edilmiştir. Artan TiO<sub>2</sub> oranıyla THA-TiO<sub>2</sub> kompozitlerinde özelliklerin azalmasının sebebi, yoğunlaşabilme ve sinterlenebilme davranışlarının azalmasıdır.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma Fernas Alçı San. Tic. A.Ş. tarafından desteklenmiştir.

#### KAYNAKÇA

- [1] Mohamed Saiful, F.H., Hasan, Z.A., Maizlinda, I.I., Mohd Arizam, A.W. Extraction of Natural Hydroxyapatite for Biomedical Applications-A review, Heliyon, 8,8, 2022.
- [2] Song, W., Yang, Y., Deng, Y. Research of Preparation Conditions for Regeneration of Hydroxyapatite and Influence on Crystalline Forms, Chemistry in Industry, 67,11-12, 2018.
- [3] Goller, G., Oktar, F.N., Agathopoulos, S., Tulyaganov, D.U., Ferreira, J.M.F., Kayali, E.S., Peker, I. The influence of Sintering Temperature on Mechanical and Microstructural Properties of Bovine Hydroxyapatite, Journal of Sol-Gel Science and Technology, 37, 2006.

- [4] Pazarlioglu, S.S., Gokce, H., Ozyegin, S., Salman, S. Effect of Sintering on the Microstructural and Mechanical Properties of Meleagris Gallopova Hydroxyapatite, *Bio-Medical Materials and Engineering*, 24, 2014.
- [5] Catalgol, Z. Sintering Effect on Borosilicate Glass-Bovine Hydroxyapatite Composites, *Journal of the Australian Ceramic Society*, 55, 2019.
- [6] Agnieszka, S.K., Zbigniew, W., Regina K., Zygmunt, K. Effect of Calcination Conditions of Pork Bone Sludge on Behaviour of Hydroxyapatite in Simulated Body Fluid, *Bulletin of Materials Science*, 36, 4, 2013.
- [7] Akyurt, N., Yetmez, M., Oktar, F. N. Studies on Goat Hydroxyapatite/Commercial Inert Glass Biocomposites, *Journal of the Australian Ceramic Society*, 55, 2019.
- [8] Jorge Humberto, L.D., Héctor, T.J., Heriberto, H.C., Margarita, G.H., José Aaron, M.B., Håkan, N. Development and In Vivo Response of Hydroxyapatite/Whitlockite From Chicken Bones as Bone Substitute Using a Chitosan Membrane for Guided Bone Regeneration, *Ceramics International*, 44, 2018.
- [9] Marzieh, R., Arvydas, P., Ahmad, M., Sohrab, N., Andrius, V., Giedrius, J. Comparing Methods for Calculating Nano Crystal Size of Natural Hydroxyapatite Using X-Ray Diffraction, *Nanomaterials*, 10, 2020.
- [10] Hanny, A., Islam, M.R., Sumdani, M.G., Rashidi, N.M. The Effects of Sintering on the Properties of Epoxy Composites Reinforced with Chicken Bone-Based Hydroxyapatites, *Polymer Testing*, 78, 2019.
- [11] Vijayaraghavan, P., Rathi, M.A., Khalid, S.A., Fatima, S.A., Yahya, B. E., Soon, W.C., Balasubramani, R. Preparation and Antibacterial Application of Hydroxyapatite Doped Silver Nanoparticles Derived from Chicken Bone, *Journal of King Saud University- Science*, 34, 2022.
- [12] Ramesh, S., Loo, Z.Z., Tan, C.Y., Kelvin Chew, W.J., Ching, Y.C., Tarlochan, F., Hari, C., Krishnasamy, S., Bang, L.T., Sarhan, A.A.D. Characterization of Biogenic Hydroxyapatite Derived from Animal Bones for Biomedical Applications, *Ceramics International*, 44, 2018.
- [13] Bee, S.L., Abdul Hamid, Z.A. Characterization of Chicken Bone Waste-Derived Hydroxyapatite and Its Functionality on Chitosan Membrane for Guided Bone Regeneration, *Composites Part B*, 163, 2019.
- [14] Monika, Š., Gražyna, S.M., Zbyněk, S. Bioapatite Made From Chicken Femur Bone, *Ceramics – Silikáty*, 55,3, 2011.

- [15] Rajesh, R., Hariharasubramanian, A., Ravichandran, Y.D. Chicken Bone as a Bioresource for the Bioceramic (Hydroxyapatite), Phosphorus, Sulfur, and Silicon and The Related Elements, 187,8, 2012.
- [16] Foroutan, R., Peighamardoust, S.J., Hosseini, S.S., Akbari, A., Ramavandi, B. Hydroxyapatite Biomaterial Production from Chicken (Femur and Beak) and Fish Bone Waste Through a Chemicalless Method for  $Cd^{2+}$  Removal from Ship Building Waste Water, Journal of Hazardous Materials, 413, 2021.
- [17] Wang, H., Lv, Z., Wan, Y., Sun, Y., Tsang, Y.F. Recycling of Biogenic Hydroxyapatite (HAP) for Cleaning of Lead From Waste Water: Performance and Mechanism, Environmental Science and Pollution Research, 28, 2021.
- [18] Kazakis, N.A., Tsirliganis, N.C. Optically Stimulated Luminescence Investigation of Chicken Bones Towards Their Use at Food Post-Sterilization and Retrospective Dosimetry, Applied Radiation and Isotopes, 154, 2019.
- [19] Wang, J.Z., Dong, X.B., Yue, J.Y., Zhang, C.H., Jia, W., Li, X. Preparation of Substrate for Flavorant from Chicken Bone Residue with Hot-Pressure Process, Journal of Food Science, 81,3, 2016.
- [20] Demirkol, N., Oral, A.Y., Oktar, F.N., Kayali, E.S. Effects of Commercial Inert Glass (CIG) Addition on Mechanical and Microstructural Properties of Chicken Hydroxyapatite (CHA), Key Engineering Materials, 587, 2014.
- [21] Taha, S., Begum, S., Narwade, V.N., Halge, D.I., Dadge, J.W., Mahabole, M.P., Khairnar, R.S., Bogle, K.A. Development of Alcohol Sensor Using  $TiO_2$ -Hydroxyapatite Nano-Composites, Materials Chemistry and Physics, 240, 2020.
- [22] de Paula Miranda, R.B., Leite, T.P., Fagundes Pedroni, A.C., Marques, M.M., de Limac, N.B., Marchid, J., Cesar, P.F. Effect of Titania Addition and Sintering Temperature on The Microstructure, Optical, Mechanical and Biological Properties of the Y-TZP/ $TiO_2$  Composite, Dental Materials, 36, 2020.
- [23] Hu, B., Zou, W., Wu, W., Tang, J., Chen, R., Zhou, H., Du, C., Shan, B. Enhanced Mechanical and Sintering Properties of  $MgO-TiO_2$  Ceramic Composite Via Digital Light Processing, Journal of the European Ceramic Society, 43, 2022.
- [24] da Silva Aragão, V.T., Silva, V.S., de Carvalho, R.R., Matos, R.S., Ferreira, N.S., de Araújo Melo, D.M., Pessoa Betânio Oliveira, R.M. Analyzing Coarsening Versus Densification Phenomenon Present in Partial Sintering of  $Al_2O_3/TiO_2$  Composites, Journal of Materials Research and Technology, 15, 2021.



- [25] Khattab, R.M., Badr, H.A., Zawrah, M.F. Effect of Processing Techniques on Properties of Porous TiO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub>/Hydroxyapatite Composites, *Ceramics International* 44, 2018.
- [26] Oktar, F.N. Hydroxyapatite-TiO<sub>2</sub> composites, *Materials Letters*, 60, 2006.
- [27] Singh, N., Chakraborty, R., Gupta, R.K. Mutton Bone Derived Hydroxyapatite Supported TiO<sub>2</sub> Nanoparticles for Sustainable Photocatalytic Applications, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6, 2018.
- [28] Xiaoheng, G., Xiao L., Huichang G., Xuetao S., Naru Z., Yingjun W. Hydrothermal Growth of Whitlockite Coating on  $\beta$ -tricalcium Phosphate Surfaces for Enhancing Bone Repair Potential, *Journal of Materials Science and Technology*, 34, 2018.
- [29] Seo, D.S., Kim, Y.G., Hwang, K.G., Lee, J.K., Preparation of Hydroxyapatite Powder from Tuna Bone and Its Sinterability Property, *Journal of the Korean Ceramic Society*, 45,10, 2008.
- [30] Ramirez-Gutierrez, C.F., Londoño-Restrepo, S.M., A. del Real, Mondragón, M.A., Rodriguez-García, M.E. Effect of the Temperature and Sintering Time on the Thermal, Structural, Morphological, and Vibrational Properties of Hydroxyapatite Derived from Pig Bone, *Ceramics International*, 43, 2017.
- [31] Maroua, T., Ibrahim, A., Algarni, H., Ayed, F.B., Yousef, E.S. Mechanical and Tribological Properties of the Tricalcium Phosphate-Magnesium Oxide Composites, *Materials Science & Engineering C*, 96, 2019.
- [32] Nie, J., Zhou, J., Huang, X., Wang, L., Liu, G., Cheng, J. Effect of TiO<sub>2</sub> Doping on Densification and Mechanical Properties of Hydroxyapatite by Microwave Sintering, *Ceramics International*, 45, 2019.
- [33] Guidara, A., Chaari, K., Fakhfakh, S., Bouaziz, J. The Effects of MgO, ZrO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub> as Additives on Microstructure and Mechanical Properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-FAp Composite, *Materials Chemistry and Physics*, 202, 2017.
- [34] Hannora, A.E., Ataya, S. Structure and Compression Strength of Hydroxyapatite/Titania Nanocomposites Formed by High Energy Mill Milling, *Journal of Alloys and Compounds*, 658, 2016.
- [35] Wu, J.M. Low-Temperature Preparation of Anatase and Rutile Layers on Titanium Substrates and Their Ability To Induce in Vitro Apatite Deposition, *Journal of the American Ceramic Society*, 87,9, 2004.
- [36] Ruys, A.J., Wei, M., Sorrell, C.C., Dickson, M.R., Brandwood, A., Milthorpe, B.K. Sintering Effects on the Strength Hydroxyapatite, *Biomaterials*, 16, 1995.

- [37] Ozeki, K., Fukui, Y., Aoki, H. Influence of the Calcium Phosphate Content of the Target on the Phase Composition and Deposition Rate of Sputtered Films, *Applied Surface Science*, 253, 2007.
- [38] Hung, I.M., Shih, W.J., Hon, M.H., Wang, M.C. The Properties of Sintered Calcium Phosphate with  $[Ca]/[P] = 1.50$ , *International Journal Molecular Sciences*, 13, 2012.
- [39] Zilm, M., Thomson, S.D., Wei, M. A Comparative Study of the Sintering Behavior of Pure and Manganese-Substituted Hydroxyapatite, *Materials*, 8, 2015.
- [40] Nawang, R., Hussein, M.Z., Matoria, K.A., Abdullah, C.A.C., Hashim, M. Physicochemical Properties of Hydroxyapatite/Montmorillonite Nanocomposite Prepared by Powder Sintering. *Results Physics*, 15, 2019.
- [41] Yim, S., Park, I., Park, J. Sintering Behavior, Mechanical Properties, and Biocompatibility of  $TiO_2$ -Co-Calcium Phosphates Composites Prepared by AROS Process, *Materials Chemistry and Physics*, 252, 2020.
- [42] Shuai, C., Zhou, Y., Yang, Y., Feng, P., Liu, L., He, C., Zhao, M. Yang, S., Gao, C., Wu, P. Biodegradation Resistance and Bioactivity of Hydroxyapatite Enhanced Mg-Zn Composites via Selective Laser Melting, *Materials*, 10, 2017.
- [43] Bunting, E.N. Phase Equilibria in the Systems  $TiO_2$ ,  $TiO_2$ - $SiO_2$ , and  $TiO_2$ - $Al_2O_3$ , *Bureau of Standards Journal of Research*, 11, 1993.

## DNA BARKODLAMA AV-AVCI BÖCEK İLİŞKİLERİ

Ziraat Mühendisi Elif Zana KOCAAĞA <sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Halil DİLMEN <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, elifzanakocaaga@gmail.com- 0000-0003-3282-5165

<sup>2</sup> Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, [halildilmen@siirt.edu.tr](mailto:halildilmen@siirt.edu.tr) 0000-0002-3802-9947

### ÖZET

DNA barkodlama bilinmeyen bir türü tanımlamak için böcek DNA'sından kısa bir fragmanın kullanılarak böceklerin hızlı ve doğru tanımlanmasını sağlayan taksonomik bir yöntemdir. Böcek örneklerinin doğru tanımlanması, biyoçeşitlilik ve zararlı yönetim programları için önemli bir adımdır. Her geçen gün çok sayıda böcek türü tanımlanmakta ve halen tanımlanmaları beklenen çok sayıda böcek türü bulunmaktadır. Böcek türlerin tanımlanması ya da teşhisi sadece morfolojik karakterlere dayalı yapılması hem zorluk doğurabilmekte hem de zaman alıcı olmaktadır. Ayrıca tanımlamaların da uzman taksonomistler tarafından yapılması gerekmektedir. Bununla birlikte taksonomistlerin ve tanımlama uzmanlarının sayısı her geçen gün azalmaktadır. Tüm bu nedenler alternatif ve doğru tanımlama yöntemlerinin ihtiyaç duyulmasına yol açmıştır. Bu amaçla böcek türlerini tanımlamak için morfolojik veriler yerine moleküler veriler (Sitokrom oksidaz I ve II, 12S ve 16S genleri ile internal transcribed spacer (ITS) gen bölgeleri) kullanılmıştır. Bu gen bölgeleri böceklerin tanımlanması, yeni türlerin keşfi, filogenetik analizler, gen akışları ve böcek patojen ilişkilerini ortaya çıkarmaya kadar birçok alanda farklı amaçlarla kullanılmıştır. Özellikle biyolojik mücadelede öncü rol oynayan birçok önemli predatör ve parazitoit türün avı ile olan ilişkisi DNA barkodlama tekniğinden yararlanılarak net bilgiler ortaya çıkarılmaktadır. Bu derlemede, Dünyada DNA barkodlama teknikleri kullanarak av-avcı böcek türlerinin ilişkilerini ortaya çıkarılması ve parazitoid türlerin belirlenmesine ilişkin bazı çalışmalar sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** COI, DNA barkodlama, ITS, Predator, Zararlı

### ABSTRACT

DNA barcoding is a taxonomic method for rapid and accurate identification of insects using a short fragment of insect DNA to identify an unknown species. Accurate identification of insect specimens is an important step for biodiversity and pest management programs. A large number of insect species are being described every day and still many insect species are

expected to be identified. Identification or diagnosis of insect species based only on morphological characters is both difficult and time-consuming. Moreover, definitions should be made by expert taxonomies. However, the number of taxonomists and definition experts is decreasing day by day. All these reasons have led to the need for alternative and accurate identification methods. For this purpose, molecular data (Cytochrome oxidase I and II, 12S and 16S genes and internal transcribed spacer (ITS) gene regions) were used instead of morphological data to identify insect species. These gene regions have been used for many different purposes, from insect identification to discovery of new species, phylogenetic analysis, gene flows and insect pathogen relationships. In particular, the relationship of many important predator and parasitoid species, which play a leading role in biological control, with their prey is revealed using DNA barcoding technique. In this review, some studies on revealing the relationships of predator-prey insect species and determination of parasitoid species using DNA barcoding techniques are presented in the world.

**Keywords:** COI, DNA barcoding, Harmful, ITS, Predator

## GİRİŞ

Böcekler, eklem bacaklılar (Arthropoda) şubesinin sayısı en geniş olan hayvan sınıfıdır. Dünyada 1.000.000'dan fazla tür sayıları bulunmakta ve yeryüzünde en kalabalık türe sahip hayvanlardır. Dünyada neredeyse her yerde bulunurlar ve çok yoğun popülasyonlarda görülebilirler. Dünyada bulunan hayvanların hemen hemen %90'ını böcekler oluşturmaktadırlar (Anonim, 2022). Yapılan çalışmalara göre dünyada 10.000'den fazla böcek türünün kültür bitkilerine zarar verdiği tespit edilmiştir (Dhaliwal ve ark., 2007). Zararlı böcekler tarım üretim esnasında büyük kayıplara neden olmaktadır. Zararlılarla mücadele için doğru bir tür tanımlama önemlidir. Her sene neredeyse birkaç bin böcek türü klasik veya moleküler yöntemlerle tanımlanmakta ve hala fazlaca sayıda böcek türü keşfedilmeyi beklemektedir (Jalali ve ark.,2015).

Böcek örneklerinin doğru tanımlanması, biyoçeşitlilik ve zararlı yönetim programları gibi konular için önemli bir adımdır. Dünyada çeşitli bölgelerde devam ettirilen birçok faunistik çalışmada türlerin sayılarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Son yıllarda tarımda verim kaybına sebep olan zararlı organizmalara karşı kimyasal mücadele yöntemlerine sıklıkla başvurulmaktadır. Kimyasal mücadele çevre ve insan sağlığına yoğun tahribatlar oluşturmaktadır. Ayrıca zararlı böceklerde insektisit direnç gelişimi meydana gelmektedir. Tüm bu sebeplerden ötürü kimyasal savaşa alternatif mücadele yöntemleri önem kazanmaktadır. Biyolojik mücadele bu yöntemler arasında bilhassa öne çıkan bir yöntemdir. Biyolojik mücadelede ise başarı elde edebilmek için doğal düşmanların tür tanımlanması önemlidir. Doğal düşmanların doğru tanımlanması biyolojik mücadelenin temel taşıdır ve tür tanımlanması için gerekli tekniklerin yetersiz olması biyolojik kontrol programlarının başarısız olmasına yol açabilir. Bununla birlikte Menalled ve ark.,(2004), doğru parazitoit tür tanımlaması için araçların iyi gelişmediğini belirtmiştir. Bu tür tanımlama çalışmalarında yeni saptanan böcek türlerin tanımlanması yalnızca morfolojik karakterlere dayandırılması hem zorluk oluşturması hem de zaman alıcı olduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür. Bununla birlikte küçük boyuttaki ve birbirleriyle benzerlik gösteren böceklerin tanımlanması meşakkatli ve yoğun emek isteyen bir iştir. Bu tanımlamanın uzman kişilerce yapılması önem arz eder. Ancak uzman kişilere ulaşım zorluğu bulunmakta ve uzman kişilerin sayısı gün geçtikçe azalma göstermektedir (Page 2016). Bu gibi sebeplerden ötürü günümüzde klasik tanımlanmaya alternatif “DNA barkodlama” adı verilen dizileme tekniklerine başvurulup türlerin belirlenmesi, böcek sınıflandırmada daha hızlı ve güvenilir sonuçlar alınabilmektedir (Hajibabaei ve ark.,2016).

## **BÖCEKLERİN MOLEKÜLER TEŞHİSİNDE DNA BARKODLAMANIN KULLANIMI**

DNA barkodlama, tür tanımlaması için yeni bir ana anahtardır ve türlerin keşfedilme hızını büyük ölçüde artırmıştır (Tahir ve Akhtar 2016). DNA barkodlama, bilinmeyen bir türü tanımlamak için böcek DNA'sından kısa bir fragmanın kullanılarak böceklerin tanımlanmasını sağlayan taksonomik bir yöntem olarak açıklanabilir. Mevcut tür tanımlama sorununa güvenilir, uygun maliyetli ve erişilebilir bir çözüm sağlar. DNA barkodlama ifadesi dünyada ilk kez Arnot ve ark., tarafından 1993 yılında kullanılmıştır. Hatta moleküler tekniklerle tür tanımlanması Sanger dizileme yönteminin (Sanger ve ark., 1977) keşfinden bile daha eskidir. Fakat yakın zamanlarda art arda çıkan yayınlar ile birlikte DNA barkodlama popüler bir hal almıştır. DNA barkodlama yalnızca taksonomistler tarafından kullanılmamaktadır. Bu yöntem adli entomoloji, gıda endüstrisi, biyoteknoloji, hayvan besleme, genetik, çeşitlilik ve tür tanımlanması gibi birçok alanda yerini almıştır (Keskin ve Atar, 2013). DNA barkodlama tekniğinde türlerin dizilimlerini belirlemek için birkaç gen bölgelerindeki dizilimlerin benzerlik oranları dikkate alınır. Türleri sınırlandırmak için mevcut moleküler yöntemler kullanılmaktadır. Moleküler yöntemlerden biri de DNA barkodlamadır. DNA barkodlaması sırasında yüksek oranda korunmuş DNA fragmanları (kodlayan veya kodlamayan bölgeler) incelenir. Sadece içlerindeki küçük evrimsel değişiklikler tür ayrımcılığına neden olur (Tahir ve Akhtar 2016).

DNA barkodlamanın RAPD, RFLP, AFLP gibi yöntemlere kıyasla birçok avantajlı yanları da vardır. Bu avantajlardan en mühim olanı ise DNA barkodlamanın evrensel bir teknik olmasıdır (Folmer ve ark.,1994). DNA barkodlamanın önemli başka bir avantajı ise, moleküler çalışma sonunda verilerin hızlıca elde edilmesidir. Bu verileri elde etmek genel olarak zamana yayılırken DNA barkodlama yöntemi hem zaman hem maliyet yönüyle, kısa sürede ve otomatik bir şekilde türün tanımlamasına imkan sağlar (Hebert ve ark.,2003). DNA barkodlamanın diğer bir avantajı da, türün tanımlanmasının moleküler destekli olması gerektiği zamanlarda meydana gelmektedir. Bu yöntemle bilhassa ergin dönemine erişmemiş böceklerin tanımlanmasının güç olduğu durumda oldukça büyük katkı sağlar (Ahrens ve ark.,2007).

DNA barkodlamanın avantajları olabildiği gibi çeşitli dezavantajları da bulunabilmektedir. Barkod kütüphanelerinden alınan verilerin doğru tanımlanmaması veya istenilen veriler bulunmadığı için ulaşılamaması tür tanımlamada sınırlayıcı faktörlerdir. Tür tanımlamada yapılan yanlışlar genellikle verilerin bulunmamasından kaynaklanmaktadır (Virgilio ve ark.,



2010). Uygun olmayan koşullarda saklanan böcek örneklerinin DNA yapılarının bozulması ile DNA fragmanının çoğaltılması oldukça zordur.

Öte yandan 10.000 seneden daha uzun zamandan beri saklanan Coleoptera takımına ait böcek fosili örneğinin DNA izolasyonu ve PCR çalışmaları başarı ile sonuçlanmıştır (Thomsen ve ark., 2009). Günümüzde doğru olmayan saklama koşulları ile muhafaza edilmiş örnekler ve müze örnekleri için bile yeterince etkili izolasyon yöntemleri ve enzimler bulunmaktadır.

### **BÖCEKLERİN MOLEKÜLER TANIMLANMASINDA YAYGIN OLARAK KULLANILAN GEN BÖLGELERİ**

Böceklerin moleküler çalışmalarında birkaç gen bölgesi kullanılmıştır (Garipey ve ark., 2007). DNA barkodlama tekniği için yaygın olarak kullanılan gen bölgeleri (Sitokrom oksidaz I ve II, 12S ve 16S genleri ile internal transcribed spacer (ITS) şeklinde sıralanabilir. Bu bölgeler böceklerde ayırt etmede yardımcı olurlar. DNA barkodlamada genellikle COI ideal bir gen olarak gösterilmektedir. Gerçekleştirilen çalışmalar irdelendiğinde genellikle COI genine ait 650 baz çifti kullanılarak kuşlar, balıklar, kelebekler gibi farklı hayvan gruplarının %98-100 oranında tür tanımlama olumlu sonuçlar vermiştir (Keskin ve Atar, 2013). Mitokondriyal gen sitokrom I (COI), hayvanlar için küresel bir biyolojik tanımlama sisteminin çekirdeği olarak hizmet edebilir. COI verileri tür düzeyinde tanımlamaların elde edilebileceğini bildirilmiştir (Hebert ve ark 2003). Böceklerin moleküler çalışmalarında birkaç gen bölgesi kullanılmıştır (Simon ve ark 1994). Böcek tanımlamalarında dizileme için en fazla kullanılan iki bölge, mitokondriyal DNA (mtDNA) ve nükleer ribozomal DNA'dır (rDNA). mtDNA için en yaygın olarak kullanılan genler, sitokrom oksidaz I ve II (COI, COII) ve rDNA'nın 16S ve 12S alt birimlerini içerir. Nükleer rDNA'yı dizilerken, rRNA'nın 18S ve 28S alt birimleri ve birinci ve ikinci dahili kopyalanmış ayırıcı bölgeler (ITS1 ve ITS2) yaygın olarak kullanılır. Tüm bu genetik elementlerin hücre başına birden çok kopyası vardır ve bu da DNA analizi için hedef yoğunluğu artırmaktadır (Garipey ve ark 2007).

Entomolojide DNA tabanlı tekniklerin birçok çalışma alanında, özellikle taksonomik, filogenetik ilişkiler ve popülasyon genetiği çalışmalarında yarar sağladığı kanıtlanmıştır (Behura, 2006 ). Bununla birlikte, çeşitli böcek patojenlerini teşhis etmek (Valles ve ark 2002) ve karantinayla ilgili zararlıları tespit etmek için kullanılmıştır (Armstrong ve Ball 2005). Parazitik takımlar arasındaki filogenetik ilişkileri açıklığa kavuşturmak için moleküler teknikler de kullanılmıştır (Dowton ve Austin 1994). Ayrıca günümüzde biyolojik kontrol

programlarında kullanılan parazitoidler ve predatörler üzerindeki ekolojik çalışmaları da kolaylaştırdığını belirtilmiştir (Symondson, 2002).

Sürdürülebilir tarım ya da organik tarım uygulamalarında önemli bir yer tutan biyolojik mücadelenin doğru bir şekilde uygulanması açısından mevcut doğal düşman türlerin tespit edilmesi ve etkinliklerin ortaya çıkarılması son derece değerlidir. DNA barkodlama teknikleri yardımıyla morfolojik olarak çok benzer ve küçük yararlı türlerin tanımlanması ile akraba olan böcek türler arasında farklılaşmalar tespit etmemizi sağlar. Ayrıca doğada bulunan birçok av-avcı türün etkileşim dinamiklerini anlamamız bakımından önemlidir.

Sonuç olarak DNA barkodlama yöntemleri tarımsal üretim esnasında ekonomik anlamda verim kayıplarına sebep olan zararlı türlerin üzerinde baskı kurabilen doğal düşman türlerin tanımlanmasında ve zararlı türlere karşı uygun mücadele stratejilerinin belirlenmesine büyük faydalar sağlamaktadır. Parazitoidlerin doğru tanımlanması, potansiyel biyolojik kontrol ajanlarının değerlendirilmesinden önce gelen kritik bir adımdır. Bu çalışma moleküler teşhislerle biyolojik mücadele açısından önemli olan av-avcı böcek türlerinin ilişkilerinin belirlenmesi ve parazitoid türlerinin tanımlanması mevcut literatür ışığında özetlenmiştir.

## **DNA BARKODLAMA TEKNİĞİ KULLANILARAK PARAZİTOİD TÜRLERİNİN BELİRLENMESİ**

Son 15-20 yılda DNA barkodlama teknikleri kullanarak parazitoid türlerin belirlenmesinin yanı sıra av-avcı böcek türlerinin ilişkilerini ortaya çıkaran birçok çalışma bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmalardan bazıları aşağıdaki çizelgelerde sunulmuştur (Çizelge 1, Çizelge 2).

### **Çizelge 1. Hymenoptera takımına ait bazı parazitoid türlerinin DNA barkodlama teknikleri ile tanımlanması**

<b>Takım</b>	<b>Familiya</b>	<b>Parazitoid</b>	<b>Bölge</b>	<b>Kaynak</b>
Hymenoptera	Aphelinidae	<i>Aphelinus gossypii</i>	18S	Weathersbee ve ark.,(2004)
		<i>Aphelinus hordei</i>	ITS 2	Zhu ve ark., (2000)
	Mymaridae	<i>Anaphes iole</i>	ITS 2	Zhu and Williams (2002)

	Trichogrammatidae	<i>Trichogramma minutum, T. platneri</i>	COII	Borghuis ve ark (2004)
		<i>Trichogramma australicum</i>	ITS 2	Amornsak ve ark.,(1998)
	Braconidae	<i>Cotesia glomerata, C. rubecula</i>	COI	Traugott ve ark.,(2006)
		<i>Apanteles sp.</i>	COI	Martínez ve ark., (2012)
	Ichneumonidae	<i>Diadegma semiclausum</i>	COI	Traugott ve ark.,(2006)
		<i>Mesochorus curvulus</i>	ITS 2	Ashfaq ve ark.,(2005)
	Aphidiinae	<i>Aphidius sp.</i>	16S rRNA	Derocles ve ark., (2012)
		<i>Aphidius colemani</i>	COI	Mkenda ve ark., (2019)
	Eulophidae	<i>Neochrysocharis formosa, Proacrias sp</i>	COI ITS1 ITS2 28S	Xu ve ark., (2022)

Doğal düşmanların doğru bir şekilde tanımlanması, klasik biyolojik kontrol programlarının başarısı için, özellikle yeni tanımlanan türlerin akıbetini belirlemede ve performansını değerlendirmede kritik öneme sahiptir. Dünyanın farklı bölgelerinde yayılış gösteren önemli bazı zararlı böceklerin parazitoidlerini moleküler yöntemlerle tanımlamak amacıyla yürütülen bazı çalışmalar bulunmaktadır. Genel olarak morfolojik tanımlamaları desteklemek ayrıca daha hızlı ve net sonuçlar elde etmek için DNA barkodlama teknikleri kullanılmıştır. Bu amaçla yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde;

Bunlardan Weathersbee ve ark., (2004), Florida'daki kahverengi narenciye yaprak bitlerinden elde edilen parazitoidleri (*Aphelinus gossypii*) tespit etmek amacıyla 18S rRNA gen bölgesi verilerinden faydalanmışlardır. Farklı bir çalışmada buğday yaprak bitlerinin parazitoidlerini ITS2 dizilerine dayalı özel primerler tasarlanarak tespit etmişlerdir (Zhu ve ark., 2000).

Bir başka çalışmada ise Borghuis ve ark., (2004), Amerika’da yaygın olarak kullanılan yumurta parazitoitlerinin (*Trichogramma minutum* Riley ve *Trichogramma platneri* Nagarkatti) tanımlanması için COII geninden yararlanılmıştır.

Arjantin’de yapılan bir çalışmada ise, kaktüsle beslenen güvelere (Lepidoptera: Pyralidae) saldıran ve sürü halinde yaşayan *Apanteles* türleri, DNA barkodlama tekniği ile COI gen bölgesi verileri kullanılarak tanımlanmalar gerçekleştirilmiştir (Martínez ve ark., 2012). Derocles ve ark., (2012) tarafından yapılan diğer bir çalışmada yaprak bitlerinin parazitoidlerini tespit etmek amacıyla tasarladıkları primerler ile ve 16S rRNA gen bölgesi verilerini kullanmışlardır. Benzer bir çalışmada Tanzanya’da COI gen bölgesi verileri ile yaprak bitlerinin parazitoidlerini tanımlanmışlardır (Mkenda ve ark. 2019) Ayrıca Avustralya’da yürütülen bir araştırmada bulunan COI, ITS1, ITS2, 28S DNA verileri ile agromyzid yaprak madencilerinin (*Liriomyza huidobrensis*, *L. sativae* ve *L. trifolii*) parazitoidlerini saptamışlardır (Xu ve ark., 2022).

## DNA BARKODLAMA TEKNİĞİ KULLANILARAK PREDATÖR TÜRLERİNİN BELİRLENMESİ

DNA tabanlı teknikler, avcı-av etkileşimlerini izlemek için değerli yeni yaklaşımlar sağlamaktadır. Özellikle avcı böcek türlerinin bağırsak içeriklerini spesifik primerler kullanılarak potansiyel av türleri tespit edilmektedir. Bu kapsamda nitekim dünyanın farklı bölgelerinde yürütülmüş ve başarılı sonuçları rapor edilmiş birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların bazıları Çizelge 2’de sunulmuştur.

**Çizelge 2. Av-avcı böcek türlerinin DNA barkodlama teknikleri ile ilişkilerinin belirlenmesi**

Takım	Familya	Parazitoid	Bölge	Kaynak
Coleoptera	Carabidae	<i>Pterostichus melanarius</i>	COI, 12S	Harper ve ark.,(2005)
	Coccinellidae	<i>Hippodamia convergens</i>	COII	Chen ve ark., (2000)
		<i>Coleomegilla maculata</i>	ITS1	Hoogendoorn ve Heimpel (2001)
		<i>Curinus coeruleus</i>	COI	Sheppard ve ark., (2004)
		<i>Harmonia axyridis</i>	COI	Li ve ark., (2017)

		<i>Hippodamia convergens</i>	COI	Nanini ve ark., (2019)
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Anthocoris tomentosus</i>	COI	Agusti ve ark., (2003)
	Nabidae	<i>Nabis kinbergii</i>	ITS1	Ma ve ark., (2005)
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla plorabunda</i>	COII	Chen ve ark., (2000)
	Chrysopidae	<i>Chrysoperla externa</i> , <i>Chrysopidae sp</i>	COI	Valle ve ark., (2022),
	Chrysopidae	<i>Chrysoperla externa</i>	COI	Nanini ve ark., (2019)
Lebidoptera	Erebidae	<i>Eublemma scitula</i>	COI	Gaikwad ve ark., (2022)
Diptera	Syrphidae	Syrphid türleri.	COI	Sekine ve ark., (2022)

Çizelge 2 de gösterilen çalışmalar irdelendiğinde; Bu çalışmalardan Chen ve ark., (2000), tahıl yaprak biti predatörlerinin (coccinelid ve chrysopid) bağırsaklarındaki yaprak biti DNA'sını tespit etmek için için tasarladıkları primeler ile COII gen bölgesi verilerinden yararlanıldığını bildirilmiştir. Harper ve ark., (2005) yürüttükleri çalışmada ise avcı böcek carabid türlerinin bağırsak analizini COI ve 12S bölgesi verilerini kullanarak ve özgü primerler ile potansiyel olabilecek av türlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Amerika'da yapılan bir çalışmada ise, genel avcı *Coleomegilla maculata* De Geer'in (Coleoptera: Coccinellidae) bağırsaklarında *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Crambidae) DNA'sının bulunup bulunmadığını belirlemek için (ITS-1) bölgesini ve 5.8S geninin bir kısmını içeren bir nükleer ribozomal RNA dizilerini kullandıklarını bildirilmiştir (Hoogendoorn ve Heimpel 2001). Ayrıca farklı bir çalışmada avlara özgü PCR primerleri kullanılarak avcı coccinelid tür olan *Halmus chalybeus*'ın bağırsaklarındaki Lepidoptera DNA'sını saptamak için mitokondriyal sitokrom oksidaz I geninin parçalarından faydalanılmıştır (Sheppard ve ark., 2004). Li ve ark., (2017) tarafından Çin'de yürütülen bir araştırmada ise predatör *Harmonia axyridis*'in bağırsak analizinde mirid zararlısı *Apolygus lucorum* moleküler tespiti için COI gen bölgesi verilerinden yararlanılmıştır.

Başka benzer çalışmada *Chrysoperla externa* ve *Hippodamia convergens* avcı böceklerin bağırsak içeriğindeki *Diaphorina citri*'nin DNA'sını tespit etmek için spesifik bir moleküler işaretleyiciler kullanılmıştır (Nanini ve ark., 2019). Ayrıca başka bir çalışmada ise Amerika ve Karayip adalarına özgü bir zararlı olan *Ceroplastes cirripediformis* Comstock (Hemiptera: Coccidae), Mitokondriyal sitokrom oksidaz I (mt COI) gen dizilerine dayalı olarak *Eublemma scitula* (Rambur) (Lepidoptera: Erebidae)'nin Hindistan'da ilk kez *C. cirripediformis*'in predatörü olduğunu bildirmektedir (Gaikwad ve ark., 2022). Diğer başka bir çalışmada, syrphid larvalarının, ana avları olan yaprak bitlerinin yokluğunda COI gen dizilerinden faydalanılarak thrips türleri üzerinde avcı olduğu belirtilmiştir (Sekine ve ark., 2022). Bunlara ilaveten Valle ve ark., (2022), armut psyllidi avcılarını COI gen bölgesi verileri ile tespit etmişlerdir.

## SONUÇ

Dünyada birçok ülkede tarımsal üretimde verim kayıplarına sebep olan zararlıların kontrolünde en çok tercih edilen yöntem kimyasal mücadeledir. Bu durum insan ve çevre sağlığı üzerinde büyük tahribatlar oluşturmaktadır. Ayrıca birçok zararlı türde insektisit direnç sorunları meydana gelmektedir. Bunlara ilaveten doğal düşman türleri olumsuz etkilenmektedir. Tüm bu sonuçlar bir bütün olarak ele alındığında kimyasal mücadele alternatif yöntemleri uygulanması geliştirilmesinin önemli olduğu söylenebilir. Bu bağlamda Entegre zararlı yönetim (EZY) programlarında zararlı türlerin kontrolünde pestisitlerin kullanımı en sonra çare olarak gösterilse de tarımsal üretim sistemlerinin sürdürülebilirliği daha az kimyasal ilaç kullanımı ve buna bağlı olarak diğer EZY bileşenlerine daha fazla güvenilmesini gerektiği açıkça görülmektedir. Tarımsal ortamlarda fitofag eklem bacaklıları kontrol etmek için kimyasalların kullanımına potansiyel bir alternatif, doğal oluşumlu biyolojik kontrol maddelerinin kullanılmasıdır (Saraiva ve ark., 2022). Öngörülebilir gelecek için sürdürülebilir tarımda EZY programlarının diğer kilit bileşenlerinden olan biyolojik mücadele ajanlarının rolü unutulmamalıdır. Bu bağlamda predatör ve parazitoitlerin tür düzeyinde tanımlanması, biyolojik mücadele açısından son derece önemli bir adımdır. Ancak doğal düşman türlerinin varlığı ve olanların ise etkinliğine ilişkin temel bilgilerin eksikliği nedeniyle engellenmektedir. Moleküler analizler avcı-av etkileşimlerinin dinamiklerini doğru değerlendirmek için yararlı araçlardır.

Bu nedenle doğada bulunan yararlı türlerin belirlenmesi ve etkinliklerin ortaya çıkarılması değerli bir kazanımdır. Özellikle avcı türlerin avlarını belirlemek ve avlanma oranlarını anlamak son derece zordur. Son yıllarda geliştirilen moleküler teşhis araçları bu anlamda büyük katkılar sağlamıştır. Moleküler teşhis araçlarının biyolojik mücadele araştırmalarında yerini



aldığı yukarıda özetlenen çalışmalardan açıkça görülmektedir. Özellikle son 15-20 yılda DNA barkodlama teknikleri kullanarak parazitoid ve avcı böcek türlerinin belirlenmesi çalışmaları sayısında bir artış söz konusudur. Biyolojik mücadelede önemli ancak morfolojik olarak benzer parazitoid türleri, kriptik türleri ve alttürleri tanımlamak için tanısal moleküler belirteçler başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu durum doğal düşman türlerinin zararlı böcek popülasyonları üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinin yanı sıra parazitoid popülasyon genetiğini etkileyen faktörlerin araştırılmasına olanak sağlamıştır. Moleküler teşhis araçları, avcı bağırsak içeriklerinin analizinde, özellikle av öğelerinin tanımlanmasında, avcı tercihlerinin ve avlanma sıklığının değerlendirilmesinde ve avcı türlerinin gerçek avının tespit etmesinde büyük faydalar sağlamaktadır. Bunlara ilaveten DNA barkodlama teknikleri sayesinde, konukçu-parazitoid ilişkilerini, avcı-av popülasyon dinamikleri araştırmalarına faydalar sunabilir. Sonuç olarak gelecekte bu konuda yapılacak çalışmalar sonucunda biyolojik mücadele çalışmalarına büyük faydalar sağlayacağını kanısındayız.

## KAYNAKLAR

- Agustí, N.U.R.I.A., Unruh, T.R., Welter, S.C., (2003). Detecting *Cacopsylla pyricola* (Hemiptera: Psyllidae) in predator guts using COI mitochondrial markers. *Bulletin of entomological research*, 93(3), 179-185.
- Ahrens, D., Monaghan, M.T., Vogler, A.P., (2007). DNA-based taxonomy for associating adults and larvae in multi-species assemblages of chafers (Coleoptera: Scarabaeidae). *Mol Phylogenet Evol.* 44: 436-449.
- Amornsak, W., Gordh, G., Graham, G., (1998). Detecting parasitised eggs with polymerase chain reaction and DNA sequence of *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Aust. J. Entomol.* 37,174-179.
- Anonim., (2022). Böcek, [https://tr.wikipedia.org/wiki/B%C3%B6cek#cite\\_note-Chapman-2](https://tr.wikipedia.org/wiki/B%C3%B6cek#cite_note-Chapman-2), (Erişim tarihi 20.11.2022).
- Armstrong, K.F., Ball, S.L., (2005). DNA barcodes for biosecurity: invasive species identification. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1462), 1813-1823.
- Arnot, D.E., Roper, C., Bayoumi, R.A.L., (1993). Digital codes from hypervariable tandemly repeated DNA sequences in the *Plasmodium falciparum* circumsporozoite gene can genetically barcode isolates. *Molecular and Biochemical Parasitology*, 61(1), 15-24.
- Ashfaq, M., Erlandson, M., Braun, L., (2005). Hyperparasitism by *Mesochorus* spp.(Hymenoptera: Ichneumonidae) in *Peristenus* sp.(Hymenoptera: Braconidae) and development of PCR primers for hyperparasitoid detection. *Biological Control*, 32(3), 371-377.
- Behura, S.K., (2006). Molecular marker systems in insects: current trends and future avenues. *Molecular ecology*, 15(11), 3087-3113.
- Borghuis, A., Pinto, J. D., Platner, G. R., Stouthamer, R., (2004). Partial cytochrome oxidase II sequences distinguish the sibling species *Trichogramma minutum* Riley and *Trichogramma platneri* Nagarkatti. *Biological Control*, 30(1), 90-94.

- Chen, Y., Giles, K. L., Payton, M. E., Greenstone, M. H., (2000). Identifying key cereal aphid predators by molecular gut analysis. *Molecular Ecology*, 9(11), 1887-1898.
- Derocles, S. A., Plantegenest, M., Simon, J. C., Taberlet, P., Le Ralec, A., (2012). A universal method for the detection and identification of Aphidiinae parasitoids within their aphid hosts. *Molecular Ecology Resources*, 12(4), 634-645.
- Dhaliwal, G.S., Dhawan, A.K., Singh, R., (2007). Biodiversity and ecological agriculture: Issues and perspectives. *Indian Journal of Ecology*, 34(2), 100-109.
- Dowton, M., Austin, A.D., (1994). Molecular phylogeny of the insect order Hymenoptera: apocritan relationships. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(21), 9911-9915.
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., Vrijenhoek, R., (1994). Phylogenetic uncertainty. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3, 294-299.
- Gaikwad, M. B., Kedar, S. C., Kalyani, D. C., & Shashank, P. R. (2022). *Eublemma scitula* (Rambur)(Lepidoptera: Erebidae): first evidence of a predator of the invasive barnacle scale, *Ceroplastes cirripediformis* comstock (Hemiptera: Coccidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1), 1-6.
- Gariepy, T.D., Kuhlmann, U., Gillott, C., Erlandson, M., (2007). Parasitoids, predators and PCR: the use of diagnostic molecular markers in biological control of Arthropods. *Journal of applied entomology*, 131(4), 225-240.
- Hajibabaei, M., Janzen, D.H., Burns, J.M., Hallwachs, W., Hebert, P.D., (2006). DNA barcodes distinguish species of tropical Lepidoptera. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(4), 968-971.
- Harper, G.L., King, R.A., Dodd, C.S., Harwood, J.D., Glen, D. M., Bruford, M.W., Symondson, W.O.C., (2005). Rapid screening of invertebrate predators for multiple prey DNA targets. *Molecular ecology*, 14(3), 819-827.
- Hebert, P.D., Cywinska, A., Ball, S.L., DeWaard, J.R., (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1512), 313-321.

- Hoogendoorn, M., Heimpel, G.E., (2001). PCR-based gut content analysis of insect predators: using ribosomal ITS-1 fragments from prey to estimate predation frequency. *Molecular Ecology*, 10(8), 2059-2067.
- Jalali, S.K., Ojha, R., Venkatesan, T., (2015). DNA barcoding for identification of agriculturally important insects. In *New horizons in insect science: Towards sustainable pest management* (pp. 13-23). Springer, New Delhi.
- Keskin, E., Atar, H.H. (2013). DNA barcoding commercially important fish species of Turkey. *Molecular ecology resources*, 13(5), 788-797.
- Li, J., Yang, F., Wang, Q., Pan, H., Yuan, H., Lu, Y. (2017). Predation by generalist arthropod predators on *Apolygus lucorum* (Hemiptera: Miridae): molecular gut-content analysis and field-cage assessment. *Pest management science*, 73(3), 628-635.
- Ma, J., Li, D., Keller, M., Schmidt, O., Feng, X. (2005). A DNA marker to identify predation of *Plutella xylostella* (Lep., Plutellidae) by *Nabis kinbergii* (Hem., Nabidae) and *Lycosa* sp.(Aranaea, Lycosidae). *Journal of Applied Entomology*, 129(6), 330-335.
- Martínez, J. J., Berta, C., Varone, L., Logarzo, G., Zamudio, P., Zaldívar-Riverón, A., & Aguilar-Velasco, R. G. (2012). DNA barcoding and morphological identification of Argentine species of *Apanteles* (Hymenoptera: Braconidae), parasitoids of cactus-feeding moths (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae), with description of a new species. *Invertebrate Systematics*, 26(6), 435-444.
- Mkenda, P. A., Ndakidemi, P. A., Stevenson, P. C., Arnold, S. E., Belmain, S. R., Chidege, M., ... Woolley, V. C. (2019). Characterization of hymenopteran parasitoids of *Aphis fabae* in an African smallholder bean farming system through sequencing of COI 'Mini-barcodes'. *Insects*, 10(10), 331.
- Muhammad Tahir, H., Akhtar, S. (2016). Services of DNA barcoding in different fields. *Mitochondrial DNA Part A*, 27(6), 4463-4474.
- Nanini, F., Maggio, D. H., Ferronato, P., Rugno, G., Yamamoto, P. T., Corrêa, A. S. (2019). Molecular marker to identify *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) DNA in gut content of predators. *Neotropical entomology*, 48(6), 927-933.

Page, R.D., (2016). DNA barcoding and taxonomy: dark taxa and dark texts. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1702), 20150334.

Sanger, F., Nicklen, S., Coulson, A. R. (1977). DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proceedings of the national academy of sciences*, 74(12), 5463-5467.

Saraiva, W. V. A., Monteiro, N. V., da Silva Dias-Pini, N., Vasconcelos, J. F., de Godoy Alves Filho, E., da Silva Melo, J. W., ... & de Sousa Neto, E. P. (2022). *Chrysoperla externa* (Hagen)(Neuroptera, Chrysopidae) is a good candidate for predation of *Aleurodicus cocois* (Curtis)(Hemiptera: Aleyrodidae) in cashew crop. *Arthropod-Plant Interactions*, 1-12.

Sekine, T., Osaka, M., Itabashi, T., Chiba, N., Yoshimura, H., Uesugi, R., ... Shimoda, T. (2022). Predation of syrphid larvae (Diptera: Syrphidae) on thrips in onion fields intercropped with barley. *Applied Entomology and Zoology*, 57(4), 305-311.

Shatters Jr, R. G., Powell, C.A., Boykin, L. M., Liansheng, H.E., McKenzie, C.L., (2009). Improved DNA barcoding method for *Bemisia tabaci* and related Aleyrodidae: development of universal and *Bemisia tabaci* biotype-specific mitochondrial cytochrome c oxidase I polymerase chain reaction primers. *Journal of Economic Entomology*, 102(2), 750-758.

Shatters Jr, R.G., Powell, C.A., Boykin, L.M., Sheng, H.L., McKenzie, C.L., (2009). Improved DNA barcoding method for *Bemisia tabaci* (Gennadius) and related Aleyrodidae: development of universal and *Bemisia tabaci* biotype-specific mitochondrial cytochrome c oxidase I polymerase chain reaction primers. *Journal of Economic Entomology*, 102, 950-758.

Sheppard, S. K., Henneman, M. L., Memmott, J., & Symondson, W. O. C. (2004). Infiltration by alien predators into invertebrate food webs in Hawaii: a molecular approach. *Molecular Ecology*, 13(7), 2077-2088.

Sheppard, SK., Henneman, M. L., Memmott, J., Symondson, W.O.C., (2004). Infiltration by alien predators into invertebrate food webs in Hawaii: a molecular approach. *Molecular Ecology*, 13(7), 2077-2088.

Symondson, W.O.C. (2002). Molecular identification of prey in predator diets. *Molecular ecology*, 11(4), 627-641.

Thomsen, P.F., Elias, S., Gilbert, M., TP., Haile, J., Munch, K., Kuzmina, S., Froese, D.G., Sher, A., Holdaway, R.N., Willerslev, E., (2009). Non-destructive sampling of ancient insect DNA. PLoS One. 4: e5048.

Traugott, M., Zangerl, P., Juen, A., Schallhart, N., Pfiffner, L. (2006). Detecting key parasitoids of lepidopteran pests by multiplex PCR. Biological Control, 39(1), 39-46.

Valles, S. M., Oi, D. H., Perera, O. P., & Williams, D. F. (2002). Detection of *Thelohania solenopsae* (Microsporidia: Thelohaniidae) in *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) by multiplex PCR. Journal of Invertebrate Pathology, 81(3), 196-201.

Virgilio, M., Backeljau, T., Nevado, B., & De Meyer, M. (2010). Comparative performances of DNA barcoding across insect orders. BMC bioinformatics, 11(1), 1-10.

Weathersbee III, A. A., Shufran, K. A., Panchal, T. D., Dang, P. M., Evans, G. A. (2004). Detection and differentiation of parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae and Aphelinidae) of the brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae): species-specific polymerase chain reaction amplification of 18S rDNA. Annals of the Entomological Society of America, 97(2), 286-292.

Xu, X., Hoffmann, A.A., Umina, P.A., Coquilleau, M.P., Gill, A., Ridland, P. M. (2022). Identification of two leafminer parasitoids (Hymenoptera: Eulophidae), *Neochrysocharis formosa* and *Proacrias* sp. from Australia, with both showing thelytoky and infection by *Rickettsia*. Austral Entomology.

Zhu, Y.C., Burd, J.D., Elliott, N.C., Greenstone, M. H. (2000). Specific ribosomal DNA marker for early polymerase chain reaction detection of *Aphelinus hordei* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae) from *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae). Annals of the Entomological Society of America, 93(3), 486-491.

Zhu, Y.C., Williams III, L., (2002). Detecting the egg parasitoid *Anaphes iole* (Hymenoptera: Mymaridae) in tarnished plant bug (Heteroptera: Miridae) eggs by using a molecular approach. Annals of the Entomological Society of America, 95(3), 359-365.



## Farklı Arazi Kullanım Şekillerine Göre Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi ve Karbon Depolama Kapasitelerinin Belirlenmesi

Aynur İSTER<sup>1</sup>, Dr. Ömer Faruk DEMİR<sup>2</sup>, Prof. Dr. Kadir YILMAZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>KSÜ, Ziraat Fakültesi, odabasiaynur@gmail.com-0000-0002-4122-8680

<sup>2</sup>KSÜ, Ziraat Fakültesi, demirfaruk@ksu.edu.tr-0000-0002-0636-5225

<sup>3</sup>KSÜ, Ziraat Fakültesi, kyilmaz@ksu.edu.tr-0000-0002-0539-4534

### ÖZET

Bu çalışmada, farklı kullanım amaçlarına sahip toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi ve karbon depolama kapasitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla mera, orman, sulu tarım, kuru tarım ve kullanılmayan alanlarda gerçekleştirilen ölçümlerde kullanım alanlarına göre toprak pH'larının önemli ölçüde farklılık gösterdiği görülmüş ve en düşük pH değerleri ormanlık alanlarda en yüksek ise meralarda belirlenmiştir. Bununla birlikte, orman alanlarının kalsiyum ve mikro elementler açısından da başat olduğu görülmüştür. Diğer yandan, sulu tarım yapılan alanların fosfor, mera alanlarının magnezyum, kuru tarım yapılan alanların potasyum miktarları bakımından görece üstün olduğu belirlenmiştir.

Toprakların organik madde ve dolayısıyla organik karbon içerikleri ile ilişkili olarak farklı miktarlarda karbon depolama kapasitelerine sahip olduğu belirlenmiştir. Mera, orman, sulu tarım, kuru tarım ve kullanılmayan alanlar olmak üzere 5 farklı alanda, karbon depolama kapasiteleri sırasıyla 23.51, 209.81, 34.52, 44.54 ve 18.25 Mg ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu bulgulara göre; ormanlık alanların kuru tarım yapılan alanlara kıyasla 3.9, sulu tarım yapılan alanlara kıyasla 6.7, meralara kıyasla 8.9 ve kullanılmayan alanlara kıyasla 11.5 kat daha fazla karbon depolama kapasitesine sahip olduğu bulunmuştur.

Sonuç olarak, karasal alanlarda karbon depolama kapasiteleri ve topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelendiği bu çalışma ile farklı arazi kullanım şekillerine göre önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu bakımdan orman alanlarının diğer kullanım alanlarına kıyasla daha yüksek miktarda karbon depolama kapasitesine sahip olduğu belirlenmiş olup, ormanlık alanların artırılmasının karbon stokları bakımından önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Arazi Kullanım Şekilleri, Toprak Özellikleri, Karbon Depolama.

## Investigation of Some Physical and Chemical Properties of Soils According to Different Land use Patterns and Determination of Carbon Storage Capacities

### ABSTRACT

In this study, it is aimed to examine some physical and chemical properties of soils with different usage patterns and to determine their carbon storage capacities. It was observed that the soil pH values differed significantly in the measurements carried out in pasture, forestland, irrigated agriculture, rainfed and unused areas according to the land use patterns, and the lowest

pH values were determined in the forestlands and the highest in the pastures. However, it has been observed that forest areas are also dominant in terms of calcium and microelements. On the other hand, it was determined that irrigated farming areas were relatively superior in terms of phosphorus, pasture areas in terms of magnesium, and dry farming areas in terms of potassium.

It has been determined that soils have different carbon storage capacities in relation to organic matter and therefore organic carbon contents. Carbon storage capacities in 5 different areas, including pasture, forest, irrigated agriculture, rainfed and unused areas were calculated as 23.51, 209.81, 34.52, 44.54 and 18.25 Mg ha<sup>-1</sup>, respectively. According to these findings; it has been found that forestlands have 3.9, 6.7, 8.9, and 11.5 times more carbon storage capacity compared to the rainfed areas, irrigated areas, pastures and unused areas, respectively.

As a result, with this study in which carbon storage capacities and some physical and chemical properties of soils were examined in terrestrial areas, it was seen that there were significant differences according to different land use patterns. In this respect, it has been determined that forestlands have higher carbon storage capacity compared to other usage patterns, and it has been concluded that increasing forestlands is important in terms of carbon stocks.

**Keywords:** Land Use Patterns, Soil Characteristics, Carbon Storage.

## 1. GİRİŞ

Toprak, ana kayanın parçalanıp ayrışması ile uzun yıllar sonucunda oluşan ve insan hayatında önemli bir yere sahip olan doğal bir kaynaktır. Tek başına yeterli bir yapıya sahip olmayan ana materyal hava, su, organik ve inorganik maddelerin eklenmesiyle insanlar için vazgeçilemeyen bir kaynak haline dönüşmektedir. İnsanlar bu kaynaktan faydalanmak ve yaşamlarını sürdürebilmek için farklı kullanım şekillerini toprak olarak tanımladığımız bu yapıya tatbik etmektedirler. Uygulanan bu farklı kullanım şekilleri toprakların üretkenliğini sürdürebilmeleri ve bu kaynaktan insanların uzun süreli yararlanmalarında etkili olmaktadır.

Topraklarda karbon depolama, fotosentezle organik yapıya bağlanan karbon ve organik maddenin parçalanması ve solunum sonucu atmosfere salınan karbon arasındaki bir dengeyi ifade etmektedir [1]. Bununla birlikte arazi kullanım şekilleri ve bitki örtüsünün de organik karbonunun toprağa bağlanmasında etkileri olup organik karbon miktarının doğru tahmin edilmesi, yeryüzünün karbon dengesindeki değişim hakkında fikir vermektedir [2,3]. Ancak bu durum, organik karbon depolamasını etkileyen faktörlerin zamansal ve mekânsal değişkenliğinden dolayı önemli farklılıklar göstermektedir [4].

Arazinin yapısına uygun toprak yönetim işlemleri ile özellikle tarım yapılan alanlarda toprak karbon içeriğinin artırılabilmesi üzerine araştırmalar mevcuttur [5]. Topraklar yaklaşık 1500 Gt karbon depolama kapasitesi ile karasal ekosistemlerin en büyük karbon rezervini oluşturmaktadır. Bu karbon havuzu ile atmosfer arasındaki yıllık karbondioksit değişimi, fosil yakıtlar tarafından atmosfere salınan karbonun yaklaşık on katı olarak hesaplanmıştır [6].

Uygun arazi kullanım planlaması ile karasal alanlara karbon depolanmasının sağlanması, arazi yetenek sınıfı ile ilişkili farklı kullanımlardan oluşan kombine bir planlamayı

gerektirmektedir. Atmosferde karbondioksit miktarını kontrol altına almanın en düşük maliyetli yöntemi karbonun toprakta depolanmasıdır [1].

Bu çalışmada, K.Maraş topraklarında farklı arazi kullanım şekillerinin toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile organik karbon stokları üzerine etkileri incelenmiştir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Kahramanmaraş 14.346 km<sup>2</sup>'lik yüz ölçüme sahip ve çoğunlukla eğimli arazilerden oluşmuştur. Konum olarak Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesinde, 37° 38' kuzey paralelleri ve 36° 37' doğu meridyenleri arasında 568 m yükseltiye sahiptir. Konum ve birçok faktörün etkisi ile üç farklı iklim tipi arasında, Bozulmuş Akdeniz İklimine daha yakın bir iklim özelliği gösterir [7]

Çalışma alanının farklı bölgelerinden 2 farklı derinlikten (0/20 ve 20/40) ve 5 farklı alandan (mera, orman, sulu tarım, kuru tarım ve kullanılmayan alan) olmak üzere toplanan 50 adet toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri havada kurutulmuş, tahta tokmaklar ile ezilerek 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir [8]

Toprak örneklerinde toprak reaksiyonu saturasyon çamurunda [9], elektriki iletkenlik tuz köprüsü ile [8], kireç ölçümleri Scheibler Kalsimetresi ile [10], organik madde analizi yaş yakma metodu ile [11], değişebilir katyonların tayini göre amonyum asetat yöntemi ile [12], mikro elementlerin tayini DTPA metodu ile [13] ve yarayıklı fosfor tayini Olsen metodu ile [14] belirlenmişlerdir. Topraklarda depolanan karbon miktarları Toprak Organik Karbon Depolama (Soil Organic Carbon Computation) yöntemi [15] esas alınarak aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır (*SOCS: Toprak organik karbon miktarı (Mg ha<sup>-1</sup>), SOCC: Belirlenen toprak derinliğindeki organik karbon içeriği(%), BD: Toprak Testrürüne göre belirlenmiş özgül ağırlık (Mg m<sup>-3</sup>), A: Toprak organik maddesinin bulunduğu yüzey alanı (ha), LD: Toprak derinliği (m)*);

$$SOCS = SOCC(\%) \times BD (g \text{ cm}^{-3}) \times A (ha) \times LD (m) \times 10^{-2}$$

*Not: Hesaplamalar bir dekar alanda 250 ton toprak olduğu kabul edilerek yapılmıştır.*

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Farklı kullanım amaçlarına sahip toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelendiği bu çalışmada, toprak pH'larının meralarda en yüksek, sulu ve kuru tarım yapılan alanlar ile kullanılmayan alanların pH'larının ise meralara kıyasla daha düşük, orman alanlarının ise en düşük olduğu belirlenmiştir. Kireç miktarlarını incelediğimizde ise, sulu ve kuru tarım yapılan alanlar ile kullanılmayan alanların kireç miktarlarının istatistiki olarak benzer olduğu, diğer yandan mera ve orman topraklarının kireç miktarlarının daha düşük olduğu görülmektedir. Organik madde miktarlarının her arazi için farklı değerlere sahip olduğu, en yüksek orman arazilerinde en düşük ise kullanılmayan arazilerde olduğu belirlenmiştir. Organik karbon miktarlarına bakıldığında orman alanlarının diğer kullanım alanlarına göre daha yüksek, sulu ve kuru tarım yapılan alanlarda orta seviyelerde, mera ve kullanılmayan alanlarda ise en düşük seviyede olduğu görülmüştür. İşlenen araziler ile işlenmeyen alanlar arasındaki organik karbonun değişimi istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur. Benzer sonuç [16] tarafından da tespit edilmiştir. Toprak organik karbon stoğunun en yüksek görüldüğü alanlar ormanlar iken

en düşük ise mera ve kullanılmayan alanlar olduğu belirlenmiştir. [17]'da işlemeli tarım yapılan alanların ise orman veya otlığa dönüştürülmesiyle yılda yaklaşık 33.8 veya 33.2 g C m<sup>-2</sup> depoladığını belirlenmiştir. [18]'ye göre de tropikal ormanlar CO<sub>2</sub>'in depolandığı en önemli doğal ekosistemleri oluşturmaktadır.

### Bazı toprak analizlerinin çoklu karşılaştırma testi (Duncan Testi) sonuçları

Kullanım Alanı	pH	Kireç	Organik Madde	Organik Karbon	Toprak Organik Karbon Stoku
	U	%	%	%	Mg Ha <sup>-1</sup>
M	8.39a	1.31c	1.62d	0.94d	23.52d
O	7.09c	1.37c	14.47a	8.40a	209.81a
ST	7.79b	9.70b	2.38c	1.38c	34.52c
KT	7.83b	17.69b	3.07b	1.78b	44.54b
KA	7.85b	14.02ab	1.26d	0.73d	18.26d

M: Mera, O: Orman, ST: Sulu Tarım, KT: Kuru Tarım, KA: Kullanılmayan Alan

Toprak örneklerinin makro element konsantrasyonlarına bakıldığında kalsiyum bakımından en yüksek orman ve sulu tarım arazilerinde en düşük ise meralarda olduğu belirlenmiştir. Magnezyum oranları en yüksek meralar da görülürken en düşük sulu tarım ve kuru tarım yapılan alanlarda olduğu görülmüştür. Potasyum elementi kuru tarım yapılan alanlarda en yüksek olduğu mera alanlarında ise en düşük olduğu görülmüştür. Ca, Mg ve K elementlerinde karşılaşılan farklılıkların daha çok jeolojik süreçlerle ilişkili olduğu kanısına varılmıştır. Sodyum elementinin orman ve sulu tarım alanlarında düşük diğer alanlarda ise yüksek olduğu belirlenmiştir. Fosfor elementinin sulu tarım yapılan alanlarda yüksek miktarda olduğu belirlenmiştir. Bu durumun sulu tarım yapılan alanlarda fosforlu gübre kullanımını ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

### Topraklarda makro elementler konsantrasyonları çoklu karşılaştırma testi (Duncan Testi) sonuçları

Kullanım Alanı	Ca	Mg	Na	K	P
	mg kg <sup>-1</sup>				
M	1533d	4711.5a	92.12ab	100.5c	5.11b
O	6356.5a	2328.5b	19.51b	156.10b	8.62b
ST	5319.3ab	777.8d	45.18b	166.25b	16.77a
KT	4783bc	1226.3cd	171.13a	255.63a	9.62b
KA	3763.8c	1866.3bc	88.10ab	172.63b	7.84b

M: Mera, O: Orman, ST: Sulu Tarım, KT: Kuru Tarım, KA: Kullanılmayan Alan

Mikro elementlerinin konsantrasyon sonuçlarına baktığımızda demir elementinde orman topraklarının en yüksek değere sahip olurken kullanılmayan alanlarda en düşük bulunmuştur. Çinko elementinin orman ve kuru tarım alanlarında yüksek olduğu görülmüştür. Bakır elementi orman, sulu tarım ve kuru tarım alanlarında yüksek bulunurken diğer alanlarda düşük olduğu

belirlenmiştir. Manganez elementi en yüksek orman topraklarında, en düşük ise mera ve sulu tarım arazilerinde olduğu belirlenmiştir. Mikro elementlerde karşılaşılan farklılıkların da kısmen makro elementlere benzer şekilde ana materyal ile ilişkilendirilmektedir. Bu alanların üzerinde oluşturulan ana materyallerinin bileşimi diğer faktörlerin de etkisi ile toprakların mikro element kapsamını etkilemektedir.

#### Mikro Elementler kimyasal analizleri çoklu karşılaştırma testi (Duncan Testi) sonuçları

Kullanım Alanı	Fe	Zn	Cu	Mn
mg kg <sup>-1</sup>				
M	5.25c	0.45c	1.99b	2.90c
O	28.83a	1.64ab	3.07a	36.46a
ST	8.75b	0.94bc	2.95a	2.38c
KT	5.90c	1.98a	2.66a	9.20b
KA	3.50d	0.56c	1.90b	7.84b

M: Mera O: Orman ST: Sulu Tarım KT: Kuru Tarım KA: Kullanılmayan Alan

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sonuç olarak, karasal alanlarda karbon depolama kapasiteleri ve topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelendiği bu çalışma ile farklı arazi kullanım şekillerine göre önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Orman alanlarının kalsiyum ve mikro elementler açısından başat iken sulu tarım yapılan alanların fosfor, mera alanlarının magnezyum, kuru tarım yapılan alanların potasyum miktarları bakımından görece üstün olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan, orman alanlarının diğer kullanım şekillerine kıyasla daha yüksek miktarda karbon depolama kapasitesine sahip olduğu belirlenmiş olup, ormanlık alanların artırılmasının karbon stokları bakımından önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### KAYNAKLAR

- [1] Koçyiğit, R. Karasal ekosistemde karbon yönetimi ve önemi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1, 81-85, 2008.
- [2] Bhatti, J.S., Apps M.J., Tarnocai, C. Estimates of soil organic carbon stocks in central Canada using three different approaches. Canadian Journal of Forest Research, 32, 5, 805-812, 2002.
- [3] Janzen, H.H., 2004. Carbon cycling in earth systems-a soil science perspective. Agriculture, Ecosystems and Environment, 104, 3, 399-417.
- [4] Weindorf, D.C., Zhu, Y., 2010. Spatial variability of soil properties at Capulin volcano, New Mexico, USA: Implications for sampling strategy. Pedosphere, 20(2): 185-197.
- [5] West, T.O., Post, W.M. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation. Soil Science Society of America, 66, 6, 1930-1946, 2002.
- [6] Schlesinger, W. The Carbon Cycle: Human perturbations and potential management options. In: Global Climate Change: The Science, Economics and Politics. Edited J.M. Griffin, Edward Elgar, Cheltenham, UK, 2003.

- [7] Çetinkaya, A., Mert, H., Yanar, A.R., Yılmaz, K., Türkmener, F., Kara, A., Günder, K. ve Öztürk, H. 1997.Kahrmanmaraş İli Arazi Varlığı, T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları; Ankara.
- [8] Richard, L.A. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook, No:60, U.S. Department of Agriculture. U.S. Government Printing Office, Washington D.C., 166, 1954
- [9] Black, C.A. *Methods of Analysis Agron.*, No: 9, American Society of Agronomy , Madison Wisconsin. USA, 1965
- [10] Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 1970, Yayın No: 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul
- [11] Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. in D.L. Sparks (Ed) *Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods*, SSSA Book Series Number 5, SSSA., Madison,WI, s. 961-1011
- [12] Helmke, P.A., Sparks, D.L. (1996). *Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, and Calcium*. In Sparks, D.L., (Ed) *Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods*, SSSA Book Series Number 5, SSSA., Madison, WI, s. 551–574
- [13] Lindsay, W.L., Norvel, W.A., 1978. Development of DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Sci. Amer. J.* 42(3), s. 421-28.
- [14] Kuo, S., 1996. Phosphorus in D.L. Sparks (Ed) *Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods*, SSSA Book Series Number 5, SSSA., Madison,WI, s. 869–921.
- [15] Hiederer, R., M. Köchy, 2011, “Global Soil Organic Carbon Estimates and the Harmonized World Soil Database” - JRC Scientific and Technical Reports. Italy, European Union.
- [16] Caravaca, F., Lax, A. and Albaladejo, J., 1999. Organic Matter, Nutrient Contents and Cation Exchange Capacity in Fine Fractions from Semiarid Calcareous Soils. *Geoderma* 93; 161-176.
- [17] Post, W.M., and Kwon, K.C. Soil organic Carbon sequestration and land use change: Processes and potential. *Global Change Biol.*, 6,317-327, 2000.
- [18] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). *Climate Change 2001: The scientific basis*. Cambridge University Press, Cambridge, England, 2000.



## TÜRKİYE’DE TARIMDA ÖLÇEK EKONOMİSİ VE KOOPERATİFLERİN ÖNEMİ

**Prof. Dr. Gülşen KESKİN**

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

Antakya-Hatay, Türkiye

e-mail: gulsen.keskin@mku.edu.tr

ORCID: 0000-0002-4806-0710

### ÖZET

Ülkeler arası ticaretin gelişmesi ve küreselleşme sonucunda tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de işletmelerin rekabet gücü en önemli unsur haline gelmiştir. Küreselleşme ve artan rekabet koşulları işletmelerin varlıklarını devam ettirebilmelerinde maliyet avantajına sahip olmalarını zorunlu hale getirmektedir. Bu koşullar altında diğer sektörlerden farklı özelliklere sahip olan tarım sektörü ve bunun ana aktörleri olan tarım işletmelerinin günün koşullarına uygun olarak üretimde bulunmaları ve bu üretimlerini ölçek ekonomisinin avantajlarından faydalanarak yapmaları gerekmektedir. Ancak, tarım işletmeleri diğer sektörlerden farklı olarak çoğunlukla aile işletmeleri olarak faaliyet göstermekte ve küçük ölçekteki işletmelerden oluşmaktadır. Bu işletmeler çeşitli nedenler ile tarım dışında istihdam imkanına sahip olamayan yaklaşık 5 milyon kişiye istihdam sağlarken, ülkenin gıda güvenliğini sağlamaları ve farklı kaynaklı ortaya çıkan krizlerde ülkenin teminatı olmaları bakımından da stratejik öneme sahiptir. Tarım sektörü bunların dışında son yıllarda gıda güvenliği, gıda güvencesi, biyoçeşitlilik, sürdürülebilir kalkınma nedeniyle de öne çıkmakta ve bu nedenler ile tüm dünyada desteklenmektedir. Türkiye’de tarımın birçok yapısal sorunu olmakla birlikte son yıllarda dünyada da küçük aile işletmelerinin öneminin vurgulanması ile küçük işletmelerin sahip oldukları avantajlarının korunması dikkat çekmektedir. Türkiye’de tarım işletmelerinin ölçek sorununun aşılmasında ise tarımı ve ekonomisi gelişmiş tüm diğer ülkelerde olduğu gibi sektörün ekonomik örgütlenmesinin sağlanması gerekmektedir. Böylece, bir yandan küçük işletmelerin avantajları korunurken diğer yandan teknolojinin kullanımı, eğitim, kredi imkanlarına kavuşma, daha uygun fiyata girdi temini, ürünleri satarken pazarlık gücü ve piyasada etkinliğin artması ekonomik örgütlenme ile sağlanabilecektir. Bu nedenle, tarımsal kooperatiflerin desteklenmesi küçük aile işletmelerinin büyük işletmelerin sahip olduğu birçok avantaja sahip olmalarını sağlayacağı için önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Aile işletmeleri, tarımsal kooperatifler, ölçek ekonomisi

### 1. GİRİŞ

Türkiye’de tarımsal üretimin ana kaynağını tüm dünyada olduğu gibi aile işletmeleri oluşturmaktadır. Sonuçları açıklanan son tarım sayımı olan 2001 Genel Tarım Sayımına göre Türkiye’de 3 milyon tarım işletmesi vardır ve yıllara göre değişmekle birlikte bu işletmelerde

yaklaşık 5 milyon kişi istihdam imkanına kavuşmaktadır. Tarım sektörü, 2021 yılında Gayri Safi Yurtiçi Hasılanın (GSYİH) yaklaşık %5,5'ini ve istihdamın %17,2'sini oluşturmaktadır (TÜİK 2022; TÜİK 2022a). Türkiye'de tarımsal faaliyet ile ilgili en önemli fiziksel göstergelerden biri olarak kabul edilen işletmelerin ortalama arazi genişliği ise 2001 yılında yapılan son tarım sayımına göre 6,1 hektar olup, bu işletmelerin %64,8'i 5 hektarın altında, %84'ü 10 hektarın altında araziye sahiptir (TÜİK 2022b).

Küreselleşme diğer sektörlerde olduğu gibi tarım sektörünün de artan rekabet koşullarına uygun olarak üretimde bulunmasını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle, tarım işletmelerinin de rekabete uyma gerekliliği ile ölçek ekonomilerine uygun olarak üretimde bulunmalarının önemi artarken, aynı zamanda çoğunluğu küçük aile işletmelerinden oluşan bu işletmelerin gıda güvenliği/güvencesi, ekolojik-sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından da önemi artmaktadır (Keskin vd. 2017). Türkiye'de tarım ürünlerinin uluslararası rekabet açısından temel güçlüğü işletme ölçeği ve verimlilikteki düşüklük olmakla birlikte ölçek küçüklüğünün getirdiği dezavantajları ortadan kaldıracak etkin bir ekonomik örgütlenmeye sahip olunmaması da önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de tarım sektörünün en önemli yapısal sorunlarının başında üretim aşamasından tüketime kadar geçen süreçte ekonomik örgütlenmedeki yetersizlikler gelmektedir. Tarım işletmelerinin örgütlenmedeki etkinsizliği ise krizlere karşı daha zayıf bir yapıda olmalarına neden olmakta ve bu işletmeler çoğunlukla da katkıda bulunmadıkları krizlerle mücadele etmek zorunda kalmaktadır (Özdemir vd. 2011). Türkiye'de kooperatifçilik hareketi uzun bir geçmişe sahip olmasına rağmen tarım piyasalarında istenen gelişmeyi ve etkiyi gösterememiştir ve kooperatiflerin tarım pazarlarındaki payı gelişmiş ekonomilere göre oldukça düşüktür. Tarımsal kooperatiflerin ürünlerin işlenmesindeki payı Türkiye'de %1 ile %10 arasında iken AB'de ülkelere göre %30 ile %100 arasında değişmektedir (Böge, 2018; Özdemir vd. 2011; Mülayim, 2006). AB'de sektörler göre kooperatiflerin pazar payı ise 2010 yılında en yüksek yaklaşık %55 ile süt ürünlerinde, %40 ile meyve – sebze ve şarapta olmuş, zeytinyağında da %40'a yaklaşmıştır (Bijman vd. 2012).

Bu bildiriye, Türkiye'de tarım işletmelerinin yapısal özellikleri anlatılarak küçük işletmelerin dezavantajlarının giderilmesi ve bu kapsamda ölçek ekonomisinden faydalanmada kooperatiflerin rolü incelenmektedir.

## 2. TARIMSAL YAPI

Türkiye'de 2021 yılı verilerine göre 23,5 milyon hektar alanda tarımsal faaliyet yapılmakta ve çiftçi kayıt sistemine kayıtlı 2,2 milyon işletme bulunmaktadır. Aynı yıllarda istihdam 4,9 milyon kişi ile %17 pay alırken köy ve belde nüfusu toplam nüfusun %6,8'ini oluşturmaktadır (Çizelge 1). Genel Tarım Sayımı 2001'e göre Türkiye'de tarım işletmelerinin ortalama işletme genişliği 6,1 hektardır ve 5 hektarın altındaki işletmelerin (%64,8) işlediği tarımsal alanlar toplam tarımsal alanların %21,3'ünü oluşturmaktadır (Görsel 1). Türkiye'de ortalama işletme genişliğinin düşük olmasına karşın tarımsal alanların büyük bölümü (%78,7) ortalama büyüklüğü 5 hektarın üzerinde olan işletmeler tarafından işlenmektedir. AB'de 5 hektarın altındaki işletme sayısı 2005 yılında %71,0 iken 2006 yılında Türkiye'de 5 hektarın altındaki işletmelerin oranı %64,8 olmuştur (Görsel 1; Görsel2). AB ve Türkiye'nin küçük işletme

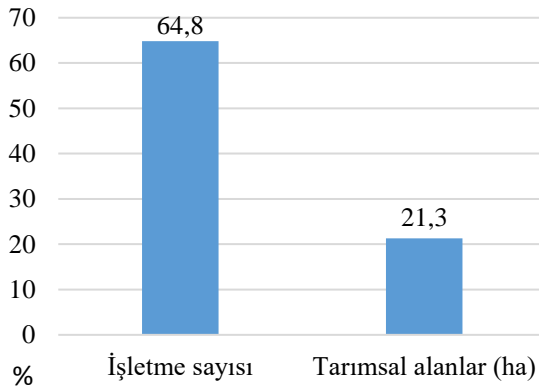
olarak kabul edilen 5 hektarın altındaki işletmeler bakımından temel farklılığı işlenen alanlar bakımından ortaya çıkmaktadır. Türkiye’de 5 hektarın altındaki işletmeler toplam tarımsal alanların %21,3’üne sahipken AB’de bu oran %5,78’dür. Türkiye’nin yapısal bir diğer sorunu ise parçalı arazi yapısıdır ve 2016 yılında işletme başına düşen ortalama parça sayısı 5,9 ve ortalama parsel büyüklüğü ise 12,9 dekadır (TÜİK, 2022b).

**Çizelge 1: Önemli Bazı Tarımsal Göstergeler (2021)**

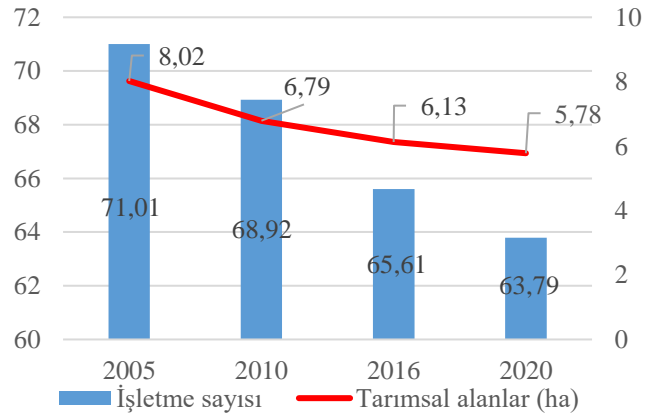
Göstergeler		Türkiye	%
Toplam yüzölçümü (milyon hektar)		78,4	100,0
Toplam işlenen tarım arazisi (milyon ha)		23,5	30,0
Tarımsal işletme sayısı (milyon) <sup>1</sup>		2,2	100,0
Nüfus ve istihdam (milyon kişi)	Nüfus	84,7	100,0
	Kırsal nüfus	5,8	6,8
	İstihdam	28,8	100,0
	Tarımsal istihdam	4,9	17,0
Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)	Toplam GSYİH (milyar \$)	817,3	100,0
	Tarımsal GSYİH (milyar \$)	45,3	5,5
	Kişi başına düşen milli gelir (\$)	9.648,8	-

Kaynak: TÜİK 2022; 2022a; 2022b.

<sup>1</sup> Çiftçi kayıt sistemi verisi



Görsel 1. Türkiye’de 5 Hektardan Küçük İşletme Sayıları ve Tarımsal Alanların Oranı (2001; TÜİK 2022b)



Görsel 2: AB’de 5 Hektardan Küçük İşletme Sayıları ve Tarımsal Alanlardaki Değişim (%; Eurostat 2022)

Üreticilerin eğitim düzeyinin düşük olması ve örgütlenme bilincinin tam olarak oluşmaması ise yapısal sorunların bir kısır döngü halinde tekrarlanmasına ve zincirin herhangi bir noktada kırılmamasına neden olmaktadır (Görsel 3). Yapısal sorunlardaki bu döngünün kırılmasında temel etken gelirin artması olacaktır. Geliri artan üreticinin eğitim düzeyi artacak ve oluşacak yüksek farkındalık ile rekabet gücü ve pazarın isteklerine yönelik üretimini artırma arayışında

verimlilik artışı sağlayacaktır. Bu nedenle, küçük işletmelerin yaygın olmasına karşın tarım işletmelerinin ölçek ekonomisinin avantajlarından yararlanmalarını sağlayacak olan temel unsur gelirin artmasını da sağlayacak olan ekonomik örgütlenmenin gerçekleştirilmesi olacaktır.



**Görsel 3. Türkiye’de Tarımın Yapısal Sorunlarındaki Kısır Döngü (Keskin, 2020)**

### 3. TARIMSAL KOOPERATİFLER ve ÖLÇEK EKONOMİSİ

Türkiye’de tarımsal faaliyette bulunan küçük tarım işletmelerinde genel olarak teknoloji kullanımı düşük ve sermaye yetersizdir. Ayrıca, tarımsal ürünlerin nitelikleri nedeniyle çabuk bozulan ürünler olması, uzun süre işlenmeden saklanamaması, taşımadaki sınırlılıklar da eklenince bu alanlarda örgütlenme daha da önem kazanmaktadır. Üreticiler tek başlarına ihracatçı, sanayici veya tüccar karşısında direnç gösterememekte, daha önce sözleşmeli üretim ile bağlantı yapılmamışsa ürünü bir an önce verilen ilk fiyata satmak zorunda kalmaktadırlar (Keskin vd.2009). Üreticiler tarımla ilgili konularda politika oluşturarak ürün, girdi ve kredi piyasalarını etkileyebilecek güce sahip değillerdir ve örgütlenme bilinci yeterince gelişmediğinden örgütlerin gelişimi ve amaçlarına ulaşması da sınırlı olmaktadır. (İnan vd. 2019). Örgütlenmede etkinlik sağlanamadığı için de çiftçiler genellikle ürünlerini düşük fiyata satmakta, satın aldıkları girdilere ise yüksek fiyat ödemektedirler (Keskin, 2020a).

Türkiye’de tarımda örgütlenme modeli olarak kooperatifler, üretici birlikleri ve Ziraat Odalarından oluşan üçlü yapı içerisinde; kooperatifler, çiftçinin ekonomik kolunu, üretici birlikleri, politika, yönlendirme ve lobi oluşturma kolunu, Ziraat Odaları ise Hükümet ile çiftçi arasında köprü oluşturan mesleki kolunu temsil etmektedir (Özdemir vd. 2011). Türkiye’de kooperatifleşmede sayısal olarak bir sorun bulunmamakla birlikte bu kooperatiflerin

piyasalarda etkin olmadığı bilinmektedir. Zira, 2021 yılında tarımsal kooperatiflere üye olanların sayısı 3,6 milyon kişidir ve aynı yıl 12.399 birim kooperatif mevcuttur (Çizelge 2). Küçük tarım işletmelerinin pazara katılımının düşük olmasının nedenleri; işlem maliyetleri, tarımsal standartların yerine getirilmesinin güç olması ve üretilenlerin bizzat işletmede tüketilmesidir. Kooperatif yaklaşımlar ise işlem maliyetlerinin azaltılması ve pazara katılımın daha iyi olmasına yardımcı olabilmektedir (Keskin, 2020; Bauhus, 2012).

**Çizelge 2. Tarımsal Kooperatif Sayıları (2022)**

Tarımsal Kooperatifler		Kooperatif sayısı	Ortak sayısı	Kooperatif sayısı (%)	Ortak sayısı (%)
1163S.K.	Tarımsal Kalkınma	6.835	737.404	55,1	20,2
1163 S.K.	Sulama	2.485	318.859	20,0	8,7
1163 S.K.	Su Ürünleri	570	30.774	4,6	0,8
1163 S.K.	Pancar Ekicileri	31	1.391.892	0,3	38,2
1581 S.K.	Tarım Kredi	1.615	800.171	13,0	21,9
Tarım ve Orman Bakanlığı		11.536	3.279.100	93,0	89,9
4572 S.K.	Tarım Satış	331	332.375	2,7	9,1
1196 S.K.	Tütün Tarım Satış	42	12.840	0,3	0,4
1163 S.K.	Üretim ve Pazarlama	462	20.845	3,7	0,6
1163 S.K.	Yaş Meyve ve Sebze Pazarlama	28	2.946	0,2	0,1
Ticaret Bakanlığı		863	369.006	7,0	10,1
GENEL TOPLAM		12.399	3.648.106	100,0	100,0

Kaynak: TOB, 2022.

Türkiye’de tarımsal yapıdan kaynaklanan küçük işletme sorunu kooperatiflerin desteklenmesi ile Görsel 3’de belirtilen zincirin kırılmasında önemli olacaktır. Böylece, üreticinin uzun vadede küçük işletmenin avantajlarını taşımamın yanı sıra bunların dezavantajlarını gidererek büyük işletmelerin avantajlarından yararlanma imkanına kavuşturacaktır.

Türkiye’de tarımsal kooperatifçiliğin gelişmesini engelleyen birçok sorun mevcuttur. Bunların başında ortakların eğitim seviyesinin düşük olması, kooperatifçilik kültürü ve bilincinin yeterince oluşmaması, ekonomik işbirliğinin sağladığı katkı ve faydaların tam olarak anlaşılabilmesi, başarılı örneklerin az olması, finansman yetersizliği, girdilerin yüksek fiyatla temini ve pazarlama kabiliyetinin zayıflığı gelmektedir (GTB,2012; Keskin vd. 2009). Bunun sonucu olarak da maliyetlerin artması, ihracat şansının zayıflaması, düşük kar marjlarına razı olma ve rekabet gücünün zayıflaması ile işletmelerin sürdürülebilirliklerinin riske edilmesi ile karşı karşıya kalınmaktadır (Keskin vd. 2017).

Ölçek ekonomisinin üreticiye sağladığı en önemli fayda birim maliyetlerin düşmesidir ve ürün maliyetleri ile işletme büyüklüğü arasındaki ilişkiyi yansıtmaktadır (TİM, 2017; Işın ve Talim 1998). Bu bağlamda tarım işletmelerinde sürdürülebilir üretimin sağlanmasında kısa ve uzun dönemde maliyetlerin düşürülmesi ve üretici gelirinin artması gerekmektedir. Ancak, tarımda ölçek ekonomisi üretilen ürüne, üretimde kullanılan faktör kompozisyonuna ve faktör piyasalarına erişime göre değişiklik göstermektedir (TİM, 2017). Bayramoğlu ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada sera işletmelerinde ölçek ekonomisiyle sağlanan maliyet ve kar avantajının oluşmadığı, dolayısıyla işletme ölçeklerinin büyümesine karşı net karın negatif olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, küçük tarım işletmelerinin olumlu yönlerinin yanı sıra etkin bir kooperatifleşme ile büyük işletmelerin olumlu yönlerinin de işletmelere kazandırılması

gerekmektedir. Küçük tarım işletmelerinin korunmasını gerektiren nedenleri Dinler (1977) şu şekilde özetlemiştir.

1. Teknik nedenler; tüm aile bireylerine istihdam sağlaması, göçü önlemesi.

2. Kriz dönemleri; büyük işletmelere göre krizleri daha kolay atlatabilmeleri, sosyal yönden sulh ve denge garantisi olmalarıdır.

Dellal ve Keskin (2008) yaptıkları çalışmada, Türkiye’de tarım işletmelerinin küçük aile işletmelerinden oluştuğunu, istihdamın büyük ölçüde aile bireyleri tarafından karşılandığını, kredi ve girdi kullanımının düşük düzeyde olmasının dışa bağımlılığı azalttığını ve bu nedenler ile krizlerden daha az etkilendiklerini belirtmişlerdir. Aynı zamanda kriz dönemlerinde diğer sektörlerde istihdam imkanları daha da zorlaştığı için tarımsal üretimden başka alternatif bulunmaması hem bu aile işletmeleri hem de ülke ekonomisi için bir koruma sağlamaktadır.

#### 4. SONUÇ

Türkiye’de tarımın birçok yapısal sorunu olmakla birlikte son yıllarda dünyada da küçük aile işletmelerinin öneminin vurgulanması ile küçük işletmelerin sahip oldukları avantajların korunması dikkat çekmektedir. Türkiye’de tarım işletmelerinin ölçek sorununun aşılmasında ise tarımı ve ekonomisi gelişmiş tüm diğer ülkelerde olduğu gibi sektörün ekonomik örgütlenmesinin sağlanması gerekmektedir. Türkiye’de tarımsal üretimde üreticilerin eğitimi, maliyetlerin azaltılması, piyasalarda pazarlık ve rekabet gücü kazandırılması bakımından, kooperatiflerin etkinliklerinin artmasına yönelik teşviklerin yapılması gerekmektedir (Keskin, 2020). Böylece, küçük işletmeler sahip oldukları olumlu özelliklerine ilave olarak dezavantajlarını da giderilebilecek ve tarım piyasalarında etkin olabileceklerdir. Türkiye’de kooperatifleşmede sayısal olarak bir sorun bulunmamakla birlikte kooperatiflerin tarım piyasalarında etkin olmadığı bilinmektedir. Bu nedenle, yeni kooperatiflerin kurulmasından ziyade, var olanların etkin hale getirilmesi için tarımsal kooperatiflerin desteklenmesi küçük aile işletmelerinin büyük işletmelerin sahip olduğu birçok avantaja sahip olmalarını sağlayacağı için önemlidir.

#### KAYNAKÇA

Bauhus, J., O. Christen, S. Dabbert, M. Gauly, A. Heissenhuber, J. Hess, F. Isermeyer, D. Kirsche, U.L. Lohmann, A. Otte, M. Qaim, P.M. Schmitz, A. Spiller, A. Sundrum, und P. Weingarten (2012). Ernährungssicherung und nachhaltige Produktivitätssteigerung. Stellungnahme des Wissenschaftliche Beirats für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Braunschweig, [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ministerium/Beirats/agrarpolitik/Stellungnahme-Ernaehrungssicherung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ministerium/Beirats/agrarpolitik/Stellungnahme-Ernaehrungssicherung.pdf?__blob=publicationFile&v=2); (Erişim tarihi: 13.12.2022).

Bayramoğlu Z, Karakayacı Z, Ağızan K, Ağızan S, Bozdemir M (2021). Başlıca Sebze Ürünlerinde Üretim Maliyetlerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 603-613. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.764181>.

Bijman, J., Iliopoulos, C., Poppe, K.J., Gijselinx, C., Hagedorn, K., Hanisch, M., Hendrikse, G.W.J., Köhl, R., Ollila, P., Pyykkönen, P. und van der Slangen G. (2012). Support for



- Farmers' Cooperatives; Final Report. Wageningen: Wageningen UR, <https://edepot.wur.nl/245008>, (Erişim tarihi: 19.12.2022)
- Böge, Z.E. (2018). Kooperatif İşletmeler ve İlişkisel Pazarlama: Bir Model Yaklaşımı. Akademik Hassasiyetler 5(10): 361-379.
- Dinler, Z. (1977). Tarımda Küçük ve Büyük İşletmeler, [https://acikerisim.uludag.edu.tr/bitstream/11452/19436/1/6\\_1-2\\_2.pdf](https://acikerisim.uludag.edu.tr/bitstream/11452/19436/1/6_1-2_2.pdf), erişim tarihi: 14.12.2022
- Eurostat, (2022). Eurostat Verileri, <https://ec.europa.eu/eurostat>; (Erişim tarihi: 05.11.2022).
- GTB (2012). Türkiye Kooperatifçilik Stratejisi ve Eylem Planı 2012-2016. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Işın, Ş., Talim, M. (1998). Tarımda Ölçek Ekonomisi, Tarım Ekonomisi Dergisi, 1998-3, s. 49-57.
- İnan, H., B. Başaran, G. Saner, M. Yercan, Ç. İnan, ve Ö. Özdoğan (2019). Türk Tarım Kooperatiflerinin AB Tarım Kooperatiflerine Uyumu ve Tarımsal Sanayiye Etkileri. Available at: [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/a845d4d23b883ac\\_ek.pdf](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/a845d4d23b883ac_ek.pdf), Accessed on: April 12, 2019.
- Keskin, G., (2020). Food Inflation in Turkey and The Vicious Cycle in Agriculture: Structural Problems, Fresenius Environmental Bulletin, Volume 29- No. 12A/2020, p.p.11102-11111.
- Keskin, G. (2020a). Türkiye’de Tarımda Yapısal Dönüşüm, 4. Uluslararası Mardin Artuklu Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 7-8 Ağustos 2020, Tam Metin Kitabı, s. 22-34, Mardin.
- Keskin,G., Kaplan, G., Başaran H. (2017). Türkiye’de Aile Çiftçiliği, İşgücü Produktivitesi ve Sürdürülebilirlik, Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, Cilt 21(2), s. 209-218.
- Keskin, G., Özüdoğru, T., Nazlı, C.,Berkum, S.van., *Sectoral Analysis: Dairy, Tomato, Cereal, Poultry* (Editors İlkey Dellal and Siemen van Berkum), Turkish Tomato Sector Analysis, 2009.
- Mülayim, Z.G., *Kooperatifçilik(Genişletilmiş 5.Baskı)*, Yetkin Yayınları, Ankara. TEAE Publication number: 171, pp:59-91, Ankara, 2006.
- Özdemir, G., Keskin, G., Özüdoğru, H., (2011). Türkiye’de Ekonomik Krizler ve Tarımsal Kooperatiflerin Önemi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 8(1), s.101- 113.
- TİM (2017). Türkiye İhracatçılar Meclisi Tarım Raporu 2016, İstanbul.
- TOB, 2022. Tarım Bakanlığı Verileri, <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Link/55/Uretici-Organizasyonlari>, (Erişim tarihi: 12.12.2022)
- TÜİK, (2022). Ulusal hesaplar, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr), (Erişim tarihi: 27.04.2022).
- TÜİK, (2022a). İstihdam, işsizlik ve ücret istatistikleri, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr), (Erişim tarihi: 16.05.2022).
- TÜİK, (2022b). Tarımsal İşletme Yapı İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>; (Erişim tarihi: 11.11.2022).

## KAVUNDA TUZ STRESİNE TOLERANSIN SAĞLANMASINDA BAKTERİ UYGULAMASININ ETKİSİ

Prof. Dr. ŞEBNEM KUŞVURAN<sup>1</sup>, Araş. Gör. Dr. DAMLA TURAN BÜYÜKDİNÇ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Gıda ve Tarım Meslek Yüksekokulu, [skusvuran@gmail.com](mailto:skusvuran@gmail.com)  
ORCID ID: 0000-0002-1270-6962

<sup>2</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,  
[damla.turan@erdogan.edu.tr](mailto:damla.turan@erdogan.edu.tr) ORCID ID: 0000-0002-2776-1008

### ÖZET

Tuz stresi, bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkileyen en önemli abiyotik stres faktörlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Bakteri uygulamalarının tuz stresine toleransın artırılmasındaki etkinliğinin incelendiği bu çalışmada, üç farklı kavun genotipi materyal olarak kullanılmıştır. Tohumlar 2:1 oranındaki torf: perlit karışımına ekilmiş, fideler 4 gerçek yapraklı aşamaya ulaştıklarında tuz uygulamasına (200 mM NaCl) başlanmıştır. Çalışmada tuz stresi ile birlikte 3 farklı bakteriye yer verilmiştir (B1: *Pseudomonas fluorescens* B2: *Bacillus megaterium* B3: *Bacillus subtilis*). Bakteri uygulaması, bitkilerin kök bölgesine verilerek gerçekleştirilmiştir. Tuz uygulamasından 15 gün sonra çalışma sonlandırılarak ölçüm ve analizler yapılmıştır. Hasat edilen bitkiler yaş ve kuru ağırlık, bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı, kök yaş ve kuru ağırlığı, SPAD değeri, yeşil aksam Na, K ve Cl iyon içeriği bakımından değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda tuz stresinin bitki büyüme ve gelişmesinde olumsuzluklara yol açtığı, bakteri uygulamalarının değişen oranlarda tuz stresinin olumsuz etkisini sınırladığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Cucumis melo*, tuzluluk, bakteri, tolerans

### THE EFFECT OF BACTERIA APPLICATION ON SALT STRESS TOLERANCE IN MELON

#### ABSTRACT

Salt stress is considered as one of the most important abiotic stress factors that negatively affect plant growth and development. Three different melon genotypes were used as material in this study, in which the effectiveness of bacterial applications in increasing tolerance to salt stress was investigated. The seeds were sown in a 2:1 mixture of peat: perlite, and salt application (200 mM NaCl) was started when the seedlings reached the stage with 4 true leaves. In the study, 3 different bacteria were included with salt stress (B1: *Pseudomonas fluorescens* B2: *Bacillus megaterium* B3: *Bacillus subtilis*). Bacteria application was carried out by giving it to the root zone of the plants. After 15 days of salt application, the study was terminated and measurements and analyzes were carried out. Harvested plants were evaluated in terms of fresh and dry weight, plant height, number of leaves, leaf area, root fresh and dry weight, SPAD value, green parts Na, K and Cl ion content. As a result of the study, it was determined that salt stress caused negativities in plant growth and development, and bacterial applications limited the negative effect of salt stress at varying rates.

**Key Words:** *Cucumis melo*, salinity, bacteria, tolerance.

## 1.GİRİŞ

Artan dünya nüfusu ve buna bağlı olarak artan gıda ihtiyacı, tarımsal üretimde verimliliğin ön plana çıkmasına, mevcut üretim alanlarından en yüksek verimin alınmasına yönelik çalışmaların hız kazanmasına neden olmuştur. Özellikle abiyotik stres faktörleri, küresel gıda güvenliği, gıda kalitesi ve bitki verimliliği üzerinde sınırlayıcı etkilere sahiptir. Dünyadaki sulanabilir tarım arazilerinin yaklaşık %20'si toprak tuzluluğundan olumsuz etkilenmektedir. Bu sorun aşırı gübre kullanımı, uygun olmayan sulama sularının kullanımı, doğal çevre koşulları ve küresel iklim değişikliği ile birlikte artış göstermiştir (Zhao et al., 2021).

Tuz stresi, çimlenme, büyüme ve gelişme, çiçeklenme ve meyve tutumunu engelleyerek bitkileri olumsuz etkilemektedir. Tuzlu topraktaki yüksek sodyum konsantrasyonları, bitkide su alımını ve besinlerin emilimini sınırlar. Su eksikliği ve beslenme dengesizliği, ozmotik stres ve iyonik stres dahil olmak üzere birincil stresleri ön plana çıkartmaktadır. Bu birincil stresler oksidatif stresle sonuçlanmakta, ikincil bir strese de neden olabilmektedir. Tuz stresi ile birlikte çeşitli fizyolojik ve moleküler değişiklikler meydana gelmekte ve fotosentez sınırlanarak bitki büyüme ve gelişmesinde sorunlar ortaya çıkmaktadır (Van Zelm et al., 2020; Gong, 2021).

Biyostimülanları; bitkilerde besin elementi kullanım etkinliğini artıran, abiyotik stres koşullarına karşı tolerans sağlayan, ürün kalitesini iyileştiren, toprakta ve kök bölgesinde sınırlı miktarda bulunan besin elementlerinin bitkiler tarafından etkin bir şekilde kullanımına katkı sağlayan maddeler olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlamaya göre biyostimülanlar; mikrobiyal ve mikrobiyal olmayanlar olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Mikrobiyal stimülanlar; N-bağlayan faydalı bakterileri ve arbusküler mikorizal mantarları içerirken, mikrobiyal olmayan stimülanlar ise; amino asitler, hümik asitler ve mineraller, deniz yosunu özleri, bitki özleri, biyopolimerler ve protein hidrolizatları gibi hem organik hem de inorganik kökenli çeşitli kompleks maddeleri veya karışımları ifade etmektedir (Andreotti, 2020).

Bakterilerin bitkilerde büyüme ve verimlilik üzerinde olumlu etkisinin olduğu uzun yıllardır bilinmektedir. Bitki Gelişimini Uyarıcı Bakteriler (Plant Growth Promoting Rhizobacteria-PGPR) doğal olarak oluşan toprak mikroorganizmaları olup kök bakterileri olarak da bilinirler (Aydın ve ark., 2012). PGPR'ler bitki köklerine yerleşerek değişik yollarla bitkiler üzerinde olumlu etkide bulunurlar. Bunlar; uyarıcı etki yapma, siderofor üretme, patojenlerin gelişmelerini engelleme, bitkilerde uyarılmış dayanıklılığı harekete geçirme, bitkisel hormonları uyarma veya üretme, besin elementi alımını iyileştirme (Dülger, 2021), atmosferde serbest halde bulunan azotu toprağa bağlama ve bitkilerin kullanabileceği forma dönüştürme, amidler ve fitohormonlar gibi bazı bileşikler sentezleme, besin elementleri, iz elementler ve suyu doğrudan köklere taşıma ve topraktaki organik maddenin çözünme sürecini artırma vb. şekillerde görülmektedir (Kuşvuran ve Kuşvuran, 2021)

Gerçekleştirilen bu çalışmada, önceki çalışmalarımızda tuza tolerans düzeyi belirlenmiş olan kavun genotiplerinde, bakteri uygulamalarının tuza toleransın sağlanması üzerindeki etkinlikleri incelenmiştir.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, tuz stresine hassas 2 kavun genotipi (H1 ve H2), tuz stresine tolerant (T1) kavun genotipleri materyal olarak kullanılmıştır. Genç bitki aşamasında gerçekleştirilen araştırma, Çankırı Karatekin Üniversitesi Balıca Yerleşkesinde bulunan seralarda yürütülmüştür. Dört adet kavun genotipine ait tohumlar 2:1 oranında karıştırılmış torf:perlit karışımı içeren 45 gözlü (9x5) viyollere ekilmiştir. Kotiledon yapraklar yatay duruma geldiği ve ilk gerçek yaprakların oluştuğu dönemde fideler 12 litre hacminde, torf:perlit (2:1) içeren plastik saksılara her saksıda 3 adet bitki olacak şekilde şaşırtılmıştır. Bitkiler 3 gerçek yapraklı aşamaya gelinceye kadar standart besin çözeltisi ile sulanmıştır (Kuşvuran, 2012). Sulamada “drene olan çözelti/uygulanan çözelti” oranı esas alınmıştır (Schröder and Lieth, 2002). Günlük olarak drenaj seviyeleri belirlenmiş ve bu oran deneme süresince bitkilerin büyümesine göre %30 civarında tutulmuştur. Çalışmada stres ve kontrol uygulamaları 3 yinelemeli olarak düzenlenmiştir.

Araştırmada kullanılan bakteri türlerinden; *Bacillus subtilis* “%1.34 *Bacillus subtilis* QST 713 ırkı (min.  $1 \times 10^9$  cfu ml<sup>-1</sup>)” etken maddeli ticari bir biyoorganik fungusit olan Serenade SC (süspansiyon konsantre) (Anonim 2018a), *Pseudomonas fluorescens* “%1.5 *Pseudomonas fluorescens* strain Pf1” etken maddeli ticari bir biyoorganik fungusit olan Cedriks SL (sıvı formülasyon) olarak (Anonim 2018b) ve *Bacillus megaterium* ise “kuru biyokütlesi %77 PHB (Poli-β-hidroksibütirat–mikrobiyal biopolimer) içeren ( $1 \times 10^9$  CFU g<sup>-1</sup>) toprak bakterisi” etken maddeli ticari bir biyoorganik gübre olan Albit (sıvı formülasyon) (Anonim 2018c) şeklindedir.

Çalışmada 5 farklı uygulama yer almıştır. Bunlar, K: Kontrol-Bakteri İnoküle Edilmemiş, T: Tuz stresi uygulaması (200 mM NaCl), B1: T+*Pseudomonas fluorescens* B2: T+*Bacillus megaterium* B3: T+*Bacillus subtilis*.

Tuz stresi etkisinin görüldüğü uygulamadan 15 gün sonra denemeye son verilmiş, bitkiler hasat edilerek ölçüm ve analizler gerçekleştirilmiştir.

### 2.1. Bitkilerde Gerçekleştirilen Ölçüm Ve Analizler:

**Yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları:** Farklı bakteri ve tuz uygulaması sonucunda hasat edilen bitkiler hassas terazide tartılarak yeşil aksam yaş ağırlıkları belirlenmiş, daha sonra aynı örnekler 65 °C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra bitki kuru ağırlıkları tespit edilmiştir.

**Kök yaş ve kuru ağırlıkları:** Farklı bakteri ve tuz uygulaması sonucunda hasat edilen kökler hassas terazide tartılarak kök yaş ağırlıkları belirlenmiş, daha sonra aynı örnekler 65 °C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra bitki kuru ağırlıkları tespit edilmiştir.

**Bitki boyu:** Bitkide kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cm ( $\pm 0.5$ ) cinsinden metre ile ölçülmüştür

**Yaprak sayısı ve yaprak alanı:** Deneme sonunda hasat edilen kavun bitkilerinde yaprak sayısı bitki üzerindeki tüm yaprakların sayılması ile adet/bitki olarak, yaprak alanı ise CI BIO Science CI 202 model yaprak alan ölçer aleti kullanılarak cm<sup>2</sup>/bitki olarak belirlenmiştir.

**Klorofil oranının belirlenmesi:** Bitkilerde klorofil oranı Minolta marka klorofilmetre ile ölçülmüştür.

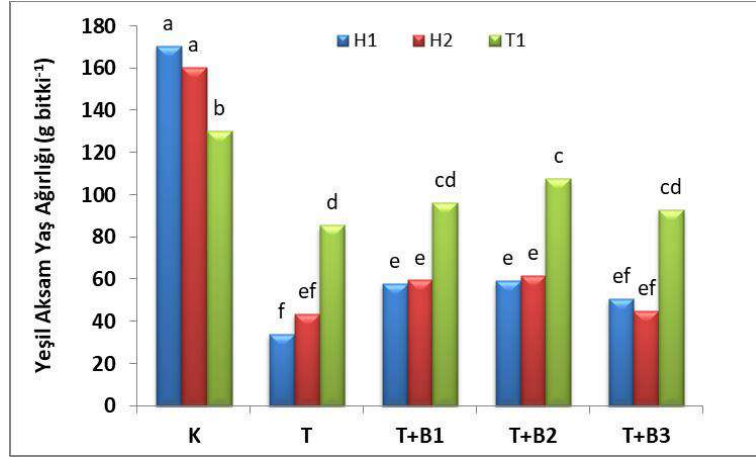
**Mineral Element Analizleri:** Uygulamalarından tesadüfi olarak seçilen dörder bitkinin yaprakları mineral madde tayini için kullanılmıştır. 200 mg tartılan kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örnekleri 550 °C kül fırınında 8 saat yakılacaktır. Elde edilen kül, %3.3 'lük HCl'de çözülmüş ve mavi bantlı filtre kağıdında süzöldükten sonra Na ve K okumaları, Varian marka FS220 model Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazında emisyon modunda gerçekleştirilecektir. Bitki yeşil aksam ve kökteki Cl konsantrasyonunun belirlenmesi Johnson ve Ulrich (1959)'e göre ve Mohr metodu ile yapılmıştır.

## 2.2. Verilerin Değerlendirilmesi

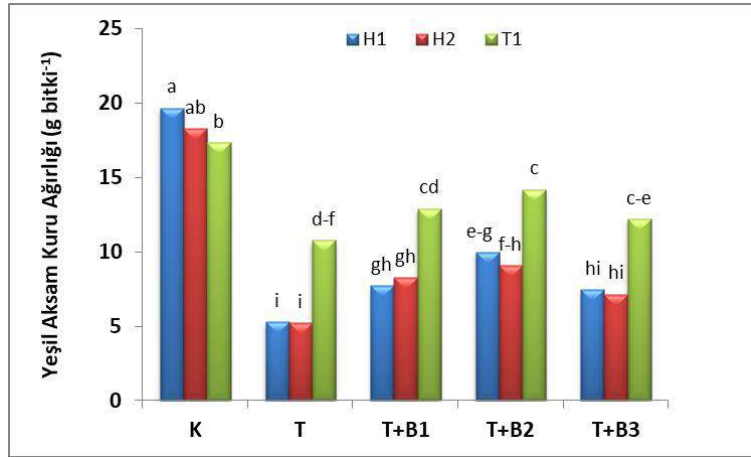
Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemelerden elde edilen sayısal değerler, JMP istatistik paket programında, (ver. 8 SAS Institute Inc., USA) varyans analizine tabi tutulup uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemlilik derecesi ortaya konulmuştur. Bunun için LSD çoklu karşılaştırma testi yapıp farklılık dereceleri  $P < 0.05$  düzeyinde harflendirme yoluyla gösterilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Tuz stresine toleransın sağlanmasında bakteri uygulamalarının etkisinin incelendiği çalışmada, tuz stresi bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalmaya neden olmuştur. Yaş ağırlıklar bakımından en yüksek değerler kontrol bitkilerinde belirlenmiştir. Tuz stresi uygulaması ile birlikte kontrol bitkilerine oranla %34-79 oranında azalma meydana gelmiş bu azalma en yüksek düzeyde H1 genotipinde belirlenmiştir (%79), tuz stresi ile birlikte bakteri uygulamaları incelendiğinde bu değişim B1'de %25-65; B2'de 17-65 ve B3'de %28-70 düzeyinde ortaya çıkmıştır. Genel olarak yaş ağırlık değerlerinde bakteri uygulamaları iyileşme sağlamıştır. Bu iyileşme B1'de %12-69, B2'de %25-74 ve B3'de %3-48 oranında gerçekleşmiştir (Görsel 1). Bitki yeşil aksam kuru ağırlıklarında ise yeşil aksam yaş ağırlıklarında olduğu gibi tuz stresi ile birlikte %37-73 oranında azalma meydana gelmiş bu azalma H1 genotipinde ilk sırada gerçekleşmiştir. Bakteri uygulamaları ile birlikte ortalama olarak tuz stresine oranla %13-88 oranında iyileşme sağlanmıştır. Bu iyileşme ortalama olarak B1 uygulamasında %41,40, B2 uygulamasında %64.97 ve B3 uygulamasında %30.60 düzeyinde belirlenmiştir (Görsel 2).



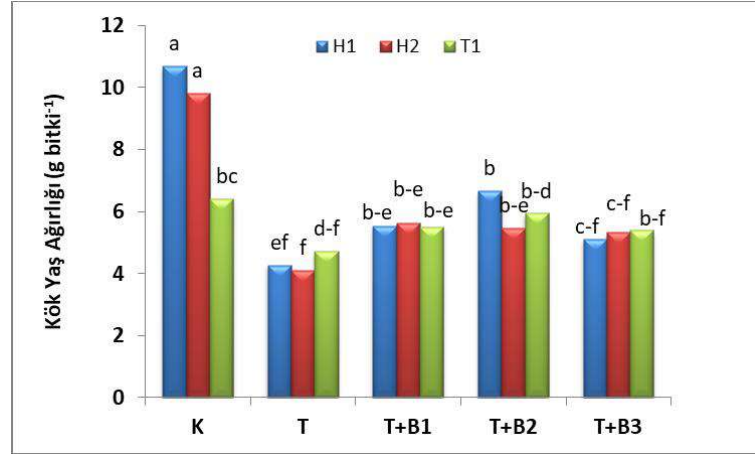
**Görsel 1.** Tuz stresi koşullarında farklı bakteri uygulamalarının yeşil aksam yaş ağırlık üzerindeki etkisi



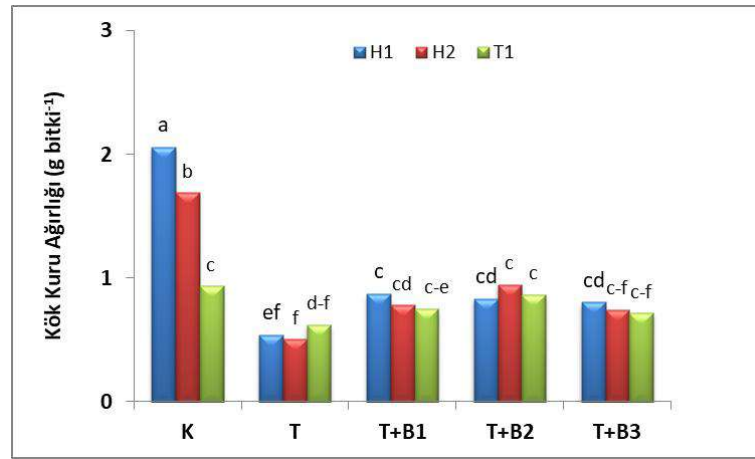
**Görsel 2.** Tuz stresi koşullarında farklı bakteri uygulamalarının yeşil aksam kuru ağırlık üzerindeki etkisi

Kök yaş ve kuru ağırlıklarında tuz stresi koşullarında meydana gelen değişim Görsel 3 ve 4'te gösterilmiştir. Buna göre, kök yaş ağırlık değerleri 200 mM NaCl uygulaması ile H1 genotipinde %60, H2 genotipinde %58 ve T1 genotipinde %26 düzeyinde bir azalma meydana gelmiştir. Bakteri uygulamaları ile birlikte ortaya çıkan değişim ise %7-52 düzeyinde kalmıştır. Bakteri uygulamaları bakımından tuz stresi koşullarında kontrol bitkilerine oranla azalmanın en az olduğu uygulama T+B2 uygulaması olmuş, bu uygulamada azalma %14-48 oranında kalırken stres koşullarında %26-56 oranında bir iyileşme sağlanmıştır. Kök kuru ağırlıkları da, yaş ağırlıklarda meydana gelen değişimleri ile benzerlik göstermiştir. T uygulamasında kontrol bitkilerine oranla %33-73 oranında azalma meydana gelmiş, bakteri uygulamaları ile bu azalma %7-60 oranında belirlenmiştir. Bakteri uygulamaları değerlendirildiğinde en etkili değişim B2 uygulamasında ortaya çıkmış (ortalama %59 iyileşme) bu uygulamayı sırasıyla B1 (ortalama %45 iyileşme) ve B3 (%36 iyileşme) izlemiştir.



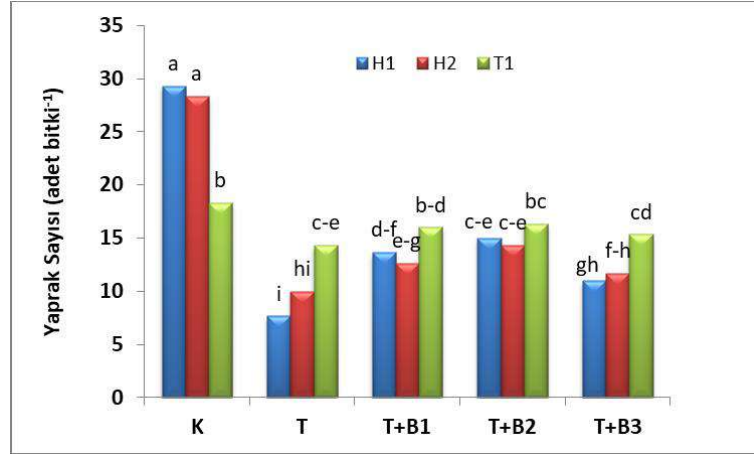


**Görsel 3.** Tuz stresi koşullarında farklı bakteri uygulamalarının kök yaş ağırlık üzerindeki etkisi

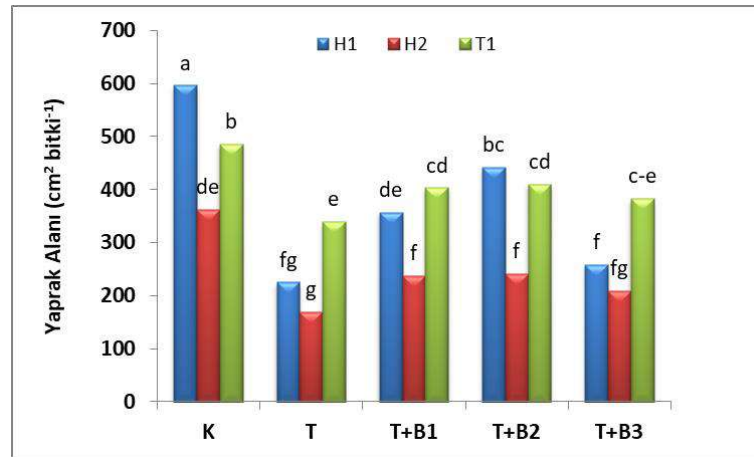


**Görsel 4.** Tuz stresi koşullarında farklı bakteri uygulamalarının kök kuru ağırlık üzerindeki etkisi

Bitki yaprak sayısı ve yaprak alanı 200 mM NaCl uygulaması ile birlikte kontrol bitkilerine oranla yaprak sayısında %21-73 ve yaprak alanında %30-62 oranında azalma ortaya çıkmıştır. Bakteri uygulamalarını her iki parametre bakımından da olumlu etkisini göstermiştir. Buna göre yaprak sayısı bakımından bakteri uygulamaları karşılaştırıldığında B2 uygulamasında ortalama olarak iyileşme %50.98 olarak belirlenmiş bunu sırasıyla B1 (%38.85 iyileşme) ve B3 (%22.37 iyileşme) izlemiştir. Yaprak alanı tuz stresine bağlı olarak ortalama %48 oranında azalmaya neden olmuştur. Bu azalma H1 genotipinde %62, H2 genotipinde %53 ve T1 genotipinde %30 oranında gerçekleşmiştir. Bakteri uygulamaları tuz stresinin olumsuz etkisini sınırlandırmış ve ortalama olarak %36 oranında etkili olmuştur. Bakteri uygulamaları incelendiğinde B1 uygulamasında ortaya çıkan azalma ortalama olarak %30, B2 uygulamasında %24 ve B3 uygulamasında %40 düzeyinde olmuştur (Görsel 5 ve 6).

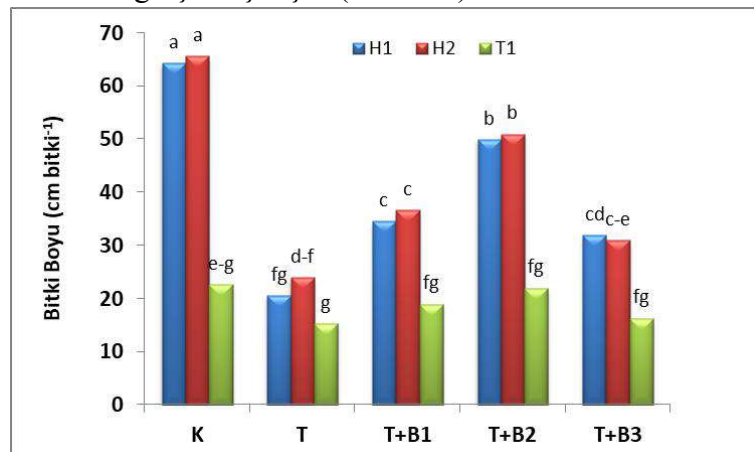


**Görsel 5.** Tuz stresi koşullarında farklı bakteri uygulamalarının yaprak sayısı üzerindeki etkisi



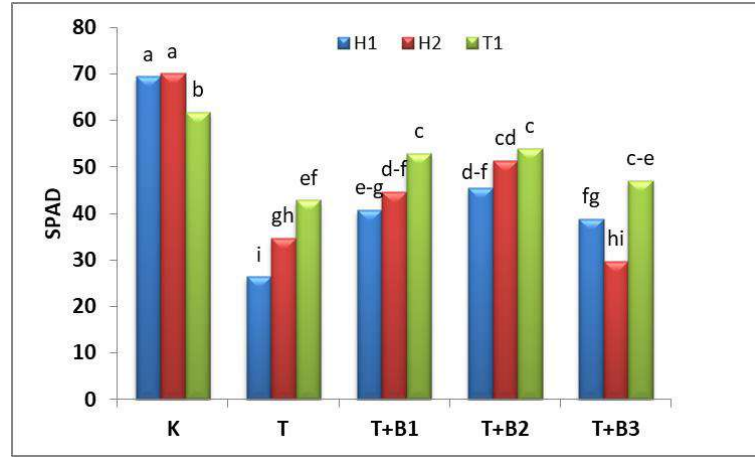
**Görsel 6.** Tuz stresi koşullarında farklı bakteri uygulamalarının yaprak alanı üzerindeki etkisi

Farklı bakteri uygulamalarının tuz stresine toleransın sağlanması yönündeki etkinliğinin incelendiği çalışmada, kavun genotiplerinde bitki boyu en yüksek değerleri kontrol grubunda belirlenmiş, tuz stresi ile birlikte %32-67 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu azalma bakteri uygulamaları ile ortalama olarak %59 oranında sınırlandırılmıştır. Bakteri uygulamaları incelendiğinde B1 uygulamasında meydana gelen iyileşme %48, B2 uygulamasında %99 ve B3 uygulamasında %30 oranında gerçekleşmiştir (Görsel 7).

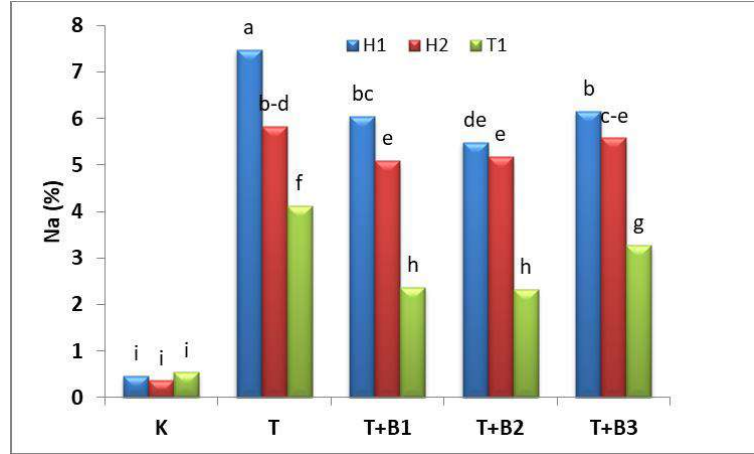


**Görsel 7.** Tuz stresi koşullarında farklı bakteri uygulamalarının bitki boyu üzerindeki etkisi

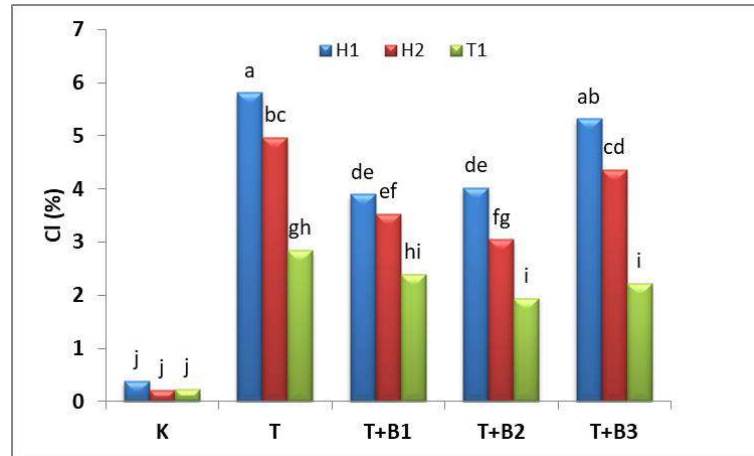
Çalışmada klorofil oranı da incelenmiş ve kontrol uygulamasında 61-70 SPAD değerinde bulunmuştur. Tuz stresi karşısında %30-62 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu azalma hassas genotiplerde daha belirgin bir biçim almıştır. Bakteri uygulamasına bağlı olarak kontrol bitkilerine daha yakın değerler tespit edilmiş başka bir deyişle tuz stresi sonucu ortaya çıkan azalma nispeten sınırlandırılmıştır. Bu sınırlama en etkin olarak %49 iyileşme ile B2 uygulamasında tespit edilmiştir (Görsel 8).

**Görsel 8.** Tuz stresi koşullarında farklı bakteri uygulamalarının klorofil oranı (SPAD) üzerindeki etkisi

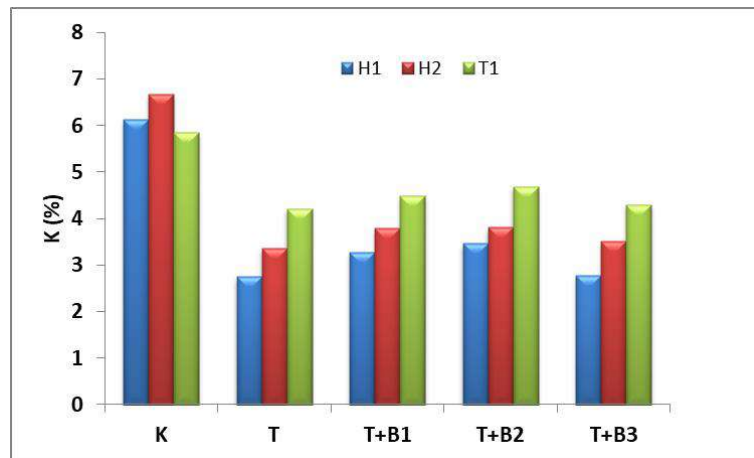
Bitki yeşil aksam Na, Cl ve K iyon içeriklerinin incelendiği çalışmada tuz uygulaması ile Na ve Cl iyon içeriğinde artış meydana gelirken; K iyon içeriğinde azalma meydana gelmiş, bu değişim genotipler arasında farklılıklar ortaya koymuştur. Tuz stresi ile birlikte en yüksek Na artışı H1 genotipinde ortaya çıkmış bu genotipte kontrol bitkilerine oranla Na iyonunda %1505 ve Cl iyon içeriği bakımından ise H2 genotipi dikkat çekmiş ve kontrol bitkilerine oranla %2119 düzeyinde bir artış meydana gelmiştir. Bakteri uygulaması tüm genotiplerde Na ve Cl iyon alımını önemli ölçüde azaltmış, bu azalma ortalama olarak Na iyonunda %21 ve Cl iyonunda %24 düzeyinde olmuştur. K iyon içeriğinde en yüksek değerler kontrol gurubunda belirlenmiştir. 200 mM NaCl uygulaması ile birlikte ortalama olarak %44 düzeyinde azalma meydana gelmiş, bakteri uygulaması ile birlikte %10 düzeyinde K içeriğinin korunması sağlanmıştır. Bakteri uygulamaları incelendiğinde B1 uygulamasında ortaya çıkan iyileşme %13, B2 uygulamasında %17 ve B3 uygulamasında %3 düzeyinde belirlenmiştir (Görsel 9-11).



**Görsel 9.** Tuz stresi koşullarında farklı bakteri uygulamalarının Na (%) iyon içeriği üzerindeki etkisi



**Görsel 10.** Tuz stresi koşullarında farklı bakteri uygulamalarının Cl (%) iyon içeriği üzerindeki etkisi



**Görsel 11.** Tuz stresi koşullarında farklı bakteri uygulamalarının K (%) iyon içeriği üzerindeki etkisi

Tarım alanlarında ortaya çıkan tuzluluk, bitkisel üretimi önemli düzeyde olumsuz etkileyen küresel sorundur. Genel olarak tuz stresi, bitkilerde ozmotik stresi beraberinde getirmekte, yüksek Na ve Cl iyon içeriği birlikte sito toksisite ve beslenmede dengesizlikler gibi olumsuzluklar nedeniyle büyüme ve gelişmede sınırlanmalar ortaya çıkmaktadır (Kuşvuran ve Havadar, 2022). İlk olarak, tuz stresi bitkilerin su emilimini azaltarak ozmotik stres neden olmakta böylece bitki büyümesi engellenmektedir (Hao ve ark., 2021). Ha-Tran ve ark. (2021) tuzluluğun çimlenme oranı, yaş ve kuru madde içeriği, fotosentetik pigment içeriği, temel besin maddesi alımını, bitki büyüme ve gelişmesini, sonuç olarak verimi olumsuz etkilediğini ifade etmiştir. Kavunda gerçekleştirilen bu çalışmada tuz stresi, yeşil aksam, kök yaş ve kuru ağırlıklarında, yaprak sayısı ve yaprak alanı ile bitki boyunda değişen oranlarda azalmaya neden olmuş; bu azalma H1 ve H2 genotiplerinde belirginleşmiştir. Tuz stresi çilekte yeşil aksam ve kök kuru ağırlıklarında %45-58 oranında azalmaya yol açmış, fasulyede ise kök kuru ağırlığında %59-61, nohutta ise 200 mM NaCl uygulaması sonucu kontrol bitkilerine oranla yeşil aksam kuru ağırlığında %38 ve kök kuru ağırlığında ise %50 oranında azalma meydana gelmiştir (Kaya ve ark., 2002; Ta'ibi, ve ark., 2016; Abd\_Allah ve ark., 2018). Bakteri uygulamaları, bitki büyüme parametreleri bakımından kavunda tuz stresinin olumsuz etkisini sınırlandırmada etkili olmuş, bununla birlikte bakterilerin etkinliği bakımından da farklılıklar ortaya çıkmıştır. PGPR, bitki büyümesini teşvik edebilmesine ve besin alımını iyileştirebilmesine ve ayrıca stres olmayan ortamlarda PhoP'lerin sentezini uyarabilmekte bununla birlikte bitki savunma sistemlerindeki iyileştirici rolleri, bitkilerin stres koşullarında da toleransının artırılmasında etkili olmaktadır. Çeltikte gerçekleştirilen bir çalışmada, bakteri uygulamalarının kök ve sürgün gelişimini olumlu etkilediği ifade edilmiştir (Sarkar ve ark., 2018). PGPR, fitohormonlar, özellikle oksinler (Aux), uçucu bileşikler üreterek ve ACC deaminaz enzimi aracılığıyla bitki etilen seviyelerine aracılık etmekte, kök sistem mimarisinin değişiminde etkili olmaktadır (Saraf ve ark., 2010; Ha-Tran ve ark., 2021). *Arabidopsis* bitkilerinin *Bacillus megaterium* ile aşılması ile yanal kök büyümesinin, kök sayısını uzunluğunun arttığı bildirilmiştir (López-Bucio ve ark., 2007). Tuz stresi, kloroplast yapısını değiştirerek, kloroplastta bozulmaya ve fotosentetik aparatında onarılamaz bir hasara neden olmaktadır (Ha-Tran ve ark., 2021). Kavunda tuz stresi klorofil oranında %47 oranında azalmaya neden olmuş, bakteri uygulaması ile bu oran ortalama olarak %32 oranında gerçekleşmiştir. Endofitik *B. subtilis*'in (BERA71) nohutta (*Cicer arietinum* cv. Giza 1) tuz stresini azaltma üzerindeki etkilerini değerlendiren Abd\_Allah ve ark. (2018), bakteri uygulanmış bitkilerde uygulanmayan bitkilere oranla daha yüksek bitki biyokütlesi ve fotosentetik pigment içeriği oluştuğunu, ROS ve LP düzeyinde ise azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Bitki hücrelerinde genellikle iyon halinde bulunan mineral elementler, hücrelerin yapısal maddelerinin bileşenleridir. Mineral elementler, enzim aktivitesini düzenlemek için enzimlerin ve koenzimlerin bileşenleri olarak işlev görür. Ayrıca ozmotik düzenlemede, koloidal stabilizasyonda ve yük nötralizasyonunda elektrokimyasal bir rol oynarlar. İyon metabolizmasının dengesi, hücre zarının stabilitesinin korunmasında ve bitki büyüme ve gelişmesinin sağlanmasında önemli rol oynar. Tuz zararının en önemli nedenlerinden biri aşırı Na ve Cl birikimi ve bunun sonucunda Ca ve K gibi temel iyonların alımının sınırlandırılmasıdır (Hao ve ark., 2021). Topraktaki yüksek Na konsantrasyonu, bitkilerde Na birikimine yol açarak

membran potansiyelinin azalmasına neden olmaktadır. Fazla Na hücre metabolizması ve bazı enzimler için zararlı olup, yüksek Na konsantrasyonu ozmotik dengesizliğe yol açmakta, ROS üretimini artırmakta ve hücre bölünmesini ve büyümesini olumsuz etkilemektedir. Benzer sistemde yüksek Cl konsantrasyonu, klorofil içeriğinde azalmaya ve hücre zarı sistemi ile organel yapısının tahrip olmasına yol açmakta, sonuç olarak bitki büyüme ve gelişmesi engellenmektedir. Sodyum, K'ya benzer iyonik yarıçapı ve hidrasyon enerjisi nedeniyle K'ya bariz rekabetçi inhibisyon gösterir. Çoğu hücre, sitoplazmada yüksek bir K konsantrasyonu ve nispeten düşük bir Na konsantrasyonu sağlayarak ozmotik dengeyi oluşturmaktadır. Bu nedenle, yüksek Na içeriği K alımını engelleyerek ozmotik dengenin bozulmasına, K noksanlıkları ile fizyolojik, metabolik ve biyokimyasal aktivitelerin engellenmesine yol açmaktadır (Munns and Tester, 2008; Flowers, 2015; Yang and Guo, 2018). Gerçekleştirilen çalışmada tuz stresi ile Na ve Cl iyon içeriğinde %1212 ve %1545 düzeyinde artış meydana gelmiştir. Bakteri uygulamaları Na ve Cl iyon alımının sınırlandırılması ve K içeriğinin korunmasında etkili olmuştur. Yapılan bir çalışmada PGPB *A. lipoferum* ve *Azotobacter chroococcum*'un tuzluluktan etkilenen mısır bitkisinde K seviyesini arttırdığı, K/Na oranını koruduğu ve Na seviyesini düşürdüğü bildirilmiştir (Abdel Latef ve ark., 2020). PGPR, tuz stresi koşullarında nohut bitkilerinde N, Ca, Mg ve K içeriklerinin alımını artırırken, Na birikimini azaltmaya yardımcı olmuştur.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Kavunda tuz stresi koşullarında bakteri uygulamalarının tuz stresine toleransın sağlanmasındaki etkinlikleri bitki büyüme parametreleri ile bazı iyon içerikleri bakımından değerlendirilmiştir. Tuz stresi her üç genotipte de bitki büyüme ve gelişmesini değişen oranlarda azalma Na ve Cl iyon içeriğinde ise artış meydana gelmiştir. Bakteri uygulamaları değişen oranlarda tuz stresinin olumsuz etkisini sınırlandırma yönünden etkili bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının toleransın sağlanması açısından etkinliği değerlendirildiğinde *Bacillus megaterium*'un ön plana çıktığı bunu sırasıyla *Pseudomonas fluorescens* ve *Bacillus subtilis* izlediği belirlenmiştir.

#### KAYNAKLAR

- Abd\_Allah, E.; Alqarawi, A.; Hashem, A.; Radhakrishnan, R.; Al-Huqail, A.; Al-Otibi, F.; Malik, J.; Alharbi, R.; Egamberdieva, D. Endophytic Bacterium *Bacillus subtilis* (BERA 71) Improves Salt Tolerance in Chickpea Plants by Regulating the Plant Defense Mechanisms. *J. Plant Interact.* 13, 37–44, 2018
- Abdel Latef, A.A.H., Abu Alhmad, M.F., Kordrostami, M., Abo-Baker, A.-B.A.-E., Zakir, A., Inoculation with *Azospirillum lipoferum* or *Azotobacter chroococcum* Reinforces Maize Growth by Improving Physiological Activities Under Saline Conditions. *J. Plant Growth Regul.* 39, 1293–1306, 2020.
- Aydın A, Yıldırım E, Karaman MR, Turan M, Demirtaş A, Şahin F, Güneş A, Esringü A, Dizman M, Tutar A Humik asit, PGPR ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Brokoli (*Brassica oleracea*) Bitkisinin Bazı Verim Parametreleri Üzerine Etkisi. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi* 1: 309-316, 2012.



- Flowers, T.J., Colmer, T.D. Plant Salt Tolerance: Adaptations in Halophytes. *Ann. Bot.* 115, 327–33, 2015.
- Gong, Z. Plant abiotic stress: New insights into the factors that activate and modulate plant responses. *J. Integr. Plant Biol.* 63, 429, 2021
- Hao, S., Wang, Y., Yan, Y., Liu, Y., Wang, J., & Chen, S. A Review on Plant Responses To Salt Stress and their Mechanisms of Salt Resistance. *Horticulturae*, 7(6), 132, 2021.
- Ha-Tran, D. M., Nguyen, T. T. M., Hung, S. H., Huang, E., & Huang, C. C. Roles of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) in Stimulating Salinity Stress Defense in pPlants: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(6), 3154, 2021.
- Kaya, C.; Kirnak, H.; Higgs, D.; Saltali, K. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. *Sci. Hortic.* 93, 65–74, 2002.
- Kuşvuran, A., Kuşvuran, Ş. Biyostimulantların abiyotik stres toleransı üzerindeki etkileri. Sebzelelerde Stres Toleransı ve Islah Stratejileri. Editörler: Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Daşgahn, H.Y., Kuşvuran, Ş. Gece Kitaplığı, pp: 430-466, Ankara, 2021.
- López-Bucio, J.; Campos-Cuevas, J.; Hernández-Calderón, E.; Velásquez-Becerra, C.; Farías-Rodríguez, R.; Macías-Rodríguez, L.; Valencia-Cantero, E. *Bacillus megaterium* Rhizobacteria Promote Growth and Alter Root-System Architecture Through an Auxinand Ethylene-Independent Signaling Mechanism in *Arabidopsis thaliana*. *MPMI*, 20, 207–217,2007.
- Saraf, M.; Jha, C.; Patel, D. The Role of ACC Deaminase Producing PGPR in Sustainable Agriculture. In *Plant Growth and Health Promoting Bacteria*; Maheshwari, D., Ed.; Microbiology Monographs; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany,; Volume 18, pp. 365–385. ISSN 1862-5584, 2010.
- Sarkar, A.; Ghosh, P.; Pramanik, K.; Mitra, S.; Soren, T.; Pandey, S.; Mondal, M.; Maiti, T. A Halotolerant Enterobacter sp. Displaying ACC Deaminase Activity Promotes Rice Seedling Growth Under Salt Stress. *Res. Microbiol.*, 169, 20–32, 2018.
- Munns, R.; Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 651–681, 2008.
- Taïbi, K.; Taïbi, F.; Abderrahim, L.; Ennajah, A.; Belkhodja, M.; Mulet, J. Effect of Salt Stress on Growth, Chlorophyll Content, Lipid Peroxidation and Antioxidant Defence Systems in *Phaseolus vulgaris* L. *S. Afr. J. Bot.*, 105, 306–312, 2016.
- Van Zelm, E.; Zhang, Y.; Testerink, C. Salt Tolerance Mechanisms of Plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* , 71, 403–433, 2020
- Yang, Y., Guo, Y. Elucidating the Molecular Mechanisms Mediating Plant Salt-Stress Responses. *New Phytol.*, 217, 523–539, 2018.
- Zhao, S., Zhang, Q., Liu, M., Zhou, H., Ma, C., & Wang, P. Regulation of Plant Responses to Salt Stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(9), 4609, 2021.

**KAVUNDA (*Cucumis melo* L.) FARKLI SÜRDÜRÜLEBİLİR GÜBRELER İLE  
YENİLEBİLİR KAPLAMALARIN DİLİMLENMİŞ MEYVELERDE HASAT  
SONRASI BAZI KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ  
THE EFFECTS OF DIFFERENT SUSTAINABLE FERTILIZERS AND EDIBLE  
COATING ON POST-HARVEST SOME QUALITY PARAMETERS IN FRESH-CUT  
MELONS (*Cucumis melo* L.)**

**Öğr. Gör. Dr. Fırat İŞLEK<sup>1</sup>, Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri  
Bölümü, firatislek12@gmail.com ORCID ID: 0000-0003-3157-3680

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,  
s.cavusoglu@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-8797-6687

## ÖZET

Bu çalışmada, Van ekolojik koşullarında yetiştirilen Kırkağaç çeşidi kavunlarda farklı sürdürülebilir gübre uygulamalarının ile aynı çeşidin hasat sonrası dilimlenmiş meyvelerinde farklı yenilebilir kaplama uygulamalarının bazı kalite parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma 2020 ve 2021 yıllarında yapılmış ve hasattan sonra kavunlar dilimlenerek plastik şaleler içerisine yerleştirilerek +5°C sıcaklık ve %90-95 nispi nem koşullarında 12 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Yetiştiricilik çalışmalarında 3 farklı gübre (humik asit, sıvı solucan gübresi ve organomineral gübre) uygulaması yapılmış ve hasat sonrası dilimlenmiş meyveler ise kontrol haricinde 3 farklı yenilebilir film (keçiboynuzu, sodyum aljinat ve pektin) ile kaplanmıştır. Hasat sonrası muhafaza çalışmasında kalite parametresi içerisinde yer alan ve ürünün pazar değerini önemli derecede etkileyen meyve etinde pH, suda çözülebilir kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA) değerleri incelenmiştir. Sonuç olarak hem gübre uygulamaları arasında hem de kontrol ile yenilebilir kaplama uygulanan meyveler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlemlendi ( $p < 0.05$ ). Ayrıca, sürdürülebilir tarım açısından kavun yetiştiriciliğinde sıvı solucan gübresi ve organomineral gübre uygulamalarının, hasat sonrası ise pektin ve keçiboynuzu ile kaplamanın kimyasal uygulamalara alternatif olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Dilimlenmiş kavun, sürdürülebilir gübre, Yenilebilir kaplama.

## ABSTRACT

In this study, the effects of different sustainable fertilizers of Kırkağaç melon variety were investigated as well as the effects of different edible coatings on post-harvest some quality parameters of fresh-cut melon were studied. The study were conducted during 2020 and 2021 at Van ecological condition. Fresh-cut melons were placed in plastic punnets and stored at +5 °C temperature with 90-95% relative humidity for 12 days. While the field experiment was carried out with 3 different fertilizer treatments (humic acid, liquid vermicompost and organomineral fertilizer) in 3 replications, the fresh-cut fruits after harvest were carried out with 3 different edible coatings (carob coating, sodium alginate coating and pectin coating) apart from the control. In the study pH, total solid soluble (TSS), titratable acid (TA) values in fruit flesh compounds were investigated.

As a results; significant differences ( $p<0.05$ ) were observed between the control and edible coating-treated fruit, and among fertilizers treatments. Furthermore, liquid vermicompost and organomineral fertilizer treatments in melon cultivation as well as fruit-treated with pectin and carob after harvest, could be used as an alternative to chemical treatments in terms of sustainable agriculture.

**Keywords:** Edible coating, Fresh-cut melon, Sustainable fertilizer.

## 1.GİRİŞ

Kavun (*Cucumis melo* L.), tüylü gövde yapısına sahip tek yıllık bir bitki olup meyvelerinin üstün aroma özelliğinin yanı sıra hem yazlık hem de kışlık çeşitlerinin olması nedeniyle yıl içerisinde uzun bir periyotta tercih edilen bir türdür. Türkiye, uygun iklim koşulları nedeniyle kavun üretiminde önemli bir yere sahiptir (Sakaldaş ve ark., 2009).

İnsan nüfusunun hızla artış göstermesi ve tarım alanlarında meydana gelen azalması gibi faktörler, insanların beslenmesinde temel gereksinim olan gıda ve tarım ürünlerinin yeterli derecede üretilmemesi endişesini doğurmuştur. Gıda ve tarım ürünlerine talebin artması konvansiyonel tarım olarak adlandırılan yoğun sentetik girdinin kullanıldığı tarımsal üretim şeklinin yaygınlaşmasını hızlandırmıştır. Fakat bu üretim şekli ile kısa sürede yüksek verim elde edilse de uzun vadede çevreye ve insan sağlığına zarar verildiği tüm dünyada ortak görüş haline gelmiştir. Bu üretim yöntemi ile ortaya çıkan sorunlar gün geçtikçe çevre dostu uygulamalara olan ihtiyacı artırmıştır.

Modern teknolojinin bir sonucu olarak ‘hızlı’ yaşam, bireylere pratik bir hayat tarzını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca hangi gıdaların insan sağlığına olumlu ya da olumsuz bir etkisi olduğu konusunda insanların bilinç düzeyi artmaktadır. Dolayısıyla bireyler bir yandan güvenilir ve sağlıklı gıdaya talep duyarken, öte yandan pratik ve yaşamı kolaylaştırması sebebiyle hazır gıdaya olan talep artmaktadır. Bu durum dilimlenmiş taze sebze ve meyve sektörüne yönelimi hızlandırmıştır. Kavun meyvelerinin büyük ve pahalı olması ayrıca dilimlendikten sonra hızlıca bozulması gibi nedenlerden dolayı bireylerin dilimlenmiş kavunlara talebi artış göstermektedir. Çalışmada, sürdürülebilir gübre uygulamaları yetiştirilen ve hasat sonrası dilimlenen meyvelere yenilebilir kaplama uygulamalarının hasat sonrası ve depolama süresince pH, ŞÇKM ve TEA değişimleri incelenmiştir.

## **2.MATERYAL VE YÖNTEM**

### **2.1.Materyal**

Çalışmada Kırkağaç kavun çeşidi kullanılmıştır. 2020 ve 2021 yıllarında yürütülmüş olup 5 m x 5 m ölçülere sahip 9 parselden oluşmuştur. Sıra arası mesafe 1.5 m sıra üzeri mesafe 0.5 m olarak ayarlanmıştır. Her parsele 33 bitki dikilmiştir.

### **2.2.Hasat öncesi uygulamalar**

Fide dikiminden 15 gün önce önce tüm parsele toprağın düzenlenmesi amacıyla damla sulama sistemi ile 2000 cc/da humik asit (kontrol olarak) uygulanmıştır. Fide dikiminden 15 gün sonra parsellere damla sulama sistemiyle 2000 cc/da sıvı solucan ve 2000 cc/da organomineral gübresi uygulanmıştır.

### **2.3.Hasat sonrası uygulamalar**

Meyveden alınan örnekler 500 g küp şeklinde keskin bir bıçakla doğranmış dilimler olacak şekilde kurulmuştur. Hiçbir uygulama yapılmayan kontrol örnekleri plastik şaleler içerisine yerleştirilmiştir. Daldırma yöntemi kullanılarak Sodyum aljinat (%1 + %1 gliserin), Pektin (%1 + %1 gliserin), Keçiboynuzu zamkı (%1 + %1 gliserin) uygulaması yapılan örnekler kurutulduktan sonra plastik şaleler içerisine yerleştirilmiştir. Ürünler şaleler içerisine

yerleştirildikten sonra +5 °C’de %90-95 nispi nem koşullarında 12 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Çalışmada ölçümler 4’er gün aralıklarla yapılmıştır.

## 2.4.Yöntem

pH değeri, elde edilen meyve suyuna pH metre (Mettler Toledo ) probu direk daldırılarak okumalar gerçekleştirilmiştir.

Hasatta ve hasadı takip eden analiz günlerinde katı meyve sıkacağı ile elde edilen meyve suyunda suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) dijital el refraktometresi ile tespit edilmiş ve sonuçlar °brix olarak ifade edilmiştir (Atago, Tokyo, Japonya).

Titre edilebilir asitlik miktarı ise Cemeroğlu (2007)’na göre pH 8.1 olana kadar 0.1 N NaOH çözeltisi meyve suyuna ilave edilmiştir ve sonuçlar malik asit (%) eşdeğeriyle hesaplanmıştır.

## 2.5. Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi ile önemlilik derecesine göre değerlendirilmiştir. İncelenen özellikler bakımından; gübre uygulamaları ve kaplama uygulamaları arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla, verilen analizinde istatistiksel olarak önemli bulunan ortalama Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi’ne göre gruplandırılmıştır. Üzerinde durulan özellikler için tanımlayıcı istatistikler; ortalama ve standart hata olarak ifade edilmiştir. Hesaplamalarda istatistiksel anlamlılık düzeyi %5 olarak alınmış ve hesaplamalar için ‘SPSS versiyon 20.0’ istatistik paket programı kullanılmıştır.

## 3.Bulgular ve Tartışma

### 3.1.Meyve suyunda pH değeri

Humik asit, sıvı solucan gübresi ve organomineral gübre uygulamaları ile yetiştirilen kavunların depolama süresince meyve suyu pH değerinde meydana gelen değişim değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde depolama süresince meyve suyu pH değerinde tüm uygulamalarda artış olduğu gözlemlenmiştir. 2020 ve 2021 yılları verileri istatistiki açıdan incelendiğinde hem kaplamalar arası hem de gübre uygulamaları arası fark önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

2020 yılı depolama sonu verilerine göre en yüksek meyve suyu pH değerleri tüm gübre gruplarında kontrol uygulamasında bulunmuştur. Bunlar sırasıyla, solucan + kontrol (6.36), humik asit + kontrol (6.31), organomineral + kontrol (6.22) uygulamalarında gözlemlenmiştir. En düşük pH değerleri ise pektin kaplama uygulamasında belirlenmiştir. pH değerleri sırasıyla organomineral + pektin (6.06), humik asit + pektin (6.13), solucan + pektin (6.16) uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Depolama süresince pH değerinde meydana gelen değişimler (Veriler, ortalama  $\pm$  standart hata olarak ifade edilmektedir.)

		Muhafaza süresi (Günler)				
H. Ö. U.	H. S. U.	0	4	8	12	Ort.
<b>2020</b>						
Humik Asit	Kontrol	6.00 $\pm$ 0.37	6.15 $\pm$ 0.022 Ax	6.21 $\pm$ 0.01 Ax	6.31 $\pm$ 0.01 Ay	6.17 $\pm$ 0.09
	KB	6.00 $\pm$ 0.37	6.09 $\pm$ 0.01 Bx	6.14 $\pm$ 0.01 Bx	6.19 $\pm$ 0.01 Bx	6.10 $\pm$ 0.08 x
	S. Aljinat	6.00 $\pm$ 0.37	6.06 $\pm$ 0.01 BCx	6.13 $\pm$ 0.01 Bx	6.15 $\pm$ 0.01 Cy	6.08 $\pm$ 0.08
	Pektin	6.00 $\pm$ 0.37	6.03 $\pm$ 0.01 Cy	6.10 $\pm$ 0.01 Cy	6.13 $\pm$ 0.01 Cy	6.07 $\pm$ 0.08 x
Sıvı Solucan Gübresi	Kontrol	5.99 $\pm$ 0.06	6.15 $\pm$ 0.01 Ax	6.23 $\pm$ 0.01 Ax	6.36 $\pm$ 0.01 Ax	6.18 $\pm$ 0.04 A
	KB	5.99 $\pm$ 0.06	6.11 $\pm$ 0.01 Bx	6.13 $\pm$ 0.01 Bx	6.21 $\pm$ 0.01 Bx	6.11 $\pm$ 0.03 ABx
	S. Aljinat	5.99 $\pm$ 0.06	6.03 $\pm$ 0.01 Dy	6.09 $\pm$ 0.01 Cy	6.17 $\pm$ 0.01 Cx	6.07 $\pm$ 0.02 B
	Pektin	5.99 $\pm$ 0.06	6.08 $\pm$ 0.01 Cx	6.14 $\pm$ 0.01 Bx	6.16 $\pm$ 0.01 Cx	6.09 $\pm$ 0.02 Bx
Organo-mineral Gübre	Kontrol	5.76 $\pm$ 0.07	5.99 $\pm$ 0.01 Ay	6.14 $\pm$ 0.01 Ay	6.22 $\pm$ 0.02 Az	6.03 $\pm$ 0.05
	KB	5.76 $\pm$ 0.07	5.84 $\pm$ 0.01 Dy	5.92 $\pm$ 0.01 Cy	6.09 $\pm$ 0.01 By	5.90 $\pm$ 0.04 y
	S. Aljinat	5.76 $\pm$ 0.07	5.92 $\pm$ 0.01 Bz	5.97 $\pm$ 0.01 Bz	6.11 $\pm$ 0.01 Bz	5.94 $\pm$ 0.04
	Pektin	5.76 $\pm$ 0.07	5.86 $\pm$ 0.01 Cz	5.95 $\pm$ 0.01 Bz	6.06 $\pm$ 0.01 Cz	5.91 $\pm$ 0.04 y
<b>2021</b>						
Humik Asit	Kontrol	6.14 $\pm$ 0.08	6.28 $\pm$ 0.01 Ay	6.34 $\pm$ 0.01 Az	6.47 $\pm$ 0.01 Ax	6.31 $\pm$ 0.04 A
	KB	6.14 $\pm$ 0.08	6.19 $\pm$ 0.01 Cy	6.25 $\pm$ 0.01 BCy	6.33 $\pm$ 0.01 By	6.23 $\pm$ 0.03 AB
	S. Aljinat	6.14 $\pm$ 0.08	6.22 $\pm$ 0.01 By	6.27 $\pm$ 0.02 By	6.30 $\pm$ 0.01 Cy	6.23 $\pm$ 0.03 AB
	Pektin	6.14 $\pm$ 0.08	6.17 $\pm$ 0.01 Cy	6.23 $\pm$ 0.01 Cy	6.27 $\pm$ 0.01 Dy	6.20 $\pm$ 0.02 B
Sıvı Solucan Gübresi	Kontrol	6.18 $\pm$ 0.12	6.36 $\pm$ 0.01 Ax	6.43 $\pm$ 0.01 Ax	6.45 $\pm$ 0.01 Ay	6.36 $\pm$ 0.04 A
	KB	6.18 $\pm$ 0.12	6.24 $\pm$ 0.01 Bx	6.30 $\pm$ 0.01 Bx	6.35 $\pm$ 0.01 Bx	6.27 $\pm$ 0.03 AB
	S. Aljinat	6.18 $\pm$ 0.12	6.22 $\pm$ 0.01 By	6.28 $\pm$ 0.01 Cy	6.31 $\pm$ 0.01 Cy	6.25 $\pm$ 0.03 B
	Pektin	6.18 $\pm$ 0.12	6.22 $\pm$ 0.01 Bx	6.24 $\pm$ 0.01 Dxy	6.27 $\pm$ 0.01 Dy	6.23 $\pm$ 0.03 B
Organo-mineral Gübre	Kontrol	6.12 $\pm$ 0.09	6.35 $\pm$ 0.01 Ax	6.39 $\pm$ 0.01 Ay	6.45 $\pm$ 0.01 Ay	6.33 $\pm$ 0.04 A
	KB	6.12 $\pm$ 0.09	6.25 $\pm$ 0.01 Cx	6.28 $\pm$ 0.01 Cx	6.34 $\pm$ 0.01 Bx	6.25 $\pm$ 0.03 AB
	S. Aljinat	6.12 $\pm$ 0.09	6.29 $\pm$ 0.01 Bx	6.31 $\pm$ 0.01 Bx	6.35 $\pm$ 0.01 Bx	6.27 $\pm$ 0.03 AB
	Pektin	6.12 $\pm$ 0.09	6.19 $\pm$ 0.01 Dxy	6.25 $\pm$ 0.01 Dx	6.30 $\pm$ 0.01 Cx	6.22 $\pm$ 0.03 B

Büyük harfler: Aynı gübre uygulaması ve depolama süresi için 'kaplama malzemeleri' arasındaki farkı gösterir ( $P<0.05$ ).

Küçük harfler: Aynı depolama süresi ve kaplama malzemesi için 'gübre uygulamaları' arasındaki farkı gösterir ( $P<0.05$ ).



2021 verilerine göre depolama sonunda en yüksek meyve suyu pH değerleri tüm gübre gruplarında yine kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. En yüksek meyve suyu pH değerleri humik asit + kontrol (6.47) solucan + kontrol (6.45), organomineral + kontrol (6.45), en düşük pH değerleri pektin kaplama uygulamasında belirlenmiş olup sırasıyla organomineral + pektin (6.30), humik asit + pektin (6.27), solucan + pektin (6.27) kombinasyonlarında tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Solunum pH'ı etkileyen faktörlerden biridir (Kader and Ben-Yehoshua, 2000). Bal ve Çerçinli (2013), solunum hızının, yenilebilir kaplama uygulamaları ile yavaşlatıldığını, dolayısıyla organik asit miktarındaki düşüşün kaplama yapılmayan meyvelere kıyasla azaldığını, depolama sonunda kaplama yapılmayan meyvelerde daha yüksek pH değeri ölçüldüğünü bildirmişlerdir. Karagöz (2018), dilimlenmiş elmalarda depolama süresince pH değerinde artış olduğunu ve depolama sonunda sodyum aljinat ile kaplanan elmalarda pH değerinin kontrol grubu meyvelerinden düşük olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Temiz (2020), yenilebilir kaplama uygulanan çilekte, depolama sonunda kontrol grubuna kıyasla daha düşük pH değeri elde edildiğini saptamıştır. Tulukoğlu Kunt (2018), kiraz meyvelerinde depolama süresince pH değerinde artış olduğunu, kitosan kaplama yapılan meyvelerde depolama sonunda uygulama yapılmayan meyvelerden düşük pH değerine sahip olduğunu belirtmiştir. Daha önce bu konuda yapılan çalışmalarla, bulgularımızın uyum içerisinde olduğu gözlemlenmiştir.

Demir (2019), dilimlenmiş kavunlarla yaptığı araştırmada bizim çalışmamızdan farklı olarak depolama periyodu sonunda başlangıca göre pH değerinde düşüş olduğunu bildirmiştir. Sodyum aljinat kaplama uygulaması ile kontrol grubundan daha düşük pH değeri belirlenmesi yönüyle benzerlik göstermektedir. Benzer şekilde Begum ve ark. (2017), farklı dozlarda protein bazlı yenilebilir kaplama ile kaplanan domateslerin, depolama sonunda pH değerinde düşüş olduğunu bildirmişlerdir.

Bulgularımız bu çalışmanın bulguları ile uyum içerisinde olmadığı gözlemlenmiştir. Bu uyumsuzluğun sebebi farklı tür ve çeşitlerin farklı ekolojilerde yetiştirilmesinden ve ayrıca farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

### **3.2.Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı**

Humik asit, sıvı solucan gübresi ve organomineral gübre uygulamaları ile yetiştirilen kavunların depolama süresince suda çözünebilir kuru madde miktarında meydana gelen değişim değerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Humik asit, sıvı solucan gübresi ve organomineral gübre uygulamaları ile yetiştirilen kavunların depolama süresince SÇKM değerinde artış gözlemlenmiştir. 2020 ve 2021 yılları verileri istatistiki olarak incelendiğinde hem gübreler arası fark hem de kaplamalar arası farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ).

2020 yılı SÇKM değeri verileri incelendiğinde humik asit ile yetiştirilen meyvelerde depolama sonunda en yüksek değer kontrol uygulamasında (%12.80), en düşük değer ise pektin kaplamada (%9.47), sıvı solucan gübresi ile yetiştirilen meyvelerde en yüksek SÇKM değeri kontrol uygulamasında (%14.40), en düşük SÇKM değeri pektin kaplamada (%10.50), organomineral gübre ile yetiştirilen meyvelerde ise en yüksek yine kontrol uygulamasında (%13.73), en düşük değer de pektin kaplamada (%10.00) saptanmıştır (Çizelge 2).

2021 verileri incelendiğinde humik asit ile yetiştirilen meyvelerde depolama sonunda en yüksek SÇKM değeri kontrol uygulamasında (%15.13), en düşük değer ise pektin ile kaplama (%11.37) uygulamasında, sıvı solucan gübresi ile yetiştirilen meyvelerde yine en yüksek değer kontrol uygulamasında (%15.23), en düşük değer ise sodyum aljinat ile kaplama (%13.20) uygulamasında, organomineral gübre uygulamasında en yüksek değer kontrol uygulamasında (%14.60), en düşük değer ise pektin ile kaplama (%11.30) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Depolama süresince SÇKM miktarında (%) meydana gelen değişimler (Veriler, ortalama  $\pm$  standart hata olarak ifade edilmektedir.)

		Muhafaza süresi (Günler)				
H. Ö. U.	H. S. U.	0	4	8	12	Ort.
<b>2020</b>						
Humik Asit	Kontrol	5.57 $\pm$ 0.27 y	8.30 $\pm$ 0.10 Az	8.93 $\pm$ 0.09 Az	12.80 $\pm$ 0.23 Az	8.90 $\pm$ 0.78
	KB	5.57 $\pm$ 0.27 y	6.50 $\pm$ 0.06 Cz	7.20 $\pm$ 0.06 Cz	10.50 $\pm$ 0.06 Cy	7.44 $\pm$ 0.56 y
	S. Aljinat	5.57 $\pm$ 0.27 y	6.77 $\pm$ 0.03 Bz	7.60 $\pm$ 0.06 Bz	11.10 $\pm$ 0.12 By	7.76 $\pm$ 0.62 y
	Pektin	5.57 $\pm$ 0.27 y	6.13 $\pm$ 0.03 Dz	7.13 $\pm$ 0.03 Cz	9.47 $\pm$ 0.15 Dy	7.08 $\pm$ 0.45 y
Sıvı Solucan Gübresi	Kontrol	8.77 $\pm$ 0.63 x	9.67 $\pm$ 0.03 Ax	11.20 $\pm$ 0.06 Ax	14.40 $\pm$ 0.17 Ax	11.01 $\pm$ 0.66 A
	KB	8.77 $\pm$ 0.63 x	9.43 $\pm$ 0.03 Bx	10.20 $\pm$ 0.06 Bx	11.53 $\pm$ 0.03 Cx	9.98 $\pm$ 0.34 ABx
	S. Aljinat	8.77 $\pm$ 0.63 x	9.33 $\pm$ 0.03 Bx	9.77 $\pm$ 0.03 Cx	12.57 $\pm$ 0.13 Bx	10.11 $\pm$ 0.46 ABx
	Pektin	8.77 $\pm$ 0.63 x	9.17 $\pm$ 0.03 Cx	9.43 $\pm$ 0.03 Dx	10.50 $\pm$ 0.23 Dx	9.47 $\pm$ 0.24 Bx
Organo-mineral Gübre	Kontrol	5.90 $\pm$ 0.45 y	8.60 $\pm$ 0.06 Ay	10.47 $\pm$ 0.15 Ay	13.73 $\pm$ 0.07 Ay	9.68 $\pm$ 0.87 A
	KB	5.90 $\pm$ 0.45 y	8.00 $\pm$ 0.06 By	9.30 $\pm$ 0.06 By	10.63 $\pm$ 0.07 Cy	8.46 $\pm$ 0.54 ABy
	S. Aljinat	5.90 $\pm$ 0.45 y	7.73 $\pm$ 0.03 Cy	8.90 $\pm$ 0.06 By	11.17 $\pm$ 0.03 By	8.43 $\pm$ 0.58 ABy
	Pektin	5.90 $\pm$ 0.27 y	6.87 $\pm$ 0.03 Dy	7.83 $\pm$ 0.20 Cy	10.00 $\pm$ 0.15 Dxy	7.65 $\pm$ 0.47 By
<b>2021</b>						
Humik Asit	Kontrol	8.57 $\pm$ 0.03 y	10.27 $\pm$ 0.03 Ay	11.57 $\pm$ 0.12 Az	15.13 $\pm$ 0.12 Ax	11.38 $\pm$ 0.73 Ay
	KB	8.57 $\pm$ 0.03 y	9.43 $\pm$ 0.03 By	10.87 $\pm$ 0.09 By	12.93 $\pm$ 0.15 By	10.45 $\pm$ 0.50 ABy
	S. Aljinat	8.57 $\pm$ 0.03 y	9.10 $\pm$ 0.06 Cy	9.40 $\pm$ 0.10 Dy	12.00 $\pm$ 0.17 Cy	9.77 $\pm$ 0.40 By

	<b>Pektin</b>	8.57 ± 0.03 y	9.37 ± 0.03 By	10.13 ± 0.35 Cy	11.37 ± 0.03 Dy	9.86 ± 0.32 ABy
<b>Sıvı Solucan Gübresi</b>	<b>Kontrol</b>	11.50 ± 0.06 x	13.83 ± 0.03 Ax	14.67 ± 0.12 Ax	15.23 ± 0.12 Ax	13.81 ± 0.43 Ax
	<b>KB</b>	11.50 ± 0.06 x	12.43 ± 0.12 Bx	13.00 ± 0.10 Cx	13.60 ± 0.06 Bx	12.63 ± 0.24 Bx
	<b>S. Aljinat</b>	11.50 ± 0.06 x	12.10 ± 0.06 Cx	12.77 ± 0.03 Cx	13.20 ± 0.10 Cx	12.39 ± 0.20 Bx
	<b>Pektin</b>	11.50 ± 0.06 x	11.77 ± 0.03 Dx	13.43 ± 0.03 Dx	13.83 ± 0.03 Bx	12.63 ± 0.31 Bx
<b>Organomineral Gübre</b>	<b>Kontrol</b>	8.03 ± 0.27 y	9.53 ± 0.07 Az	12.23 ± 0.09 Ay	14.60 ± 0.15 Ay	11.10 ± 0.76 Ay
	<b>KB</b>	8.03 ± 0.27 y	9.07 ± 0.03 Bz	10.93 ± 0.09 By	12.47 ± 0.12 Bz	10.13 ± 0.52 ABy
	<b>S. Aljinat</b>	8.03 ± 0.27 y	8.60 ± 0.06 Cz	9.63 ± 0.17 Cy	12.03 ± 0.09 Cy	9.58 ± 0.47 ABy
	<b>Pektin</b>	8.03 ± 0.27 y	8.43 ± 0.07 Cz	9.17 ± 0.20 Cz	11.30 ± 0.12 Dy	9.23 ± 0.39 By

Büyük harfler: Aynı gübre uygulaması ve depolama süresi için 'kaplama malzemeleri' arasındaki farkı gösterir (P<0.05).

Küçük harfler: Aynı depolama süresi ve kaplama malzemesi için 'gübre uygulamaları' arasındaki farkı gösterir (P<0.05).

Suda çözünebilir kuru madde miktarı kalite parametreleri arasında önemli bir yer teşkil etmektedir. SÇKM değerinde artış, olgunlaşma ile meyvede bulunan nişastanın parçalanıp şekere dönüşmesinden kaynaklanmaktadır (Augusto ve ark., 2016).

Dilimlenmiş elmalarda SÇKM miktarının, depolama süresi boyunca uygulama yapılmayan örneklere kıyasla yenilebilir kaplama uygulamaları yapılan meyvelerde daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Augusto ve ark., 2016; Liu ve ark., 2016; Maadheedi, 2019). Tulukoğlu Kunt (2018), kiraz meyvelerinin depolama süresince SÇKM değerinde artış olduğunu, kitosan kaplama yapılan meyvelerin depolama sonunda uygulama yapılmayan meyvelerden daha düşük SÇKM miktarına sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, şeftali (Li ve Yu, 2001), çilek (Hernández-Muñoz ve ark., 2008), armut (Lin ve ark., 2008) ve kirazda (Petriccione ve ark., 2015), yenilebilir kaplama uygulamalarının SÇKM miktarındaki artışı yavaşlattığını bildirmişlerdir. Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz bulgularda SÇKM miktarındaki artış gözlemlenmiş olup bu artışın yenilebilir kaplama uygulamalarıyla nispeten kontrol altına alındığı tespit edilmiştir. Bu yönüyle çalışmamız önceki araştırmalarla paralellik göstermektedir.

### 3.3. Titre edilebilir asit (TEA) miktarı

Humik asit, sıvı solucan gübresi ve organomineral gübre uygulamaları ile yetiştirilen kavunların depolama süresince titre edilebilir asitlik değerinde meydana gelen değişim değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Depolama süresince TEA miktarında (%) meydana gelen değişimler (Veriler, ortalama ± standart hata olarak ifade edilmektedir.)

Muhafaza süresi (Günler)						
H. Ö. U.	H. S. U.	0	4	8	12	Ort.
2020						

<b>Humik Asit</b>	<b>Kontrol</b>	0.47 ± 0.03 z	0.43 ± 0.01 Bz	0.41 ± 0.01 Cz	0.37 ± 0.01 Cz	0.42 ± 0.01 z
	<b>KB</b>	0.47 ± 0.03 z	0.46 ± 0.01 Az	0.43 ± 0.01 Az	0.40 ± 0.01 Bz	0.44 ± 0.01 z
	<b>S. Aljinat</b>	0.47 ± 0.03 z	0.45 ± 0.01 Az	0.42 ± 0.01 Bz	0.40 ± 0.01 Bz	0.43 ± 0.01 z
	<b>Pektin</b>	0.47 ± 0.03 z	0.45 ± 0.01 Az	0.44 ± 0.01 Az	0.42 ± 0.01 Az	0.44 ± 0.01 z
<b>Sıvı Solucan Gübresi</b>	<b>Kontrol</b>	0.65 ± 0.01 x	0.61 ± 0.01 Bx	0.59 ± 0.01 Cx	0.53 ± 0.01 Cx	0.59 ± 0.01 Bx
	<b>KB</b>	0.65 ± 0.01 x	0.64 ± 0.01 Ax	0.61 ± 0.01 Bx	0.58 ± 0.01 Bx	0.62 ± 0.01 ABx
	<b>S. Aljinat</b>	0.65 ± 0.01 x	0.62 ± 0.01 Bx	0.61 ± 0.01 Bx	0.59 ± 0.01 Bx	0.62 ± 0.01 ABx
	<b>Pektin</b>	0.65 ± 0.01 x	0.64 ± 0.01 Ax	0.63 ± 0.01 Ax	0.61 ± 0.01 Ax	0.63 ± 0.01 A
<b>Organomineral Gübre</b>	<b>Kontrol</b>	0.55 ± 0.01 y	0.50 ± 0.01 By	0.49 ± 0.01 Cy	0.44 ± 0.01 By	0.50 ± 0.01 y
	<b>KB</b>	0.55 ± 0.01 y	0.52 ± 0.01 Ay	0.50 ± 0.01 By	0.48 ± 0.01 Ay	0.51 ± 0.01 y
	<b>S. Aljinat</b>	0.55 ± 0.01 y	0.52 ± 0.01 Ay	0.51 ± 0.01 ABy	0.48 ± 0.01 Ay	0.52 ± 0.01 y
	<b>Pektin</b>	0.55 ± 0.01 y	0.54 ± 0.01 Ay	0.52 ± 0.01 Ay	0.49 ± 0.01 Ay	0.52 ± 0.01 y
<b>2021</b>						
<b>Humik Asit</b>	<b>Kontrol</b>	0.70 ± 0.02 y	0.63 ± 0.01 Cy	0.62 ± 0.01 Cy	0.56 ± 0.01 Dy	0.63 ± 0.02 By
	<b>KB</b>	0.70 ± 0.02 y	0.66 ± 0.01 By	0.64 ± 0.01 By	0.59 ± 0.01 Cy	0.65 ± 0.01 ABy
	<b>S. Aljinat</b>	0.70 ± 0.02 y	0.67 ± 0.01 By	0.66 ± 0.01 Ay	0.61 ± 0.01 By	0.66 ± 0.01 ABy
	<b>Pektin</b>	0.70 ± 0.02 y	0.68 ± 0.01 Ay	0.66 ± 0.00 Ay	0.63 ± 0.01 Ay	0.67 ± 0.01 Ay
<b>Sıvı Solucan Gübresi</b>	<b>Kontrol</b>	0.90 ± 0.01 x	0.81 ± 0.01 Cx	0.78 ± 0.01 Bx	0.72 ± 0.01 Cx	0.80 ± 0.02 x
	<b>KB</b>	0.90 ± 0.01 x	0.85 ± 0.01 ABx	0.83 ± 0.01 Ax	0.78 ± 0.01 Ax	0.84 ± 0.01 x
	<b>S. Aljinat</b>	0.90 ± 0.01 x	0.85 ± 0.01 Bx	0.83 ± 0.01 Ax	0.79 ± 0.01 Ax	0.84 ± 0.01 x
	<b>Pektin</b>	0.90 ± 0.01 x	0.86 ± 0.01 Ax	0.85 ± 0.01 Ax	0.75 ± 0.01 Bx	0.84 ± 0.02 x
<b>Organomineral Gübre</b>	<b>Kontrol</b>	0.63 ± 0.01 z	0.56 ± 0.01 Cz	0.54 ± 0.01 Dz	0.47 ± 0.01 Cz	0.55 ± 0.02 z
	<b>KB</b>	0.63 ± 0.01 z	0.58 ± 0.01 Bz	0.56 ± 0.01 Cz	0.50 ± 0.01 Bz	0.57 ± 0.01 z
	<b>S. Aljinat</b>	0.63 ± 0.01 z	0.59 ± 0.01 Bz	0.58 ± 0.01 Bz	0.52 ± 0.01 ABz	0.58 ± 0.01 z
	<b>Pektin</b>	0.63 ± 0.01 z	0.61 ± 0.01 Az	0.59 ± 0.01 Az	0.53 ± 0.01 Az	0.59 ± 0.01 z

Büyük harfler: Aynı gübre uygulaması ve depolama süresi için 'kaplama malzemeleri' arasındaki farkı gösterir (P<0.05).

Küçük harfler: Aynı depolama süresi ve kaplama malzemesi için 'gübre uygulamaları' arasındaki farkı gösterir (P<0.05).

Humik asit, sıvı solucan gübresi ve organomineral gübre uygulamaları ile yetiştirilen kavunlarda depolama süresince depolama başlangıcına kıyasla TEA miktarında azalışlar belirlenmiştir. 2020 ve 2021 yılları verileri istatistiki olarak incelendiğinde hem gübreler arası hem de kaplamalar arası fark önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0.05).

2020 yılı TEA miktarı incelendiğinde humik asit kullanılarak yetiştirilen meyvelerde depolama sonunda en yüksek TEA oranı pektin ile kaplama uygulamasında (%0.42), en düşük TEA miktarı ise kontrol uygulamasında (%0.37) tespit edilmiştir. Sıvı solucan gübresi ile yetiştirilen meyvelerde en yüksek TEA miktarı pektin ile kaplama uygulamasında (%0.63), en düşük TEA miktarı ise kontrol uygulamasında (%0.53) bulunmuştur. Organomineral gübre uygulaması ile yetiştirilen meyvelerde en yüksek TEA miktarı pektin ile kaplama uygulamasında (%0.49), en düşük TEA miktarı ise kontrol uygulamasında (%0.44) tespit edilmiştir (Çizelge 3).

2021 yılı meyve suyu TEA miktarı verileri incelendiğinde humik asit ile yetiştirilen meyvelerde depolama sonunda en yüksek TEA miktarı pektin ile kaplama uygulamasında (%0.63), en düşük TEA miktarı ise kontrol uygulamasında (%0.56) tespit edilmiştir. Sıvı solucan gübresi ile yetiştirilen meyvelerde en yüksek TEA miktarı sodyum aljinat ile kaplama uygulamasında

(%0.79), en düşük TEA miktarı ise kontrol uygulamasında (%0.72) bulunmuştur. Organomineral gübre uygulaması ile yetiştirilen meyvelerde en yüksek TEA miktarı pektin ile kaplama uygulamasında (%0.53), en düşük TEA miktarı ise kontrol uygulamasında (%0.47) gözlemlenmiştir (Çizelge 3).

Kaynaş (2017), TEA miktarındaki düşüşün solunumda organik asitlerin kullanılmasından kaynaklandığı bildirmiştir. Karagöz (2018), ise dilimlenmiş elmalarda depolama süresince TEA miktarında düşüş olduğunu ve depolama sonunda sodyum aljinat ile kaplanan elmalarda TEA miktarının kontrol grubu meyvelerinden yüksek olduğunu ifade etmiştir.

Cemeroğlu (2004), depolama süresi boyunca meyvelerin solunumda organik asitleri ve şekerleri tükettiklerinden dolayı depolama sonunda meyve asit oranında düşüş olabileceğini belirtmiştir. Mattheis ve ark. (2001) ve Öztürk ve ark. (2015), yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Bu çalışmalar klimakterik bir meyve olan kavunun, hasat sonrası olgunlaşmaya devam ettiğinden ve kontrol grubu meyvelerde herhangi bir kaplama uygulaması yapılmadığından dolayı TEA miktarının düşük çıkmasını destekler niteliktedir.

## Teşekkür

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FDK-2021-9383 No'lu proje olarak desteklenmiş olup Fırat İŞLEK' e ait 756756 nolu doktora tezinden üretilmiştir.

## KAYNAKLAR

Augusto, A., Simões, T., Pedrosa, R. ve Silva, S. F., 2016. Evaluation of Seaweed Extracts Functionality as Post-Harvest Treatment For Minimally Processed Fuji Apples, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **33**: 589-595.

Bal, T., Çerçinli, F., 2013. The Analysis of Cherry Production and Trade in Turkey: The Case of Uluborlu District. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, **19** (3): 398-405.

Begum, N., Paul, S. K., Kumar, P., Sahu, J. K., Husain, S. A., 2017. Development of Tulsi Impregnated Starch-Based Edible Coating to Extend The Shelf-Life of Tomatoes. *The Pharm Innov*, **6** (9): 249-255.

Cemeroğlu, B., 2004. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 38, Ankara. 690.

Cemeroğlu, B., 2007. *Gıda Analizleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 34, Ankara.

- Demir, B., 2019. *Aljinat Bazlı Yenilebilir Film Uygulamalarının Minimal İşlem Görmüş Kavun Dilimlerinin Raf Ömrüne Etkileri* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat
- Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D. and Gavara, R., 2008. Effect of Chitosan Coating Combined With Postharvest Calcium Treatment on Strawberry (*Fragaria× ananassa*) Quality During Refrigerated Storage. *Food Chemistry*, **110** (2): 428-435.
- Kader, A., Ben-Yehoshua, S., 2000. Effects of Superatomic Oxygen Levels on Postharvest Physiology and Quality of Fresh Fruits and Vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, **20**: 1-13.
- Karagöz, Ş., 2018. *Stevia İçeren Yenilebilir Film Formülasyonlarının Geliştirilmesi ve Yenilebilir Film Kaplama ile Modifiye Atmosferde Ambalajlama Kombinasyonunun Az İşlem Görmüş Elmaların Raf Ömrüne Etkileri*. (doktora tezi, basılmamış). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- Kaynaş, K., 2017, Bahçe Ürünlerinin Biyokimyasal Yapısı. Bölüm 4. *Bahçe ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması* (Editörler: Türk, R., Tuna Güneş, N., Erkan, M., Koyuncu, M. A.). Somtad Yayınları Ders Kitabı No:1, Antalya. 37-60.
- Li, H., Yu, T., 2001. Effect of Chitosan on Incidence of Brown Rot, Quality and Physiological Attributes of Postharvest Peach Fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **81** (2): 269-274.
- Lin, L., Wang, B., Wang, M., Cao, J., Zhang, J., Wu, Y. Jiang, W., 2008. Effects of a Chitosan-Based Coating With Ascorbic Acid on Post-Harvest Quality and Core Browning of ‘Yali’ pears (*Pyrus bertschneideri* Rehd.), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **88** (5): 877-884.
- Liu, X., Ren, J., Zhu, Y., Han, W., Xuan, H. ve Ge, L., 2016. The Preservation Effect Ofascorbic Acid and Calcium Chloride Modified Chitosan Coating on Fresh-cut Apples at Room Temperature. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, **502**: 102-106.



- Maadheedi, M. T. K., 2019. *Taze Kesilmiş Elmalarda Kararmayı Engelleyici Maddelerin Yenilebilir Kaplama ile Birlikte Kullanımının Muhafaza Süresince Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Mattheis, J., Fan, X., Argenta, I., 2001. Responses of Pacific Northwest Apples to 1-methylcyclopropene (MCP). *Proceeding of 2001 Washington Tree Fruit Postharvest Conference*. March 13th-14th, Wenatchee, WA.
- Öztürk, B., Özkan, Y., Kılıç, K., Uçar, M., Karakaya, O., Karakaya, M., 2015. Braeburn Elmasının (*Malus domestica* Borkh.) Hasat Önü Dökümü ve Meyve Kalitesi Üzerine Hasat Öncesi Bitki Gelişim Düzenleyici Uygulamalarının Etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **32** (1): 68-76.
- Petriccione, M., Mastrobuoni, F., Pasquariello, M. S., Zampella, L., Nobis, E., Capriolo, G., Scortichini, M., 2015. Effect of Chitosan Coating on the Postharvest Quality and Antioxidant Enzyme System Response of Strawberry Fruit During Cold Storage. *Foods*, **4** (4): 501-523.
- Sakaldaş, M., Kuzucu, C. Ö., Kaynaş, K., 2009. Hasat Sonrası 1-Methylcyclopropane Uygulamalarının Farklı Sıcaklık Derecelerinde Depolanan Kavunlarda (Cucumis melo L. cv. Dellteks F1) Meyve Kalitesi Üzerine Olan Etkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, **4** (1): 1-9.
- Temiz, N. N., 2020. *Probiyotik ile Zenginleştirilmiş Yenilebilir Kaplamaların Geliştirilmesi ve Taze Çileklerin Raf Ömrü Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Tulukoğlu Kunt, K. S., 2018. *Kiraz (Prunus avium L) Meyvelerinde Yenilebilir Antimikrobiyal Kaplamanın Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı, Niğde.
- Tulukoğlu Kunt, K. S., 2018. *Kiraz (Prunus avium L) Meyvelerinde Yenilebilir Antimikrobiyal Kaplamanın Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı, Niğde.

## LAHANA ÜRETİM YÖNTEMLERİ VE MUHAFAZASI

Öğr. Gör. Dr. Fırat İŞLEK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, firatislek12@gmail.com ORCID ID: 0000-0003-3157-3680

### ÖZET

Lahana *Cruferae* familyasından olup baş lahana, brokoli, yaprak lahana, brüksel lahanası, karnabahar ve alabaş gibi tür bu familya içerisinde yer almaktadır. Serin iklim sebzeleri arasında önemli bir yer sahip olan beyaz baş lahana ülkemizde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan ve sevilerek tüketilen bir sebzedir. Yetiştiriciliğinin ilk yılında vejetatif büyüme gösterirken, ikinci yılında ise generatif gelişme görülmektedir. Sebze olarak tüketilen kısmı baş kısmı olup salata, turşuluk, yemeklik ve sarmalık olarak da değerlendirilmektedir. Lahanalar kalın, etli, konik şeklinde derine inen kazık kök yapısına sahip olup ayrıca çok miktarda saçak kök oluşturmaktadır. Tohum ekimi ile yapılan yetiştiricilikte bir adet kazık oluşur ve bu kazık kökün etrafında saçak kökler meydana gelmektedir. Lahana yetiştiriciliğinde hasat genellikle tek seferde yapılmaktadır. Ülkemizde yapılan yetiştiricilikte ürünler genellikle 3-6 ay içinde hasada gelmektedir. Yaprığı tüketilen sebzeler grubuna giren lahana, hasat sonrası fizyolojik aktivitelerini devam ettirdiğinden ve yüksek oranda su içerdiğinden hasat sonrası ömrü çok uzun değildir. Muhafazasında özel depo şartları istemektedir. Lahanalar %90-95 nispi nemde 0-8°C’de 6 ay gibi bir süre soğuk hava depolarında muhafaza edilebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Muhafaza, Lahana, Yetiştiricilik.

### 1. GİRİŞ

Lahana *Cruferae* familyasından olup baş lahana, brokoli, yaprak lahana, brüksel lahanası, karnabahar ve alabaş gibi tür bu familya içerisinde yer almaktadır. Anavatanı Baltık Denizi kıyıları, Kuzey Avrupa Ülkeleri ve Anadolu’nun Van yöresi olarak kabul edilmektedir. Denize yakın yüksek nem ihtiva eden bölgelerde geniş bir yayılım göstermiştir. Kırmızı baş lahana *Brassica oleraceae* var *rubra* olarak adlandırılır. C vitamini, kalsiyum ve beta-karoten bakımından oldukça zengindir. Beyaz baş lahana ise *Brassica oleraceae* var. *Alba* olarak adlandırılır. Serin iklim sebzeleri arasında önemli bir yer sahip olan beyaz baş lahana ülkemizde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan ve sevilerek tüketilen bir sebzedir. A, B1, B2, B12, C

vitaminleri ile kalsiyum ve fosfor açısından oldukça zengindir. Baş lahanalar iki yıllık serin iklim sebzesidir. Yetiştiriciliğinin ilk yılında vejetatif büyüme gösterirken, ikinci yılında ise generatif gelişme görülmektedir. Sebze olarak tüketilen kısmı baş kısmı olup salata, turşuluk, yemeklik ve sarmalık olarak da değerlendirilmektedir. Ülkemizde yapılan beyaz lahana yetiştiriciliğinde genellikle yerli tohumlar kullanılmaktadır. Fakat ticari olarak üretim yapan bazı üreticiler ticari çeşitlerin tohumlarını kullanmaktadır. Üreticilerin kendi tohumunu kullanması sonucu zamanla çeşitte heterojenleşmeye neden olduğundan standart ürün yetiştiriciliği yapılamamaktadır. Tüketim amacına uygun ve üretimde standartlığın yakalanması amacıyla hibrit veya standart çeşit kullanımı önem arz etmektedir. Lahana Avrupa’da yıl boyu, ülkemizde ise 10 ay boyunca tüketilmekte ve pazarlanmaktadır.

## 2. MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

### 2.1. Kök

Lahanalar kalın, etli, konik şeklinde derine inen kazık kök yapısına sahip olup ayrıca çok miktarda saçak kök oluşturmaktadır. Tohum ekimi ile yapılan yetiştiricilikte bir adet kazık oluşur ve bu kazık kökün etrafında saçak kökler meydana gelmektedir. Oluşan saçak kökler üzerinde çok sayıda kılcak kök oluşur. Lahanalarda kazık kökten bağımsız olarak gövdenin toprakla teması sonucu nadiren saçak kök oluşumu görülebilmektedir. Fide dikimi ile yapılan yetiştiricilikte ise kazık kök karakteristik özelliğini kaybeder ve yüzeye yakın birkaç adet kazık kök oluşumu görülür. Oluşan bu kazık kökler bitki izdüşümü kadar bir alana yayılım göstermektedir. Tohum ile yapılan ekimlerde kazık kök uzunluğu 80 cm’ye kadar ulaşabilmektedir (Vural ve ark., 2000).

### 2.2. Gövde

Lahanalarda gövde yapısı çeşitlere göre değişiklik göstermektedir. Baş lahanalarda ve yaprak lahanalarda gövde kısa ve kalın bir yapıya sahiptir. Gövde uzunluğu 30-50 cm aralığında, gövde kalınlığı ise 5-10 cm aralığında değişim gösterebilmektedir. Yapraklar gövdeye uzun ve kısa saplar ile bağlanır. Gövde kısmında oluşan ilk yapraklar dökülür ve koptukları gövde kısmında iz bırakırlar. İlk başlarda gövde otsu bir yapıya sahip iken ilerleyen dönemlerde dayanıklı ve sert bir doku haline dönüşmektedir.

### 2.3. Yaprak

Yapraklar büyüklük, şekil, renk ve etlilik bakımından çeşitlere göre birçok farklılık göstermektedir. Yapraklar genellikle uzun, yuvarlak, topaç, yassı yuvarlak, oval ve kalp şeklindedir. Yapraklar ilk oluştuklarında yana doğru açılım gösterir fakat ilerleyen dönemde yapraklar üst üste gelecek şekilde baş şeklini oluştururlar. Oluşan baş şekli yaprak şekline benzerlik göstermektedir. Başlar basık, oval ve konik olarak sınıflandırılırlar. Yaprak genişliği 10 cm ile 70 cm arasında değişiklik gösterir. Oluşan başların büyüklüğü yaprak büyüklüğüyle orantılı olarak 20 cm ile 70 cm arasında değişiklik gösterebilmektedir. Yapraklarda renk beyaz, kırmızı, yeşil ve beyazımtırak- yeşil renge kadar değişim gösterebilmektedir.

#### 2.4. Çiçek

Lahanada çiçekler generatif büyümenin başladığı ikinci yılda oluşur. Yaprak koltuklarından meydana gelen çiçek sürgünleri üzerinde çiçek salkımları oluşmaktadır. Sıcaklık çiçeklenme üzerinde oldukça etkilidir. Genel olarak serin iklim sebzeleri 15 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda generatif evreye geçerler. Hava sıcaklığı uygun değilse çiçeklenme görülmez. Çiçekler sürgün üzerine yapraksız bir şekilde bağlanıp salkım oluştururlar. Çiçekler ilk başta bitki üzerinde bulunan ana çiçek sürgününde açar. Ana çiçek sürgünü çiçeklendikten sonra yan sürgün üzerinde çiçeklenme başlar. Çiçek sürgünü üzerinde çiçek oluşumu dipten uç kısma doğru oluşmaktadır. Sürgün üzerinde bulunan çiçek gözlerinin gelişim evreleri farklılık göstermektedir. Dip kısımda bulunan gözler uç kısımdaki gözlere kıyasla erken çiçek açtığından dip kısımdaki çiçek bakla oluştururken uç kısımdaki çiçek gözleri tomurcuk evresinde olabilmektedir. Çiçeklenme süresi lahanalarda genelde 20-60 gün arasında değişim göstermektedir. Çiçeklenme süresi bitimine yakın dönemde genelde uç kısımda bulunan çiçekler gelişim gösteremez ve açmazlar. Çiçek yapısı erselik olup bir çiçekte 1 dişi organ, 6 erkek organ, 4 taç yaprak, 4 çanak yaprak bulunur. Dişi organ iki karpelli bir yapıya sahiptir. Genellikle protogeni görülmektedir. Dişi organlar erkek organlardan önce olgunlaşır. Dolayısıyla lahana grubu sebzelerde yabancı döllenme görülmektedir (Vural ve ark., 2000).

#### 2.5. Meyve

Döllenme gerçekleştikten sonra taç ve çanak yaprak dökülür gelişim dişi organda devam eder ve meyveler bakla şeklini alır. Baklalarda renk olgunlaşmaya bağlı olarak değişip yeşilden sarıya ve kahverengine dönüşür. Bu baklalara Sliqua meyve adı verilmektedir. Meyvelerin büyüklüğü ve şekli ekolojik faktörlere göre değişim göstermektedir. Meyveler düz şekilli 5 mm kalınlıkta, 80 mm uzunluğunda olabilmektedir.

### 3. İKLİM VE TOPRAK İSTEĞİ

Lahanalar ılıman bölgelerde yayılım gösteren serin iklim sebzedir. Yetiştiricilikte sıcaklı önemli bir faktördür. Yüksek sıcaklıklar sebze olarak tüketilen yapraklara zarar verir. Yapraklarda kalite düşer gevreklik sert bir yapı alır. Lahananın baş oluşturabilmesi için istenen sıcaklık 15-20 °C'dir. Sonbahar döneminde kaliteli baş oluşumu için bu sıcaklıklar arasında belirli bir süre geçirmesi gerekir. Çiçeklenebilmesi için sıcaklığın 10 °C'nin altında olmasına ihtiyaç duyar. Bu sıcaklık karşılanmadığı taktirde bitki vejetatif büyümeye devam eder. Suyu ve nemi sever, yeteri kadar su verilmemesi durumunda verim ve kalite düşer yapraklarda sertleşme ve acılaşma görülmektedir. Rüzgarlar bitkide su kaybına ve bitkinin devrilmesine neden olmaktadır. Toprak bakımından seçici olmamasına rağmen su tutma kapasitesi yüksek toprakları sever. Toprak pH 6-6,5 olması istenir. Asidik topraklarda gelişim iyi olmamaktadır. Tuzlu topraklara dayanımı iyidir.

### 4. YETİŞTİRME TEKNİĞİ

Lahana yetiştiriciliğinde hem tohum hem de fide ile üretim yapılmaktadır. Ülkemizde lahana yetiştiriciliği genellikle fideler ile yapılmaktadır. Fide üretimi yastık ve tavalarda yapılmaktadır. Tohum ekiminden yaklaşık bir ay sonra fidelerde 3-4 yaprak oluşur ve fide 15-20 cm uzunluğa erişir böylelikle dikim büyüklüğüne ulaşmaktadır. Lahana derine inen kök yapısına sahip olması nedeniyle dikim yapılmadan toprak 25 cm derinlikte sürülmelidir. Çapalama işlemi lahana bitkisinin hızlı ve sağlıklı büyümesi için çapa büyüklüğüne gelen yabancı otlar temizlenir. Çapalama işlemi yaparken lahana bitkisinin saçak kökleri yüzeye yakın bir büyüme gösterdiği için yüzeysel olarak çapa yapılmalıdır. Ayrıca yabancı ot ilacı kullanılarak çapa yapılmaksızın yabancı ot kontrolü yapılabilir. Bitki gelişimi için düzenli olarak sulama yapılmalıdır. Fide dikimi yapıldıktan sonra ilk sulama bitki kök çevresinde çatlak meydana geldiğinde yapılır. Daha sonraki sulamalarda ise bitki gelişme durumu göz önünde bulundurulur. Lahana suyu seven bir bitki olduğundan yeterli miktarda sulama yapılmazsa bitki gelişimi iyi olmamakta, verim ve kalite düşmektedir.

### 5. HASAT VE MUHAFAZASI

Lahana yetiştiriciliğinde hasat genellikle tek seferde yapılmaktadır. Ülkemizde yapılan yetiştiricilikte ürünler genellikle 3-6 ay içinde hasada gelmektedir. Soğuk bölgelerde hasada eylül- ekim aylarında başlanılır. Kasım ayının sonuna kadar bu bölgelerde hasat tamamlanmış olur. Ilık bölgelerde hasat pazarın isteğine göre yapılmalıdır ürünler tarlada bekletilebilir. Hasat el ile yapılır. Hasada gelmiş ürünler bir bıçak yardımıyla kesilerek hasat işlemi yapılmaktadır. Başların dışında bulunan yapraklarda zarar gören bozulan varsa temizlenir.

Lahana üretimini ve uzun dönem muhafazasını kısıtlayan birçok hastalık mevcuttur (Maskell ve ark. 1999). Lahana bitkilerinde hastalıklara neden olan başlıca bakteriyel hastalık etmenlerinin *Pectobacterium* sp., *Pseudomonas syringae* pv. *maculicola*, *P. marginalis*, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* olduğu bildirilmiştir (Rimmer ve ark., 2007).

*Pectobacterium* spp.'nin neden olduğu yumuşak çürüklük hastalığı lahana üretiminde verim ve kalite kayıplarına yol açan en önemli bakteriyel hastalıklar arasındadır (Hauben ark., 1998; Gardan ve ark., 2003; Popovic ve ark., 2019)

*Pectobacterium* izolatlarının en önemli virülenslik faktörü, bitki hücre duvarı eriten pektolitik enzimlere sahip olmasıdır (Barras ve ark., 1994). Bitki hücrelerinde hücre duvarı ve orta lamel bileşeni olan pektini parçalayarak substrat olarak kullanan bakteriler konukçu doku entegrasyonunun bozulması ve hücre içeriklerinin dışarı salınmasına neden olmaktadır. Sızıntı daha sonra birçok saprofitik mikroorganizmanın saldırısıyla ağır bir çürük koku oluşumuna davetiye çıkarmaktadır (Barras ve ark., 1994; Perombelon, 2002). Hasat sonrası lahanaya uygulanan metanol uygulamasının antifungal etki gösterdiğini bildirmişlerdir (Yılmaz ve ark., 2018). Yapağı tüketilen sebzeler grubuna giren lahana, hasat sonrası fizyolojik aktivitelerini devam ettirdiğinden ve yüksek oranda su içerdiğinden hasat sonrası ömrü çok uzun değildir. Muhafazasında özel depo şartları istemektedir.

Lahanalar %90-95 nispi nemde 0-8°C'de 6 ay gibi bir süre soğuk hava depolarında muhafaza edilebilmektedir (Hardenburg ve ark., 1986).



## KAYNAKLAR

- Barras, F., van Gijsegem, F., Chatterjee, A.K., Extracellular enzymes and pathogenesis of soft-rot *Erwinia*. *Annual Review of Phytopathology* 32(1): 201-234, 1994.
- Hardenburg, E.R., Watada, A.E., Wang, C.Y., *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Fruits and Nursery Stocks*, Agriculture Handbook, 1-66, 1986.
- Hauben, L., Moore, E.R., Vauterin, L., Steenackers, M., Mergaert, J., Verdonck, L., Swings, J., Phylogenetic position of phytopathogens within the Enterobacteriaceae. *Systematic and Applied Microbiology* 21(3): 384-397, 1998.
- Maskell, L.C., Raybould, A.F., Cooper, J.I., Edwards, M.L., Gray, A.J., Effects of turnip mosaic virus and turnip yellow mosaic virus on the survival, growth and reproduction of wild cabbage (*Brassica oleracea*). *Annals of Applied Biology* 135(1): 401-407, 1999.
- Perombelon, M.C., Kelman. A., Ecology of the soft rot erwinias. *Annual Review of Phytopathology* 18(1): 361-387, 1980.
- Popović, T., Jelušić, A., Milovanović, P., Janjatović, S., Budnar, M., Dimkić, I., Stanković, S., First report of *Pectobacterium atrosepticum*, causing bacterial soft rot on calla lily in Serbia. *Plant Disease* 101(12): 21-45, 2017.
- Rimmer, S.R., Shattuck, V.I., Buchwaldt, L., *Compendium of Brassica Diseases*. American Phytopathological Society (APS Press), 2007.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., *Kültür sebzeleri*. *Ege Üniversitesi Basımevi*, 440, 2000.
- Yılmaz, Ö., Kural, L., Özkan, R.Y. Beyaz Lahana (*Brassicaoleraceal.*) Ekstraktlarının Antifungal Etkisi. *Ahtamara*, 43, 2018.

## TÜRKİYE’ DE SEBZE ISLAHINDA KULLANILAN ANDROGENESIS YÖNTEMLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

**Doç. Dr., BURCU TUNCER<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,  
brctuncer@gmail.com - ORCID ID 0000-0002-4402-4536

### ÖZET

Somatik hücrelerindeki kromozom sayısı ait oldukları bitki türünün gamet hücrelerinde bulunan kromozom sayısı (n) kadar olan bitkilere haploid bitki denilmektedir. Bitki ıslahında haploidi tekniği, homozigot hatların kısa sürede elde edilmesini sağlamak ve bu teknik sayesinde ıslah süresi kısalmaktadır. *In vitro* uyarımla haploidi tekniklerinden biri olan androgenesis yöntemlerinde, n kromozoma sahip erkek gamet başlangıç materyali olarak kullanılmakta ve bu yolla haploid embriyo ve bitki oluşumu yoluna gidilmektedir. Androjenetik yöntemler, anter kültürü ve mikrospor kültürü olmak üzere 2’ ye ayrılmaktadır. Anter kültürü tekniği bazı sebze türlerinde ülkemizde yaygın olarak kullanılan bir teknik olmasına rağmen, mikrospor kültürüne yönelik çalışmalar tekniğin uygulanmasında karşılaşılan zorluklar nedeniyle daha sınırlı düzeyde kalmıştır. Ülkemizde anter kültürüne yönelik ilk çalışma 1983 yılında biberde, mikrospor kültürüne yönelik ilk çalışma ise 2002 yılında domatestede yapılmıştır. Anter kültürü ve mikrospor kültürü çalışmalarında başta genotip olmak üzere başarıyı etkileyen birçok faktör (ana bitkinin yetiştirildiği koşullar, tomurcuk büyüklüğü ve mikrospor gelişme aşaması, haploid embriyo oluşumunu uyarıcı stres uygulamaları, besin ortam bileşimi ve inkübasyon koşulları) bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, her sebze türünde başarı sağlanan teknik farklılık göstermektedir. Androgenesis yoluyla haploid embriyo ve bitki oluşumunda biber, patlıcan ve *Brassica* cinsi sebze türlerinde başarılı sonuçlar alınabilmektedir. Burada sunulan çalışmada 1983-2022 yılları arasında Türkiye’ de sebze türlerinde yapılmış olan anter ve mikrospor kültürü çalışma sonuçlarının bir araya getirilerek genel bir değerlendirmesinin yapılması amaçlanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçların ileride Türkiye’ de sebze ıslahında yapılacak olan anter ve mikrospor kültürü araştırmalarının hangi yönde planlanması gerektiğine dair araştırmacılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Anter kültürü, biber, lahana, mikrospor kültürü, patlıcan.

### 1. GİRİŞ

Sebze ıslahında klasik ıslah yöntemleri kullanıldığında, homozigot saf hatların elde edilmesi yabancı döllen türlerde 5-6 yıl, kendine dölenen türlerde 3-4 yılı bulabilmektedir. Klasik ıslah yöntemlerinin aksine haploidi teknikleri sayesinde homozigot saf hatlara 1 generasyonda ulaşılabilir. Haploidi teknikleri; ginogenesis ve androgenesis yöntemler olmak üzere 2’ ye ayrılmaktadır. Androgenesis yoluyla haploid bitkilerin üretiminde anter kültürü ve mikrospor kültürü teknikleri kullanılmaktadır. Ancak her iki teknikte de başarı; genotip, ana bitkinin yetiştirildiği koşullar,

anterlerin içindeki mikrospor gelişme aşaması, mikrospor yoğunluğu, besin ortam bileşimi, haploid embriyo oluşumunu uyarıcı uygulamalar ve inkübasyon koşulları gibi birçok faktöre göre değişkenlik göstermektedir (Tuncer ve Yanmaz, 2007). Haploidi tekniklerinden androgenesis yöntemler, sebze türlerinden biber, patlıcan ve *Brassica* cinsi türlerde başarılı sonuçlar vermektedir. Türkiye’ de ilk anter kültürü çalışmaları 1983 yılında biberde (Abak, 1983a, 1983b), ilk mikrospor kültürü çalışmaları ise 2002 yılında domateste yapılmıştır (Bal, 2002). Burada sunulan tebliğde, Türkiye’de sebze türlerinde 1983-2022 yılları arasında yapılmış olan anter ve mikrospor kültürü çalışma sonuçları özetlenmiştir.

## 2. TÜRKİYE’ DE SEBZE TÜRLERİNDE ANDROGENESIS ÇALIŞMALARI

### 2.1. Biberde Yapılmış Çalışmalar

Alremi ve ark. (2014), 3 farklı biber genotipi (B, 151 ve 171 no’lu ıslah hatları) ve 1 adet Suriye orijinli biber çeşidinde (Alfajer) anter kültüründe besin ortamı ve genotipin haploid embriyo oluşumu üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, tomurcuklardan izole edilen anterler, 8 MS (Murashige ve Skoog, 1962) ve 8 DDV (Dumas de Vaulx ve ark., 1981) olmak üzere toplam 16 farklı besin ortam kombinasyonuna dikilmiştir. Araştırma sonucunda, embriyo oluşumu yönünden Alfajer ve B hattı biber genotiplerinde; kinetin + 2,4-D içeren DDV ortam kombinasyonları, 151 ve 171 no’lu yerel genotiplerde ise; NAA ve BAP içeren MS ortam kombinasyonları daha başarılı olmuştur. Araştırmacılar, Alfajer çeşidinde en yüksek embriyo oluşumunun DDV + kinetin (0.01 mg/l) + 2,4-D (0.01 mg/l) ortamından, B genotipinde DDV + kinetin (0.5 mg/l) + 2,4-D (0.5 mg/l) ortamından, 151 no’lu genotipte ise MS + NAA (4 mg/l) + BAP (0.1 mg/l) içeren kombinasyondan elde edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, ayrıca elde edilen embriyoların tamamının (bir ortam kombinasyonu hariç) bitkiye dönüştüğünü, Alfajer çeşidi ve B ıslah hattının embriyo oluşum oranı bakımından diğer genotiplere göre daha başarılı sonuçlar verdiğini, elde edilen embriyolardan gelişen bitkilerin %94’ünün haploid kromozom yapısına sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Arı ve ark. (2016a), F<sub>2</sub> ve F<sub>3</sub> generasyonundaki 48 süs biberi genotipinin androgenesise tepkisini araştırmak amacıyla, anterleri 1 mg/l BAP, 4 mg/l NAA, 15mg/l AgNO<sub>3</sub>, % 0.25 aktif kömür, %3 sakkaroz ve % 0.8 agar içeren 2 farklı katı ortam (MS ve B5) ile çift fazlı ortam esasına dayanan shed-mikrospor kültürü yoluyla kültüre almışlardır. Çift fazlı ortamda, alt katta % 2 maltoz, % 1 aktif kömür, % 0.6 agar içeren katı NN (Nitsch ve Nitsch, 1969) ortamı üzerine %2 maltoz içeren sıvı NN ortamı (4 ml/petri) ilave edilmiştir. Araştırma sonucunda, çift fazlı ortamın daha başarılı sonuçlar verdiği, bu ortamda tomurcuk başına embriyo oluşum oranınının 102.90, normal görünümlü embriyo oluşum oranınının ise 34.11 olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar, elde edilen embriyolardan 122 adet bitki elde ettiklerini, bu bitkilerin 63’ ünün dihaploid, 52’ sinin haploid ve 7’ sinin ise mixoploid yapıda olduklarını, % 51.6’ sının ise spontan yolla diploid yapıda olduğunu, süs biberi ıslahında shed-mikrospor kültürü tekniğinin kullanılabilirliğini belirtmişlerdir. Yine Arı ve ark. (2016b) tarafından yapılan başka bir çalışmada, 64 süs biberi genotipinin 48’ inden embriyo elde edildiğini, tomurcuk başına toplam embriyo oluşumunun 12.7, normal görünümlü embriyo oluşum oranınının ise 1.48 olduğu saptanmıştır.

Ata ve ark. (2019), biberde düşük sıcaklıklara dayanıklı (Alata 421) ve dayanıksız (Alata 195) genotipler ile yüksek sıcaklıklara dayanıklı (Alata 277A, İnan3363) biber çeşitlerinde mevsim, genotip ve besin ortam içeriğinin androgenesise tepkisini araştırmışlardır. Bu amaçla 2 farklı besin ortamı içeriği (Ortam 1: MS + 4 mg/l naftelen asetik asit [NAA] + 0.1 mg/l 6-benzilaminopurin [BAP] + % 0.25 aktif kömür + 8 g/l agar + 30 g/l sakkaroz + 15 mg/l gümüş nitrat [AgNO<sub>3</sub>]; Ortam 2: MS + 4 mg/l NAA + 0.5 mg/l BAP + % 0.25 aktif kömür + 8 g/l agar + 30 g/l sukroz + 15 mg/l AgNO<sub>3</sub>) kullanmışlardır. Araştırmacılar, embriyo oluşum oranı bakımından besin ortamları arasında görülen farklılığın istatistik olarak önemli olmadığını, en yüksek embriyo oranının 'İnan3363' çeşidinden elde edildiğini, Temmuz-Ağustos-Eylül ayında kültüre alınan anterlerin embriyo oluşturma kapasitesinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ata ve Büyükalaca (2013), farklı biber genotipinde tek çekirdekli mikrosporları içeren anterleri 12 ay boyunca 2 farklı BAP (0.1 ve 0.5 mg/l) konsantrasyonu içeren MS (4 mg/l NAA + % 0.25 aktif kömür + 8 g/l agar + 30 g/l sakkaroz + 15 mg/l AgNO<sub>3</sub>) ortamına dikmişlerdir. Araştırmacılar, en yüksek embriyo veriminin 'İnan3363' çeşidinde Ağustos ayında alınan anterlerden sağlandığını, en yüksek oranda bitkiye dönüşümün ise tüm genotiplerde Nisan ayında gerçekleştiğini saptamışlardır.

Atasoy ve ark. (2021), 23 biber genotipine ait anterleri 30 g/l sakkaroz, 2.5 g/l aktif kömür, 15 mg/l AgNO<sub>3</sub>, 4 mg/l NAA, 0.5 mg/l BAP) ve 6.5 g/l agar içeren Murashige and Skoog (MS) besin ortamında kültüre almışlar ve ardından anterlere 35°C karanlık koşullarda 2 gün süreyle yüksek sıcaklık şoku uygulamışlardır. Çalışma sonucunda embriyo oluşum oranının (0.83-44.44 embriyo/100 anter) genotiplere göre farklılık gösterdiği, elde edilen embriyoların tamamından bitki rejenerasyonunun sağlandığını belirtmişlerdir.

Bat ve ark. (2020), 3 biber ıslah hattında besin ortam bileşimi, farklı şeker tipi ve konsantrasyonun androgenesis üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, besin ortamında şeker kaynağı olarak % 1.5, % 3 ve % 6 oranında maltoz, kontrol grubu olarak ise % 3 sakkaroz kullanmışlardır. Araştırmacılar, MS besin ortamına % 0.25 aktif kömür, 15 mg/l AgNO<sub>3</sub>, 4 mg/l NAA ve BAP (0.5 ve 1 mg/l) ilave etmişlerdir. Araştırma sonucunda, besin ortamına katılan maltozun embriyo oluşumu üzerine olumlu etki yaptığı, en iyi kombinasyonun MS ortamında 30 g/l maltoz ve 0.5 mg/l BAP ilave edilmiş kombinasyon olduğunu saptamışlardır. Doğangüzel ve ark. (2021), 2 biber ıslah hattında (G-1 ve G-2), 4 MS besin ortam kombinasyonunun (Ortam 1: MS + sakkaroz, Ortam 2: MS + sakkaroz + antioksidant, Ortam 3: MS + maltoz, Ortam 4: MS + maltoz + antioksidant) etkisini araştırmışlardır. Besin ortamlarına şeker olarak 30 g sakkaroz ya da maltoz, antioksidant kaynağı olarak ise; 0.05 mg/l biotin (vitamin B7) ve 0.5 mg/l askorbik asit (vitamin C) ilave etmişlerdir. Kültüre alınan anterleri 2 gün 35°C karanlıkta beklettikten sonra, iklim odası koşullarına almışlardır. Araştırma sonunda en yüksek embriyo verimi maltoz ve antioksidant ilave edilmiş MS ortamından sağlanmıştır.

Boncukçu ve ark. (2020), 4 biber genotipinde (İstek F<sub>1</sub>, Köylüm F<sub>1</sub>, Üçburun F<sub>2</sub> ve Tokat yerel) genotip, besin ortamı, anterlere yapılan ön uygulama ve inkübasyon koşullarının androgenesis üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla DDV (Dumas de Vaultx ve ark., 1981) ve MS (Murashige ve Skoog, 1962) olmak üzere 2 ortam kullanmışlar ve her 2 ortama da 0.01 mg/l kinetin + 0.01 mg/l 2,4-D + 0.03 mg/l vitamin B12 ilave etmişlerdir. Çiçek tomurcukları 4°C' de 24 saat tutulduktan sonra, tomurcuklardan izole edilen anterler besin ortamlarına

dikilmiş ve daha sonra petri kutularını 9°C ve 35°C’ de 8 saat karanlıkta bekletilmiş ve ardından 25°C iklim odası koşullarına alınmıştır. Embriyo verimi, uygulama ve genotiplere göre farklılık göstermekle birlikte (% 0.25-% 31), en yüksek embriyo oluşumu (Tokat) genotipinden elde edilmiştir. Bunun yanı sıra embriyo sayısı ve gelişimi yönünden DDV besin ortamı ve soğuk ön uygulamaları daha başarılı bulunmuştur.

Büyükalaca ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada lokal paprika biber popülasyonlarından seçilmiş genotiplerden (U-247 ve U-238) en yüksek embriyo oluşumu, MS + % 0.25 aktif kömür + 30 g/l sakkaroz + BAP (0.1 mg/l) + NAA (4 mg/l) + AgNO<sub>3</sub> (15 mg/l) kombinasyonundan sağlanmıştır. Araştırmacılar, seralardan alınan anterlerden, açıkta yetiştirilen bitkilerden alınanlara göre embriyo oluşturma kapasitesinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ceyhan ve Aktaş (2020), 4 biber çeşidinde (Üç burun, Buket, B22 ve B23) besin ortamına ilave edilen çinko, salisilik asit ve C vitamininin androgenesis üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, tomurcuklara soğuk uygulaması (4°C-24 saat) yaptıktan sonra, anterleri 7 farklı MS kombinasyonunda kültüre almışlardır. Araştırmacılar, Buket çeşidi hariç diğer çeşitlerden değişen oranlarda embriyolar elde edildiğini, B23 ve üç burun genotiplerinde besin ortamına ilave edilen 50 mg/l vitamin C uygulamasından optimum sonuçların alındığını bildirmişlerdir.

Çağlar ve ark. (2004), Kahramanmaraş kırmızı biberinde (*Capsicum annuum* L.) yürütülen çalışmada, anterleri aktif kömür (% 0.25) ve AgNO<sub>3</sub> (10 mg/l) içeren MS ortamında farklı oranlarda NAA (2, 4, 6 mg/l), 2,4-D (1, 2, 3, 4 mg/l) ile BAP (0.1, 1, 2, 3 mg/l) ve kinetin (0.1, 1, 5 mg/l) ilave edilmiş kombinasyonlarda kültüre almışlardır. Kültüre alınan anterlere 7 gün süreyle karanlıkta 3 farklı ön sıcaklık uygulaması (4°C, 29°C, 35°C) yapılmıştır. Araştırmacılar toplam 37 uygulamanın denendiği araştırmada, tüm ortam kombinasyonlarında sadece kallus oluştuğunu, en yüksek kallus oluşumunun MS + BAP (1 mg/l) + 2,4-D (3 mg/l) ortamından sağlandığını, sadece bir ortam kombinasyonunda (MS + 0.1mg/l BAP + 4 mg/l NAA + % 0.25 aktif kömür + 10 mg/l AgNO<sub>3</sub>) kallus gelişimi olmadan % 2.8 oranında haploid embriyo gelişimi görüldüğünü bildirmişlerdir.

Çiner ve Tıpırdamaz (2002), biberde (*Capsicum annuum* L.) *in vitro* androgenesis üzerine aktif kömür ve soğuk uygulamasının etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, tomurcuklara 48 ve 96 saat süreyle soğuk ön uygulaması yaptıktan sonra, anterleri 4 mg/l NAA ve 1 mg/l BA veya 1 mg/l NAA ve 4 mg/l BA içeren MS ortamında (% 0.8 agar, %3 sakkaroz, % 0.25 aktif kömür) kültüre almışlardır. Araştırmacılar, ortalama androgenik embriyo oluşumunun % 12.5 olduğunu, ortama katılan büyümeyi düzenleyici madde ve aktif kömürün etkisinin soğuk şokuna göre daha etkili olduğunu vurgulamışlardır. Çömlekcioglu (2021), biberde kolhisin uygulamalarının androgenesis üzerine etkisini araştırmıştır. Bu amaçla, anterleri yarı katı ortam ve çift fazlı ortamda kültüre almıştır. Kontrol olarak; MS + 4 mg/l NAA, 0.5 mg/l BAP + 2 g/l aktif kömür, 30 g/l sakkaroz, 10 mg/l AgNO<sub>3</sub> + 0.05 mg/l biotin + 0.5 mg/l askorbik asit, 7 g/l agar (M1), yarı katı ortam olarak; % 0.3 kolhisin içeren M1 ortamı (M2), çift fazlı ortam olarak ise; alt katta yarı katı M1 ortamı, üstte % 0.3 kolhisin içeren sıvı ortam (M3) kullanmıştır. Araştırma sonunda, M2 ve M3 ortamlarında embriyo oluşumu kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuş, kolhisin kullanılan ortamlarda embriyo oluşumu ve spontan yolla dihaploid bitki sayısının daha yüksek olduğunu saptamıştır.



Demirkaya ve Çömlekçioğlu (2021), biberde MS katı ortam (7 g/l agar) ve MS çift fazlı besin ortamına ilave edilen biotin (0.05 mg/l) ve askorbik asit (0.5 mg/l) uygulamalarının haploid embriyo oluşumu üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla temel besin ortamı olarak 4 mg/l NAA, 0.1 mg/l BAP, % 0.25 aktif kömür, 30 g/l sakkaroz ve 10 mg/l AgNO<sub>3</sub> ilave edilmiş MS ortamı kullanmışlardır. Kültüre alınan anterleri 35°C karanlıkta 2 gün beklettikten sonra iklim odası koşullarına almışlardır. Araştırma sonucunda, katı ortamın çift fazlı ortama göre daha başarılı olduğu, ortama katılan biotin ve askorbik asitin embriyo verimini kontrol grubuna göre 8.8 kat artırdığı saptanmıştır.

Doğan ve Arı (2019) tarafından, 29 süs biberi genotipinde shed-mikrospor kültüründe çalkalayıcı kullanılan ve durağan kültürlerin embriyo verimine etkisini araştırılmıştır. Sonuç olarak, çalkalayıcı kullanımının, tüm genotiplerde, genotipe bağlı olarak süs biberi shed-mikrospor kültürlerinde embriyo verimini artırdığı belirtilmiştir. Ellialtıoğlu ve ark. (2001), Kahramanmaraş kırmızı biber çeşidinde en yüksek embriyo veriminin 4 mg/l NAA ve 1 mg/l BA ilave edilmiş, aktif kömür ve havuç ekstraktı içermeyen MS ortamından ve sürekli 29°C aydınlık koşullarda bekletilen kültürlerden elde edildiğini vurgulamışlardır.

Ercan ve ark. (2006), 2 biber çeşidinde (Kekova ve Sera Demre 8) yetiştirme sezonu ve bitki yaşının androgenesis üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, ana bitkiler Kasım-Mayıs ayları (kış sezonu) ısıtmasız serada, Mayıs-Aralık ayları (yaz sezonu) ise açıkta tarla koşullarında yetiştirilmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek embriyonik kapasite Kekova çeşidinde yaz sezonundan, Sera Demre 8 çeşidinde ise kış sezonu yetiştirilen bitkilerden, bitki yaşı olarak ise her 2 genotipte de 4 aylık bitkilerden alınan anterlerden elde edildiği saptanmıştır. Anter kültüründe tomurcukların alındığı dönem ve mikrosporların içinde buldukları gelişme dönemi başarıyı etkilemektedir. Ercan ve Biner (2002) tarafından yapılan çalışmada, Sirena F<sub>1</sub> biber çeşidinin 7.24 mm uzunluk ve 4.53 mm çaplı tomurcuklarında mikrosporların tek çekirdekli ve 1. polen mitozu aşamasında oldukları, bu aşamadaki anter uzunluğunun ise 5.13 mm olduğu saptanmıştır. İlhan ve Kurtar (2022), 12 biber (*Capsicum annuum* L.) genotipinden aldıkları anterleri 2 farklı ortamda kültüre almışlardır. En yüksek embriyo verimi 'cv. Dolphin' çeşidinde 0.5 mg/l BAP, 4 mg/l NAA, 15 mg/l AgNO<sub>3</sub>, % 0.25 aktif kömür, 30 g/l sakkaroz, 8 g/l agar ilave edilmiş B5 (Gamborg ve ark., 1968) ortamından elde edilmiştir. Keleş ve ark. (2015), 7 çarliston, 6 çan, 8 kapyra ve 7 yeşil biber genotipinden alınan anterleri 4 mg/l NAA, 0.5 mg/l BAP, % 0.25 aktif kömür, 30 g/l sakkaroz ve 15 mg/l AgNO<sub>3</sub> içeren MS ortamında kültüre almışlardır. Araştırma sonunda en yüksek oranda spontan yolla kromozom katlanmasının sırasıyla % 53.4, % 31.9 ve % 30.4 oranla çan, çarliston ve kapyra biberde olduğu saptanmıştır.

Özkum ve ark. (2001), biberde anterlere soğuk uygulamaları ile farklı zamanlarda (tomurcuklara, soğuk ön uygulamasından sonra, inkübasyonun 50. gününde) yaptıkları dışsal absizik asit (ABA) uygulamalarının, androgenesis üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, tomurcuklara soğuk ön uygulaması (4°C- 48 ve 96 saat) yapmışlar, ardından tomurcuklardan izole ettikleri anterleri, 4 mg/l NAA, 1mg/l BA, % 0.25 aktif kömür içeren ortamda sürekli aydınlatma altında 29°C' de kültüre almışlardır. Araştırmacılar, soğuk ön uygulamasına tabi tutulmuş anterlerde ABA miktarının kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu, ancak en yüksek embriyo oluşumunun (%12.5) soğuk uygulaması yapılmamış kontrol grubundan elde edildiğini ve biberde anterlerden embriyo oluşumu üzerine ABA miktarının tek başına bir



gösterge olmadığını vurgulamışlardır. Özkum ve Tıprıdamaz (2007), biberde soğuk ön uygulamaları (4°C- 48 ve 96 saat), AgNO<sub>3</sub> (0, 1, 5 ve 10 mg/l) ve aktif kömür (% 0.25)' ün embriyo oluşumu üzerine etkisini araştırmışlardır. En yüksek embriyo oluşumu (12.5 embriyo/100 anter) soğuk ön uygulaması yapılmamış, 4 mg/l NAA ve 1 mg/l BA içeren, AgNO<sub>3</sub> ilave edilmemiş MS ortamından elde edilmiştir.

Özsan ve Onus (2017), 4 biber çeşidinde antioksidant kaynağı olarak MS besin ortamına Vitamin B ilavesinin embriyo oluşumunu olumlu etkilediğini bildirmişlerdir. Sayılır ve Özzambak (2005), 6 biber çeşidinde anterleri MS (Murashige and Skoog, 1962) ve NN (Nitsch and Nitsch, 1969) ortamlarında kültüre almışlardır. En iyi embriyo veriminin, 'Çarliston Bağcı' çeşidinde 5-6 mm tomurcuklarından alınan anterlerden, MS+4 mg/l NAA+ 0.1 mg/l BA kombinasyonundan elde edildiğini, aktif kömürün tek başına embriyo oluşumu üzerine pozitif etkide bulunmadığını, NN+4 mg/l NAA+0.1mg/l BA+% 0.1 aktif kömür +200 ml havuç ekstraktı kombinasyonundan iyi sonuçlar elde edildiğini belirtmişlerdir.

Shimira ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, Ruanda' dan temin edilen 'Pili-Pili' biber çeşidinde (*Capsicum chinense*), anterler 30 g/l sakkaroz, 2.5 g/l aktif kömür, 15 mg/l AgNO<sub>3</sub>, 4 mg/l NAA, 0.5 mg/l BAP ve 6.5 g/l agar içeren MS ortamında kültüre alınmış ancak embriyo elde edilememiştir. Taşkın ve ark. (2011), 5 biber çeşidinde 4 ortam bileşiminin etkisini araştırmışlardır. En yüksek embriyo oluşumu düşük sıcaklığa tolerantlı olan A269 genotipinden elde edilmiştir. Ortam kombinasyonu olarak MS 3 (4 mg/l NAA, 1 mg/l BAP, % 0.25 aktif kömür, 15 mg/l AgNO<sub>3</sub>, 30 g/l sucrose) ve MS 4 (% 0.25 aktif kömür, 15 mg/l AgNO<sub>3</sub>, 4 mg/l NAA, 0.1mg/l BAP ve 0.5 mg/l ABA) kombinasyonlarının daha başarılı olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, kültür ortamında gelişimini tamamlayamayan embriyoları, olgunlaştırmak amacıyla 0.5 mg/l ABA içeren ortamda 10 gün boyunca bekletmişler, ancak ABA' nın embriyoların olgunlaşması üzerine olumlu bir etkide bulunmadığını belirtmişlerdir.

Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu (2002), 'Demre Sivrisi' ve '11 B14' biber çeşitlerine ait çiçek tomurcuklarına yapılan soğuk şoku uygulamalarının (4°C'de 80, 90 ve 100 saat, ya da 9°C'de 5 veya 9 gün) ve çift fazlı sistemde besin ortamına katılan aktif kömürün; anter kültüründe, anterlerdeki içsel absizik asit (ABA) miktarı üzerine etkileri incelenmiştir. Aktif kömür, çift faz halinde hazırlanan ortamın agar ile katılaştırılan katında % 1 konsantrasyonda olacak şekilde filtre edilerek ilave edilmiştir. Soğuk şokları ve besin ortamına aktif kömür katılması, biber anterlerindeki ABA miktarını azaltıcı yönde etki yapmış, ancak embriyo oluşturma yönünde olumlu bir etki yapmamıştır.

Bal ve ark. (2003), biberde 'U-130 genotipinde' tek çekirdekli mikrosporları içeren tomurcuklara 10°C' de 7 gün boyunca manitol açlık ön uygulaması yapmışlar, daha sonra izole edilen mikrosporları 100, 130 ve 170 g/l sakkaroz içeren NLN ortamında kültüre almışlardır. Araştırmacılar, araştırma sonunda 170 g/l sakkaroz içeren ortam hariç, diğer ortamlarda kültürlerin yoğun enfeksiyon nedeniyle kaybedildiğini, kültürlerin 30. ve 60. gününde sadece kallus kolonilerinin gözlemlenebildiğini vurgulamışlardır.

## 2.2. Patlıcanda Yapılmış Çalışmalar

Alpsöy ve Şeniz (2007), ‘Kemer’ ve ‘Urfa Yerlisi’ patlıcan çeşitlerinde yaptıkları denemelerde, kallus oluşum oranının % 5.56-% 49.98 arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu genotiplerde, anterleri MS (4 mg/l NAA + 1 mg/l kinetin) ve C (5 mg/l 2,4-D + 5 mg/l kinetin) ortamlarında kültüre almışlar, ardından 35°C karanlıkta 8 gün beklettikten sonra iklim odası koşullarına aktarmışlardır. Araştırmacılar, ‘Urfa Yerlisi’ çeşidinde ortam kombinasyonlarına göre embriyo oluşum oranlarının sırasıyla % 3.67 ve % 2.05 olduğunu belirlemişlerdir.

Başay ve Ellialtıoğlu (2013), ‘Topan’, ‘Halep Karası’ ve ‘Teorem F<sub>1</sub>’ hibrit çeşidi ile *Verticillium dahliae*’ ye dayanımı yüksek olan 2 ıslah hattıyla [Vd-1 ve Vd-2 (LS 2346)] yaptıkları çalışmada, Topan (% 4.16) ve Halep Karası (%2.63) çeşitlerinin diğer genotiplere göre embriyo oluşum oranının yüksek olduğunu, bu nedenle bu 2 çeşidi ana ebeveyn olarak kullanıp, *Verticillium dahliae*’ ye dayanıklı diğer genotiplerle (Teorem F<sub>1</sub>, Vd-1 ve Vd-2) resiprokal melezleme yaptıklarını belirtmişlerdir. Melezleme sonucunda, ‘Topan’× ‘Teorem F<sub>1</sub>’ (% 0.87) ve ‘Teorem F<sub>1</sub>’ × ‘Topan’ (% 2.57) kombinasyonlarından embriyo elde etmişlerdir. Araştırmacılar, anterleri Dumas de Vault ve Chambonnet (1982) tarafından geliştirilen metota göre kültüre almışlardır. Bu amaçla, anterleri ilk olarak DDV-C ortamında (5 mg/l 2,4-D + 5 mg/l kinetin + 0.2 mg/l vitamin B12 + % 12 sakkaroz) 35°C karanlıkta 8 gün beklettikten sonra, 25°C (12 saat aydınlık: 12 saat karanlık) koşullarda 4 gün bekletip, rejenerasyon ortamına DDV-R (0.1 mg/l kinetin, % 3 sakkaroz) aktarmışlardır. Araştırmacılar, embriyo oluşumları başladığında, oluşan embriyoları hormon içermeyen MS ortamına aktararak bitkiye dönüşümü sağlamışlardır.

Bat ve ark. (2022), F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> ve F<sub>3</sub> ıslah kademelerindeki 61 patlıcan genotipinde, anterleri Dumas de Vault ve Chambonnet (1982) tarafından geliştirilen methoda göre kültüre almışlar, embriyo oluşum oranının % 0-21.58, embriyolardan bitkiye dönüşüm oranının ise % 0-100 arasında değişim gösterdiğini saptamışlardır. Boncukçu ve Geboloğlu (2020), ‘Yamula’, ‘Karabaş F<sub>1</sub>’, ‘Malkara F<sub>1</sub>’, ‘Çantalı F<sub>1</sub>’ ve ‘Tatlıcan F<sub>1</sub>’ patlıcan genotiplerinde tomurcuklara soğuk ön uygulaması (4°C-24 saat) yaptıktan sonra, anterleri, 0.01 mg/l kinetin, 0.01 mg/l 2,4-D, 0.03 mg/l vitamin B12 içeren DDV ve MS ortamlarında, 2 farklı inkübasyon rejiminde (9°C ve 35°C-8 gün karanlık) beklettikten sonra iklim odası koşullarına almışlardır. Araştırma sonucunda ‘Malkara F<sub>1</sub>’, ‘Çantalı F<sub>1</sub>’ ve ‘Tatlıcan F<sub>1</sub>’ genotiplerinden embriyo elde edilemezken, ‘Yamula’ ve ‘Karabaş F<sub>1</sub>’ genotiplerinden embriyo elde edilmiştir. Embriyo gelişim oranı genotiplere göre % 1.73-% 9.44 arasında değişim göstermiştir. Embriyo gelişim oranı DDV ortamında (% 7.29) ve 35°C (% 10.9) inkübasyon rejiminde daha yüksek olmuştur.

Çelik ve Onus (2021), patlıcanda tomurcuk ve anter uzunluğu ile mikrospor gelişme aşamasının embriyonik kapasiteyi belirlemede önemli bir kriter olduğunu, genç ve orta gelişme dönemindeki mikrosporları içeren anterlerin anter kültüründe etkinliği artırdığını belirtmişlerdir. Ellialtıoğlu ve ark. (2012), ‘Kemer’ ve ‘Aydın Siyahı’ patlıcan çeşitlerinde sporofitik polen sayısı üzerine mevsimsel farklılığın etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, yaz başlangıcında alınan anterlerden haploid embriyo oluşumu sağlandığını, sonbahar döneminin embriyo oluşumu açısından başarılı bulunmadığını belirtmişlerdir.

Geboloğlu ve ark. (2017), patlıcanda anter kültüründe şeker yerine bal kullanılmasının etkisini araştırmak amacıyla farklı sakkaroz ve bal dozlarını (30, 60, 90, 120 ve 150 mg/l) karşılaştırmışlardır. Büyüme düzenleyici olarak 2,4-D ve kinetinin 1, 3 ve 5 mg/l dozlarını

kullanılmışlardır. Araştırmacılar, en yüksek ortalama embriyoid oluşumunun bal uygulamasında % 18.35, şeker uygulamasında % 20.95 olduğunu, ‘Yamula’ çeşidinin daha yüksek androgenik cevap verdiğini, en yüksek embriyoid oluşumunun 1 mg/l kinetin + 3 mg/l 2,4 D uygulamasından elde edildiğini saptamışlardır. Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu (1998), patlıcanda tomurcuklara soğuk şoku ön uygulaması (4°C-80 saat, 9°C-9 gün) ve besin ortamına aktif kömür ilavesinin anterlerin ABA içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, DDV ortamında kültüre alınmış ve soğuk ön uygulaması yapılmamış anterlerden, besin ortamında aktif kömür ilavesine gerek olmadan embriyo gelişiminin sağlandığını, anterlerdeki ABA’ in embriyo oluşumu üzerine etkili tek faktör olmadığını, patlıcan anterlerindeki ABA düzeyinin embriyo oluşumunu engelleyici düzeyde olmadığını belirtmişlerdir.

Vural ve Arı (2020), patlıcanda anter kültürü üzerine yaptıkları çalışmada DDV (Dumas de Vault et al., 1982) ortamını kullanmışlardır. Hem embriyo uyartım (DDV-C) hem de farklılaşma ortamlarında (DDV-R) modifikasyonlar yaparak, farklı karbonhidrat kaynaklarının (maltoz ve sakkaroz), AgNO<sub>3</sub> ve aktif kömür ilavesinin etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, maltoz tek başına en yüksek konsantrasyonda etkili bulunmuştur. Maltoz + AgNO<sub>3</sub> kombinasyonu dikkate değer bulunmazken, maltoz + aktif kömür kombinasyonu negatif etki yapmıştır. En olumlu etki genotip, mevsim ve optimum kimyasalların konsantrasyonuna bağlı olarak, maltoz (90 g/l) + AgNO<sub>3</sub> (10 mg/l) + aktif kömür (1 g/l) kombinasyonundan elde edilmiştir. Araştırmacılar, SC24 kodlu uyartım ortamında anterlerin daha uzun süre canlılıklarını korudukları, embriyo verimi ve kalitesinin, bitki rejnerasyonunun daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. SC24 kodlu uyartım ortamında, 2 genotipte orijinal uyartım ortamına (DDV-C) göre 3.9 kat daha fazla sayıda embriyo elde ettiklerini, A117 genotipinde, SC24 + DDV-R ortam kombinasyonunda sonbahar sezonunda alınan anterlerden 320 embriyo ve 200 bitki / 100 anter elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Vural ve ark. (2021), patlıcanda farklı LED spektrumlarına sahip aydınlatma koşullarının embriyo oluşumu üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, anterleri DDV besin ortamında 8 farklı LED spektrumunda kültüre almışlardır. Araştırma sonucunda hiçbir uygulama yapılmayan kontrol grubunda 28 embriyo/100 anter elde edilirken, sadece Kırmızı + Mavi LED uygulamasından 6 embriyo/100 anter elde edildiğini, diğer uygulamalarda ise yoğun kallus oluşumlarının gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Çelik ve Onus (2019), 2 patlıcan çeşidinin mikrospor embriyogenesis üzerine tepkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, izole edilen mikrosporlara 35°C’ de 3 gün sıcaklık şoku uyguladıktan sonra, 25°C sıcaklık koşulunda % 2 sakkaroz, 0.5 mg/l NAA ve 0.5 mg/l BAP içeren NLN ortamında (pH: 5.9) 1 ay süreyle kültüre almışlardır. Araştırma sonucunda mikrosporlardan embriyo elde edilemediğini, G07-1 çeşidi (288 kallus/petri) ve G07-2 çeşidinde (64 kallus/petri) kallus elde edildiğini bildirmişlerdir. Bal ve ark. (2009) tarafından patlıcanda (*Solanum melongena* L.) yapılan bir çalışmada, tek çekirdekli mikrosporlar manitol içeren B açlık ortamında 4°C, 25°C ve 33°C’ de 6 gün süreyle bekletilmiş, ardından 0.25 M maltoz içeren AT3 ortamına alınmış ve 25°C karanlık koşullara alınmıştır. Araştırma sonucunda simetrik çekirdek bölünmesi ve tek çekirdekli mikrosporların sadece 33°C-2 gün ön uygulamasında gözlemlendiği belirtilmiştir.

### 2.3. Domateste Yapılmış Çalışmalar

Bal ve Abak (2005), domateste lactalbumin hidrozat (LH), kazein hidrozat (CH) ve açlık ön uygulamasının simetrik çekirdek bölünmesi ve çok çekirdekli yapıların oluşumuna etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, çiçek tomurcukları, sadece manitol ya da sakkaroz içeren açlık ortamlarında 10°C’ de 7 gün boyunca tutulmuştur. Ardından anterlerden mikrosporlar izole edilerek NLN ortamında kültüre alınmıştır. Araştırmacılar, ‘cv. Fantastic’ domates çeşidinde BAP (0.5 mg/l) ve NAA (0.5, 1.0 ve 1.5 mg/l) + LH (2 veya 4 ml/l) içeren NLN ortamında (Lichter, 1982), diğer çeşitlerde ise BAP (0.5 mg/l) ve NAA (0.5 mg/l) + CH (5 veya 10 g/l) içeren NLN ortamında simetrik çekirdek bölünmesinin gözlemlendiğini, manitol açlık ön uygulamasının, şeker sakkaroz ön uygulamasından daha etkili olduğunu saptamışlardır.

#### 2.4. Brassica Cinsi Türlerde Yapılmış Çalışmalar

Arı ve ark. (2021), soğuk şoku uygulamalarının açıkta tarla koşullarında yetiştirilen ‘Songbird Red F<sub>1</sub>’ süs lahanası çeşidinde mikrospordan embriyo oluşumu üzerine etkisini araştırmışlardır. Tek çekirdekli mikrosporları içeren anterlerden izole edilen mikrosporlar % 15 sakkaroz ve aktif kömür içeren NLN (Lichter, 1982) ortamında kültüre alınmıştır. Araştırmacılar, sıcaklık şoku olarak; izole edilen mikrospora 4 farklı sıcaklık (32°C- 2 gün veya 4°C- 1, 2 ve 3 gün) şoku uygulamışlardır. En yüksek embriyo verimi, 37.75 embriyo / petri değeri ile 4°C 1 gün uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamayla mikrospor embriyogenesisde yaygın olarak kullanılan 32°C 2 gün uygulamasına göre 7.7 kat daha fazla embriyo elde edildiği bildirilmiştir.

Tuncer (2017), 4 turp (*Raphanus sativus* L.) çeşidinde kolhisin uygulamalarının (0, 10, 25, 50 ve 75 mg/l) mikrospor embriyogenesis üzerine etkisini araştırmıştır. Bu amaçla, B5-13 (Gamborg ve ark., 1968) ortamında izole edilen mikrospora 4°C karanlık koşullarda 2 gün süreyle farklı dozlarda kolhisin uygulamıştır. Uygulamadan sonra, mikrosporlar 1/2 NLN-13 ortamında 32.5°C’ de 1 gün tutulduktan sonra 25°C karanlık koşullara almıştır. 50 mg/l kolhisin dozu kallus oluşumu (6.63 kallus/petri) bakımından en etkili doz olurken, embriyo oluşumunun sağlanmadığı bildirilmiştir. Tuncer ve Yanmaz (2011), baş lahanada (*B. oleracea* var. *capitata* subvar. *alba*), yaprak ve süs lahanasında (*B. oleracea* var. *acephala*), izole edilen mikrospora 2 farklı kolhisin dozunu (50 ve 100 mg/l) 15 saat süreyle uygulamışlardır. Mikrosporlar, kolhisin uygulamasından sonra NLN-13 ortamında (40.000 mikrospor/ml) 32°C ve 35°C’ de 2 gün süreyle kültüre almışlardır. İzolasyondan sonra 12. ve 19. gün embriyo verimlerine göre 50 mg/l kolhisin dozu en etkili doz olmuştur. Baş lahanada (cv. Yalova-1) 32°C+50 mg/l kolhisin uygulaması (5.3 embriyo/petri), süs lahanasında 35°C+50mg/l (9.4 embriyo/petri) uygulaması etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir. Tuncer ve ark. (2016), 6 beyaz lahanada genotipi (Yalova-1, Ercis, 177 C, 177 T, 531 C, 538 C), 3 yaprak lahanada genotipi (Balkaya, Yanmaz, Karadere 077) ve 5 F<sub>1</sub> süs lahanası çeşidinde (Red Pigeon, Victoria Pigeon, Red Chidori, white Kamome ve Pink Kamome) yüksek sıcaklık uygulamalarının (32°C ve 35°C- 2 gün) mikrospor embriyogenesis üzerine etkisini araştırmışlardır. En yüksek embriyo verimi 32 °C’ de baş lahanada ‘cv. Yalova-1’ (9.92 embriyo/petri) ve süs lahanasında ‘cv. Pink Kamome F<sub>1</sub>’ çeşidinden (11.13 embriyo/petri), 35°C’ de ise yaprak lahanada ‘cv. Karadere 077’ çeşidinden (5.63 embriyo/petri) elde edilmiştir.

### 3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Androgenetik yöntemlerden anter kültürü ve mikrospor kültürü teknikleri kullanılarak haploid bitkiler elde edilebilmektedir. Türkiye’ de anter kültürü çalışmaları türler bazında değerlendirildiğinde, biberde genellikle MS ve DDV besin ortamlarının kullanılmakla birlikte NN ve B5 ortamlarının kullanıldığı çalışmalara da rastlanılmıştır. Bununla birlikte yapılan birçok çalışmada, besin ortamlarına  $AgNO_3$  (10-15 mg/l) ve aktif kömür (% 0.25), bazı çalışmalarda da askorbik asit (C vitamini) ilavesi yapılmasının başarıyı artırdığı belirtilmiştir. Besin ortamında büyümeyi düzenleyici madde olarak; sitokinin grubu hormonlar (BA, BAP ve kinetin) ile oksin türevi hormonların (2,4-D ve NAA) birlikte kullanıldığı, şeker kaynağı olarak ise sakkaroz (30 g/l) ve maltoz grubu şekerlerin kullanıldığı saptanmıştır. Yapılan literatür taramalarında, son yıllarda biberde anterlerin direkt katı ortamda kültüre alındığı klasik anter kültürü yöntemine ek olarak, anter yüzdürme esasına dayalı çift fazlı besin ortamlarının kullanıldığı ‘shed-mikrospor kültürü’ tekniği olarak bilinen teknikten de başarılı sonuçların alındığını belirten çalışmaların mevcut olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra anterlerden embriyo oluşumunu uyarmak amacıyla, kültürün ilk birkaç günü yüksek sıcaklık şoklarının yapılması gerekmektedir. Yapılan araştırmalarda biberde yüksek sıcaklık şoku olarak genellikle kültüre alınan anterlere kültürün ilk günlerinde (1-3 gün) 35°C sıcaklıkta karanlık koşulların uygulandığı belirlenmiştir. Bunun dışında bazı araştırmalarda, embriyo oluşumunu uyarmak amacıyla, anterleri besin ortamına dikmeden önce tomurcuklara 1-2 gün süreyle soğuk şoklarının (4°C) yapıldığı da tespit edilmiştir.

Türkiye’ de patlıcanda yapılan anter kültürü çalışmaları değerlendirildiğinde, besin ortamı olarak; çoğunlukla DDV ortamı kullanılmakla birlikte bazı çalışmalarda MS ortamının da kullanıldığı belirlenmiştir. DDV ortamının kullanılmasında, anterler ilk önce embriyo oluşumunu uyarmak amacıyla uyartım ortamına alınmakta (DDV-C), ardından rejenerasyonun sağlanması için embriyolar rejenerasyon ortamına (DDV-R) aktarılmaktadır. Yapılan literatür taramalarında, embriyo uyartım ortamında (DDV-C); şeker kaynağı olarak daha çok sakkaroz (90-120 g/l sakkaroz) veya maltoz (90 g/l) kullanıldığı, rejenerasyon ortamında ise (DDV-R) daha düşük düzeyde sakkaroz (30 g/l) kullanıldığı tespit edilmiştir. Besin ortamında embriyo oluşumunu uyarmak amacıyla büyümeyi düzenleyici madde olarak daha çok kinetin ve 2,4-D kombinasyonunun kullanıldığı, bazı çalışmalarda B12 vitamin ilavesinin yapıldığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, biber kadar yaygın olmamakla birlikte patlıcan anter kültürü çalışmalarında da embriyo oluşumunu uyartım amacıyla besin ortamına  $AgNO_3$  ve aktif kömür ilavesinin yapıldığı da görülmüştür. Yine patlıcanda da, anterlerden embriyo oluşumunu sağlayabilmek için kültürün ilk günlerinde yüksek sıcaklık şoku gerekli olmaktadır. Yapılan çalışmaların birçoğunda, patlıcan anterlerine 35°C sıcaklık şokunun (3-8 gün) uygulandığı saptanmıştır.

Androgenesis yöntemlerinden bir diğer teknik de; mikrospor kültürü tekniğidir. Bu teknikte tek çekirdekli mikrosporları içeren anterlerin bulunduğu tomurcuklar, mikrospor izolasyon ortamlarında ezilerek mikrosporların serbest hale gelmesi sağlanmaktadır. Daha sonra izole edilen mikrosporlar, sıvı temel kültür ortamında istenilen mikrospor yoğunluğunda kültüre alınmaktadır. Türkiye’ de mikrospor kültürü çalışmalarının domates, biber, patlıcan ve



*Brassica* cinsi türlerinden baş lahana, yaprak lahana, süs lahanası ve turpta yapıldığı belirlenmiştir.

Ülkemizde *Brassica* grubu türlerde yapılmış mikrospor kültürü çalışmalarında, mikrospor izolasyon ortamı olarak genellikle NLN (130 g/l sakkaroz) veya B5 (130 g/l sakkaroz) sıvı ortamlarının, temel besin ortamı olarak ise NLN (130 g/l sakkaroz) sıvı ortamının kullanıldığı, mikrosporlardan embriyo oluşumunu uyarmak amacıyla kültürün ilk günleri yüksek sıcaklık şoku olarak 32°C-35°C (2 gün) uygulamasının kullanıldığı, süs lahanasında yapılan bir çalışmada ise *Brassica* türlerinde yaygın olarak kullanılan yüksek sıcaklık şokunun aksine soğuk uygulamasından (4°C-1 gün) daha başarılı sonuçların alındığı belirtilmiştir (Ari ve ark., 2021). Bunun dışında embriyo oluşumunu uyarmada lahana grubu türlerde kolhisin uygulamalarından (50 mg/l) da olumlu sonuçlar alındığı bildirilmiştir. Domateste yapılmış mikrospor kültürü çalışmalarında; tomurcuklara soğuk ön uygulaması (10°C-7 gün) ve manitol içeren açlık uygulamalarının birlikte yapıldığı, patlıcanda ise daha çok yüksek sıcaklık şoku ve açlık uygulamalarının kombine olarak yapıldığı saptanmıştır.

Türkiye’de yapılan mikrospor kültürü çalışmalarında, *Brassica* grubu türlerde embriyo oluşumu sağlanırken; biber, domates ve patlıcan türlerinde yapılan çalışmalarda embriyo elde edilememekle birlikte, simetrik çekirdek bölünmelerinin uyartımının sağlandığı belirtilmiştir. Sonuç olarak; gerek anter kültürü gerekse mikrospor kültürü çalışmalarında başarı sağlanabilmesi için her genotipe özgü tekniğin optimizasyonunun sağlanması ve tekrarlamalı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

- Abak K. (1983a). Study on anther culture in vitro of pepper (*Capsicum annuum*). *Capsicum Newsletter*, 2: 72-73.
- Abak, K. (1983b). Biberde (*Capsicum annuum* L.) anter kültürü yoluyla haploid bitki elde etme üzerinde araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı 33: 155-163.
- Alpsoy, H.C., Şeniz, V. (2007). Researches on the *in vitro* androgenesis and obtaining haploid plants in some eggplant genotypes. *Acta Horti* 729: 137-141.
- Alremi, F., Taşkın, H., Sönmez, K., Büyükalaca, S., Ellialtıoğlu, Ş. (2014). Biber (*Capsicum annuum* L.)’de genotip ve besin ortamının anter kültürüne etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1(2): 108-116.
- Ari, E., Yıldırım, T., Mutlu, N., Büyükalaca, S., Gökmen, Ü., Akman, E. (2016a). Comparison of different androgenesis protocols for doubled haploid plant production in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.). *Turkish Journal of Biology* 40(4): 944-954.
- Ari, E., Bedir, H., Yıldırım, S., Yıldırım, T. (2016). Androgenic responses of 64 ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes to shed-microspore culture in the autumn season. *Turkish Journal of Biology* 40(3): 706-717.
- Ari, E., Bedir, H., Mutlu, N. (2021). Enhancement of embryogenesis in freshly isolated microspore cultures of ornamental kale through direct cold shock treatment. *Scientia Horticulturae* 280: 109961.



- Ata, A., Keleş, D., Taşkın, H., Büyükalaca, S. (2019). Effects of season, genotype, and nutrient medium on pepper anther culture and microspore development. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 43(2): 123-137.
- Ata, A., Büyükalaca, S. (2013). İklim koşullarına karşı farklı adaptasyon yeteneklerine sahip biberlerde (*Capsicum annuum* L.) anter kültürüne mevsim etkisi. *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 29(2): 90-98
- Atasoy, D., Baktemur, G., Taşkın, H. (2021). Bazı biber (*Capsicum annuum* L.) genotiplerinin anter kültürü performanslarının belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 31(2): 282-293.
- Bal, U. 2002. Domateste (*Lycopersicon esculentum* Mill.) izole edilmiş mikrospor kültürü, ovaryum kültürü ve *Solanum sisymbriifolium* Lam. ile tozlanma yöntemleri ile haploid embriyo oluşumunun uyartılması. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi (basılmamış), 1-156 s., Tekirdağ.
- Bal, U., Abak, K., Büyükalaca, S., Comlekcioglu, N. (2003). Development of callus colonies from the isolated microspore culture of *Capsicum annuum* L. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 17(2): 38-43.
- Bal, U., Abak, K. (2005). Induction of symmetrical nucleus division and multicellular structures from the isolated microspores of *Lycopersicon esculentum* Mill. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 19(1): 35-42.
- Bal, U., Ellialtıoğlu, S., Abak, K. (2009). Induction of symmetrical nucleus division and multinucleate structures in microspores of eggplant (*Solanum melongena* L.) cultured *in vitro*. *Scientia Agricola* 66: 535-539.
- Başay, S., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2013). Effect of genotypical factors on the effectiveness of anther culture in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Turkish Journal of Biology* 37(4): 499-505.
- Bat, H., Shidfar, M., Çömlekçiöğlü, N., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2020). *In vitro* androgenesis in pepper and the affecting factors on success: I. Carbon source and concentrations. *Biotech Studies* 29(2): 62-68.
- Bat, H., Altındağ, F.N., Yiğit, M.A., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Çömlekçiöğlü, N. (2022). Genotype effect as one of the affecting factors on the success of anther culture in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Horticultural Studies* 39(2): 41-47.
- Boncukçu, S.D., Çelik, M.E., Geboloğlu, N. (2020). Effect of media, stress conditions and genotype on androgenetic performance of pepper. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 37(1): 23-29.
- Buyukalaca, S., Kilic, N., Comlekcioglu, N., Abak, K., Ekbiç, E. (2004). Effects of silver nitrate and donor plant growing conditions on production of pepper (*Capsicum annuum* L.) haploid embryos via anther culture. *European Journal of Horticultural Science* 69(5): 206-209.
- Ceyhan, A.P., Aktaş, H. (2020). Anter kültürü tekniği ile dihaploid nitelikli üç burun ve dolma tipli biber hatlarının geliştirilmesi. *Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences* 3(Ek 1): 199-205.
- Çağlar, G., Aras, V., Bayram, A. (2004). Kurutmalık kırmızı biberlerde androgenesis yoluyla *in vitro* haploid embriyo uyartımı. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 17(1): 87-94.

- Çelik, B.Ö., Onus, A.N. (2021). Eggplant anther culture: Association between bud/anther size and microspore developmental stage in different eggplant genotypes.
- Çelik, B., Onus, A.N. (2019). Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) Mikrospor kültürü üzerine bir ön araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 23: 61-66.
- Çiner, D.Ö., Tipirdamaz, R. (2002). The effects of cold treatment and charcoal on the *in vitro* androgenesis of pepper (*Capsicum annuum* L.). Turkish Journal of Botany 26(3): 131-139.
- Comlekcioglu, N. (2021). Effect of colchicine addition to culture medium on induction of androgenesis in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Pakistan Journal of Botany* 53(3): 1-5.
- Demirkaya, B., Çömlekçioğlu, N. (2021). Effects of biotin and ascorbic acid applications on haploid embryo induction in semisolid and double layer nutrient media in pepper (*Capsicum annuum* L.) anther culture. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences* 5(2): 191-196.
- Doğan, S., Arı, E. (2019). The effect of shaker use on embryo yield in shed-microspore cultures of ornamental peppers. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi* 5(2): 299-307.
- Doğangüzel, E., Altındağ, F. N., Yiğit, M. A., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Çömlekçioğlu, N. (2021). *In vitro* androgenesis in pepper (*Capsicum annuum* L.) and the affecting factors on success: II. Carbohydrate source and antioxidants. *Biotech Studies* 30(2): 92-97.
- Doksöz Boncukçu, S., Geboloğlu, N. (2020). Effect of genotype, stress conditions and media on androgenic performance of eggplant. *Acta Hort.* 1285: 185-192.
- Dumas de Vaulx, R., Chambonnet, D., Pochard, E. (1981). *In vitro* anther culture in red pepper (*Capsicum annuum* L.): improvement of the rate of plant production in different genotypes by treatments at 35 °C. *Agronomi* 1: 859-864.
- Ellialtıoğlu, Ş., Kaplan, F., Abak, K. (2001). The effect of carrot extract and activated charcoal on the androgenesis of pepper. In *Proceedings of XI<sup>th</sup> Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum & Eggplant* Vol. 9, p. 13).
- Ellialtıoğlu, Ş., Başay, S., Kuşvuran, Ş. (2012). Patlıcanda polen dimorfizmi ve anter kültürü ilişkisinin incelenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 5(1): 149-152.
- Ercan, N., Biner, Ş.B. (2002). Farklı irilikteki biber tomurcuklarında polen gelişme döneminin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 15(1): 53-59.
- Ercan, N., Sensoy, F.A., Sensoy, A.S. (2006). Influence of growing season and donor plant age on anther culture response of some pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae* 110(1): 16-20.
- Ercan, N., Ayar Şensoy, F. (2012). Determination of the optimum microspore development stage and optimum culture medium in asparagus (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) For anther culture. *Acta Hort.* 961: 153-157.
- Gamborg, O.L., Miller, R., Ojima, K. (1968). Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. *Experimental Cell Research* 50(1): 151-158.
- Geboloğlu, N., Boncukçu, S.D., Durna, P., Bayram, M. (2017). Patlıcanda şeker, bal ve büyüme düzenleyicilerin anter kültüründe embriyoid oluşumuna etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi* 6: 275-280.

- İlhan, M., Kurtar, E.S. (2022). Double haploidization efficiency of selected pepper genotypes via *in vitro* anther culture. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences* 36(2): 253-259.
- Keleş, D., Pınar, H., Ata, A., Taşkın, H., Yıldız, S., Büyükalaca, S. (2015). Effect of pepper types on obtaining spontaneous doubled haploid plants via anther culture. *HortScience* 50(11): 1671-1676.
- Lichter, R. (1982). Induction of haploid plants from isolated pollen of *Brassica napus*. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* 105(5): 427-434.
- Murashige T, Skoog F (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant* 15:473–497.
- Nitsch, J.P., Nitsch, C. (1969). Haploid plants from pollen grains. *Science* 163(3862): 85-87.
- Özkum, D., Tıprıdamaz, R., Ellialtıoğlu, S. (2001). The relationship between the endogenous abscisic acid content of anthers and *in vitro* androgenesis in peppers (*Capsicum annuum* L.). *Acta Hort.* 560: 327-329.
- Özkum, D., Tıprıdamaz, R. (2007). Effects of silver nitrate, activated charcoal and cold treatment on the *in vitro* androgenesis of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Acta Hort.* 729: 133-136.
- Ozsan, T., Onus, A. (2017). *In vitro* pepper (*Capsicum annuum* L.) anther culture: can be affected via vitamins B. *Biotechnology Journal International* 20(1): 1-13.
- Sayılır, A., Özzambak, E. (2005). Biber Aater kültüründe uygun tomurcuk büyüklüğü ile besin ortamı içeriklerinin embriyo verimine etkileri üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 42(3): 1-11.
- Shimira F., Yıldız, S., Baktemur, G., Keleş, D., Aydın, M.Z., Büyükalaca, S., Taşkın, H. (2019). Investigation of androgenesis capacity of Rwandan Pili-Pili variety (*Capsicum chinense* L.) in Turkey. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 24(3): 170-175.
- Taskin, H., Büyükalaca, S., Keles, D., Ekbiç, E. (2011). Induction of microspore-derived embryos by anther culture in selected pepper genotypes. *African Journal of Biotechnology* 10(75): 17116-17121.
- Tıprıdamaz, R., Ellialtıoğlu, Ş. (1998). The effects of cold treatments and activated charcoal on ABA contents of anthers and *in vitro* androgenesis in eggplant (*Solanum melongena* L.). In *Progress in Botanical Research* (pp. 607-610). Springer, Dordrecht.
- Tıprıdamaz, R., Ellialtıoğlu, Ş. (2002). Soğuk uygulamaları ve aktif kömürün biberde (*Capsicum annuum* L.) anter kültürü süresince absizik asit miktarındaki değişim üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi* 15(1): 9-18.
- Tuncer, B., Yanmaz, R. (2007). Haploid bitki elde etme yollarından biri: Mikrospör kültürü. *Alatırım* 6(2):9-14.
- Tuncer, B., Yanmaz, R. (2011). Effects of colchicine and high temperature treatments on isolated microspore culture in various cabbage (*Brassica oleraceae*) types. *International Journal of Agriculture and Biology* 13(5): 819-822.
- Tuncer, B., Çığ, A., Yanmaz, R., Yaşar, F. (2016). Effect of heat shock treatment on microspore embryogenesis in *Brassica oleracea* species. *Journal of Agricultural Sciences* 22(4): 548-554.
- Tuncer, B. (2017). Callus formation from isolated microspore culture in radish (*Raphanus sativus* L.). *Journal of Animal & Plant Science* 27(1): 277-282.
- Vural, G.E., Ari, E. (2020). Triple synergistic effect of maltose, silver nitrate and activated charcoal on high embryo yield of eggplant (*Solanum melongena* L.) anther cultures. *Scientia Horticulturae* 272: 109472.
- Vural, G.E., Çakırer Seyrek, G., Kırbay, E., Zengin, S., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Demir, K. (2021). Farklı LED spektrumlarının patlıcan anterlerinde haploid bitki oluşumuna etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi* 10(2): 29-33.

## TÜRKİYE’ DE SEBZE ISLAHINDA ANDROGENESIS ARAŞTIRMALARI

**Doç. Dr., BURCU TUNCER<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,  
brctuncer@gmail.com - ORCID ID 0000-0002-4402-4536

### ÖZET

Haploidi yöntemi, bitki ıslahında homozigot saf hatların elde edilmesinde kullanılan ve ıslah sürecini kısaltıcı bir yöntemdir. Homozigot hatların elde edilmesinde androgenesis yoluyla haploidi yöntemlerinden anter ve mikrospor kültürü teknikleri kullanılmaktadır. Burada sunulan çalışmada, geçmişten günümüze Türkiye’ de sebze ıslahında androgenetik yöntemlerden anter kültürü ve mikrospor kültürü teknikleri üzerine yapılmış olan çalışmaların mevcut durumunu belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla yapılmış olan araştırmalar; lisansüstü tezler ve yayınlar olmak üzere 2 ayrı kategori altında toplanmış ve her kategoriye ait bulgular araştırma adları ve yapıldıkları yıllar da belirtilerek çizelgeler halinde detaylı olarak sunulmuştur. Araştırma sonucunda 1991-2022 yılları arasında toplam 34 adet lisansüstü tez çalışmasının yapıldığı, bu çalışmalardan 8’ inin doktora tez çalışması, geri kalan 26 tanesinin ise yüksek lisans tez çalışması olduğu belirlenmiştir. Lisansüstü tezlerden 4’ ünün mikrospor kültürü tekniği, 24’ ünün ise anter kültürü tekniği üzerine yapıldığı, bu tezlerde en fazla çalışılan sebze türünün biber (20 tez) olduğu, bu türü patlıcan (8 adet) ve lahana türlerinin (2 adet) izlediği saptanmıştır. Yayın grubunda ise; 1983-2022 yılları arasında toplam 69 adet yayının yapıldığı, bu yayınların 19’ unun SCI dergilerde, 31’ unun SCI kapsamı dışındaki dergilerde, 11’ inin uluslararası kongrelerde, 8’ inin ise ulusal kongrelerde yayınlandığı tespit edilmiştir. Yayın grubunda androgenetik yöntemlerden mikrospor kültürü tekniği üzerine yapılmış olan toplam 10 adet yayının bulunduğu, bu yayınlardan 7’ sinin SCI, 2’ sinin SCI dışındaki ulusal ve uluslararası hakemli dergilerde yayınlandığı, 1 tanesinin ise ulusal kongrede sunulduğu belirlenmiştir. Anter kültürü üzerine yapılmış olan yayın sayısının ise toplam 59 adet olduğu, bu yayınlardan 12 tanesinin SCI, 29 tanesinin SCI dışındaki dergilerde yayınlandığı, 11 tanesinin ise uluslararası kongrelerde, 7’ sinin ise ulusal kongrelerde sunulduğu saptanmıştır. Yayın grubunda da en çok çalışılan sebze türünün biber (40 yayın) olduğu, bunu patlıcan (21 yayın) ve lahana türlerinin (4 yayın) izlediği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Anter kültürü, araştırma, haploidi, mikrospor kültürü.

### 1. GİRİŞ

Sebze ıslahında klasik ıslah yöntemleri kullanıldığında, homozigot saf hatların elde edilmesi yabancı döllen türlerde 5-6 yıl, kendine dölenen türlerde 3-4 yılı bulabilmektedir. Klasik ıslah yöntemlerinin aksine haploidi teknikleri sayesinde homozigot saf hatlara 1 generasyonda ulaşabilmektedir. Haploidi teknikleri; ginogenesis ve androgenesis yöntemler olmak üzere 2’ ye ayrılmaktadır. Androgenesis yoluyla haploid bitkilerin üretiminde, anter kültürü ve mikrospor kültürü

teknikleri kullanılmaktadır (Sarıkamış, 2017). Ancak her iki teknikte de başarı; genotip, ana bitkinin yetiştirildiği koşullar, anterlerin içindeki mikrospor gelişme aşaması, mikrospor yoğunluğu, besin ortam bileşimi, haploid embriyo oluşumunu uyarıcı uygulamalar ve inkübasyon koşulları gibi birçok faktöre göre değişkenlik göstermektedir (Tuncer ve Yanmaz, 2007). Haploidi tekniklerinden androgenesis yöntemler, sebze türlerinden biber, patlıcan ve lahana grubu türlerde başarılı sonuçlar vermektedir (Basay ve ark., 2011; Çömlekçioğlu ve Elliatioğlu 2018). Geçmişten günümüze kadar sebze ıslahında yapılmış olan androgenesis çalışmalarında, başarıyı artırmak amacıyla kültür koşullarını optimize etmeye yönelik farklı sebze türlerinde birçok araştırma yapılmıştır. Burada sunulan tebliğde, Türkiye’de sebze ıslahında geçmişten günümüze kadar androgenesis yöntemler kullanılarak yapılmış olan haploidi araştırmalarının mevcut durumunu ortaya koymak amaçlanmıştır.

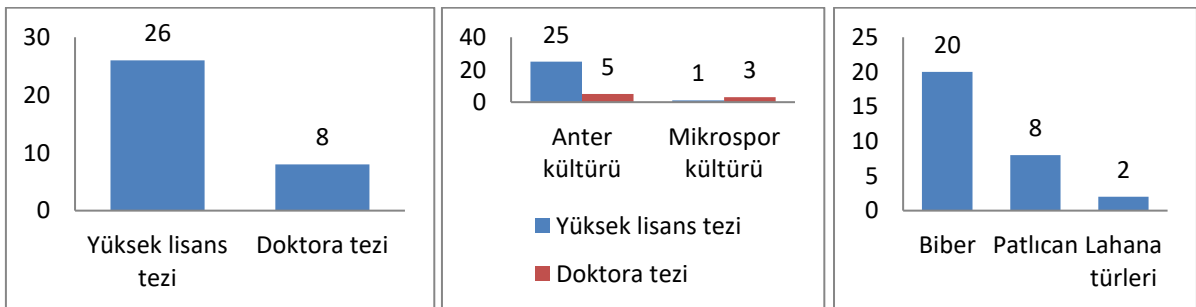
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın ilk aşamasında, Türkiye’ de 1991-2022 yılları arasında sebze türlerinde anter kültürü ve mikrospor kültürü teknikleri üzerine yapılmış olan lisansüstü tezler derlenerek bir araya getirilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise; 1983-2022 yılları arasında Türkiye’ de sebzelerde androgenesis üzerine yapılmış olan makaleler ve kongre bildirileri özetlenmiştir. Verilerin elde edilmesinde, internet üzerinden Yök tez tarama, Ulakbim ile Google Akademik linkinden yararlanılmıştır.

## 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 3.1. Sebze Türlerinde Androgenesis Üzerine Yapılmış Lisansüstü Tezler

Türkiye’ de 1991-2022 yılları arasında anter ve mikrospor kültürü üzerine yapılmış olan lisansüstü tezler Çizelge 1’ de sunulmuştur. Yapılan araştırmalar sonucunda, 1991-2022 yılları arasında toplam 34 adet lisansüstü tez çalışmasının yapıldığı, bu tez çalışmalarından 8’ inin doktora tez çalışması, geri kalan 26 tanesinin ise yüksek lisans tez çalışması olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1 ve Görsel 1). Androjenetik yöntemlerden anter kültürü üzerine toplam 25 adet yüksek lisans tez çalışması, 5 adet doktora tez çalışması, mikrospor kültürü üzerine ise toplam 1 adet yüksek lisans tezi ve 3 adet doktora tez çalışmasının yürütüldüğü belirlenmiştir. Lisansüstü tezlerin çalışılan sebze türlerine göre dağılımı incelendiğinde ise; en fazla çalışılan sebze türünün 20 adet lisansüstü tez ile biber olduğu, bunu sırasıyla patlıcan (8 adet) ve farklı lahana türlerinin (2 adet) izlediği saptanmıştır (Çizelge 1, Görsel 1).





### Görsel 1. Lisansüstü Tez Bilgileri

Çizelge 1. Androgenesis Üzerine Yapılmış Lisansüstü Tezler (Anonim, 2022a)

Tez Adı	Yazar	Tez Türü
<b>2021</b>		
Biberde anter kültürü uygulamalarının <i>in vitro</i> androgenesis üzerine etkileri	Münevver AĞCA	Y. Lisans
Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.) ıslahında anter ve iki farklı shed-mikrospor kültürünün kopya ve dolma tiplerinde saf hat eldesi üzerine etkileri	Melike Gökçe KANMAZ	Y. Lisans
Mas (moleküler markör yardımıyla seleksiyon) ve anter kültürü kullanılarak Maraş biberi tipine <i>Phytophthora capsici</i> 'ye toleransın aktarılması	Hamide BOZOK	Y. Lisans
<b>2020</b>		
Yarı katı ve çift fazlı besin ortamlarında biotin ve askorbik asit uygulamalarının biberde ( <i>Capsicum annuum</i> L.) anter kültürü yöntemiyle haploid embriyo oluşumuna etkileri	Burcu DEMİRKAYA	Y. Lisans
Bazı biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.) ıslah genotiplerinin anter kültürü performanslarının belirlenmesi	Didem ATASOY	Y. Lisans
MAS (moleküler markör yardımıyla seleksiyon) ve anter kültürü kullanılarak cırgalan biberine <i>Phytophthora capsici</i> dayanımının aktarılması	Nur Selin ÇABUK	Y. Lisans
Anter kültürü tekniği ile dihaploid nitelikli üç burun ve dolma tipli biber hatlarının geliştirilmesi	Atiye Püren CEYHAN	Y. Lisans
<b>2019</b>		
Patlıcanda ( <i>Solanum melongena</i> L.) haploid bitki elde etme amacıyla anter ve shed-mikrospor kültürlerinin karşılaştırılması	Gülsün Elif VURAL	Y. Lisans
Farklı biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.) genotipleri üzerinde shed-mikrospor kültürü tekniğinin uygulanması ve mikrospor gelişim aşamalarının belirlenmesi	Faruk Berkay ERİM	Y. Lisans
Biberde anter kültürü çalışmalarında farklı besi ortamlarının etkilerinin araştırılması	Musa KURT	Y. Lisans
Bazı yamula patlıcanı ( <i>Solanum melongena</i> L.) genotiplerinin moleküler ve morfolojik karakterizasyonu ile anter kültürüne tepkilerinin belirlenmesi	Emrah UYSAL	Y. Lisans
MAS (moleküler markör yardımıyla seleksiyon) ve anter kültürü kullanılarak yamula patlıcanda <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. f. Sp. <i>melongenae</i> 'ye dayanımın aktarılması	Hasan KEKEÇ	Y. Lisans
Sakız kabağında anter kültürü yoluyla bitki rejenerasyonu üzerinde araştırmalar	Duygu UZUN TUZCU	Y. Lisans
<b>2018</b>		



Farklı uygulamaların patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)'da mikrospor kültürü ile haploid embriyo ve bitki üretimi üzerine etkileri	Buse ÖZDEMİR ÇELİK	Doktora
---	--------------------------	---------

**Çizelge 1. (Devam) (Anonim 2022a)**

Tez Adı	Yazar	Tez Türü
Kırmızı baş lahanada ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> subvar. <i>rubra</i> ) anter kültürü yoluyla saf hatların eldesi	Aslıhan ÇİNGİR	Y. Lisans
<i>Citrullus lanatus</i> var. <i>lanatus</i> ve <i>C. lanatus</i> var. <i>citroides</i> türlerinde anter kültürü yöntemiyle haploid bitki elde edilmesi	Furkan Cihad AKBAŞ	Y. Lisans
<b>2017</b>		
Ispanakta ( <i>Spinacia oleracea</i> L.) anter kültürü ve ışınlanmış polenle tozlama yöntemi ile haploidizasyon	Ceren ÖZCAN	Doktora
<b>2016</b>		
Anter kültürü yoluyla nematoda dayanıklı sivri, çarliston, dolma ve kapyra biber saf hatlarının geliştirilmesi	Yusuf ÖCAL	Y. Lisans
<b>2015</b>		
<i>In vitro</i> androgenesis yöntemi ile farklı patlıcan genotiplerinde dihaploid hatların elde edilmesi	Sevtap DOKSÖZ BONCUKÇU	Y. Lisans
<b>2014</b>		
Farklı genetik ilerleme seviyesinde bitki kullanımının biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.) anter ve mikrospor kültüründe haploid bitki eldesi üzerine etkileri	Tuğçe ÖZSAN	Y. Lisans
<b>2013</b>		
Biberde( <i>Capsicum annuum</i> L.) anter kültüründe genotip ve besin ortamının etkisi	Faten AL RIMI	Y. Lisans
<b>2012</b>		
Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)' da mikrospor kültüründe ovaryum ko-kültür yönteminin haploid embriyo oluşumunun uyartılması üzerine etkisi	Buse ÖZDEMİR ÇELİK	Y. Lisans
<b>2011</b>		
Biberlerde ( <i>Capsicum annuum</i> L.) anter kültüründe mevsim etkisi ve mikrospor gelişimi	Atilla ATA	Y. Lisans
<b>2010</b>		
Farklı uygulamaların lahanalarda mikrospor kültürü yoluyla embriyo uyartımına etkisi	Burcu TUNCER	Doktora
<b>2005</b>		
Bazı biber genotiplerinde anter kültürü ile haploid embriyo uyartımında embriyo kalitesinin artırılmasına yönelik bazı uygulamalar	Hatıra TAŞKIN	Y. Lisans
<b>2003</b>		



Bazı biber ( <i>Capsicum annuum</i> L. ) çeşitlerinde anter kültürü yöntemiyle haploid bitki elde edilmesinde mevsimin ve bitki yaşının etkilerinin araştırılması	Funda AYAR	Y. Lisans
---	------------	-----------

**Çizelge 1. (Devam) (Anonim 2022a)**

Tez Adı	Yazar	Tez Türü
<b>2002</b>		
Domateste ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. ) izole edilmiş mikrospor kültürü, ovaryum kültürü ve <i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam. ile tozlama yöntemleri ile haploid embriyo oluşumunun uyartılması	Uğur BAL	Doktora
<b>2001</b>		
Güneydoğu Anadolu biber populasyonlarının dihaploidizasyon yöntemiyle ıslahı ve geleneksel yöntemlerle karşılaştırılması	Nuray ÇÖMLEKÇİOĞLU	Doktora
<b>2000</b>		
Biberde ( <i>Capsicum annuum</i> L.) <i>in vitro</i> androgenesis ve anterlerin içsel ABA miktarına bazı faktörlerin etkilerinin araştırılması	Dudu ÖZKUM	Y. Lisans
<b>1999</b>		
Biberde ( <i>Capsicum annuum</i> L.) anter kültürü yoluyla haploid bitki eldesinde farklı besin ortamlarının etkisi	H. Filiz BOYACI YILDIRIM	Y. Lisans
Bazı patlıcan genotiplerinde <i>in vitro</i> androgenesis ve haploid bitki elde edilmesi üzerinde araştırmalar	Hüseyin Can ALPSOY	Doktora
<b>1998</b>		
Biberde ( <i>Capsicum annuum</i> L.) anter kültürü yoluyla haploid bitki eldesi üzerine farklı sıcaklık ve ışık uygulamalarının etkileri	Ş. Beyza BİNER	Y. Lisans
<b>1992</b>		
Anter kültürü ile elde edilen bazı biber hatlarında kök boğazı yanıklığına ( <i>Phytophthora capsici</i> Leon.) dayanıklılık ve diallel melezleme üzerinde araştırmalar	Ahmet İŞBECEREN	Doktora
<b>1991</b>		
Değişik patlıcan genotiplerinde <i>in vitro</i> androgenesis ve haploid bitki oluşumunu uyarıcı bazı etmenler üzerinde araştırmalar	Şebnem KARAKULLUKÇU	Doktora

**3.2. Sebze Türlerinde Androgenesis Üzerine Yapılmış Yayınlar**

Türkiye’ de 1983-2022 yılları arasında sebze türlerinde androgenesis üzerine yapılmış olan makaleler ile ulusal ve uluslararası kongre bildirileri yıllar bazında Çizelge 2’ de sunulmuştur. Yayınlanmış makaleler; SCI dergilerde yayınlanmış makaleler ve SCI dışındaki dergilerde yayınlanmış makaleler olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır. SCI dışındaki dergilerde yayınlanmış makaleler, SCI dışında yayınlanan ulusal ve uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makalelerden oluşmuştur.

**Çizelge 2. Androgenesis Üzerine Yapılmış Yayınlar (Anonim 2022b)**

Yayın Adı	Yayın Türü
<b>1983</b>	
Study on anther culture <i>in vitro</i> of pepper ( <i>Capsicum annuum</i> )	SCI Dergi
Biberde ( <i>Capsicum annuum</i> L.) anter kültürü yoluyla haploid bitki elde etme üzerine araştırma	SCI Dergi
<b>1992</b>	
The response of some eggplant cultivars to anther culture	SCI Dışı Dergi
<b>1993</b>	
Studies on anther culture in eggplant. I. Determination of suitable bud development stage.	SCI Dışı Dergi
Studies on anther culture in eggplant. II. Effects of sugar and growth regulators	SCI Dışı Dergi
<b>1994</b>	
Anther culture of tomatoes and eggplants	Uluslararası Kongre
<b>1999</b>	
Kabakta ( <i>Cucurbita pepo</i> L.) anter kültürü yoluyla haploid bitki eldesi	SCI Dışı Dergi
Şanlıurfa ve Kahramanmaraş biber popülasyonlarında anter kültürü yöntemiyle haploid bitki elde etme olanakları	Ulusal Kongre
The effect of the treatments for reducing of abscisic acid amount on androgenetic embryo formation in eggplant	SCI Dışı Dergi
<b>2000</b>	
İnkübasyon koşullarının biber anter kültüründe embriyo oluşumu üzerine etkisi	Ulusal Kongre
<b>2001</b>	
The effect of carrot extract and activated charcoal on the androgenesis of pepper	Uluslararası Kongre
The relationship between the endogenous abscisic acid content of anthers and <i>in vitro</i> androgenesis in peppers ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Uluslararası Kongre
The effects of different temperature and light treatments on haploid plant development in anther culture of pepper ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Ulusal Kongre
Biberde ( <i>Capsicum annuum</i> L.) anter kültürü yoluyla haploid bitki eldesi üzerine farklı besin ortamlarının etkisi	Ulusal Kongre
The effects of different culture media added activated charcoal on production of haploid plant via anther culture of pepper ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Uluslararası Kongre
Effect of silver nitrate on haploid embryo induction by anther culture in pepper ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Uluslararası Kongre
<b>2002</b>	
Soğuk uygulamaları ve aktif kömürün biberde ( <i>Capsicum annuum</i> L.) anter kültürü süresince absizik asit miktarındaki değişim üzerine etkisi	SCI Dışı Dergi

**Çizelge 2. (Devam) (Anonim 2022b)**

<b>Yayın Adı</b>	<b>Yayın Türü</b>
The effects of cold treatment and charcoal on the <i>in vitro</i> androgenesis of pepper ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	SCI Dergi
Farklı irilikteki biber tomurcuklarında polen gelişme döneminin belirlenmesi	SCI Dışı Dergi
<b>2003</b>	
Development of callus colonies from the isolated microspore culture of <i>Capsicum annuum</i> L.	SCI Dergi
<b>2004</b>	
Effects of silver nitrate and donor plant growing conditions on production of pepper ( <i>Capsicum annuum</i> L.) haploid embryos via anther culture	SCI Dergi
Kurutmalık kırmızı biberlerde androgenesis yoluyla <i>in vitro</i> haploid embriyo uyartımı	SCI Dışı Dergi
<b>2005</b>	
Biber anter kültüründe uygun tomurcuk büyüklüğü ile besin ortamı içeriklerinin embriyo verimine etkileri üzerine bir araştırma	SCI Dışı Dergi
Induction of symmetrical nucleus division and multicellular structures from the isolated microspores of <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill	SCI Dergi
<b>2006</b>	
Influence of growing season and donor plant age on anther culture response of some pepper cultivars ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	SCI Dergi
Anter kültüründen elde edilen haploid patlıcanların katlanması amacıyla kullanılan <i>in vitro</i> ve <i>in vivo</i> kolhisin uygulamalarının karşılaştırılması	Ulusal Kongre
<b>2007</b>	
Researches on the <i>in vitro</i> androgenesis and obtaining haploid plants in some eggplant genotypes	Uluslararası Kongre
Effects of silver nitrate, activated charcoal and cold treatment on the <i>in vitro</i> androgenesis of pepper ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Uluslararası Kongre
<b>2009</b>	
Induction of symmetrical nucleus division and multi-nucleate structures in microspores of eggplant ( <i>Solanum melongena</i> L.) cultured <i>in vitro</i>	SCI Dergi
<b>2010</b>	
Haploid embryo formation through anther culture in native and foreign eggplant varieties.	Ulusal Kongre
<b>2011</b>	
Induction of microspore-derived embryos by anther culture in selected pepper genotypes	SCI Dışı Dergi

**Çizelge 2. (Devam) (Anonim 2022b)**

<b>Yayın Adı</b>	<b>Yayın Türü</b>
Obtaining dihaploid lines by using anther culture in the different eggplant cultivars.	SCI Dışı Dergi
Androgenic responses of different ( <i>Capsicum annuum</i> L.) cultivars	SCI Dışı Dergi
Effects of colchicine and high temperature treatments on isolated microspore culture in various cabbage ( <i>Brassica oleraceae</i> ) types	SCI Dergi
Induction of microspore embryogenesis in ornamental kale by gamma irradiation and high temperature stress	SCI Dışı Dergi
<b>2012</b>	
Patlıcanda polen dimorfizmi ve anter kültürü ilişkisinin incelenmesi	SCI Dışı Dergi
Determination of the optimum microspore development stage and optimum culture medium in asparagus ( <i>Asparagus officinalis</i> var. <i>altilis</i> L.) for anther culture	Uluslararası Kongre
<b>2013</b>	
İklim koşullarına karşı farklı adaptasyon yeteneklerine sahip biberlerde ( <i>Capsicum annuum</i> L.) anter kültürüne mevsim etkisi	SCI Dışı Dergi
Effect of genotypical factors on the effectiveness of anther culture in eggplant ( <i>Solanum melongena</i> L.)	SCI Dergi
The effects of phenylacetic acid (PAA) on haploid embryo induction in eggplant ( <i>Solanum melongena</i> L.) anther culture	Uluslararası Kongre
<b>2014</b>	
Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)’de genotip ve besin ortamının anter kültürüne etkileri	SCI Dışı Dergi
<i>Brassica</i> türlerinde ortam yenileme uygulamalarının mikrospor embryogenesisi üzerine etkisi	Ulusal Kongre
Farklı patlıcan genotiplerinde anter kültüründen haploid bitki elde edilmesi üzerinde çalışmalar	Ulusal Kongre
<b>2015</b>	
Effect of pepper types on obtaining spontaneous doubled haploid plants via anther culture	SCI Dergi
<b>2016</b>	
Comparison of different androgenesis protocols for doubled haploid plant production in ornamental pepper ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	SCI Dergi
Androgenic responses of 64 ornamental pepper ( <i>Capsicum annuum</i> L.) genotypes to shed-microspore culture in the autumn season	SCI Dergi
Effect of heat shock treatment on microspore embryogenesis in <i>Brassica oleracea</i> species	SCI Dergi
<b>2017</b>	
Patlıcanda şeker, bal ve büyüme düzenleyicilerin anter kültüründe embriyoid oluşumuna etkisi	SCI Dışı Dergi



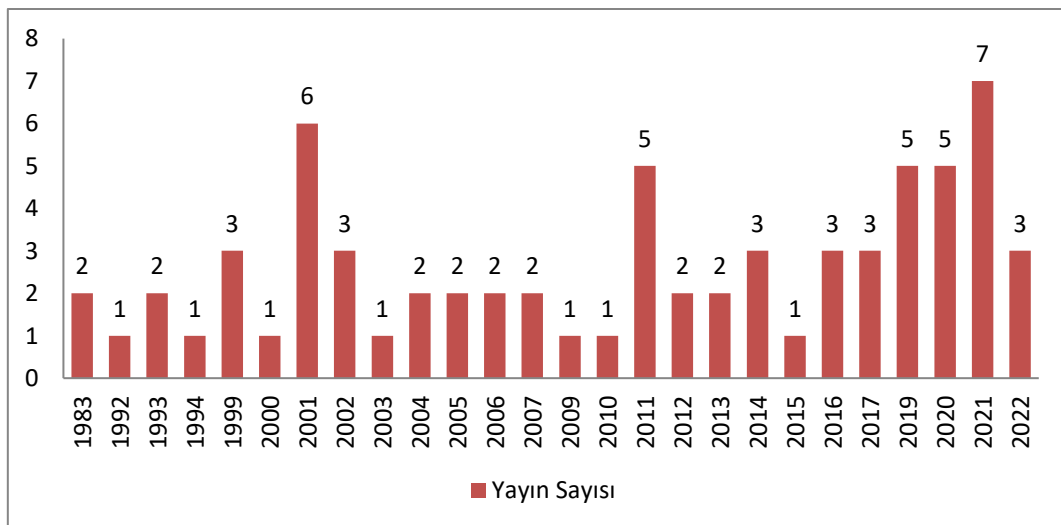
**Çizelge 2. (Devam) (Anonim 2022b)**

<b>Yayın Adı</b>	<b>Yayın Türü</b>
<i>In vitro</i> pepper ( <i>Capsicum annuum</i> L.) anther culture: Can be affected via vitamins B?	SCI Dışı Dergi
Callus formation from isolated microspore culture in radish ( <i>Raphanus sativus</i> L.)	SCI Dergi
<b>2019</b>	
Effects of season, genotype, and nutrient medium on pepper anther culture and microspore development	SCI Dergi
The effect of shaker use on embryo yield in shed-microspore cultures of ornamental peppers	SCI Dışı Dergi
Development of nematode resistant pure pepper lines via anther culture method	Uluslararası Kongre
Ruanda'dan temin edilen pili-pili çeşidinin androgenesis kapasitesinin Türkiye'de araştırılması	SCI Dışı Dergi
Patlıcanda ( <i>Solanum melongena</i> L.) mikrospor kültürü üzerine bir ön araştırma	SCI Dışı Dergi
<b>2020</b>	
<i>In vitro</i> androgenesis in pepper and the affecting factors on success: I. Carbon source and concentrations	SCI Dışı Dergi
Effect of genotype, stress conditions and media on androgenic performance of eggplant	Uluslararası Kongre
Effect of media, stress conditions and genotype on androgenetic performance of pepper	SCI Dışı Dergi
Anter kültürü tekniği ile dihaploid nitelikli üç burun ve dolma tipli biber hatlarının geliştirilmesi	SCI Dışı Dergi
Triple synergistic effect of maltose, silver nitrate and activated charcoal on high embryo yield of eggplant ( <i>Solanum melongena</i> L.) anther cultures	SCI Dergi
<b>2021</b>	
Bazı biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.) genotiplerinin anter kültürü performanslarının belirlenmesi	SCI Dışı Dergi
<i>In vitro</i> androgenesis in pepper ( <i>Capsicum annuum</i> L.) and the affecting factors on success: II. Carbohydrate source and antioxidants	SCI Dışı Dergi
Eggplant anther culture: Association between bud/anther size and microspore developmental stage in different eggplant genotypes	SCI Dışı Dergi
Effect of colchicine addition to culture medium on induction of androgenesis in pepper ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	SCI Dergi
Enhancement of embryogenesis in freshly isolated microspore cultures of ornamental kale through direct cold shock treatment	SCI Dergi

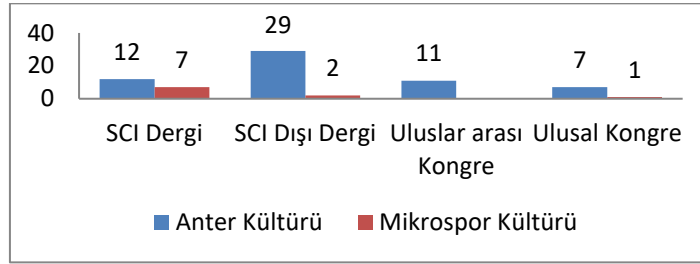
**Çizelge 2. (Devam) (Anonim 2022b)**

Yayın Adı	Yayın Türü
Effects of biotin and ascorbic acid applications on haploid embryo induction in semisolid and double layer nutrient media in pepper ( <i>Capsicum annuum</i> L.) anther culture	SCI Dışı Dergi
Farklı LED spektrumlarının patlıcan anterlerinde haploid bitki oluşumuna etkileri	SCI Dışı Dergi
<b>2022</b>	
Genotype effect as one of the affecting factors on the success of anther culture in eggplant ( <i>Solanum melongena</i> L.)	SCI Dışı Dergi
Inheritance of androgenesis response in pepper	SCI Dışı Dergi
Double haploidization efficiency of selected pepper genotypes via <i>in vitro</i> anther culture	SCI Dışı Dergi

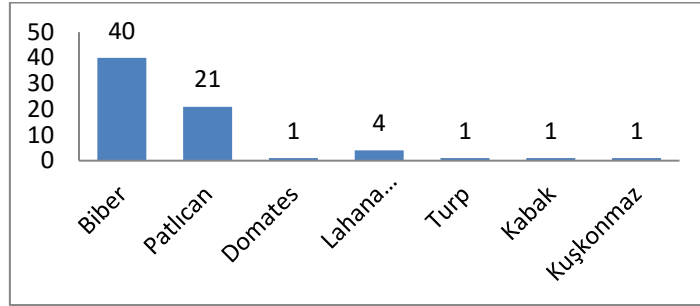
Yapılmış olan yayınların yıllara göre dağılımı Görsel 2’ de, yayınlandıkları yerlere göre dağılımı ise Görsel 3’ de, türlere göre dağılımı ise Görsel 4’ de verilmiştir. Yapılan araştırmalarda, sebzelerde androgenesis üzerine en fazla yayının 2021 yılında (7 yayın) ve 2001 (6 yayın) yapıldığı bunu 5’ er adet yayımla 2011, 2019 ve 2020 yıllarının izlediği belirlenmiştir (Görsel 2). 1983-2022 yılları arasında mikrospor kültürü ve anter kültürü üzerine yapılmış olan toplam 69 adet yayına ulaşılmıştır. Bu yayınlardan 59’ unun anter kültürü, 10’ unun ise mikrospor kültürü üzerine yapıldığı belirlenmiştir. Anter kültürü üzerine yapılmış olan yayınların büyük çoğunluğu (29 yayın) SCI dışı dergilerde, mikrospor kültürü üzerine yapılmış olan yayınların büyük çoğunluğunun ise SCI dergilerde (7 yayın) yayınlandığı saptanmıştır (Görsel 3). Yayınlarda en çok çalışılan türlerin, lisansüstü tez çalışmalarında çalışılan türlerle aynı türler olduğu dikkat çekmektedir. 40 adet yayında biber en çok çalışılan tür olurken, bunu sırasıyla patlıcan (21 yayın) ve lahanaya türleri (4 yayın) izlemiştir (Görsel 4).



**Görsel 2. Yayınların Yıllara Göre Dağılımı**



Görsel 3. Yayınların Yayınlandıkları Yerlere Göre Dağılımı



Görsel 4. Yayınların Türlerine Göre Dağılımı

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Androgenesis üzerine 1991-2022 arasında toplam 34 adet lisansüstü tezin tamamlandığı, bu tezlerden 30' unun anter kültürü üzerine, 4' ünün ise mikrospor kültürü üzerine yapıldığı tespit edilmiştir. Yayın grubunda ise 1983-2022 yılları arasında toplam 69 adet yayının yapıldığı saptanmıştır. Androgenesis yöntemlerinden anter ve mikrospor kültürü tekniklerinin sebze türlerinden biber, patlıcan ve *Brassica* grubu türler üzerine yoğunlaştığı belirlenmiştir. Burada sunulan tebliğde, geçmişten günümüze kadar Türkiye' de sebze ıslahında yapılmış olan androgenesis araştırmaları bir araya getirilerek bir bibliyografya oluşturulmuştur. Bu bağlamda, elde edilen sonuçların, ileride Türkiye' de androgenesis yoluyla haploid ıslahı üzerine yapılacak çalışmaların hangi yönde planlanması hususunda araştırmacılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

#### KAYNAKÇA

- Anonim (2022a). <https://tez.yok.gov.tr> (Erişim Tarihi: 20.11.2022)
- Anonim (2022b). <https://scholar.google.com> > schhp (Erişim Tarihi: 01.11.2022)
- Basay, S., Seniz, V., Ellialtıoğlu, S. (2011). Obtaining dihaploid lines by using anther culture in the different eggplant cultivars. J. Food Agric. Environ. 9: 188–190.
- Çömlekçioğlu, N., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2018). Review on the research carried out on *in vitro* androgenesis of peppers (*Capsicum annuum* L.) in Turkey. Research Journal of Biotechnology 13(6):75-84.
- Sarıkamış, G. (2017). Sebze çeşitlerinin geliştirilmesinde biyoteknoloji. TÜRKTOB Dergisi 24:15-17.
- Tuncer, B., Yanmaz, R. (2007). Haploid bitki elde etme yollarından biri: Mikrospor kültürü. Alatarım 6:1-8.

## KAHRAMANMARAŞ (TÜRKİYE) GEOFİTLERİNE GENEL BAKIŞ, TAKSONOMİK DEĞİŞİKLİKLER VE KABUL EDİLEN BİTKİ İSİMLERİ LİSTESİ

Dr. Öğr. Üyesi ALPER UZUN<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi SEYRAN PALABAŞ UZUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü,  
Orman Botaniği, Kahramanmaraş, Türkiye, [auzun@ksu.edu.tr](mailto:auzun@ksu.edu.tr)\*,  
<https://orcid.org/0000-0002-2577-7460>

<sup>2</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü,  
Orman Botaniği, Kahramanmaraş, Türkiye, [seyran@ksu.edu.tr](mailto:seyran@ksu.edu.tr),  
<https://orcid.org/0000-0001-7090-4804>

### ÖZET

Bu çalışma Kahramanmaraş il sınırları içerisinde yayılış gösteren geofitleri içermektedir. Bitki örnekleri, 2012-2022 yılları arasında gerçekleştirilen arazi çalışmaları sırasında toplanmıştır. Çalışılan alanda 176 adet rizomlu (%41.7), 135 adet soğanlı (%32.0), 67 adet yumrulu (%15.9), 28 adet kormlu (%6.6) ve 8'er adet (%1.9) helofit ve hidrofit belirlenmiştir. Toplamda 7 familya ve 24 cinse ait 422 kriptofit taksonun yayılışı belirlenmiştir. En zengin familya *Asparagaceae* (53 takson; %12.6)'dir. Bunu *Amaryllidaceae* (48 takson; %11,4) ve *Orchidaceae* (43 takson; %10.2) takip etmektedir. Ayrıca en fazla takson içeren cins *Allium* (48 takson; %11.4) olup bunu 20 takson ile (%4.7) *Ranunculus*, 19 takson ile (%4.5) *Ornithogalum* ve 15'er takson ile *Crocus* (%3.6) ve *Carex* (%3.6) cinsleri izlemektedir. Bunların ardından ise *Muscari* (13; %3.1), *Iris* (11; %2.6), *Gagea* (10; %2.4), *Ophrys* (9; %2.1) ve *Colchicum* (8; %1.9) gelmektedir. Bitki listesindeki 239 (%56.6) taksonun fitocoğrafik bölgesi belirlenebilmiştir. Bu taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımı en yüksekten aza doğru şu şekildedir: İran-Turan elementleri (102 takson; %24.2), Doğu Akdeniz elementleri (62 takson; %14.7), Akdeniz elementleri (35 takson; %8.3), Avrupa-Sibirya elementleri (32; %7.6), Öksin elementleri (5; %1.2), Doğu Akdeniz elementleri (3 takson; %0.7) ve geriye kalan 183 (%43.4) taksonun ise fitocoğrafik bölgesi net olarak bilinmemektedir. Araştırma alanında 74 adet (%17.5) endemik takson tespit edilmiş olup bu bitkilerin IUCN'e göre tehlike kategorileri floristik listeye eklenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Geofit, Raunkiaer, Kahramanmaraş, Türkiye, Doğu Akdeniz

### AN OVERVIEW OF KAHRAMANMARAŞ (TÜRKİYE) GEOPHYTES, TAXONOMIC CHANGES AND THE LIST OF ACCEPTED PLANT NAMES

#### ABSTRACT

This study includes geophytes distributed within the borders of Kahramanmaraş province. Plant samples were collected during field studies carried out between 2012-2022. In the province, 176 rhizomatous (41.7%), 135 bulbous (32.0%), 67 tuberous (15.9%), 28 corms (6.6%) and 8

(1.9%) each for helophyte and hydrophyte were determined. In total, the distribution of 422 cryptophytic taxa belonging to 7 families and 24 genera was determined. The richest family is Asparagaceae (53 taxa; 12.6%). This is followed by Amaryllidaceae (48 taxa; 11.4%) and Orchidaceae (43 taxa; 10.2%). In addition, the richest genus is *Allium* (48 taxa; 11.4%) and followed by *Ranunculus* with 20 taxa (4.7%), *Ornithogalum* with 19 taxa (4.5%), and 15 taxa for both *Crocus* (3.6%) and *Carex* (3.6%). The phytogeographic region of 239 (56.6%) taxa in the plant list could be determined. The distribution of these taxa by phytogeographic regions is as follows, from highest to lowest: Irano-Turanian elements (102 taxa; 24.2%), Eastern Mediterranean elements (62 taxa; 14.7%), Mediterranean elements (35 taxa; 8.3%), Euro-Siberian elements. (32; 7.6%), Euxine elements (5; 1.2%), Eastern Mediterranean elements (3 taxa; 0.7%), and the phytogeographic region of the remaining 183 (43.4%) taxa is not clearly known. In the research area, 74 (17.5%) endemic taxa have been identified and the threat categories according to IUCN have been added to the floristic list.

**Keywords:** Geophyte, Raunkiaer, Kahramanmaraş, Türkiye, Eastern Mediterranean

## GİRİŞ

Geofitler, yer altındaki tomurcukları rizom, yumru, soğan veya korm gibi depolama organlarına bağlı olan bitkilerdir (Dafni vd., 1981). Bazı geofit türleri çoğu zaman herdem yeşil kalabilirken, pek çoğu yaz kuraklığı veya kış soğuğu gibi çevresel stres dönemlerinde yeraltı depolama organlarında bekler konuma geçerek hayatta kalırlar. Dünya florasının yaklaşık % 6 -7'si geofitlerden oluşmaktadır (Esler vd., 1999). Ülkemizde ise bu rakam altttür ve varyeteleriyle birlikte monokotillerde 1300 takson civarında, dikotillerde ise 500-600 takson sayısı aralığındadır, ülke florasına göre %17'dir (Davis 1965-85; Davis vd., 1988; Güner, 2000; Özhatay, 2002 Akan ve Eker, 2005; Tekşen ve Aytaç, 2011). Sahil kumullarından kurak bölgelere, ormanlık alanlardan dağların yüksek zirvelere değin çok çeşitli ve geniş habitatlarda yayılış gösteren soğanlı, korumlu, yumrulu ve rizomlu gövde yapılarına sahip olan bu geofit bitkiler içerisinde çok sayıda endemik takson da (%22.3) bulunmaktadır. Yaklaşık 425 endemik geofit taksonuna sahip olan ülkemizde, monokotil endemik geofitler 285 adet (% 67.05) iken, 138 adet (% 32.47) dikotil endemik geofit bulunur. Ayrıca iki adet de (% 0.47) endemik rizomlu eğrelti türü mevcuttur. Bu bitkiler yalnızca ülkemize özgüdür yani endemiktir ve dünya üzerinde başka hiçbir bölgede bulunmamaktadır (Özhatay, 2002; Avcı, 2005) (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye'deki geofit bitkiler

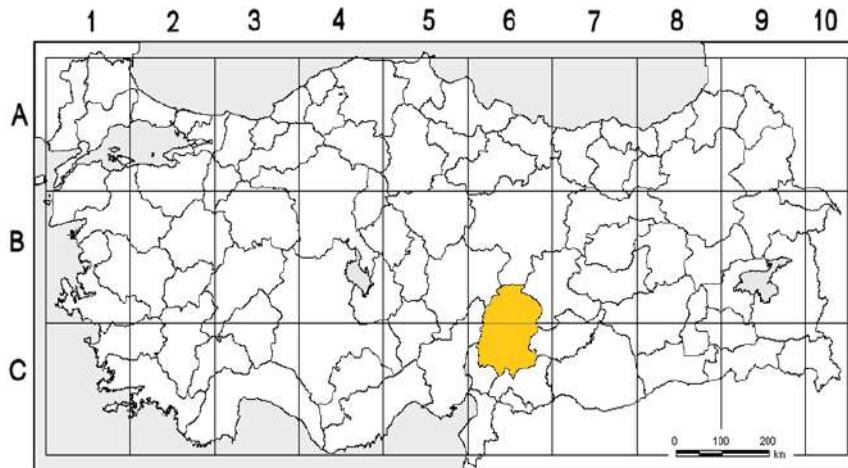
Familya Sayısı	Cins Sayısı	Toplam Takson Sayısı (subsp. & var.)	Endemik Taksonlar	Endemizm (%)	
Eğreltiler	17	27	94	2	0.47
Dikotiller	45	123	521	138	32.47
Monokotiller	26	155	1290	285	67.05
<b>Toplam</b>	<b>88</b>	<b>305</b>	<b>1905</b>	<b>425</b>	<b>100</b>

Türkiye florasında yayılış gösteren geofitlerin çoğu, Liliaceae, Amaryllidaceae, Ranunculaceae, Iridaceae, Primulaceae, Araceae, Geraniaceae ve Orchidaceae familyalarına aittir. Bu familyalara ait taksonların çoğunun çok estetik çiçek yapısına sahip olması nedeniyle park ve bahçe bitkileri olarak tüm dünya ülkeleri tarafından ilgi görmesi ve doğal habitatlarından ticari amaçlı olarak usulsüzce köklenerek toplanması bu türlerin geleceğini tehdit altına sokmaktadır. Özellikle bu konuda sadece lokal bölgelerde bulunan endemik geofitlerin tercih edilmesi baskıyı daha da arttırmaktadır (Çolak ve Sorger, 2004). Ülkemizde yok olma tehdidi altında bulunan bu taksonlara, **Çok Tehlikede** (CR) kategorisinde yer alan *Crocus adanensis*, *Iris stenophylla* subsp. *allisonii*, *Bellevalia edirnensis*, *Chionodoxa sardensis*, *Muscari adili*; **Tehlikede** (EN) kategorisinde yer alan *Galanthus cilicicus*, *Galanthus koenenianus*, *Arum elongatum* subsp. *alpinariae*, *Biarum davisii* subsp. *marmarisensis*, *Biarum ditschianum*, *Biarum eximium* örnek olarak verilebilir (Ekim vd. 2000).

### Araştırma Alanı

Araştırma alanı olan Kahramanmaraş ili, Akdeniz fitocoğrafik bölgesinin doğusunda yer almaktadır (Davis vd. 1971). Aynı zamanda Davis (1965)'in grid sistemine göre C5 ve C6 karelerinde bulunmaktadır. İl idari sınırları (Şekil 1), 1/25.000 ölçekli paftalar üzerinde yapılan incelemelere göre; 37-38 kuzey paralelleri ile 36-37 doğu meridyenleri arasında konumlanmaktadır ve alansal olarak yaklaşık 14.346 km<sup>2</sup> büyüklüğündedir (Anonim 2005).

Şehrin kuzey-kuzeybatısında yükseltisi 2957 metreye değin çıkan Binboğa Dağları yer alır. Doğuda ise şehrin en yüksek zirvesinin bulunduğu Killi Tepe (3071 m)'yi kapsayan Nurhak Dağları serisi yer alır. Güneyden hem Amanos (Nur) Dağları hem de Düldül Dağları (2448 m) ile çevrilidir. Batıda ise Adana il sınırını oluşturan Dibek Dağları (2549 m) ve ayrıca Tırlı (1800 m), Kayranlı (2400 m) ve Sarımsak Dağları (1800 m) ile çevrilidir. Diğer başlıca dağ ve tepeler şu şekildedir; Berit Dağı (2917 m), Engizek Dağları (2814 m), Koç Dağı (2548 m), Ahır Dağı (2301 m), Öksüz Dağı (1879 m), Çimen Dağı (2228 m), Koyunoluk Dağı (2054 m), Tekne Dağı (1797 m), Ağca Dağı (2263 m), Armut Dağı (2152 m), Şar Dağı (2142 m), Kenger Dağı (2340 m), Kaman Dağı (2332 m), Kandil Dağı (2463 m) ve Başkonuş Dağı (1775 m). (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanı



Araştırma alanı, Türkiye makroklima iklim tipleri bakımından Akdeniz İklim Bölgesi içerisinde bulunmaktadır. İklim verilerine göre il çapında uzun yıllar aylık sıcaklık ortalaması 16,9 °C, en yüksek sıcaklık değeri Ağustos ayında 47,5 °C, en düşük sıcaklık değeri Şubat ayında 9,6 °C olarak ölçülmüştür. Ortalama uzun yıllar yıllık yağış miktarı ise 727,7 mm'dir (Kaya, 1996).

### Materyal ve Metot

Bitki örnekleri araştırma alanından 2012-2022 yılları arasında toplanmıştır. Toplanan bitki örnekleri standart herbaryum tekniklerine uygun olarak kurutulmuş ve teşhisleri Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Davis, 1965-85; Davis vd. 1988; Güner vd. 2000) adlı eser kullanılarak yapılmıştır. Teşhis çalışmaları tamamlanan bitki örnekleri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu'na (KASOF) yerleştirilmiştir.

Araştırmada belirlenen familya, cins, tür ve varsa tür altı taksonların yazımında “Türkiye Bitkileri Listesi” (Güner vd. 2012) adlı eser esas alınmış ve bitki isimleri alfabetik olarak familya, cins ve tür isimleri sırası takip edilerek verilmiştir. Ayrıca kontrol listeleri (Akan and Eker, 2005) ve revizyonlar (Tekşen ve Aytaç, 2011) gözden geçirilmiş ve il sınırları içerisinde yapılan diğer çalışmalar irdelenmiştir (Duman ve Aytaç, 1994; Varol 1997; Özhatay vd., 1999; Yıldız 2001; Varol ve Tatlı 2003). Ek olarak, endemik ve nadir taksonların Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) tehlike kategorileri floristik listeye eklenmiştir (Ekim vd. 2000).

### Bulgular

Bu çalışma ile il çapında 48 familya ve 127 cinse ait toplam 422 takson belirlenmiştir. Bu taksonların 19 adeti eğrelti (Pteridophyta), 289 adeti (%68.5) monokotil geofit, 114 adeti ise dikotil (%27.0) geofittir (Tablo 2). Bilindiği üzere monokotil geofitler Türkiye florasında dikotil geofitlere kıyasla daha fazla taksonla temsil edilmektedir.

Tablo 2. Taksonomik gruplara göre familya, cins ve takson sayıları

	Familya Sayısı	Cins Sayısı	Takson Sayısı
<i>Pteridophyta</i> (eğreltiler)	9	12	19
<i>Dicotyledoneae</i>	20	46	114
<i>Monocotyledoneae</i>	19	69	289
<b>Toplam</b>	<b>48</b>	<b>127</b>	<b>422</b>

Araştırma alanında en fazla takson içeren familya *Asparagaceae* (53; %12.6) ve *Amaryllidaceae* (53; %12.6)'dir. Bu ikisini 43 taksonla (%10.2) *Orchidaceae* izlemektedir (Tablo 3). Aynı zamanda il çapında 76 adet (%18.0) endemik geofit yayılış göstermektedir. Bu sayının 68 adeti ise ilk on familya içerisinde yer almaktadır.

Tablo 3. Familyaların toplam takson sayılarının, endemik takson sayıları ile birlikte değerlendirilmesi

	Takson Sayısı		Endemik Takson Sayısı
	Adet	(%)	
<i>Asparagaceae</i>	53	12.6	24

<i>Amaryllidaceae</i>	53	12.6	15
<i>Orchidaceae</i>	43	10.2	4
<i>Ranunculaceae</i>	31	7.3	5
<i>Iridaceae</i>	29	6.9	10
<i>Poaceae</i>	29	6.9	2
<i>Asteraceae</i>	28	6.6	3
<i>Cyperaceae</i>	25	5.9	0
<i>Liliaceae</i>	20	4.7	4
<i>Lamiaceae</i>	10	2.4	1
Toplam	321	76.1	68

Araştırma alanındaki endemik geofitler IUCN tehlike kategorilerine göre değerlendirildiğinde 3 taksonun CR kategorisinde olduğu (*Allium dumanii*, *Allium maraschicum*, *Ornithogalum andiriniensis*), 4 taksonun EN kategorisinde bulunduğu (*Cyclamen pseudibericum*, *Allium karamanoglu*, *Hyacinthella lazulina*, *Ornithogalum sorgerae*), yine 4 taksonun VU kategorisinde yer aldığı (*Allium wendelboanum*, *Iris stenophylla* subsp. *stenophylla*, *Fritillaria alfredae* subsp. *glaucoviridis*, *Muscari racemosum*) belirlenmiştir. Ayrıca güncel durumda tehdit altında olmayan ancak gelecekte tehdit altına girebilecek 19 takson (NT) ve en az endişe veren 32 takson (LC) bulunmaktadır. Ek olarak, hakkında yeterli bilgi bulunmayan 12 takson (NE) mevcuttur (Tablo 4).

Tablo 4. Endemik ve nadir geofitlerin IUCN tehlike kategorilerine dağılımı

		Takson sayısı	Yüzde Oran
Tehlike	CR	3	4.1
	EN	4	5.4
	VU	4	5.4
	NT	19	25.7
	LC	32	43.2
	DD	1	1.4
	NE	11	14.9
	Toplam	74	100

Araştırma alanındaki 239 (%56,6) taksonun fitocoğrafik bölgesi belirlenebilmiştir. Bu taksonların fitocoğrafik bölgeler içindeki dağılımı şu şekildedir: Akdeniz elementleri (100; %23.7), İran-Turan elementleri (102; %24.1), Avrupa-Sibirya elementleri (37; %8,8). Taksonların % 43.4'ü (183 takson) ise ya birden fazla fitocoğrafik bölgeden bilinmekte veya herhangi bir bölgeye ait bulunmamaktadır (Tablo 5).

Tablo 5. Taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımı

	Fitocoğrafik Elementler	Takson Sayısı	Oran (%)
Mediterranean	Medit.	35	100
	East Medit.	62	23.7
	East Medit. (mt.)	3	
Irano-Turanian	Ir.-Tur.	102	102

Euro-Siberian	Euro-Sib. Eux.	32 5	37	8.8
Çok bölgeli veya bilinmeyen		183	183	43.4
<b>Toplam</b>		<b>422</b>	<b>422</b>	<b>100</b>

En fazla takson sayısına sahip cins *Allium* (48 takson; %11.4) olup bunu 20 takson ile (%4.7) *Ranunculus*, 19 takson ile (%4.5) *Ornithogalum*, 15'er takson ile (%3.6) *Crocus* ve *Carex*, 13 takson ile (%3.1) *Muscari*, 11 takson ile (%2.6) *Iris*, 10 takson ile (%2.4) *Gagea*, 9 takson ile (%2.1) *Ophrys* izlemektedir (Tablo 6).

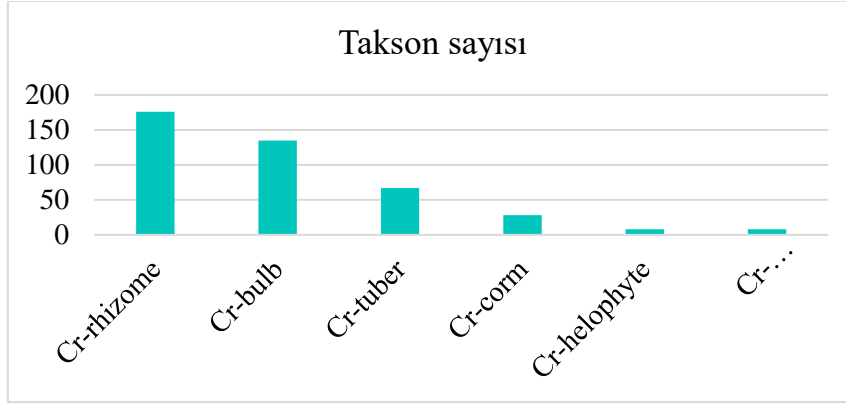
Tablo 6. En fazla takson içeren cinsler

Cinsler	Takson sayısı	Yüzde Oran
<i>Allium</i>	48	11.4
<i>Ranunculus</i>	20	4.7
<i>Ornithogalum</i>	19	4.5
<i>Crocus</i>	15	3.6
<i>Carex</i>	15	3.6
<i>Muscari</i>	13	3.1
<i>Iris</i>	11	2.6
<i>Gagea</i>	10	2.4
<i>Ophrys</i>	9	2.1
<i>Colchicum</i>	8	1.9
<i>Fritillaria</i>	8	1.9
<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>41.7</b>

Alanda tespit edilen geofitler sahip oldukları ve her biri gövde metamorfozu olan yumrulu (*tuber*), soğanlı (*bulb*), kormlu (*corm*) ve rizomlu (*rhizome*) gövde yapılarına göre incelendiğinde ilk sırayı 176 taksonla (% 41.7) rizomlu geofitler almaktadır. Bunu 135 taksonla (% 32.0) soğanlı geofitler, 67 taksonla (% 15.9) yumrulu geofitler, 28 takson (% 6.6) ile kormlu rizomlu geofitler takip etmektedir (Tablo 7).

Tablo 7. Gövde metamorfozlarına göre Kahramanmaraş ilindeki geofitlerin dağılımı

		<i>Eğreltiler</i>	<i>Dikotiller</i>	<i>Monokotiller</i>	Takson sayısı	Yüzde Oran
Cr-rhizome	Rizomlu	18	80	78	176	41.7
Cr-bulb	Soğanlı	0	0	135	135	32.0
Cr-tuber	Yumrulu	0	30	37	67	15.9
Cr-corm	Kormlu	0	1	27	28	6.6
Cr-helophyte	Helofit	0	3	11	14	3.3
Cr-hydrophyte	Hidrofit	1	0	1	2	0.5
	<b>Toplam</b>	<b>19</b>	<b>114</b>	<b>289</b>	<b>422</b>	<b>100.0</b>



Şekil 2. Gövde metamorfozlarına göre dağılım

### Değerlendirmeler

Dünya üzerinde geofitler üzerindeki baskı diğer kök yapılarına sahip bitkilerden çok daha fazladır. Çünkü bu bitkiler, önemli tıbbi yapısal bileşiklere sahip olmaları nedeniyle habitatları ile birlikte yok edilmekte, bunun yanında süs bitkisi amacıyla uzun yıllardır doğadan sökülmektedirler. Bu yoğunlukta faydalanılan geofitlerin geleceklerinin tehlike altına gireceği aşikârdır. Bu tehdidi önlemek ise etkili koruma yöntemlerinin belirlenmesine ve istisnasız uygulanmasına bağlıdır. Aksi takdirde yok olan habitatların ve türlerin sayısının artması kaçınılmazdır. Bu nedenle il çapında saptanan endemik geofitler hakkında özellikle üretim metotları ile ilgili araştırmalar arttırılmalı ve yerel halk ile birlikte farkındalık çalışmaları yürütülmelidir.

### KAYNAKLAR

- Akan H, Eker İ (2005). Check-list of the Genus *Colchicum* in the Flora of Turkey. *Turk J Bot* 29: 327-331.
- Anonim (2005). Kahramanmaraş Belediyesi 2005 Yılı Faaliyet Raporu ve İlin Tanıtım Kitabı. Kahramanmaraş, 180 s.
- Avcı M (2005). Çeşitlilik ve Endemizm açısından Türkiye'nin bitki örtüsü. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi 13: 27-55.
- Çolak AH, Sorger F (2004). Türkiye Çiçekleri, Genişletilmiş İkinci Baskı, 600 s.
- Dafni, A., Cohen, D. & Noy-Meir, I. 1981. Life cycle variation in geophytes. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 68: 652–660
- Davis PH (1965-85). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol I-IX., University Press, Edinburgh.
- Davis PH, Harper PC, Hedge IC (1971). *Plant Life of South-West Asia*, The Botanical Society of Edinburgh.
- Davis PH, Mill RR, Tan K (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. X, Supplement, University Press, Edinburgh.
- Duman H., Aytaç, Z., 1994, Ahır, Berit, Binboğa ve Öksüz Dağları (Kahramanmaraş-Kayseri), Yüksek Dağ Flora ve Vegetasyonu, TÜBİTAK, TBAG-940, Ankara,186s.

- Ekim T, Koyuncu M (1996). Economically Important Geophytes of Turkey. IVth Plant Life in Southwest and Central Asia Symposium, 21-28 May, 1995, Ege University Press, İzmir, ISBN: 975-483-359-1, Vol: 2, 1000-1009.
- Ekim T, Duman H, Aytaç Z (1993). The Importance of Preserved Areas. The Karaca Arboretum Magazine 2(1): 11-20.
- Ekim T, Koyuncu M, Vural M, Duman H, Aytaç Z, Adıgüzel N (2000). Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Red Data Book Of Turkish Plants Pteridophyta and Spermatophyta), Barışcan Ofset, Ankara, 246 s.
- Ekim T, Mathew B (1992). Trade in Turkish Geophytes: The Latest Situation. Karaca Arboretum Magazine 1(4): 139-146.
- Esler KJ, Rundel PW, Vorster, P (1999). Biogeography of prostrate-leaved geophytes in semi-arid South Africa: hypotheses on functionality. Plant Ecology 142, 105–120.
- Güner A, Özhatay N, Ekim T, Başer KHC (2000). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. XI, Supplement – II, University Press, Edinburgh.
- Kaya, F. (1996). Kahramanmaraş İlinin İklim Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, K.S.Ü Sosyal Bilimler Enstitüsü Türkiye Coğrafyası Ana Bilim Dalı.
- Özhatay N (2002). Diversity of bulbous monocots in Turkey with special reference. Chromosome numbers, *Pure Appl. Chem.*, Vol. 74, No. 4, pp. 547–555, 2002.
- Özhatay N., İlçim A., Ok T. (2009). Ahır Dağı'nın Sessiz Güzelleri “200 Yabani Çiçek”, Kahramanmaraş Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü Yayınları, İstanbul, 96 s.
- Tekşen M, Aytaç Z (2011). The revision of the genus *Fritillaria* L. (Liliaceae) in the Mediterranean region (Turkey). *Turk J. Bot.* 35:-32.
- Varol, Ö., 1997. Başkonuş Dağı (Kahramanmaraş) Florası, *Turkish Journal of Botany*, 27: 117-139.
- Varol, Ö., Tatlı, A., 2003. Çimen Dağı (Kahramanmaraş)'nın Floristik Özellikleri, *Ekoloji Çevre Dergisi*, 12: 46 (17-28).
- Yıldız, B., 2001. Berit Dağı'nın (Kahramanmaraş) Floristik özellikleri, *Turkish Journal of Botany*, 25: 63-102.

## ŞANLIURFA İLİNDE ORGANİK TARIM VE HAYVANCILIK

**Doktora Öğrencisi, HASİNE ELÇİ<sup>1</sup>, Doktora Öğrencisi, ÖZLEM DURĞUN<sup>2</sup>, Doktora Öğrencisi, HALİME ÖZTÜRK<sup>3</sup>,**

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, [hasineelci7@gmail.com](mailto:hasineelci7@gmail.com) - 0000-0001-5822-9439 (Sorumlu yazar)

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, [ozlemdurgun114@gmail.com](mailto:ozlemdurgun114@gmail.com) - 0000-0002-8707-8278

<sup>3</sup>Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, [hlmoztrk92@gmail.com](mailto:hlmoztrk92@gmail.com) - 0000-0002-9251-1750

### ÖZET

Artan Dünya nüfusu ile birlikte temiz ve güvenilir gıdaya erişim her geçen gün zorlaşmış ve günümüz doğal koşullarında kimyasal katkı maddeleri kullanılmadan üretilen organik ürünlere yönelim sürekli olarak artış göstermiştir. Bununla beraber, yeni organik gıda pazarlarının oluşumu ve organik üretim potansiyeli yüksek olan bölgelerin değerlendirme ve geliştirme konusu önem arz etmektedir. Bu kapsamda, Şanlıurfa ili, organik üretim için çok uygun ekolojik şartları barındırmaktadır. Arkeolojik çalışmalar incelendiğinde insanların yerleşik hayata geçmesi, çeşitli bitki tohumlarını ekerek onları kültüre almaları ve bazı hayvanları evcilleştirmeleri yönüyle de il önem arz etmektedir. Kapladığı alan itibarıyla, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin en geniş ve Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)'nin merkezi konumundadır. Tarımda önemli bir yere sahip olan il, bölgedeki toplam tarım alanlarının %36.2'sini, Türkiye'deki tarım alanlarının ise %4.2'sini oluşturmaktadır. Ayrıca il genelinde; eğimin az olması, mera alanlarının fazla olması vb. sebeplere bağlı olarak, özellikle küçükbaş hayvancılıkta Türkiye'nin en önemli kentlerinden biridir. Nitekim, koyun sayısı bakımından Van ve Konya'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Bununla birlikte, Şanlıurfa'nın toplam küçükbaş hayvan varlığı, GAP illeri içerisinde %25'e denk gelmektedir. Bu derlemede, Şanlıurfa ilinde uygulanan ortak projelerin, eğitim faaliyetlerinin ve tarımsal desteklerin, organik üretim ve hayvancılığa gelişimine hız kazandırıcı etkileri incelenmiştir. Temel geçim kaynağı tarım ve hayvancılık olan bu ilde, üretimi yapılmayan ancak yüksek potansiyele sahip ürünlerin gelişiminin desteklenmesi ile mevcut organik tarım ve hayvancılığın gelişme sürecine büyük katkı sağlayacağı böylece ildeki kırsal kalkınma faaliyetlerinin ivme kazanacağı öngörülmektedir.

**Anahtar kelime:** Şanlıurfa, Organik tarım, Hayvancılık, Kırsal kalkınma



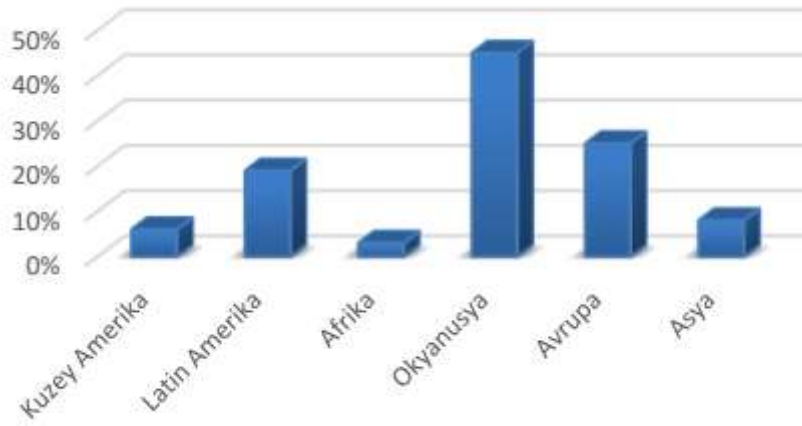
## 1.GİRİŞ

Organik beslenme, insanlığın var olduğu zamana kadar uzanan eski bir tarihsel sürece sahiptir. Yeşil devrim, 1940-1970 yılları arasında tarımsal üretimde verim artışının sağlandığı önemli teknolojik gelişmelerin yaşandığı bir dönemdir. Ancak, yeşil devrim ile birlikte aşırı ve bilinçsiz kimyasal gübre kullanımındaki artış tarım toprakların çoraklaşmasıyla birlikte yer altı ve yüzey sularının kirlenmesine yol açmıştır. Aynı şekilde, bilinçsiz pestisit kullanımı da çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaya devam etmektedir (Çetiner, 2013). Böylece, organik tarım yükselen bir değer olarak hayatımıza girmeye başlamıştır. Organik tarım, üretimde kimyasal girdi kullanımı olmadan, üretimden tüketime kadar her aşaması kontrol edilen ve sertifikalı bir üretim biçimidir (Kayalar, 2004). İnsan ve hayvan sağlığını korumayı hedeflemesinin yanı sıra çevre dostu ve doğaya duyarlı, kaliteli ve sağlıklı ürünlerin elde edilmesini sağlamayı amaçlayan bir yöntemdir. Organik ürünlere olan talep oranı, dünyada olduğu gibi ülkemizde de hızlı bir artış göstermektedir. Beraberindeki bu hızlı artış, organik gıda pazarları, tarım ve hayvancılık potansiyeli yüksek olan bölgelerin tespit, değerlendirme ve geliştirme süreçleri konularını gündeme getirmiştir. Son yıllarda fark edilir bir artış gösteren Şanlıurfa ili, bu açıdan kayda değer bir potansiyeli barındırmaktadır. Bu çalışmada, kurumların birbirleriyle iş birliği içerisinde gerçekleştirdiği ortak projeler, eğitim faaliyetleri tarım desteklerinin Şanlıurfa ili organik tarım ve hayvancılığın gelişim sürecindeki etkisinin incelenerek bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

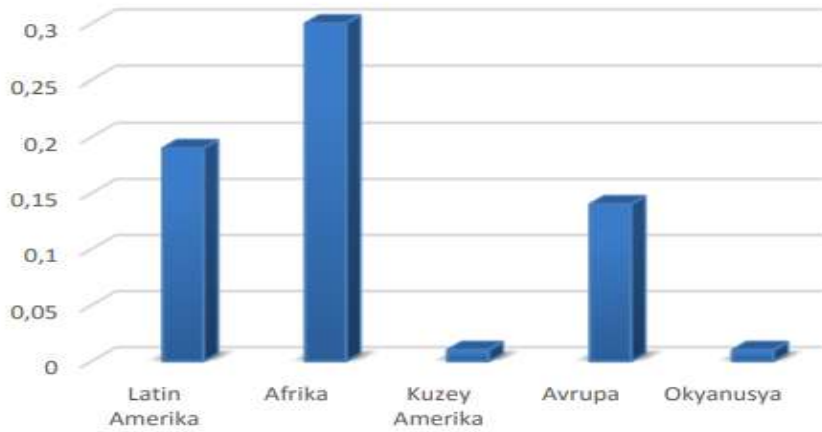
### 1.1.Dünyada Organik Tarım

Dünyadaki organik üretime ilişkin kurallar, ilk olarak IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) tarafından tanımlanmıştır. Dünyada organik tarım alanında faaliyet gösteren diğer önemli uluslararası kuruluşlar ise, FAO (Food and Agriculture Organization), ITC (International Trade Center) ve OTA (Organic Trade Association)'dır (Kurt, 2006). Organik Tarım Araştırma Enstitüsü (FİBL)'nün 2017 yılında yayınlamış olduğu Organik Tarım İstatistikleri 'ne göre 2016 yılındaki bitkisel üretim verileri 2015 yılına göre göre %37 oranında artış göstermiştir. Ayrıca, dünya genelinde organik tarım yapılan ülke sayısı 179 ve organik tarım ekim alanı ise yaklaşık 50.9 milyon hektara ulaşmıştır (FİBL, 2017). Dünyadaki kıtalara göre organik tarım arazisi alanları, Okyanusya (22,8 milyon ha), Avrupa (12,7 milyon ha), Latin Amerika (6.7 milyon ha), Asya (4 milyon ha), Kuzey Amerika (3 milyon ha), Afrika (1.7 milyon ha) 'da yer almaktadır (FİBL, 2017). Üreticilerin kıtalara göre dağılımları oranları ise Görsel 1'de gösterilmiştir. Avusturalya 22 milyon hektar alan ile , dünyada organik tarım

yapılan ülkeler arasında ilk sırada yer almaktadır. Hızlı artış gösteren diğer ülkeler sıralamasıyla, Arjantin (3.1 milyon hektar), ABD (2 milyon hektar), İspanya (2 milyon hektar) Brezilya (1.77 milyon hektar), Çin (1.6 milyon hektar) ve Hindistan (1.2 milyon hektar) yer almaktadır. Dünya’da organik tarımla uğraşan üretici sayısı 2.4 milyondur (FİBL, 2017). Organik tarım üreticisinin %35 gibi bir oranla Görsel 1’de görüldüğü gibi en yoğun olarak Asya kıtasında bulunmaktadır.



Görsel 1. Organik üreticilerin kıtalara göre yüzdeleri dağılımları (FİBL, 2017).

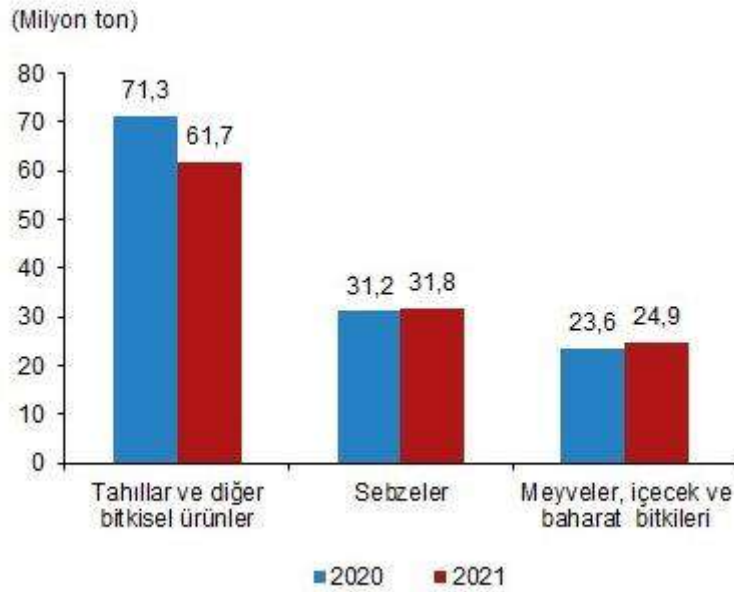


Görsel 2. Organik tarım alanlarının kıtalara göre dağılımları (FİBL, 2017)

## 1.2. Türkiye’de Organik Tarım ve Hayvancılık

Türkiye’deki ilk organik tarım faaliyeti, 1984-1985 yılları arasında, Avrupa’daki firmalardan gelen talep üzerine gerçekleşmiştir (Özbiçge, 2007). İlk olarak geleneksel ihraç ürünleri (kuru üzüm, kuru incir ve kuru kayısı) ile başlayan üretim, 2016 yılında 225 çeşit ürüne kadar artış

göstermiştir (TÜİK, 2016). Türkiye’de Organik tarım alanında ilk yasal düzenleme, 24 Aralık 1994 tarih ve 22145 sayılı ‘Bitkisel ve Hayvansal Ürünlerin Ekolojik Metotlarla Üretilmesine İlişkin Yönetmelik’ ile gerçekleşmiştir (Anonim, 2017a). Organik tarım yasal zeminini oluşturan önemli gelişme ise, 03 Aralık 2004 Tarihli ve 25659 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren ‘Organik Tarım Kanunu’dur (Anonim,2017b). Bu süreçte yönetmelikler, AB ile uyum süreci ve bilimsel, teknik gelişmeler göz önünde tutularak değişiklik gösterebilmektedir. Türkiye’de organik bitkisel üretim alanı, 2002 yılına oranla %483 oranda artış gerçekleşmiştir (GTHB, 2016). Üretim miktarında ise, 310.125 tondan, 2.473.600 tona yükselmiştir. Son 5 yıl içerisinde en büyük artış ise %35 oranla 2016 yılında yaşanmıştır (GTHB, 2016).



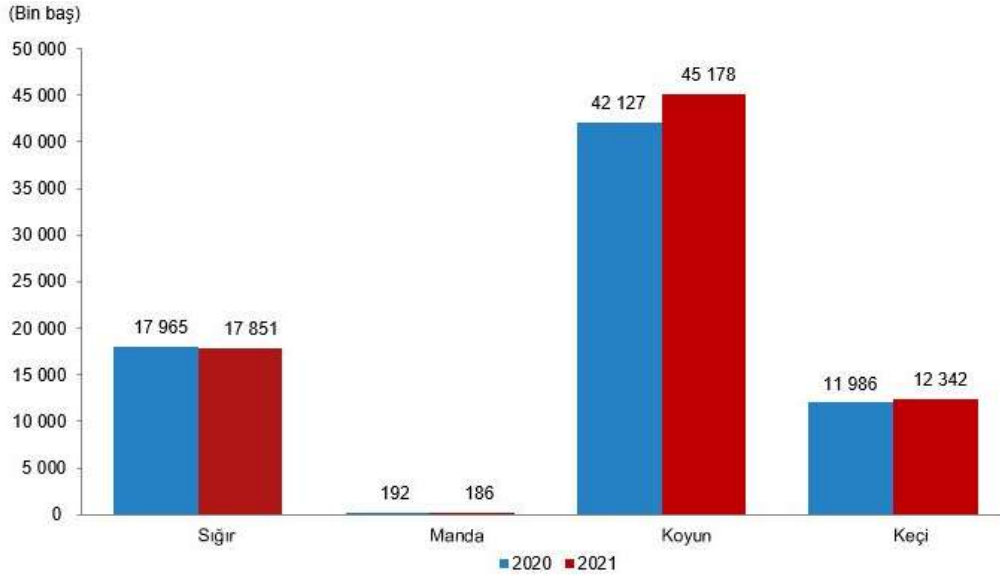
**Görsel 3.** Türkiye’de 2020 2021 bitkisel üretim verileri (TUİK, 2021)

Tahıl ürünleri üretim miktarları 2021 yılında bir önceki yıla göre %14.3 oranında azalarak yaklaşık 31.9 milyon ton olarak gerçekleşti. Bir önceki yıla göre buğday üretimi %13.9 oranında azalarak yaklaşık 17.7 milyon ton, arpa üretimi %30.7 oranında azalarak yaklaşık 5,8 milyon ton, çavdar üretimi %32.4 oranında azalarak 200 bin ton, yulaf üretimi %12.2 oranında azalarak 276 bin ton, dane mısır üretimi ise %3.8 oranında artarak yaklaşık 6.8 milyon ton oldu. Baklagillerin önemli ürünlerinden nohut üretimi %24.6 oranında azalarak 475 bin ton, kuru fasulye %9.1 oranında artarak 305 bin ton, kırmızı mercimek %30.6 oranında azalarak 228 bin ton, yumru bitkilerden patates ise % 1.9 oranında azalarak 5.1 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Görsel 3). Yağlı tohumlardan soya üretimi %17.2 oranında artarak 182 bin ton, ayçiçeği

üretimi %16.8 oranında artarak yaklaşık 2.4 milyon ton oldu. Tütün üretimi %7.7 oranında azalarak 73 bin ton, şeker pancarı üretimi ise %20.7 oranında azalarak yaklaşık 18.3 milyon ton olarak gerçekleşti. Sebze ürünleri üretim miktarı 2021 yılında bir önceki yıla göre %1.8 artarak yaklaşık 31,8 milyon ton oldu. Sebze ürünleri alt gruplarından yumru ve kök sebzeler %6.9 arttı. Bu grupta yer alan kuru soğan üretimi %9.6 , kuru sarımsak üretimi ise %13.5 arttı. Meyvesi için yetiştirilen sebzelerin üretimi %0.9 arttı. Bu grupta yer alan biber (salçalık, kapyra) üretimi %11.9, hıyar %0.2 artarken domates üretimi %0.8 azaldı. Ayrıca yaprağı yenilen sebzelerden beyaz lahana üretimi %0.6 artarken ıspanak üretimi %5.7 azaldı. Meyveler, içecek ve baharat bitkileri üretim miktarı 2021 yılında bir önceki yıla göre %5,4 oranında artarak yaklaşık 24.9 milyon ton olarak gerçekleşti. Meyveler içinde önemli ürünlerin üretim miktarlarına bakıldığında, bir önceki yıla göre kayısı %4, üzüm %12.8, kiraz %4.8 oranında azaldı, elma %4.5, çilek %22.4, zeytin %32.1 oranında arttı. Turunçgil meyvelerinden mandalina %14.7, portakal %30.6, limon %30.4, sert kabuklu meyvelerden fındık %2.9 oranında artarken Antep fıstığı %59.7 oranında azaldı. Muz üretimi %21.3 oranında artarken, incir üretimi ise değişim göstermeyerek 320 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1) (TUİK, 2021).

	2020	2021	Değişim (%)
<b>Büyükbaş</b>	<b>18 157 971</b>	<b>18 036 117</b>	<b>-0,7</b>
Sığır	17 965 482	17 850 543	-0,6
Manda	192 489	185 574	-3,6
<b>Küçükbaş</b>	<b>54 112 626</b>	<b>57 519 204</b>	<b>6,3</b>
Koyun	42 126 781	45 177 690	7,2
Keçi	11 985 845	12 341 514	3,0

**Çizelge 1.** Hayvan sayıları ve değişim oranları, 2020-2021 (TUİK, 2021)

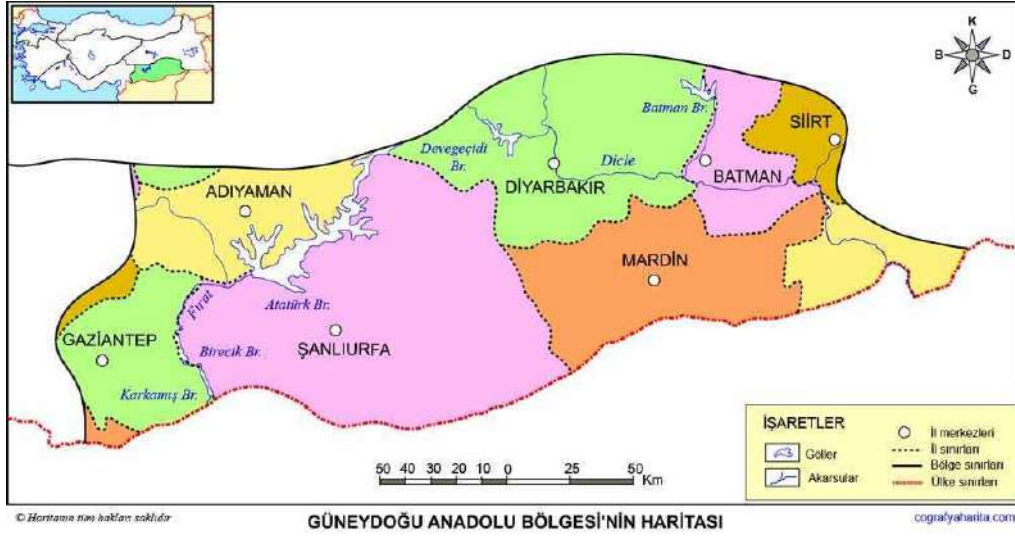


**Görsel 4.** Hayvan sayıları, 2020-2021 (TUİK, 2021)

Büyükbaş hayvanlar arasında yer alan sığır sayısı %0.6 azalarak 17 milyon 851 bin baş, manda sayısı %3.6 azalarak 185 bin 574 baş oldu. Küçükbaş hayvanlar arasında yer alan koyun sayısı bir önceki yıla göre %7.2 oranında artarak 45 milyon 178 bin baş, keçi sayısı ise yine bir önceki yıla göre %3 oranında artarak 12 milyon 342 bin baş oldu (Görsel 4).

### 1.3.Güneydoğu Anadolu’da Organik Tarım ve Hayvancılık

GAP Bölgesi, 9 ilin (Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak) yer aldığı Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde uygulanmaktadır (Görsel 5). GAP kapsamındaki illerin arazi ve nüfus büyüklüğü, Türkiye’nin ortalama yüzde 10’u dolayındadır. GAP, başlangıçta bölgenin su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesine dayanan bir program olarak ele alınmış; Fırat ve Dicle Havzası’nda sulama ve hidroelektrik enerji üretimine yönelik sulama yatırımları öngörülmüştür. Dünyanın sayılı projeleri arasında da yer alan GAP, çok kapsamlı ve bu ölçüde de çok maliyetli bir projedir. Sadece GAP Master Planı’nın belirlediği hedef ve büyüklüklere ulaşabilmek için yapılması öngörülen kamu yatırımlarının finansman ihtiyacı 2008 yılı fiyatlarıyla toplam 41.2 milyar TL’dir. 2007 sonuna kadar 25,6 milyar TL harcama yapılmış ve nakdi gerçekleşme yüzde 62.2 düzeyine ulaşmış bulunmaktadır. GAP kapsamındaki sulama yatırımları ele alındığında öncelik su depolama yapılarına (barajlara) verilmiş, 15 baraj tamamlanmış; 1 milyon ha alanı sulayacak su depolama kapasitesi oluşturulmuştur. GAP Bölgesi’nde 2008 yılı itibarıyla Fırat ve Dicle Havzası’nda toplam 272 bin 972 ha alan sulamaya açılmıştır. Diğer bir ifadeyle sulama yatırımlarının ancak yüzde 15’i gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2009a).



**Görsel 5.** Güney Doğu Anadolu Bölge illeri

GAP Bölgesinde her geçen gün sulamaya açılan tarım alanları artmaktadır. Ancak aşırı sulama ile beraber yoğun kimyasal ilaç ve gübre kullanımı doğal yapıyı olumsuz etkilemektedir. Yeraltı suları insan sağlığını etkileyecek derecede kirlenmeye, bölge toprakları tuzlanmaya ve çoraklaşmaya başlamıştır (Bengisu vd., 2010).

Bölgede sulamaya açılan alanlarda endüstri bitkileri, özellikle pamuk ekimi yaygınlaşmıştır. Özellikle Harran Ovasında monokültür tarıma olan eğilim, su ve toprak kullanımı yanında; tohum yatağı hazırlığı, ürün rotasyonu, yeni ürünlerin denenmesi, bitki koruma ve arazi kullanımı konusunda sorunların doğmasına neden olmuştur. Bu şekilde devam edecek olan üretim şekliyle tarımda sürdürülebilirliğin azalacağı ve doğal kaynaklarımızın kısa sürede elden çıkacağı ortadadır (Anonim, 2006). GAP Bölgesi'nde organik tarımsal üretim Adıyaman, Gaziantep, Kilis, Mardin ve Şanlıurfa da gerçekleştirilmektedir. 2005 yılı itibari ile toplam çiftçi sayısı (60) üretim alanı (18.980 ha) ve üretim miktarı (75.240 ton) dur. Üretim alanı (15.934 ha) ve üretim miktarları (64.292 ton) bakımından Şanlıurfa ön plana çıkmaktadır. GAP Bölgesi'ndeki organik tarım yapılan üretim alanlarının %83.9'u ve üretim miktarlarının % 85.5'i Şanlıurfa tarafından sağlanmaktadır. Gaziantep (19) çifti sayısı bakımından ilk sırada yer alırken, Kilis (14) ve Şanlıurfa (13) bu ilimizi izlemektedir. Üretim alanı bakımından ise, Şanlıurfa'dan sonra 2.415,0 ha ile Gaziantep gelmektedir. Yine bölgede üretim miktarı en yüksek olan ilimiz Şanlıurfa (64.292 ton)'nın ardından Gaziantep (8.681 ton) gelmektedir (Anonim, 2009 a).



Organik tarımsal üretimde, iklimi ve toprak yapısı itibarı ile GAP Bölgesi oldukça büyük bir potansiyele sahiptir. Henüz çok az sayıda üretici organik tarım üretimine geçmiş olan bölgede hızlı bir yatırım ve üretim artışı mümkündür (Anonim, 2009b). Bölgede kolaylıkla organik üretimi söz konusudur (Anonim, 2011). Bu da ancak ülkemizdeki organik tarım konusundaki gelişmelerin artırılmasına bağlıdır. Üretim miktarları bakımından incelediğimizde; bölgede yetiştirilen ilk altı ürün, buğday (27.659,2 ton), pamuk (26.236,1 ton), mercimek (8.944.2 ton), arpa (6.662.4 ton), kırmızı-mercimek (1.154 ton) ve son olarak yulaf (1.050) dır. Bu ürünlerin yanında; antep fıstığı, üzüm, nar, zeytin, kapari, kimyon gibi tıbbi aromatik bitkiler üretilmektedir. Bölgeden pamuk, antep fıstığı, dut, mercimek, nohut, buğday, nar, kapari, ve kimyon gibi ürünlerin ihracatı yapılmaktadır. Toplam ihracat yapılan ürün miktarı; 3.992 ton civarında olup, Türkiye ihracatının (30. 682 ton) % 13'üne karşılık gelmektedir. Görüldüğü gibi bölgenin konvansiyonel olarak karşılaştırmalı üstünlüğü olan ürünlerinin organik olarak üretilmesi önem kazanmaktadır (Anonim, 2008).

GAP Bölgesi'nin tarımsal yapısında, hayvansal üretim önemli bir yer almaktadır. Hayvancılık, genellikle meraya kısmen de anız otlatmasına dayalı olup; ekstansif hayvancılık karakterini taşımaktadır. Hayvan ırkları içerisinde yerli ırklar yüksek oranda bulunduğundan, birim hayvan başına verim düşüktür. Hayvansal üretim içerisinde büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, ağırlıklı ve öncelikli olarak önemini korumaktadır(Karlı, 2001, 547). Bölge'deki ekolojik alt-bölgeler hayvancılık faaliyetlerine farklı koşullar sunmakla ve belli alanlarda yoğunlaşmalara yol açmaktadır. Başka bir deyişle, Bölge'deki hayvancılık faaliyetinin niteliğini eko sistem tayin etmektedir. Bölge'de Anti-Toros'un güney etekleri, Karacadağ ve Mardin Dağları varolan popülasyonun yoğunlaşma alanları olarak öne çıkmaktadır. Söz konusu alt-bölgeler, özellikle klimatolojik faktörlerin tayin ettiği ekolojik alt zonlar olarak tanımlanmaktadır. Bölge'nin kentsel yerleşim alanlarında hayvan yetiştiriciliği, her türlü olumsuz koşullara rağmen, yaygın olarak yapılmakta; Batman ve Diyarbakır kent merkezlerinde süt inekçiliği ve besi koyunculugu faaliyetleri yoğun olarak sürdürülmektedir(Dağ vd., 2002, 5).

#### **1.4. GAP Bölgesi Hayvancılığının Geliştirilmesine Yönelik Çözüm Önerileri**

Verimi düşük olan hayvan ırklarının verim düzeylerinin artırılması amacıyla yapılacak ıslah çalışmalarında, Bölge'de koşulları uygun olan işletmeler için saf (kültür) ırk hayvanların yetiştirilmesi faydalı olacaktır. Ancak, bu tip işletmelerin sayısının son derece sınırlı olması nedeniyle seçme (seleksiyon), melezleme ve araştırma çalışmalarının daha düzenli bir biçimde

sürdürülmesi gereklidir. Bunun için öncelikle hayvancılık sektörünün çeşitli konularında çalışan kamu kuruluşlarıyla işbirliği yapılması gerekmektedir. Bölge’de gebe düve ithalatı yerine, yerli ırkların kültür ırkları ile melezleme çalışmalarına ağırlık verilmeli; bu konuda doğal ve suni tohumlama çalışmaları dikkate alınarak yeni politikalar belirlenmelidir(Anonim, 2006, 25). Bölge’de damızlık yetiştiren özel işletmelerin kurulması ya da kurdurulmasının teşvik edilmesi gereklidir.

Bölge’de GAP kapsamındaki sulamaların yaygınlaşması göz önünde bulundurularak, yem bitkilerinde üretim artışı sağlanmalıdır. Bölge’deki yem üretimine devlet desteğinin verilmesi, hem kapasiteyi arttıracak ve hem de üretim artışı sağlayarak, hayvansal ürünler ithalatı için harcanan döviz miktarını azaltacaktır. Ayrıca, yetiştiriciler gerek kaba yem üretimi ve gerekse kaliteli karma yem kullanmanın avantajları hakkında bilgilendirilmelidirler. Devlet, hayvan sağlığı alanında gerekli teşkilatlanmayı yapmalı; Bölge düzeyinde yaygın, yeterli ve etkin teşhis ve kontrol laboratuvar ağı kurarak, yeterli uzman hekim görevlendirmeli ve serbest veteriner hekimliği teşvik etmelidir. Bu laboratuvarlarda ekonomik öneme haiz belli başlı hayvan hastalıklarının teşhisi ve eradikasyonu sağlanmalı; Bölge’deki tüm hayvanların iç, dış, kan ve paraziter hastalıklara karşı korunmalarını sağlamak amacıyla mücadele programları geliştirilmelidir(GAP-BKİ, 2005, 39, 44). Bölgeler arasındaki hayvan alımları kontrol altına alınmalıdır. Ayrıca, yetiştiricilerin hayvan hastalıkları ve sağlıklı korunma konusunda bilgilenmeleri sağlanmalıdır için harcanan döviz miktarını azaltacaktır. Ayrıca, yetiştiriciler gerek kaba yem üretimi ve gerekse kaliteli karma yem kullanmanın avantajları hakkında bilgilendirilmelidirler. Devlet, hayvan sağlığı alanında gerekli teşkilatlanmayı yapmalı; Bölge düzeyinde yaygın, yeterli ve etkin teşhis ve kontrol laboratuvar ağı kurarak, yeterli uzman hekim görevlendirmeli ve serbest veteriner hekimliği teşvik etmelidir. Bu laboratuvarlarda ekonomik öneme haiz belli başlı hayvan hastalıklarının teşhisi ve eradikasyonu sağlanmalı; Bölge’deki tüm hayvanların iç, dış, kan ve paraziter hastalıklara karşı korunmalarını sağlamak amacıyla mücadele programları geliştirilmelidir(GAP-BKİ, 2005, 39, 44). Bölgeler arasındaki hayvan alımları kontrol altına alınmalıdır. Ayrıca, yetiştiricilerin hayvan hastalıkları ve sağlıklı korunma konusunda bilgilenmeleri sağlanmalıdır.

### **1.5. Şanlıurfa İlinde Organik Tarım ve Hayvancılık**

Şanlıurfa ili, kapladığı alan itibariyle, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin en geniş ve Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)’nin merkezi konumundadır (Benek, 2006). İl, bölgedeki toplam tarım alanlarının %36.2’sini, Türkiye’deki tarım alanlarının ise %4.2’sini oluşturmaktadır (Anonim, 2002). GAP Bölgesi’nin merkezi sayılan Şanlıurfa ilinde 2015 yılı itibariyle toplam sulanan

alan 237.267 hektar olup, bu alan ildeki toplam sulanabilir alanın (932.250 ha) sadece %25'ini oluşturmaktadır (Anonim, 2016a). Şanlıurfa ilinde 1995 yılından günümüze kadar sulamaya açılan alanlar giderek genişlemiş, sulama yapılan alanlarda üretimde büyük değişiklikler olmuştur. İlde ilk kez sulanmaya başlanan Harran Ovası'nda, kuru tarımdan sulu tarıma geçişle birlikte, üretim yapısı ve ilişkilerinde önemli değişimler yaşanmış ve tarımsal hasıla artmıştır. Özellikle sulu tarım koşullarında yetiştirilen pamuk ve mısır veriminde önemli artışlar kaydedilmiştir (TUIK, 2012). İldeki mevcut tarım potansiyeli oldukça yüksek olmasına rağmen, modern tarım açısından ele alındığında bu zengin potansiyelin yeterince değerlendirilmemesinin bir sonucu olarak çok ciddi temel sorunların bulunduğu bilinmektedir (Benek, 2006). Etkili mücadele yapılmadığı takdirde, üretimde önemli verim kayıplarına neden olabilen yabancı otlar da bu temel sorunlar arasında yer almaktadır.

Şanlıurfa ili, mevcut tarım potansiyeli itibariyle zengin ve elverişli bir durum arz etmektedir. Ancak, modern tarım açısından ele alındığında, bu zengin tarım potansiyelinin yeterince değerlendirilmemesinin bir sonucu olarak çok ciddi temel yapısal sorunlarının bulunduğu dikkat çekmektedir. Bu temel sorunlarının başında tarım alanlarının yapısal özellikleri ve coğrafi dağılışı, sulama durumu, tarımsal işletme sayısı, parsel büyüklüğü ve mülkiyet sorunu, arazi toplulaştırma ve tesviyesi, sermaye durumu, çiftçi örgütlenmesi, makineleşme, tohum kullanımı, gübreleme, tarımsal ilaç kullanımı, ulaşım ve pazarlama konuları gelmektedir. Şanlıurfa ilinde tarımsal ürünler ve bu ürünlerle ilgili faaliyetlerinin ekonomik potansiyeli, gerek GAP ve gerekse Şanlıurfa ili için hammadde sektörünün temelini oluşturmaktadır.

Şanlıurfa ili, genel arazi bölünüşü içerisinde tarım alanları bakımından hem Türkiye'deki tarım alanlarına, hem de GAP Bölgesi'ndeki tarım alanlarına göre daha avantajlı bir orana sahiptir. Şanlıurfa, Türkiye'deki tarım alanlarının % 4,9'unu oluşturmakta ve bu konumu ile Konya ve Ankara'dan sonra arazi dağılımı bakımından üçüncü sıraya yerleşmektedir. Bu büyük potansiyelinden dolayıdır ki Şanlıurfa ili, GAP içerisinde "tarım ve tarıma dayalı ihracat üssü" olarak değerlendirilmektedir.

### 1.5.1. Şanlıurfa'da Tarıma Yatırım Yapmak İçin 10 Neden

2. Aktif ve genç nüfus yapısına sahip maliyetinin düşük olması (1565 yaş arası nüfus oranı %) sebebiyle iş gücü maliyetinin düşük olması
3. Tarihi ipek yolu üzerinde bulunması ve Ortadoğu pazarına yakın olması
4. Tarımsal anlamda önemli bir potansiyele sahip olması (Türkiye'nin pamuk ve mercimek üretiminde birinci, Antep Fıstığı üretiminde ise ikinci sıradadır)
5. Hayvancılığın olması.
6. Dünyanın bölge kalkınmasını ve gelişmesini etkileyecek yem bitkileri sayılı bölgesel kalkınma üretim potansiyeline projelerinden olan Güneydoğu Anadolu

7. Bölgesinin (GAP) konumunda olması nedeniyle geniş olanaklarından faydalanılabilmesi  
Tarım alanlarının önemli bir kısmının
8. Organik tarıma elverişli toprak verimli ve sulanabilir varlığının (organik olması pamuk üretiminde Türkiye’de birinci sırada
9. Yenilenebilir enerji kaynaklarının zenginliği (Güneş enerji tesisleri) sahip merkezi ) olması
10. Jeotermal kaynaklara sahip olması, güneşli gün sayısının ve güneşlenme süresinin yüksek olması gibi sebeplerle birlikte seracılığa uygun bir bölge olması
11. Bölgesel teşviklerin varlığı açısından önemli bir potansiyele sahip olması

Şanlıurfa Besicilikte Güneydoğu Anadolu bölgesinde ilk sıradadır. Ekonomik bakım, yem giderleri ile hayvancılık yatırımları için caziptir. Atatürk Baraj gölü ve Fırat Nehri su ürünleri yatırımları için geniş fırsatlara sahiptir. Her geçen gün yeni hayvancılık yatırımları ile ülkemizin Et, Süt ve Su Ürünleri üretim merkezi olma yolunda emin adımlar ile ilerlemektedir (Çizelge 2).

**Çizelge 2:** Şanlıurfa ili mevcut hayvan varlığı (TUİK, 2019).

Cinsi	Türkiye Sayısı	Şanlıurfa Sayısı
Yerli Sığır	1 573 659	92 831
Melez Sığır	7 554 625	189 893
Kültür Sığırı	8 559 855	41 129
Manda	184 192	604
Büyükbaş Toplam	17 872 331	324 457
Koyun	37 276 050	1 969 555
Keçi	11 205 429	246 170
Küçükbaş Toplam	48 481 479	2 215 725
Kanatlı	348 784 885	683 988
Arı Kovanı	8 128 360	118 091

## 2. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Türkiye’de halen tarım ve hayvancılığın çözülmesi gereken önemli sorunları vardır. Ancak organik üretim yoluyla bu sorunların çözümleneceği düşünülmemelidir. Organik üretim yöntemi, sağlıklı ve kaliteli ürün talebiyle özel pazara yönelik üretim için kullanılan bir yöntemdir. Organik Tarım, konvansiyonel tarım sonucu giderek artan çevre ve sağlık sorunlarının çözümünde de etkin bir alternatif olarak kabul edilmiştir. GAP Bölgesi henüz kirlenmemiş toprak ve su kaynaklarıyla, ekolojik ürün üretimi için potansiyel oluşturmaktadır. Üretilen ürünlerin ihracata yönelik olarak gerek kurutulmuş halde, gerekse işlenip ambalajlanarak piyasaya arzı, bölgenin tarımsal sanayisinin gelişimine de katkıda bulunacaktır. GAP bölgesinde organik tarım için gerekli olan ürün deseni bulunmaktadır. Yine organik üretim potansiyeli sulama alanlarının artışına bağlı olarak daha da değerlendirilecek, ürün çeşitliliğiyle birlikte bu değer daha da artacaktır. Ancak bu potansiyel lokal olarak harekete geçirilmiştir. Oysaki GAP Bölgesi’nde ekimi yapılan tarla bitkilerinden pamuk, mısır, soya fasulyesi, çeltik, susam, buğday, mercimek, nohut, ayçiçeği bitkilerinin organik yöntemlerle üretim potansiyeli bulunmaktadır.

Ayrıca iklim özelliği gösteren alanlarda domates, patlıcan, biber, kavun, karpuz, hıyar, taze fasulye, havuç, bezelye; yine bahçe bitkilerinden kayısı, kiraz, ceviz, badem, fıstık, erik organik yöntemlerle başarılı bir şekilde üretilebilir. Hayvansal ve bitkisel üretimde temel hedef verimliliği arttırmaktır. Bu nedenle organik üretimin ülkemizde alternatif bir yöntem olabilmesi için bir geçiş süresine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak burada önemli bir noktada bitkisel ve hayvansal üretimde biyogüvenliğin sağlanması için koşulların oluşturulmasıdır. Her şeyden önce organik tarım ve hayvancılık, toprakların sürdürülebilir tarım açısından korunmasında büyük önem taşımaktadır. Bu yönde atılacak adımlar tarım ve hayvancılığın geleceğini garanti altına alacak, gelecek nesillere kirlenmemiş verimli topraklar bırakacaktır. Bu sayılanlar dışında, Ülke genelinde ve Şanlıurfa bölgesinde hayvancılıkta organik üretime ilişkin üretim ve pazarlama politikalarının ivedilikle oluşturulması, üreticiyi destekleyen, tüketicileri bilinçlendiren programların hazırlanmasına çalışılmalıdır.

Tarım yaşamın esasıdır ve evrenseldir. Şanlıurfa bölgesinde yapılan tarım, üretilen ürünlerin ihracatı ile uzağındaki ülkeleri bile etkileyebilmektedir. Bu nedenle tarımsal sorunları küresel düşünme zorunluluğu vardır. Dolayısıyla Türkiye’de ve özellikle pestisit ve gübre kirliliğinin pek fazla yaşanmadığı bir bölge olan Şanlıurfa ilinde de geliştirilmeye çalışılması dünya ve ülkemiz açısından önem taşımaktadır.

## KAYNAKÇA

- [1] Anonim, 2002. Şanlıurfa Tarım Master Planı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Şanlıurfa İl Tarım Müdürlüğü, 173s
- [2] Anonim, 2016a. İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı El Kitapçığı, Devlet Su İşleri, İstatistik Değerlendirme ve Geliştirme Şube Müdürlüğü, 119 s
- [3] Anonim. 2017a. Bitkisel ve Hayvansal Ürünlerin Ekolojik Metotlarla Üretilmesine İlişkin Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete, Tarih: 24.12.1994, Sayı: 22145, Ankara.
- [4] Anonim. 2017b. Organik Tarım Kanunu. T.C. Resmi Gazete, Tarih: 03.12.2004, Sayı: 25659, Ankara
- [5] Arslan Z.F 2018. Şanlıurfa İli Mısır Tarlalarında Bulunan Yabancı Otların Yaygınlık ve Yoğunlukları ile Mücadele Sorunlarına Çözüm Önerileri Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(10): 1322-1328
- [6] Benek S. 2006. Şanlıurfa İlinin Tarımsal Yapısı, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Coğrafi Bilimler Dergisi, 2006: 4 (1): 67- 91
- [7] Çetiner S, 2013. Yeşil Devrim de Neymiş, Maliye Dergisi, 158:326-348.
- [8] FIBL. 2017. The World of Organic Agriculture 2017. (<http://www.fibl.org>) (Erişim Tarihi: 25.08. 2017).
- [9] GTHB. 2016. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Organik Tarım Bilgi Sistemi, ([http://www.tarim.gov.tr /Konular/Bitkisel-Uretim/Organik- Tarim/Istatistikler](http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler)) (Erişim Tarihi:20. 08.2017).
- [10] Güney Doğu Anadolu Bölge illeri <https://www.efe.name.tr/guneydogu-anadolu-bolgesi/>
- [11] İnan, i. Hakkı. “GAP Bölgesi Tarımsal Kalkınmasında Kooperatifçilik”, 3. GAP ve Sanayi Kongresi Bildiriler El Kitabı, Diyarbakır: TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 18-19 Ekim 2003, ss. 171-173
- [12] Kayalar AD. 2004, Dünyada ve Türkiye’de Organik Tarım Üretim ve İhracat Üzerine Bir Çalışma. İstanbul İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği. İstanbul.
- [13] Kurt Z. 2006, Organik Tarım Ürünleri Pazarlaması ve Uygulamalar. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Pazarlama Programı, İzmir.
- [14] Özbilge Z. 2007, An Analysis of Organic Agriculture in Turkey: The Current Situation and Basic Constraints. J. of Central European Agr., 8 (2): 213-222.
- [15] TÜİK, 2012. Türkiye İstatistik Kurumu resmi web sitesi. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr). Erişim tarihi: 18 Aralık 2012.
- [16] TÜİK. 2021, Hayvansal Üretim İstatistikleri.. ([www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)) (Erişim Tarihi: 04.12.2022).
- [17] TÜİK. 2021, Organik Bitkisel Üretim. ([www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)) (Erişim Tarihi: 04.12.2022).
- [18] TÜİK. 2016, Organik Bitkisel Üretim. ([www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)) (Erişim Tarihi: 28.08.2017).



## ORMAN YANGINLARIYLA MÜCADELEDE ZORLU ÇALIŞMA KOŞULLARININ İŞÇİ SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

**Dr. Öğr. Üyesi Neşe GÜLCİ<sup>1</sup>, Büşra AKBULUT<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> KSÜ Orman Fakültesi, 46060 Kahramanmaraş [nyenilmez@ksu.edu.tr](mailto:nyenilmez@ksu.edu.tr) - 0000-0003-2605-734X

<sup>2</sup>Ulus Orman İşletme Müdürlüğü, Danışman Orman Mühendisi, 74600 Bartın/ Ulus [busraacuce@hotmail.com](mailto:busraacuce@hotmail.com) - 0000-0002-6960-844X

### ÖZET

Ülkemizde özellikle son zamanlarda iklim değişikliği ve diğer sebeplerle orman yangınlarının şiddeti ve yoğunluğu daha da artış göstermiştir. Bu durum orman yangınlarıyla mücadele çalışmalarında görevli ekiplerin çalışmalarını zor koşullar altında sürdürmelerine sebep olmaktadır. Orman yangınları ile mücadelede görevli orman yangın işçileri yangınları önleme ve yangınlarla mücadele çalışmalarında büyük rol oynamaktadır. Böylesine büyük bir role sahip orman yangın işçileri, verdikleri bu mücadeleler sonucunda fiziksel hasarlar dışında bir takım stres, depresyon ve kaygı bozukluğu (anksiyete) problemleri yaşamaktadır. Bu problemlerin hangi sıklık, sebep ve ölçüde yaşandığını tespit etmek amacıyla orman yangınlarıyla mücadelede çalışan işçiler ile yüz yüze anket çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Anket çalışmaları Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü, Ulus Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde görev alan orman yangın işçilerine uygulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Orman Yangını, Orman Yangın İşçileri, Kaygı Bozukluğu (Anksiyete), Depresyon, Stres.

### INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFICULT WORKING CONDITIONS ON WORKER HEALTH IN THE FIGHT AGAINST FOREST FIRES

#### ABSTRACT

In Türkiye, forest fires have increased in severity and intensity due to climate change and other factors. The situation has led to teams tasked with fighting the bushfires continuing to work in difficult conditions. Forest fire fighting teams in the fight against forest fires play a major role in preventing and fighting fires. Forest fire fighting teams with such important responsibilities experience some issues with stress, depression and anxiety, in addition to the physical toll of these struggles. To determine the frequency, cause, and extent of these problems, face-to-face surveys of workers involved in fighting forest fires were conducted. The survey study was applied to forest fire fighting teams working in Zonguldak Regional Directorate of Forestry, Ulus Forest Enterprise.

**Keywords:** Forest Fire, Forest Fire Workers, Anxiety Disorder (Anxiety), Depression, Stress

## 1. GİRİŞ

Ülkemizin birçok bölgesinde her yıl onlarca, yüzlerce veya binlerce hektar (ha) orman alanında yangınlar meydana gelmektedir. Özellikle son yıllarda artan küresel iklim değişikliği, insan kaynaklı faaliyetler ve doğal sebepler orman yangınlarının sayısını ve sıklığını daha da arttırmıştır. Farklı şiddette ve derecede meydana gelen orman yangınları ekonomik, ekolojik ve sosyal etkileri beraberinde getirmektedir (Ayanoğlu ve ark., 2017).

Ülkemizde orman yangınlarıyla mücadele çalışmaları Orman Genel Müdürlüğü, Yangınlarla Mücadele Daire Başkanlığı'na bağlı olarak yürütülmektedir. Orman yangınlarının başladığı anda zaman kaybetmeden söndürülmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle yangınların tespit edilmesi ve söndürülmesinde görevli personeller (yangın gözetleme işçileri, haberleşme işçileri ve yangın söndürme işçileri) yangın sezonu boyunca hazır olarak beklemektedir (URL, 1; Sayın ve ark., 2014).

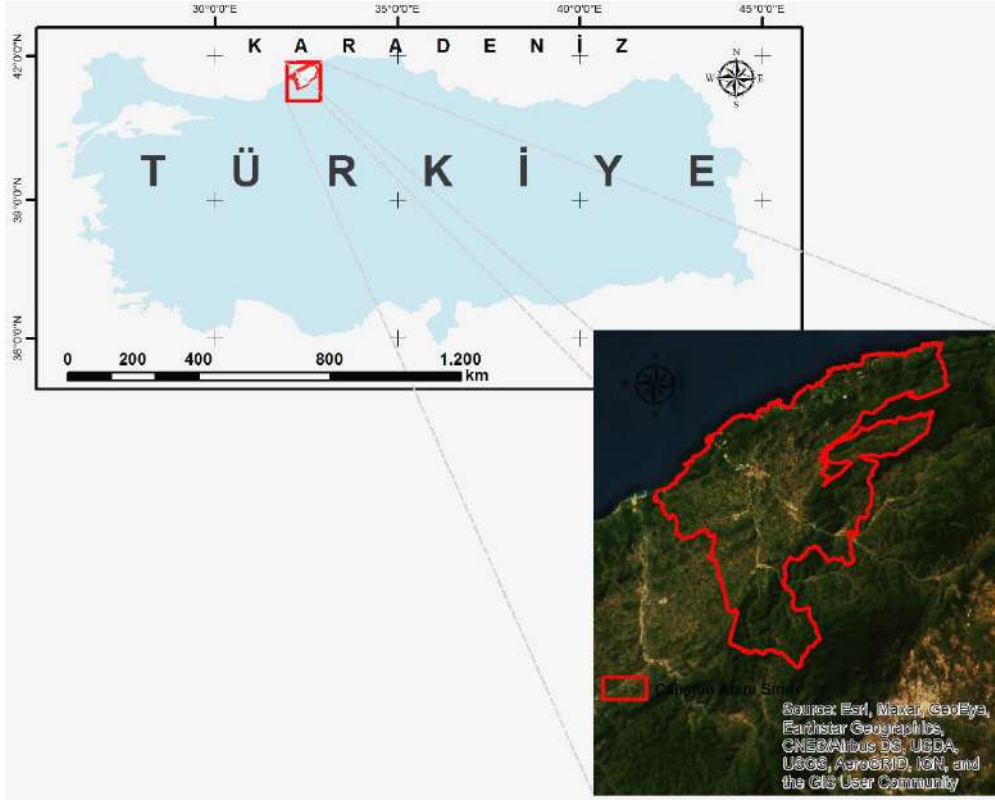
Orman yangınlarıyla mücadelede görevli ekipler ilk müdahale ekibi, hazır kuvvet ekip, gezici ekip, arazöz ekibi ve helikopter ekibi olmak üzere beş çeşittir. İlk müdahale ekibi yangına ilk müdahaleyi gerçekleştiren ekiptir. Yangınların kontrol altına alınmasında yetersiz kaldıklarında hazır kuvvet ekibi destek sağlamaktadır (Akay ve Yenilmez; 2007; Akay ve ark., 2009; Gülci ve ark., 2019).

Orman yangınlarıyla mücadele çalışmaları ormancılık çalışmalarının en riskli işlerinden olup ağır ve tehlikeli iş grubunda yer almaktadır (Acar, 1999; Acar ve Eker, 2001). Bu nedenle orman yangınlarıyla mücadelede görev alacak personelin öncelikle fiziksel ve ruhsal açıdan sağlıklı, mesleki açıdan bilgili, zorlu arazi şartlarına uyum sağlayacak güçlü ve kuvvetli vücut yapısına sahip olması gerekmektedir (Özdönmez, 1997; Akay ve ark., 2008). Maalesef ki orman yangınları gibi riskli bir görevi yerine getirirken, işçiler verdikleri mücadeleler nedeniyle hem fiziksel hasarlar hem de bir takım stres, depresyon ve kaygı bozukluğu problemleri yaşamaktadırlar. Bu nedenle bu problemlerin hangi sıklık, sebep ve ölçüde yaşandığını tespit etmek amacıyla orman yangınlarıyla mücadelede çalışan işçiler ile yüz yüze anket çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Bu çalışma Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü, Ulus Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında gerçekleştirilmiştir (Görsel 1). Ulus Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde Abdipaşa, Ardiç, Drahna, Kumluca, Sökü, Ulusçay, Hasandede, Merer, Samatlar ve Sarıkaya olmak üzere toplam 10 adet orman işletme şefliği bulunmaktadır. Ulus Orman İşletme Müdürlüğü genel alanı 66.640,20 hektar olup toplam orman alanı 49.457,20 hektardır (URL, 2).



**Görsel 1. Çalışma alanının konumu**

## 2.2. Metot

Ulus Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde görev alan orman yangın işçilerinin çalışma koşulları zorluğunun işçi sağlığı üzerine etkilerinin araştırılması amacıyla toplam 30 adet orman yangın işçisi ile yüz yüze anket çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Görsel 2). Orman yangınlarıyla mücadelede çalışan işçilerinin sosyal durumlarının, sağlık ve iş güvenliği sorunlarının ortaya konulması amacıyla 14 adet, stres, depresyon ve kaygı bozukluğu düzeylerinin ortaya konulması amacıyla toplam 10 adet anket sorusu hazırlanmıştır. Soruların işçiler tarafından anlaşılır olmasına dikkat edilmiştir. Ankete verilen cevaplar SPSS paket programında (frekans, yüzde ve kümülatif yüzde) değerlendirilmiştir.



**Görsel 2. Anket çalışması**

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Ulus Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde görev alan orman yangın işçilerinin sosyo-demografik özelliklerinin işçi sayısına göre yüzde (%) dağılımı Çizelge 1 de verilmiştir. Ankete katılan orman yangın işçilerinin ortalama yaşı 36 iken minimum yaş 21, maksimum yaş ise 56 olarak tespit edilmiştir. İşçilerin %56,7'si evli iken %43,3'ü bekârdır. Yangın işçilerinin %66,7'sinin lise, %13,3'ünün üniversite ve ortaokul, %6,7'sinin ise ilkokul mezunu olduğu belirlenmiştir. Lise ve üniversite mezunu işçilerin işe yeni başlayan genç işçilerden oluştuğu ikili görüşmelerde anlaşılmıştır. İşçilerin %56,7'si 10 yıldan fazla, %30'u 1-5 yıl, %13,3'ü ise 6-10 yıl orman yangınlarıyla mücadele işlerinde çalışmıştır. İşçilerin %53,3'ü orman yangınlarıyla mücadele konusunda mesleki bilgi ve becerilerini yeterli bulurken %33,3'ü çok yeterli, %3,3'ü ise yetersiz bulmuştur. Anket sonuçları işçilerin %50 den fazlasının orman yangınlarına müdahale konusunda mesleki bilgi ve becerileri olan tecrübeli işçilerden oluştuğunu göstermiştir.

**Çizelge 1. Orman yangın işçilerinin sosyo-demografik özelliklerinin işçi sayısına yüzde (%) dağılımı**

		Frekans	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
Medeni durum	Evli	17	56,7	56,7
	Bekar	13	43,3	100,0
	Toplam	30	100,0	
Eğitim durumu	İlkokul	2	6,7	6,7
	Ortaokul	4	13,3	20,0
	Lise	20	66,7	86,7
	Üniversite	4	13,3	100,0
	Toplam	30	100,0	
Orman yangınlarıyla mücadelede çalışma süresi	1-5	9	30,0	30,0
	6-10	4	13,3	43,3
	>10	17	56,7	100,0
	Toplam	30	100,0	
Mesleki bilgi ve beceri yeterlilik durumu	Yetersiz	1	3,3	3,3
	Az yeterli	3	10,0	13,3
	Yeterli	16	53,3	66,7
	Çok yeterli	10	33,3	100,0
	Toplam	30	100,0	

Orman yangın işçilerinin sağlık durumlarının işçi sayısına göre yüzde (%) dağılımı Çizelge 2 de verilmiştir. İşçilerin %40'ı hafif düzeyde yorgunluk ve halsizlik yaşarken, %40'ı yorgunluk ve halsizlik yaşamadığını bildirmiştir. Alerjik rahatsızlıklar yangın işçilerinin %56,7'sinde görülmezken %30'unda ise hafif düzeyde tespit edilmiştir.

Orman yangın işçilerinin %76,7'sinde tansiyon problemi görülmezken %13,3 ünde hafif düzeyde, %10'unda ise orta düzeyde tespit edilmiştir. Nefes tıkanıklığı işçilerin %46,7'sinde yok iken %40'ında orta düzeyde görülmüştür. Kalp sıkışması işçilerin %63,3'ünde

görülmezken %23,3’ünde hafif, %13,3’ünde orta düzeyde tespit edilmiştir. Akciğer rahatsızlığı işçilerin %46,7’sinde görülmezken %30’unda düşük, %20’inde orta ve %3,3’ünde ciddi düzeyde görülmüştür. İşçilerle gerçekleşen yüz yüze görüşmelerde sağlık problemi yaşayanların 10 yıldan fazla orman yangınlarıyla mücadelede çalışan işçiler olduğu anlaşılmıştır.

**Çizelge 2. Orman yangın işçilerinin sağlık durumlarının işçi sayısına yüzde (%) dağılımı**

		Frekans	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
Yorgunluk ve halsizlik	Yok	12	40,0	40,0
	Hafif	12	40,0	80,0
	Orta	4	13,3	93,3
	Ciddi	2	6,7	100,0
	Toplam	30	100,0	
Alerjik rahatsızlık	Yok	17	56,7	56,7
	Hafif	9	30,0	86,7
	Orta	2	6,7	93,3
	Ciddi	2	6,7	100,0
	Toplam	30	100,0	
Tansiyon	Yok	23	76,7	76,7
	Hafif	4	13,3	90,0
	Orta	3	10,0	100,0
	Ciddi	0	0	
	Toplam	30	100,0	
Nefes tıkanıklığı	Yok	14	46,7	46,7
	Hafif	4	13,3	60,0
	Orta	12	40,0	100,0
	Ciddi	0	0	
	Toplam	30	100,0	
Kalp sıkışması	Yok	19	63,3	63,3
	Hafif	7	23,3	86,7
	Orta	4	13,3	100,0
	Ciddi	0	0	
	Toplam	30	100,0	
Akciğer rahatsızlığı	Yok	14	46,7	46,7
	Hafif	9	30,0	76,7
	Orta	6	20,0	96,7
	Ciddi	1	3,3	100,0
	Toplam	30	100,0	

Orman yangın işçilerinin iş güvenliği durumlarının işçi sayısına yüzde (%) dağılımı Çizelge 3 de verilmiştir. Sonuçlara göre işçilerin %83,3’ü ilk yardım malzemelerini yeterli bulduğunu ve %80’i ilk yardım personelini yeterli bulduğunu bildirmiştir. İş organizasyonunu işçilerin %90’ı yeterli bulmuştur. Koruyucu elbise ve ekipman kullanımına işçilerin %86,7’si önem verdiğini bildirmiştir.



**Çizelge 3. Orman yangın işçilerinin iş güvenliği durumlarının işçi sayısına yüzde (%) dağılımı**

		Frekans	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
İlk yardım malzemesi	Yeterli	25	83,3	83,3
	Yetersiz	5	16,7	100,0
	Toplam	30	100,0	
İlk yardım personeli	Yeterli	24	80,0	80,0
	Yetersiz	6	20,0	100,0
	Toplam	30	100,0	
İş organizasyonu	Yeterli	27	90,0	90,0
	Yetersiz	3	10,0	100,0
	Toplam	30	100,0	
Koruyucu elbise ve ekipman kullanımı	Evet	26	86,7	86,7
	Hayır	4	13,3	100,0
	Toplam	30	100,0	

Orman yangın işçilerinin stres, depresyon ve kaygı bozukluğu problemlerini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen anketlere ait frekans, yüzde (%) ve kümülatif (%) değerleri Çizelge 4 de verilmiştir. Anket sonuçlarına göre işçilerin %13,3'ünün herhangi bir yangın anında yangına zamanında müdahale edilmeyeceği kaygısı yaşamadığı, %36,7'sinin hafif ve orta düzeyde, %13,3'ünün ise ciddi düzeyde kaygı yaşadığı tespit edilmiştir. Orman yangınlarının hızla ilerlemesi, önüne çıkan her şeyi yakarak yok etmesi sebebiyle yüz yüze görüşmelerde işçilerin çoğunluğu stres yaşadıklarını ve yangını söndürememe kaygısını her yangında yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

Herhangi bir yangın anında yangına zamanında müdahale edilse bile gerginlik ve huzursuzluğu işçilerin %30'u hissetmediğini, %36,7'si hafif, %30'u orta ve %3,3'ü ciddi düzeyde hissettiğini bildirmiştir. İşçilerin %23,3'ünün yangın sırasında aşırı panik yaşamadığı, %56,7'sinin hafif, %16,7'sinin orta ve %3,3'ünün ciddi düzeyde panik yaşadığı görülmüştür. Ciddi düzeyde panik yaşayan işçi orman yangınlarıyla mücadele konusunda tecrübesiz olduğunu ve ilk yangın deneyimi olduğunu bildirmiştir.

Yangın sırasında işçilerin %60'ının hafif, %23,3'ünün orta düzeyde kalp atışlarında artış olduğu tespit edilmiştir. İşçilerin %56,7'si yangın sonrasında ellerinde titreme yaşamadığını, %33,3'ü orta düzeyde yaşadığını bildirmiştir. Yangın anında ve sonrasında ani terleme işçilerin %30'unda hafif düzeyde, %33,3'ünde ise orta düzeyde tespit edilmiştir.

Yangından önce veya sonra işçilerin %40'ı hafif, %23,3'ü orta ve %3,3'ü ciddi düzeyde uyku problemi yaşadığını, %33,3'ü ise uyku problemi yaşamadığını bildirmiştir. İşçilerin %43,3'ü yangın sonrasında hafif düzeyde kaygılı durumunun devam ettiğini, %40'ı ise kaygılı durum yaşamadığını belirtmiştir.

Yangın sırasında dehşet, korku ve çaresizlik duygusunu işçilerin %46,7'si hafif, %30'u orta ve %3,3 ciddi düzeyde yaşamıştır. Yangın sırasında çaresizlik hissinden ötürü ölümü düşünme işçilerin %40'ında hafif, %13,3'ünde orta ve %10'unda ciddi düzeyde olduğu



görülmüştür. İşçiler rüzgarında yön değiştirmesi durumunda alevlerin arasında kalarak yangından kaçamayacaklarını hissederek, korku ve çaresizlik duygusu ile ölümü daha fazla düşündüklerini ifade etmişlerdir.

**Çizelge 4. Orman yangın işçilerinin stres, depresyon ve kaygı bozukluğu problemlerinin işçi sayısına göre yüzde (%) dağılımı**

		Frekans	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
Herhangi bir yangın anında yangına zamanında müdahale edilemeyeceği kaygısı	Yok	4	13,3	13,3
	Hafif	11	36,7	50,0
	Orta	11	36,7	86,7
	Ciddi	4	13,3	100,0
	Toplam	30	100,0	
Herhangi bir yangın anında yangına zamanında müdahale edilse bile gerginlik ve huzursuzluk	Yok	9	30,0	30,0
	Hafif	11	36,7	66,7
	Orta	9	30,0	96,7
	Ciddi	1	3,3	100,0
	Toplam	30	100,0	
Yangın sırasında aşırı panik hali	Yok	7	23,3	23,3
	Hafif	17	56,7	80,0
	Orta	5	16,7	96,7
	Ciddi	1	3,3	100,0
	Toplam	30	100,0	
Yangın sırasında kalp atışlarında aşırı artış	Yok	5	16,7	16,7
	Hafif	18	60,0	76,7
	Orta	7	23,3	100,0
	Ciddi	0	0	
	Toplam	30	100,0	
Yangın sonrasında ellerde titreme	Yok	17	56,7	56,7
	Hafif	2	6,7	63,3
	Orta	10	33,3	96,7
	Ciddi	1	3,3	100,0
	Toplam	30	100,0	
Yangın sırasında ve sonrasında ani terleme	Yok	8	26,7	26,7
	Hafif	9	30,0	56,7
	Orta	10	33,3	90,0
	Ciddi	3	10,0	100,0
	Toplam	30	100,0	
Yangından önce veya sonra uyku problemi	Yok	10	33,3	33,3
	Hafif	12	40,0	73,3
	Orta	7	23,3	96,7
	Ciddi	1	3,3	100,0
	Toplam	30	100,0	
Yangın sonrasında da kaygılı durum	Yok	12	40,0	40,0
	Hafif	13	43,3	83,3
	Orta	4	13,3	96,7
	Ciddi	1	3,3	100,0
	Toplam	30	100,0	

	Toplam	30	100,0	
Yangın sırasında dehşet, korku ve çaresizlik duygusu	Yok	6	20,0	20,0
	Hafif	14	46,7	66,7
	Orta	9	30,0	96,7
	Ciddi	1	3,3	100,0
	Toplam	30	100,0	
Yangın sırasında çaresizlik hissinden ötürü ölümü düşünme	Yok	11	36,7	36,7
	Hafif	12	40,0	76,7
	Orta	4	13,3	90,0
	Ciddi	3	10,0	100,0
	Toplam	30	100,0	

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ulus Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde görev alan orman yangınlarıyla mücadele işçilerinin sosyal, sağlık ve güvenlik problemleri dikkate alınarak orman yangınları sırasında ve sonrasında yaşadıkları stres, depresyon ve kaygı bozukluğu sorunları anket çalışmaları yapılarak yüzde olarak ortaya konmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki öneriler geliştirilebilir:

- Yangın işçileri yangın anında kontrolünü kaybetmeyecek zihinsel sağlık problemi olmayan genç bireylerden seçilmelidir.
- İşçilerin yangın çıktığı anda yaşadıkları panik durumunu azaltmak amacıyla yangında kullanılacak ekipmanların her daim araçlarda hazır olarak bulundurulması sağlanmalıdır.
- İşçilerin moral ve motivasyon seviyelerini yüksek tutmak adına yangın sonrası teşvik ve ödüller verilmelidir.
- Her yıl düzenli olarak yapılan yangın tatbikat sayıları artırılmalıdır.
- Yangın işçilerine verilen eğitimlerin sayısı artırılmalı ve yangın anında stres ve kriz yönetimi konusunda da destek eğitimler verilmelidir.
- Özellikle büyük bir yangın sonrası (yangında ölüm tehlikesi yaşama) görev yerine dönen işçilere psikososyal destek verilmelidir.
- Yangın sezonu boyunca işçilerin stresten ve depresyondan uzak kalmalarını sağlamak amacıyla zorunlu meditasyon dersleri uygulanmalıdır.

#### KAYNAKÇA

- [1] Acar, H.H. Orman İşletmelerinde Yangın İşçiliği, 7. Ergonomi Kongresi, Milli Prodüktivite Merkezi Yayını, Adana, 1999.
- [2] Acar, H.H., Eker, M., 2001. Orman Fidanlık ve Depo İşçilerinde Ergonomik Açıdan Antropometrik Özelliklerin Araştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi, 8. Ergonomi Kongresi, 229-238, İzmir, 2001.
- [3] Akay, A.E., Yenilmez, N. Orman Yangınları İle Mücadelede Çalışan İşçilerin Sağlık ve İş Güvenliği Sorunlarının İncelenmesi: Alanya Orman İşletme Müdürlüğü Örneği, 13.Ulusal Ergonomi Kongresi, 6-8 Aralık, Kayseri, 2007.

- [4] Akay, A.E., Serin, H., Yenilmez, N. Orman yangınları ile mücadele kullanılan helikopterlerde görev yapan pilotların ve diğer personelin sağlık ve iş güvenliği sorunlarının incelenmesi, 14. Ulusal Ergonomi Kongresi, 30 Ekim-1 Kasım, 425-433, Trabzon, 2008.
- [5] Akay, A.E., Serin, H., Yenilmez, N. Yangın Helikopterlerinde Görev Yapan Hava Destek İlk Müdahale Ekibinin Sosyal Durumlarının ve Çalışma Koşullarının İncelenmesi, II. Ormancılıkta Sosyo Ekonomik Sorunlar Kongresi, 19-21 Şubat, Isparta, 2009.
- [6] Ayanoğlu, S., Dölerslan, M., Gül, E. “Sadece Bir Yangın mı? Ekolojik ve Sosyo-Ekonomik Açından Orman Yangınları”, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 10(2), 32–35, 2017.
- [7] Gülci, S., Gülci, N., Acar, H.H. Orman Yangın Söndürme Araçlarının Güvenli ve Emniyetli Bir Şekilde Sahaya Ulaşması için CBS Tekniklerini Kullanarak Orman İçi ve Çevresi Yollarda Kurpların Düzenlenmesi Üzerine Araştırmalar, TÜBİTAK 1002 Projesi (Proje No:120O950), Kahramanmaraş, 2019.
- [8] Özdönmez, M. Türkiye’de Orman İşçiliği Sorunları, İÜ Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1997.
- [9] Sayın, S., Güney, C., Sarı, A. Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A. 15(2):168-175, 2014.
- [10] URL 1. <https://www.google.com/search?q=285+say%C4%B1%C4%B1+tebli%C4%9F&oq=285+&aqs=chrome.0.69i59j69i57j0i512i8.2841j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8> (Erişim Tarihi: 21.12.2022)
- [11] URL 2. <https://zonguldakobm.ogm.gov.tr/UlusOIM/Lists/OrmanVarligi/AllItems.aspx> (Erişim Tarihi: 18.12.2022)

## ÇİFTÇİLERİN PESTİSİT BİLGİ DÜZEYLERİ VE ALGILARI<sup>3</sup>

**Dr. Şenay SEVİM<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, [senaysevim1@hotmail.com](mailto:senaysevim1@hotmail.com)-0000-0003-1993-1836

### ÖZET

Pestisitler zararlıları önleme, yok etme, uzaklaştırma veya hafifletme amaçlı kullanılan kimyasal maddelerdir. Pestisitler genellikle günümüzde bitki koruma ürünü olarak ele alınmaktadır. Ekinlere ve hayvanlara zarar verebilecek ve çiftlik verimliliğini azaltabilecek çeşitli tarımsal zararlıları (böcek, akar, nematod, kemirgen, kuş) ortadan kaldırmak veya kontrol etmek için yaygın olarak kullanılırlar. Bu bakımdan en önemli sektörlerden biri olan tarım sektörünün verimli ve sürdürülebilir olabilmesi için pestisit kullanımı büyük bir önem arz etmektedir. Hızla artan dünya nüfusu sebebiyle mevcut tarım alanlarından daha fazla verim alınabilmesi için tarım ilaçları bütün dünyada kullanılmasından vazgeçilemeyecek maddeler olarak kabul edilmektedir. Pestisitlerin yanlış kullanımı bir takım riskleri beraberinde getirmektedir. Örneğin; Pestisitler havayı, toprağı, suyu ve diğer bitkileri kirletebilir. Kuşlar, balıklar, faydalı böcekler ve hedef olmayan bitkiler dâhil olmak üzere bir dizi başka organizma için toksik olabilmektedir. Bütün pestisitler spesifik olmadıkları için sadece hedef organizmaları öldürmez, omurgalı ve omurgasız diğer organizmaları da etkilerler. Zararlı etkilerin şiddeti, pestisit ve formülasyonun tipine, uygulama şekline ve tarımsal üretimin tipine bağlı olarak değişebilmekte ve hedef olmayan organizmalar için de tehlike arz etmektedir. Bu durumun önüne geçilebilmesi için pestisit ile en sık temasta bulunan çiftçilerin/üreticilerin pestisit potansiyel tehlikeleri hakkındaki bilgi düzeyleri pestisit kaynaklı risklerin ve tehlikelerin önlenmesinde çok önemlidir. Çalışma kapsamında Buğday, pamuk ve mısır üretimi yapan çiftçilerin pestisit kullanımında bilgi düzeylerini saptamak amacıyla yapılan bu araştırma, Diyarbakır ilinde bu ürünlerin üretiminin yoğun olarak yapıldığı Bismil, Yenışehir, Ergani, Sur, Çınar ve Silvan ilçelerinde yürütülmüştür. Diyarbakır ilinde buğday, pamuk ve mısır üretimi yapan; 141 adet çiftçiden toplanan birincil veriler oluşturmaktadır. Verilerin genel analizinde, SPSS istatistik paket programı kullanılmıştır. Çalışma sonunda elde edilen bilgiler pestisit kullanımının genel durumu hakkında bilgi verecektir ve çiftçilerin eğitimi konusunda belirleyici olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Pestisit, Diyarbakır, Çiftçi, Buğday, Pamuk, Mısır

<sup>3</sup> Bu çalışmanın hazırlanmasında, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen TAGEM / TEAD / 16 / A15 / P01 / 009 numaralı “Diyarbakır İlinde Pestisit Kullanımında Üreticilerin Bilgi Düzeyinin Belirlenmesi” isimli projeden elde edilen verilerden yararlanılmıştır.

## ABSTRACT

Pesticides are chemicals used to prevent, destroy, remove or mitigate pests. Pesticides are generally considered today as a plant protection product. Today, pesticides, generally used as a plant protection product, are widely used to eliminate or control various agricultural pests (insect, mite, nematode, rodent, bird) that can damage crops and animals and reduce farm productivity. The use of pesticides is of great importance in terms of the productivity and sustainability of the agricultural sector, which is considered as one of the important sectors. The rapid population growth in the world population has necessitated both more production in agricultural areas and the use of pesticides all over the world. However, the misuse of pesticides brings with it some risks. For example; In addition to polluting the air, water and soil, pesticides can be toxic to all living organisms, especially birds and fish. When evaluated in this respect, pesticides can affect not only target organisms but also other living species. Effects of pesticide; It may vary depending on the severity of use, the type of formulation, the way of application and the type of agricultural production. This also poses a danger to non-target organisms. In order to prevent and prevent this, it is extremely important that the farmers/producers who come into contact with the pesticide most frequently have knowledge about the potential hazards of the pesticide. Within the scope of the study, it was aimed to determine the knowledge level of the farmers who produce wheat, cotton and corn in the use of pesticides. The study was carried out in Diyarbakır, Bismil, Yenişehir, Ergani, Sur, Çınar and Silvan districts where these products are produced intensively. The data of the study consists of the data obtained from a total of 141 people who farm. SPSS statistical package program was used in the general analysis of the data. The information obtained at the end of the study will provide information about the general situation of pesticide use and will be decisive in the education of farmers.

Keywords: Pesticide, Diyarbakır, Farmer, Wheat, Cotton, Corn

## 1. GİRİŞ

Pestisitler, zararlıları öldürmek, azaltmak veya uzaklaştırmak ve yaygın olarak tarımsal üretimini artırmak için kullanılan maddelerdir. Pestisitler, üreticiler tarafından zararlıların, yabancı otların neden olduğu zararı en aza indirmek ve üretilen üründen elde edilen verimliliği artırmak için kullanılmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre dünyadaki pestisit kullanımının %20'si gelişmekte olan ülkelerde yoğunlaşmaktadır ve bu kullanım giderek artmaktadır. Önemli bir tarım ülkesi olan Türkiye, pestisit kullanımı bakımından dünya sıralamasında 12. sırada yer almaktadır ve Dünya pestisit kullanımının ise %1,23'ünü oluşturmaktadır [1]. Çizelge 1'de Türkiye'de ve Diyarbakır'da pestisit kullanımının pestisit gruplarına göre kullanım miktarı ve dağılımı gösterilmiştir.

### Çizelge 1. 2021 Türkiye’de ve Diyarbakır’da pestisit kullanımının pestisit gruplarına göre kullanım miktarı [2]

Bitki Koruma Ürünü Türleri							
Yer						Rodentisit +	Diğerleri (1)
	Toplam	İnsektisit	Fungisit	Herbisit	Akarisit	Mollussisi t	
	KG-LT	KG-LT	KG-LT	KG-LT	KG-LT	KG-LT	KG-LT
<b>Türkiye</b>	<b>52.965.00</b>	<b>11.070.65</b>	<b>19.097.96</b>	<b>13.319.89</b>	<b>2.342.47</b>	<b>282.948</b>	<b>6.851.062</b>
<b>Diyarbakır</b>	<b>756.096</b>	<b>183.753</b>	<b>102.889</b>	<b>374.570</b>	<b>27.964</b>	<b>220</b>	<b>66.700</b>

(1) Bitki Aktivatörü+Bitki Gelişim Düzenleyici+Böcek Cezbedici+Fumigant+Nematisit

Tarım, iş gücü kaynağı olarak dünyanın en büyük ikinci sektörüdür. Türkiye’de çalışanların %20,3’ü (5,8 milyon) tarım sektöründe çalışmakta olup bunların 3,1 milyon erkek ve 2,7 milyon kadın çalışanlardan oluşmaktadır. Dünya genelinde üreticiler pestisitleri uygularken yanlış uygulamalarından ve pestisit ile ilgili yeterli bilgileri olmamalarından dolayı zehirlenmektedirler. Ayrıca yanlış uygulamadan kaynaklı hava, su ve toprak kirlenmekte olup doğal denge bozulmaktadır. Birçok tarım işçisi, her yıl iş kazası ve hastalıklara maruz kalmaktadır. Özellikle pestisit kaynaklı hastalıkların sayısı giderek artmaktadır [3]. Çünkü tarım işçileri, depolama, karıştırma ve uygulama aşamalarında tehlikeli pestisitlere maruz kalabilmektedirler [4]. Artan pestisit kaynaklı hastalıklar ya da zararlar sadece çiftçiler ile sınırlı değildir bunun yanı sıra doğrudan ekosisteme, insan sağlığına ve ekonomiye de olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir [5]. Bu nedenle pestisit kullanımında bilinçli kullanım yaklaşımların önemi her geçen gün artmaktadır.

Pestisitlerle ilgili çalışmalar, pestisit riskini azaltmak ve halk sağlığı politikalarının iyileştirilmesine yardımcı olması açısından önemli görülmektedir [6]. Çünkü yapılan çalışmalarda pestisitlere maruz kalmanın daha çok bilgi eksikliğinden ve özellikle de yanlış kullanım kaynaklandığı görülmektedir [7-9]. Bu çalışma, Diyarbakır ilindeki buğday, pamuk ve mısır üreticilerinin pestisit kullanımı konusundaki bilgi, tutum ve uygulama düzeyini araştırmayı amaçlamaktadır.

## 2. MATERYAL ve METOT

### 2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini, Diyarbakır ilinde buğday, pamuk ve mısır üretiminin yoğun olarak gerçekleştiği Bismil, Yenişehir, Ergani, Sur, Çınar ve Silvan ilçelerinde buğday pamuk ve mısır üretimi yapan üreticiler ile yüz yüze yapılan görüşmeler sonucunda derlenen orijinal nitelikli veriler oluşturmuştur.

Ayrıca, konu ile daha önce yürütülmüş olan yurtiçi ve dışındaki araştırmalar, yayınlanan makaleler raporları, çeşitli kurumlardaki istatistiki veriler çalışmadaki diğer materyallerdir

### 2.3. Metot



Çalışmanın popülasyonunu belirlemede basit tesadüfi örnekleme metodu kullanılmış, %90 güven aralığı ve 0.07 hata payı ile 141 anket olarak hesaplanmıştır.

Çalışmada SPSS istatistik paket programı kullanılmış verilerin değerlendirilmesinde yüzde ve ortalama hesaplamaları yapılmıştır.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çiftçilere ait bazı önemli demografik bilgilerin ortalamaları Çizelge 2’de gösterilmiştir.

**Çizelge 2. Çiftçilere Ait Bazı Önemli Demografik Bilgilerin Ortalamaları**

	Yaş (yıl)	Eğitim süresi (yıl)	Ailedeki Birey Sayısı	Deneyim (yıl)
<b>Ortalama</b>	46,05	6,78	8.05	24,38

İncelenen işletmelerde üreticilerin yaşları ortalama 46,05 yıl, öğrenim süreleri ortalama 6,78 yıl, ailedeki birey sayıları ortalama olarak 8.05 kişi ve tarımsal deneyimleri ortalama 24,38 yıl olarak hesaplanmıştır.

Çiftçilerin işlemiş oldukları arazi miktarı ve durumu ortalamaları Çizelge 3’de gösterilmiştir.

**Çizelge 3. Çiftçilerin İşlemiş Oldukları Arazi Miktarı ve Durumu**

Ürünler	Toplam İşlenen Alan (Dekar)	Mülk (Dekar)	Ortak (Dekar)	Kira	Arazinin kaç parçadan oluştuğu	Ort. Verim (Kg)
<b>Buğday</b>	522,65	358,69	640,77	112,33	5,52	384,75
<b>Pamuk</b>	441,25	326,42	309,14	190,00	5,20	519,26
<b>Mısır</b>	290,54	212,27	297,50	225,71	4,28	1354,15
<b>Ortalama</b>	<b>418,14</b>	<b>299,12</b>	<b>415,80</b>	<b>176,01</b>	<b>5</b>	<b>752,72</b>

İncelenen işletmelerde buğday üreticilerinin işledikleri toplam alan ortalama 522,65 da, arazileri ortalama 5,52 parçadan oluşmakta ve verimleri ortalama olarak 384,75 kg olarak hesaplanmıştır. Pamuk üreticilerinin işledikleri toplam alan ortalama 441,25 da ve arazileri ortalama 5,20 parça, verimleri ortalama olarak 519,26 kg olarak hesaplanmıştır. Mısır üreticilerinin işledikleri toplam alan ortalama 290,54 da ve arazileri ortalama 4,28 parça olarak verimleri ortalama olarak 1354,15 kg olarak hesaplanmıştır.

Çiftçilerin ilaç kullanım alışkanlıklarına ve davranışlarına dair bilgiler Çizelge 4’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4. Çiftçilerin İlaç Kullanım Alışkanlıkları ve Davranışları**

İlaçları ve Ne Zaman Kullandıklarını Kaydetme Durumu		
Sıklık	Sayı	%
Hiç	108	76,6
Nadiren	8	5,7

Bazen	8	5,7
Genellikle	3	2,1
Daima	13	9,2
Bilmiyorum	1	0,7
Toplam	141	100
<b>Üreticilerin Karşılaştıkları Hastalık Zararlı vb. Problemler ile ilgili Kayıt Tutma Durumu</b>		
<b>Sıklık</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Hiç	110	78,0
Nadiren	7	4,9
Bazen	10	7,0
Genellikle	2	1,4
Daima	9	6,4
Bilmiyorum	3	2,3
Toplam	141	100,0
<b>İlaçlama Yapabilmek İçin Bir Belgeye Gereksinim Durumu</b>		
<b>Gereksinim Durumu</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Hayır	67	47,5
Evet	35	24,8
Bilmiyorum	39	27,7
Toplam	141	100
<b>İlaçlama Yapan Kişilerin Yaş Durumu</b>		
<b>Yaş Durumu</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
18 yaşından küçük	5	3,5
18 yaşından büyük	136	96,5
Toplam	141	100
<b>Tarım İlaçlarında Son Kullanım Tarihine Uyulma Durumu</b>		
<b>Sıklık</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Hiç	8	5,7
Nadiren	4	2,8
Bazen	10	7,1
Genellikle	38	27,0
Daima	80	56,7
Bilmiyorum	1	0,7
Toplam	141	100
<b>Tarım İlacı Uygularken Üzerinde Yazan Kullanma Talimatına Uyuma Durumu</b>		
<b>Sıklık</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Hiç	15	10,6
Nadiren	6	4,3
Bazen	12	8,5
Genellikle	46	32,6
Daima	62	44

Toplam	141	100
<b>Tarım İlacını Uygularken Tavsiye Edilen Doza Uyma Durumu</b>		
<b>Sıklık</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Hiç	2	1,4
Nadiren	4	2,8
Bazen	12	8,5
Genellikle	67	47,5
Daima	54	38,2
Bilmiyorum	2	1,6
Toplam	141	100
<b>Tarım İlacını Alırken Etkili Olan Faktörlerden Devletin Ziraatçısının Önerisine Uyma Durumu</b>		
<b>Sıklık</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Hiç	7	5,0
Nadiren	10	7,0
Bazen	22	15,6
Genellikle	56	39,7
Daima	13	9,2
Bilmiyorum	33	23,5
Toplam	141	100

Üreticilerin %76,6'sı kullandıkları zirai mücadele ilaçlarını ve kullanım zamanlarını kaydetmediklerini, %78'i karşılaştıkları hastalık zararlı vb. problemlerini kaydetmediklerini, %47,5'u ilaçlama yapabilmek için bir belgeye ihtiyaç olmadığını, %96,5'i ilaçlamayı yapanların 18 yaşından büyük olduğunu, % 56,7'si tarım ilaçlarında son kullanım tarihine, %44'ü tarım ilacı uygularken üzerinde yazan kullanma talimatına daima uyduklarını, %38,2'si ilaçlama yaparken tavsiye edilen doza genellikle uyduklarını, %9,2'si tarım ilacını alırken devletin ziraatçısının önerisine uyduğunu belirtmiştir.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Pestisitler, bağışıklık sistemini, endokrin sistemi ve sinir sistemini etkiledikleri için bireysel sağlık üzerinde kritik etkilere sahiptir [10]. Dünya Sağlık Örgütü ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı, her yıl çiftçiler arasında bir ila beş milyon pestisit zehirlenmesi vakasının meydana geldiğini bildirmektedir [11]

Yapılan çalışmanın genel sonuçlarına bakıldığında zaman çiftçilerin/üreticilerin pestisitleri kullanma durumları ve alışkanlıklarının beklenenin üzerinde olduğu ve büyük çoğunluğunun kullanma kılavuzuna ve prosedürlerine uydukları görülmektedir. Fakat çiftçilerin kayıt tutma davranışlarının düşük olduğu görülmüştür.

İlaçların ne zaman kullandıkları ve karşılaşılan hastalık ve zararlıları kaydetme konusunda çiftçilerin eğitilmesi ve bilgilendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Pestisitlerin yönelik davranışlardan yararlanma yöntemlerinin yer aldığı eğitim setlerinin geliştirilerek çiftçilere sunulması önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

- [1]. Özercan, B., & Taşcı, R. Türkiye’de Pestisit Kullanımının İller, Bölgeler ve Pestisit Grupları Açısından İncelenmesi, Ziraat Mühendisliği, (375), 2022, 75-88.
- [2]. Tarım ve Orman Bakanlığı, Resmi Tarımsal İlaç İstatistikleri. <https://124.im/IHfOti> Erişim: 18.12.2022.
- [3]. Öztaş, D., Kurt, B., Koç, A., Akbaba, M., & İlder, H. Knowledge level, attitude, and behaviors of farmers in Çukurova region regarding the use of pesticides. Biomed research international, 2018.
- [4]. Endalew, M., Gebrehiwot, M., & Dessie, A. Pesticide Use Knowledge, Attitude, Practices and Practices Associated Factors Among Floriculture Workers in Bahirdar City, North West, Ethiopia, Environmental Health Insights, 16, 2020, 11786302221076250.
- [5]. Jambari, N. S. A., Samad, N. I. A., Anua, S. M., Ruslan, R., & Hamzah, N. A. Knowledge, attitude and practice (KAP) on pesticide exposure among farmers in Kota Bharu, Kelantan, Mal J Med Health Sci, 16, 2020, 56-62.
- [6]. Zyoud, S. E. H., Sawalha, A. F., Sweileh, W. M., Awang, R., Al-Khalil, S. I., Al-Jabi, S. W., & Bsharat, N. M. (2010). Knowledge and practices of pesticide use among farm workers in the West Bank, Palestine: safety implications. Environmental health and preventive medicine, 15(4), 2010, 252-261.
- [7]. Santaweasuk, S., Boonyakawee, P., & Siriwong, W. Knowledge, attitude and practice of pesticide use and serum cholinesterase levels among rice farmers in Nakhon Nayok Province, Thailand, Journal of Health Research, 34(5), 2020, 379-387.
- [8]. Aktar MW, Sengupta D, Chowdury A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. Interdisc Toxicol, 2(1), 2009, 1-12.
- [9]. Akar, Ö., & Tiryaki, O. (2018). Antalya İli’nde Üreticilerin Pestisit Kullanımı Konusunda Bilgi Düzeyi ve Duyarlılıklarının Araştırılması. SDU Journal of the Faculty of Agriculture/SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(1), 2018.
- [10]. Mnif W, Hassine AIH, Bouaziz A, Bartegi A, Thomas O, Roig B. Effect of endocrine disruptor pesticides: A review. *Int J Environ Res Public Health*. 2011;8:2265–303.
- [11]. Rostami F, Afshari M, Rostami-Moez M, Assari MJ, Soltanian AR. Knowledge, Attitude, and Practice of Pesticides Use Among Agricultural Workers. *Indian J Occup Environ Med*. 2019 Jan-Apr;23(1), 2019, 42-47.

## POLLEN MORPHOLOGY ASPECT OF TWO ECONOMICALLY IMPORTANT

### *Citrus* L. (Rutaceae) TAXA GROWING IN ESKİŞEHİR

Okan SEZER <sup>1</sup>, İsmühan POTOĞLU ERKARA <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Science, Department of Biology, Eskişehir, Turkey, ORCID ID/0000-0001-7304-1346

<sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Science, Department of Biology, Eskişehir, Turkey, ORCID ID/0000-0001-5780-4999

### ABSTRACT

In this study, pollen morphology of *Citrus limon* (L.) Osbeck and *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (Rutaceae) taxa, which are used for landscaping in Eskişehir province were investigated. Pollen samples of the plants were obtained from the flowers in the trees located on the parks and gardens. Palynomorphological characters of taxa were investigated by light and scanning electron microscopy. For light microscopy investigations, non-acetolised pollen grains were prepared according to the Wodehouse method. Acetolised preparation of pollen grains were done by Erdtman method. For Scanning electron microscopy (SEM) examinations, non-acetolised pollen grains were placed on the fixing plate and covered with gold and examined under Jeol 5600 LV Scanning electron microscope (SEM). The investigated *Citrus* pollen grains are tricolporatae/tetracolporatae type and sphaeroidal shaped. Exine was seen to be tectatae-reticulatae-perforatae ornamentation. As a result of microscopic examinations, the distinctions between taxa were revealed statistically. Comparisons were performed between studied taxa will make contribution to taxonomy for classification of *Citrus* taxa.

**Keywords:** *Citrus*, pollen morphology, Eskişehir, Turkey.

### 1. INTRODUCTION

Pollen morphology is important criteria in taxonomic studies. Palynology has clear contributions in the phylogenetic relationships of plants. Plant systematists have taken into account their palynological features as well as their morphological, anatomical and ecological features in determining and classifying plants. Owing to the morphological features of pollen grains, classification of many plant families has been made more accurate today and the origins of these families have been better understood.

The classification of pollen grains is made according to their shape, structure, and exine ornamentation. In this respect, ornamentation of the exine membrane, which forms the outer part of the pollen grains, are particularly important taxonomic character [1; 2].

In addition to all these researches, in recent years, palynological studies conducted with electron microscopy have made the precise distinction of plant species in taxonomic terms and phylogenetic relationships have been revealed. By using electron microscopy, the structure of the exine and intine layers of the pollen grains was examined in detail, and thus it was possible to distinguish at the level of variety, race, or even population. Investigating the differences in the sizes of pollen grains and surface ornamentation are used as a very useful method in terms of distinguishing different varieties and types. Even the pollen grains and different clones of each species can be distinguished by the exine membrane surface structure. Palynological studies provide important clues about the evolution of plants. Electron microscopy studies enable the determination of the exact taxonomic characteristics of plants at the genus, species, and even clone level, and investigation of their phylogenetic relationships [3]. In this study conducted in Eskişehir parks and gardens, the pollen grains of two economically important *Citrus* taxa were determined and their morphological characteristics were determined. In this study, it is aimed to shed light on plant systematics.

## 2. EXPERIMENTAL RESEARCH (or METHODS)

The materials of the study are two *Citrus* (*Citrus limon* (L.) Osbeck and *Citrus sinensis* (L.) Osbeck) taxa, used for herbal design in the parks in Eskişehir city center. Pollen samples of the plants were obtained from the flowers in the trees located on the parks and gardens. Pollen samples of the investigated taxa were taken from dried plants found in the Herbarium (OUFE) of Osmangazi University Faculty of Science. The examination of current pollen grains under light microscope was done by Wodehouse (1935) method, and examination of fossil pollen by Erdtman (1969) method. Morphological examinations of the pollen grains were done under Nikon binocular microscope, oil immersion objective (x100). 50 times measurements were made for all parameters to determine the average values. Standard deviation and variations have been calculated. Each range in the ocular micrometer is 0.98  $\mu\text{m}$ . Microphotographs were taken with a Nikon 80i type microscope and a KAMERAM Digital camera in the Department of Biology, Faculty of Science, Eskişehir Osmangazi University. The magnification of the photos is x1000. For Scanning electron microscopy (SEM) examinations, unacetholyzed pollen grains were placed on the fixing plate and covered with gold and examined under Jeol 5600 LV



Scanning electron microscope (SEM) [11; 12]. Various basic palynological books and various studies have been used for the diagnosis of pollen [4-12].

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Rutaceae is a family of evergreen trees and shrubs that can grow up to 2-16 meters. They are distinguished by the transparent, strongly aromatic oil glands in their leaves. Its flowers have 4-5 sepals, often 5 petals, multiple stamens and a single superior ovary. Citrus fruits are known for their large, leathery-thick skin and juicy flesh. It grows in sunny places and in temperate climates. Prefers sandy soils with good drainage. They are produced by seed, cuttings and leaf grafting. They are bred for different purposes. Its homeland is China.

**Species:** *Citrus limon* (L.) Osbeck

**Pollen Type:** Tricolporatae/tetracolporatae

**Pollen Shape:** Sphaeroidea P/E= 1,72  $\mu\text{m}$  (W); 1,28  $\mu\text{m}$  (E)

**Exine:** Average thickness 1,38  $\mu\text{m}$  (W); 1,16  $\mu\text{m}$  (E)

**Aperture:** Colpus broad and short, well-defined, blunt ends. Pores are prominent.

**Structure:** Tectatae

**Sculpture:** Reticulatae-perforatae

**Table 1. Morfometric Data of *Citrus limon***

	Wodehouse Method		Erdtman Method		
	M	S	M	S	
<b>P</b>	28,28	± 1,84	25,14	± 2,38	$\mu\text{m}$
<b>E</b>	26,16	± 3,14	24,06	± 1,14	$\mu\text{m}$
<b>clg</b>	23,86	± 2,08	21,36	± 2,20	$\mu\text{m}$
<b>clt</b>	12,25	± 1,22	10,32	± 1,18	$\mu\text{m}$
<b>plg</b>	7,78	± 1,66	7,12	± 2,12	$\mu\text{m}$
<b>plt</b>	5,48	± 1,56	5,22	± 1,54	$\mu\text{m}$
<b>L</b>	28,06	± 2,26	29,98	± 1,42	$\mu\text{m}$
<b>t</b>	10,04	± 0,78	9,96	± 0,80	$\mu\text{m}$
<b>i</b>	0,76	± 0,08	-	-	$\mu\text{m}$
<b>Ex</b>	1,38	± 0,12	1,16	± 0,10	$\mu\text{m}$

**Species:** *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

**Pollen Type:** Tricolporatae/tetracolporatae

**Pollen Shape:** Sphaeroidea P/E= 1  $\mu\text{m}$  (W); 0,86  $\mu\text{m}$  (E)

**Exine:** Average thickness 1,10  $\mu\text{m}$  (W); 1,12  $\mu\text{m}$  (E)

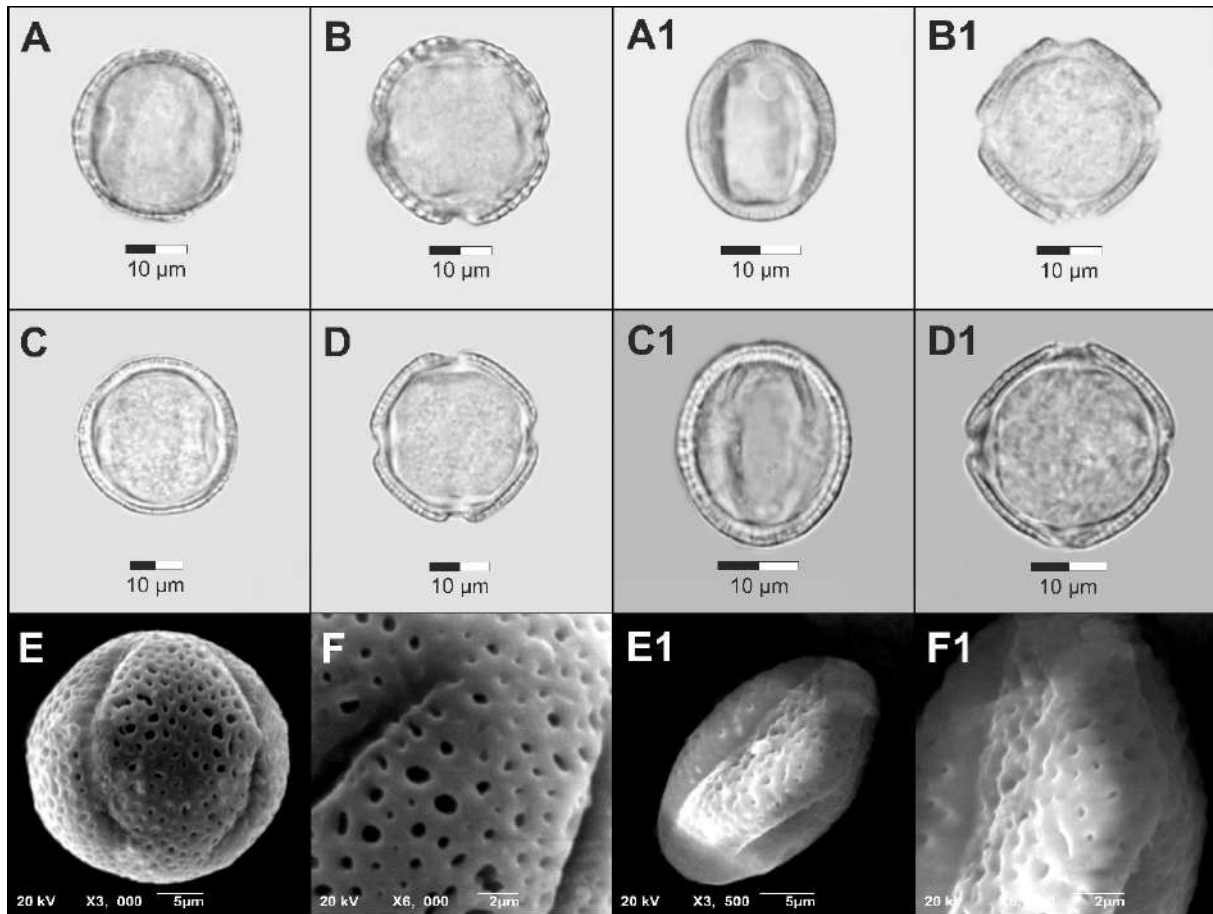
**Aperture:** Colpus slender and long, well-defined, pointed ends. Pores are prominent.

**Structure:** Tectatae

**Sculpture:** Reticulatae-perforatae

**Table 2. Morfometric Data of *Citrus sinensis***

	Wodehouse Method		Erdtman Method		
	M	S	M	S	
<b>P</b>	26,14	$\pm 3,68$	31,13	$\pm 4,36$	$\mu\text{m}$
<b>E</b>	24,16	$\pm 3,24$	27,06	$\pm 3,12$	$\mu\text{m}$
<b>clg</b>	12,86	$\pm 1,28$	24,36	$\pm 1,18$	$\mu\text{m}$
<b>clt</b>	7,30	$\pm 1,16$	7,22	$\pm 1,18$	$\mu\text{m}$
<b>plg</b>	7,62	$\pm 1,64$	7,42	$\pm 1,06$	$\mu\text{m}$
<b>plt</b>	6,74	$\pm 1,20$	6,25	$\pm 0,74$	$\mu\text{m}$
<b>L</b>	27,32	$\pm 2,12$	26,98	$\pm 2,24$	$\mu\text{m}$
<b>t</b>	5,18	$\pm 1,66$	6,14	$\pm 0,80$	$\mu\text{m}$
<b>i</b>	0,92	$\pm 0,14$	-	-	$\mu\text{m}$
<b>Ex</b>	1,10	$\pm 0,14$	1,12	$\pm 0,14$	$\mu\text{m}$



**Figure 1.** LM (A-A1: Equatorial (W), B-B1: Polar (W), C-C1: Equatorial (E), D-D1: Polar (E)) and SEM (E-E1: Equatorial view, F-F1: Exine ornamentation) microphotographs of investigated taxa (*Citrus limon*: A-F; *Citrus sinensis*: A1-F1)

In this study, pollen morphology of two economically important *Citrus* taxa grown in parks and gardens in Eskişehir was studied at the level of light microscopy and scanning electron microscopy.

Our study will set an example for other provinces and will help to create a pollen atlas of all parks and gardens throughout Turkey. As a result of our study, when we compared the palynological findings of the previously examined species with the findings of this study, in our pollen measurements. Differences in size and shape, and occasionally similarities, were found. Changes were seen not only in terms of measurement, but also in terms of ornamentation. The most obvious reasons for these changes and similarities are the fact that the studies are carried out by different people, the differences in climate and temperature, and the predominance of cultivated plants. As a result of the study, the pollen morphology of two *Citrus* taxa found in parks and gardens was revealed. In this context, the study supports plant systematics by determining the diversity and richness of species in parks and gardens in and around Eskişehir.

## REFERENCES

- [1]. Walker, J. W., & Doyle, J. A. (1975). The bases of angiosperm phylogeny: palynology. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 664-723. <https://doi.org/10.2307/2395271> (Accessed: 17.12.2022)
- [2]. Doyle, J. A. (2009). Evolutionary significance of granular exine structure in the light of phylogenetic analyses. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 156 (1-2). <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2008.08.001> (Accessed: 17.12.2022)
- [3]. Havinga, A. J. (1967). Palynology and pollen preservation. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 2 (1-4). [https://doi.org/10.1016/0034-6667\(67\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0034-6667(67)90138-8) (Accessed: 17.12.2022)
- [4]. Erdtman, G., *Handbook of Palynology Morphology, Taxonomy, Ecology*. An Introduction to the Study of Pollen Grains and Spores. Hafner Pub. New York, 1969.
- [5]. Woodehouse, R. P., *Pollen grains, their structure, identification and significance in medicine*. New York: Hafner, New York, 574, 1935.
- [6]. Kuprianova, A. (1967). Apertures of pollen grains and their evolution in Angiosperms. *Paleobot. Palynology*, 3. [https://doi.org/10.1016/0034-6667\(67\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0034-6667(67)90041-3) (Accessed: 17.12.2022)
- [7]. Aytuğ, B., Aykut, S., Merev, N. and Edis, G., *İstanbul Çevresi Bitkilerinin Polen Atlası*. İ. Ü. Yayın No:1650, O.F. Yayın no:174, 1971.
- [8]. Charpin, J., Surinyach, R. and Frankland A. W., *Atlas of European allergenic pollens*. Sandoz Editions, Paris, pp. 20-23, 1974.
- [9]. Faegri, K. and Iversen, J., *Textbook of pollen-analysis*. 3rd edition. Munksgaard, Copenhagen, 1975.
- [10]. Moore, P. D., Webb, J. A. and Collinson, M. E., *Pollen analysis*. Oxford Blackwell Scientific Publications, London, pages: 110-112, 1991.
- [11]. Walker, J. W. (1974a). Evolution of exine structure in the pollen of primitive Angiosperms. *Am J Bot*, 61. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1974.tb12315.x> (Accessed: 17.12.2022)
- [12]. Walker, J.W. (1974b). Aperture evolution in the pollen of primitive Angiosperms. *Am J Bot*, 61. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1974.tb12329.x> (Accessed: 17.12.2022)

## COMPARATIVE POLLEN MORPHOLOGY OF TWO *Thuja* L. (Cupressaceae) TAXA GROWING IN ESKİŞEHİR/TURKEY

Okan SEZER <sup>1</sup>, İsmühan POTOĞLU ERKARA <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Science, Department of Biology, Eskişehir,  
Turkey, ORCID ID/0000-0001-7304-1346

<sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Science, Department of Biology, Eskişehir,  
Turkey, ORCID ID/0000-0001-5780-4999

### ABSTRACT

In this study, pollen morphology of *Thuja occidentalis* L. and *T. plicata* Donn ex D. Don (Cupressaceae) taxa, which are used for landscaping in Eskişehir province were investigated. Pollen samples of the plants were obtained from the flowers in the trees located on the parks and gardens. Palynomorphological characters of taxa were investigated by light and scanning electron microscopy. For light microscopy investigations, non-acetolised pollen grains were prepared according to the Wodehouse method. Acetolised preparation of pollen grains were done by Erdtman method. For Scanning electron microscopy (SEM) examinations, non-acetolised pollen grains were placed on the fixing plate and covered with gold and examined under Jeol 5600 LV Scanning electron microscope (SEM). The investigated *Thuja* pollen grains are inaperturatae type and sphaeroidal shaped. Exine was seen to be tectatae-granulatae ornamentation. As a result of microscopic examinations, the distinctions between taxa were revealed statistically. Comparisons were performed between studied taxa will make contribution to taxonomy for classification of *Thuja* taxa.

**Keywords:** *Thuja*, pollen morphology, Eskişehir, Turkey.

### 1. INTRODUCTION

The Cupressaceae family consists of 32 genera (17 of these genera are monotypic) and about 160 species. Family taxa have a distribution area all over the world except Antarctica. *Thuja* is one of 13 genera under the Cupressoideae family [1; 2]. The genus consists of 5 species (*Thuja koraiensis* Nakai, *T. standishii* (Gordon) Carrière, *T. sutchuenensis* Franchet, *T. occidentalis* L. and *T. plicata* Donn ex D. Don), 3 of which are endemic to the Asian continent. These species show natural distribution especially in humid climate areas of the northern hemisphere. In addition, *Thuja occidentalis* and *T. plicata* are widely used as landscape elements in parks and

gardens. The genus taxa have wide ecological tolerance and can be distributed in areas from mountainous areas to sea level [3].

Various morphological characters, mainly cone characters, have been used in the classification of Cupressaceae taxa. However, classifications based on classical morphological characters are insufficient in revealing the phylogenetic relationships of both the fossil record and the taxa that exist today. In this respect, palynomorphological studies are an important tool for plant systematists in the classification of plant taxa [4]. The classification of pollen grains is made according to their shape, structure, and exine ornamentation. In this respect, ornamentation of the exine membrane, which forms the outer part of the pollen grains, are particularly important taxonomic character. In this study conducted in Eskişehir parks and gardens, the pollen grains of two *Thuja* taxa were determined and their morphological characteristics were determined. In this study, it is aimed to shed light on plant systematics.

## 2. EXPERIMENTAL RESEARCH (or METHODS)

The materials of the study are two *Thuja* (*Thuja occidentalis* L. and *T. plicata* Donn ex D.Don) taxa, used for herbal design in the parks in Eskişehir city center. Pollen samples of the plants were obtained from the flowers in the trees located on the parks and gardens. Pollen samples of the investigated taxa were taken from dried plants found in the Herbarium (OUFE) of Osmangazi University Faculty of Science. The examination of current pollen grains under light microscope was done by Wodehouse (1935) method, and examination of fossil pollen by Erdtman (1969) method. Morphological examinations of the pollen grains were done under Nikon binocular microscope, oil immersion objective (x100). 50 times measurements were made for all parameters to determine the average values. Standard deviation and variations have been calculated. Each range in the ocular micrometer is 0.98  $\mu\text{m}$ . Microphotographs were taken with a Nikon 80i type microscope and a KAMERAM Digital camera in the Department of Biology, Faculty of Science, Eskişehir Osmangazi University. The magnification of the photos is x1000. For Scanning electron microscopy (SEM) examinations, unacetholyzed pollen grains were placed on the fixing plate and covered with gold and examined under Jeol 5600 LV Scanning electron microscope (SEM) [12; 13]. Various basic palynological books and various studies have been used for the diagnosis of pollen [5-13].



### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Botanically, Cupressaceae family is known for their cones consisting of scales arranged opposite and at right angles next to each other. There are two types of leaves; Young leaves are needle-shaped, outwardly and spirally arranged. These leaves are mostly replaced by scaly leaves in older plants. The scaly leaves are arranged gradually on the shoots in frequently lying rows. For this reason, it is very difficult to distinguish some cypress and juniper species from each other. It grows in sunny places and temperate climates. Prefers well-drained, humus-rich soils. It can be produced by seed and cuttings. It naturally grows in Northern Iraq, Iran, Anatolia, Syria, Lebanon, Jordan, Palestine, Cyprus, Crete, Rhodes and some Aegean islands. In Turkey, it is also seen in the Mediterranean, Aegean, Marmara and even Black Sea coasts. It is widely used in parks, gardens and cemeteries, singly or in groups.

**Species:** *Thuja occidentalis* L.

**Pollen Type:** Inaperturatae

**Pollen Shape:** Sphaeroidea L/I= 1,25 µm (W); 1,32 µm (E)

**Exine:** Average thickness 1,02 µm (W); 0,86 µm (E)

**Aperture:** Pseudopori are quite prominent.

**Structure:** Tectatae

**Sculpture:** Granulatae

**Table 1. Morfometric Data of *Thuja occidentalis***

	Wodehouse Method		Erdtman Method		
	M	S	M	S	
<b>L</b>	28,28	± 2,14	29,13	± 2,48	µm
<b>I</b>	28,16	± 1,61	28,06	± 2,14	µm
<b>p</b>	13,68	± 1,17	14,36	± 1,20	µm
<b>b</b>	9,25	± 1,22	10,84	± 1,84	µm
<b>i</b>	1,20	± 0,00	-	-	µm
<b>Ex</b>	1,44	± 0,22	2,66	± 2,24	µm

**Species:** *Thuja plicata* Donn ex D.Don

**Pollen Type:** Inaperturatae

**Pollen Shape:** Sphaeroidea L/I= 1,18 µm (W); 1,12 µm (E)

**Exine:** Average thickness 1,23 µm (W); 1,66 µm (E)

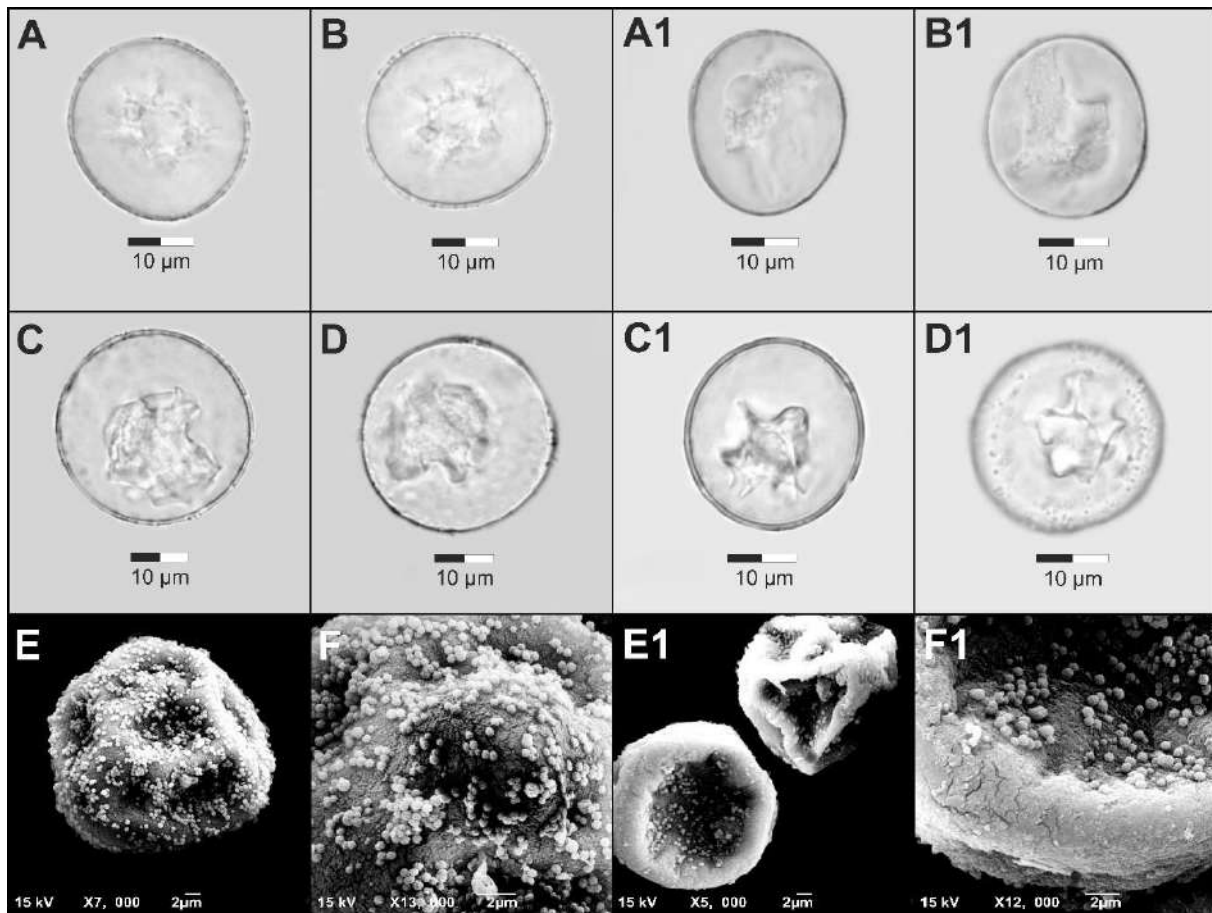
**Aperture:** Pseudopori are quite prominent.

**Structure:** Tectatae

**Sculpture:** Granulatae

**Table 2. Morfometric Data of *Thuja plicata***

	Wodehouse Method		Erdtman Method		
	M	S	M	S	
<b>L</b>	30,98	± 1,43	32,82	± 2,04	µm
<b>I</b>	29,22	± 1,24	33,14	± 1,89	µm
<b>p</b>	11,58	± 1,78	15,36	± 1,20	µm
<b>b</b>	9,45	± 1,42	13,72	± 1,66	µm
<b>i</b>	1,00	± 0,00	-	-	µm
<b>Ex</b>	1,23	± 0,18	1,66	± 0,32	µm



**Figure 1. LM (A-A1: Equatorial (W), B-B1: Polar (W), C-C1: Equatorial (E), D-D1: Polar (E)) and SEM (E-E1: Equatorial view, F-F1: Exine ornamentation) microphotographs of investigated taxa (*Thuja occidentalis*: A-F; *Thuja plicata*: A1-F1)**

In this study, pollen morphology of two *Thuja* taxa grown in parks and gardens in Eskişehir was studied at the level of light microscopy and scanning electron microscopy.

Our study will set an example for other provinces and will help to create a pollen atlas of all parks and gardens throughout Turkey. As a result of our study, when we compared the palynological findings of the previously examined species with the findings of this study, in our pollen measurements. Differences in size and shape, and occasionally similarities, were found. Changes were seen not only in terms of measurement, but also in terms of ornamentation. The most obvious reasons for these changes and similarities are the fact that the studies are carried out by different people, the differences in climate and temperature, and the predominance of cultivated plants. As a result of the study, the pollen morphology of two *Thuja* taxa found in parks and gardens was revealed. In this context, the study supports plant systematics by determining the diversity and richness of species in parks and gardens in and around Eskişehir.

## REFERENCES

- [13]. Farjon, A., *A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys*. Kew, UK: Royal Botanic Gardens, Kew, 2005.
- [14]. Adams, R. P., *Junipers of the world: the genus Juniperus*. Vancouver, BC: Trafford Publishing, 2014.
- [15]. Farjon, A., *Pinaceae. Drawings and descriptions of the genera Abies, Cedrus, Pseudolarix, Keteleeria, Nothotsuga, Tsuga, Cathaya, Pseudotsuga, Larix and Picea*. Koeltz scientific books, 1990.
- [16]. Gadek, P. A., Alpers, D. L., Heslewood, M. M. and Quinn, C. J. (2000). Relationships within Cupressaceae sensu lato: a combined morphological and molecular approach. *American journal of botany*, 87 (7). <https://doi.org/10.2307/2657004> (Accessed: 17.12.2022)
- [17]. Erdtman, G., *Handbook of Palynology Morphology, Taxonomy, Ecology*. An Introduction to the Study of Pollen Grains and Spores. Hafner Pub. New York, 1969.
- [18]. Woodehouse, R. P., *Pollen grains, their structure, identification and significance in medicine*. New York: Hafner, New York, 574, 1935.
- [19]. Kuprianova, A. (1967). Apertures of pollen grains and their evolution in Angiosperms. *Paleobot. Playnology*, 3. [https://doi.org/10.1016/0034-6667\(67\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0034-6667(67)90041-3) (Accessed: 17.12.2022)
- [20]. Aytuğ, B., Aykut, S., Merev, N. and Edis, G., *İstanbul Çevresi Bitkilerinin Polen Atlası*. İ. Ü. Yayın No:1650, O.F. Yayın no:174, 1971.



- [21]. Charpin, J., Surinyach, R. and Frankland A. W., *Atlas of European allergenic pollens*. Sandoz Editions, Paris, pp. 20-23, 1974.
- [22]. Faegri, K. and Iversen, J., *Textbook of pollen-analysis*. 3rd edition. Munksgaard, Copenhagen, 1975.
- [23]. Moore, P. D., Webb, J. A. and Collinson, M. E., *Pollen analysis*. Oxford Blackwell Scientific Publications, London, pages: 110-112, 1991.
- [24]. Walker, J. W. (1974a). Evolution of exine structure in the pollen of primitive Angiosperms. *Am J Bot*, 61. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1974.tb12315.x> (Accessed: 17.12.2022)
- [25]. Walker, J.W. (1974b). Aperture evolution in the pollen of primitive Angiosperms. *Am J Bot*, 61. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1974.tb12329.x> (Accessed: 17.12.2022)

## ALOPESİLİ SIĞIRLARDA BAZI BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİN İNCELENMESİ

Büşra AKDAĞ<sup>1</sup>, Dr. Öğr.Üyesi Özkan DURU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim Dalı, [busraakdag19@gmail.com](mailto:busraakdag19@gmail.com) – 0000-0002-3985-9459

<sup>2</sup>Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, [ozkanduru@kku.edu.tr](mailto:ozkanduru@kku.edu.tr) - 0000-0002-8792-442X

### ÖZET

Bu çalışmada, sığırların Alopesi areata hastalığının patogenezinde bazı eser element, endokrin, oksidatif stres parametrelerin rolü ve ilişkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Alopesi areata (AA), saçlı deri veya vücudun herhangi bir yerindeki kılları etkileyen skarsız kıl kaybı ile karakterize kıl folikülünün otoimmün, inflamatuvar bir hastalığıdır. Etiyolojisi tam olarak bilinmemekle birlikte genetik yatkınlık, stres faktörleri, atopik durum, hücrel ve humoral immünite, endokrin, eser element eksikliği, enfeksiyon ve nörolojik faktörlerin de etkili olabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada kullanılan kan örnekleri 8–12 aylık, 300-600 kg arasında değişen vücut ağırlığına sahip, aynı bakım koşullarında ve aynı rasyon ile beslenmiş simental cinsi sığırlardan temin edildi. Örneklerin alındığı beşyüz başlık besi çiftliğinde sığırların oransal olarak yüzde 10’unda, diğer hayvanlara bulaşma göstermeyen tüy dökülmesi mevcuttu. Klinik değerlendirme sonucunda farklı derecelerde tüy dökümü olan alopesili sığırlar hasta grubunu (n:11), herhangi bir tüy dökülmesi olmayan, sağlıklı hayvanlar da kontrol grubunu oluşturdu (n:10). Çalışma materyalini oluşturan tüm sığırların deri kazıntılı tüy örnekleri alındı ve laboratuvar analizlerinde herhangi bir ektoparazite rastlanılmadı, mantar ve uyuz etkenleri tespit edilmedi.

Sağlıklı ve hasta hayvanlar arasında serum C Reaktif Protein (CRP), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Malondialdehid (MDA),  $\beta$ -karoten, Vitamin A, Folat, Çinko (Zn), Tiroid Stimüle Edici Hormon (TSH), Free T3, Free T4 ve Kobalamin (B12 vitamini) düzeylerine bakıldı ve istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenemedi ( $P>0.05$ ). Ancak sağlıklı gruba göre hastalıklı grupta Mg değerlerinde sayısal olarak azalma, MDA,  $\beta$ -karoten ve vitamin A düzeylerinde ise artma eğilimi gösterdi, ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ( $P>0.05$ ).

Bu konuda yapılacak daha geniş kapsamlı çalışmalar ile etiyolojisi tam olarak teşhis edilemeyen alopesinin ayırıcı tanısının kolaylaşabileceğini, hastalığın kök sebebine yönelik tedavisinin ve prognozlarının olumlu yönde etkilenebileceğini, yaşam kalitelerinin arttırılabileceğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Alopesi areata, sığır, biyokimya, patogenez

### 1. GİRİŞ

Alopesi areata (AA), saçlı deri veya vücudun herhangi bir yerindeki kılları etkileyen skarsız kıl kaybı ile karakterize kıl folikülünün otoimmün, inflamatuvar bir hastalığıdır [1,2,3].

Bazen saçlı derideki tüm saçların döküldüğü total alopesiye kadar ilerleyebildiği gibi, total saç kaybına ilaveten tüm vücut kıllarının tutulduğu alopesi universalise de neden olabilmektedir [2,3].

Etiyolojisi tam olarak bilinmemekle birlikte 20. yüzyıldan itibaren otoimmünite üzerinde durulmaya başlanmıştır [4]. Bunun en önemli sebebi de A.A'nın otoimmün hastalıklarla birliktelik göstermesi ve tedavisinde immünomodülatör ilaçların etkili olmasıdır [5]. Genetik yatkınlık, stres faktörleri, atopik durum, hücresel ve humoral immünite, endokrin, eser element eksikliği, enfeksiyon ve nörolojik faktörlerin de etkili olabileceği düşünülmektedir [6,7].

Otoimmün hastalıkların etyopatogenezinin de oksidatif stres ile ilişki olabildiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır [8,9]. Otoimmünite ile yakın ilişkisi bilinen AA [10] patofizyolojisinde oksidatif stresin rolü ise tam olarak bilinmemektedir [11].

Malondialdehit (MDA) hücre zarlarındaki lipid peroksidasyonu sonucunda ortaya çıkan bir maddedir [12]. Oksidatif stres değerlendirmesi için önemli bir parametredir [13].

Son yıllarda AA'lı hastalarda oksidatif stres parametrelerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda MDA gibi oksidan sistem elemanlarının oksidan/antioksidan dengenin bozulduğuna işaret eden veriler saptanmıştır [11,12].

Alopesi areatalı hastalar ile birlikteliği bildirilen hastalıklar; otoimmün glandüler sendrom, tiroid hastalıkları, pernisiyöz anemi, diabetes mellitus, sistemik lupus eritematozus, romatoid artrit, multipl skleroz, miyastenia gravis, liken planus, Çölyak hastalığı, kronik ürtiker, vitiligo, poliendokrinopati sendromu tip I'dir [14].

Çalışmamızın amacı sığırlarda Ca, Magnezyum, Folat, B-karoten, Vitamin A, CRP, tiroid stimüle edici hormon (TSH), serbest T3, Serbest T4 gibi biyokimyasal parametreler ile oksidatif stres parametresi olan MDA plazma düzeylerine bakarak AA hastalığının patogenezinin aydınlatılmasına yardımcı olmaktır.

Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veterinerlik Biyokimyası Yüksek Lisans Programı öğrencisi Büşra Akdağ'ın "ALOPESİLİ SİĞİRLARDA BAZI BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİN İNCELENMESİ" isimli Yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

Kırıkkale Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul'unun 14.12.2022 tarih ve E.138007 sayılı Kararı Alınmıştır.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1 Deneysel Gereçler

Çalışmada, 8–12 aylık, vücut ağırlıkları 300-600 kg arasında değişen 21 adet sığır aynı bakım koşullarında ve aynı rasyon ile beslenmiştir. Ayrıca tüm hayvanların sürekli olarak içme suyuna erişim imkânı vardır. Klinik açıdan yapılan değerlendirme sonucunda farklı derecelerde tüy dökümü olan alopesili sığırlar çalışmanın hasta grubu için seçildi (n:11). Kontrol grubu ise klinik muayenede herhangi bir tüy dökülmesi olmayan, sağlıklı hayvanlardan seçilmiştir (n:10). Deneysel çalışmalar kapsamında kullanılan cihazlar **Error! Reference source not found.**'de gösterilmektedir.

### Çizelge 1. Deneysel çalışmalar kapsamında kullanılan cihazlar

Cihaz / Malzeme Adı	Kod / Firma / Ülke
Mutiskan Go Plate reader	Thermo Scientific, ABD
Otoanalizör	Cobas e 801, Roshe Diagnostic, Almanya
Santifüj	Hettich Universal 32R, Almanya
Hassas Terazi	Radweg PS510.R1, Polonya
Su arıtma cihazı	Human Zeneer RO180, Kore



Mikroskop	Olympus, CHK2F-GS
Etüv	Memmert, UN110, Almanya
Bütil Hidroksi toluene (BHT)	Merck, K36760774, Almanya
Tiyobarbitürik asit (TBA)	Merck, L613080, Almanya
Trikloroasetik Asit (TCA)	Merck, K311310101, Almanya
Hidroklorik asit (HCL)	Sigma Aldrich, 07102, Almanya
Bütil hidroksi tolüen	Merck, K36760774, Almanya
Potasyum Hidroksit (KOH)	Merck, B1148333, Almanya
Etil alkol	Merk, 100983, Almanya
n-Heksan	Merck, 104367, Almanya
Dermatofit Test Besiyeri	DTM, Himedia, M188-500G
Sabouraud Dextrose Agar	SDA, Conda, 1089

Kan örnekleri hayvanların boyun bölgesindeki juguler venden, kırmızı kapaklı kan tüpü içerisine alınmıştır. Kan tüpleri dik bir şekilde porttüplere alındıktan sonra pıhtılaşması için oda ısısında 30 dakika kadar bekletildi. Pıhtılaşan kan örnekleri 3000 rpm'de 10 dakika boyunca 4 °C'de santrifüj edildi. Elde edilen serumlar eppendorflara alındı ve derin dondurucuda (-20 °C) donduruldu. Dondurulmuş kan serumları soğuk zincir ile Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı laboratuvarına getirilerek, analizler yapıncaya kadar -80 °C de muhafaza edildi

Çalışmayı oluşturan sığırların tüy dökülmesi görülen (alopesili) lezyonlu bölgeleri örnek alınmadan önce % 70'lik alkol emdirilen pamuk ile temizlendi. Daha sonra steril bir bistürü yardımı ile lezyonlu bölgelerden deri kazıntısı ve tüy örnekleri alındı. Toplanan örnekler saklama viallerine alınarak Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı laboratuvarına getirilerek, analizler yapıncaya kadar -80 °C de muhafaza edildi.

## 2.2 Deneysel Yöntemler

Analizler yapılmadan önce -80 °C'de saklanan kan serumları analizlerin yapılacağı günün öncesinde -20 °C'ye alınmış, analiz günü sabahın da ise +4°C ve devamında da oda ısısı olacak şekilde kademeli olarak çözdürülmüştür. Serum örneklerinde MDA, B-karoten, retinol, Çinko, Folat, Kalsiyum, Magnezyum ve C Reaktif protein (CRP), Vitamin B12 düzeyleri ile T3, T4 ve TSH hormon seviyeleri ölçülmüştür.

Kan serumlarındaki MDA düzeyi [15]'in yöntemiyle tiobarbitürik asit reaksiyonu (TBARs) sonucu belirlenmiştir. Bu amaçla kimyasal olarak Trikloroasetik asit (Merk), Hidroklorik asit (HCl, Merk), etil alkol (Merk), Bütil hidroksi tolüen (BHT, Merk), Tiobarbitürik asit (TBA) ve Trikloroasetik asit (TCA) kullanılmıştır. Analiz TBA ve MDA'nın asidik koşullar altında pembe renk oluşturması esasına dayanmaktadır.

Vitamin A ile  $\beta$  Karoten [16]'nın, sırasıyla 325 ve 453 nm'de en yüksek ışık absorpsiyonu esasına dayanan yöntemi kullanılarak spektrofotometrik ölçümle yapıldı.

Çalışma kapsamında değerlendirilen T3, T4 ve TSH hormon düzeyleri ile Vitamin B12 seviyelerinin belirlenmesi için ELISA tekniği kullanılmıştır. Ölçüm için ticari olarak satın alınan ELISA test kitleri kullanılmıştır.

Çalışmaya dahil edilen diğer biyokimyasal parametreler ise ticari olarak satın alınan test kitleri (cobas® test kitleri, Roshe Diagnostic) ile otoanalizörde (cobas e 801, Roshe Diagnostic) ölçülmüştür.

Örneklerin toplandığı saklama viallerinden alınan deri kazıntılı tüy örnekleri lam üzerinde %15'lik KOH ile muamele edildikten sonra üzeri lamel ile kapatıldı. Hafifçe

ısıtıldıktan sonra yaklaşık 15 dakika oda sıcaklığında bekletildi. Takiben 10x ve 40x objektifler ile fungal elementler yönünden dikkatle incelendi [17].

Çalışma materyalini oluşturan her bir hayvandan toplanan örneklerin besiyerlerine ekimleri yapıldı. Örneklerin bir kısmı, içeriğinde kloramfenikol ve sikloheksimid bulunduran Sabouraud Dextrose Agar (SDA) için kullanılırken, bir kısmı da Dermatofit Test Besiyeri (DTM) için kullanıldı. Diş fırçası kıllarının kültür ortamına nazıkçe gömülmesiyle ekim gerçekleştirildi [18]. Besiyerleri 25-27 °C’de 3 hafta süreyle inkübasyona bırakıldı ve haftalık olarak rutin kontrolleri yapıldı.

İnkübasyon süresince oluşan koloniler makroskobik ve mikroskobik özelliklerine göre tanımlanıp tanımlanmadığına bakıldı. Makroskobik incelemede petrinin ön ve arka yüzündeki koloni rengi ile kolonilerin üreme durumu, üreme süresi ve morfolojileri dikkate alındı. Makroskobik incelemede dikkat edilen diğer bir ayrıntı ise DTM besiyerinde üreyen dermatofitlerin, kültür ortamındaki proteini metabolize ederek alkali metabolitleri serbest bırakmasıyla ortamın rengini kırmızıya çevirmesidir [19]. Mikroskobik incelemede DTM ve SDA besiyerlerinde üreyen kolonilerden laktofenol pamuk mavisi solüsyonu ve selofan bant yöntemi kullanılarak preparat hazırlandı. Lam üzerine bir damla laktofenol pamuk mavisi damlatıldı ve selofan bant ile alınan koloni bu damla üzerine yerleştirildi. Mikroskop altında hifa, makrokonidyum, mikrokonidyum yapıları incelendi ve tanımlanıp tanımlanmadığına bakıldı [20].

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

**Çizelge 2. Kontrol ve hasta gruplarının analiz sonuçları**

Parametreler	Kontrol			Hasta			P
	$x \pm Sx$	Medyan	Mean Rank	$x \pm Sx$	Medyan	Mean Rank	
CRP (mg/dl)	0,11 ±0,01	0,11	10,60	0,12±0,01	0,12	11,36	>0,05
Ca (mg/dl)	9,61±0,24	9,60	10,20	9,75±0,26	10,20	11,73	>0,05
Mg (mg/dl)	1,99±0,06	2,05	8,95	2,14±0,08	2,20	12,86	>0,05
MDA(μmol/L)	1,12±0,07	1,04	10,45	1,22±0,13	1,04	11,50	>0,05
β-karoten (μg/dl)	18,38±0,94	17,50	9,50	20,61±1,15	20,36	12,36	>0,05
Avit (μg/dl)	107,44±3,37	37,73	8,30	119,45±5,10	119,45	13,45	>0,05

**Çizelge 3. Kontrol ve hasta gruplarının analiz sonuçları**

Parametreler	Kontrol	Hasta	P
Zn (ug/dl)	81,00±5,04	93,64±0,84	>0,05
T3 (pg/ml)	3,32±0,32	3,68±0,31	>0,05
T4 (ng/dl)	0,89±0,07	1,06±0,11	>0,05

B12 (pg/ml)	137,30±10,43	131,82±7,86	>0,05
-------------	--------------	-------------	-------

Sağlıklı ve hasta hayvanlar arasında serum CRP, Ca, Mg, MDA,  $\beta$ -karoten, Vitamin A, Folat, Zn, TSH, T3, T4 ve B12 düzeylerine bakıldı ve istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenemedi ( $P>0.05$ ). Ancak sağlıklı gruba göre hastalıklı grupta Mg değerlerinde sayısal olarak azalma, MDA,  $\beta$ -karoten ve vitamin A düzeylerinde ise artma eğilimi gösterdi, ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ( $P>0.05$ ) (**Error! Reference source not found.** ve **Error! Reference source not found.**).

Elde edilen değerlerin istatistiksel analizleri SPSS 20.0 paket programı ile yapıldı (SPSS Inc., Chicago, Illinois). İlk olarak, verilerin dağılımlarının tespitinde Shapiro-Wilk testi uygulandı. Serum Gruplar arası farklılıklar CRP, Ca, Mg, MDA,  $\beta$ -karoten, Vitamin A düzeylerinde nonparametrik dağılım gösterdikleri için Mann-Whitney U testi ile, Zn, T3, T4 ve B12 düzeyleri ise parametrik dağılım gösterdiğinden dolayı student t testi ile belirlendi. İstatistiksel değerlendirmede  $P<0.05$  düzeyi anlamlı farklılık olarak kabul edildi.

Veriler parametrik dağılımlarda ortalama değerler ve standart hata ( $X+SE$ ) olarak, non-parametrik dağılımlarda ise ortalama ve standart hata, medyan, mean rank olarak gösterildi.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Alopecia areatanın otoimmün hastalıklar, stres, kronik inflamasyon, bağışıklık ve endokrin sistem bozuklukları vb pek çok nedene bağlı oluşabildiği düşünüldüğünde, araştırmamızda sağlıklı ve hasta hayvanlar arasında bakılan parametrelerimize ilave olarak daha farklı parametrelerin analizinin yapılacağı geniş kapsamlı çalışmalara ihtiyaç olduğu gerçektir. Bu sayede etiyojisi tam olarak teşhis edilemeyen alopesinin ayırıcı tanısının kolaylaşabileceğini, hastalığın kök sebebine yönelik tedavisinin ve prognozlarının olumlu yönde etkilenebileceğini, yaşam kalitelerinin artırılabilceğini düşünmekteyiz. Alopesili sığırlarda Mg seviyesinin sayısal olarak düşük olması, metabolik fonksiyonlarda ve enzim aktivitelerinde önemli rolü olan Mg mineraline bu yönden önem atfedilebilir. Aynı bağlamda MDA,  $\beta$ -karoten ve vitamin A düzeylerinde ise artma eğilimi olması sebebi ile de ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

#### KAYNAKÇA

- [1] Madani, S., Shapiro, J. Alopecia areata update. Journal of the American Academy of Dermatology, 42(4), 549-566,2000.
- [2] Gilhar, A., Kalish, R.S. Alopecia areata: a tissue specific autoimmune disease of the hair follicle. Autoimmunity reviews, 5(1), 64-69,2006.
- [3] Wasserman, D., Guzman-Sanchez, D.A., Scott, K., McMichael, A. Alopecia areata. International Journal of Dermatology, 46,121-131,2007.
- [4] Sehgal, V. N., Jain, S. Alopecia areata: past perceptions. International journal of dermatology, 41(3), 189-190,2002.
- [5] Alexis, A.F., Dudda-Subrahmanya, R., Sinha, A.A. Alopecia areata: autoimmune basis of hair loss. European journal dermatology, 14(6), 364-370,2004.
- [6] Tüzün, Y., Gürer, M. A., Serdaroğlu, S., Oğuz, O., Aksungur, V. L. Dermatoloji 3. baskı. Nobel tıp kitabevi, 1348,2008.

- [7] Gonul, M., Cakmak, S., Soylu, S., Kilic, A., Gul, U. Serum vitamin B12, folate, ferritin and iron levels in Turkish patients with vitiligo. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, 76(4), 448, 2010.
- [8] Lassoued, S., Mseddi, M., Mnif, F., Abid, M., Guermazi, F., Masmoudi, H., Attia, H. A comparative study of the oxidative profile in Graves' disease, Hashimoto's thyroiditis, and papillary thyroid cancer. *Biological trace element research*, 138(1), 107-115,2010.
- [9] Tüzün, Y., Güner, M. A., Serdaroglu, S., Oğuz, O., Aksungur, V. L. *Dermatoloji* 3. baskı. Nobel tıp kitabevi, 1348,2008.
- [10] McDonagh, A. J. G., Tazi-Ahnini, R. Epidemiology and genetics of alopecia areata. *Clinical and Experimental Dermatology: Clinical dermatology*, 27(5), 405-409,2002.
- [11] Koca, R., Armutcu, F., Altinyazar, C., Gürel, A. Evaluation of lipid peroxidation, oxidant/antioxidant status, and serum nitric oxide levels in alopecia areata. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 11(6), 296-299,2005.
- [12] Abdel Fattah, N. S. A., Ebrahim, A. A., El Okda, E. S. Lipid peroxidation/antioxidant activity in patients with alopecia areata. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 25(4), 403-408,2011.
- [13] Moncada, S. The l-arginine: nitric oxide pathway. *Acta Physiol Scand*, 145, 201-227,1992.
- [14] De Berker, D.A.R., Messenger, A.G., Sinclair, R.D. Disorders of hair. In: Burns T, Breathnach S, Cox N, Griffiths C (Eds). *Rook's Textbook of Dermatology*. 7th ed. Oxford: Blackwell Science Ltd,3201–321,2004.
- [15] Bucher, J. R., Tien, M., Aust, S. D. The requirement for ferric in the initiation of lipid peroxidation by chelated ferrous iron. *Biochemical and biophysical research communications*, 111(3), 777-784,1983.
- [16] Oyama, R., Katoh, S., Sueoka, T., Suzuki, M., Ichinose, H., Nagatsu, T.,Titani, K. (1990). The complete amino acid sequence of the mature form of rat sepiapterin reductase. *Biochemical and biophysical research communications*, 173(2),627-631,1990.
- [17] Derincegöz, Z., Parin, U. Kedi ve köpeklerde deri lezyonlarından dermatofit etkenlerinin izolasyonu. *Animal Health Production and Hygiene*, 5(1), 410-415,2016.
- [18] Coyner, K. S. How to perform and interpret dermatophyte cultures: Use this guide-put together by a veterinary dermatologist--to maximize your success with this indispensable in-house test. *Veterinary Medicine*, 105(7), 304-307,2010.
- [19] Paterson, S. Dermatophytosis: an update. *Companion Animal*, 22(5), 248-253,2017.
- [20] Babacan, O., Bülent, B. A. Ş., Kaan Müştak, H., Şahan, Ö., Tekin, O., Torun, E. Kedi ve köpeklerden izole edilen dermatofit etkenlerinin retrospektif değerlendirilmesi. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 22(1), 23-26,2011.

## UTILIZATION OF NANOPARTICLES AS ELICITORS FOR THE ENHANCEMENT OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN PLANT-BASED FOODS

Assoc. Prof. Dr. Meryem KARA

Selcuk University, Cumra Vocational High School, [meryemkara@selcuk.edu.tr](mailto:meryemkara@selcuk.edu.tr) - 0000-0003-0893-867X

### Abstract

Novel foods with high bioactive compounds providing health functions have recently received popularity due to consumer demands. Bioactive compounds are of great interest due to their numerous properties such as anti-inflammatory, anti-cancer, antioxidant, antitumoral, and antiviral activities. Additionally, they prevent the body from being exposed to high levels of reactive oxygen species and free radicals which can easily interact with cell components and cause cell damage. To address consumers' awareness of bioactive compounds, scientists and food producers are currently using cutting-edge technologies such as nanotechnology in the sustainable production of agricultural foods with functional properties. Among different technologies, the utilization of nanoparticles as an elicitor stands out as a reliable and non-toxic strategy for the enhanced synthesis of bioactive compounds. Elicitors are the compounds that induce the biosynthesis of secondary metabolites in the plant. The elicitation technique primarily increases the plant's growth and metabolites. In recent years, various nanoparticles including metal/metal oxide-based nanoparticles (copper, silver, gold, cobalt, zinc nanoparticles; zinc oxide, copper oxide, titanium oxide, aluminum oxide nanoparticles) and carbon-based nanoparticles (carbon dots, single-walled carbon nanotubes, and multi-walled carbon nanotubes) have been used as potent elicitors in different types of plants to induce secondary metabolites. Although the impacts of nanoparticles on plant growth indices such as plant growth, development, and physiology have been investigated, their effect on bioactive compounds such as phenolic compounds, vitamins, alkaloids, terpenoids, etc. still needs further investigation. This research will highlight some recent applications of nanoparticles in foods/plants as an elicitor for the synthesis of bioactive compounds.

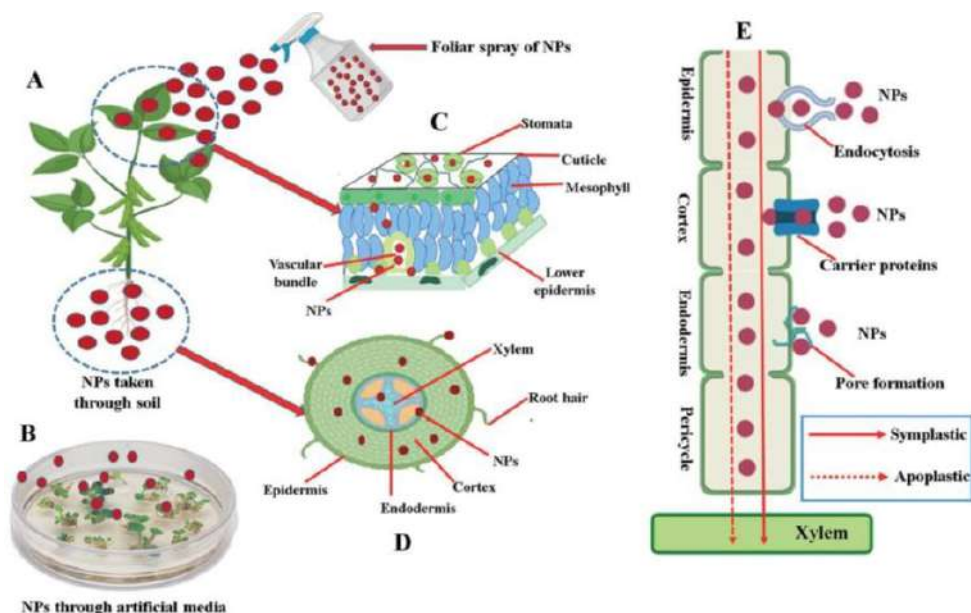
**Keywords:** Bioactive compounds, elicitor, nanoparticles, secondary metabolites

### 1. INTRODUCTION

Due to their significance in preventing various chronic and severe diseases including cancer, atherosclerosis, Alzheimer's, and Parkinson's diseases, bioactive compounds derived from plant-based food have received a great deal of attention (Kamiloglu, Tomas, Ozdal, Yolci-Omeroglu, & Capanoglu, 2021; Wittayathanarattana, Wanichananan, Supaibulwatana, & Goto, 2022). Flavonoids, polyphenols, carotenoids, and phytosterols are some examples of plant-based bioactive compounds (Hamzalıoğlu & Gökmen, 2016; Kamiloglu et al., 2021). Phenolic compounds are the most common plant components that originated from foods. On the other hand, flavonoids are the most well-known and abundant plant polyphenols arising from a regular plant-based diet (Banwo et al., 2021). These secondary metabolites defend plants against pathogens, insects, or biotic and abiotic stress conditions (Lala, 2021). Stimulation of secondary metabolites in response to environmental stresses results in the production of various



compounds such as phenylpropanoids, alkaloids, and sulfur-containing compounds. Among various strategies designed to induce the production of these valuable compounds, elicitation has emerged as an attractive technique (Anjum, Anjum, Hano, & Kousar, 2019). Elicitors can induce physiological changes and plants respond to these compounds by activating a variety of mechanisms that alter plant metabolism and boost phytochemical synthesis (Baenas, Garcia-Viguera, & Moreno, 2014; Saha & Pal, 2021). In addition, elicitors can reduce the accumulation of reactive oxygen species (ROS) and malondialdehyde (MDA) by inducing antioxidant enzyme activities and transcription of corresponding genes in plant secondary metabolism (Lala, 2021; Sharifi-Rad, Esmailzadeh Bahabadi, Samzadeh-Kermani, & Gholami, 2020). Elicitation of secondary metabolites with different types of abiotic and biotic elicitors is one way of overcoming the challenges involved with the large-scale production of commercially significant secondary metabolites in wild and cultivated plants (Sharifi-Rad et al., 2020). In this regard, more recently, nanotechnology exhibited great potential for the elicitation of secondary metabolites (Anjum et al., 2019). Nanoparticles (NPs), with diameters ranging from 1-100 nm, have garnered interest in recent years due to their distinctive properties such as chemical reactivity, optical activity, morphology, and competitive binding sites. NPs possess different sizes, shapes, and structural characteristics which allow them to have superior features compared with bulk materials (Lala, 2021). Due to these distinct properties, NPs can easily be absorbed by plants and interact with a variety of cell and tissue constituents of plants. NPs can be absorbed by plants via foliar spray, via the use of the artificially produced nutrient medium, and via soil (Fig.1). After passing through the plant cell wall and subsequently cell membrane, NPs internalized into the cytosol or other organelles through endocytosis, particular membrane-bound transporter proteins, or via induction of new pores by using ion carrier molecules.



**Figure 1.** Uptake of NPs in plant cells (Anjum et al., 2019)

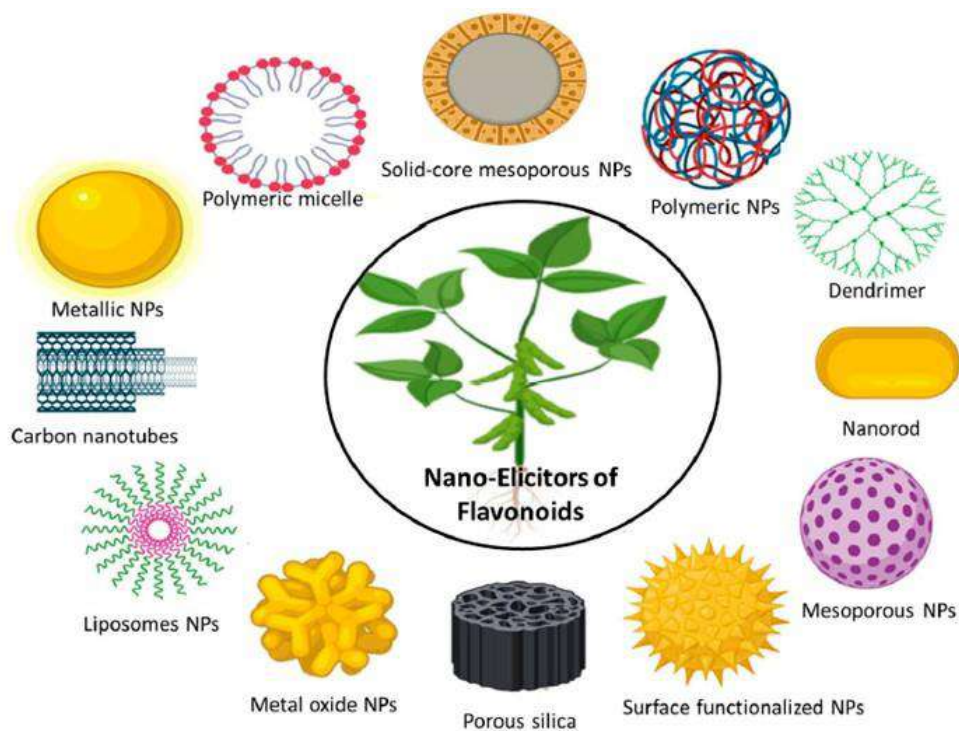
After entering the plant cell, NPs interact with components of the plant cell potentially disrupting the primary and secondary metabolism of plants (Anjum et al., 2019). To date, various abiotic and biotic elicitors have been utilized to stimulate plant secondary metabolism.



Among different elicitors, NPs have a high potential to act as novel elicitors and positively regulate the secondary metabolism of plants (Khan et al., 2021; Lala, 2021). The current study briefly covers the use of metal/metal oxide-based NPs and carbon-based NPs as the elicitors for the increment of secondary metabolites in plant-based foods.

## 2. METAL/METAL OXIDE-BASED NPS AS AN ELICITOR

Various NPs including metal and metal-oxide NPs, and carbon-based NPs have been used as novel flavonoid elicitors (Fig. 2). Copper nanoparticles (CuNPs), silver NPs (AgNPs), zinc oxide nanoparticles (ZnONPs), iron oxide nanoparticles (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>NPs), copper oxide nanoparticles (CuONPs), chitosan-based nanoparticles, and carbon nanotubes are among these NPs (Khan et al., 2021).



**Figure 2.** Different types of nano-elicitors (Khan et al., 2021)

Among the various NPs, silver NPs have been widely reported as a novel elicitor for flavonoids (Khan et al., 2021). Silver NPs synthesized in the presence of *Bacillus marisflavi* stimulated the accumulation of total flavonoid and total phenolic contents. Individual phenolic compounds hydroxycinnamic acid, flavonols, and hydroxybenzoic acid were found higher than those of control samples of bitter melon. In addition, antimicrobial, anticancer, antidiabetic, and antioxidant activities were also found higher in AgNP-elicited samples (I. M. Chung, K. Rekha, G. Rajakumar, & M. Thiruvengadam, 2018). Similarly, AgNPs-elicited *Cucumis anguria* displayed a higher quantity of flavonols as compared to non-elicited ones (Chung, Rajakumar, & Thiruvengadam, 2018). The callus cultures of *Caralluma tuberculata* produced more flavonoids, phenolics and phenylalanine lyase and antioxidant activity with AgNPs elicitation (Ali et al., 2019). Elicitation with copper oxide NPs increased the phenolic compounds (hydroxycinnamic and hydroxybenzoic acid, flavonols) of hairy root cultures of Chinese

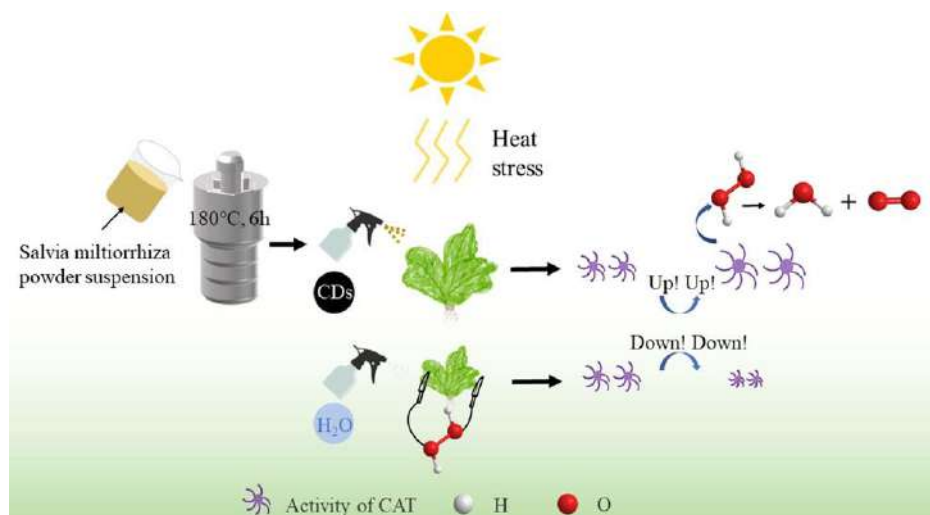
cabbage (I.-M. Chung, K. Rekha, G. Rajakumar, & M. Thiruvengadam, 2018). Iqbal et al. (2022), reported considerable improvement in the phenolic and glycosidic content of in vitro cultures of mung beans treated with zinc oxide and copper oxide NPs (Iqbal et al., 2022). In a recent study designed to investigate the effects of silicon, cerium, and iron oxide nanoparticles on the metabolism of antioxidants, flavonoids, and phenols of sweet pepper seedlings and butterhead lettuce, NPs were applied as foliar spraying. Antioxidant potential, phenolic, and flavonoid content of sweet pepper increased with Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-NPs exposure. Besides, the highest phenolic and flavonoid levels were obtained upon application of CeO<sub>2</sub>-NPs, whereas glutathione content was enhanced with the elicitation of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-NPs and CeO<sub>2</sub>-NPs. Sweet pepper elicited with CeO<sub>2</sub>-NPs had the highest ascorbic acid content. The foliar SiO<sub>2</sub>-NPs spraying of sweet pepper resulted in the highest amounts of L-galactono-1,4-lactone, monodehydroascorbate, and dehydroascorbic acid, but the lowest levels of ascorbic acid in the plant. The carotenoid content of lettuce increased with the spraying of SiO<sub>2</sub>-NPs. Gallic acid and vanillic acid content of lettuce seedlings increased and *p*-coumaric acid, ferulic acid, 3,4-diOH-benzaldehyde, and salicylic acid decreased as compared to control. On the other hand, the content of the four phenolic compounds (protocatechuic acid, chlorogenic acid, ferulic acid, and neochlorogenic acid) in sweet pepper increased (Kalisz et al., 2021). Ogunkle et al. (2020) reported that titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) NPs treated *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench (okra) showed a decrease in a minerals Ca, Fe, and Mg in a dose and particle size-dependent manner (Ogunkunle et al., 2020). Application of TiO<sub>2</sub> and SiO<sub>2</sub>-NPs to *Nigella sativa* (black cumin) stimulated the Geranyl diphosphate synthase gene (GPPS gene) and the effect of TiO<sub>2</sub> NPs was found more effective than SiO<sub>2</sub>. It is concluded that the upregulation of the GPSS gene increased the Thymoquinone production (Kahila, Najy, Rahaie, & Mir-Derikvand, 2018). Selenium nanoparticles (SeNPs) have also recently been shown as potential elicitors. Li et al. (2020) reported that foliar spraying of SeNPs improved nutrients and flavonoids such as tryptophan, β-carotene, arginine, luteolin, ferulic acid, *p*-coumaric acid, rutin, apigenin and kaempferol in celery. The alpha-linolenic acid, jasmonic acid, 12-oxophytodienoic acid, and 13(S)-hydroxy linolenic acid contents of celery also increased with the elicitation of SeNPs (Li, An, Wu, Li, & Pan, 2020).

### 3. CARBON-BASED NPS AS AN ELICITOR

Due to their non-toxic carbon backbone, carbon-based nanomaterials exhibit significantly reduced environmental toxicity and improved biocompatibility when compared to conventional metal-based nanomaterials. As a result, carbon-based nanomaterials have mostly been utilized in agricultural applications (Y. Li et al., 2020). Exposure of plants to carbon-based NPs creates a variety of physiological depending on the characteristics of carbon-based NPs such as shape, size, charge, reactivity, surface coating, and dosage. Fullerenes (C<sub>60</sub>), graphene, graphene oxide, carbon dots (CDs), carbon nanofibers, and carbon nanotubes are the most often synthesized carbon-based NPs for a variety of applications (Verma, Das, Gantait, Kumar, & Gurel, 2019). Multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs)-elicited *Thymus daenensis celak* resulted in higher total flavonoids, phenolic contents, and antioxidant activity (Samadi, Saharkhiz, Azizi, Samiei, & Ghorbanpour, 2020). Chitosan NPs also function as an elicitor. Asgari-Targhi et al (2018) reported a significant increase in the total phenol, alkaloid and proline content of *Capsicum annuum* L. supplemented with chitosan NPs (Asgari-Targhi,

Iranbakhsh, & Ardebili, 2018). The 0.1 mg/mL concentration of graphene oxide sprayed onto the carrot was reported to stimulate the chlorophyll, carotenoid, and proline content (Siddiqui, Parveen, Ahmad, & Hashem, 2019). Decreasing concentrations of carbon nanotubes resulted in increased antioxidant activity, flavonoid, phenolic, and tannin contents of jojoba (Gaafar, Taha, Abou-Baker, Shaaban, & Salama, 2018). The stimulative effect of fullerol on the synthesis of lycopene and cucurbitacin was also reported in bitter melon. Furthermore, charantin, a bioactive compound of *Momordica charantia*, was augmented up to 20% with fullerol elicitation (Kole et al., 2013)

As a rising star of carbon-based NPs' family, carbon dots (CDs) are characterized as zero-dimensional luminescent amorphous carbon nanoparticles with diameters below 10 nm. CDs, in contrast to traditional quantum dots, are free of heavy metals and possess good biocompatibility, low toxicity, and are environmentally friendly. Hydroxyl, carboxylic, or hydrophilic components on the surface make the CDs extremely water-soluble (Dinç, Kara, & Yavuz, 2022). With these excellent properties, CDs have also shown superior performance in agricultural applications (Y. Li et al., 2020). Pollen-derived CDs improved the potassium absorption efficiency of *Brassica parachinensis L.* cultivated hydroponically (Zheng et al., 2017). CDs derived from *Salvia miltiorrhiza* as elicitor (foliar spraying) were reported to stimulate the increment of chlorophyll content and antioxidant enzyme activities of lettuce under high-temperature conditions (Fig. 3) (Hu et al., 2022; Wang et al., 2021). Hu et al. (2022) reported an increase in vitamin C, chlorophyll, K, Mg, Ca, Fe and Mn contents of *Coriandrum sativum L* treated with citric acid-derived CDs.



**Figure 3.** The effect of *Salvia miltiorrhiza*-derived CDs on Italian lettuce under heat stress (Wang et al., 2021)

#### 4. CONCLUSION AND FUTURE PERSPECTIVES

This study briefly reviewed some recent applications of NPs as an elicitor to stimulate the synthesis of bioactive compounds in plant-based foods. Utilization of nanoparticles including metallic NPs, metal-oxide based NPs and carbon based NPs may act as promising elicitors for the enhancement of secondary metabolites. As the functionalities of NPs affected by their size, shape, composition, etc., it would be required to consider these factors individually for

enhanced production of bioactive compounds. After all, comprehensive methodical evaluation of NPs to be used as elicitors in plants should comprehensively be investigated. As nanoparticles of some metals such as Ag, Au etc. are expensive the use of carbon-based NPs particularly those synthesized from natural sources, biomass etc. like carbon dots may be considered as an alternative.

## References

- Ali, A., Mohammad, S., Khan, M. A., Raja, N. I., Arif, M., Kamil, A., & Mashwani, Z. U. (2019). Silver nanoparticles elicited in vitro callus cultures for accumulation of biomass and secondary metabolites in *Caralluma tuberculata*. *Artif Cells Nanomed Biotechnol*, 47(1), 715-724. doi:10.1080/21691401.2019.1577884
- Anjum, S., Anjum, I., Hano, C., & Kousar, S. (2019). Advances in nanomaterials as novel elicitors of pharmacologically active plant specialized metabolites: current status and future outlooks. *RSC Adv*, 9(69), 40404-40423. doi:10.1039/c9ra08457f
- Asgari-Targhi, G., Iranbakhsh, A., & Ardebili, Z. O. (2018). Potential benefits and phytotoxicity of bulk and nano-chitosan on the growth, morphogenesis, physiology, and micropropagation of *Capsicum annum*. *Plant Physiol Biochem*, 127, 393-402. doi:10.1016/j.plaphy.2018.04.013
- Baenas, N., Garcia-Viguera, C., & Moreno, D. A. (2014). Elicitation: a tool for enriching the bioactive composition of foods. *Molecules*, 19(9), 13541-13563. doi:10.3390/molecules190913541
- Banwo, K., Olojede, A. O., Adesulu-Dahunsi, A. T., Verma, D. K., Thakur, M., Tripathy, S., . . . Utama, G. L. (2021). Functional importance of bioactive compounds of foods with Potential Health Benefits: A review on recent trends. *Food Bioscience*, 43, 101320. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101320>
- Chung, I.-M., Rekha, K., Rajakumar, G., & Thiruvengadam, M. (2018). Production of bioactive compounds and gene expression alterations in hairy root cultures of chinese cabbage elicited by copper oxide nanoparticles. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 134(1), 95-106. doi:10.1007/s11240-018-1402-0
- Chung, I. M., Rajakumar, G., & Thiruvengadam, M. (2018). Effect of silver nanoparticles on phenolic compounds production and biological activities in hairy root cultures of *Cucumis anguria*. *Acta Biol Hung*, 69(1), 97-109. doi:10.1556/018.68.2018.1.8
- Chung, I. M., Rekha, K., Rajakumar, G., & Thiruvengadam, M. (2018). Elicitation of silver nanoparticles enhanced the secondary metabolites and pharmacological activities in cell suspension cultures of bitter melon. *3 Biotech*, 8(10), 412. doi:10.1007/s13205-018-1439-0
- Dinç, S., Kara, M., & Yavuz, E. (2022). Chapter 4 - Synthesis of carbon dots from biomass resources. In R. Khan, S. Murali, & S. Gogoi (Eds.), *Carbon Dots in Agricultural Systems* (pp. 69-116): Academic Press.
- Gaafar, A. A., Taha, R., Abou-Baker, N., Shaaban, E. A., & Salama, Z. (2018). Evaluation of regeneration, active ingredients and antioxidant activities in jojoba tissue cultures as affected by carbon nanotubes. *Bioscience Research*, 15(3), 2218-3973.
- Hamzalıoğlu, A., & Gökmen, V. (2016). *Interaction between Bioactive Carbonyl Compounds and Asparagine and Impact on Acrylamide*.
- Hu, J., Jia, W., Yu, X., Yan, C., White, J. C., Liu, J., . . . Wang, X. (2022). Carbon dots improve the nutritional quality of coriander (*Coriandrum sativum* L.) by promoting photosynthesis and nutrient uptake. *Environmental Science: Nano*, 9(5), 1651-1661. doi:10.1039/d1en01079d



- Iqbal, Z., Javad, S., Naz, S., Shah, A. A., Shah, A. N., Paray, B. A., . . . Abdelsalam, N. R. (2022). Elicitation of the in vitro Cultures of Selected Varieties of *Vigna radiata* L. With Zinc Oxide and Copper Oxide Nanoparticles for Enhanced Phytochemicals Production. *Frontiers in Plant Science*, 13. doi:10.3389/fpls.2022.908532
- Kahila, M. M. H., Najy, A. M., Rahaie, M., & Mir-Derikvand, M. (2018). Effect of nanoparticle treatment on expression of a key gene involved in thymoquinone biosynthetic pathway in *Nigella sativa* L. *Nat Prod Res*, 32(15), 1858-1862. doi:10.1080/14786419.2017.1405398
- Kalisz, A., Húska, D., Jurkow, R., Dvořák, M., Klejduš, B., Caruso, G., & Šekara, A. (2021). Nanoparticles of cerium, iron, and silicon oxides change the metabolism of phenols and flavonoids in butterhead lettuce and sweet pepper seedlings. *Environmental Science: Nano*, 8(7), 1945-1959. doi:10.1039/D1EN00262G
- Kamiloglu, S., Tomas, M., Ozdal, T., Yolci-Omeroglu, P., & Capanoglu, E. (2021). Chapter 2 - Bioactive component analysis. In C. M. Galanakis (Ed.), *Innovative Food Analysis* (pp. 41-65): Academic Press.
- Khan, A. K., Kousar, S., Tungmunnithum, D., Hano, C., Abbasi, B. H., & Anjum, S. (2021). Nano-Elicitation as an Effective and Emerging Strategy for In Vitro Production of Industrially Important Flavonoids. *Applied Sciences*, 11(4). doi:10.3390/app11041694
- Kole, C., Kole, P., Randunu, K. M., Choudhary, P., Podila, R., Ke, P. C., . . . Marcus, R. K. (2013). Nanobiotechnology can boost crop production and quality: first evidence from increased plant biomass, fruit yield and phytomedicine content in bitter melon (*Momordica charantia*). *BMC Biotechnology*, 13(1), 37. doi:10.1186/1472-6750-13-37
- Lala, S. (2021). Nanoparticles as elicitors and harvesters of economically important secondary metabolites in higher plants: A review. *IET Nanobiotechnol*, 15(1), 28-57. doi:10.1049/nbt2.12005
- Li, D., An, Q., Wu, Y., Li, J.-Q., & Pan, C. (2020). Foliar Application of Selenium Nanoparticles on Celery Stimulates Several Nutrient Component Levels by Regulating the  $\alpha$ -Linolenic Acid Pathway. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8(28), 10502-10510. doi:10.1021/acssuschemeng.0c02819
- Li, Y., Xu, X., Wu, Y., Zhuang, J., Zhang, X., Zhang, H., . . . Liu, Y. (2020). A review on the effects of carbon dots in plant systems. *Materials Chemistry Frontiers*, 4(2), 437-448. doi:10.1039/C9QM00614A
- Ogunkunle, C. O., Adegboye, E. F., Okoro, H. K., Vishwakarma, V., Alagarsamy, K., & Fatoba, P. O. (2020). Effect of nanosized anatase TiO<sub>2</sub> on germination, stress defense enzymes, and fruit nutritional quality of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench (okra). *Arabian Journal of Geosciences*, 13(3), 120. doi:10.1007/s12517-020-5121-6
- Saha, S., & Pal, D. (2021). Elicitor Signal Transduction Leading to the Production of Plant Secondary Metabolites. In *Bioactive Natural Products for Pharmaceutical Applications* (pp. 1-39).
- Samadi, S., Saharkhiz, M. J., Azizi, M., Samiei, L., & Ghorbanpour, M. (2020). Multi-walled carbon nanotubes stimulate growth, redox reactions and biosynthesis of antioxidant metabolites in *Thymus daenensis* celak. in vitro. *Chemosphere*, 249, 126069. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126069>
- Sharifi-Rad, R., Esmailzadeh Bahabadi, S., Samzadeh-Kermani, A., & Gholami, M. (2020). The Effect of Non-biological Elicitors on Physiological and Biochemical Properties of Medicinal Plant *Momordica charantia* L. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 44(5), 1315-1326. doi:10.1007/s40995-020-00939-8
- Siddiqui, Z. A., Parveen, A., Ahmad, L., & Hashem, A. (2019). Effects of graphene oxide and zinc oxide nanoparticles on growth, chlorophyll, carotenoids, proline contents and

- diseases of carrot. *Scientia Horticulturae*, 249, 374-382. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.054>
- Verma, S. K., Das, A. K., Gantait, S., Kumar, V., & Gurel, E. (2019). Applications of carbon nanomaterials in the plant system: A perspective view on the pros and cons. *Science of The Total Environment*, 667, 485-499. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.409>
- Wang, H., Kang, Y., Li, H., Huang, S., Li, W., Zheng, M., . . . Yang, X. (2021). Salvia miltiorrhiza Derived Carbon Dots and Their Heat Stress Tolerance of Italian Lettuce by Promoting Growth and Enhancing Antioxidant Enzyme Activity. *ACS Omega*, 6(47), 32262-32269. doi:10.1021/acsomega.1c05074
- Wittayathanarattana, T., Wanichananan, P., Supaibulwatana, K., & Goto, E. (2022). Enhancement of bioactive compounds in baby leaf *Amaranthus tricolor* L. using short-term application of UV-B irradiation. *Plant Physiology and Biochemistry*, 182, 202-215. doi:<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.04.003>
- Zheng, Y., Zhang, H., Li, W., Liu, Y., Zhang, X., Liu, H., & Lei, B. (2017). Pollen derived blue fluorescent carbon dots for bioimaging and monitoring of nitrogen, phosphorus and potassium uptake in *Brassica parachinensis* L. *RSC Advances*, 7(53), 33459-33465. doi:10.1039/c7ra04644h



## ***Escherichia coli*'de *queE* GENİNİN İFADE EDİLMEMESİ BENZOİK ASİT'E KARŞI DUYARLILIĞA NEDEN OLUR**

**Hatice ÖZTÜRKEL KABAKAŞ<sup>1</sup>, Kadriye Aslıhan ONAT TAŞDELEN<sup>1</sup>, Merve SEZER KÜRKCÜ<sup>2</sup>, Bekir ÇÖL<sup>2,3</sup>, Esra DİBEK<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, haticeozturkel@posta.mu.edu.tr- 0000-0002-2882-0401

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, kadriyeaslihanonat@posta.mu.edu.tr – 0000-0002-5893-5728

<sup>2</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Araştırma Laboratuvarları Merkezi, mervesezer@mu.edu.tr- ORCID ID 0000-0003-0947-2912

<sup>3</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Anabilim Dalı, bcol@mu.edu.tr – 0000-0001-8997-4116

<sup>4</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Eczacılık Hizmetleri Anabilim Dalı, esradibek@mu.edu.tr- ORCID ID 0000-0002-8110-5466

### **ÖZET**

Fenolik asitler, meyve ve sebzelerde yüksek oranda bulunan sekonder metabolitlerdir. Fenolik asitler, bitkilerin ultraviyole ışık, patojen mikroorganizmalar ve mantar enfeksiyonları gibi çeşitli stres faktörü ve hastalıklardan korunmasına yardımcı olmaktadır. Bitkilerde ve *Escherichia coli*'de benzoik asit ve türevleri hücre savunmasında ara ürün olarak sentezlenmektedir. Fenolik asitler, hidroksibenzoik asit türevleri ve hidroksisinnamik asit türevleri olarak gruplandırılmaktadır. Benzoik asit (BA), C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub> karbon iskelet yapısına sahip, fenolik asitlerin hidroksibenzoik asit grubunda yer alan en basit fenolik asittir. Benzoik asit bitkilerde doğal olarak şikimattan veya fenilalaninden sentezlenebildiği gibi, sentetik olarak toluenin yüksek sıcaklık ve basınç altında oksidasyonu ile elde edilmektedir. Benzoik asitin hayvanların kaslarında doğal olarak bulunduğu, aynı zamanda süt ve süt ürünlerinde yüksek konsantrasyonda benzoik asit olduğu bilinmektedir. Antibakteriyel, antioksidan, antimutajenik ve antikanserijenik dahil olmak üzere, çeşitli biyolojik aktiviteleri bulunmaktadır. Benzoik asit ve tuzları güçlü antimikrobiyal aktivitesinden dolayı, yaygın olarak kullanılan gıda koruyuculardan birisidir. Benzoik asitin gıda patojeni mikroorganizmalar üzerine gösterdiği antimikrobiyal aktivite, literatürde çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir.

Bu çalışmada *Escherichia coli*'nin tek gen nakavt mutant suşları kullanılmıştır. Seçilen suşlarla, hücrenin tek bir gen yokluğunda, benzoik asite karşı duyarlılık seviyeleri incelenmiştir. Deneyle 5 farklı benzoik asit konsantrasyonu (0-1 mg/ml) içeren LB-kanamycin besi yeri kullanılmıştır. *Escherichia coli* yabancıl tip suşu 1 mg/ml benzoik asit konsantrasyonunda dahi büyürken *queE* geni açısından mutant *Escherichia coli* suşu 0.7 mg/ml benzoik asit konsantrasyonunda büyümesi büyük ölçüde inhibe olmuştur. QueE proteininin 7-karboksi-7-deazaguanin sentezinde yer aldığı varsayılmaktadır. Bu çalışma ile *Escherichia coli*  $\Delta queE$  mutantının artan konsantrasyonlarda benzoik asit maruziyetine karşı kontrol grubuna kıyasla duyarlı olduğu bildirilmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, proje no:122Z018) tarafından desteklenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Benzoik asit, *queE* mutant, *Escherichia coli*, genomik.

## LACK OF EXPRESSION OF THE *queE* GENE IN *Escherichia coli* CAUSES SENSITIVITY TO BENZOIC ACID

### ABSTRACT

Phenolic acids are secondary metabolites found in relatively high concentrations in fruits and vegetables. Phenolic acids help protect plants from various stress factors and diseases such as ultraviolet light, pathogenic microorganisms and fungal infections. In plants and *Escherichia coli*, benzoic acid and its derivatives are synthesized as intermediates during cell defense. Phenolic acids are grouped as hydroxybenzoic acid derivatives and hydroxycinnamic acid derivatives. Benzoic acid (BA) is the simplest phenolic acid in the hydroxybenzoic acid group of phenolic acids with a C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub> carbon skeleton structure. Benzoic acid can be synthesized naturally in plants from shikimate or phenylalanine, or it can be obtained synthetically by oxidation of toluene under high temperature and pressure. It is known that benzoic acid is naturally found in the muscles of animals, and there is a relatively high concentration of benzoic acid in milk and dairy products. It has various biological activities, including antibacterial, antioxidant, antimutagenic and anticarcinogenic. It is one of the widely used food preservatives due to its strong antibacterial activity. The antimicrobial activity of benzoic acid on food pathogenic microorganisms has been reported in various studies in the literature.

Single gene knockout mutant strains of *Escherichia coli* were used in this study. The susceptibility levels of the cell to benzoic acid in the absence of a single gene were examined with selected strains. LB-kanamycin medium containing 5 different benzoic acid concentrations (0-1 mg/ml) was used in the experiments. *Escherichia coli* wild-type strain grew even at 1 mg/ml benzoic acid concentration, whereas *queE* mutant of *Escherichia coli* strain growth was inhibited to a great extent at 0.7 mg/ml benzoic acid concentration. The QueE protein is predicted to be involved in the synthesis of 7-carboxy-7-deazaguanine. In this study, it is reported that the *Escherichia coli*  $\Delta queE$  mutant is sensitive to benzoic acid exposure at certain concentrations unlike the wild type strain.

**Acknowledgment:** This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK, project no:122Z018).

**Keywords:** Benzoic acid, *queE* mutant, *Escherichia coli*, genomics.

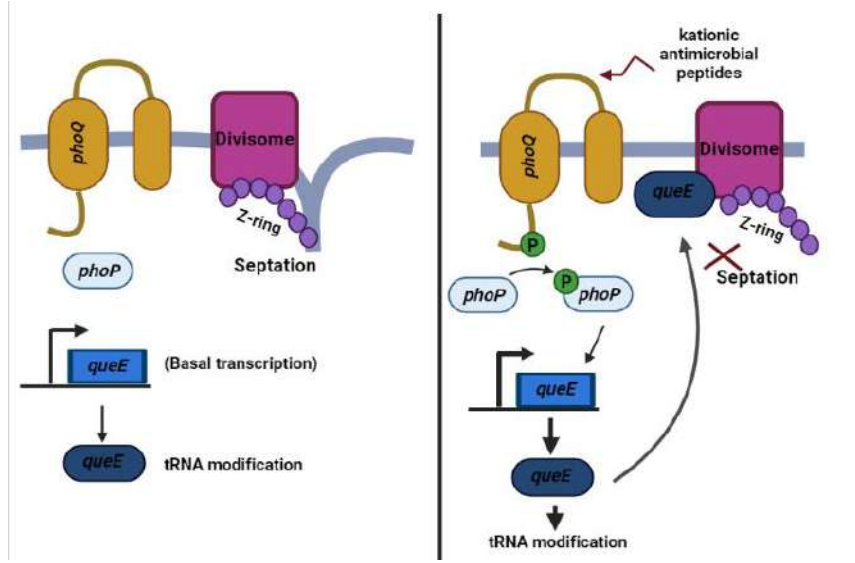
### 1. GİRİŞ

Fenolik asitler, aromatik halkaya sahip, bir veya daha fazla sayıda hidroksil grubu bulunduran, bitkilerde yaygın olarak bulunan sekonder metabolitlerdir (Onat vd, 2021; Anantharaju vd., 2016). Bu bileşikler antibakteriyel, antioksidan, antimutajenik ve antikanser gibi pek çok biyolojik aktiviteye sahiptir (Birosova vd, 2005; Dai ve Mumper, 2010). Kimyasal yapılarına göre basit veya kompleks fenolik asitler olmak üzere gruplandırılmaktadır. C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub> iskelet yapısına sahip benzoik asit ve türevleri basit fenolik asitler sınıfına dahildir (Öztürkel vd, 2020; Anantharaju vd., 2017). Benzoik asit, bitkilerde doğal olarak fenilanin veya şikimattan sentezlenebildiği gibi sentetik olarak da sentezi söz konusudur (Wildermuth, 2006). Örneğin yüksek basınç ve sıcaklık altında toluenin oksidasyonu ile da sentezlenebilmektedir (Maki vd., 2000). Bitkiler, benzoik asit ve türevlerini çeşitli hücresel döngülerde kullanmaktadır. Ubikinon, bitkilerin mitokondrisinde Elektron Taşıma Sistemi'nde (ETS) yer alan bir benzokinondur (Block vd., 2014). *Escherichia coli*, enterobaktin sentezinde ara molekül olarak 2,3-dihidroksibenzoik asit'i kullanmaktadır (Ozenberger vd., 1989). Fenolik asitler, ortam

pH'ını düşürerek antibakteriyel aktivite göstermektedir (Synowiec, 2021). Fenolik asitlerin *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus cereus* ve *Aspergillus flavus* gibi birçok patojenik mikroorganizmanın büyümesini inhibe ettiğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Mark vd, 2019). Benzoik asit ve tuzları, renksiz, düşük maliyetli ve geniş bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olmasından dolayı gıda koruyucu olarak kullanılmaktadır (Davidson vd, 2005).

QueE (YgcF), putative 7-carboxy-7-deazaguanine sentaz (CDG) proteinidir. Literatürde yapılan çalışmalarda, QueE proteininin hücre bölünmesinin düzenlenmesi ile birlikte biyofilm oluşumu veya guenozin biyosentezinde yer aldığına yönelik kanıtlar bulunmuştur. *Bacillus subtilis* genomunda guenozin biyosentezinde görev almak üzere aynı que operonunda yer alan 4 farklı gen bulunmaktadır (*queC*, *queD*, *queE* ve *queF*). Bu genlerin % 40 sekans benzerliği ile ortologları *Escherichia coli* genomunda dağınık vaziyette bulunmaktadır (Notredame vd, 2000). Bu nedenle *E. coli queE* geninin guenozin biyosentezi ve hücre bölünmesinin düzenlenmesi ile birlikte biyofilm oluşumu süreçlerinin her ikisinde de yer alabileceği düşünülmektedir.

Hücre, antimikrobiyal bileşikler, osmotik stres ve hidrostatik basınç gibi çeşitli stres faktörleriyle karşılaştığında, filamentler halinde büyüme gösterir. Hücre bölünmesi esnasında, septasyon bloğu bileşenlerinden birini inhibe ederek, filamentli yapı oluşturmaktadır (Pogliano vd, 1997). Hücre, bu filament yapısını DNA hasarına neden olan stres faktörlerinin ölümcül etkilerinden kaçınmak için oluşturmaktadır. Hasar görmüş kromozom onarılmadan, septasyon yani hücre bölünmesi başlamamakta ve hasarlı kromozom yeni hücrelere aktarılmamaktadır (Bos vd, 2015). Antimikrobiyal peptidlere maruz bırakılmış *Escherichia coli ΔmgrB* mutantında yüksek seviyede *phoQ* aktivitesi oluşmuştur. Bu nedenle oluşan filament yapısının guenozin tRNA modifikasyonunda yer alan *queE*'nin transkripsiyon seviyesindeki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir (Yadavalli vd, 2016). *queE*'nin hücre bölünmesini düzenleyici aktivitesinin anlaşılması için *ΔqueE* mutantına YFP-*queE* transforme edilerek katyonik antimikrobiyal peptidlere maruz bırakılmıştır. *ΔqueE* mutantına transforme edilen YFP-*queE*'nin floresan mikroskobunda görüntülenmesiyle, *queE*'nin *Escherichia coli* filamentlerinde Z halkasına lokalize olduğu görülmüştür. *queE*'nin divizom kompleksiyle ilişkide olmasının filament oluşumuyla ilişkili olduğu düşünülmektedir (Görsel 1) (Gaur vd, 2005). IPTG ile indüklenen *queE* klonunda filamentasyonda artış nedeniyle biyofilm yapısı oluşmuştur (Tenorio vd, 2003).



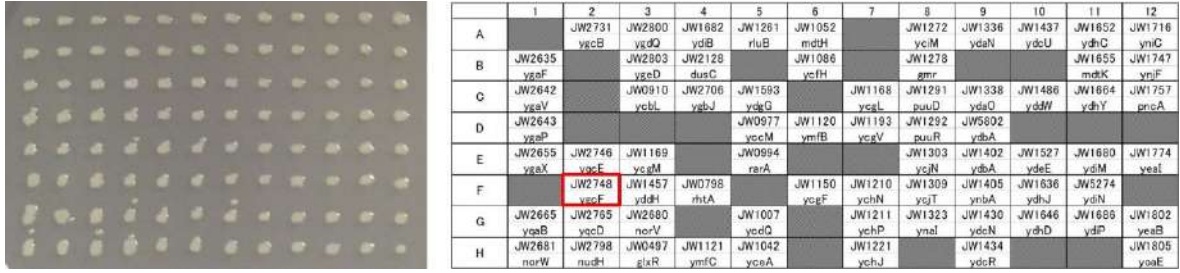
Görsel 1. *Escherichia coli*' de stres koşullarının septasyon oluşumuna etkisini gösteren görsel.

Düşük oranda fosforillenen *phoP*, queosinin hipermodifikasyonunda *queE*'nin bazal ifadesini sağlar, hücre bölünmesi etkilenmez. *PhoQ*'nun kationik antimikrobiyal peptitler tarafından uyarılması, fosforillenmiş *phoP* yüzdesini artırır, böylece *queE*'nin transkripsiyonu artar. Hücrede *queE* ifadesi arttığında bölünme engellenir ve filament yapısı oluşmaktadır.

RNA'da, çoğunluğu tRNA'da bulunmak üzere 100'e yakın modifikasyon bulunmaktadır. 7-deazapurin içeren hipermodifiye edilmiş bir RNA bazı olan guanozinin modifikasyonu oldukça karmaşıktır (Miles vd, 2011). Guanozin, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Mycoplasma spp.* dışında bilinen tüm prokaryotik ve ökaryotik organizmalarda bulunan bir nükleoziddir. Guanozin biyosentezinde son basamak 6-karboksi-5,6,7,8-tetrahidropterin (CPH<sub>4</sub>)'in QueE enzimi tarafından 7-carboxy-7-deazaguanine (CDG)'ne sentezidir. Oluşan CDG, 7-deazapurinin öncül maddesidir ve 7-deazapurin doğada hemen hemen her yerde bulunan antibiyotik ve antineoplastik bileşiklerin ana maddelerinden biridir (Lewis vd, 2018).

## 2. DENEYSEL UYGULAMALAR

Çalışmada kullanılan mutant suşlar KEIO mutant koleksiyonundan kullanılmıştır (Baba vd, 2006). Seçilen 96 adet *Escherichia coli* mutanı, artan konsantrasyonlarda benzoik asite maruz bırakılmıştır (Görsel 2). Deneysel uygulamalarda kullanılan benzoik asit ticari olarak temin edilmiştir. Benzoik asit solüsyonu hazırlanmasında etil alkol (EtOH) kullanılmıştır. Seçilen *Escherichia coli* mutantlarının benzoik asite karşı duyarlılık seviyeleri değerlendirilmiştir.



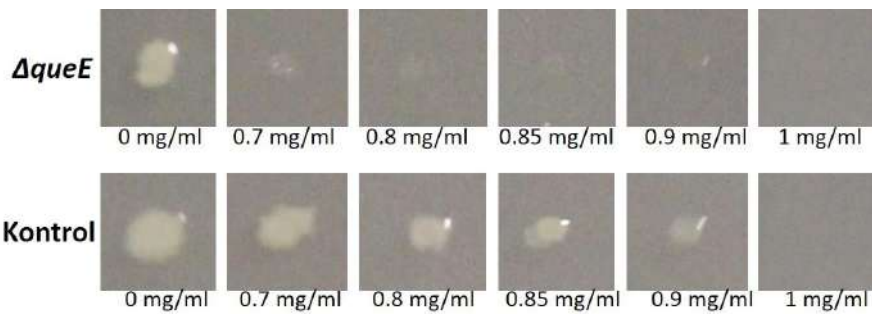
Görsel 2. Mutant suşların petri görüntüsü ve bu suşların petrideki lokasyonlarını gösteren tablo.

## 2.1. Genomik Çalışmalar

Seçilen 96 adet *Escherichia coli* mutantının, Luria Bertani (LB) sıvı besi yerine ekimleri yapılmıştır. Gece boyu, optimum sıcaklık 37°C’de inkübasyona bırakılmıştır. Ertesi gün hücreler başlangıç OD<sub>600</sub> 0,05 olacak şekilde inkübasyona bırakılmış, OD<sub>600</sub> 0,5 değerine ulaştığında 5 farklı konsantrasyonda (0, 0.7 mg/ml, 0.8 mg/ml, 0.85 mg/ml, 0.9 mg/ml ve 1 mg/ml) benzoik asit içeren LB-kanamycin (50 µg/ml) besi yerine ekimleri yapılmıştır. Petriye ekimleri yapılan hücreler etüvde inkübasyona bırakılmıştır. 3 gün boyunca inkübe edilen petrilerdeki hücrelerin büyümeleri gün gün takip edilerek duyarlılık seviyeleri belirlenmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

5 farklı konsantrasyonda benzoik asit içeren besi yerine ekilen hücrelerin büyümeleri gün gün takip edilerek, duyarlılık seviyeleri değerlendirilmiştir. Yabancıl tip *Escherichia coli* suşunun, büyümesinin 1 mg/ml benzoik asit konsantrasyonunda inhibe olduğu görülmüştür. Ancak  $\Delta queE$  mutantının 0.7 mg/ml benzoik asit içeren LB besi yerinde büyümesinin neredeyse inhibe olduğu gözlenmiştir (Görsel 3). Yapılan değerlendirmeler sonucunda  $\Delta queE$  mutantı, kontrol grubuna kıyasla benzoik asite karşı daha duyarlıdır.



Görsel 3. Artan benzoik asit konsantrasyonlarında *Escherichia coli*  $\Delta queE$  mutantının üreme durumunu gösteren görsel.

## 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan tarama çalışması değerlendirildiğinde, *Escherichia coli*  $\Delta queE$  mutantının kontrol grubuna kıyasla benzoik asite karşı duyarlı olduğu gözlenmiştir. *queE* geninin, 7-karboksi-7-deazaguanin sentaz enzimini kodladığı varsayılmaktadır. Bu genin hücre içerisinde sitozolde







- [8] Gaur, R., & Varshney, U. (2005). Genetic analysis identifies a function for the queC (ybaX) gene product at an initial step in the queuosine biosynthetic pathway in *Escherichia coli*. *Journal of bacteriology*, 187(20), 6893-6901.
- [9] Lewis, J. K., Bruender, N. A., & Bandarian, V. (2018). QueE: A radical SAM enzyme involved in the biosynthesis of 7-deazapurine containing natural products. In *Methods in enzymology* (Vol. 606, pp. 95-118). Academic Press.
- [10] Mark, R., Lyu, X., Lee, J. J., Parra-Saldívar, R., & Chen, W. N. (2019). Sustainable production of natural phenolics for functional food applications. *Journal of Functional Foods*, 57, 233-254.
- [11] Miles, Z. D., McCarty, R. M., Molnar, G., & Bandarian, V. (2011). Discovery of epoxyqueuosine (oQ) reductase reveals parallels between halorespiration and tRNA modification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(18), 7368-7372.
- [12] Notredame, C., Higgins, D. G., & Heringa, J. (2000). T-Coffee: A novel method for fast and accurate multiple sequence alignment. *Journal of molecular biology*, 302(1), 205-217.
- [13] Onat K. A., Sezer-Kürkçü, M. ve Çöl B. (2021). Fenolik bileşiklerden sinnamik asit, kafeik asit ve p-kumarik asitin bazı biyolojik aktiviteleri, 11(4). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1598569> (Erişim tarihi: 24.02.2021)
- [14] Ozenberger, B. A., Brickman, T. J., & McIntosh, M. A. (1989). Nucleotide sequence of *Escherichia coli* isochorismate synthetase gene entC and evolutionary relationship of isochorismate synthetase and other chorismate-utilizing enzymes. *Journal of bacteriology*, 171(2), 775-783.
- [15] Öztürkel, H., Sezer-Kürkçü, M., Çöl, B., Fenolik Bileşiklerden Benzoik Asit, Ferulik Asit ve Kuersetinin Canlı Organizmalar Üzerindeki Biyolojik Aktiviteleri, Turk-Cose 2020: 2. International Turkic World Congress on Science and Engineering, 224-237, Kazakistan, 2020.
- [16] Pogliano, J., Pogliano, K., Weiss, D. S., Losick, R., & Beckwith, J. (1997). Inactivation of FtsI inhibits constriction of the FtsZ cytokinetic ring and delays the assembly of FtsZ rings at potential division sites. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(2), 559-564.
- [17] Synowiec, A., Żyła, K., Gniewosz, M., & Kieliszek, M. (2021). An effect of positional isomerism of benzoic acid derivatives on antibacterial activity against *Escherichia coli*. *Open Life Sciences*, 16(1), 594-601.
- [18] Tenorio, E., Saeki, T., Fujita, K., Kitakawa, M., Baba, T., Mori, H., & Isono, K. (2003). Systematic characterization of *Escherichia coli* genes/ORFs affecting biofilm formation. *FEMS microbiology letters*, 225(1), 107-114.
- [19] Wildermuth, M. C. (2006). Variations on a theme: synthesis and modification of plant benzoic acids. *Current opinion in plant biology*, 9(3), 288-296.
- [20] Yadavalli, S. S., Carey, J. N., Leibman, R. S., Chen, A. I., Stern, A. M., Roggiani, M., ... & Goulian, M. (2016). Antimicrobial peptides trigger a division block in *Escherichia coli* through stimulation of a signalling system. *Nature communications*, 7(1), 1-10.

## GIDALARDA DOĞAL OLARAK BULUNAN BENZOİK ASİT VE TÜREVLERİNİN GIDA KORUYUCU AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ

Hatice ÖZTÜRKEL KABAKAŞ<sup>1</sup>, Kadriye Aslıhan ONAT TAŞDELEN<sup>1</sup>, Merve SEZER  
KÜRKCÜ<sup>2</sup>, Bekir ÇÖL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
haticeozturkel@posta.mu.edu.tr - ORCID ID 0000-0002-2882-0401

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
kadriyeaslihanonat@posta.mu.edu.tr – ORCID ID 0000-0002-5893-5728

<sup>2</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Araştırma Laboratuvarları Merkezi,  
mervesezer@mu.edu.tr - ORCID ID 0000-0003-0947-2912

<sup>3</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi,  
bcöl@mu.edu.tr – ORCID ID 0000-0001-8997-4116

### ÖZET

Fenolik asitler bitkilerin biyotik ve abiyotik ortamlara uyum sağlaması için sentezlenen sekonder metabolitlerdir. Benzoik asit, bitkilerde hayvanlarda ve süt ve süt ürünleri gibi hayvansal gıdalarda doğal olarak bulunan en basit karboksilik yapıdaki fenolik asittir. Benzoik asitin, hücre üzerinde antimikrobiyal, antioksidan, antifungal, antikanserojenik ve antienflematuar aktivitelerinin olduğu bilinmektedir. Benzoik asit ve tuzları yoğurt, tereyağı, süt gibi hayvansal ürünlerin ambalajlanmasında kullanılan plastiklerin üretiminde plastikleştirici madde olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, kozmetik ve hijyen ürünlerinde viskoz yapıyı azaltıcı, eczacılık ürünlerinde koruyucu ve tatlandırıcı, antiseptik, analjezik ve cilt koruyucu olarak da kullanıldığı bilinmektedir. Benzoik asitin gıdadan, endüstriye ve sağlık alanında farklı kullanım alanları olduğu görülmektedir. Benzoik asitin, pH değerinin düşük olması, asitleştirici etki göstermesi, eldesinin ekonomik olarak uygun maliyette olması ve tatsız, renksiz, kokusuz yapıda olması nedeniyle yaygın olarak kullanılan gıda koruyuculardan birisidir. Gıda koruyucular, gıda kontaminasyonunu engellemek, gıdanın rengini ve kokusunu iyileştirmek için kullanılan kimyasal maddelerdir. Yapılan çalışmalarda benzoik asitin birçok gıda patojeni bakteri (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus brevis*) üzerinde inhibisyon etkisinin olduğu gözlenmiştir. Aynı zamanda, gıda patojeni *Campylobacter jejuni* gibi antibiyotiklere karşı dirençli bakteriler üzerinde benzoik asitin etkili olduğu da gözlenmektedir. Benzoik asitin gıda ve yemlerde kullanımı ile birlikte, sindirim, emilim, bağırsaklarda bulunan patojenik suşların inhibe olduğu ve bağırsak bariyerini iyileştirdiği bildirilmiştir. Gıdalarda kullanılan benzoik asit konsantrasyonunun toksik olmadığı ve benzoik asitin kronik veya akut toksisiteye neden olmadığı gözlenmektedir. Gıdalarda koruyucu olarak ve terapötik amaçlı kullanılan benzoik asit, organlarda birikmemekte ve hippürik asit olarak idrar yoluyla atılmaktadır.

**Teşekkür:** Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, proje no 112Z018) tarafından desteklenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Benzoik asit, gıda, sağlık, antimikrobiyal

## INVESTIGATION OF THE FOOD PROTECTIVE ACTIVITIES OF BENZOIC ACID AND DERIVATIVES OCCURING NATURALLY IN FOODS

### ABSTRACT

Phenolic acids are secondary metabolites synthesized for plants to adapt to biotic and abiotic environments. Benzoic acid is the simplest carboxylic phenolic acid found naturally in plants, animals, and animal foods such as milk and dairy products. It is known that benzoic acid has antimicrobial, antioxidant, antifungal, anticarcinogenic and anti-inflammatory activities on cells. Benzoic acid and its salts are used as plasticizers in the production of plastics used in the packaging of animal products such as yogurt, butter and milk. It is also known to be used as a viscous reducer in cosmetics and hygiene products, as a preservative and sweetener in pharmaceutical products, as an antiseptic, analgesic and skin protector. It is seen that benzoic acid has different uses from food to industry and health. Benzoic acid is one of the widely used food preservatives because of its low pH value, acidifying effect, economically cost-effective production and tasteless, colorless and odorless structure. Food preservatives are chemicals used to prevent food contamination and improve the color and odor of food. Studies have shown that benzoic acid has an inhibitory effect on many food-pathogenic bacteria (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus brevis*). It is also observed that benzoic acid is effective on bacteria resistant to antibiotics, such as the food pathogen *Campylobacter jejuni*. It has been reported that the use of benzoic acid in food and feed improves digestion, absorption, inhibits pathogenic strains in the intestines, and strengthens the intestinal barrier. It has been observed that the concentration of benzoic acid found in foods is not toxic, and neither acute nor chronic toxicity can be attributed to benzoic acid. Benzoic acid, which is used in food preservation and medicine, is excreted in the urine as hippuric acid. It does not accumulate in the organs.

**Acknowledgment:** This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK, project no 112Z018).

**Keywords:** Benzoic acid, food, health, antimicrobial

### 1. GİRİŞ

Fenolik bileşikler doğada yaygın olarak bulunan, bitkilerin çevresel ve fizyolojik stres faktörlerine karşı savunma mekanizmasında yer alan sekonder metabolitlerdir. Fenolik bileşiklerin iyi bilinen gruplarından biri fenolik asitlerdir. Benzoik asit ( $C_7H_6O_2$ ), fenolik asitlerin hidroksibenzoik asit sınıfında yer alan en basit karboksilik asittir (Kennedy, 2011). Benzoik asit adını, yaklaşık %20 oranında Benzoik asit içeren, *Styrax* ağacından elde edilen balzamik bir reçine olan “benzoin” den almaktadır (Badenhorst vd, 2014). Benzoik asit doğal olarak çeşitli ortamlarda bulunabileceği gibi sentetik olarak da elde edilmektedir. Sentetik olarak elde edilen benzoik asidin yaklaşık %90'ı oksidatif dekarboksilasyon yoluyla fenol üretiminde ve ardından hidrojenasyon, oksimasyon ve Beckmann yeniden düzenlemesi yoluyla

kapolaktam ve naylon üretiminde kullanılmaktadır. Benzoik asitin antimikrobiyal ve antioksidan kapasitesinin yüksek olmasından dolayı en yaygın kullanım alanlarından birisi gıdalardır (del Olmo vd., 2017). Dünya genelinde artan nüfus sayısı, gıda üretiminin, stoklanması ve uzak mesafelere taşınmasını gerektirmektedir. Toplumda gıda tüketim alışkanlıklarının değişmesi nedeniyle raf ömrü, uzun paketli gıdalara olan ihtiyaç da artmaktadır. Günümüzde gıda sektörünü zorlayıcı ve kısıtlayıcı noktalardan birisi bakteriyel ya da fungal kontaminasyonların oluşması, bunun sonucunda toplum sağlığının etkilenmesidir. Koruyucu olarak en yaygın kullanılan bileşik benzoik asit ve tuzlarıdır. Benzoik asit doğada hemen hemen her yerde karşımıza çıkan doğal bir bileşiktir.

Benzoik asit, özellikle bitkilerde yaygın olarak bulunan bir fenolik asittir. Bitkilerde bulunan endojen benzoik asit miktarı, mevsim, bitki-bitki ve bitki-böcek etkileşimine göre değişmektedir. Benzoik asit, bitkilerin yanı sıra özellikle hayvanlar, kabuklu yemişler, baharatlar, sebzeler ve mantarlarda da bulunmaktadır (Long vd, 2009). Bitkilerde, birçok bileşimin oluşumunda ara ürün olarak yüksek konsantrasyonlarda benzoik asit sentezlenmektedir (Sieber vd., 1995). Geleneksel olarak şifa amaçlı kullanılan bitkilerden yeni benzoik asit türleri izole edilmektedir. *Ilex kaushe* bitkisi, Çin, Vietnam gibi Doğu Asya ülkelerinde ateşli hastalıkları tedavi etmek için kullanılmaktadır. *Ilex kaushe* yapraklarından izole edilen yeni bir benzoik asit türü olan 3-[2-(2-hidroksifenil)asetoksi]benzoik asitin RAW264 fare makrofaj hücrelerinde sitotoksititeye neden olmadan TNF- $\alpha$  (Tümör Nekroz Faktör  $\alpha$ )' yı baskıladığı rapor edilmiştir (Kakumu vd., 2021).

Benzoik asit hayvanlarda, besin olarak alınan bitkilerin sindiriminde, oksidasyon yoluyla oluşmaktadır. Omnivor ve otçul hayvan türlerinin kaslarında yaklaşık 1 mg/kg benzoik asit bulunduğu bildirilmiştir (Chrikshvili vd, 2006). Fermente süt ürünlerinde, 18.8 mg/L benzoik asit bulunmaktadır (Garmiene vd., 2010). Ancak bu oranın taze inek sütünde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (28 mg/L) (Lopez vd., 1998). Benzoik asitin süt ve süt ürünlerinde doğal olarak bulunması, bu ürünlerde benzoik asit kullanımını yasal olarak sınırlandırmaktadır (del Olmo vd., 2017).

Mısır ve bezelye fideleri ile yapılan çalışmada vakuollerde biriken benzoik asitin aromatik halkasının düşük moleküler ağırlıklı peptidlere konjuge olduğu ve ortaya çıkan alifatik fragmanların, CO<sub>2</sub> salınımı gerçekleşirken hücre metabolizmasına dahil edildiği gözlenmiştir (Chrikshvili vd, 2006). *Hemidesmus indicus*, geleneksel tıpta özellikle kalp rahatsızlıklarında kullanılan bir bitkidir. Bitkin köklerinde yüksek konsantrasyonda bulunana 2-hidroksi 4-metoksi benzoik asit (HMBA) izole edilmiştir. HMBA' nın sıçanlarda karaciğer hasarını tedavi ettiği, lipid peroksidasyonunu ve sitokin değişikliklerini azalttığı belirlenmiştir (Alshammari vd., 2017). Sucul bir bakteri türü olan *Microbulbifer* gibi organizmaların ve *Oxalix tuberosa* ve *Andrographis panikulata* gibi otsu bitkilerin p-hidroksibenzoik asit yani parabeni doğal olarak ürettiği rapor edilmiştir (Bledzka vd., 2014).

### 1.1. Gıda Koruyucu Olarak Benzoik Asit

Gıdalarda kontaminasyona neden olan mikroorganizmaların başlıca bulaşma nedenleri, toz, toprak, hava, haşereler, kemirgenler ve diğer hayvanlar, çiğ gıdalar, atık maddeler, gıda üretiminde kullanılan araçlar ve gereçlerin steril olmaması ve insanlardır (Erkmen, 2010).

Mikroorganizmalar tarafından kontamine edilen gıdalardaki toksinlerin vücuda alınmasıyla gıda intoksikasyonları, patojen bakteriler ile kontamine gıdaların tüketilmesiyle gıda enfeksiyonları oluşmaktadır (Sezgin ve Artık, 2015). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre gıda kaynaklı patojenler, kimyasallar ve alerjenlerle kirlenmiş gıdalar, her yıl dünya çapında 600 milyon kişinin hastalanmasına, yaklaşık dört yüz bin kişinin de ölümüne neden olmaktadır (Lee vd., 2021). Artan gıda ihtiyacı nedeniyle gıda endüstrisi dünya çapında genişlemiş ve bunun sonucunda patojenik mikroorganizmalar, kimyasal kalıntılar, zararlı gıda katkı maddeleri ve toksinler tarafından gıdalarda oluşan kontaminasyon riskide artmıştır. Gıda güvenliğini sağlamak için bozulma ve patojenik mikroorganizmaların çoğalması kontrol etmek amacıyla antimikrobialer ve antioksidan bileşikler kullanılmaktadır (Yu vd., 2021).

Etkili bir antimikrobiyal gıda koruyucunun, düşük toksisiteye sahip olması, suda iyi çözünmesi ve 4 ila 6 pH aralığına sahip olması gerekmektedir. Doğal olarak biyosentezlenen gıda koruyucular ilk kez benzoik asitin, kuru erik ve kızılıçıkta keşfi ile ortaya çıkmıştır (Radin, 1914). Benzoik asit, eldesinin ekonomik olarak uygun maliyetde oluşu, renksiz ve kokusuz yapıya sahip olması, güçlü antibakteriyel ve antioksidan aktivitesi nedeniyle gıda koruyucu olarak tercih edilmektedir (Davidson vd, 2005). Benzoik asit ve tuzları en iyi gıda koruyucu aktivitelerini düşük pH'a sahip gıdalarda göstermektedir. Çünkü, düşük pH'da antimikrobiyal aktiviteleri daha yüksektir (Casado vd, 2011). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından, gıda koruyucu olarak kullanımı onaylanan 12 adet benzoik asit ve türevi bulunmaktadır (Çizelge 1). Yine Dünya Sağlık Örgütü tarafından oral yolla günlük alınması gereken maksimum benzoik asit miktarının 5 mg/ml olduğu bildirilmiştir (FAO/WHO, 2014).

Çizelge 1. Gıda koruyucusu olarak kullanılan benzoik asit ve türevleri.

INS NUMARASI	BİLEŞİK	KİMYASAL FORMÜL
210	Benzoik asit	$C_7H_6O_2$
211	Sodium benzoate	$C_6H_5COONa$
212	Potasyum benzoat	$C_6H_5COOK$
213	Kalsiyum benzoate	$(C_6H_5COO)_2Ca$
214	Etil p-hidroksibenzoat	$HOC_6H_4COOCH_2CH_3$
215	Sodyum etil p-hidroksibenzoat	$NaOC_6H_4COOCH_2CH_3$
216	Propil p-hidroksibenzoat	$HOC_6H_4COOCH_2CH_2CH_3$
217	Sodyum p-hidroksibenzoat	$NaOC_6H_4COOCH_2CH_2CH_3$



218	Metil p-hidroksibenzoat	$\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOCH}_3$
219	Sodyum metil p-hidroksibenzoat	$\text{NaOC}_6\text{H}_4\text{COOCH}_3$
928	Benzoil peroksit	$\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4$
1519	Benzil alkol	$\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$

Benzoik asit ve tuzları, hücre içerisinde antimikrobiyal etkinliğini, oksoglutarat dehidrogenaz ve süksinat dehidrogenaz gibi Krebs döngüsü enzimlerini inhibe ederek göstermektedir (Iammarino vd, 2011).

Farklı mantar ve bakteri türlerinde minimum inhibisyon konsantrasyonları 50 mg/L ila 1000 mg/L arasında değişmektedir (FAO/WHO, 2000). Küçük çocuklarda ve hayvanlarda besinlerin sindirimi için mide asidi pH'ının düşük olduğu düşünülmektedir. Yemlerde ve gıdalarda, koruyucu olarak benzoik asitin kullanımı, hem mide pH'ını düşürmekte hem de *Escherichia coli* gibi patojen mikroorganizmaların bağırsak florasında tutunmasını engellemektedir (Mao vd., 2019). Aynı zamanda hayvan yetiştiriciliğinde % 0.5 oranında benzoik asit kullanımı toplam amino asit ve nitrojenin sindirilebilirliğini arttırdığı için hayvan büyümesini olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir (Guggenbuhl vd, 2007). Çoğu ülkede kanatlı hayvan ve yumurta üretiminde antibiyotik kullanımı yasaklanmıştır. Antibiyotik yerine fenolik bileşikler, probiyotik veya prebiyotiklerin kullanımına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Benzoik asit gibi organik asitlerin pH'ı düşürme yetenekleri, hayvancılıkta antibiyotiklerin yerine kullanımını mümkün kılmaktadır (Diao vd., 2015).

Alkolsüz içecekler ve yumurta ürünlerinde yasal benzoik asit sınırı  $150 \text{ mg/L}^{-1}$  ve  $5000 \text{ mg/kg}^{-1}$ 'dir. Bu konsantrasyonların yüksek olması, insanda toksik etkilere neden olabileceği veya organlarda birikim yapabileceğini düşündürmektedir. Feillet ve Leonard tarafından yapılan bir çalışmada benzoik asitin bu değerlerinin toksik olmadığı, benzoik asitin hippürik asite dönüşerek idrar yoluyla organizmadan atıldığı rapor edilmiştir (Feillet ve Leonard, 1998). Benzoik asit ve tuzları çeşitli mikroorganizmalara karşı (*Aspergillus spp.*, *Eurotium spp.*, *Penicillium spp.*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenesis*, *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus brevis*) antimikrobiyal aktivite göstermektedir (Palou vd, 2002; Guynot, 2005; Heydarynia vd, 2011). Kserofil mantarlar *Eurotium spp.*, *Aspergillus spp.* ve *Penicillium spp.* daha çok unlu mamüllerin biyolojik olarak bozulmasına yol açmaktadır. Unlu mamüllerin saklama koşulları bu bakterilerin üremesi için uygun ortam koşulları oluşturmaktadır. Unlu mamüllerde ki mantar kontaminasyonu benzoik asit gibi düşük pH değerine sahip uygun koruyucular ile engellenebilmektedir (Guynot vd., 2005). *Listeria monocytogenes*, toprak, nehir ve göllerde bulunan gıda zincirinin depolama, üretim gibi tüm aşamalarında kontaminasyona yol açan bir bakteridir (Anses vd, 2011). Yapılan araştırmalarda insanda listeriosis hastalığına yol açan *L. monocytogenes* bakterisinin et işleme sırasında meydana gelen kontaminasyondan kaynaklandığı bildirilmiştir (Rodriguez-Lopez, vd., 2018). *Campylobacter jejuni*, antibiyotiklere karşı dirençli, gıda kaynaklı gastrointestinal rahatsızlıklara sebep olan bir bakteridir. Hidroksibenzoik asit ve hidroksisinnamik asit türevleri ile yapılan araştırma sonucu bu türün, fenolik asitlere karşı duyarlı olduğu tespit edilmiştir (Oh ve Jeon, 2015).

Benzoik asiti karbon kaynağı olarak kullandığı için bu bileşiğe karşı dirençli bakteriler de bulunmaktadır; *Azotobacter spp.*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas aereginosa*, *Bacillus spp.* (Bared vd, 2010). Benzoik asit maruziyetine karşı *Gluconobacter oxydans* hızlı bir şekilde



adaptasyon geliştirerek direnç kazanmaktadır. *G. oxydans*, C vitamini üretiminde sıklıkla kullanılan aerobik bir bakteri türüdür. Bakterinin metabolizmasında TCA (Trikarboksilik asit) döngüsü ve glikoliz bulunmamaktadır (Deppenmeier vd, 2002). *G. oxydans*'ın büyümesi için izolösin, glutamat ve glisin yanı sıra nikotik asit ve p-aminobenzoik asit elzemdir (Battling vd, 2022). *Pseudomonas spp.* ise ağır metallerle karşı toleranslı ve salisilik asit ile benzoik asiti metabolize edebilme yeteneğine sahiptir (Li vd., 2017).

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Doğada doğal olarak üretilen benzoik asit, hem koruyucu hem de hücre işlevlerinin devam edebilmesi için ara veya ana ürün olarak sentezlenmektedir. Doğal benzoik asidin bitkilerden, hayvanlara kadar çeşitli canlı gruplarında ve hayvansal gıdalarda bulunduğu görülmektedir. Sentetik olarak üretilen benzoik asit ve tuzlarının ise geniş kullanım alanının olduğu bilinmesinin yanı sıra koruyucu ve tatlandırıcı aktivitesi ilgi çekmektedir. Bu bileşiğin özellikle halk sağlığını tehlikeye sokan, gıda kontaminasyonlarına neden olan patojen mikroorganizmalarda, hücre içi mekanizmasının aydınlatılması gerekmektedir.

### KAYNAKÇA

- [1] Anses, 2011. *Listeria monocytogenes*, Datasheet on foodborne pathogens (France).
- [2] Alshammari, G. M., Balakrishnan, A., & Chinnasamy, T. (2017). 2-Hydroxy-4-methoxy benzoic acid attenuates the carbon tetra chloride-induced hepatotoxicity and its lipid abnormalities in rats via anti-inflammatory and antioxidant mechanism. *Inflammation Research*, 66(9), 753-763.
- [3] Augustin, J.C., Zuliani, V., Cornu, M., Guillier, L., 2005. Growth rate and growth
- [4] Badenhorst, C. P. S., Erasmus, E., van der Sluis, R., Nortje, C. and van Dijk, A. A. (2014). A new perspective on the importance of glycine conjugation in the metabolism of aromatic acids. *Drug Metab. Rev.* 46:343–361
- [5] Bared, R., Boucheta, A., Chaib, M., & Kacimi, S. (2010). Phenol and benzoic acid degradation by *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Water Resource and Protection*, 2010.
- [6] Battling, S., Pastors, J., Deitert, A., Götzen, T., Hartmann, L., Schröder, E., ... & Büchs, J. (2022). Development of a novel defined minimal medium for *Gluconobacter oxydans* 621H by systematic investigation of metabolic demands. *Journal of Biological Engineering*, 16(1), 1-18.
- [7] Błędzka, D., Gromadska, J. and Wąsowicz, W. (2014). Parabens: From environmental studies to human health. *Environ. Int.* 67:27–42.
- [8] Casado, F. J., Sanchez, A. H., De Castro, A., Rejano, L., Beato, V. M. And Montaño, A. (2011). Fermented vegetables containing benzoic and ascorbic acids as additives: Benzene formation during storage and impact of additives on quality parameters. *J. Agr. Food Chem.* 59:2403–2409.
- [9] Davidson, P. M., Sofos, J. N., & Branen, A. L. (2005). *Antimicrobials in food*. CRC press.

- [10] Del Olmo, A., Calzada, J., & Nuñez, M. (2017). Benzoic acid and its derivatives as naturally occurring compounds in foods and as additives: Uses, exposure, and controversy. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(14), 3084-3103.
- [11] Deppenmeier, U., Hoffmeister, M., & Prust, C. (2002). Biochemistry and biotechnological applications of *Gluconobacter* strains. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60(3), 233-242.
- [12] Diao, H., Zheng, P., Yu, B., He, J., Mao, X., Yu, J., & Chen, D. (2015). Effects of benzoic acid and thymol on growth performance and gut characteristics of weaned piglets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(6), 827-839.
- [13] Eren, B. (2012). Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi, Aralık-Ocak-Şubat 2011-2012 tarihli, 21. sayı, s:8-11.
- [14] Erkmén, O. (2010). Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 53(3), 220-235.
- [15] FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization). (2000). Benzoic acid and sodium benzoate. *Concise International Chemical Assessment Document N° 26*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp. 1–48.
- [16] FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization). (2014). GFSA provisions for benzoates, updated to the 37th session of the Codex Alimentarius Commission 2014. *FAO/WHO Food Standards*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp. 1–3
- [17] Feillet, F., & Leonard, J. V. (1998). Alternative pathway therapy for urea cycle disorders. *Journal of inherited metabolic disease*, 21(1), 101-111.
- [18] Garmiene, G., Salomskiene, J., Jasutiene, I., Macioniene, I., & Miliauskiene, I. (2010). Production of benzoic acid by lactic acid bacteria from *Lactobacillus*, *Lactococcus* and *Streptococcus* genera in milk. *Milchwissenschaft*, 65(3), 295-298.
- [19] Guggenbuhl, P., Séon, A., Quintana, A. P., & Nunes, C. S. (2007). Effects of dietary supplementation with benzoic acid (VevoVital®) on the zootechnical performance, the gastrointestinal microflora and the ileal digestibility of the young pig. *Livestock Science*, 108(1-3), 218-221.
- [20] Guynot, M. E., Ramos, A. J., Sanchis, V., & Marín, S. (2005). Study of benzoate, propionate, and sorbate salts as mould spoilage inhibitors on intermediate moisture bakery products of low pH (4.5–5.5). *International Journal of Food Microbiology*, 101(2), 161-168.
- [21] Heydarynia, A., Veissi, M., & Sadadi, A. (2011). A comparative study of the effects of the two preservatives, sodium benzoate and potassium sorbate on *Aspergillus niger* and *Penicillium notatum*.
- [22] Kakumu, Y., Nguyen, T. M. T., Yamauchi, K., & Mitsunaga, T. (2021). New benzoic acid and caffeoyl derivatives with anti-inflammatory activities isolated from leaves of *Ilex kaushue*. *Natural Product Research*, 1-9.
- [23] Kennedy, D. O., & Wightman, E. L. (2011). Herbal extracts and phytochemicals: plant secondary metabolites and the enhancement of human brain function. *Advances in Nutrition*, 2(1), 32-50.

- [24] Lee, H., & Yoon, Y. (2021). Etiological agents implicated in foodborne illness world wide. *Food Science of Animal Resources*, 41(1), 1.
- [25] Li, Y., Ren, Y., & Jiang, N. (2017). Analysis of draft genome sequence of *Pseudomonas* sp. QTF5 reveals its benzoic acid degradation ability and heavy metal tolerance. *BioMed Research International*, 2017.
- [26] Long, M. C., Nagegowda, D. A., Kaminaga, Y., Ho, K. K., Kish, C. M., Schnepf, J., ... & Dudareva, N. (2009). Involvement of snapdragon benzaldehyde dehydrogenase in benzoic acid biosynthesis. *The Plant Journal*, 59(2), 256-265.
- [27] López, N., Scaramelli, A., Páez, L., & Cordero, F. (1998). Levels of sodium benzoate in raw milks from health and mastitic cows. *Rev. Cient. FCV-LUZ.*, 8, 246-252.
- [28] Mao, X., Yang, Q., Chen, D., Yu, B., & He, J. (2019). Benzoic acid used as food and feed additives can regulate gut functions. *BioMed research international*, 2019.
- [29] Obentraut, S. (1982). Natural benzoic acid content in Austrian milk products. *Milchwirtschaftliche Berichte aus den Bundesanstalten Wolfpassing und Rotholz*, 72, 187-189.
- [30] Oh, E., & Jeon, B. (2015). Contribution of surface polysaccharides to the resistance of *Campylobacter jejuni* to antimicrobial phenolic compounds. *The Journal of antibiotics*, 68(9), 591-593.
- [31] Palou, L., Usall, J., Smilanick, J. L., Aguilar, M. J. and Viñas, I. (2002). Evaluation of food additives and low-toxicity compounds as alternative chemicals for the control of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* on citrus fruit. *Pest Manag. Sci.* 58:459–466.
- [32] Radin, M. J. (1914). A note on the quantity of benzoic acid contained in prunes and cranberries. *Ind. & Eng. Chem*, 6, 518.
- [33] Rodríguez-López, P., Rodríguez-Herrera, J. J., Vázquez-Sánchez, D., & Lopez Cabo, M. (2018). Current knowledge on *Listeria monocytogenes* biofilms in food-related environments: incidence, resistance to biocides, ecology and biocontrol. *Foods*, 7(6), 85.
- [34] Sezgin, A. C. (2020). Gıda Güvenliği Açısından Tehlike Oluşturan Bazı Bakteriler ve Sağlık Üzerinde Etkileri. *Journal of Global Food Research*, 1(1), 1-9.
- [35] Sieber, R., Bütikofer, U., & Bosset, J. O. (1995). Benzoic acid as a natural compound in cultured dairy products and cheese. *International Dairy Journal*, 5(3), 227-246.
- [36] Yu, H. H., Chin, Y. W., & Paik, H. D. (2021). Application of natural preservatives for meat and meat products against food-borne pathogens and spoilage bacteria: A review. *Foods*, 10(10), 2418.

## KOMBUCHA SİRKESİNİN ÜRETİMİ ve GIDA PATOJENLERİNE KARŞI ANTİMİKROBİYAL POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, Nurcan DOĞAN<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Cemhan DOĞAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, nurcan.dogan@bozok.edu.tr-  
https://orcid.org/0000-0001-5414-1819

<sup>2</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, cemhan.dogan@bozok.edu.tr-  
https://orcid.org/0000-0002-9043-0949

### ÖZET

Sirkenin tarihi binlerce yıllık bir geçmişe sahip olmakla birlikte şarap kadar eskiye dayandığı bilinmektedir. Sirke her ne kadar gıdaların lezzetlendirilmesi, muhafazası ve dezenfeksiyonu amacıyla kullanılsa da alternatif tıpta hekimler tarafından tedavi amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Bünyesinde şeker bulduran birçok meyve ve sebzenin asetik asit fermantasyonu ile üretilebilen sirkeye gün geçtikçe farklı hammaddelerden elde edilen veya unutulmaya yüz tutmuş geleneksel bazı çeşitler eklenmektedir. Kombucha demlenmiş siyah çayın tatlandırılmasını ve Simbiyotik Bakteri ve Maya Kolonisi (SCOBY) ile fermantasyonu yoluyla birçok ülkede binlerce yıldır geleneksel olarak tüketilen ve sağlığa faydalarıyla bilinen serinletici bir içecektir. Ancak kombucha sirkesi hakkındaki bilgiler oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada 60 gün aerobik şartlarda fermantasyona bırakılan kombucha sirkesinin antimikrobiyal aktivitesi, gram-negatif bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*), gram-pozitif bakteriler *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Bacillus cereus* (*B. cereus*) ve *Candida albicans* (*C. albicans*) gibi çeşitli gıda kaynaklı patojenler üzerinde agar bazlı disk difüzyon yöntemi ve spektrofotometrik tekniğine dayalı olarak belirlenmiştir. Kombucha sirkesinde *E. coli* (15.31±1.23 mm), *S. aureus* (17.80±0.98 mm) ve *B. cereus* (12.90± 1.51 mm) bakterilerine karşı kombucha çayından daha yüksek antimikrobiyal aktivite tespit edilmiştir (p<0.05). Birçok biyoaktif özellikleri içeriğinde barındıran kombucha çayından fermantasyon yoluyla üretilen sirkesinin bazı gıda patojenlerine karşı antimikrobiyal potansiyelinin yüksek çıkması son derece önemli olup değerlendirilmesi gereken bir ürün olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kombucha, Kombucha sirkesi, Antimikrobiyal

### 1. GİRİŞ

Temel beslenmenin ötesinde sağlık üzerinde ilave faydalar sağlayan gıdaların popülaritesi son yirmi yılda hızlanmıştır (Sun-Waterhouse, 2011). Özellikle içecek endüstrisi, fonksiyonel gıdalar alanında uygulamalara açık en dinamik gıda kategorileri arasında yer almaktadır (Corbo et al., 2014). Tüketiciler, susuzluk giderici ve tazeleyici/serinletici özelliklerinin yanı sıra içeceklerden enerjiyi artırma, yaşlanmayı geciktirme, stresi azaltma, bağışıklığı güçlendirme vb. işlevsellik de beklemektedir. İçecek endüstrisinde bu talebi karşılamak için yeni ürünler geliştirilirken yeterince değer verilmeyen bazı geleneksel içecekler de tekrar gün yüzüne Kombucha, birçok ülkede binlerce yıldır geleneksel olarak tüketilen ve sağlığa faydalarıyla bilinen serinletici bir içecektir (Sun et al., 2015). Fermantasyon süreci, demlenmiş siyah çayın tatlandırılmasını ve Simbiyotik Bakteri ve Maya Kolonisi (SCOBY) ile aşılmasını ve ardından 7-10 gün boyunca aerobik koşullar altında inkübe edilmesi ile üretilmektedir (Villarreal-Soto et al., 2018). Fermantasyondan sonra oluşan yeni içecek, organik asitler,

vitaminler, mineraller, diyet lifi, esansiyel amino asitler, çeşitli enzimler ve ikincil metabolitler açısından zengindir (Miranda et al., 2016). Kombucha içeceğinin antimikrobiyal (Cardoso et al., 2020), antitümör (Jayabalan et al., 2011), antihipertansif (Vitas et al., 2020), antioksidan, antikanser, antienflamatuar (Villarreal-Soto et al., 2019) etkilerinin olduğu bilinmektedir. Kombucha içeceğinin başlangıç kültürü olarak kullanılan selülozik bir biyofilm olan SCOBY'nin mikroflorası asetik asit bakterileri (De Roos & De Vuyst, 2018), laktik asit bakterileri (Marsh et al., 2014) ve osmofilik mayaları içermektedir (Coton et al., 2017). Kombucha çayında tipik olarak, asetik bakterileri (*Acetobacter xylinum*, *Acetobacter xylinoides*, *Bacterium glukonicum*, *Acetobacter aceti* ve *Acetobacter pasteurianus*) ve mayalar (*Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces ludwigii*, *Kloeckera apiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Torulasporea delbrueckii*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces lambicus*, *Brettanomyces custersii* ve *Candida stellate*) simbiyotik ilişki içerisindeyler (Ebrahimi Pure et al., 2017). SCOBY'nin mikrobiyotasında bulunan probiyotik mikroorganizmalar ve biyolojik olarak aktif bileşenlerinin sıvısındaki farmakolojik aktiviteleri araştırmacıların ilgisini çekmiş ve siyah çay dışında alternatif substratlar kullanılarak fermente edilen çalışmalar hız kazanmıştır (Emiljanowicz ve Malinowska-Pańczyk, 2020). Kombucha çayı üretiminde kullanılan substrat, fermantasyon süresi, tatlandırıcılar ve başlatıcı kültür mikroflorası, farklı kimyasal bileşimlere ve biyolojik aktivitelere sahip içeceklerin ortaya çıkmasına neden olduğu bilinmektedir (Jayabalan et al., 2014). Bunun da ötesinde fermantasyon süresinin uzamasına bağlı olarak sirkeleşme başlamakta ve yeni bir ürün olarak kombucha sirkesi üretilebilmektedir. Sirke birçok medeniyetler tarafından bilinmekte, geleneksel ve modern tekniklerle üretilmekte ve çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Sirkenin tarihi şarap kadar eskiye dayanmaktadır. Sirke aslında çeşitli şarapların oksijene maruz kalması ile meydana gelen bir şarap hastalığıdır. Sirke her ne kadar gıdaların lezzetlendirilmesi, aromalandırılması, muhafazası ve dezenfeksiyonu amacıyla kullanılsa da halk arasında tedavi amaçlı olarak içilme, gargara yapma, lokal uygulamalar şeklinde de kullanılmaktadır. Bünyesinde şeker bulunduran birçok meyve ve sebzenin önce etil alkol fermantasyonu akabinde asetik asit fermantasyonu ile üretilen sirke; bünyesinde organik asitleri, vitaminleri, mineralleri, bazı esansiyel amino asitleri, çeşitli enzimleri ve polifenollerini barındırmaktadır. Sirkenin yapısındaki söz konusu bu bileşikler kullanılan substrat kaynağına bağlı olarak antioksidan, antidiyabetik, antimikrobiyal, antitümör, antiobezite, antihipertansif ve kolesterol düşürücü etkiler göstermektedir. Kombucha sirkesi lokal olarak daha fazla Japonya da bilinen bir sirke çeşidi olup, hakkındaki bilgiler oldukça sınırlıdır (Budak et al., 2014).

Birçok biyoaktif özellikleri içeriğinde barındıran kombucha çayından ileri fermantasyon yoluyla üretilen ve daha fazla lokal olarak bilinen kombucha sirkesi hakkında bilimsel çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışma da kombucha sirkesi, kombucha içeceği ve hammaddesi olan fermente edilmemiş siyah çay infüzyonunun bazı gıda patojenlerine karşı antimikrobiyal potansiyeli araştırılmıştır.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal

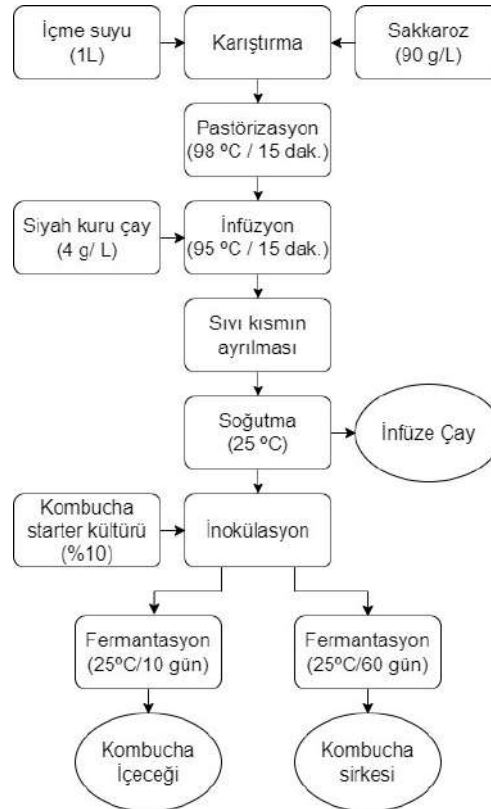


Siyah çay (Doğuş, Türkiye) ve şeker Yozgat ilindeki tedarikçilerden satın alınmıştır. Kombucha sıvı kültürü, SCOBY ve patojen mikroorganizmalar Yozgat Bozok Üniversitesi Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu'ndan (Yozgat, Türkiye) temin edilmiştir. Kimyasallar aksi belirtilmedikçe Merck'ten (Darmstadt, Almanya) tedarik edilmiştir.

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Kombucha ve kombucha sirkesinin hazırlanması ve fermantasyonu

Kombucha içeceği için kaynayan içme suyuna şeker (90 g/L) ilave edilerek eritilmesinin ardından siyah çay (4 g/L) süzme poşetlere konularak 20 dakika demlendi ve akabinde 25°C'ye soğutuldu. Daha sonra %10'luk starter kombucha sıvı kültürü ile inoküle edilerek filtreli cam kavanozlarda karanlık oda koşullarında (25±2°C) 10 gün inkübe edildi. Kombucha sirkesi ise kombucha içeceği ile aynı şartlarda 60 gün fermantasyona bırakıldı (Görsel 1). Çalışma infüze çay (İÇ), kombucha içeceği (Kİ) ve kombucha sirkesi (KS) üzerinden örneklerin pH değerleri ve antimikrobiyal aktivitesi, gram-negatif bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) ATCC 35218, gram-pozitif bakteriler *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) ATCC 29213, *Bacillus cereus* (*B. cereus*) NCIMB 7464 ve *Candida albicans* (*C. albicans*) ATCC 90028 gibi çeşitli gıda kaynaklı patojenler üzerinde *in-vitro* olarak agar bazlı disk difüzyon yöntemi ve spektrofotometrik tekniğine dayalı olarak belirlenmiştir.



Görsel 1. Kombucha ve kombucha sirkesi üretim akış şeması

### 2.2.2. pH belirlenmesi



Örneklerin pH'ı bir elektronik pH metre (Hanna, HI 99131, U.S.A.) ile ölçülmüştür. Ölçüm 3 paralelli olarak yapılmıştır. Her ölçüm arasında pH probu saf su ile yıkanmıştır.

### 2.2.3. *In-vitro* Antimikrobiyal Aktivite

Antimikrobiyal aktivite, agar bazlı disk difüzyon yöntemine ve spektrofotometrik tekniğe dayalı olarak gerçekleştirildi (Chiu et al., 2021). Stok kültürler, her mikroorganizma için 5 mL Mueller Hinton Broth'a aktarıldı ve  $10^8$  CFU/mL'ye ulaşana (OD 600) kadar 35 °C'de inkübe edildi. Seyreltilmiş bakteri yükünün 100 µL'si, Mueller Hinton Agar'a inoküle edildi ve steril swab ile petri kabına yayıldı. Yüzey absorpsiyonu için 5 dakika beklendikten sonra agar üzerine 6 mm çapında steril diskler yerleştirildi ve 25 µL süzölmüş İÇ, Kİ ve KS örnekleri disklere emdirildi. Petri kapları 35 °C'de 24 saat inkübe edildikten sonra disklerin çevresinde oluşan zon çapları kumpas ile ölçülerek kaydedildi.

### 2.3. İstatistiksel analiz

Veriler arasındaki farkların anlamlılığını ( $p<0.05$ ) belirlemek için IBM- SPSS 22.0 istatistik paketi (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanıldı. Grup ortalamaları Tukey çoklu karşılaştırma testi ve bağımsız örnekler T-testi ile karşılaştırıldı. Sonuçlar, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak analiz edildi ve ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edildi.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

İnfüze çay (İÇ), kombucha ieeği (Kİ) ve kombucha sirkesi (KS)'ne ait pH değerleri ve antimikrobiyal aktiviteleri için zon çapları (mm) Çizelge 1. de gösterilmektedir.

Çizelge 1. Örneklerin pH değerleri ve antimikrobiyal aktiviteleri

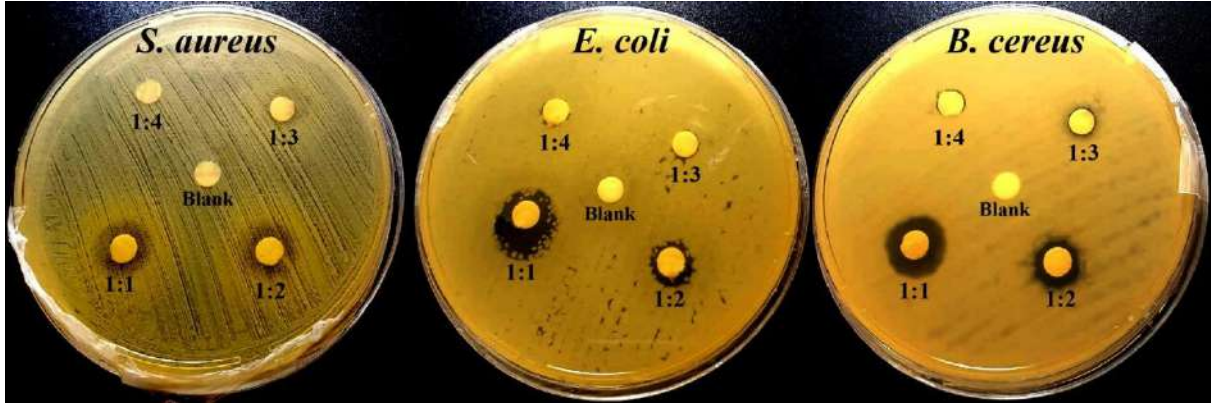
Parametreler	Örnekler		
	İÇ	Kİ	KS
pH	6.50 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>	3.64 $\pm$ 0.42 <sup>b</sup>	2.60 $\pm$ 0.75 <sup>c</sup>
<i>S. aureus</i> (mm)	-	12.10 $\pm$ 1.02 <sup>b</sup>	17.80 $\pm$ 1.21 <sup>a</sup>
<i>E. coli</i> (mm)	-	7.20 $\pm$ 0.87 <sup>b</sup>	15.30 $\pm$ 0.95 <sup>a</sup>
<i>B. cereus</i> (mm)	-	6.10 $\pm$ 0.30 <sup>b</sup>	12.90 $\pm$ 0.43 <sup>a</sup>
<i>C. albicans</i> (mm)	-	-	-

İÇ: İnfüze çay, Kİ: kombucha ieeği, KS: kombucha sirkesi; örnekler arasındaki önemli farklılıklar ( $p<0.05$ ) aynı satırda küçük harflerle ifade edildi; -: tespit edilemedi.

İnfüze çayların pH değeri 6.50 iken 10 gün fermente edilen kombucha içeceklerinde 3.64 değerine düşmüştür. Fermantasyonun 60. gününde ise kombucha sirkelerinde 2.60 değerine gerilemiştir. Siyah çayın fermantasyona bağlı pH değerlerindeki bu düşüş istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Bu azalma, fermantasyon nedeniyle biyolojik aktivite ile ilişkili organik asitlerin oluşumundan kaynaklanmaktadır. Fermantasyon süresine bağlı olarak organik asitlerin (asetik asit, glukuronik asit, sitrik asit vb.) üretilmesinden dolayı pH değeri düşmektedir. Ortaya çıkan asitlik, mayaların faaliyetleri üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir,

etanol konsantrasyonunu artırır ve ardından asetik asit bakterilerinin çevreye hakim olmasına izin verir (Dufresne & Farnworth, 2000). Fermentasyonun ilk günlerinde pH değerindeki hızlı düşüş, bozulmaya neden olabilecek mikroorganizmaların gelişimini engellemek açısından da önemlidir (Sharma & Bhat, 2009). Fermentasyona bağlı olarak pH değerlerinde meydana gelen düşüş diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Battikh et al., 2013; Chakravorty et al., 2016).

Kombucha sirkelerine ait antibakteriyel zon çapları Görsel 2. de gösterilmektedir.



**Görsel 2. Kombucha sirkesinin disk difüzyon yöntemine dayalı antibakteriyel aktivitesi**

Fermente olmayan infüze çay örneği antimikrobiyal aktivite göstermedi. Kombucha ve kombucha sirkesi örneklerinde en yüksek antimikrobiyal aktivite sırasıyla gıda patojenleri olan *S. aureus*, *E. coli* ve *B. cereus*' karşı tespit edilmiştir. Kombucha sirkesi tüm mikroorganizmalar için kombucha içeceğine göre daha yüksek zon çapları (mm) göstermiş olup bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kombucha sirkelerinde *S. aureus*, *E. coli* ve *B. cereus*' a karşı inhibisyon zon çapı sırasıyla 17.80 mm, 15.30 mm ve 12.90 mm olarak belirlenmiştir (Görsel 2). İÇ, Kİ ve KS örneklerinde *C. albicans*'a karşı antifungal aktivite saptanmadı. Kombuchaların *C. albicans*'a karşı antimikrobiyal aktivite göstermediği literatürle uyumludur (Greenwalt et al., 1998). Battikh vd. (2013) tarafından bakteriler kadar inhibisyon zon çapı göstermese de *C. albicans*'ın inhibisyon etkisinin olduğu gösterilmiştir. Bu farklılıkta kombucha konsorsiyumu, substrat türü, asitlik düzeyi ve türü, fermentasyon koşulları vb. faktörler etkili olabileceği düşünülmektedir. Kombuchanın patojenik mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivitesi birçok araştırmacı tarafından vurgulanmış ve bu aktivite asetik asit, proteinler ve kateşinler ile ilişkilendirilmiştir (Greenwalt et al., 1998; Sreeramulu et al., 2001). Kombucha'nın antimikrobiyal etkisinin bazı organik asitlerle olumlu yönde ilişkili olduğu bildirilmiştir (Greenwalt et al., 1998). Hali hazırda organik asitler, bazı gıda kaynaklı patojenik mikroorganizmalara karşı gıdaların korunmasında yaygın bir uygulamadır. Liu vd. (1996) kombucha'nın patojenik bakterilere karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu ve bunun asetik asitten kaynaklandığını bildirmiştir. Battikh vd. (2012) tarafından yapılan kombucha çalışmasında örneklerden bazılarının asitliği nötralize edilmiştir (pH 7). Nötralize örneklerde de normal kombucha örneklerinden daha az olmakla birlikte bazı patojenler üzerinde yüksek antimikrobiyal aktivite tespit edilmiştir. Söz konusu çalışma da kombuchanın antimikrobiyal potansiyeli üzerinde asitliğin etkili olduğu ancak tek faktör olmadığı sonucu ortaya atılmıştır. Kombuchanın antimikrobiyal potansiyeli üzerinde fermentasyona bağlı olarak diğer biyolojik

aktif bileşikler (proteinler, antibiyotikler, enzimler vb.) ve sekonder metabolitlerinde etkili olabileceği sonucunu doğurmuştur.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Tüketicilerin fonksiyonel gıdalara artan ilgisi geleneksel fermente içeceklere olan talebi arttırmıştır. Yüzyıllardır fermente çay olarak bilinen ve tüketilen kombucha, birincil ve ikincil bileşenleri sayesinde sağlık üzerindeki olumlu etkileri bilinerek ya da bilinmeden halen tüketilmektedir. Kombuchanın sağlığa olan faydalarında antimikrobiyal kapasitesi özellikle vurgulanmaktadır. Yine daha fazla Japonya da bilinen ve çeşitli çaylardan SCOBY ile üretilen kombucha sirkesi de sağlık üzerine ilave faydalarından dolayı tüketilmektedir. Ancak literatürde kombucha sirkesi hakkında bilgiler oldukça sınırlıdır. Bu çalışma da siyah çaydan infüzyonu ve ondan üretilen kombucha ve kombucha sirkesi karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Antimikrobiyal aktivite göstermeyen çay infüzyonu fermantasyon süresine bağlı olarak değişim göstermiştir. Kombucha sirkesinde içeceğine göre daha yüksek antibakteriyel aktivite tespit edilmiştir. En yüksek antibakteriyel aktivite riskli gıda patojeni olan *S. aureus*'a karşı belirlenmiştir.

Sirke gıdalarda bileşen olarak kullanıldığı gibi halk arasında çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmakta olup son zamanlarda doğal yolla üretilen sirkelere büyük rağbet vardır. Ülkemizde kombucha tüketimi son yıllarda hızla artmasına rağmen hak ettiği yere gelememiştir. Farklı bir ürün olarak kombucha sirkesinin kullanımı ile kombucha çayının sağladığı faydalar elde edilebileceği gibi ilave faydalarda sağlanabilir.

#### KAYNAKÇA

- Battikh, H., Bakhrouf, A., & Ammar, E. (2012). Antimicrobial effect of Kombucha analogues. *LWT - Food Science and Technology*, 47(1), 71–77. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2011.12.033>
- Battikh, H., Chaieb, K., Bakhrouf, A., & Ammar, E. (2013). Antibacterial and antifungal activities of black and green kombucha teas. *Journal of Food Biochemistry*, 37(2), 231–236. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2011.00629.x>
- Budak, N. H., Aykin, E., Seydim, A. C., Greene, A. K., & Guzel-Seydim, Z. B. (2014). Functional Properties of Vinegar. *Journal of Food Science*, 79(5). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12434>
- Cardoso, R. R., Neto, R. O., dos Santos D'Almeida, C. T., do Nascimento, T. P., Pressete, C. G., Azevedo, L., Martino, H. S. D., Cameron, L. C., Ferreira, M. S. L., & Barros, F. A. R. de. (2020). Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities. *Food Research International*, 128, 108782. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2019.108782>
- Chakravorty, S., Bhattacharya, S., Chatzinotas, A., Chakraborty, W., Bhattacharya, D., & Gachhui, R. (2016). Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *International Journal of Food Microbiology*, 220, 63–72. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2015.12.015>
- Chiu, C. T., Lai, C. H., Huang, Y. H., Yang, C. H., & Lin, J. N. (2021). Comparative analysis of gradient diffusion and disk diffusion with agar dilution for susceptibility testing of

- Elizabethkingia anophelis. *Antibiotics*, 10(4), 450. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10040450>
- Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Petruzzi, L., Casanova, F. P., & Sinigaglia, M. (2014). Functional Beverages: The Emerging Side of Functional Foods: Commercial Trends, Research, and Health Implications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(6), 1192–1206. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12109>
- Coton, M., Pawtowski, A., Taminiau, B., Burgaud, G., Deniel, F., Coulloume-Labarthe, L., Fall, A., Daube, G., & Coton, E. (2017). Unraveling microbial ecology of industrial-scale Kombucha fermentations by metabarcoding and culture-based methods. *FEMS Microbiology Ecology*, 93(5). <https://doi.org/10.1093/FEMSEC/FIX048>
- De Roos, J., & De Vuyst, L. (2018). Acetic acid bacteria in fermented foods and beverages. *Current Opinion in Biotechnology*, 49, 115–119. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.08.007>
- Dufresne, C., & Farnworth, E. (2000). Tea, Kombucha, and health: A review. *Food Research International*, 33(6), 409–421. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00067-3)
- Ebrahimi Pure, A., Ghods Mofidi, S. M., Keyghobadi, F., & Ebrahimi Pure, M. (2017). Chemical composition of garlic fermented in red grape vinegar and kombucha. *Journal of Functional Foods*, 34, 347–355. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2017.05.018>
- Emiljanowicz, K. E., & Malinowska-Pańczyk, E. (2020). Kombucha from alternative raw materials—The review. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (Vol. 60, Issue 19, pp. 3185–3194). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1679714>
- Greenwalt, C. J., Ledford, R. A., & Steinkraus, K. H. (1998). Determination and characterization of the antimicrobial activity of the fermented tea Kombucha. *LWT - Food Science and Technology*, 31(3), 291–296. <https://doi.org/10.1006/fstl.1997.0354>
- Jayabalan, R., Chen, P.-N., Hsieh, Y.-S., Prabhakaran, K., Pitchai, P., Marimuthu, S., Thangaraj, P., Swaminathan, K., & Eok Yun, S. (2011). Effect of solvent fractions of kombucha tea on viability and invasiveness of cancer cells—Characterization of dimethyl 2-(2-hydroxy-2-methoxypropylidene) malonate and vitexin. *Indian Journal of Biotechnology*, 10, 75–82.
- Jayabalan, R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. (2014). A review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. In *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (Vol. 13, Issue 4, pp. 538–550). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>
- Liu, C. H., Hsu, W. H., Lee, F. L., & Liao, C. C. (1996). The isolation and identification of microbes from a fermented tea beverage, Haipao, and their interactions during Haipao fermentation. *Food Microbiology*, 13(6), 407–415. <https://doi.org/10.1006/FMIC.1996.0047>
- Marsh, A. J., O’Sullivan, O., Hill, C., Ross, R. P., & Cotter, P. D. (2014). Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple kombucha (tea fungus) samples. *Food Microbiology*, 38, 171–178. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.09.003>
- Miranda, B., Lawton, N. M., Tachibana, S. R., Swartz, N. A., & Hall, W. P. (2016). Titration and HPLC Characterization of Kombucha Fermentation: A Laboratory Experiment in Food Analysis. *Journal of Chemical Education*, 93(10), 1770–1775. [https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.6B00329/ASSET/IMAGES/ACS.JCHEMED.6B00329.SOCIAL.JPEG\\_V03](https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.6B00329/ASSET/IMAGES/ACS.JCHEMED.6B00329.SOCIAL.JPEG_V03)
- Oh, J., Jo, H., Cho, A. R., Kim, S. J., & Han, J. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of various leafy herbal teas. *Food Control*, 31(2), 403–409.

<https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2012.10.021>

Sharma, O. P., & Bhat, T. K. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry*, 113(4), 1202–1205. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.008>

Sreeramulu, G., Zhu, Y., & Knol, W. (2001). Characterization of antimicrobial activity in Kombucha fermentation. *Acta Biotechnologica*, 21(1), 49–56. [https://doi.org/10.1002/1521-3846\(200102\)21:1<49::AID-ABIO49>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/1521-3846(200102)21:1<49::AID-ABIO49>3.0.CO;2-G)

Sun-Waterhouse, D. (2011). The development of fruit-based functional foods targeting the health and wellness market: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(5), 899–920. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02499.x>

Sun, T. Y., Li, J. S., & Chen, C. (2015). Effects of blending wheatgrass juice on enhancing phenolic compounds and antioxidant activities of traditional kombucha beverage. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(4), 709–718. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.01.009>

Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., Renard, T., Rollan, S., & Taillandier, P. (2019). Impact of fermentation conditions on the production of bioactive compounds with anticancer, anti-inflammatory and antioxidant properties in kombucha tea extracts. *Process Biochemistry*, 83, 44–54. <https://doi.org/10.1016/J.PROCBIO.2019.05.004>

Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., & Taillandier, P. (2018). Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal of Food Science*, 83(3), 580–588. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>

Vitas, J., Vukmanović, S., Čakarević, J., Popović, L., & Malbaša, R. (2020). Kombucha fermentation of six medicinal herbs: Chemical profile and biological activity. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 26(2), 157–170. <https://doi.org/10.2298/CICEQ190708034V>



## DOĞAL GIDA KAYNAKLARI ve ARTIKLARINDAN KARBON NOKTALARININ SENTEZİ, BİYOAKTİVİTESİ ve UYGULAMA ALANLARI

**Dr. Öğr. Üyesi, Cemhan DOĞAN<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Nurcan DOĞAN<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, cemhan.dogan@bozok.edu.tr-  
<https://orcid.org/0000-0002-9043-0949>

<sup>2</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, nurcan.dogan@bozok.edu.tr-  
<https://orcid.org/0000-0001-5414-1819>

### ÖZET

Yeni bir karbon bazlı nanomalzeme türü olarak karbon noktaları (KN), iyi biyoyumluluk, benzersiz optik özellikler, renkli fotoluminesans, düşük üretim maliyeti, çevre dostu, atık ve artık hammaddelerin katma değeri yüksek maddelere dönüşümü, yüksek stabilitesi ve elektron hareketliliği vb. çeşitli fizikokimyasal ve biyoaktif özellikleri nedeniyle son 20 yılın araştırma konuları arasındadır. Daha fazla kimya ve malzeme bilimciler tarafından araştırılan bu malzemeler sunmuş oldukları ultrafonksiyonel özelliklerinden dolayı farklı disiplinlerde de uygulama alanı bulmuştur. Bunun da ötesinde KN'lerin sentezinde sürdürülebilir, çevre dostu ve güvenli deney avantajlarına sahip çeşitli bitki veya mikroorganizmaların kullanıldığı yeşil sentez yaklaşımı daha da popüler bir hale gelmiştir. KN'ler, floresans özelliğine sahip 10 nm'den küçük boyutları olan ışımaya yapan küresel parçacıklar olarak bilinirler. Doğal materyallerden ve evsel, tarımsal ve endüstriyel atık ve/veya artık ucuz doğal karbon kaynaklarından düşük maliyet ile üretilebilmektedirler. Nane yaprağı, portakal kabuğu atıkları, muz bitkisi sapı, karpuz kabuğu, jelatin, yumurta kabuğu, üzüm yaprağı, kahve telvesi, atık kızartma yağı vb. gıda menşeli sentezlenen karbon noktalarına örnek gösterilebilir. KN'lerin günümüzde daha fazla tıbbi teşhis, biyogörüntüleme, fotokataliz, optoelektronik cihazlar, güneş pilleri, LED vb. malzemelerin geliştirilmesinde kullanılabildiği gibi son zamanlarda gıda paketlemede, gıda sahtekarlıklarının, ağır metallerin, toksinlerin ve böcek ilaçlarının tespitinde, gıdalarda oksidasyonun kontrolünde ve raf ömrünün arttırılmasında da başarıyla uygulanmaktadır. Birçok yöntemle üretilebilen KN'ler toksik olmayan, çevre dostu, kolay uygulama gibi artıları nedeniyle hidrotermal yöntem en uygun ve umut vadeden yöntemlerden birisidir. KN'lerin yukarıda sıralanan tüm faydaları ile birlikte ayrıca antimikrobiyal, antikanser ve antioksidan özelliklerinin olduğu da bilinmektedir. Hidrotermal yöntemi ile elde edilen KN'lerin kanser tedavisinde güvenle uygulanabileceği, aşırı oksidasyon hasarının neden olduğu hastalıkların biyogörüntülenmesi ve tedavisinde kullanılabileceği ve gıda patojenlerine karşı inhibisyon etkilerinin olduğu deklere edilmiştir. Bu çalışma çeşitli doğal kaynaklardan, gıda atık ve/veya artıklarından sentezlenebilen çevre dostu KN'leri, bunların biyoaktif özellikleri ve uygulama alanlarını içeren bilgileri kapsamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Karbon noktaları (KN), Biyoaktivite, Yeşil sentez



## 1. GİRİŞ

Karbon bazlı malzemeler, malzeme biliminin gelişmesinde önemli rol üstlenmektedir. Geleneksel endüstriyel (aktif karbon, karbon siyahı) yeni endüstriyel (karbon lifleri, grafit) ve yeni karbon nano materyaller (grafen ve karbon nanotüpler) gibi malzemeler karbon kaynağı olarak halihazırda kullanılmaktadır. Bununla birlikte genel olarak makroskobik karbon materyallerinin uygun bant aralığına sahip olmaması ve floresan etki göstermemesi vb. etmenlerden dolayı bazı alanlarda kullanımları sınırlanmaktadır. Karbon noktaları (KN) 2004 yılında yanlışlıkla keşfedilmiş olmasına rağmen işlevselliği, teknik uygulamaları ve yeşil sentez yoluyla da üretilebildiği için dikkatleri üzerinde toplamıştır (Liu et al., 2020). KN'ler, 10 nm'den küçük boyutları olan ve en önemlisi floresan özellik gösteren küresel parçacıklar olarak bilinirler. Yeni bir karbon bazlı nanomalzeme türü olarak kabul edilen KN'ler yüksek biyouyumluluk, benzersiz optik özellikler, renkli fotoluminesans, yüksek stabilite, düşük üretim maliyeti, çevre dostu, atık ve artık hammaddelerin katma değeri yüksek maddelere dönüşümü, biyoaktif özellikleri, yüksek stabilite ve elektron hareketliliği vb. çeşitli fizikokimyasal ve biyoaktif özellikleri nedeniyle dikkat çekmektedir. KN'ları genel olarak grafen kuantum noktaları (GKN), karbon kuantum noktaları (KKN) ve karbonize polimer noktaları (KPN) olarak sınıflandırılırlar. Karbon noktalarının sentezlenmesinde lazer aşındırma, ark boşaltma, oksidasyon gibi yukarıdan aşağıya yöntemler uygulanabilir. Ayrıca aşağıdan yukarıya yöntemler olan enerji tasarrufu ve çevre dostu olarak kabul edilen hidrotermal yöntem, mikrodalga ve piroliz gibi yöntemler ile KN'lerin sentezinde başvurulan yöntemlerdendir (Baker et al., 2010; Shi et al., 2019). Doğal malzemelerden yeşil sentez yaklaşımı ile toksik özellik göstermeyen KN'ler de sentezlenmektedir. Bitkiler, mikroorganizmalar, mutfak atıkları, çeşitli atıklar, kömür, kimyasallar vb. dahil olmak üzere birçok karbon kaynağı KN'leri sentezlemek için kullanılmaktadır (Himaja et al., 2014; Hu et al., 2016). Bununla birlikte KN'ler, karbon içeren gıda, gıda ve endüstriyel atık ve/veya artıklarından doğal, toksik olmayan ve ucuz yollarla da sentezlenerek katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülebilir. KN'lerin günümüzde daha fazla tıbbi teşhis, biyogörüntüleme, biyogörüntüleme, fotokataliz, optoelektronik cihazlar, güneş pilleri, LED vb. malzemelerin geliştirilmesinde kullanılabildiği gibi son zamanlarda gıda paketlemede, gıda sahtekarlıklarının, ağır metallerin, toksinlerin ve böcek ilaçlarının tespitinde, gıdalarda oksidasyonun kontrolünde ve raf ömrünün arttırılmasında da başarıyla uygulanmaktadır. Bu çalışma doğal gıda kaynakları, gıda endüstrisi atık ve/veya artıklarından elde edilen karbon noktaları, biyoaktif özellikleri ve uygulamaları hakkında bilgileri kapsamaktadır.

## 2. DOĞAL KAYNAKLI KARBON NOKTALARI

Karbon noktaları (KN) doğal materyallerden, evsel, tarımsal ve endüstriyel atık ve/veya artık ucuz doğal karbon kaynaklarından düşük maliyet ile üretilebilmektedirler. Günümüzde KN'ler kahve telvesi, muz kabukları, portakal kabukları, kavun kabukları, fıstık kabukları vb. birçok atık veya artık doğal kaynaklardan üretilebildiği gibi, lahana, süt, yumurta, ekmek, un vb. direkt gıda kaynaklarından da sentezlenebilmektedir. Doğal gıda kaynaklarından üretilen KN'ler Çizelge 1' de verilmiştir.

**Çizelge 1. Gıda menşeli karbon noktaları ve sentezlenme yöntemleri**

Gıda Kaynağı	Sentezlenme Yöntemi	Referans	Gıda Kaynağı	Sentezlenme Yöntemi	Referans
Atık portakal kabuğu	Hidrotermal-Karbonizasyon yöntemi (200 °C)	(Chan & Liu, 2016)	Üzüm yaprağı	Hidrotermal yöntem (150°C)	(Saberri et al., 2018)
Jelatin	Hidrotermal yöntem (200 °C)	(Liang et al., 2013)	Mango kabuğu	Kalsinasyon (300°C)	(Jiao et al., 2019)
Sarımsak	Hidrotermal yöntem	(Zhao et al., 2015)	Kahve telvesi	Hidrotermal yöntem (220 °C)	(Hong & Yang, 2021)
Portakal suyu	Hidrotermal yöntem (120 °C)	(Sahu et al., 2012)	Karpuz kabuğu	Karbonizasyon (220°C)	(Zhou et al., 2012)
Elma suyu	Hidrotermal-Karbonizasyon yöntemi (150 °C)	(Mehta et al., 2015)	Un	Piroliz (470°C)	(Teng et al., 2014)
Bal	Otoklavla direkt ısıtma (100 °C)	(X. Yang et al., 2014)	Soya fasülyesi	Hidrotermal-Karbonizasyon yöntemi (250-850 °C)	(S. Wang et al., 2020)
Süt	Hidrotermal yöntem (180 °C)	(L. Wang & Zhou, 2014)	Soğan kabuğu	Otoklavla direkt ısıtma (120 °C)	(Bandi et al., 2016)
Arı polen atığı	Hidrotermal yöntem (180 °C)	(Shan et al., 2022)	Nar kabuğu atığı	Karbonizasyon (200°C)	(Qureshi et al., 2021)
Fıstık kabuğu	Karbonizasyon (220°C)	(Xue et al., 2016)	Yoğurt	Mikrodalga (800 W)	(Dinc & Kara, 2018)
Askorbik asit	Hidrotermal yöntem (140 °C)	(Chan & Liu, 2016)	Glukoz	Hidrotermal yöntem (200 °C)	(Z.-C. Yang et al., 2011)
Patates kabuğu	Hidrotermal yöntem (200 °C)	(Min et al., 2022)	Siyah çay	Hidrotermal yöntem (200 °C)	(Konwar et al., 2015)
Bayat ekmek	Hidrotermal yöntem (180 °C)	(Gokul Eswaran et al., 2022)	Şeker kamışı suyu	Hidrotermal yöntem (120 °C)	(Mehta et al., 2015)
Pirinç kabuğu	Hidrotermal yöntem ve Kalsinasyon	(Thongsai et al., 2019)	Sakkaroz	Mikrodalga (100 W)	(Chandra et al., n.d.)
Zerdeçal	Hidrotermal yöntem (200 °C)	(Ezati et al., 2022)	Sığır serum albumini	Hidrotermal yöntem	(Zhang et al., 2012)

### 3. KARBON NOKTALARININ BİYOAKTİVİTESİ ve GIDA UYGULAMALARI

Boyutları 1 ila 100 nm arasında değişen nanomalzemelerin küçük boyutları, kuantum etkileri ve yüksek yüzey alanı/hacim oranı onlara benzersiz özellikler kazandırır. Bu özellikler gıda endüstrisi için çeşitli avantajlar sunmaktadır. Nanoteknoloji gıda endüstrisinde yeni sayılabilecek uygulamalar olup, kalitenin iyileştirilmesi, raf ömrünün uzatılması, maliyetin düşürülmesi, besleyici değerinin artırılması vb. alanlarda yararlanılmaktadır. Nanomalzemeler, doğal olarak oluşan, tesadüfen sentezlenen ve kasıtlı olarak üretilen olarak sınıflandırılır. Farklı kimyasal bileşimlere sahip üretilen nanoparçacıkların potansiyel faydalarından dolayı gıda ambalajı ve gıda güvenliği başta olmak üzere gıda endüstrisinde kullanım alanı bulmuştur. Nanoteknoloji gıdalarda aroma ve tekstür geliştirilebilmesinde, antimikrobiyal özellik kazandırmada, patojenlerin tespitinde, biyoaktif maddelerin taşınması ve kontrollü salınımında, fonksiyonel gıda geliştirme de kullanılmaktadır. Ayrıca gıda ambalaj materyallerinde akıllı özellik kazandıran biyosensör olarak kullanılabilir (Baysal, 2020). Nanoteknoloji artık gıda endüstrisinin birçok alanında yaygın olarak uygulanıyor olsa da, bazı nanoteknolojik uygulamaların gıdalarda toksik etkiler de oluşturduğu da deklere edilmektedir (Bouwmeester et al., 2009; Karimi et al., 2018). Gıdalarda nanopartiküllerin kullanımının insan ve çevre insan sağlığı üzerindeki öngörülemeyen etkileri nedeniyle hala tartışma konusudur. Bununla birlikte geçmişte çok da eskiye dayanmayan kolay, düşük maliyetli sentez stratejileri, toksisitesi düşük veya toksik olmayan yüksek ışık yama kapasitesi ve yenilenebilir hammaddelerden yüksek performanslı olarak üretilen KN'leri dikkat çekmiştir. 2012 yılında Sk et al. (2012) tarafından günlük gıda öğelerimizde doğal olarak bulunduğu ilk defa şeker karamelinde izole edilmiştir. Daha sonrasında ekmek, çay şekeri, bisküvi ve mısır gevreklerinde de KN'ler tespit edilmiştir. KN'ler fonksiyonel gruplara, lüminesans, UV koruması, antioksidan ve antibakteriyel özellikler gibi mükemmel ultrafonksiyonel özelliklere sahiptir (Konwar et al., 2015). KN'lerin günümüzde daha fazla tıbbi teşhis, biyogörüntüleme, fotokataliz, optoelektronik cihazlar, güneş pilleri, LED vb. malzemelerin geliştirilmesinde kullanılabildiği gibi son zamanlarda gıda paketlemede, gıda sahtekarlıklarının, ağır metallerin, toksinlerin ve böcek ilaçlarının tespitinde, gıdalardaki fonksiyonel bileşiklerin tespitinde, yasaklı katkı maddelerinin tespitinde, gıda kalitesi ve güvenliğinin sağlanmasında, gıdalarda oksidasyonun kontrolünde ve raf ömrünün arttırılmasında da başarıyla uygulanmaktadır (Ezati et al., 2022; Konwar et al., 2015; Moradi et al., 2021; Qu et al., 2018; Shi et al., 2019). Gıda artık ve atıklardan kısaca yenilenebilir kaynakların KN'lerin sentezlenmesinde hidrotermal yöntem en yaygın kullanılan ucuz, toksisitesi düşük, çevre dostu bir uygulama olarak kabul edilmekte olup çalışmalar genellikle bu yöntem üzerinde yoğunlaşmaktadır (Shi et al., 2019). Gıda uygulamalarında KN'lerin kullanımı genellikle 2 kategoride değerlendirilebilir. Bunlardan ilk kullanım alanı patojenlerin, ağır metallerin, zararlı gıda boyalarının, tarım ilaçlarının, toksinlerin, gıda katkı maddelerinin ve ilaç kalıntılarının tespiti gibi gıda analizleridir. İkincisi ise gıda ambalajlarına biyoaktif ajan olarak antioksidan ve antimikrobiyal özellik kazandırmak yanında ambalaj materyallerine mekanik, gaz değişimi ve su buharı geçirgenliği, UV ışınlarını bloklama aktivitesi gibi özelliklerini geliştirmek için kullanılabilir (Moradi et al., 2021).

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Doğal kaynaklardan ve özellikle geri dönüştürülebilir atık ve artık materyallerden kolaylıkla ve ucuz yolla sentezlenebilen karbon noktaları birçok fonksiyonel özelliklerinden dolayı disiplinler arası bir teknoloji haline gelmiştir. KN'ler daha fazla tıp, kimya, elektronik, malzeme bilimi, biyoteknoloji ve enerji sektörleri gibi alanlarda yaygın olarak kullanılırken gıdaların raf ömrünün ve kalitesinin artırılmasından gıdalarda tağşişin tespitine kadar çok geniş bir alanda da uygulanabilme imkânı bulmaktadır. Özellikle gıda alanında düşük toksisitesi, yüksek biyoyumluluğu, basit hazırlama prosedürü ve düşük maliyeti nedeniyle KN'ler dikkat çekicidir. Bununla birlikte, gıdalar karmaşık kimyasal ve biyolojik bileşenlere sahip olduğundan içerisindeki bir bileşeni tespit etmek zordur. Bu nedenle, belirli kimyasallarla spesifik reaksiyonlar dışında KN'ler gibi seçiciliği yüksek olan diğer maddelerin doğru kullanımı hayati önem taşımaktadır. KN'ler son zamanlarda yaygın olarak gıda paketleme malzemelerinde aktif bileşen olarak ambalaja antioksidan, antimikrobiyal, fotolüminesan ve UV ışığı bloke edici özellikler kazandırma, kimyasal bozulmayı azaltma ve gıdalardaki patojenik bozulmaya neden olan mikroorganizmaların engellenmesi amacı ile kullanılmaktadır. Doğa yeni KN'lerin geliştirmeleri için ilham veren neredeyse sınırsız bir kaynağa sahiptir. Fonksiyonel birçok özelliklere sahip yeni materyallerin keşfinde kaynağın ucuz ve bol bulunması elzem bir konudur. Bu kapsamda evsel ve endüstriyel gıda atık ve artıkların katma değeri ve verimi yüksek bunun yanında toksisitesi düşük olan KN'lere sentezlenmesinin, üzerinde değerlendirilmesi ve araştırılması gereken konular arasında yerini alması gerekmektedir.

#### KAYNAKÇA

- Baker, S. N., Baker, G. A., Baker, S. N., & Baker, G. A. (2010). Luminescent Carbon Nanodots: Emergent Nanolights. *Angewandte Chemie International Edition*, 49(38), 6726–6744. <https://doi.org/10.1002/ANIE.200906623>
- Bandi, R., Gangapuram, B. R., Dadigala, R., Eslavath, R., Singh, S. S., & Guttena, V. (2016). Facile and green synthesis of fluorescent carbon dots from onion waste and their potential applications as sensor and multicolour imaging agents. *RSC Advances*, 6(34), 28633–28639. <https://doi.org/10.1039/C6RA01669C>
- Baysal, G. (2020). Gıda endüstrisinde nanosistemlerin kullanımı. *GIDA*, 45(3), 517–529. <https://doi.org/10.15237/gida.GD20012>
- Bouwmeester, H., Dekkers, S., Noordam, M. Y., Hagens, W. I., Bulder, A. S., de Heer, C., ten Voorde, S. E. C. G., Wijnhoven, S. W. P., Marvin, H. J. P., & Sips, A. J. A. M. (2009). Review of health safety aspects of nanotechnologies in food production. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 53(1), 52–62. <https://doi.org/10.1016/J.YRTPH.2008.10.008>
- Chan, M. H., & Liu, R. S. (2016). Carbon nitride quantum dots and their applications. *Phosphors, Up Conversion Nano Particles, Quantum Dots and Their Applications*, 2, 485–502. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-1590-8\\_17](https://doi.org/10.1007/978-981-10-1590-8_17)
- Chandra, S., Das, P., Bag, S., Laha, D., Nanoscale, P. P., & 2011, undefined. (n.d.). Synthesis, functionalization and bioimaging applications of highly fluorescent carbon nanoparticles.

- Pubs.Rsc.Org.* Retrieved December 23, 2022, from <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2011/nr/c0nr00735h>
- Dinc, S., & Kara, M. (2018). Synthesis and Applications of Carbon Dots from Food and Natural Products. *Journal of Apitherapy and Nature/Apiterapi ve Doğa Dergisi*, 1(1), 33–37. [www.dergipark.gov.tr/jan](http://www.dergipark.gov.tr/jan)
- Ezati, P., Roy, S., & Rhim, J. W. (2022). Pectin/gelatin-based bioactive composite films reinforced with sulfur functionalized carbon dots. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 636, 128123. <https://doi.org/10.1016/J.COLSURFA.2021.128123>
- Gokul Eswaran, S., Thirupathi, D., & Vasimalai, N. (2022). Synthesis of highly fluorescent carbon dots from bread waste and their nanomolar lead ions sensor application. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 18, 100748. <https://doi.org/10.1016/J.ENMM.2022.100748>
- Himaja, A. L., Karthik, P. S., Sreedhar, B., & Singh, S. P. (2014). Synthesis of carbon dots from kitchen waste: Conversion of waste to value added product. *Journal of Fluorescence*, 24(6), 1767–1773. <https://doi.org/10.1007/S10895-014-1465-1/FIGURES/6>
- Hong, W. T., & Yang, H. K. (2021). Anti-counterfeiting application of fluorescent carbon dots derived from wasted coffee grounds. *Optik*, 241, 166449. <https://doi.org/10.1016/J.IJLEO.2021.166449>
- Hu, S., Wei, Z., Chang, Q., Trinchi, A., & Yang, J. (2016). A facile and green method towards coal-based fluorescent carbon dots with photocatalytic activity. *Applied Surface Science*, 378, 402–407. <https://doi.org/10.1016/J.APSUSC.2016.04.038>
- Jiao, X. Y., Li, L. shuang, Qin, S., Zhang, Y., Huang, K., & Xu, L. (2019). The synthesis of fluorescent carbon dots from mango peel and their multiple applications. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 577, 306–314. <https://doi.org/10.1016/J.COLSURFA.2019.05.073>
- Karimi, M., Sadeghi, R., & Kokini, J. (2018). Human exposure to nanoparticles through trophic transfer and the biosafety concerns that nanoparticle-contaminated foods pose to consumers. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 129–145. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2018.03.012>
- Konwar, A., Gogoi, N., Majumdar, G., & Chowdhury, D. (2015). Green chitosan–carbon dots nanocomposite hydrogel film with superior properties. *Carbohydrate Polymers*, 115, 238–245. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2014.08.021>
- Liang, Q., Ma, W., Shi, Y., Li, Z., & Yang, X. (2013). Easy synthesis of highly fluorescent carbon quantum dots from gelatin and their luminescent properties and applications. *Carbon*, 60, 421–428. <https://doi.org/10.1016/J.CARBON.2013.04.055>
- Liu, J., Li, R., & Yang, B. (2020). *Carbon Dots: A New Type of Carbon-Based Nanomaterial with Wide Applications*. <https://doi.org/10.1021/acscentsci.0c01306>
- Mehta, V. N., Jha, S., Basu, H., Singhal, R. K., & Kailasa, S. K. (2015). One-step hydrothermal approach to fabricate carbon dots from apple juice for imaging of mycobacterium and fungal cells. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 213, 434–443. <https://doi.org/10.1016/J.SNB.2015.02.104>
- Min, S., Ezati, P., & Rhim, J. W. (2022). Gelatin-based packaging material incorporated with potato skins carbon dots as functional filler. *Industrial Crops and Products*, 181, 114820.



<https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2022.114820>

Moradi, M., Molaei, R., Kousheh, S. A., T. Guimarães, J., & McClements, D. J. (2021). Carbon dots synthesized from microorganisms and food by-products: active and smart food packaging applications. *https://Doi.Org/10.1080/10408398.2021.2015283*.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2021.2015283>

Qu, J., Wei, Q., and, D. S.-C. reviews in food science, & 2018, undefined. (2018). Carbon dots: Principles and their applications in food quality and safety detection. *Taylor & Francis*, 58(14), 2466–2475. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1437712>

Qureshi, W. A., Vivekanandan, B., Jayaprasath, J. A., Ali, D., Alarifi, S., & Deshmukh, K. (2021). Antimicrobial Activity and Characterization of Pomegranate Peel-Based Carbon Dots. *Journal of Nanomaterials*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/9096838>

Saberi, Z., Rezaei, B., Faroukhpour, H., & Ensafi, A. A. (2018). A fluorometric aptasensor for methamphetamine based on fluorescence resonance energy transfer using cobalt oxyhydroxide nanosheets and carbon dots. *Microchimica Acta*, 185(6), 1–10. <https://doi.org/10.1007/S00604-018-2842-2/FIGURES/4>

Sahu, S., Behera, B., Maiti, T. K., & Mohapatra, S. (2012). Simple one-step synthesis of highly luminescent carbon dots from orange juice: application as excellent bio-imaging agents. *Chemical Communications*, 48(70), 8835–8837. <https://doi.org/10.1039/C2CC33796G>

Shan, F., Fu, L., Chen, X., Xie, X., Liao, C., Zhu, Y., Xia, H., Zhang, J., Yan, L., Wang, Z., & Yu, X. (2022). Waste-to-wealth: Functional biomass carbon dots based on bee pollen waste and application. *Chinese Chemical Letters*, 33(6), 2942–2948. <https://doi.org/10.1016/J.CCLET.2021.12.094>

Shi, X., Wei, W., Fu, Z., Gao, W., Zhang, C., Zhao, Q., Deng, F., & Lu, X. (2019). Review on carbon dots in food safety applications. *Talanta*, 194, 809–821. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2018.11.005>

Sk, M. P., Jaiswal, A., Paul, A., Ghosh, S. S., & Chattopadhyay, A. (2012). Presence of amorphous carbon nanoparticles in food caramels. *Scientific Reports*, 2. <https://doi.org/10.1038/srep00383>

Teng, X., Ma, C., Ge, C., Yan, M., Yang, J., Zhang, Y., Morais, P. C., & Bi, H. (2014). Green synthesis of nitrogen-doped carbon dots from konjac flour with “off–on” fluorescence by Fe<sup>3+</sup> and L-lysine for bioimaging. *Journal of Materials Chemistry B*, 2(29), 4631–4639. <https://doi.org/10.1039/C4TB00368C>

Thongsai, N., Tanawannapong, N., Praneerad, J., Kladsomboon, S., Jaiyong, P., & Paoprasert, P. (2019). Real-time detection of alcohol vapors and volatile organic compounds via optical electronic nose using carbon dots prepared from rice husk and density functional theory calculation. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 560, 278–287. <https://doi.org/10.1016/J.COLSURFA.2018.09.077>

Wang, L., & Zhou, H. S. (2014). Green synthesis of luminescent nitrogen-doped carbon dots from milk and its imaging application. *Analytical Chemistry*, 86(18), 8902–8905. [https://doi.org/10.1021/AC502646X/SUPPL\\_FILE/AC502646X\\_SI\\_001.PDF](https://doi.org/10.1021/AC502646X/SUPPL_FILE/AC502646X_SI_001.PDF)

Wang, S., Sun, W., Yang, D. S., & Yang, F. (2020). Soybean-derived blue photoluminescent carbon dots. *Beilstein Journal of Nanotechnology* 11:48, 11(1), 606–619. <https://doi.org/10.3762/BJNANO.11.48>



- Xue, M., Zhan, Z., Zou, M., Zhang, L., & Zhao, S. (2016). Green synthesis of stable and biocompatible fluorescent carbon dots from peanut shells for multicolor living cell imaging. *New Journal of Chemistry*, 40(2), 1698–1703. <https://doi.org/10.1039/C5NJ02181B>
- Yang, X., Zhuo, Y., Zhu, S., Luo, Y., Feng, Y., & Dou, Y. (2014). Novel and green synthesis of high-fluorescent carbon dots originated from honey for sensing and imaging. *Biosensors and Bioelectronics*, 60, 292–298. <https://doi.org/10.1016/J.BIOS.2014.04.046>
- Yang, Z.-C., Wang, M., Marie Yong, A., Yee Wong, S., Zhang, X.-H., Tan, H., Yuangchi Chang, A., Li, X., & Wang, J. (2011). Intrinsically fluorescent carbon dots with tunable emission derived from hydrothermal treatment of glucose in the presence of monopotassium phosphate. *Pubs.Rsc.Org*. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2011/cc/c1cc14860e>
- Zhang, Z., Hao, J., Zhang, J., Zhang, B., & Tang, J. (2012). Protein as the source for synthesizing fluorescent carbon dots by a one-pot hydrothermal route. *RSC Advances*, 2(23), 8599–8601. <https://doi.org/10.1039/c2ra21217j>
- Zhao, S., Lan, M., Zhu, X., Xue, H., Ng, T. W., Meng, X., Lee, C. S., Wang, P., & Zhang, W. (2015). Green Synthesis of Bifunctional Fluorescent Carbon Dots from Garlic for Cellular Imaging and Free Radical Scavenging. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 7(31), 17054–17060. [https://doi.org/10.1021/ACSAMI.5B03228/SUPPL\\_FILE/AM5B03228\\_SI\\_001.PDF](https://doi.org/10.1021/ACSAMI.5B03228/SUPPL_FILE/AM5B03228_SI_001.PDF)
- Zhou, J., Sheng, Z., Han, H., Zou, M., & Li, C. (2012). Facile synthesis of fluorescent carbon dots using watermelon peel as a carbon source. *Materials Letters*, 66(1), 222–224. <https://doi.org/10.1016/J.MATLET.2011.08.081>

## THE EFFECT OF THE GREENHOUSE GAS INCREASE IN TURKEY ON METEOROLOGICAL DATA

DR, ALPER YILDIRIM <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye Vocational School of Higher Education,  
Department of Machinery and Metal Technology, Osmaniye, Turkey,  
alperyildirim@osmaniye.edu.tr - ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2626-1666>

### Abstract

Greenhouse gases are gases in the atmosphere that affect the earth's energy balance. They are responsible for the so-called greenhouse effect. Carbon dioxide, methane, nitrous oxide, ozone, and fluorinated gases are examples of greenhouse gases. The sun's light can reach Earth's surface thanks to greenhouse gases, which then trap the heat that is reflected back from the surface inside Earth's atmosphere. The enhanced greenhouse effect must be distinguished from the natural greenhouse effect. Without the natural greenhouse effect, the Earth's surface would be approximately 33°C cooler. The enhanced greenhouse effect refers to the additional radiative forcing caused by increased greenhouse gas concentrations caused by human activity. As the amount of greenhouse gases produced by human activity rises, they accumulate in the atmosphere, warm the climate, and cause a variety of other changes on land, in the atmosphere, and in the oceans. As in the world, greenhouse gas increase in Turkey has increased significantly. This study has examined how the increase in greenhouse gas in Turkey between 1990-2019 affects meteorological data such as temperature, rainfall, evaporation, humidity, and hail. Among these, there was the highest increase in the number of days with hailfall. While the number of days with hailfall was 0.6 (days) in 1990, it was 1.2 (days) in 2019.

**Keywords :** Climate change, Greenhouse gas, meteorological data, Turkey,

### 1. Introduction

The greenhouse gasses is an atmospheric heating phenomenon that occurs the temperature of the Earth's surface to rise since certain gases in the atmosphere, including such carbon dioxide, water vapour, methane, and nitrous oxide, allow incoming sunrays to pass through but trap heat reflected from the Earth's surface. The Earth's temperature would be lower if these gases did

not trap the heat of the atmosphere. As is well known, the earth's atmosphere is composed of nitrogen, oxygen, carbon dioxide, and very small amounts of other gases. The primary greenhouse gases are water vapor, methane, carbon dioxide, fluorinated gases, and nitrogen oxide. Despite its innocuous appearance, water vapor is one of the most important gases that cause the most greenhouse effect. The amount of water vapor in the atmosphere rises, particularly with forest fires. These gases also contribute directly to atmospheric warming by absorbing infrared radiation emitted by the solar-warmed Earth and transferring it to the atmospheric gases. Furthermore, as the world's industrialization has increased, so have the emissions of carbon dioxide, methane, and nitrogen oxide gases. These are the most significant gases influencing global warming [1].

Turkey is located in the Mediterranean Basin, where the negative effects of climate change are seen the most. Today, the effects of climate change have begun to be seen in Turkey as well as in the whole world. Global climate change affects water, health, agriculture and food security, energy, tourism, transportation, etc. In addition to affecting the sectors, it continues to affect the natural resources and life in Turkey negatively by increasing the frequency and severity of severe weather events such as heat waves, heavy rain, flood, drought.

Aware that climate change is a complex problem, its socio-economic consequences and serious environmental threats threaten national security, and its potential spectrum represents one of the most important threats to humanity against future generations, Turkey recognizes the importance of international cooperation. Turkey joined the Kyoto Protocol in 2009 with the goal of reducing greenhouse gas emissions and preventing further climate change. This protocol, however, was developed 12 years before 2009, in 1997. Furthermore, in 2010 and 2011, Turkey adopted a National Climate Change Action Plan and a National Climate Change Strategy. Despite signing the Paris Agreement in 2015, Turkey has yet to ratify it and thus has not put it into effect. With this agreement, Turkey committed for the first time to reducing its GHG emissions. Turkey is expected to reduce its greenhouse gasses emissions by 21% under the Paris Agreement. Furthermore, Turkey has committed to a total greenhouse gasses emission reduction target of 929 million tons [2].

Extreme weather events are climate-related issues such as wind, rain, snow, hail, humidity, storm, tornado and hurricane, which are effective and observed in a certain place and in a short period of time (daily, weekly). With the global climate change, extreme weather events have

started to be seen frequently both in Turkey and in various parts of the world. This study has examined how the increase in greenhouse gas in Turkey between 1990-2019 affects meteorological data such as rainfall, temperature, evaporation, humidity, and hail.

## 2. Method

Data such as rainfall, temperature, evaporation, humidity, and hail used in this study were obtained from the Turkish Meteorology Service, and greenhouse emission data from the Turkish Statistical Institution. According to the greenhouse gas inventory results, as clearly seen in Figure 1, the total greenhouse gas emission in 2019 was calculated as 506.1 million tons (Mt) CO<sub>2</sub> equivalent (eq.). However, this value is calculated in 1990 as only 220 Mt CO<sub>2</sub> eq. Due to this increase, Turkey's annual average temperature has increased by about 1°C since 1990. Although there is a long-term trend toward global warming, some years do not show an increase in temperature compared to the year before, and some years show more changes than others. Temperature fluctuations from year to year are caused by natural processes. The biggest increase due to greenhouse gas emissions was in hail rains. As can be seen in Figure 2, while the number of hail rain (days) was 0.667 in 1990, this value became 1.236 in 2019. There has been an increase of approximately two times. The amount of rainfall (mm) has fluctuated over the years as indicated in Figure 3. In 2008, the highest rainfall was measured at 755.1 mm. However, this value was measured as 495.1 mm in 2009. As can be seen in Figure 4 and Figure 5, there was no significant increase in evaporation and humidity values compared to the increase in greenhouse gas emissions. These values remained horizontal.

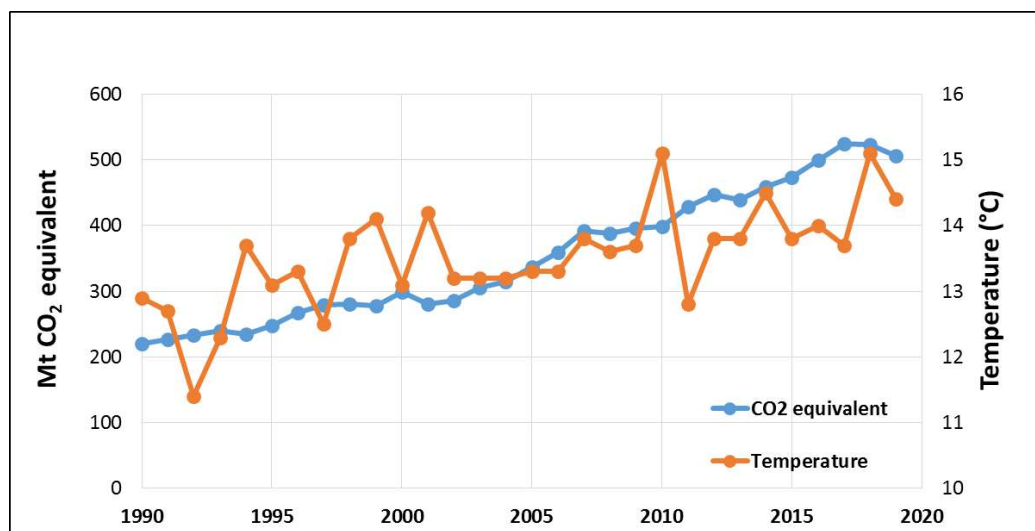


Figure 1. Average Turkey temperature and Turkey carbon emissions

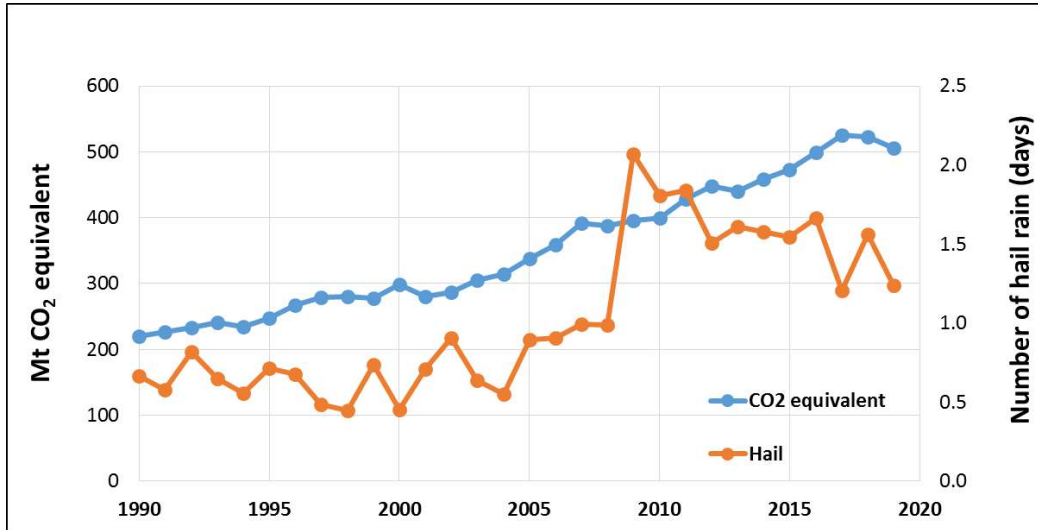


Figure 2. Average Turkey hail rain and Turkey carbon emissions

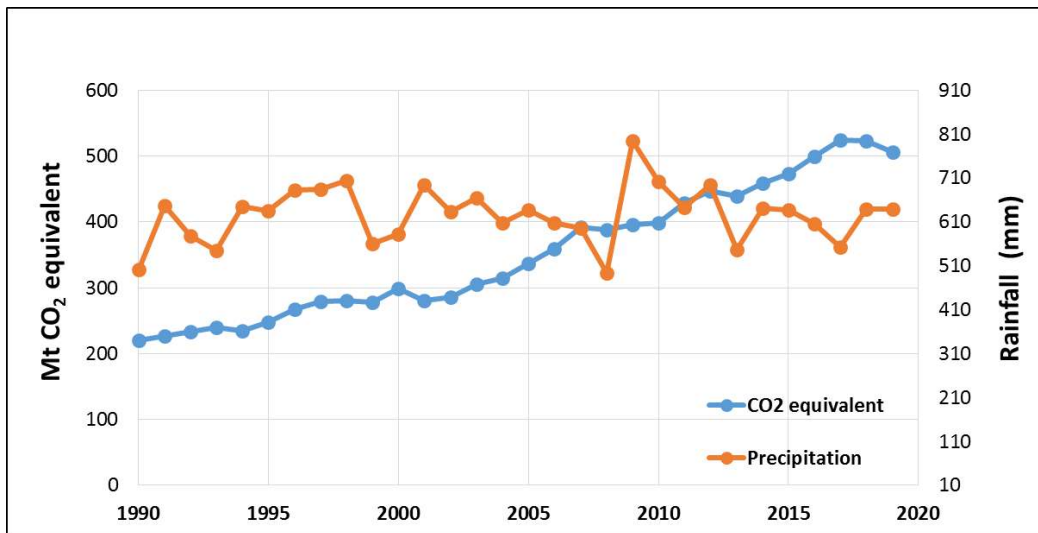


Figure 2. Average Turkey rainfall and Turkey carbon emissions

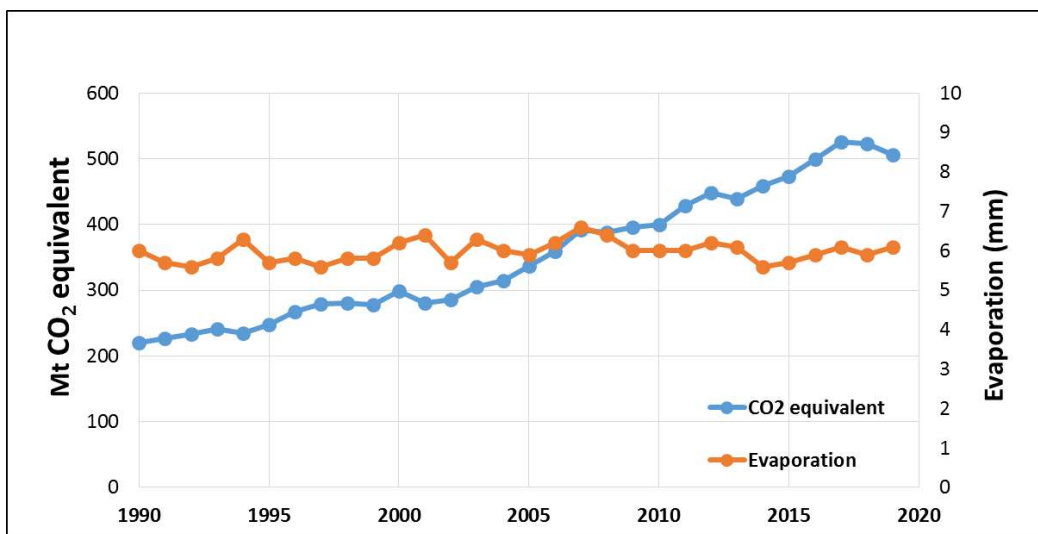


Figure 4. Average Turkey evaporation and Turkey carbon emissions

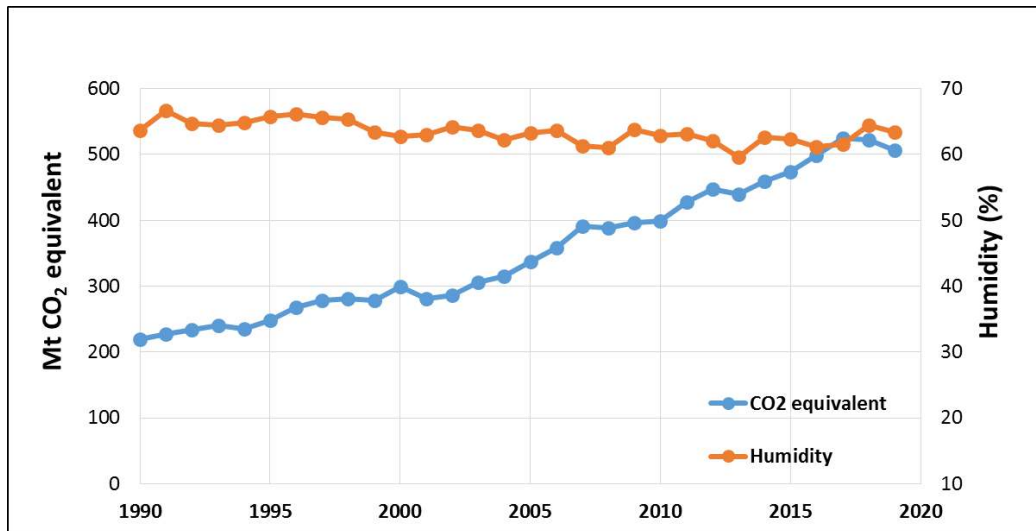


Figure 5. Average Turkey humidity and Turkey carbon emissions

### 3. Result

As in World, greenhouse gas emissions have increased in Turkey in recent years. The great increase in greenhouse gas emissions causes climate change. The meteorological data most affected by this increase were temperature, rainfall, and hail rains. It is necessary to take a series of actions to reduce climate change and its effects. These actions consist of decreasing energy demand by improving energy efficiency, moving away from fossil fuels by utilizing low-carbon energy sources, and reducing carbon dioxide emissions from the atmosphere.

### 4. References

1. Ağbulut, Ü., Ceylan, İ., Gürel, A. E., & Ergün, A. The history of greenhouse gas emissions and relation with the nuclear energy policy for Turkey. *International Journal of Ambient Energy*, 42(12), 1447–1455, 2021.
2. Uzu, E. Estimates of greenhouse gas emission in Turkey with grey wolf optimizer algorithm-optimized artificial neural networks. *Neural Computing and Applications*, 33(20), 13567–13585, 2021.



## ISI DEĞİŞTİRİCİYE SABİT SICAKLIK VE DEBİDE GİREN AKIŞKANIN ISI TRANSFERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: ANSYS ÇALIŞMASI

Nesrin ADIGÜZEL\*, Muhammet ÖZGERİŞ\*

\*Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü 25240 Yakutiye, Erzurum  
[muhammetozgeris@ogr.atauni.edu.tr](mailto:muhammetozgeris@ogr.atauni.edu.tr), [nesrin.adiguzel@atauni.edu.tr](mailto:nesrin.adiguzel@atauni.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada SolidWorks ortamında tasarlanan ısı değiştiricisinin bakır borusu üzerine eklenen plakalar yardımıyla ısı transferinin hareketleri gözlemlenmiştir. Isı değiştirici malzemesi olarak dış kabuk ve plakalar alüminyum, ince cidarlı iç boru olarak seçilmiştir. Bakır yüzeye eklenen dairesel elemanlara bağlı olarak çıkış değerleri karşılaştırılmıştır. Çıkan sıcaklık değerleri karşılaştırılarak ısı transferi açısından yorumlanmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre dairesel elemanların ısı transferine etkisi incelenmiştir. Dairesel elemanların ısı transferini iyileştirdiği analizler sonucunda ortaya konmuştur. Dairesel elemanların boru içine yerleştirilmesi sonucunda çıkış sıcaklığı düz boruya oranla yaklaşık 2 kat artmıştır. 297 K sıcaklığında boruya giriş yapan suyun borudan çıkış sıcaklıkları; düz boruda 332 K olurken dairesel elemanların yerleştirildiği boruda 600 K olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Isı Transferi, Isı Değiştirici, HAD

### SUMMARY

In this study, the movements of the heat transfer were observed with the help of the plates attached to the copper tube of the heat exchanger designed in the SolidWorks environment. As the heat exchanger material, the outer shell and plates are aluminum, and the thin-walled inner tube is copper. Output values were compared depending on the circular elements added to the copper surface. The resulting temperature values were compared and interpreted in terms of heat transfer. According to the analysis results obtained, the effect of circular elements on heat transfer was investigated. It has been revealed as a result of the analyzes that the circular elements improve the heat transfer. As a result of placing the circular elements in the pipe, the outlet temperature has increased approximately 2 times compared to the straight pipe. The outlet temperatures of the water entering the pipe at a temperature of 297 K; while it was 332 K in the straight pipe, it was 600 K in the pipe where the circular elements were placed.

**Keywords:** Heat Transfer, Heat Exchanger, CFD

### GİRİŞ

Isı değiştiriciler, iki veya daha fazla akışkanı birbirine karıştırmadan ısı alışverişini yapmasına olanak sağlayan ekipmanlardır. Isı değiştiriciler günlük hayatta ve endüstride oldukça yaygın kullanım alanına sahiptirler. Isı eşanjörleri hayatımızın vazgeçilmez olduğu için bu alanda ısı transferini iyileştirmek adına bir hayli çalışma yapılmıştır.

Saman Purahmad ve arkadaşları; ısı değiştiricilerin ısı verimini artırmak üzerine çalışmalar yapmıştır. Eşanjör malzemelerinin enerji verimliliğini ve termal verimi etkilediğini ortaya çıkarmışlardır. Isıl verimdeki iyileşme, ısı transfer uygulamalarını gerektiren durumlarda ısı verimliliği önemli ölçüde artıracaktır. Aynı zamanda ısı eşanjörü tasarımı da ısı verimi olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuşlardır. Isı eşanjörünün verilen tasarımı ve süresi içinde ekonomik bir pompa gücünde gerekli ısı

transfer oranını elde etmek için çok sayıda teknik geliştirilmiştir. Isı eşanjörlerini çağdaşlaştırmanın en popüler ve etkili yolu vida uçlarıdır. Bu çalışmalarında, iki borulu spiral uçlu ısı eşanjörleri için ANSYS CFX aracının performansını inceleyerek çalışma sonucunda spiral ekli ve eksiz ısı eşanjörleri karşılaştırılarak boru boyunca ısı akışı ve sıcaklık dağılımının karşılaştırmalı analizini yapmışlardır.[1]

Karagöz ve ark. (2019), borulu tip bir ısı değiştirici içerisine kanatçıklar yerleştirerek bu türbülator geometrisinin ısı transferi üzerine etkilerini incelemiştir. Türbülatorsüz boru ile kanatçık eklenmiş türbülatorlü boru kıyaslanmıştır. Kanatçıkların açıları üç farklı derecede yerleştirilmiş ve bu parametrenin etkisi üzerinde durulmuştur. Sonuç olarak sisteme türbülator entegre edilmesi durumunda ısı transferinde artış gözlemlenmiştir. Fakat borunun çap değerinin ve eklenen kanatçıkların sayılarının değişmemesi sebebiyle kanatçık açılarının değişiminin büyük bir etki yaratmadığı tespit edilmiştir.[2]

Saman Pourahmad ve arkadaşları cismin ısı performansını artırmak için aktif ve pasif yöntemlerin aynı anda kullanımı araştırdıkları çalışmalarında çift borulu ısı eşanjörünü araştırmışlardır. Çalışma da çift bükümlü bant türbülatorü kullanarak çalışma sıvısına hava kabarcıkları enjekte ederek, bu iki işlemin Nusselt sayısı ve basınç düşüşü üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda, türbülator büküm oranının azalmasıyla Nusselt sayısının arttığını ve kabarcık enjeksiyon akış hızı, soğuk su akış hızı ve Reynolds sayısının ise büküm oranının artmasıyla artırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışma ile iki yöntemin aynı anda kullanılmasının Nusselt sayısını basit bir borulu ısı değiştiricili durumlara kıyasla %98–114, %3–14 ve %20–39 oranında artırabileceğini ortaya koymuşlardır. [3]

Marzouk ve arkadaşları, boru tarafında dairesel kesilmiş çubuk ekleri ile donatılmış bir gövde borulu ısı eşanjöründeki ısı, hidrolik ve termodinamik performanslarının deneysel olarak incelendiği çalışmada, sıcak suyun boru tarafı akış hızı (13–18) LPM arasında değişirken, gövde tarafında sabit bir soğuk su akış hızı (yani 18 LPM) kabul edilmiştir. Yaptıkları deneyler sonucunda, elde edilen tüm verileri, geleneksel düz borulu ısı eşanjörü ile karşılaştırırlar. Deneysel sonuçlar, önerilen ek konfigürasyonlarının, ısı eşanjörünün termal ve termodinamik performanslarında önemli bir gelişmeye ve hidrolik performansta bir dezavantaja sahip olduğunu ortaya koymuştur. Yüzde artışı  $U$ ,  $NTU$ ,  $\epsilon$  ve ekserji verimliliği geleneksel tasarıma göre sırasıyla (%210–280), (% 132–149), (% 185–224) ve (% 130–210)'dir.[4]

Gürlek (2012), yaptığı çalışmada ısı transferinin artırılma metotlarından borunun içine türbülator yerleştirilmesi tekniğinin etkilerini araştırmıştır. Konsantrik tipteki ısı değiştiricinin iç kısmına geometrileri ve ebatları değişken türbülatorler yerleştirerek çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Hatve sayıları farklılık gösteren türbülatorler klasik tipte, V kanatçıklı ve ters V kanatçıklıdır. Bu üç tipteki türbülatorün ısı transferindeki ve basınç düşüşündeki etkileri incelenmiştir.[5]

A. Armatsombat ve A. Chinsuwan, daldırılmış boruların ısı transfer davranışı üzerine yaptıkları bu çalışmada, besleme ve dönüş odalarının alt kısmında havalandırma bulunan geri dönüşüm odasında yatay daldırılmış bir tüp demetine sahip bir döngü contası veya ısı eşanjörlü (LSHE) geleneksel bir döngü contası kullanılarak. Geri dönüşüm odasının yan duvarlarında havalandırma ve yan havalandırmasız daldırılmış boruların ısı transfer davranışlarını incelemiştirler. Çalışmanın sonucunda, bu durumda boru etrafındaki ortalama ısı transfer katsayısı daha yüksek ve borudaki sıcaklık farkından kaynaklanan termal stres, yandan havalandırma olmayan duruma göre daha düşük olarak ortaya konulmuştur. [6]

M. Bahiraei ve ark. bu araştırmada, ikinci yasa bakış açısıyla ilgili olarak bir alümina-su nanoakışkanı ile çalışan üç borulu bir ısı eşanjöründe (TPHE) yenilikçi bir kıvrımlı spiral kaburga kullanmanın performansını incelemeye çalışmaktadır. Sayısal analizler iki fazlı karışım modeli kullanılarak,

türbülans modellemesi ise Reynolds Gerilme Modeli (RSM) ile yapılır. Parametreler, yiv yükseklik oranı (0.23, 0.38 ve 0.53), kıvrılmış yoğunluk (2, 4, 6), yiv aralığı oranı (0.1, 0.2 ve 0.3) ve nanoakışkan hacim fraksiyonundan (1, 2 ve %3) oluşmaktadır. Nanoakışkan, ara borunun içinde akan sıcak akışkan iken diğer iki akışkan sudur. Bu çalışma, daha verimli bir TPHE tasarlamak için en düşük enerji bozulmasının altını çizmektedir. Yapılan deneyler sonucunda, kıvrımlı spiral yiv kullanma fikrinin, daha güçlü girdap akışı nedeniyle daha yüksek kıvrımlı yoğunlukta yiv kullanarak nanoakışkanın termal entropi üretiminin yaklaşık %22,92 oranında azaltacağı şekilde etkili olduğunu göstermektedir. Toplam entropi üretimi ve toplam ekserji yıkımı, hacim kesri artışı, nervür aralığı oranı düşüşü ve kıvrımlı yoğunluk veya nervür yüksekliği oranındaki bir artışla azalır. İkinci yasa etkinliği tüm durumlar için 0,6'dan büyük olacak şekilde yüksek bulunmuştur.[7]

Saurabh Yadav ve ark. yaptıkları deneysel araştırmada, nano saniye lazer yüzey işleme (NLSP) tekniği kullanılarak üretilen çok ölçekli işlevselleştirilmiş bakır yüzeylerin havuzda kaynama ısı transfer özelliklerini incelemiştirler. Deneyler, atmosfer basıncında ve doymuş havuz kaynama koşulunda gerçekleştirilmiştir. Lazerle işlenmiş yüzeylerin ısı transfer katsayısındaki artışı, referans düz yüzeye göre 1064 nm, 355 nm ve 532 nm dalga boyu için sırasıyla %93, %62 ve %52 olarak bulunmuştur. [8]

Ertan (2019), bu çalışmada eş merkezli ısı değiştiricilerde türbülörleri çeşitli şekillerde konumlandırarak 5000-30000 Reynolds sayısı aralığında deneyler yapmıştır. Isı transferindeki, basınç kaybındaki ve sürtünmedeki değişimler üzerinde durularak teorik ve deneysel veriler karşılaştırılmıştır. Reynolds sayısının maksimum olduğu değerlerde beş türbülör kullanılması durumunda ısı transferindeki ve basınç kaybındaki değerlerin maksimum seviyede olduğu tespit edilmiştir.[9]

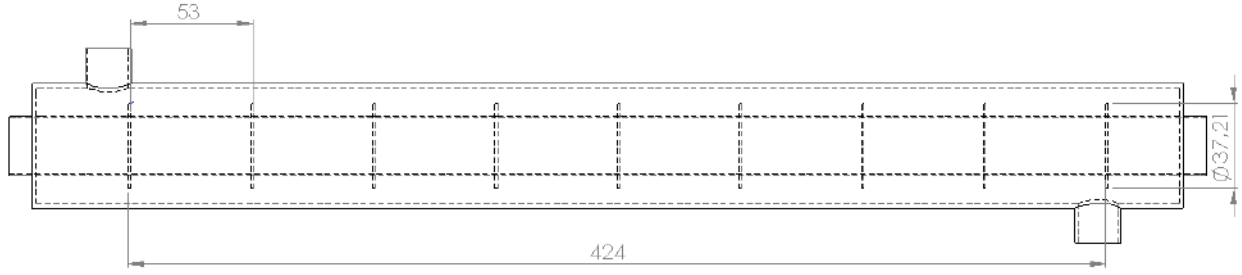
## MATERYAL VE METHOT

Bu çalışmada zıt akışlı bir borulu ısı değiştirici tasarlanmıştır. Tasarlanan ısı değiştirici alüminyum gövdeli olup, iç borusu bakırdır. Yapılan ilk çalışmada **Şekil 1.**'de görüldüğü gibi 50 mm çapında, 500 mm uzunluğunda ve cidar kalınlığı 2 mm olan gövde içerisine; 24 mm çapında cidar kalınlığı 1 mm olan bakır boru yerleştirilmiştir.



**Şekil 1.** Düz borulu ısı eşanjörü

Isı transferindeki değişimi gözlemlemek için (sabit sıcaklık ve debi) ikinci çalışmada aynı ölçülere sahip ısı değiştiricinin bakır borusu üzerine **Şekil 2.**'de görüldüğü gibi dokuz adet 53 mm aralıklı 37.21 mm çapa sahip dairesel eleman eklenmiştir.



**Şekil 2.** Dairesel elemanların eklendiği ısı değiştirici tasarımı

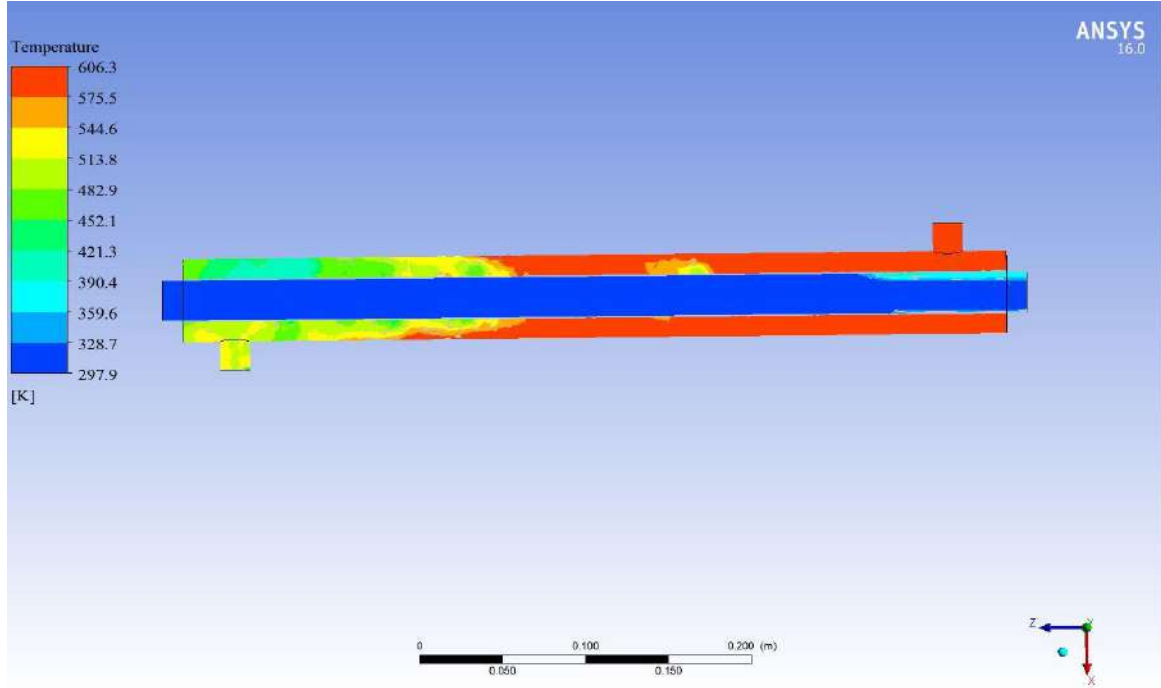
Tasarımları yapılan ısı değiştiricilerde, akışkan olarak su kullanılıp giriş şartları sabit tutulmuştur. Analizler ANSYS Fluent ortamında yapılmıştır. Isı değiştiricilerin bakır olan iç kısmından soğuk, gövdesinden ise sıcak su verilmiştir. Sıcak ve soğuk su girişleri **Şekil 3.**'de görülmektedir.



**Şekil 3.** Sıcak ve soğuk su girişleri

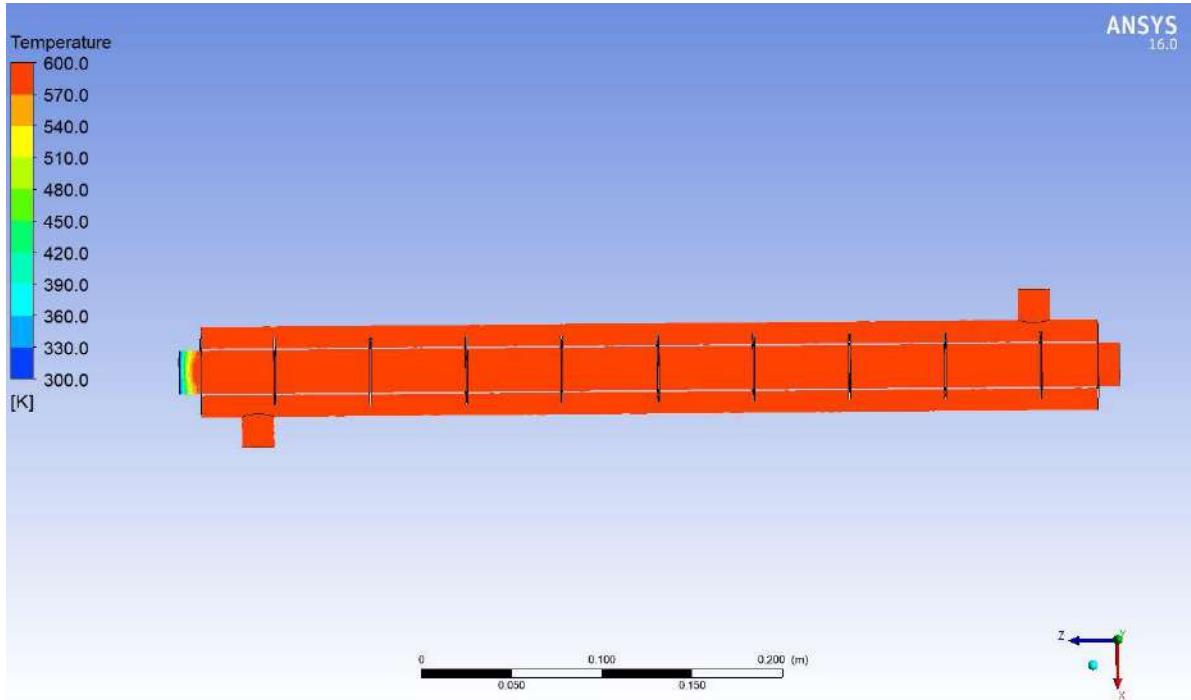
Isı değiştiricilere sıcak su 600 Kelvin sıcaklıkta ve 0,1 m/s hızda girmektedir. Soğuk su ise 297 Kelvin ve 0,05 m/s hızda girmektedir.

Düz borulu ısı değiştirici için yapılan ANSYS analizi **Şekil 4.**'te olduğu gibidir. Isı değiştiriciye 297 Kelvin sıcaklıkta giren su çıkış kısmında 332 Kelvin değerlerine kadar yükselmiştir.



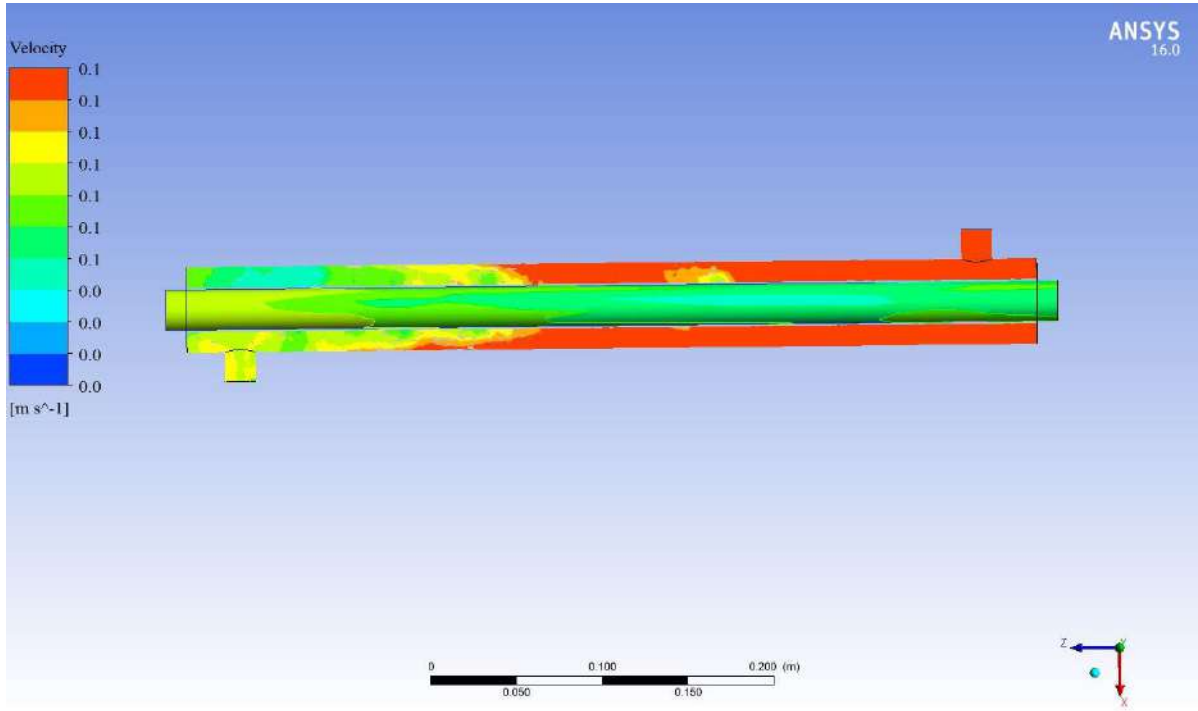
Şekil 4. Düz borulu ısı değıştirici ANSYS analizi sıcaklık dağılımı

Dairesel elemanların eklendiği ikinci ısı değıştirici için yapılan ANSYS analizi sıcaklık dağılımı Şekil 5.'te görölmektedir. Isı değıştiriciye 297 Kelvin sıcaklıkta giren su çıkışta 600 K sıcaklığa ulaşmıştır.

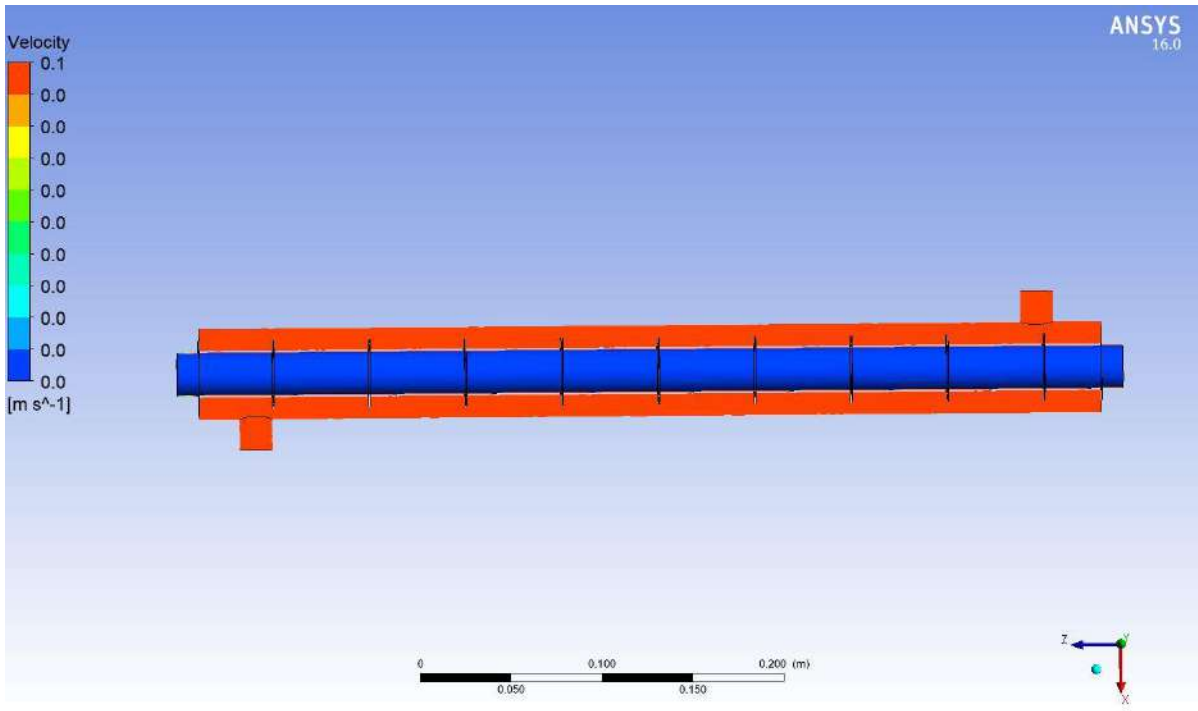


Şekil 5. Dairesel elemanların eklendiği ısı değıştirici ANSYS analizi sıcaklık dağılımı

Isı değiştiriciler için; **şekil 6.**'da dairesel elemanların olmadığı durumda akışkanın hız dağılımı, **şekil 7.**'de dairesel elemanların olduğu durumda hız dağılımı verilmiştir.



**şekil 6.** Düz borulu ısı değiştirici ANSYS analizi hız dağılımı



**şekil 7.** Dairesel elemanların eklendiği ısı değiştirici ANSYS analizi hız dağılımı

## SONUÇ

Yapılan çalışmada tasarlanan ısı değiştiriciler aynı boyutlarda ve giriş çıkış parametreleri sabit tutulmuş olup, sadece dairesel elemanlar eklenerek ısı transferindeki değişim incelenmiştir. Elde edilen veriler



şunu göstermiştir ki boyutlar ve parametreler sabit olmasına rağmen eklenen dairesel elemanlar akış hızında ve boru içerisindeki sıvı basıncına etki ederek ısı transferini iyileştirmiştir. Dairesel eleman yani türbülötör eklenmesi literatüre uygun olarak ısı transferinde artış meydana getirmiştir. Ansys analizlerinde de görüldüğü gibi hem sıcaklık dağılımı hem hız dağılımı dairesel elemanların yerleştirildiği borularda iyi sonuç vermiştir. Sıcaklık değeri; aynı giriş suyu sıcaklığına göre dairesel elemanların eklendiği boruda düz boruya oranla yaklaşık 2 katı çıkmıştır. Hız dağılımı görsellerinde görüldüğü gibi türbülötörlü boruda düz boruya kıyasla borunun her tarafına yayılan akışkan hızı meydana gelmiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] S. Padmanabhan, O. Yuvatejeswar Reddy, K. Venkata Ajith Kumar Yadav, V. K. Bupesh Raja, and K. Palanikumar, "Heat transfer analysis of double tube heat exchanger with helical inserts," *Materials Today: Proceedings*, vol. 46, pp. 3588-3595, 2021/01/01/ 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.337>.
- [2] Karagöz, Ş. Çiltaş, S., Yıldırım, O., Erdoğan, S., 2019. Yatay Borularda Türbülötörlerin Isı Transferine Olan Etkisinin Deneysel Araştırılması. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 306-316.
- [3] S. Pourahmad, S. M. Pestei, H. Ravaei, and S. Khorasani, "Experimental study of heat transfer and pressure drop analysis of the air/water two-phase flow in a double tube heat exchanger equipped with dual twisted tape turbulator: Simultaneous usage of active and passive methods," *Journal of Energy Storage*, vol. 44, p. 103408, 2021/12/15/ 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.103408>.
- [4] S. A. Marzouk, M. M. Abou Al-Sood, E. M. S. El-Said, and M. K. El-Fakharany, "Effect of wired nails circular-rod inserts on tube side performance of shell and tube heat exchanger: Experimental study," *Applied Thermal Engineering*, vol. 167, p. 114696, 2020/02/25/ 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.114696>.
- [5] Gürlek, G., 2012. Farklı geometrilerdeki boru içi türbülötörlerin ısı-1-hidrolik performansa olan etkilerinin deneysel ve sayısal olarak incelenmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [6] A. Armatsombat and A. Chinsuwan, "Heat transfer behavior of the immersed tubes and solid circulation rate of a conventional U type loop-seal with an in-line tube bundle in the recycle chamber with and without side aeration at the walls," *Powder Technology*, vol. 369, pp. 114-126, 2020/06/01/ 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.05.022>.
- [7] M. Bahiraei, N. Mazaheri, and M. Hanooni, "Employing a novel crimped-spiral rib inside a triple-tube heat exchanger working with a nanofluid for solar thermal applications: Irreversibility characteristics," *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 52, p. 102080, 2022/08/01/ 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102080>.
- [8] V. V. Nirgude and S. K. Sahu, "Heat transfer enhancement in nucleate pool boiling using laser processed surfaces: Effect of laser wavelength and power variation," *Thermochimica Acta*, vol. 694, p. 178788, 2020/12/01/ 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tca.2020.178788>.
- [9] Ertan, U., 2019. Isı değiştiricilerinde yeni geliştirilen türbülötörlerin ısı transferi ve basınç kaybına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Batman.

## PROBABILITY AND STATISTICS APPLICATIONS ON RISK ASSESSMENT METHODOLOGY FOR AN AIRCRAFT AVIONICS SYSTEM SAFETY ANALYSIS

AYÇİN GÜRDAMAR <sup>1</sup>, Prof.Dr. ŞEREF NACİ ENGİN <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yıldız Technical University, Graduate School of Science and Engineering, Avionics Engineering Program, İstanbul, Turkey, agurdamar@tai.com.tr - 0000-0002-2843-8632

<sup>2</sup>Yıldız Technical University, Electrical and Electronics Faculty, Control and Automation Engineering Department, İstanbul, Turkey, nengin@yildiz.edu.tr -000-0003-2514-9250

### ABSTRACT

Safety Engineering deals with identifying, eliminating and mitigating hazards using knowledge, skills and methods of engineering in order to have an acceptable level of risks of a system or product through its life cycle. Hence the safety analysis work scope are intrinsic to airworthiness regulations to certify a product. Certification of a product ensures the related type certificate release by conforming the product is compliant to the airworthiness requirements. The certification requirement set of a product either based on military or civil standards and regulations and safety analysis reveals the compliance to the type certificate safety requirements. However, safety and reliability analysis are required to ensure a safe flight whether a type certificate will be issued or not.

An aircraft safety analysis depends on system functions, system architectures and the algorithm logics of the systems of the aircraft. Functional hazard scenarios per each function are analyzed and classified in terms of its severity. Severity directly relates with the end effect of the failure condition on aircraft and the crew. Even second and third party end effects are considered.

Avionics systems being the most complex systems of an air vehicle, for which safety analysis is the major discipline, drives the design and operation principles of an aircraft. This paper includes an example of a probabilistic calculation of an avionics system critical failure with the combined use of risk assessment methodology in scope of the system safety analysis where the risk assessment methodology depends on statistics of failures i.e. service data and operational considerations.

This paper emphasizes on an optimized method of safety analysis for an avionic system function which can be reported as a safety material for a civil or military airworthiness type certificate. As to support safety analysis process of a military aircraft project, a suggestion is given for the safety objectives definition.

**Key Words:** safety, avionics, aircraft, probability, residual risk

### 1. INTRODUCTION

System safety analysis of an aircraft shall conform to the processes given in international directions (SAE, (1996), ARP 4761; SAE, (2010), ARP4754A for civil aircrafts and DOD, (2012, 11 May), MIL-STD-882E) for military aircrafts. Satisfying the civil aircraft safety objectives may not be planned and expected for military aircrafts. Accordingly, military directions (DOD, (2012, 11 May), MIL-STD-882E) provides a guideline to perform system

safety analysis using Hazard Index Matrix to define the residual risk severity and probability additional to calculating probability of occurrences of the critical functions of the air vehicle systems.

## 2. RESEARCH AND ANALYSIS

An aircraft being the system of systems constitutes a harmonization of significant numbers of system functions as given in below schematics Figure 1.

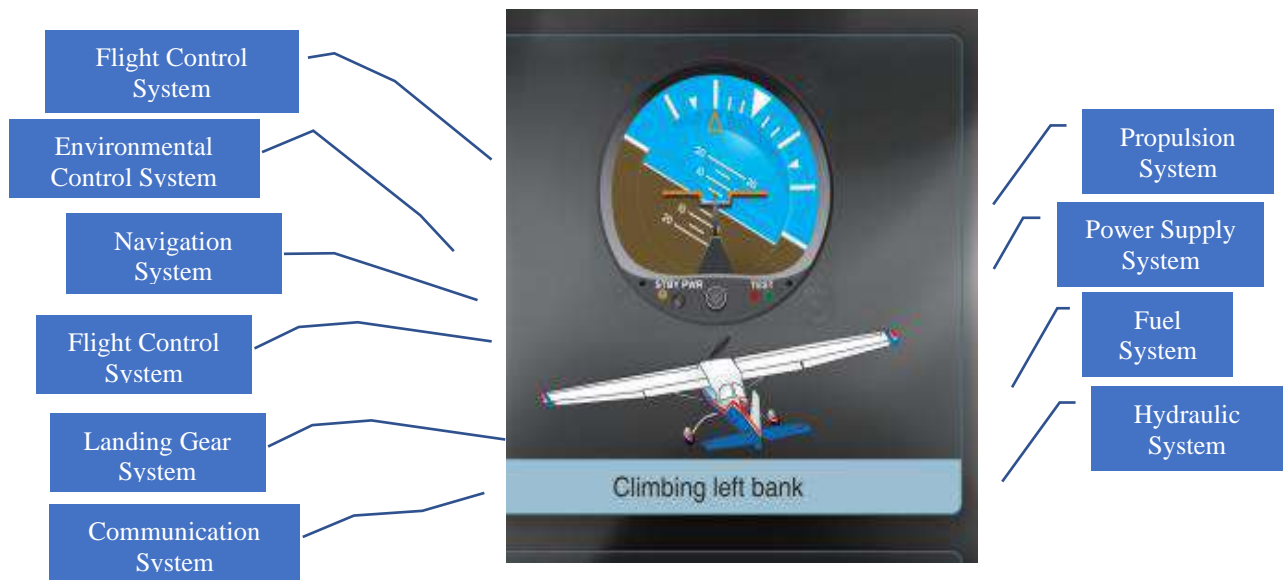


Figure 1. Aircraft as the system of systems

Table 1. Air vehicle systems (functions) allocated to common sources and resources (Table Q.4-2 of SAE, (2010), ARP4754A)

		Airplane Systems (Function)				
		1) Wheel Brake (F1 - decelerate wheels on ground)	2) Ground Spoiler (F2 - aero brake on ground)	3) Thrust Reverser (F3 - reverse thrust on ground)	4) Flap (F4 - high lift in flight)	5) Propulsion (F5 - control thrust on ground)
Common Sources and Resources (generation and distribution)	R1) Hydraulic Power	x	x	x	x	--
	R2) Electrical Power	x	x	x	x	x
	R3) Ground Detection Information	--	x	x	--	x

As given in Table 1, allocation of aircraft functions to the system functions constitutes basis for combinations of functional failure scenarios. Functional failure scenarios are evaluated describing the repercussions by considering all possible additional failures, which can worsen the situation and lead to new failure conditions. Described hazard methods and examples of

applications (Ericson II, Clifton A., (2005), Stephens, Richard A., (2004), SHA LI, SI TAN FU, KE LAO SI (Shari Stamford Krause), (2012)) can be considered for systems failures evaluations. Obviously, engineering judgement and pilot inputs help to enhance the hazard analysis. The aim of functional failure analysis at system level can be listed as follows;

- to determine all possible losses (total or partial), malfunctioning and inadvertent functioning of the system functions and the associated failure scenarios,
- to specify the repercussions of these failure scenarios considering when applicable the various flight/ground phases and the dependent external functions or events.

Fault Tree Analysis (FTA) is performed in accordance with the system architecture and interfaces with a system of interest to meet the safety objective defined to be specific to the aircraft system with the ultimate aim of identifying when there is any single/common/hidden failure. Component/equipment/system level Failure Modes and Criticality Analysis (FMECA) are the crucial inputs to the FTA. FTA events shall conform to the FMECA end effects. FMECAs depend on both empirical calculations and statistical data to calculate the specific failure modes and failure mode probabilities.

Table 2 presents Civil & Military Aircraft Safety Classifications & Objectives given in international regulations. Civil certification approach provides guidance for aircraft type per failure condition whereas military certification approach provides guidance for mishap per aircraft/aircraft fleet life.

**Table 2. Civil & Military Air vehicle Safety Classifications & Objectives**

Civil Certification Approach -Class IV airplane FAA, (2011), Federal Aviation Rules, FAR 23.1309-1, AC 23.1309-1E - System Safety Analysis and Assessment for Part 23 Airplanes		Military Certification Approach (DOD, (2012, 11 May), MIL-STD-882E)	
Failure Condition Probability Levels	Quantitative Probability Values at Failure Condition Level (per flight hour)	Failure Condition Probability Levels	Quantitative Probability Values at Air vehicle Level (mishap per life)
EXTREMELY IMPROBABLE	$P \leq 10^{-9}$	IMPROBABLE	$P < 10^{-6}$
EXTREMELY REMOTE	$10^{-9} < P \leq 10^{-7}$	REMOTE	$10^{-6} \leq P < 10^{-3}$
REMOTE	$10^{-7} < P \leq 10^{-5}$	OCCASIONAL	$10^{-3} \leq P < 10^{-2}$
REASONABLE PROBABLE	$10^{-5} < P \leq 10^{-3}$	PROBABLE	$10^{-2} \leq P < 10^{-1}$
FREQUENT	$P > 10^{-3}$	FREQUENT	$P \geq 10^{-1}$

Regarding the historical data, the cumulative probability of the loss of an aircraft due to a failure and the cumulative probability of a failure of the aircraft (inclusive of its systems, airframe and stores) leading to the death of pilot, both are assessed to be of the order of one in a million per flying hour (probability of occurrence  $1 \times 10^{-6}$  per flying hour). Loss of pilot life or total loss of aircraft due to non-systematic (random) failure will be assigned a severity of catastrophic. Aircraft Level Safety Objective is  $1 \times 10^{-6}$  per flying hour that catastrophic sum of the system failures. For this reason, the failure condition probability levels at system level are assumed, arbitrarily, that there are about one hundred potential failure conditions in an aircraft, which could be catastrophic. The target allowable average probability per flight hour of  $1 \times 10^{-6}$  is thus

apportioned equally among these failure conditions, resulting in an allocation of not greater than  $1 \times 10^{-8}$  per flying hour to each catastrophic failure conditions using the assumption information that there will be in the order of 100 individual catastrophic hazards. Aircraft Level Safety Objective is to have the ‘Catastrophic’ sum of failures on the order of  $1 \times 10^{-6}$  probability rate. Even if the system level probability rate is objected as  $1 \times 10^{-8}$ , system level objectives with higher probabilities can be acceptable where Aircraft Level Safety Objective is met. Accordingly, Aircraft Specific Safety Classifications and Objectives can be defined as in Table 3 for an initial estimate of 100 individual catastrophic hazards for an aircraft development project. For an aircraft with a total of number of 10 individual catastrophic hazards,  $1 \times 10^{-7}$  safety objective for any catastrophic failure condition can be defined. Number of individual hazards may differ according to the aircraft design, modification scope or operation capabilities. Table 3 is derived from SAE, (1996), ARP 4761 which includes CATASTROPHIC failure condition safety objective as  $1E-9$  / fh. Table 4 presents another style of definition for failure condition safety objectives and classifications.

**Table 3. Aircraft Specific Safety Classifications & Objectives**

Safety classifications & Objectives	Effects description	Safety objectives at failure condition level [probability per fh]
CATASTROPHIC	Failure Conditions which would result in fatal injury to a flight crew member normally with the loss of the aircraft.	1E-8 / fh
HAZARDOUS	Failure Conditions which would reduce the capability of the aircraft or the ability of the crew to cope with adverse operating conditions to the extent that there would be:  (a) A large reduction in safety margins or functional capabilities.  (b) Physical distress or excessive workload such that the flight crew cannot be relied upon to perform their tasks accurately or completely.	1E-7 / fh
MAJOR	Failure conditions that would reduce the capability of the airplane or the ability of the crew to cope with adverse operating conditions to the extent that there would be a significant reduction in safety margins or functional capabilities. In addition, the failure condition has a significant increase in crew workload or in conditions impairing crew efficiency; or a discomfort to the flight crew possibly including injuries.	1E-5 / fh
MINOR	Failure conditions that would not significantly reduce airplane safety and involve crew actions that are within their capabilities. Minor failure conditions may include a slight reduction in safety margins or functional capabilities or a slight increase in crew workload (such as routine flight plan changes).	1E-3 / fh
NO SAFETY EFFECT	Failure conditions that would have no effect on safety (that is, failure conditions that would not affect the operational capability of the airplane or increase Crew workload).	No objective



**Table 4. EASA, Notice of Proposed Amendment 2016-07, Regular update of CS-25, RMT.0673 — 26.7.2016**

Effect on Airplane	No effect on operational capabilities or safety	Slight reduction in functional capabilities or safety margins	Significant reduction in functional capabilities or safety margins	Large reduction in functional capabilities or safety margins	Normally with hull loss
Effect on Occupants excluding Flight Crew	Inconvenience	Physical discomfort	Physical distress, possibly including injuries	Serious or fatal injury to a small number of passengers or cabin crew	Multiple fatalities
Effect on Flight Crew	No effect on flight crew	Slight increase in workload	Physical discomfort or a significant increase in workload	Physical distress or excessive workload impairs ability to perform tasks	Fatalities or incapacitation
Allowable Qualitative Probability	No Probability Requirement	<---Probable--->	<---Remote--->	Extremely <-----> Remote	Extremely Improbable
Allowable Quantitative Probability: Average Probability per Flight Hour on the Order of:	No Probability Requirement	<-----> <10 <sup>-3</sup> Note 1	<-----> <10 <sup>-5</sup>	<-----> <10 <sup>-7</sup>	<10 <sup>-9</sup>
Classification of Failure Conditions	No Safety Effect	<-----Minor----->	<-----Major----->	<--Hazardous-->	Catastrophic
Note 1: A numerical probability range is provided here as a reference. The applicant is not required to perform a quantitative analysis, nor substantiate by such an analysis, that this numerical criteria has been met for Minor Failure Conditions. Current transport category airplane products are regarded as meeting this standard simply by using current commonly-accepted industry practice.					

### 3. APPLICATION

FTA which is given in Figure 34 performed for the navigation system critical failure condition “Total Loss of Displaying Airspeed Data” where Safety Objective is assigned as CATASTROPHIC, 1.0E-09/fh where the original system function was “Display of airspeed”. The worst case scenario is assessed as annunciated/unannunciated total loss of airspeed data during whole flight phase in Instrument Meteorological Conditions (IMC). Repercussions are defined as the loss of aircraft with possible collision hence time at risk as used as flight duration.

By applying the functional breakdown as given in Table 1, subsequent failure scenarios and hazards can be defined and analysed such as “Loss of structural integrity due to performing manoeuvre at very high speed”, “Exceeding flap and gear extend speeds” and “Too fast landing for insufficient stopping distances”.

FTA is a type of safety analysis which is shown under Preliminary System Safety Assessment (PSSA) and System Safety Assessment (SSA) in Figure 2.



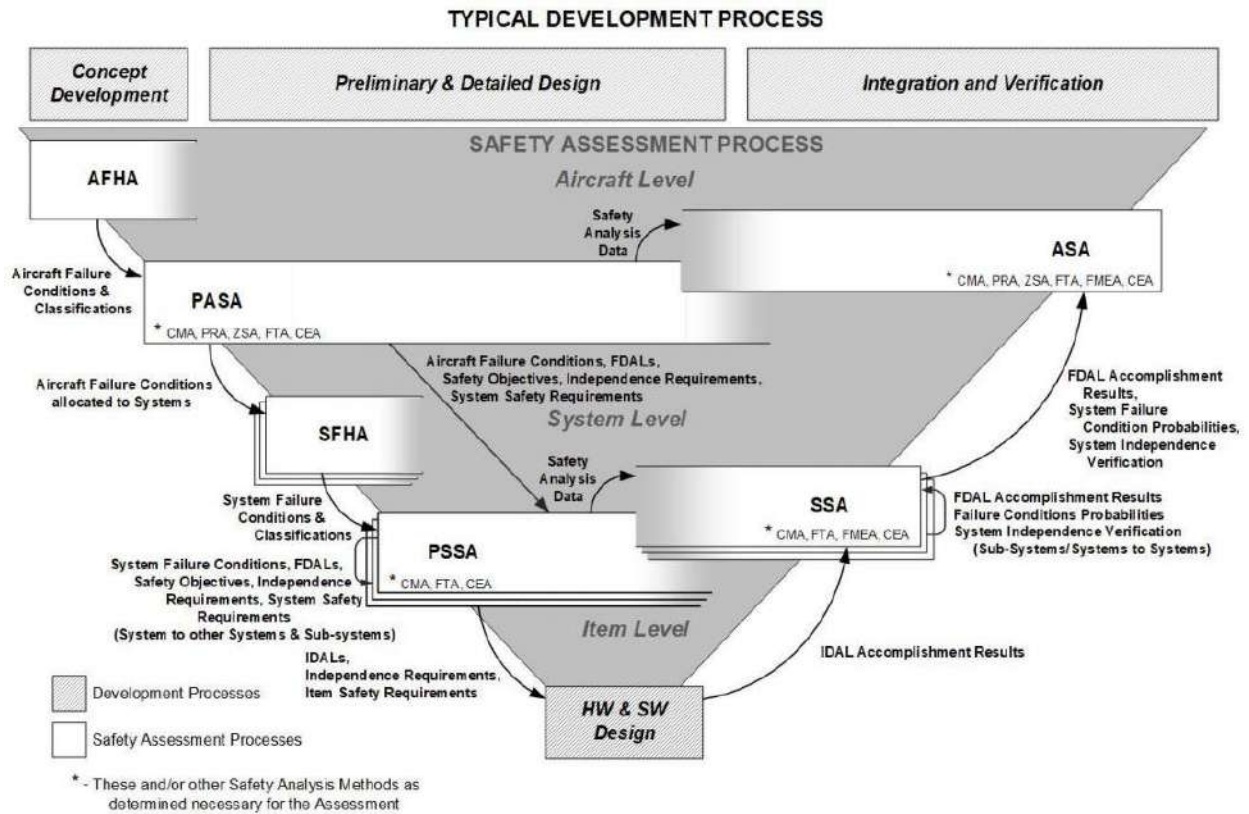


Figure 2. Safety Process vs Product development process, (SAE, (1996), ARP 4761)

It is observed that the calculated Probability:  $3.1212E-08/fh$  is higher than the safety objective. Since the safety objective could not be satisfied, this will remain as a residual risk where Hazard Risk Index should be performed. There is no identified single point and common cause failure within the system. No hidden failures exist in the system parts failures including dependent systems.

Power distribution units and circuits breakers feeding the system are all unique and independent. Independent and redundant pitot static system failures (Pitot tube #1 and pitot tube #2) are included in the air data computer and electronic standby instrument system failures where air data computer derives airdata from its dedicated pitot tube #1 and electronic standby instrument system derives airdata from its dedicated pitot tube #2. Further to the below modelled failure condition, a mismatch case between the airspeed computed on air data computer and the airspeed computed on electronic standby instrument system can occur. It should be modelled in another FTA with the integration of airspeed disagree alert loss.

System interfaces such as transmitted signal inputs and outputs through the data bus structure or discrete interfaces are to be modelled to verify the system fault model. At least one of the model-based systems engineering methods as given by (Chen, L.; Jiao, J.; Zhao, T. (2017)) should be the core safety input. Functional flow block diagram is used to model the FTA. Random failures of hardware items of the system components are included, and software failures are not considered in FTA. Software failures are considered as mitigated by referencing the development assurance process of the developed software (EASA, (26.7.2016) and Babaarslan, İbrahim Seyfullah, (2018)). Systematic software failures are considered in system safety analysis as given in Figure 3.

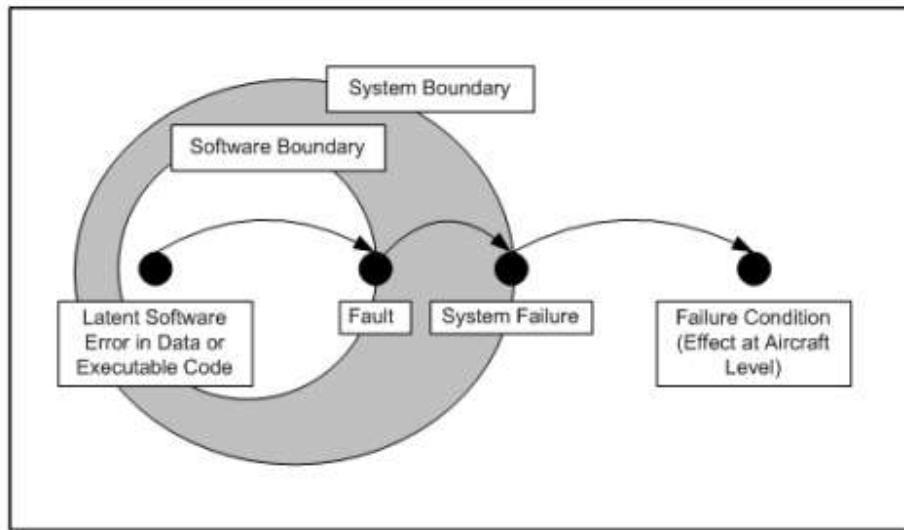


Figure 3. Software error transition to system failure given by (Pothon, Frédéric (2012))

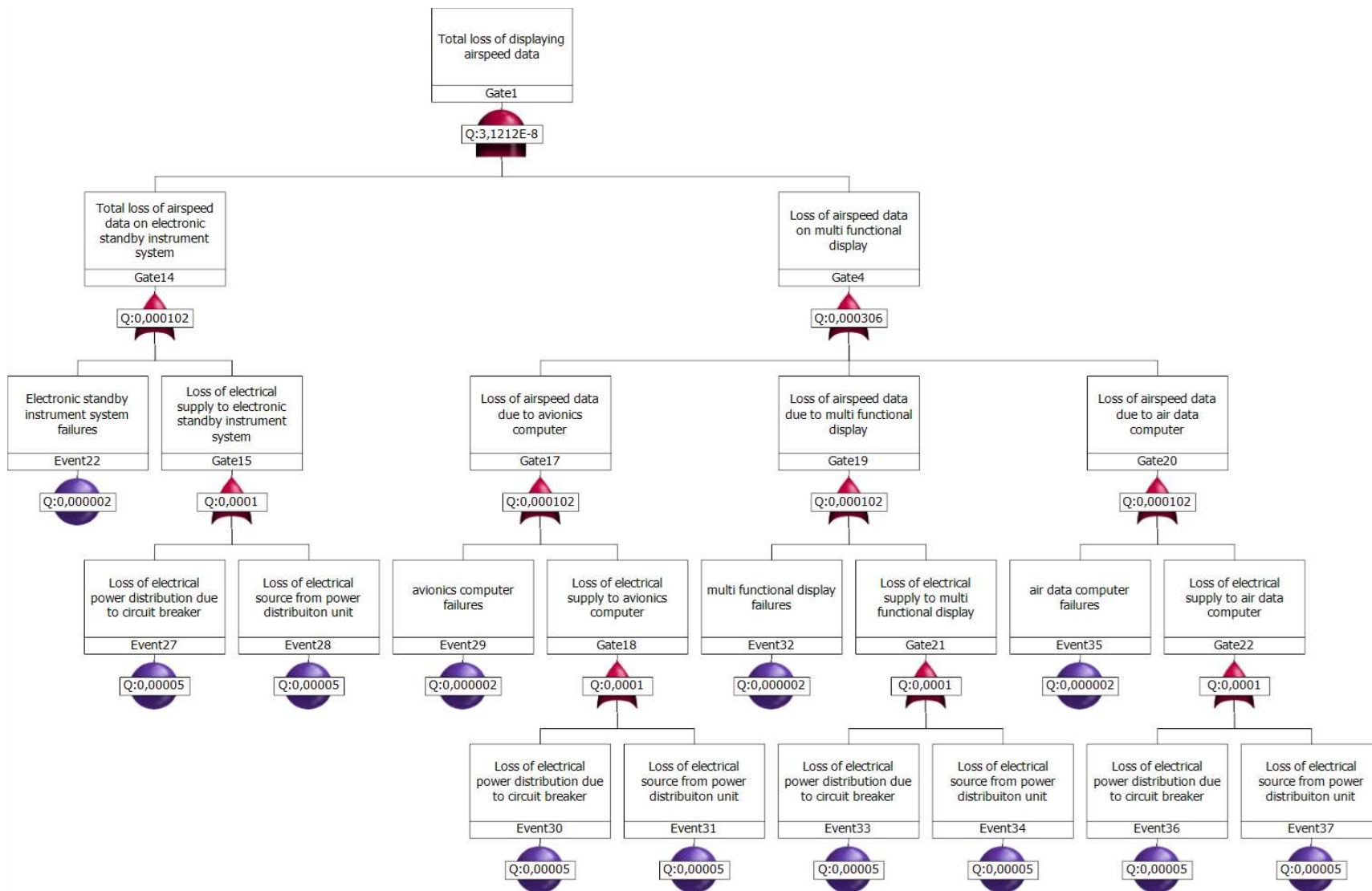


Figure 4. Fault Tree Analysis computed on PTC Windchill Quality Solutions Tool

### 3.1 Risk Assessment

According to the FTA Results, Calculated Probability ( $3.1212E-08/fh$ ) of the “Total Loss of Displaying Airspeed Data” failure condition which has a safety classification CATASTROPHIC ( $1.0E-09/fh$ ) is at Improbable occurrence probability level. Accordingly, it has a risk category of MEDIUM. Further Risk review is needed to accept or reject the risk to enable the air vehicle fly with the system. The Hazard Index Matrix used in this study is presented in Table 5. Table 6 presents the risk categories.

The residual risk defined in Section 2 has been reviewed in terms of operational requirements and capabilities of the air vehicle. If the air vehicle will not be operated in the IMC under instrument flight rules (IFR) where pilots require primarily reference to instruments, total loss of airspeed data can be compensated by pilot by outside visual references under visual flight rules (VFR).

Risk can be assessed as an acceptable level with another applicable means by tracking the air vehicle during flight test using chase air vehicle airspeed data and gather enough service data for the failures given as basic events in FTA. However, this is not a practical way of assessment due to the difficulty of gathering big data since service data becomes reliable statistics data with huge numbers of flight hours.

An operational limitation should be defined as “VFR only” flight test performance. The service data and failure statistics gathered from simulations reveals that hard landing occurs with the unknown airspeed data under VFR conditions which implies the classification for the hazard is HAZARDOUS ( $1.0E-07/fh$ ). The cause is the decrease in crew capability to control the aircraft during landing due to the unknown speed. Within this failure scenario, time at risk should be used as landing time within the FTA calculations and calculated probability should be checked with the new classification safety objective. Unless the calculated probability is still lower than the safety objective, the initial risk could be eliminated with this limitation and recategorized as shown in Table 5. Final Risk category is MEDIUM.

Furthermore, It should also be discussed what the plan is to achieve compliance for IMC longer term. For VFR the hazard class reduced to Hazardous but it is still CATASTRPHIC for IMC. If IMC flight is in the operational capability concept, an improvement of the reliability values of the system parts should be asked. System design change can be considered if there are more reliable alternatives available.

**Table 5. Hazard Index Matrix, (DOD, (2012, 11 May), MIL-STD-882E)**

Hazard Index Matrix				
Likelihood	Severity			
	Catastrophic (1)	Critical (2)	Marginal (3)	Negligible (4)
Frequent (A)				
Probable (B)				
Occasional (C)				
Remote (D)				
Improbable (E)	X (Initial)	X (Final)		

**Table 6. Risk Category Table, (DOD, (2012, 11 May), MIL-STD-882E)**

HIGH	Unacceptable
SERIOUS	Acceptable with Qualitative Risk Assessment
MEDIUM	Acceptable with Qualitative Risk Assessment
LOW	Acceptable

#### 4. RESULTS AND DISCUSSION

Applications of statistics and probability theories and furthermore engineering judgements are performed for residual risk assessment of the example presented in Section 2. The defined safety objective for the aircraft was depending on civil certification approach thus aiming the civil type certificate approval. For military air vehicles lower safety objectives can be defined as given in Table 2. Therefore, the above residual risk is not applicable for a military air vehicle with the safety classification and objective as CATASTROPHIC and  $1.0E-08/fh$  or the safety classification and objective as HAZARDOUS and  $1.0E-07/fh$ . For a military aircraft, where mission capability is the concern as well as a safe flight, acceptable risk levels are tend to be managed more risk based rather than a civil aircraft, by using compensating provisions. Aircraft safety analysis either should not impose for an over safe design nor provide an evidence of acceptance of insufficient safety margins. As to conclude, the approach difference for civil and military certification should not be considered as the decrease in safety margins besides it should emphasize the importance of the safety objective definition for a military aircraft. In order to ensure the safety of the aircraft and to have the acceptable level of risk, it is suggested to define the quantitative safety objectives regarding the number of individual catastrophic hazards and classify the failure conditions according to the operational concept of the aircraft. Individual catastrophic hazards should be evaluated according to operational considerations and the risk levels desired within the scope of the operation of the aircraft to optimize the system design where system safety analysis not only conforms the acceptable levels of the risks but also provide system architecture feedbacks and derive operational procedures beginning from the early design phase of an air vehicle development life cycle.

#### REFERENCES

- [1] Babaarslan, İbrahim Seyfullah, *DOI78B Sertifikasyonuna Uygun olarak Geliştirilen İnsansız Hava Aracı (İHA) Uçuş Kontrol Bilgisayarı Yazılımının Doğrulama Yaklaşımı*, UHUK-2018-010, 2018.
- [2] Chen, L.; Jiao, J.; Zhao, T. (2017) Review for model-based safety analysis of complex safety-critical system. (pg.39, 1287–1291) *J. Syst. Eng. Electron*
- [3] DOD, *MIL-STD-882E DOD Standard Practice, System Safety*, 2012, 11 May
- [4] EASA, Notice of Proposed Amendment 2016-07, Regular update of CS-25, RMT.0673 — 26.7.2016

- [5] Ericson II, Clifton A., *Hazard Analysis Techniques for System Safety*, 2005
- [6] FAA, *Federal Aviation Rules, FAR 23.1309-1, AC 23.1309-1E - System Safety Analysis and Assessment for Part 23 Airplanes*, 2011
- [7] Pothon, Frédéric, *DO-178C/ED-12C versus DO-178B/ED-12B Changes and Improvements*, 2012
- [8] SHA LI, SI TAN FU, KE LAO SI (Shari Stamford Krause), *Aircraft Safety, Accident Investigations, Analysis & Applications*, 2012
- [9] SAE, ARP 4761, *Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne System and Equipment*; Society of Automotive Engineers, Inc.,1996
- [10] SAE, ARP4754A, *Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems*. Society of Automotive Engineers, Inc., 2010
- [11] Stephens, Richard A., *System Safety for the 21st Century*, 2004



## DETERMINATION OF BIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF BORON NITRIDE PREPARED WITH DIFFERENT ADDITIVES

*Busra M. Bozer<sup>1</sup>, Muhammed Öz<sup>2</sup>, Gurcan Yıldırım<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Hitit University, Scientific Technical App. and Research Center, Corum-Turkey, 19030*

<sup>2</sup>*Abant İzzet Baysal University, Gerede Vocational School, Bolu-Turkey, 14280*

<sup>3</sup>*Abant İzzet Baysal University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering, Bolu-Turkey, 14280*

\* Corresponding author: [oz\\_m@ibu.edu.tr](mailto:oz_m@ibu.edu.tr)

### Abstract

In this study, the biological characterization of the materials obtained as a result of the synthesis of boron nitride, which is a remarkable artificial compound, with different compounds, for biomedical applications has been made. Cytotoxicity, genotoxicity and hemolytic effect tests were carried out by imitating the usage areas of these biomaterials, which are thought to be used especially as bone repair materials, of the materials obtained by mixing hexagonal boron nitride samples with sodium carbonate and potassium carbonate, as well as boron oxide and urea. With the MTT test, it was observed that the materials had a cell viability-enhancing effect, while it was determined that there was no genotoxic and hemolytic effect. The results obtained show that the synthesized materials can be used as a biomaterial in the healing of bone damage and will be suitable for the structure.

**Keywords: boron, cytotoxicity, genotoxicity, bone marrow**

### 1 Introduction

Since boron nitride is an artificial compound, the widespread use of its production after industrial developments has enabled this compound to find a place for itself in different application areas. In general, boron nitride (BN) is a synthetic compound; They can have different crystal morphologies such as hexagonal, cubic, wurtzite, rhombohedral, and turbostratic [1]. They exhibit different physical and chemical properties depending on these crystal structures. Boron nitride, which has one nitrogen and one boron atom in its empirical chemical structure, shows isoelectronic properties with carbon. The hexagonal form of boron nitride (hBN) is also called “white graphite” because of its structural similarity to graphite. hBN nanomaterials can be multifunctional such as lubricating properties, high chemical stability,

oxidation resistance, high thermal conductivity and excellent electrical insulation [2]. However, BN is among the advanced technology ceramics and it is produced in many different particle sizes with different types of additives. In addition, the medical applications of boron nitride ceramic materials have been observed more frequently in the literature in recent years and the applications of boron nitride in different fields are increasing rapidly due to its unique properties.

Boron nitride nanotubes (BNNTs) with hexagonal structure have started to become widespread with the developing production methods in biomedical applications. In the biomedical sectors, boron nitrides are used in many areas such as electrical stimulation [3], production of advanced implants [4], bioimaging [5] and pH detector [6]. In addition, BNNTs are suggested as nanocarriers for DNA and anticancer drugs [7,8]. When toxicological studies were examined, it was determined that BNNTs were biocompatible with various cells such as myoblasts, human neuroblastoma cells, pheochromocytoma cells [9] and endothelial cells [10]. Although BNNTs are a safe compound when evaluated for mesenchymal stem cells, they can also improve their commitment to osteoblasts [11]. In addition, when the cytocompatibility on human embryonic kidney 293 cells was examined, it was determined that BNNTs did not cause any toxic effect, but carbon nanotubes (CNT) caused apoptosis problems and prevented proliferation [12].

Emanet et al. investigated the usability of carbohydrate-modified BNNTs against cancer cells and determined a positive effect in cancer cells in terms of uptake and toxicity properties. [13]. However, the effects of nanostructured hBN samples were not studied on L929 fibroblast cells. In studies in the literature, positive results were observed against cytotoxicity of hBNs on different cells. In most of these studies, BN particles were applied to cells at low concentrations (0.5–1–10–20 µg/mL) [14]. In this study, cytotoxicity, genotoxicity (Test system EN ISO 10993-3) and hemolytic effect studies were carried out using nano-structured hBN samples.

## 2 Materials and Method

**H-BN production:** Hexagonal boron nitride samples are mixed with boron oxide (Fluka, 97%) and urea (Fluka, 99%) in addition to sodium carbonate (coded with A) (Merck, 99.9%) and potassium carbonate (coded with B) ( It was synthesized at high temperature in ammonia (Linde Co. 99.9%) atmosphere using Merck, 99% [1]. Examples of hBN used Abstract. et al. Samples prepared by and synthesized in the method in the previous published article were used. In this study, the formation of hBN samples was examined by SEM and EDS and it was determined

that the formed products were nano-structured particles. In addition, before the cytotoxicity, genotoxicity and hemolytic effect examinations of these samples, EDS and SEM examinations were made and it was determined that the samples were composed of B and N atoms. After determining the hexagonal nanostructure of the samples with instrumental methods and determining the content, the following experiments were applied to evaluate them in terms of bioactivity.

**Chemicals:** L929 fibroblast cells were used. 89% DMEM (Biological Industries), 10% Fetal Bovine Serum (FBS; Biological Industries), 1% L-glutamine (Biological Industries), 1% Penicillin/Streptomycin (Capricorn) antibiotic was used as the complete (complete) culture medium of the cells. 0.04% Trypsin–EDTA solution (Trypsin–Ethylenediamine tetraacetic acid) was used to remove cells from culture flasks, and 1X Calcium/Magnesium-free phosphate buffer (PBS) was used for washing and cleaning processes. Trypan blue was used for cell count (1:1 ratio). In the cytotoxicity test, cell viability was determined by using the tetrazolium salt MTT (serva, Israel). In all cell culture studies; carried out using serological pipettes, culture dishes and multi-well plates (Corning, USA).

**Cell Culture:** Frozen cells were quickly thawed at 37 °C. Cells dissolved in a sterile Class II Laminar flow cabinet were transferred to a 15 mL falcon tube. Centrifugation was performed for 5 minutes at Falcon 250 G. 3 mL of complete culture medium was placed in the falcon and after homogenization, 25 cm<sup>2</sup> flasks were cultivated. The flasks were incubated at 37 °C in a 5% CO<sub>2</sub> incubator. Cells from the freezer were passaged until the cell proliferation cycle was stabilized.

**Preparation of Samples:** In cases where direct application of biomaterials and medical devices is not possible, it is necessary to prepare material extract. Extracts of A and B materials were prepared as specified in TS EN ISO 10993-12:2021 “Biological evaluation of medical devices- Part 12:Sample preparation and reference materials”. After the prepared extracts were sterilized appropriately, they were taken into the application process.

**Cytotoxicity Test (MTT):** For this test method, which is used to determine cell viability and to examine the effects of materials on cell viability, "EN ISO 10993-5: Biological evaluation of medical devices - Part 5: Tests for in vitro cytotoxicity", which is the reference standard for medical materials The previous MTT method was applied as specified in the standard. 96 well plates were used in this test method. After cell counting, calculation was made as  $10 \times 10^3$  cells in each well according to the number of viable cells. Cells were placed in 100 µl of complete

medium in each well of a 96 well plate and incubated for 24 hours. At the end of 24 hours, whether the cells adhered to the surface of the well plate, their morphological images and their viability were checked. The medium in the wells found to comply with the examined criteria was emptied. The prepared extracts of A and B were applied at 5 different concentrations (1:1-1:16) by serial dilution starting from the full concentration (1:1). Only complete culture medium was placed in the negative control group. The cells were incubated for 24 hours with the applied materials. At the end of the incubation, the medium in the well plates was removed from the medium and 50  $\mu$ l of MTT (1mg/mL) solution was added to the wells. After 2-2.5 hours incubation at 37 °C, the MTT solution in the wells was drained, and 100  $\mu$ l of MTT solvent (isopropanol) was added. For the determination of cell viability, the absorbance density values of the 96-well plate were read at 570 nm in a multiplaka plate reader. The percentage of cell viability of each group was calculated according to the following equation, assuming 100% of the control cell viability [15].

**Genotoxicity Test:** The test system was conducted according to OECD 487, which is referenced by EN ISO 10993-3”Biological evaluation of medical devices - Part 3: Tests for genotoxicity, carcinogenicity and reproductive toxicity”. Extracts of A and B were made according to the sample preparation described in Chapter 3. All materials were studied in triplicate. The cell culture samples were incubated at 37 °C until subconfluent. The medium of these flasks was aspirated at 24 hours, the extract was added at a concentration of 1/1 and exposed to the test substance for 48 hours. After the culture tubes were left to incubate, Cyt-B was added to all test wells within 44-48 hours from the start of incubation to inhibit cytokinesis and induce binucleate cell formation. At the end of 72 hours of incubation, the media and cells in the tubes were collected by centrifugation. Hypotonic solution (KCl) was added to the tubes and incubated at 37°C for about 5 minutes. At the end of the period, the tubes were centrifuged several times and the fixative consisting of methanol/acetic acid mixture was added to the tubes. After treatment with the first fixative at room temperature, the tubes were centrifuged again and this process was repeated 2-3 times until the liquid remaining in the tube became clear. Then, the preparations were prepared by dripping the pellets in the tubes onto the slides. The preparations were stained in Giemsa-buffer dye solution and examined with a light microscope. MN induction was assessed by scoring a total of 2000 binuclear cells per subject at 10x magnification. MN, only binuclear cells with nuclei of equal size and color were scored according to the criteria described in the standard. The calculation method was calculated according to the Cytokinesis-Block Proliferation Index (CBPI) formula specified in OECD 487

(formula 1). In addition, the micronucleus numbers formed in the positive control were proportioned and compared according to the micronucleus numbers in the test materials [16].

**Formula 1:**  $CBPI = [MI + 2MII + 3 (MIII)] / N$

(MI: Uninucleated cells, MII: Binucleated cells, MIII: Multinucleated cells, N: Total number of cells)

**Hemolytic Effect Test:** To evaluate the blood compatibility of material A and B, it was incubated with Mg/Ca Free PBS at 37 °C for 24 hours as specified in ISO-10993-12. Equal volumes of blood were collected from 3 donors in 0.13 M citrate tubes and 7 mL of extraction liquid for each test sample was divided into tubes. The standard curve, the constant F (calibration coefficient) was determined for all products by dilution of the hemoglobin standard. The required hemoglobin concentration for the test is specified as  $10 \pm 1$  in the standard. In the present experiment, the concentration value of hemoglobin was calculated as 9.7. For each sample, 1 mL of blood was added to 7 mL of extract and incubated at 37 °C for 3 hours. Blood and control groups interacting with the sample were centrifuged at 700-800 G for 15 minutes. The supernatant plasma and drabkin are mixed at a ratio of 1:1 and measured in a spectrophotometer at 540 nm after 15 minutes of incubation. The % hemolysis value obtained is calculated according to the following equations.

**Equation 1:** Supernatant hemoglobin concentration = Sample absorbance x F x 2

**Equation 2:** %Hemolysis= Supernatant hemoglobin concentration/total hemoglobin concentration x 100%

### 3 Result and Discussion

#### a. hBN Produce

Boron nitride samples Öz et al. It was analyzed in detail by SEM and it was determined that the samples were nano-sized boron nitride [1]. Before this study was carried out, the samples were analyzed again with SEM and EDS, and as seen in Figure 1, it was observed that it consisted of boron and nitrogen atoms and also gold. Gold impurity was caused by coating the samples with gold prior to EDS analysis to impart conductive properties to the insulating BN. When the SEM images are examined, the formation of nano-structured boron nitrides on the powder structure is observed (Figure 2). The samples used in this study did not contain any gold impurities.

#### b. Cytotoxicity Analysis

EN ISO 10993-5 is taken into account in the *in vitro* evaluation of the biocompatibility of medical devices. In the study, cell viability is interpreted by comparing the absorbance values of the treated groups with the control group, following the selection of the absorbance value of the untreated group as the control group. In the control group, the viability is considered to be 100% and the test material is considered to be *in vitro* biocompatible if its viability is higher than 70%. While quantitative results are obtained by absorbance measurement, cells are also evaluated qualitatively by examining them under a microscope. The compatibility of the two results with each other (collaboration) increases the reliability of the test result. In our study, after the applications of A and B substances, 1/1 (full concentration of the material) cell viability were respectively; It was found to be  $110 \pm 2.6\%$  and  $85.5 \pm 2.5\%$ . The % viability results were determined as  $100.9 \pm 4.1\%$  and  $83.3 \pm 4.6\%$ , respectively, by reducing the material concentration by 50% (application at 1/2 concentration). When the materials were evaluated in terms of *in vitro* biocompatibility after the application, both materials were found to be biocompatible. It was determined that the application of full concentration of A had a cell viability-enhancing effect, and the cell viability decreased with the decrease of the concentration, but it was not less than the control group. All applied concentrations and their comparison with the control group are given in Figure 3. In addition, the % viability values due to dilution of the full concentration are given in Table 1.

### c. Genotoxicity Analysis

Full concentration extractions of A and B were applied to CHO cells, the resulting binuclear cells and the numbers of micronucleated cells formed in these cells are given in Table 2. In practice, mit-c was applied to CHO cells as a positive control. When the results were examined, it was observed that there was no difference between the micronucleus ratios of A and B in binuclear cells and the micronucleus ratios in negative control after the application. While the ratio of micronucleated cells in the positive control binuclear cells was 5.8%, this ratio was 0.615 and 0.51 for A and B, respectively. Images of the materials applied in full concentration are shown in Figure 4.

### d. Hemolytic Effect Analysis

There are tests that must be subjected to medical devices or materials intended for use in humans after they are produced, according to their intended use. In order to ensure the safety of the material used in devices that come into contact with or have the potential to come into contact



with blood (such as vascular prostheses), the compatibility of the synthesized material with blood should be evaluated. Hemolysis test is required for all device and device materials except for materials that come into contact with intact skin and/or mucosa in the evaluation. The general principle of the test is to measure the damage of red blood cells exposed to the substance. Although there are many studies on the mechanism of the hemolytic effect, there is no clear information about how it occurs [17], therefore, it is not possible to intervene and repair if the material to be used affects the mechanism hemolytically. The breakdown of red blood cells in the vein can cause both the normal flow of blood to change and the increase in erythrocyte production in the bone marrow, leading to the expansion of the bone marrow. For all these reasons, it is of great importance that the materials to be applied do not have a hemolytic effect. The application steps of the test and the material and method part are stated in the 6th article. For the test method applied, the standard "TS EN ISO 10993-4 Biological evaluation of medical devices - Part 4: Selection of blood interaction tests" was taken as reference. The test is valid because the test acceptance criteria specified in the standard are met. The experimental results obtained show that the sample does not have a hemolytic effect due to the absence of a value greater than 5% at the Hemolytic index levels given in Table 3. Both the extracts of the test materials and the direct themselves were tested, in neither case a hemolytic effect was detected. Although it has been determined that materials A and B do not have a hemolytic effect, it is recommended to perform other (blood-interacting) tests such as coagulation, platelet, hematology and complement. With the results obtained, the application of A and B materials does not show any hemolytic effect in case of any interaction with the blood in the targeted area. However, it is still recommended to perform the other tests mentioned.

### **Declaration of interests**

The author declares that there are no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

**Data availability statements** The datasets used or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

### **References**

1. Öz M., Saritekin N. K., Bozkurt Ç., Yildirim G., Synthesis of highly ordered hBN in presence of group I/IIA carbonates by solid state reaction, *Crystal Research and Technology*, 51(6) (2016) 380-392.
2. Öz, M. (2021). Characterization of Caesium Carbonate-Doped Porous Non-Activated Graphitic (Hexagonal) Boron Nitride and Adsorption Properties. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 46(6), 5671-5680.
3. Ciofani, G., Danti, S., Genchi, G. G., Mazzolai, B., & Mattoli, V. (2013). Boron nitride nanotubes: Biocompatibility and potential spill-over in nanomedicine. *Small*, 9(9-10), 1672-1685.
4. Lahiri, D., Singh, V., Benaduce, A. P., Seal, S., Kos, L., & Agarwal, A. (2011). Boron nitride nanotube reinforced hydroxyapatite composite: mechanical and tribological performance and in-vitro biocompatibility to osteoblasts. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 4(1), 44-56.
5. Gao, Z., Zhi, C., Bando, Y., Golberg, D., & Serizawa, T. (2011). Noncovalent functionalization of disentangled boron nitride nanotubes with flavin mononucleotides for strong and stable visible-light emission in aqueous solution. *ACS applied materials & Interfaces*, 3(3), 627-632.
6. Huang, Q., Bando, Y., Zhao, L., Zhi, C. Y., & Golberg, D. (2009). pH sensor based on boron nitride nanotubes. *Nanotechnology*, 20(41), 415501.
7. Chen, X., Wu, P., Rousseas, M., Okawa, D., Gartner, Z., Zettl, A., & Bertozzi, C. R. (2009). Boron nitride nanotubes are noncytotoxic and can be functionalized for interaction with proteins and cells. *Journal of the American Chemical Society*, 131(3), 890-891.
8. Li, X., Zhi, C., Hanagata, N., Yamaguchi, M., Bando, Y., & Golberg, D. (2013). Boron nitride nanotubes functionalized with mesoporous silica for intracellular delivery of chemotherapy drugs. *Chemical Communications*, 49(66), 7337-7339.
9. Ciofani, G., Danti, S., Genchi, G. G., Mazzolai, B., & Mattoli, V. (2013). Boron nitride nanotubes: Biocompatibility and potential spill-over in nanomedicine. *Small*, 9(9-10), 1672-1685
10. Lahiri, D., Rouzaud, F., Richard, T., Keshri, A. K., Bakshi, S. R., Kos, L., & Agarwal, A. (2010). Boron nitride nanotube reinforced polylactide–polycaprolactone copolymer composite: Mechanical properties and cytocompatibility with osteoblasts and macrophages in vitro. *Acta biomaterialia*, 6(9), 3524-3533.

11. Li, X., Wang, X., Jiang, X., Yamaguchi, M., Ito, A., Bando, Y., & Golberg, D. (2016). Boron nitride nanotube-enhanced osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 104(2), 323-329.
12. Chen, X., Wu, P., Rousseas, M., Okawa, D., Gartner, Z., Zettl, A., & Bertozzi, C. R. (2009). Boron nitride nanotubes are noncytotoxic and can be functionalized for interaction with proteins and cells. *Journal of the American Chemical Society*, 131(3), 890-891.
13. Emanet, M., Şen, Ö., Çobandede, Z., & Çulha, M. (2015). Interaction of carbohydrate modified boron nitride nanotubes with living cells. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 134, 440-446.
14. A. Rocca, A. Marino, S. Del Turco, V. Cappello, P. Parlanti, M. Pellegrino, D. Golberg, V. Mattoli, G. Ciofani, Peptin-coated boron nitride nanotubes: in vitro cyto-/immune - compatibility on raw 264.7 macrophages, *Biochim. Biophys. Acta* 1860 (2016) 775–784.
15. Karan, T., Erenler, R., & Bozer, B. M. (2022). Synthesis and characterization of silver nanoparticles using curcumin: cytotoxic, apoptotic, and necrotic effects on various cell lines. *Zeitschrift für Naturforschung C*.
16. Erdem, U., Bozer, B. M., Turkoz, M. B., Metin, A. U., Yıldırım, G., Turk, M., & Nezir, S. (2021). Spectral analysis and biological activity assessment of silver doped hydroxyapatite. *Journal of Asian Ceramic Societies*, 9(4), 1524-1545.
17. Jenifer, A., Senthilarasan, K., Arumugam, S., Sivaprakash, P., Sagadevan, S., & Sakthivel, P. (2021). Investigation on antibacterial and hemolytic properties of magnesium-doped hydroxyapatite nanocomposite. *Chemical Physics Letters*, 771, 138539.

## Figure Captions

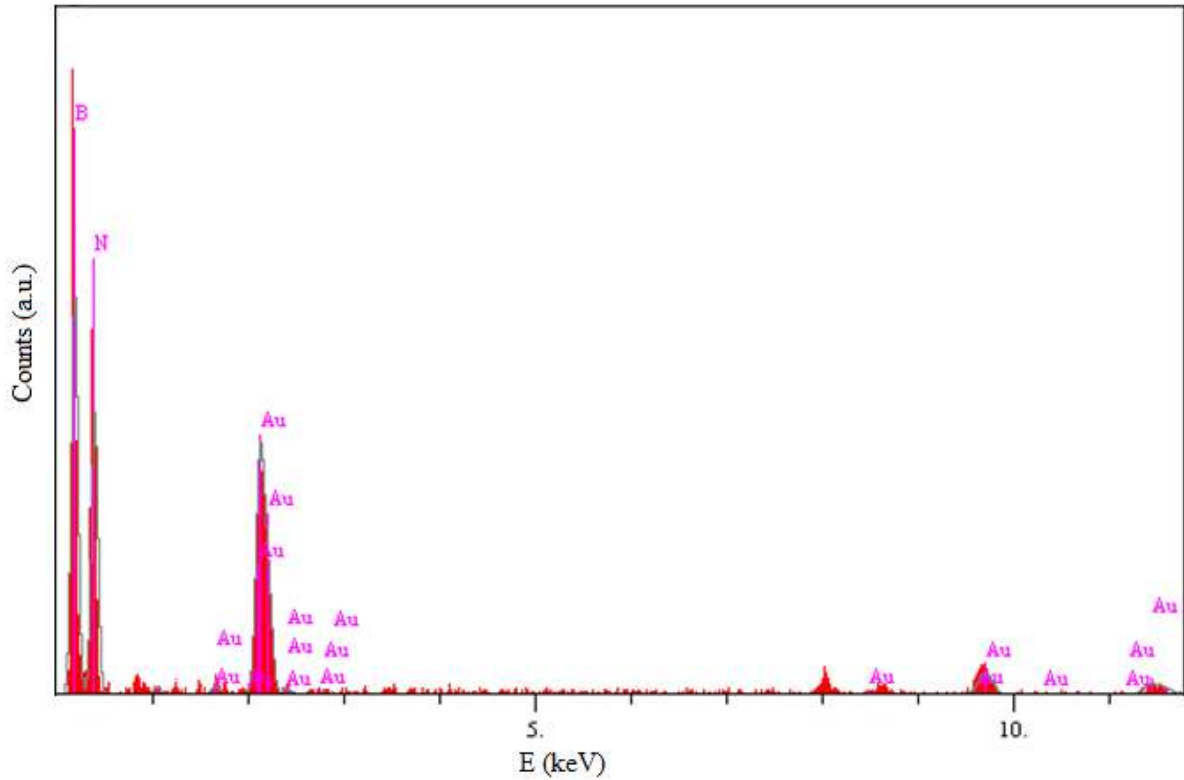
**Figure 1** EDS of the A and B hBN samples

**Figure 2** SEM images of the A and B hBN samples

**Figure 3** The cytotoxic effects of A and B at different concentrations applied on L929 cells by MTT assay

**Figure 4** CHO cells after in vitro micronucleus (genotoxicity) administration of A and B A: Image of sample A, arrows indicate binuclear cells. B: Images of negative control cells treated

with CYT-B but not treated C: Image of sample B, arrows indicate binuclear cells. D: Positive control group cells treated with mit-c, cells with micronucleus are shown in the circle



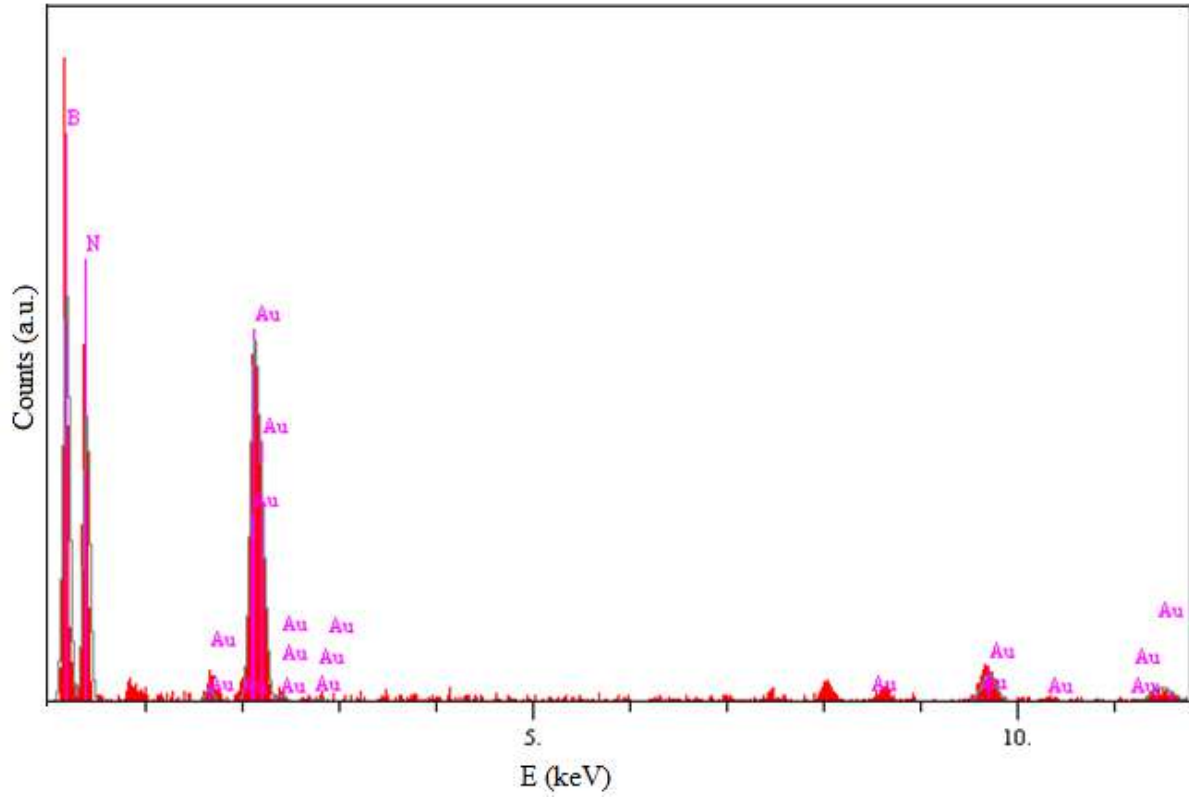


Figure 1

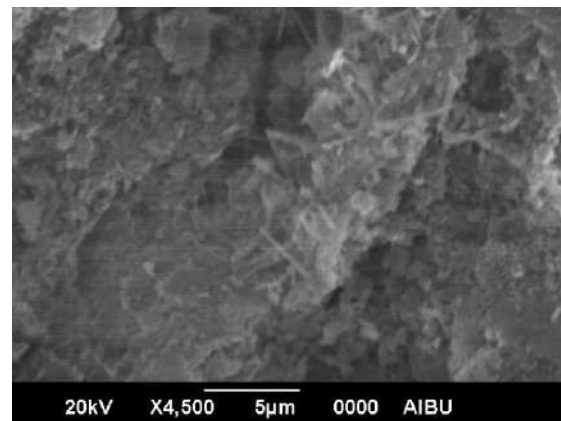
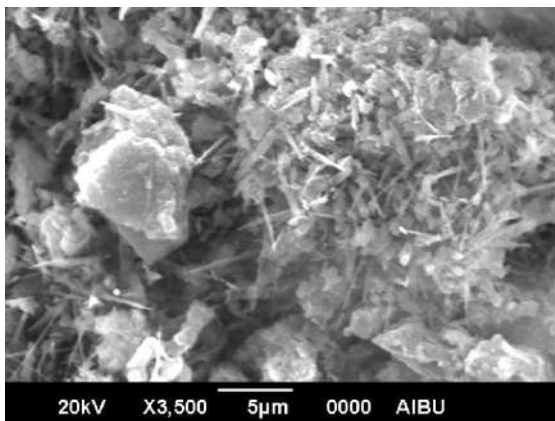
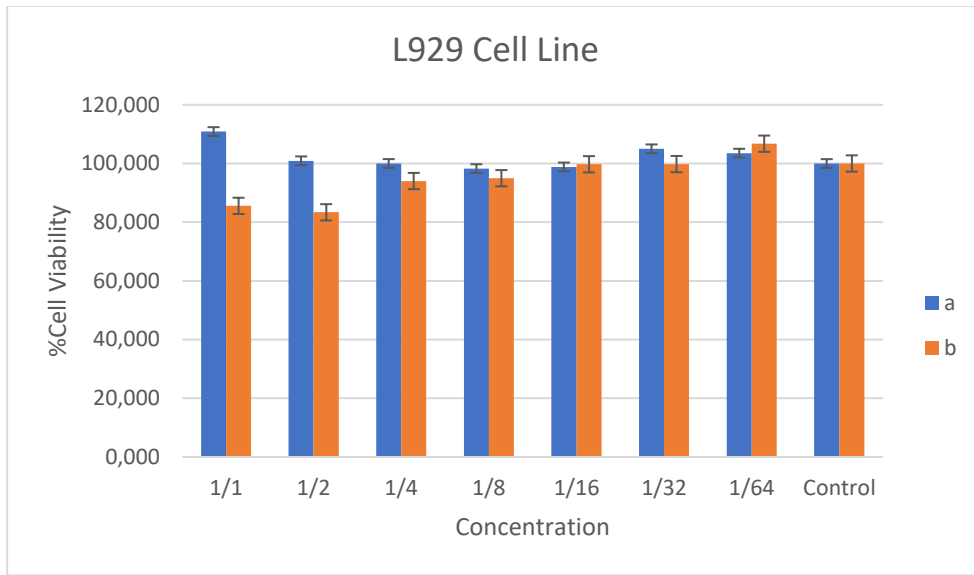
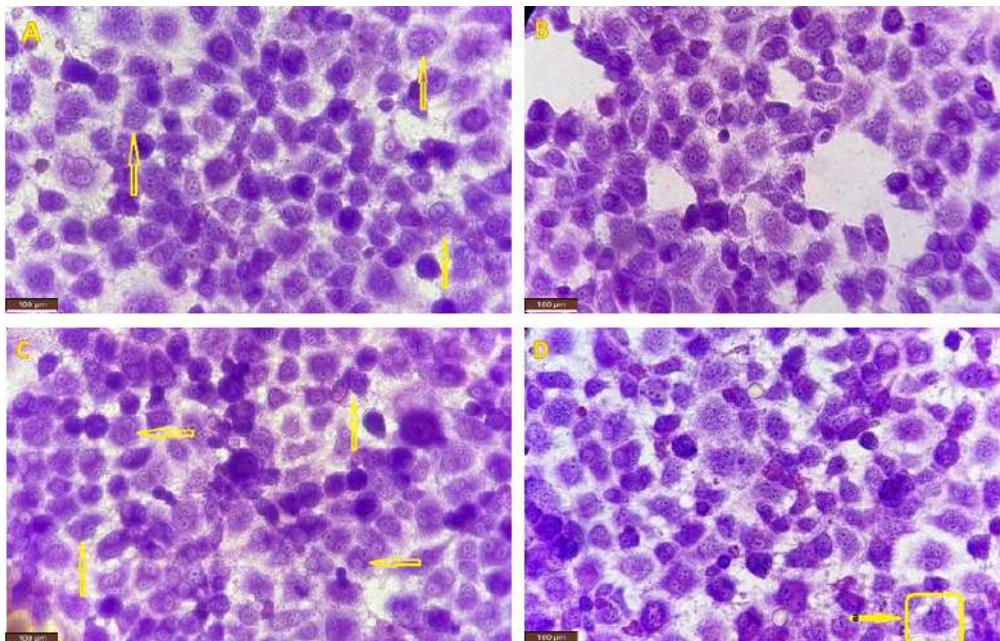


Figure 2



**Figure 3**



**Figure 4**



### Table Captions

**Table 1** % cell viability depending on concentration

**Table 2** In vitro micronucleus test results in CHO cells treatment of A and B, \* micronucleated binucleated (MNBN) \*\* Cytokinesis-Block Proliferation Index

**Table 3** % Hemolysis values of A and B samples after application, \*Abs: absorbans  
\*\*SHC: Supernatant hemoglobin concentration

**Table 1**

concentration	Material	
	A	B
1/1	110,8±2,6	85,5±2,5
1/2	100,9±4,1	83,3±4,6
1/4	100,01±2,8	94,9±6,4
1/8	98,2±2,1	94,9±5,1
1/16	98,8±5,4	99,7±3,7
1/32	105,01±3,9	99,7±3,7
1/64	10,5±0,7	106,7±3,1
Control	100	

**Table 2**

Concentration (1/1)		Control Group	
A	B	Negative Control	Positive Control

<b>Mean MNBN cell frequency (%)*</b>	0,615	0,51	0,668	5,817
<b>CBPI**</b>	1,64	1,64	1,7	1,58

**Table 3**

<b>Groups</b>	<b>Abs * (540 nm)</b>	<b>SHC**</b>	<b>% hemolys</b>	<b>Color</b>	<b>Clarity</b>	<b>Particulates Present</b>
<b>Negative Control</b>	<b>0,047367</b>	0,01187	0,122372	Colorless	Clear	No
<b>A extract</b>	<b>0,048333</b>	0,012112	0,124869	Colorless	Clear	No
<b>B extract</b>	<b>0,049533</b>	0,012413	0,12797	Colorless	Clear	No
<b>A Direct Contact</b>	<b>0,0485</b>	0,012154	0,1253	Colorless	Clear	No
<b>B Direct Contact</b>	<b>0,049467</b>	0,012396	0,127797	Colorless	Clear	No
<b>Positive Control</b>	<b>1,8988</b>	0,475839	4,90556	Colorless	Red	No

## THE *IN VITRO* BIOLOGICAL EVALUATION OF BIOCOMPATIBLE CERAMICS REINFORCED POLYMER COMPOSITE

*Büşra Moran Bozer<sup>1</sup> and Ümit ERDEM<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Hitit University, Scientific Technical App. and Research Center, Corum-Turkey, 19030

<sup>2</sup> Kirikkale University, Scientific and Tech. Research Center, Kirikkale–Turkey, 71450

\* Corresponding author: [umiterdem@kku.edu.tr](mailto:umiterdem@kku.edu.tr)

### Abstract

In this study, the biological characterization of the hydroxyapatite (HA) reinforced polymer material, which has recently been used in biomedical applications, has been carried out. It was tried to obtain a biologically reinforced material with ion doped HA ceramic added to the composite formed by firstly combining polyvinyl alcohol (PVA) and polydopamine (PDI) polymers. Cytotoxicity, genotoxicity and cell adhesion experiments were carried out by imitating the place of use of these biomaterials, which are especially thought to be used as a bone wound dressing material. In the cytotoxicity experiments performed for MSC and L929 cell lines, decreases in cell viability were determined according to the increasing silver ion ratio. In this study, which was obtained as a result of no gene transfer, the tendency of cells to adhere to the surface was evaluated as remarkable. According to the cell analysis results, a critical ion value is required in the ceramic material.

**Keywords:** Polymer Composite, Hydroxyapatite, Biocompatible, Cytotoxicity, Genotoxicity

### 1. Introduction

In recent years, there has been an increasing interest in the development of various biomaterials for the healing of bone wounds. In addition to the physicochemical evaluations of the produced materials, the evaluation of the materials in terms of biocompatibility is also important. For this purpose, in addition to the in-body biocompatibility of the materials produced, physicochemical and biomechanical properties for bone treatment materials are defined by standards [1-3]. It is important that the produced materials meet the properties described in these standards.

The materials produced for this purpose vary. Among the products developed for therapeutic purposes, there are composite materials reinforced with biocompatible metals and ceramics,

as well as samples containing polymers. Based on the products produced in the laboratory environment, various products are being studied [4,5]. The first thing that comes to mind as ceramic-based is hydroxyapatite (HA), which is frequently preferred in medicine and dentistry. HA is an easier product to choose because it is chemically and physically compatible with the mineral properties of the bone [6-9]. This product, which can be produced with laboratory facilities, is strengthened with various polymers and used for biomedical purposes.

In this study, HA ceramic produced for biomedical purposes was strengthened with PVA and PDI to test its biological suitability. It was also tried to increase the biological efficiency of HA particles by doping with fluorine and silver ions at the molecular level. The biological effectiveness of the biomaterial, which is the target of use as a bone wound dressing material; cytotoxicity to determine cell viability, genotoxicity to determine gene compatibility, and cell adhesion tests to determine the activity of cells on the surface.

## **2. Material and methods**

### **2.1 Chemicals**

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , XG and PEI, L929 Fibroblast and Mesenchymal stem cells (MSC) were used. 89% DMEM (Capricorn), 10% Fetal Bovine Serum (FBS; Capricorn), 1% L-glutamine (Capricorn), 1% Penicillin/Streptomycin (Biological Industries) antibiotic were used as the complete (complete) culture medium of the cells. 0.05% Trypsin–EDTA solution (Trypsin–Ethylenediamine tetraacetic acid, Capricorn) was used to remove cells from culture flasks, and 1X Calcium/Magnesium-free phosphate buffer (PBS, Biological Industries) was used for washing and cleaning processes. Trypan blue was used for cell count (1:1 ratio). In the cytotoxicity test, cell viability was determined by using the tetrazolium salt MTT (serva, Israel). In the definition of cell culture studies; performed using serological pipettes, culture dishes, and multi-well plates (Corning, USA).

### **2.2. Fabrication of PVA/PDI/dHA composite films**

HA samples were produced using the precipitation method. HA materials produced in powder form were then doped by hand through PVA/PDA/dHA biocomposite films by densification. For this purpose, firstly, PVA and PDI polydopamine coated HA nanoparticles were produced. The HA nanoparticles used in this study were produced using calcium nitrate and diammonium phosphate solutions. For this purpose, HA nanoparticles were added in PVA/PDA solution (10

ml, 11% w/v) at a stirring speed of 5,000 rpm for 10 minutes and in a 70 °C water bath with 1 ml of Glycerin/Borax (1 ml). The composite solution, which was stirred at this temperature for 15 minutes, was poured into the petri dish and kept at room temperature for 24 hours. The properties of the PVA/PDA/dHA composite film were compared with the PVA/PDA prepared under the same conditions. In the study content, HA samples were produced with increasing silver and fixed fluorine ion additives. The effects of Ag ion exchange were also studied.

### 2.3 Biological Activity Analysis

**Chemicals:** L929 fibroblast cells, CHO and Mesenchymal stem cells were used. 89% DMEM (Capricorn), 10% Fetal Bovine Serum (FBS; Capricorn), 1% L-glutamine (Capricorn), 1% Penicillin/Streptomycin (Biological Industries) antibiotic were used as the complete (complete) culture medium of the cells. For removal of cells from culture flasks, 0.05% Trypsin–EDTA solution (Trypsin–Ethylenediamine tetraacetic acid, Capricorn) and 1X concentration Calcium/Magnesium-free phosphate buffer (PBS, Biological Industries) were used for washing and cleaning processes. Trypan blue was used for cell count (1:1 ratio). In the cytotoxicity test, cell viability was determined by using the tetrazolium salt MTT (serva, Israel). In the definition of cell culture studies; carried out using serological pipettes, culture dishes and multi-well plates (Corning, USA).

**Cell Culture:** Frozen cells were quickly thawed at 37°C. Cells dissolved in a sterile Class II Laminar flow cabinet were transferred to a 15 mL falcon tube. Centrifugation was performed for 5 minutes at Falcon 250 G. 3 mL of complete culture medium was placed in the falcon and after homogenization, 25 cm<sup>2</sup> flasks were cultivated. The flasks were incubated at 37 °C in a 5% CO<sub>2</sub> incubator. Cells from the freezer were passaged until the cell proliferation cycle was stabilized.

**Preparation of Samples:** In cases where direct application of biomaterials and medical devices is not possible, it is necessary to prepare material extract. Extracts of AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10 were prepared as specified in TS EN ISO 10993-12:2021 "Biological evaluation of medical devices-Part 12:Sample preparation and reference materials". After the prepared extract was sterilized by passing through a sterile 0.2 µm filter, it was taken into the application process.

**Cytotoxicity Test (MTT):** For this test method, which is used to determine cell viability and to examine the effects of materials on cell viability, "EN ISO 10993-5: Biological evaluation of medical devices - Part 5: Tests for in vitro cytotoxicity", which is the reference standard for

medical materials The previous MTT method was applied as specified in the standard. 96 well plates were used in this test method. After cell counting, calculation was made as  $10 \times 10^3$  cells in each well according to the number of viable cells. Cells were placed in 100  $\mu$ l of complete medium in each well of 96 well plates and incubated for 24 hours. At the end of 24 hours, whether the cells adhered to the surface of the well plate, their morphological images and their viability were checked. The medium in the wells found to comply with the examined criteria was emptied. The prepared extracts of AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10 were applied at 5 different concentrations (1:1-1:16) by serial dilution starting from the full concentration (1:1). Only complete culture medium was placed in the negative control group. The cells were incubated for 24 hours with the applied materials. At the end of the incubation, the medium in the well plates was removed from the medium and 50  $\mu$ l of MTT (1mg/mL) solution was added to the wells. After 2-2.5 hours incubation at 37 °C, the MTT solution in the wells was drained, and 100  $\mu$ l of MTT solvent (isopropanol) was added. For the determination of cell viability, the absorbance density values of the 96-well plate were read at 570 nm in a multiplaka plate reader. The percentage of cell viability of each group was calculated as in Erdem et al, assuming control cell viability as 100% (Erdem, 2021).

**Genotoxicity Test:** The test system was conducted according to OECD 487, which is referenced by EN ISO 10993-3 "Biological evaluation of medical devices - Part 3: Tests for genotoxicity, carcinogenicity and reproductive toxicity". Extraction of AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10 was done according to the sample preparation described in Chapter 3. All materials were studied in triplicate. The cell culture samples were incubated at 37 °C until subconfluent. The medium of these flasks was aspirated at 24 hours, the extract was added at a concentration of 1/1 and exposed to the test substance for 48 hours. After the culture tubes were left to incubate, Cyt-B was added to all test wells within 44-48 hours from the start of incubation to inhibit cytokinesis and induce binucleate cell formation. At the end of 72 hours of incubation, the media and cells in the tubes were collected by centrifugation. Hypotonic solution (KCl) was added to the tubes and incubated at 37°C for about 5 minutes. At the end of the period, the tubes were centrifuged several times and the fixative consisting of methanol/acetic acid mixture was added to the tubes. After treatment with the first fixative at room temperature, the tubes were centrifuged again and this process was repeated 2-3 times until the liquid remaining in the tube became clear. Then, the preparations were prepared by dripping the pellets in the tubes onto the slides. The preparations were stained with Propidium Iodide (PI) and examined with a light microscope. MN induction was assessed by scoring a total of 2000 binuclear cells per subject



at 20x magnification. MN, only binuclear cells with nuclei of equal size and color were scored according to the criteria described in the standard. The calculation method was calculated according to the Cytokinesis-Block Proliferation Index (CBPI) formula specified in OECD 487 (formula 1). In addition, the micronucleus numbers formed in the positive control were proportioned and compared according to the micronucleus numbers in the test materials.

Formula 1:  $CBPI = [MI + 2MII + 3 (MIII)] / N$

(MI: Uninucleated cells, MII: Binucleated cells, MIII: Multinucleated cells, N: Total number of cells)

**Agar Diffusion Cytotoxicity Test:** This assay is designed to demonstrate non-specific cytotoxicity of the test material after diffusion from agar or agarose. This method is preferred in cases where the material has a cytotoxic effect directly on the cell or the chemical marked in cytotoxicity tests such as MTT, XTT WST is not effective. Materials such as essential oils, dental filling materials, tissue scaffolds, wound dressings interact with the cell and sometimes lyse the cell by showing a disintegrating effect. and its toxicity cannot be measured by classical methods, and sometimes it can interfere with the colorimetric chemicals used in the measurement of cytotoxicity and prevent it from radiating. For the test method, the agar diffusion cytotoxicity method specified in TS EN ISO 7405 Section 6.2 was used.

In this experimental method, L929 fibroblast cells were used as the cell line. Complete culture medium containing 90% DMEM, 10% FBS and 1% antibiotics is used for the selected cell line. The prepared medium was sterilized by passing through 0.2  $\mu$ m membrane filters. Two layers of concentrated culture medium were used to prepare the agar. 3-5% agar or 3% agarose is prepared. It is sterilized by autoclave. Vital paint was prepared just before use by diluting 1% neutral red aqueous stock solution with 0.01 mol/L phosphate buffered saline at a ratio of 1:100. Neutral red solutions were stored protected from light. The experiment was carried out in 6-well culture dishes.

The cells were cultured until they reached the end of the logarithmic growth phase (frozen cells were subjected to at least two passages before the experiment). The study was performed according to the "TS EN ISO 7405/Agar Diffusion Test" standard. Cells seeded in 6-well plates were counted as  $20 \times 10^4$ /well and incubated for 24 hours to achieve 80% confluency. At the end of 24 hours, the medium on the cells was discarded, and 3-5% Agar medium mixed with fresh medium was added to the cells. The agar culture medium mixture was allowed to solidify at room temperature (approximately 30 min). Add 10 mL of neutral reddish solution and keep

in the dark for 15-20 minutes. Excess neutral red solution was aspirated. Then, the cells were exposed on the agar surface for 24 hours by impregnating the extracts of the AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10 materials into the blank membranes. At the end of the process, the wells were washed with 1X PBS, and the 6 well plate was closed so that no light could be seen. At the end of the incubation, the cells were evaluated using an inverted microscope. Tables specified in the standard were used for evaluation.

**Cell Adhesion Test:** It is planned to apply L929 cells prepared in the prepared cell culture medium on the materials. UV-sterilized AUM materials were placed in a 24 well plate, and cells opened and passaged twice as in item 2. were seeded at  $10 \times 10^3$  on the material and incubated for 24 hours at 37 °C in a 5% CO<sub>2</sub> incubator. After incubation, the materials were taken from the plates and microscopic imaging was performed.

### 3. Result and Discussion

#### *Cytotoxicity Results*

EN ISO 10993-5 is taken into account in the in vitro evaluation of the biocompatibility of medical devices. In the study, cell viability is interpreted by comparing the absorbance values of the treated groups with the control group, following the selection of the absorbance value of the untreated group as the control group. In the control group, the viability is considered to be 100% and the test material is considered to be in vitro biocompatible if the % viability is higher than 70%. While quantitative results are obtained by absorbance measurement, cells are also evaluated qualitatively by examining them under a microscope. The compatibility of the two results with each other (collaboration) increases the reliability of the test result. In our study, after AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10 applications in L929 cells, 1/1 (full concentration of material) cell viability were;  $105.06 \pm 5.7\%$ ,  $49.77 \pm 2.4\%$ ,  $30.89 \pm 1.33\%$ ,  $35.86\% \pm 4.09\%$  and  $31.32\% \pm 0.15\%$ , while  $95.1 \pm 3.47\%$ ,  $55.64 \pm 1.32\%$ ,  $30.9 \pm 1.3$ ,  $35.86 \pm 4.09$  and  $31.32\%$  in mesenchymal stem cells It was found to be  $\pm 0.15$ . Reducing the material concentration by 50% (application at 1/2 concentration) results in % viability  $90.80 \pm 2.41\%$ ,  $53.01 \pm 3.6\%$ ,  $35.39 \pm 1.65\%$ ,  $64.96 \pm 2.27\%$  and  $31.20 \pm 0.19\%$  in L929 cells, and  $89.54\%$  in mesenchymal stem cells, respectively. It was determined as  $\pm 1.80$ ,  $55.14 \pm 0.49\%$ ,  $35.39 \pm 1.65\%$ ,  $64.96 \pm 2.27$  and  $51.35 \pm 2.6\%$ . In terms of in vitro biocompatibility after the application, the results of the AUM0 sample showed an effect on the desired viability values. Viability values increased in both L929 and MSC cells in AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10 due to decreased

concentration. All applied concentrations and their comparison with the control group are given in figure 1.

When microscopic examination was made in the applied cell groups, it was observed that the morphology and proliferation of the cells were not at a toxic dose. Since there is a possibility that it may interact with the MTT chemical, the results will be certain by performing the agar diffusion cytotoxicity test.

### ***Genotoxicity Consequences***

The genotoxic effects of the materials of AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10 prepared at 1/1 full concentration and mit-c used as a positive control were investigated by applying them to CHO cells. When the results were examined, it was observed that there was no difference between the micronucleus ratios of AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10 in binuclear cells and the micronucleus ratios in negative control after the application. The ratios of cells with micronuclei in binuclear cells are given in Table 1. While the proportion of micronucleated cells in the positive control binuclear cells was 8.72%, the proportions of AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10 were 0.60, 0.71, 0.69% and 0.69%, respectively. The images of the applied cells are in figure 2.

### ***Agar Diffusion Cytotoxicity Test***

After the end of the incubation, the zone diameters around the discs where the extracts of the AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10 materials were impregnated were examined and it was determined that they did not form any zones. When the viability of the cells under the agar membrane was examined, it was determined that the morphology of the cells was healthy. The results were evaluated according to the decolorization and lysis index tables in the TS EN ISO 7405 standard and are given in Table 4. The tables give the severity of cytotoxicity according to the extent of colorless zone ages and lysis formation. If the value obtained by multiplying these two values is 0 and 1, the product is not considered cytotoxic and indicates that it is suitable for in vitro use. In addition, images of the morphology of the cells after agar diffusion application are given in figure 3.

### ***Cell adhesion test***

It was observed that the materials degraded after 24 hours after the application. For this reason, the materials were left in the plate without being removed from the plates, and the cells were visualized on DAPI and FITC filters by fluorescent marking. In order to show that the material

is in the cell areas, a light microscope was used and the morphology and presence of the cells were shown by taking images in the same area with a fluorescent microscope. In the areas where the applied AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10 materials were found, the cells remained viable and cell increases were also detected at the contact points with the materials. The images obtained in Figure 4 are available. It is thought that the materials that degrade in the medium should also be studied in the body fluid. It is thought that the substances in the medium will accelerate the degradation, it is thought that the materials are more durable in the buffer solution used in the biodegradation test, therefore they will be more durable in the body fluid. In some cases (such as wound healing, ensuring tissue integrity), it is also important that the material can be rapidly degraded by providing a rapid increase in the cells it comes into contact with.

#### **4 Conclusions**

As a result of the tests, although the materials were observed to be toxic in the MTT test at first, it was determined that it did not show a toxic effect in the agar diffusion cytotoxicity test. When its genotoxic effect is evaluated, it is seen that it does not have any genotoxic effect and in cell adhesion tests, the cells do not move away from the material and are deployed on the material. In addition, it was determined that cells dying with fluorescent staining died by apoptosis, which is a form of death physiologically chosen by the cell in its normal order, and did not show necrotic death that causes inflammation. It has been shown that the materials obtained by adding ion doped HA ceramic to the composite formed by combining the prepared polyvinyl alcohol (PVA) and polydopamine (PDI) polymers are biologically strengthened and passed in vitro biocompatibility tests. It is predicted that this newly prepared compound with different forms can be used in bone damage.

#### **Declaration of interests**

The author declares that there are no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

**Data availability statements** The datasets used or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

#### **References**

- [1] Biological Evaluation of Medical Devices Part 1- Evaluation and testing (1-20)
- [2] FDA's Center for Devices and Radiological Health
- [3] European CE Marking Strategy for Medical Devices
- [4] Kravanja, K. A., & Finšgar, M. (2022). A review of techniques for the application of bioactive coatings on metal-based implants to achieve controlled release of active ingredients. *Materials & Design*, 110653.
- [5] Popa, M., Hussien, D., Cirstea, A., Grigore, R., Lazar, V., Bezirtzoglou, E., & Bertesteanu, S. (2015). Insights on metal based dental implants and their interaction with the surrounding tissues. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 15(16), 1614-1621.
- [6] Gotman, I. (1997). Characteristics of metals used in implants. *Journal of endourology*, 11(6), 383-389.
- [7] Varano, R., Boby, J. D., Medley, J. B., & Yue, S. (2006). The effect of microstructure on the wear of cobalt-based alloys used in metal-on-metal hip implants. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 220(2), 145-159.
- [8] Steinemann, S. G. (1996). Metal implants and surface reactions. *Injury*, 27, S-C16.
- [9] Oldani, C., & Dominguez, A. (2012). Titanium as a Biomaterial for Implants. *Recent advances in arthroplasty*, 218, 149-162.

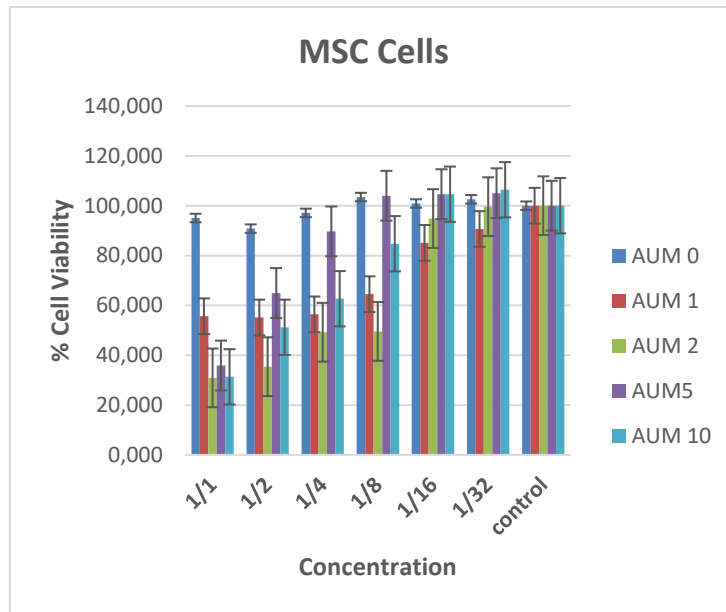
## Figure Captions

**Figure 1** The cytotoxic effects of AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10 at different concentrations applied on L929 and MCC cells by MTT assay

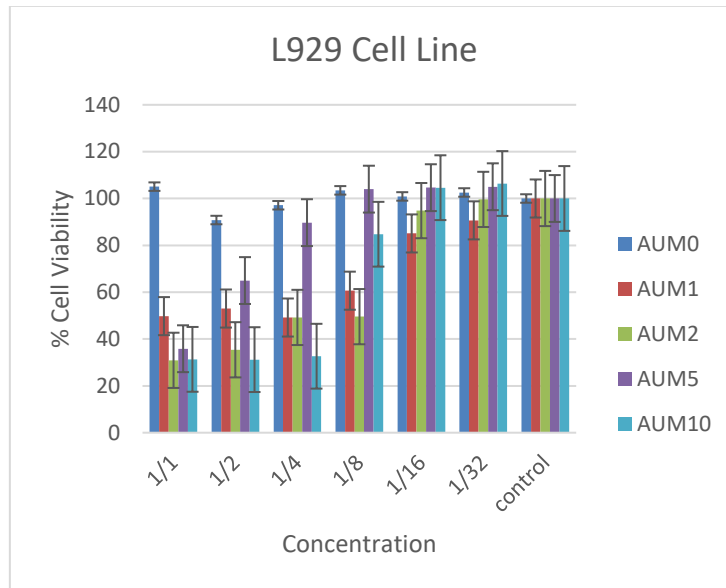
**Figure 2** Micronucleated binucleated cell visualization status from micronucleus assay via PI stain. Microscope image of (A) CHO cells exposed to the 1/1 AUM-0, (B) CHO cells exposed to the 1/1 AUM-1, (C) CHO cells exposed to the 1/1 AUM-2, (D) CHO cells exposed to the 1/1 AUM-5, (E) CHO cells exposed to the 1/1 AUM-10, (F) CHO cells treated with Mitomycin C as positive control (arrow shows micronucleus) Images were obtained by light microscope a Leica inverted fluorescent microscope (200 × magnification, A,B,C,D,E: all arrows indicate binuclear cells, circles indicate multinucleated cells)

**Figure 3** Agar difüzyon sitotoksosite testi sonucunda hücrelerin morfolojik görüntüsü (Görüntüler ışık mikroskobunda 10X büyütmede çekilmiştir)

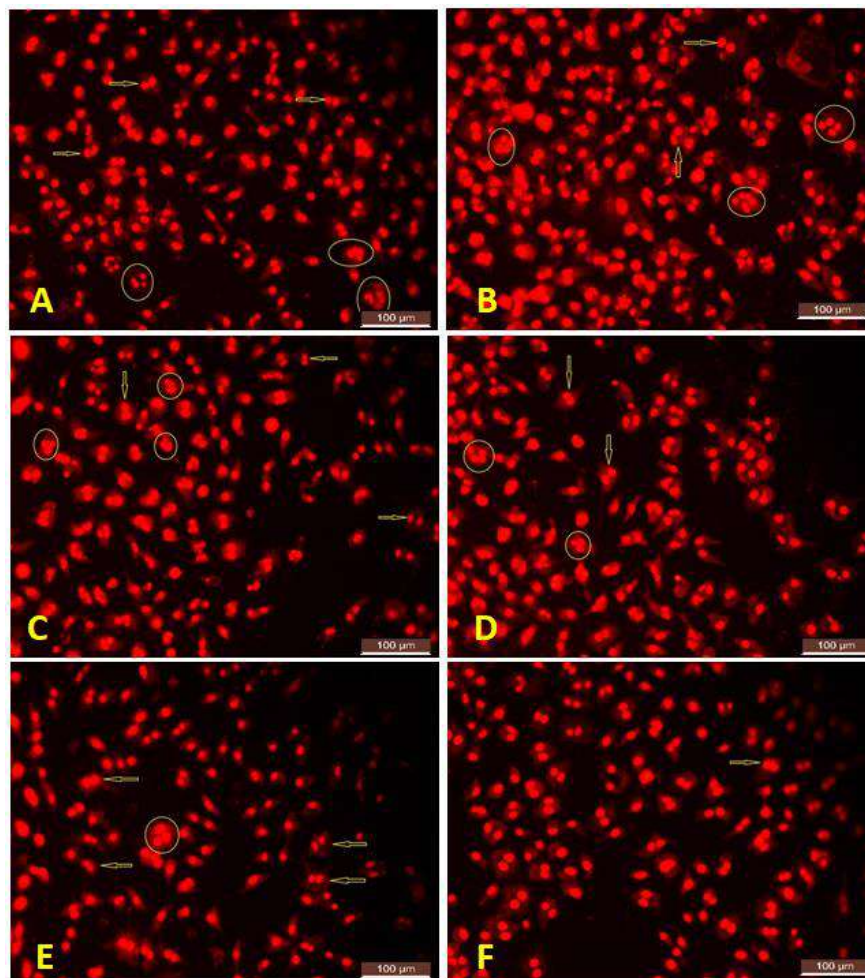
**Figure 4** Malzeme üzerine hücre uygulaması yapılması sonucunda DAPI, FITC ve ışık mikroskobunda aynı alanların görüntüsü



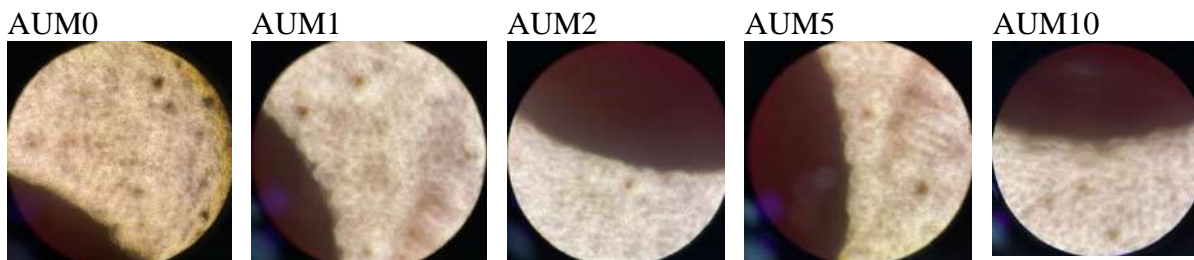




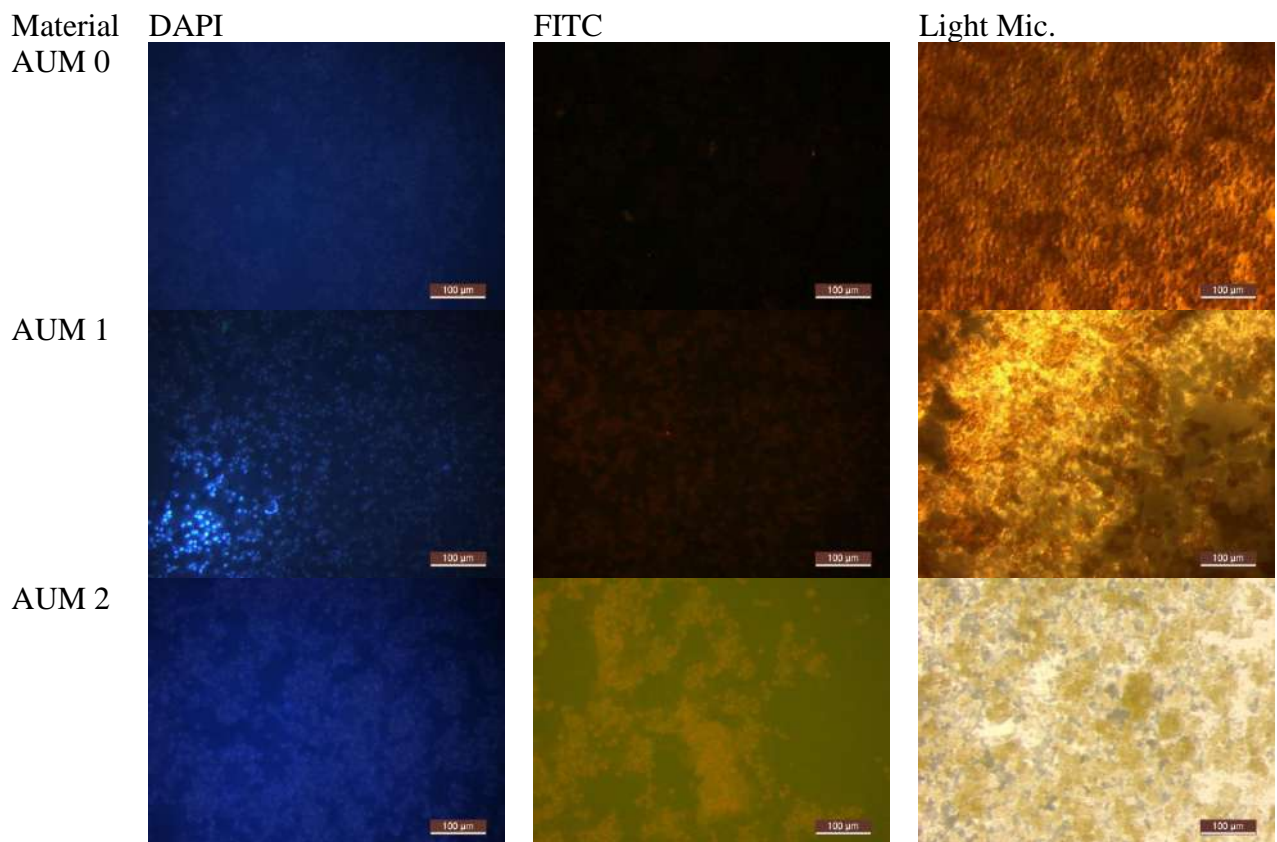
**Figure 1:** The cytotoxic effects of AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10 at different concentrations applied on L929 and MCC cells by MTT assay

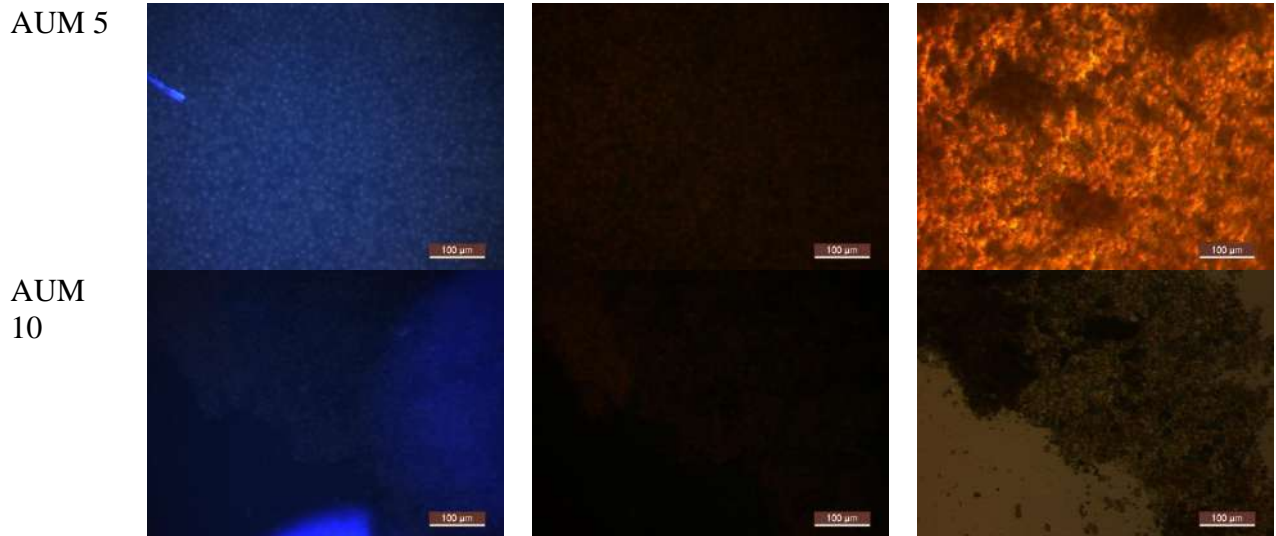


**Figure 2:** Micronucleated binucleated cell visualization status from micronucleus assay via PI stain. Microscope image of (A) CHO cells exposed to the 1/1 AUM-0, (B) CHO cells exposed to the 1/1 AUM-1, (C) CHO cells exposed to the 1/1 AUM-2, (D) CHO cells exposed to the 1/1 AUM-5, (E) CHO cells exposed to the 1/1 AUM-10, (F) CHO cells treated with Mitomycin C as positive control (arrow shows micronucleus) Images were obtained by light microscope a Leica inverted fluorescent microscope (200 × magnification, A,B,C,D,E: all arrows indicate binuclear cells, circles indicate multinucleated cells).



**Figure 3:** Morphological image of cells as a result of agar diffusion cytotoxicity test (Images were taken under a light microscope at 10X magnification.)





**Figure 4:** The result of cell application on the material is displayed in the same way in DAPI, FITC and light microscope.

**Table Captions**

**Table 1** In vitro micronucleus test results in CHO cells treatment of AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10

**Table 2** Decolorization index evaluation table in TS EN ISO 7425

**Table 3** Lysis index evaluation table in TS EN ISO 7425

**Table 4** Lysis and decolorization indices of AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10

**Table 1** In vitro micronucleus test results in CHO cells treatment of AUM0, AUM1, AUM2, AUM5 and AUM10

	Concentration (1/2)					Control Group	
	AUM 0	AUM 1	AUM 2	AUM 5	AUM 10	Negative Control	Positive Control
<b>Mean MNBN cell frequency (%)</b>	0,602	0,709	0,692	0,601	0,694	0,709	8,719
<b>CBPI</b>	1,657	1,654	1,646	1,659	1,652	1,682	1,525

\*micronucleated binucleated (MNBN) \*\*Cytokinesis-Block Proliferation Index

**Table 2**

decolorization index	Explanation
0	No detectable colorless zone around or below the sample
1	The colorless zone is limited to the area below the sample.
2	The colorless zone extends 0.5 cm beyond the sample.
3	The colorless zone extends 0.5 to 1.0 cm beyond the sample
4	The colorless zone extends beyond 1.0 cm of the sample, but does not cover the entire Petri dish.
5	The colorless zone covers the entire Petri dish.

**Table 3**

Lysis index	Description of the colorless zone
0	No observable cytotoxicity
1	< 20% of colorless zone affected
2	20% to < 40% of colorless zone affected
3	40% to < 60% of colorless zone affected
4	60% to 80% of the discolored zone is affected
5	> 80% of colorless zone affected

**Table 4**

	Lysis index	decolorization index
AUM0	0	0
AUM1	0	0
AUM2	0	0
AUM5	0	0
AUM10	1	0
Negative control	0	0



## VAKUM İNFÜZYON YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN MEŞE PALAMDU TAKVİYELİ CAM ELYAF/EPOKSİ KOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE UZAKLIĞIN ETKİSİ

SUAT ALTUNÇ <sup>1</sup>, OKAN ÖZDEMİR <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği ABD, İzmir,  
TÜRKİYE- ozdemir.okan@deu.edu.tr- ORCID No: 0000-0001-6607-7412

<sup>2</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, İzmir,  
TÜRKİYE-suataaltunc@gmail.com- ORCID No: 0000-0003-4055-6874

### ÖZET

Bu çalışmada, vakum infüzyon yöntemi ile üretilen partikül takviyeli cam elyaf kompozitlerin mekanik özelliklerine kompozitin matris malzemesinin giriş çizgisine olan uzaklığının etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, kompozit üretiminde kullanılmak üzere meşe palamudu tozları 10-40µm boyutlarına getirilmiş ve asit çözeltisi ile temizlenmiştir. Sonrasında, ağırlıkça %1 ve %2 oranlarında meşe palamudu tozu içerene matris-partikül karışımı ile vakum infüzyon metodu kullanılarak cam elyaf takviyeli kompozit levhalar üretilmiştir. Vakum infüzyon yöntemi ile üretilen kompozit levhalardan matris malzemesi giriş çizgisinden itibaren 100 mm, 200 mm, 300 mm, 400 mm ve 500 mm uzaklıklarından numuneler alınarak çekme ve üç nokta eğilme deneyleri oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Deneylerden elde edilen sonuçları karşılaştırmak amacı ile deneyler aynı üretim metodu ile üretilmiş partikül takviyesiz cam elyaf kompozit numuneler ile tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ağırlıkça %1 oranındaki kompozit numunelerin 200 mm uzaklığa kadar çekme dayanımları artış gösterirken daha sonraki uzaklıklarda elde edilen çekme dayanımı değerleri partikül takviyesiz epoksi kompozitlerle benzer özellik göstermiştir. Eğilme dayanımı değerleri ise her iki meşe palamudu tozu takviye oranında da 200 mm uzaklığa kadar artış göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Vakum infüzyon, Meşe palamudu, Partikül takviyesi, Cam elyaf

### 1. GİRİŞ

Kompozitler ulaşım ve inşaat sektöründe geniş kullanım alanlarına sahiptir [1]. Son zamanlarda kompozitlerin üstün mekanik özellikleri [2] ve üretimleri esnasında düşük enerji sarfiyatlarından dolayı [3] bu malzemelere olan ilgi artmıştır. Enerji dışında, çevreyi koruma, mevcut neslin karşı karşıya olduğu en önemli sorunlardan bir tanesidir. Bu nedenle ekosisteme zarar vermeyen ürünler üretmek amacıyla yeni çalışmalar yapılmaktadır. Doğal lifler, düşük yoğunlukları, yüksek özgül mukavemetlerinin yanı sıra yenilenebilir, sürdürülebilir ve çevre dostu olmaları gibi özelliklerinden dolayı gelişmiş uygulamalar için çeşitli kompozitlerde takviye malzemesi olarak, sentetik liflerin olası alternatifi olarak büyük ilgi görmektedir. Doğal lifler, düşük maliyet, bol bulunabilirlik ve yenilenebilir olmaları gibi benzersiz özelliklere

sahiptirler ve karbondioksiti emerek çevre kirliliğini azaltmaktadırlar. İşleme sırasında, doğal lifler herhangi bir zararlı gaz üretmezler ve işleme ekipmanı için aşındırıcı değildirler [4].

Son zamanlarda doğal malzemeler, kompozitlerle ilgili yapılan birçok çalışmanın konusu olmuştur. Kenevir [5], muz kabuğu [6], ceviz kabuğu [7], asma sapı [8], hindistan cevizi kabuğu [9] ve çam kozalağı [10] bu malzemelerden bazılarıdır. Bu malzemelerin yanı sıra meşe palamudu kabuğu, selüloz ve lignin açısından zengindir ve gıda dışı bitkisel liflerle karşılaştırıldığında meşe palamudu, güçlü mekanik, yoğunluk, çürümeye karşı direnç, yüksek kimyasal kararlılık ve güçlü hidrofobiklik gibi avantajları sayesinde kompozitlerle ilgili çalışmalarda kullanılmaktadır [11].

Kompozit malzemelerin mekanik özelliklerini geliştirmek için literatürde birçok çalışma yapılmıştır. Elle yatırma yöntemiyle üretilen ağırlıkça %2,5 ve %5 meşe palamudu içeren cam elyaf/epoksi kompozitler ile yapılan çalışmada, ağırlıkça %2,5 oranında meşe palamudu içeren kompozitlerin çekme mukavemetinin arttığı, ağırlıkça %5 oranında ise azaldığı görülmüştür. Eğilme mukavemetinde ise partikül takviyesi ile önemli bir değişim olmadığı görülmüştür [12]. Baştürk ve ark., epoksi reçine içerisine üç farklı oranda (ağırlıkça %10, %20 ve %30) meşe palamudu tozu ilave ederek döküm yöntemi ile kompozit üretmiştir. Partikül takviyeli kompozitlere yapılan deney sonuçları partikülsüz kompozitlere göre düşük değerler verse de artan partikül içeriği ile daha yüksek çekme ve sertlik özellikleri gözlemlenmiştir [13]. Li ve ark. yaptıkları çalışmada çift vidalı ekstrüzyon yöntemiyle hazırlanan farklı oranlarda meşe palamudu kabuğu ve düşük yoğunluklu polietilen (DYPE) içeren ikili biyo-kompozit üretmişlerdir. Kompozitlere yaptıkları deneylerde artan meşe palamudu miktarı ile kompozitlerin çekme, eğilme ve darbe dayanımlarının düştüğünü gözlemlenmişlerdir [11].

Bu çalışmada meşe palamudu tozu takviyesi ağırlıkça farklı oranlarda kullanılmıştır. Termoset kompozitlere vakum infüzyon yöntemi ile parçacık takviyesi ve matris malzemesi uygulanmıştır. Çalışmanın amaçları arasında optimum malzeme özelliklerinin belirlenerek yaygın olarak kullanılacak polimer esaslı malzemelerin üretilmesi yer almaktadır. Bu amaçla epoksi uygulanan kısımdan ölçülecek mesafenin vakum infüzyon yöntemi ile üretilen malzemelerin mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1. Malzeme

Çalışma kapsamında, takviye malzemesi olarak 600 gr/m<sup>2</sup> yoğunluğa ve 0°/90° oryantasyon açısına sahip E-cam fiberler ve matris malzemesi olarak F-1564 epoksi ve F3487 sertleştirici karışımı kullanılmıştır. Matris malzemesini oluşturan epoksi ve sertleştiricinin karışım oranı ağırlıkça 3:1 olacak şekilde ayarlanmıştır. Parçacık takviyesi olarak kullanılan meşe palamudu tozlarının boyutları ise 10 ile 40 mikrometre aralığındadır. Meşe palamutları öğütüldükten sonra bünyesinde bulunabilecek toz ve diğer maddelerden arınması amacıyla manyetik karıştırıcıda 1,6 mol/l sodyum hidroksitin sulu çözeltisi kullanılarak temizlenmiştir.

### 2.2. Kompozit Üretimi

Bu çalışma kapsamında hazırlanan meşe palamudu tozunun epoksi reçine ile homojen bir karışım oluşturması için önce mekanik daha sonra ultrasonik karıştırıcıda 30 dakika süresince karıştırılmıştır. Bu süreç Şekil 1'de verilmiştir. Hazırlanan matris-partikül karışımı, [0/90]<sub>4</sub>



dizilimine sahip elyaflara vakum infüzyon yöntemi ile uygulanmış ve kompozit levhalar üretilmiştir. Üretilen kompozitler 100°C’de 8 saatlik süre boyunca kurlanmaya bırakılmıştır.

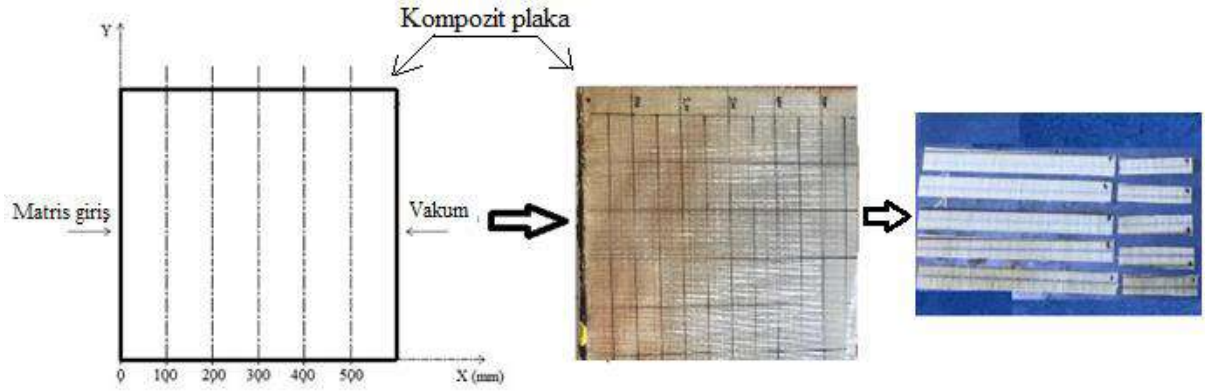


**Şekil 1. Matris karışımının hazırlanması**

Bu işlemler sonucunda, ağırlıkça %0, %1 ve %2 meşe palamudu takviyeli 3 farklı kompozit plaka üretilmiştir. Şekil 2’de kompozit üretimi gösterilmektedir. Hazırlanan plakalardan, matris giriş çizgisinden itibaren 100 mm, 200 mm, 300 mm, 400 mm ve 500 mm uzaklıklardan numuneler alınmıştır. Sulu testere yardımıyla çeki numuneleri ve üç nokta eğme numuneleri sırasıyla ASTM D3039 ve ASTM D695 standartlarına uygun boyutlarda kesilmiştir. Şekil 3’te numunelerin hazırlanması gösterilmektedir.



**Şekil 2. Kompozit levha üretiminde matris karışımının ilerlemesi**



Şekil 3. Numunelerin hazırlaması

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Standartlara göre hazırlanan kompozit numunelerin çekme ve üç nokta eğme deneyleri, Dokuz Eylül Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Shimadzu AG-X serisi universal test cihazında yapılmıştır. Çekme deneyleri video ekstensometre donanımı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Test cihazının maksimum yük kapasitesi 100 kN'dur. Tüm deneyler oda sıcaklığında ve en az 3 tekrar ile yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

#### 3.1 Çekme Deneyi

Bu çalışmada, hazırlanan partikül takviyesiz ve ağırlıkça %1 ve %2 meşe palamudu tozu içeren kompozitlerden beş farklı uzaklıktan alınan numunelere çekme testi uygulanmıştır. Çekme testi sonucunda numunelerin elastisite modülleri ve çekme dayanımları belirlenmiştir. Numunelerin tüm uzaklıklarda elde edilen çekme dayanımları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kompozitlerin beş farklı uzaklıktaki maksimum çekme dayanım değerleri (MPa)

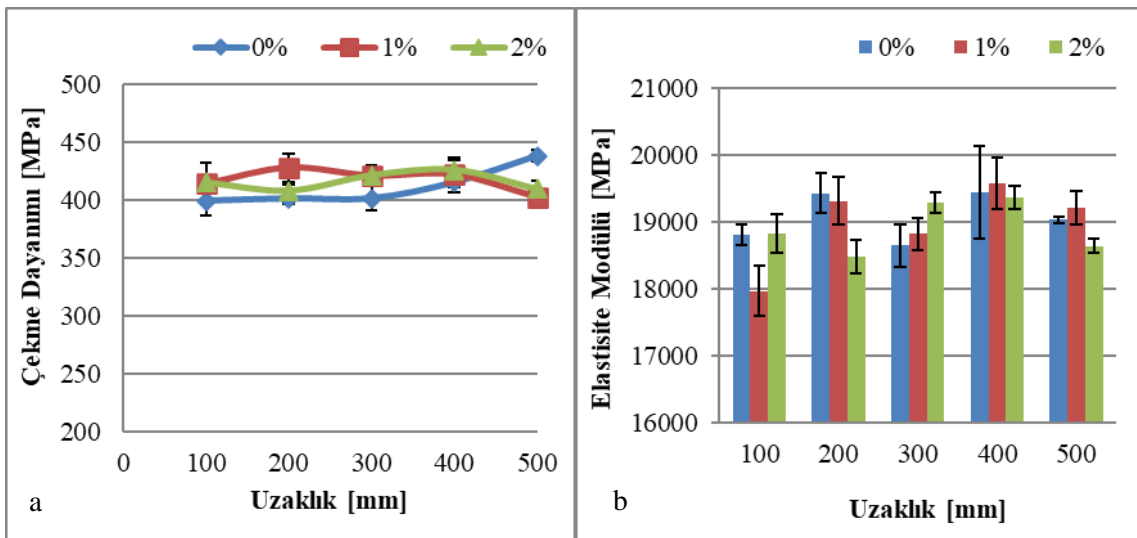
Uzaklık Numune	100 (mm)	200 (mm)	300 (mm)	400 (mm)	500 (mm)
%0	399	401	401	415	438
%1	414	428	421	422	403
%2	415	408	415	426	409

Numunelerin beş farklı uzaklıktaki çekme dayanımındaki ve elastisite modülündeki değişim eğrileri Şekil 4a'da verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde partikül takviyesiz numunelerden elde edilen sonuçlar 300 mm'ye kadar önemli oranda değişmezken 400 ve 500 mm'de ise artış gözlemlenmiştir. Ağırlıkça %1 partikül takviyeli kompozitlerin 100 mm uzaklıktaki numunelerinin dayanımı 414 MPa iken 200 mm uzaklıkta 428 MPa ile maksimum seviyeye ulaşmıştır. %1 takviyeli kompozitler 400 mm uzaklığa kadar partikül takviyesiz numunelere göre daha iyi sonuçlar vermiştir. 500 mm uzaklıkta ise bir düşüş görülmüştür.

Grafikte %2 partikül takviyeli numunelerin 100 mm uzaklıktaki çekme dayanımı 415 MPa ile %1 partikül takviyeli kompozitlere yakın değer vermiştir. Bu değer 200 mm uzaklıkta 408 MPa'ya düştüğü görülmektedir. %2 partikül takviyeli kompozitin çekme dayanımında 300 mm ve 400 mm uzaklıkta artış görülmüş ve maksimum değeri 422 MPa ile 400 mm uzaklıkta

ede edilmiştir. Ağırlıkça %2 partikül takviyeli kompozit 400 mm uzaklığa kadar partikülsüz kompozite göre daha iyi değerler vermiştir. %2 partikül takviyeli kompozit 200 mm uzaklıkta %1 partikül takviyeli den daha düşük sonuçlar elde edilmiş ve diğer uzaklıklarda da benzer davranış gözlemlenmiştir.

Çalışmada çekme testleri sonucunda partikül takviyeli ve partikül takviyesiz kompozitlerin beş uzaklıktaki elastisite modülü değerleri Şekil 4b’te verilmiştir. 100 mm de yapılan testlerde %1 partikül takviyeli kompozitlerin elastisite modülü partikül takviyesiz kompozitlere göre düşerken %2 partikül takviyeli kompozitlerin daha yüksek olduğu görülmektedir. 200 mm’de partikül takviyeli kompozitlerde düşüş görülürken 300 mm de artış olmuştur. 400 mm de ise numuneler arasında çok bir fark görülmese de en büyük değerler bu uzaklıkta elde edilmiştir. 500 uzaklıkta %1 partikül takviyeli numunelerin elastisite modülü değeri diğer takviye oranlarından daha yüksek bir değer alır iken %2 takviyeli numunelerin elastisite modülünün daha düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 4. Kompozitlerin a) çekme dayanımlarının b) elastisite modüllerinin uzaklıkla değişimi

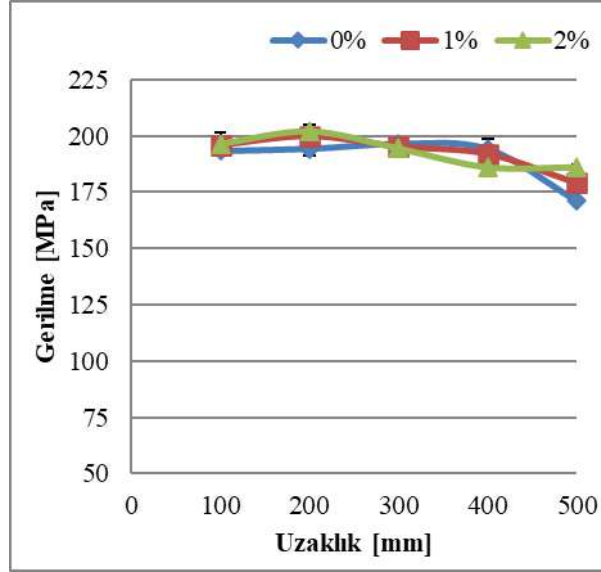
### 3.2 Üç Nokta Eğilme Deneyi

Tablo 2’de partikül takviyesiz ve partikül takviyeli kompozitlerin beş uzaklıktaki eğilme testlerinden elde edilen maksimum değerler verilmektedir. Şekil 5’te bu değerlerin karşılaştırma grafiği gösterilmektedir. Şekil 5 incelendiğinde, partikül takviyesiz kompozitlerin eğilme dayanımlarının 400 mm’ye kadar önemli oranda değişmediği görülürken 500 mm’de ise düşüş görülmüştür.

Tablo 2. Kompozitlerin beş uzaklıktaki üç nokta eğilme dayanım değerleri (MPa)

Uzaklık Numune	100 (mm)	200 (mm)	300 (mm)	400 (mm)	500 (mm)
%0	193	194	196	194	171
%1	196	200	195	192	179
%2	196	202	194	186	186

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre %1 meşe palamudu tozu içeren kompozitlerin 100 mm uzaklıkta 196 MPa ile partikül takviyesiz kompozitlere göre nispeten olumlu bir sonuç verdiği görülmüştür. Bu değer 200 mm uzaklıkta 200 MPa'ya çıkarak yükseliş göstermiştir. Diğer uzaklıklarda azalma eğilimi göstererek partikül takviyesiz kompozit ile benzer davranış sergilemiştir. %2 partikül takviyeli kompozitler 300 mm uzaklığa kadar %1 partikül takviyeli kompozit ile benzer hareket etmiştir. 400 mm uzaklıkta diğer takviye oranlarındaki kompozitlere göre bir miktar düşüş göstermiştir.



Şekil 5. Kompozitlerin üç nokta eğilme dayanımlarının uzaklıkla değişimi

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada vakum infüzyon yöntemi ile üretilen meşe palamudu tozu takviyeli cam elyaf epoksi kompozitlerin mekanik özellikleri üzerine uzaklığın etkisi incelenmiştir. Partikül takviyesiz ve iki farklı oranda partikül takviyeli kompozit levhalar üretilmiştir. Çalışmada %1 meşe palamudu tozu takviyeli kompozitlerin çekme ve üç nokta eğilme değerleri 200 mm uzaklıkta maksimum sonuçlar vermiştir. %2 meşe palamudu takviyeli kompozitlerde ise 200 mm uzaklıkta çekme dayanımında düşüş görülmüştür. Bunun yanı sıra 300 mm de çekme dayanımları artmaya başlamış ve 400 mm de maksimum olmuştur. %2 meşe palamudu takviyeli kompozitlerin eğilme sonuçları %1 meşe palamudu takviyeli kompozitlerle benzerlik göstermiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Rachid Hsissou, Rajaa Seghiri, Zakaria Benzekri, Miloudi Hilali, Mohamed Rafik Ahmed Elharfi, Polymer composite materials: A comprehensive review, Composite Structures 262 113640, 2021
- [2] Balasubramanian, *Composite Materials and Processing*, CRC Press, London, 2003
- [3] Bulut M., Özbek Ö., Bozkurt Ö.Y., Erklığ A., Nano kil parçacık ilavesinin bazalt fiber takviyeli kompozit plakaların aksenel ve yan burkulma özelliklerine etkisi, Makale, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 37:4 1985-1995
- [4] Recent progress on natural fiber hybrid composites for advanced applications: A review, Journal of Polymers and the Environment, Cilt. 15, s. 25-33. DOI: 10.1007/s10924-006-0042-
- [5] Petrucci R., Santulli C., Puglia D., Sarasini F., Torre L., Kenny J.M. Mechanical Characterisation of Hybrid Composite Laminates Based On Basalt Fibres in Combination with Flax, Hemp and Glass Fibres Manufactured By Vacuum Infusion, Materials & Design Volume 49, Pages 728-735, August 2013
- [6] Temesgen Batu, Hirpa G. Lemu, Investigation of mechanical properties of false banana/glass fiber reinforced hybrid composite materials, Results in Materials 8 100152, 2020
- [7] Zahedi M, Pirayesh H, Khanjanzadeh H, Tabar MM., Organo-modified montmorillonite reinforced walnut shell/polypropylene composites, Materials & Design, 51, 803-809. 2013, DOI: 10.1016/j.matdes.2013.05.007
- [8] Kılınç, A.C., Atagur, M., Ozdemir, O., Sen, I., Kucukdogan, N., Sever, K., Seydibeyoglu, O., Sarikanat, M., Seki, Y. Manufacturing and characterization of vine stem reinforced high density polyethylene composites Compos Part B-Eng., 91, 267–74. 2016 DOI: 10.1016/j.compositesb.2016.01.033
- [9] Bledzki AK, Mamun AA, Volk J., Barley husk and coconut shell reinforced polypropylene composites: the effect of fibre physical, chemical and surface properties, Compos Sci Technol 70(5), 840-846. DOI: 10.1016/j.compscitech.2010.01.022 [14] Arrakhiz, FZ, Benmoussa K, Bouhfid R and Qaiss A. 2010
- [10] Agayev, S., Ozdemir, O. Fabrication of high density polyethylene composites reinforced with pine cone powder: mechanical and low velocity impact performances, Materials Research Express, 6 045312, Ocak 2019
- [11] Li S., Wang C., Chu F., Xia J, and Xua Y., Effects of Compatibilizers on Composites of Acorn Shell Powder and Low Density Polyethylene, BioResources 8(4), 5817-5825, 2013
- [12] Kandaş H., Özdemir O., Çam ve Meşe Palamudu Tozu Takviyeli Kompozitlerin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, DEÜ FMD 23(67), 147-155, 2021
- [13] Baştürk S.B., Kanbur K., Polatoğlu İ., Yürekli Y., Acorn and Pine Cone Filled Polymer Composites, American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS) Cilt 14, Sayı 2, pp 144 -153K.,2015



## SEÇİCİ LAZER ERGİTME YÖNTEMİNDE ÜRETİM KISITLAMALARINA UYGUN TASARIM KRİTERLERİ DESIGN CRITERIA FOLLOWING PRODUCTION CONSTRAINTS FOR THE SELECTIVE LASER MELTING METHOD

**Dr. Öğretim Üyesi 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

Üç boyutlu (3B) yazdırmada, parçalar katman katman malzeme eklenerek dijital modellere dayalı olarak üretilir. Üç boyutlu yazdırma teknolojisinin kullanımının, karmaşık bir şekle ve daha önce geleneksel yöntem ve işlemlerle çok zor veya imkânsız olan iç (boşluk) yapılarla sahip bileşenlerin üretilmesinin mümkün olduğu belirtilir. 3B yazdırma, yüksek derecede tasarım özgürlüğüne sahip olmasına rağmen, bu üretim süreçlerinin de kısıtlamaları vardır.

Bu çalışmanın amacı, mühendislere tasarım süreci için bir dizi yönerge sağlamaktır. Bu yönergeler, seçici lazer ergitme (SLM) yöntemi kullanılarak hazırlanmıştır. Bu amaçla mevcut bulunan tasarım kılavuzları, kısmen birbiriyle çelişmekte veya birbirlerini güçlü bir şekilde etkilemektedir. Bu nedenle tasarım yönergeleri aynı anda uygulanmamış; parçanın yerleşimi, parçanın boyutu, parçanın temizlenmesi ve desteklenmesi bölümlerine ayrılarak sunulmuştur. Böylece 3B yazdırılan bileşenlerin tasarımındaki özgürlük sınırları, somut bağlamda seçici lazer ergitme yöntemi kullanılarak açıklanan kısıtlamalar ile belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Seçici Lazer Ergitme; Tasarım; SLM

### ABSTRACT

In three-dimensional (3D) printing, parts are produced based on digital models by adding material layer by layer. It is claimed that the use of 3D printing technology makes it possible to manufacture components with complex shapes and internal (void) structures that were previously very difficult or impossible with conventional methods and processes. Although 3D printing has a high degree of design freedom, these manufacturing processes also have constraints.



The purpose of this study is to provide engineers with a set of guidelines for the design process. These guidelines have been prepared using the selective laser melting method. The design guidelines for this purpose partially oppose or strongly influence each other. Therefore, the design guidelines were not applied simultaneously; The part's positioning, sizing, cleaning, and supporting are divided into sections. Thus, the limits of freedom in the design of 3D-printed components were set in a specific context by the constraints described using the selective laser melting method.

**Keywords:** Selective Laser Melting; Design; SLM

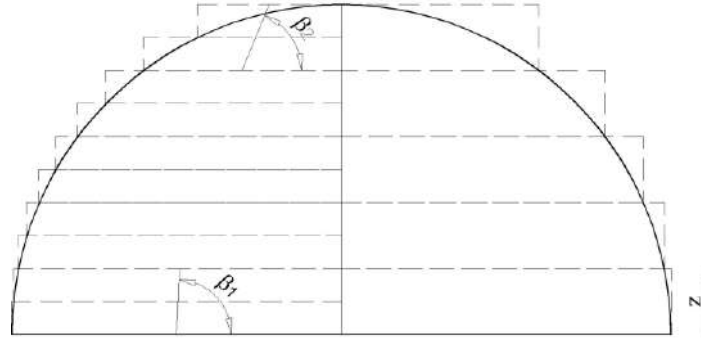
## 1. GİRİŞ

Eklemeli imalat için tasarımının odak noktası üretime uygun tasarımıdır. Eklemeli imalat, yüksek tasarım özgürlüğüne sahip olmasına rağmen, bu üretim süreçlerinde üretim kısıtlamaları bulunmaktadır. Bu çalışmada, mühendislere eklemeli imalat için tasarım sürecinde kullanabilecek bir dizi yönerge sağlanmaya çalışılmıştır. Bu yönergeler, seçici lazer ergitme yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla bulunan tasarım kılavuzları, kısmen birbiriyle çelişmekte veya birbirlerini etkilemektedir. Bu nedenle tasarım yönergeleri aynı anda uygulanmamış; parçanın yerleşimi, parçanın boyutu, parçanın temizlenmesi ve desteklenmesi bölümlerine ayrılarak sunulmuştur (Lippert 2018).

Eklemeli imalatla üretilen parçaların tasarımındaki özgürlük, somut anlamda görecelidir. Kullanılan ekipmana bağlı, seçici lazer ergitme örneği kullanılarak tanımlanan bu çalışmadaki kısıtlamalar her zaman dikkate alınmalıdır. Verilen sayısal değerler kullanılan ekipman için küçük değişiklikler gösterebilir. Ancak bu değerler aynı zamanda seçici lazer ergitme için makinelerin mevcut durumunu yaklaşık olarak temsil etmektedir. Bunun yanı sıra, parçada üretim sırasında oluşan gerilmeleri azaltmak için, seçici lazer ergitmede genellikle makine iç hacminden ziyade yazdırma yatağının ısıtıldığı unutulmamalıdır. Ayrıca, erime sırasında metalin oksidasyonu önlenmesi amacıyla, ekipman hacmi, çelikler için azot veya alüminyum alaşımları için argon gibi bir koruyucu gaz ile korunmalıdır.

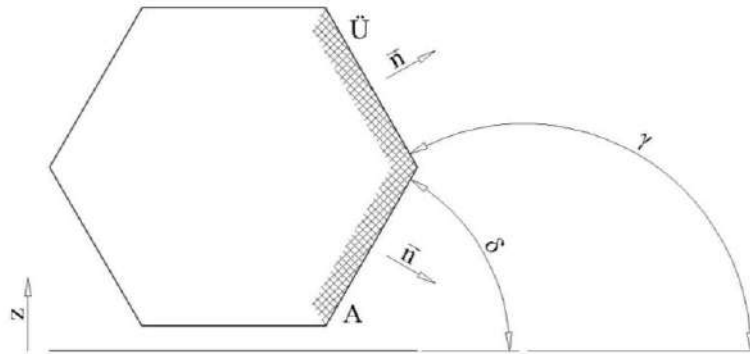
## 2. TASARIM KRİTERLERİ

Eklemeli imalat, dijital bir modelden katman katman bir parça üretilmektedir. Bu katmanlı yapıda, dijital model (Görsel 1, düz çizgi) ile imal edilen gerçek geometri (Görsel 1, kesikli çizgi) arasındaki doğruluk arasında farklılık bulunmaktadır. Bu fark, katman kalınlığı ne kadar büyük olursa o kadar yüksek olmaktadır. Merdiven etkisi olarak da adlandırılan bu ilişki Görsel 1'de yer almaktadır. Yüzey kalitesi katman kalınlığı azaltılarak artırılırken, üretim süresinin ve dolayısıyla maliyetlerin de arttırdığı unutulmamalıdır (Gu ve ark. 2012).



Görsel 1. Merdiven basamağı etkisi ile katman kalınlığı arasındaki ilişki

Görsel 1’de görüldüğü üzere, büyük  $\beta_2$  yığılma açısına sahip yüzeylerde merdiven basamağı etkisi belirginken,  $\beta_1 \approx 90^\circ$  için neredeyse hiç görülmez. Bu ilişki aşağıdaki terimler ile genelleştirilebilir: Yazdırma yönü  $z$ 'ye göre normal vektörü negatif (-) olan yüzeylere, aşağı yönlü yazdırma yüzeyi (A) ve bu yüzeyin yazdırma platformu ile  $0-90^\circ$  arasında değer alabilen açısına, alt yüzey açısı ( $\delta$ ) olarak adlandırabiliriz. Benzer şekilde  $z$ 'ye göre normal vektörü pozitif (+) olan yüzeylere, yukarı yönlü yazdırma yüzeyi (Ü) ve bu yüzeyin yazdırma platformu ile açısına, üst yüzey açısı ( $\gamma$ ) olarak adlandırabiliriz. Bu terimler sınır değerleri tanımlamak için kullanılabilir. Her yüzeyin normal vektörü referans yüzeyini karakterize etmek için kullanılabilir. Normal vektör pozitif  $z$ -doğrultusunu gösteriyorsa, referans yüzeye yukarı yönlü ve negatif  $z$ -yönünde ise aşağı yönlü yazdırma yüzeyi olarak tespit edilebilir (Görsel 2). Yukarı ve aşağı yönlü yüzeylerin açıları ( $\delta$  ve  $\gamma$ ) azaldığında yüzey pürüzlülüğü artar. Bu nedenle, bileşenleri yerleştirirken, yüzey pürüzlülüğünü iyileştirmek için ilgili yüzeyler, yazdırma platformuna göre  $\delta \cap \gamma = 0^\circ \cap 90^\circ$  aralığında alt ve/veya üst yüzey açıları ile tasarlanmalıdır (Lippert ve ark. 2018, Buchbinder 2013).

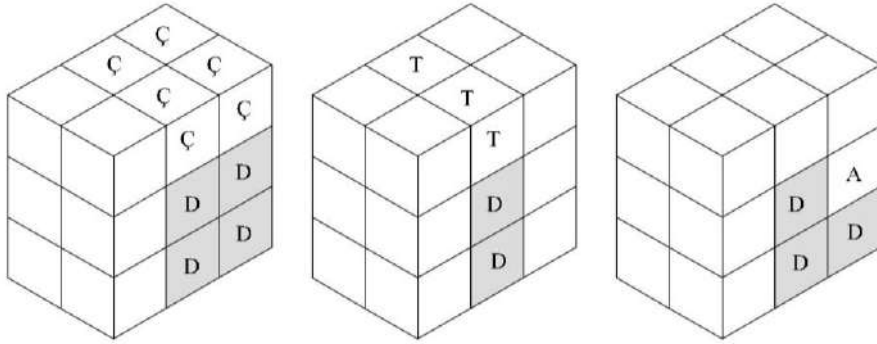


Görsel 2. Yukarı ve aşağı yönlü yüzeyler ve açıları

Genellikle parçalar yazdırılmadan önce, birkaç destek yapısı katmanı yazdırılır ve ardından bileşen bunların üzerinde üretilir. Bu şekilde parçanın, yazdırma platformundan çıkarılmasını kolaylaştırır. Ayrıca yazdırma platformuna temas eden parça daha sabit destek yapılarına sahiptir ve böylece toz serici ile birlikte hasara uğraması önlenir.

Destek yapıları, yazdırma sürecinde belirli bir alt yüzey açısının ( $\delta$ ) altına düşen geometrileri desteklemek için kullanılır. Çünkü toz yatağının destekleyici etkisi SLM yönteminde sınırlıdır. Bu sınırlı etki nedeniyle, kendi kendini taşımayan yapılar toz yatağına

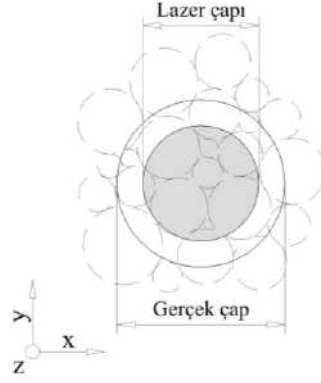
çökebilir ve kusurlar oluşabilir. Bu nedenle 3 yazdırma unsuru için destek yapıları gereklidir. Bunlar: çıkıntılar, tavanlar ve adalardır (Görsel 3). Yazdırma sürecince, destek yapılarıyla desteklenmesi gereken, işleme özgül bir  $\delta$  açısının altındaki geometriler, çıkıntı olarak adlandırılır (Buchbinder 2013; Shahzad ve ark. 2013). Yazdırma sürecinde ancak birkaç milimetrelik küçük çıkıntılar kendi kendini destekleyebilir. Her iki taraftan desteklenen çıkıntılar, tavan olarak adlandırılır. Burada da ara boşlukta destek yapıları kullanılmalıdır. Üretimde, ilk katmanlarda başka herhangi bir geometriye bağlı olmadıkları için adalar çok önemlidir. Negatif yazdırma yönünde sarkmalar oluşabilir ve bu nedenle destek yapıları ile önlenmelidir (Kruth ve ark. 1998).



Görsel 3. Çıkıntılar (Ç), tavanlar (T) ve adalar (A) için destek yapıları (D)

Seçici lazer ergitme sırasında lazerin yerel ısı girişi nedeniyle, bileşende gerilimler oluşabilir ve bu da parçanın bozulmasına neden olabilir. Bunu önlemek için yapısal ayarlamalara ek olarak; ısı toz yatağı aracılığıyla dağıtılamadığından, burada da ısı iletimi için destek yapıları da kullanılabilir (Buchbinder 2013; Michaleris 2014).

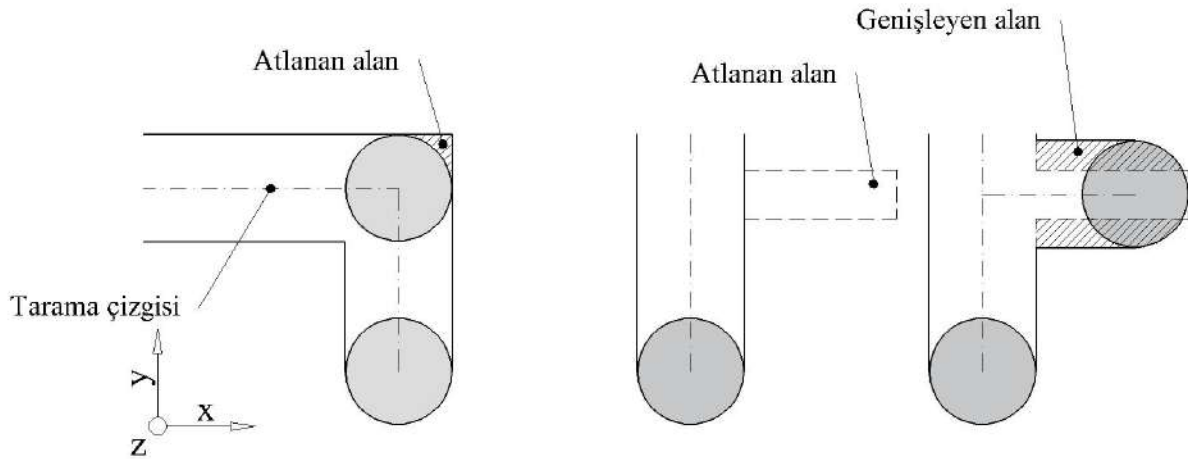
Seçici lazer ergitmede, ergimiş malzeme yan yana ve üst üste konumlandırılır (Görsel 4). Amaç, katmanlı yapının parça özellikleri üzerinde mümkün olan en az etkiye sahip olması için homojen malzeme hacimleri oluşturmaktır (Thijs ve ark. 2010). Parça z yönünde yüklenirse, bu alanlardaki yapışma özellikle önemlidir. Çok az yapışma erken parça hasarına sebep olmaktadır. Bu nedenle, yükleme vektörünün x veya y yönünde ayarlanması daha uygundur. Parça katman boyunca yüklenir, böylece dayanımda malzemenin kohezyonu belirleyici faktördür. Bu nedenle erken parça hasarını önlemek için tasarımda anizotropik malzeme özellikleri dikkate alınmalıdır (Lippert 2018).



Görsel 4. Lazerdan gelen enerji nedeniyle ısıdan etkilenen bölge

Malzeme lazer ile eritildiğinde, toz yatağında bir sıcaklık farkı ( $\Delta T$ ) oluşur. Öncelikle lazer gücü ve tarama hızı ile ayarlanabilen sıcaklık farkı, malzemenin erimesinden ve yazdırma alanı sıcaklığından kaynaklanmaktadır (Roberts ve ark. 2009; Lippert 2018). Lazerdan gelen enerji girişi nedeniyle, toz yatağında odak çapının ötesine uzanan ısıdan etkilenen bir bölge yayılır (Görsel 4). Sonuç olarak, bitişik toz parçacıkları da eritilir, böylece gerçek çap lazer çapından daha büyüktür. Bu etki tüm lazer tarama uzunluğu ve tüm katmanlarda meydana geldiğinden, gerçek geometri nihai olarak hedef geometriden sapar. Bu, daha küçük toz taneleri kullanılarak önlenebilir, ancak tozun üretim süreci ile fiziksel olarak sınırlıdır. Diğer bir çözüm olarak genellikle SLM sistemlerinde olduğu gibi, lazer odağı 50-200  $\mu\text{m}$  arasında değişken bir şekilde ayarlanabilir. Ancak lazer çapının küçük olması nedeniyle üretim süresi uzar.

Görsel 5'te lazer ışının ayarlanarak giderilemeyen hedef ve gerçek geometri arasındaki sapmalar gösterilmektedir. Lazer ışınının ayarlanarak telafi edilemeyen sapmalara örnek, köşeler ve ince cidarlı geometriler verilebilir. Dar bir açıdaki dönüşlerde, lazer ışını hedef geometrinin bir kısmını atlar. Lazer çapından daha dar olan ince geometriler söz konusu olduğunda da bunlar ya imal edilmez ya da lazer ışını onları kendi çapıyla imal eder (Kaddar 2010).



Görsel 5. Lazer ışınının neden olduğu bazı uygulama hataları

### 3. SONUÇ

Eklemeli imalat teknolojilerinden biri olan seçici lazer ergitme tekniği ile yapılan uygulamalarda genel tasarım kriterlerine ek olarak bu çalışmada açıklanan tasarım kriterlerine de dikkat edilmelidir. Bununla birlikte tasarım kriterleri ile değişen, toz tanecik büyüklüğü, lazer gücü ve tarama hızı gibi eklemeli imalat parametrelerin değişimi ile işlem süresi ve maliyetlerdeki artışların olduğu unutulmamalıdır. Tasarım parametrelerine özen gösterilmesi ile daha yüksek kaliteli ürün imalatı yapılabilir.

#### 4. KAYNAKÇA

- [1] Buchbinder, D. (2013). Selective Laser Melting von Aluminiumgusslegierungen. Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2013. Shaker, Aachen.
- [2] Gu, D. D., et al. (2012). Laser additive manufacturing of metallic components: materials, processes and mechanisms. *International Materials Reviews*, 57, 133–164.
- [3] Kaddar, W. (2010). Die generative Fertigung mittels Laser-Sintern: Scanstrategien, Einflüsse verschiedener Prozessparameter auf die mechanischen und optischen Eigenschaften beim LS von Thermoplasten und deren Nachbearbeitungsmöglichkeiten. Duisburg, Essen, Univ., Diss.
- [4] Kruth, J.-P., Leu, M. C., & Nakagawa, T. (1998). Progress in additive manufacturing and rapid prototyping. *CIRP Annals*, 47, 525–540.
- [5] Lippert, R. B. (2018). Restriktionsgerechtes Gestalten gewichtsoptimierter Strukturbauteile für das Selektive Laserstrahlschmelzen. Dissertation.
- [6] Lippert, R. B., et al. (2018). Additive Fertigung als Bestandteil des industriellen Konstruktionsprozesses. *Konstruktion Zeitschrift für Produktentwicklung und Ingenieur-Werkstoffe*, 2018, 46–49.
- [7] Michaleris, P. (2014). Modeling metal deposition in heat transfer analyses of additive manufacturing processes. *Finite Elements in Analysis and Design*, 86, 51–60.
- [8] Roberts, I. A., et al. (2009). A three-dimensional finite element analysis of the temperature field during laser melting of metal powders in additive layer manufacturing. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 49, 916–923.
- [9] Shahzad, K., et al. (2013). Additive manufacturing of alumina parts by indirect selective laser sintering and post processing. *Journal of Materials Processing Technology*, 213, 1484–1494.
- [10] Thijs, L., et al. (2010). A study of the microstructural evolution during selective laser melting of Ti–6Al–4V. *Acta Materialia*, 58, 3303–3312.

## EKLEMELİ İMALATTA ULUSLARARASI KURULUŞLAR TARAFINDAN YÜRÜTÜLEN STANDARDİZASYON FAALİYETLERİ

**Dr. Öğretim Üyesi 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

Standart, teknik gereklilikleri veya kuralları tanımlayan, uygulama adımları şeklindeki yönergeleri listeleyen yayınlanmış belgelerdir. Standartlar, ürünleri belirtmek veya temsil etmek için birleşik bir referans kaynağı sağlar. Böylelikle seri üretimle farklı yerlerde üretilen parçalar için, malzemeler, boyutlar ve süreçler hakkında ortak bir noktada buluşulan ulusal ve uluslararası standartlaştırma ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu sebeple standartlar, çeşitli endüstriler, akademik kurumlar ve genel toplum dahil olmak üzere birçok sektör için prosedürleri resmileştirir. Böylelikle üreticiler hem de tüketiciler açısından güven ortamı oluşur, üretim ve verimliliği artar, sürdürülebilirlik sağlanmış olur. Standartların benimsenmesi ve sertifikasyonu, ürün ve hizmetlerin kalitesi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir.

Standartlaştırma süreci çeşitli imalat tekniklerinde de kullanılmakta olup bunlardan bir tanesi eklemeli imalattır. Geleneksel üretim teknikleri, büyük hacimlerde basit parçaların üretilmesi için çıkarmalı imalat yaklaşımını esas almaktadır. Ancak karmaşık geometriye sahip parçaların üretiminde geleneksel yöntemlerin kullanılabilmesi neredeyse imkansızdır. Eklemeli imalatın gelişmesi bu zorlukların üstesinden gelebilen bir üretim tekniği olarak dikkat çekmektedir. Eklemeli imalat teknolojilerinin temel ilkesi, üç boyutlu bir nesneyi, malzemeyi katman katman ekleyerek ve bunları birleştirirken 3B model kullanılmasıdır. Bu üretim tekniğinin yaygınlaşması ile standartlaşma hususunda belirli eksiklikler/ihtiyaçlar oluşmuştur. Bu çalışmada eklemeli imalat süreçleri hakkında kuruluşlar tarafından yapılan standartlaştırılma faaliyetlerine yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Eklemeli imalat, Hızlı prototipleme, Standart, ASTM, ISO

## STANDARDIZATION ACTIVITIES CONDUCTED BY INTERNATIONAL INSTITUTIONS IN ADDITIVE MANUFACTURING

### ABSTRACT

A standard is a published document that defines technical requirements or rules, listing guidelines in the form of implementation steps. Standards provide a unified reference source for specifying or representing products. Thus, the need for national and international



standardization has emerged for the parts produced in different places with mass production, where there is a common point about materials, dimensions, and processes. For this reason, the standards formalize procedures for many sectors, including various industries, academic institutions, and the general public. Thus, an environment of trust is created for producers and consumers, production and efficiency are increased, and sustainability is ensured. The adoption and certification of standards significantly impact the quality of products and services.

The standardization process is also used in various manufacturing techniques, one of which is additive manufacturing. Traditional manufacturing techniques are based on the subtractive manufacturing approach to produce simple parts in large volumes. However, it is almost impossible to use traditional methods to produce parts with complex geometry. The development of additive manufacturing draws attention as a production technique that can overcome these difficulties. The basic principle of additive manufacturing technologies is using a 3D model when adding and combining a three-dimensional object, or material, layer by layer. With the widespread use of this production technique, certain deficiencies/needs have occurred in standardization. This study includes standardization activities carried out by organizations about additive manufacturing processes.

**Keywords:** Additive manufacturing, Rapid prototyping, Standard, ASTM, ISO

## 1. Giriş

Standart, teknik olarak kuralları, yöntemleri, kısacası yönergeler listesini açıklayan yayınlanmış belgelerdir. Standartlar, ürünleri ifade etmek için genel bir referans kaynağı sağlar. Sanayi devrimi öncesi, üreticiler, parçaların boyutlarını ve özelliklerini bir üründen diğerine karşılaştırarak ya da kopyalayarak aktarırlardı. Seri üretime geçişle birlikte fabrikalardaki çeşitli ürünlerin tek tip üretilmesinde yaşanan zorluklar standartlaşma ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Günümüzde standartların, çeşitli endüstriler, akademik kurumlar gibi birçok alanda kullanıldığı ve uygulandığı görülür. Böylelikle kullanıcılar tedarik ettikleri ürünlere güvenirlir. Aynı zamanda üretimde üretkenlik, verimlilik ve sürdürülebilirlik artar.

Standartların kullanımı ve sertifikasyonu, ürün ve hizmetlerin kalitesi üzerinde büyük bir öneme sahiptir. Uluslararası standartlara uygun ürünler daha kolay ihraç edilerek pazarda rekabet gücünü artırır. Böylelikle deniz aşırı ülkelere ticaret ve pazarlara erişim sağlanabilmesi mümkün olur. Standartlar ayrıca, sürecin keskin sınırlarını çizdiğinden kişisel yoruma fırsat tanımaz. Tasarım aşamasından nihai ürüne kadar olan süreci kolaylaştırır ve maliyeti azaltır. Bu şekilde daha hızlı tasarlanıp üretilen parçalar, pazara daha çabuk ulaşma potansiyeline sahiptir. Standart ürünlerin diğer parçalarla uyumu iyidir. Üretim süreci planlı olduğundan daha az atık ve hurda malzeme oluşur.

Standardizasyon kuruluşları, standartların ve sertifikaların geliştirilmesi ve uygulanması için resmi olarak tanınan kuruluşlardır. Bu kuruluşlar, ulusal, bölgesel ve uluslararası standardizasyon kuruluşları olmak üzere başlıca üç gruptadır. Ulusal Standardizasyon Kuruluşları bölgesel ve uluslararası sistemler içinde genellikle ülke başına bir üye olmak üzere standart geliştirme için ulusal erişim noktalarıdır. Türkiye’de Türk Standartları Enstitüsü (TSE)

ulusal standardizasyon kuruluşlarına örnek verilebilir. Standardizasyon kuruluşlarının bölgesel düzeyi, birkaç üye ülkeden (örn. Avrupa Birliği) oluşan bir bölge içinde çalışır. Bu ülkeler, tek bir pazarı paylaşarak ticaret yaparak iş yürütür. Standardizasyon kuruluşlarının uluslararası düzeyi, gönüllü, fikir birliğine dayalı, pazarla ilgili standartlar geliştiren Uluslararası Standardizasyon Örgütü (International Standardisation Organization, ISO), Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (International Electrotechnic Committee, IEC) ve Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunication Union) şeklinde üç bağımsız kuruluştan oluşur [1].

## 2. Eklemeli İmalat Standardizasyon Faaliyetlerini Yürüten Kuruluşlar ve Standardizasyon Faaliyetleri

Eklemeli imalatta standardizasyon ve belgelendirme konusunda çalışan kuruluşların başında ASTM International, CEN ve ISO gelmektedir. ASTM International merkezi West Conshohocken, PA, ABD'de bulunur. 1898'de Pennsylvania'da, kimyager Charles Benjamin Dudley önderliğinde bir grup demiryolu mühendisi ve bilim adamı tarafından hızla büyüyen demiryolu endüstrisinde sık sık yaşanan ray kırılmalarına çözüm bulmak için kurulmuştur. Kurulduğunda “American Society for Testing and Materials” olarak adlandırılan kuruluş, 2001 yılında adını “ASTM International” olarak değiştirmiştir. Dernek, kullanıcı, üretici, tüketici, akademisyen ve danışman olarak sınıflandırılan 30.000'den fazla üyeye sahiptir. CEN, Elektroteknoloji (CENELEC) ve telekomünikasyon (ETSI) dışındaki tüm ekonomik faaliyet alanlarında Avrupa Standartlarının planlanması, hazırlanması ve benimsenmesi için Direktif 98/34/EC'ye göre tanınan tek Avrupa kuruluşudur. Avrupa Standartları ve teknik özelliklerinin önemli bir sağlayıcısıdır. Üye ülkeler arasında Avrupa Birliği'nden (AB) 27 ülke, Avrupa Serbest Ticaret Birliği'nden (EFTA) 3 ülke (İzlanda, Norveç ve İsviçre), eski Yugoslav Makedonya Cumhuriyeti (FYROM), Türkiye ve Birleşik Krallık bulunmaktadır. Hırvat standartlar enstitüsü (HZN) de CEN/CENELEC ağının bir parçasıdır [2]. Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) ise 1946 yılında 25 ülkeden delegeler tarafından kurulmuş ve 1947 yılında faaliyete geçmiştir [3].

İlk eklemeli imalat standart teknik komitesi ASTM F42, 2009 yılında ASTM International bünyesinde oluşturulmuştur. Komitenin 725'in üzerinde üyesi (ABD dışından 154) ve dokuz teknik alt komitesi vardır. Alt komiteler bağımsız olarak 40'tan fazla belge geliştirerek ISO ile işbirliği yapılmıştır [4]. CEN/TC 438 "Eklemeli İmalat" komitesi, eklemeli imalat sürecini, süreç akışını (donanım ve yazılım), test prosedürlerini, çevresel sorunları, kalite parametrelerini, tedarik sözleşmelerini, temel ilkeleri ve sözlükleri standart hale getirmek için 2015 yılında kurulmuştur. CEN/TC 438, Avrupa'da eklemeli imalat standartlarını geliştirmek ve uygulamak için ISO/TC 261 ve ASTM F42 ile işbirliği yapmaktadır. AM sektörlerinde 12 belge yayınlamış ve 29 çalışma programı geliştirmiştir [5]. ISO teknik komitesi ISO/TC261, eklemeli imalat standardizasyonu ile ilgili faaliyetler için Alman Standardizasyon Enstitüsü'nün (DIN) VDI Yönergelerine (Verein Deutscher Ingenieure/ Alman Mühendisler Birliği) dayalı olarak 2011 yılında kurulmuştur [6].

Uluslararası bu kuruluşların eklemeli imalat konusunda son yıllarda standartlaştırma faaliyetlerine yoğunlaşmalarının sebebi eklemeli imalatın oldukça yeni ve popüler üretim

teknikleri arasında yer almasından kaynaklanmaktadır. ASTM'nin Eklemeli İmalat Teknolojisi standartlarının amaçları arasında, endüstri bilgisini artırmak, araştırmaya teşvik etmek ve teknolojinin uygulanmasını sağlamak vardır. ASTM'nin uygulama, tasarım, malzeme ve teknoloji, terminoloji ve test metotları başlıkları altında çeşitli standartları Çizelge 1'de yer almaktadır [2].

Çizelge 1. ASTM/ISO eklemeli imalat standartları [4].

Uygulama
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO/ASTM52942-20 Additive manufacturing — Qualification principles — Qualifying machine operators of laser metal powder bed fusion machines and equipment used in aerospace applications</li> <li>• ISO/ASTM52941-20 Additive manufacturing — System performance and reliability — Acceptance tests for laser metal powder-bed fusion machines for metallic materials for aerospace application</li> <li>• F3456-22 Standard Guide for Powder Reuse Schema in Powder Bed Fusion Processes for Medical Applications for Additive Manufacturing Feedstock Materials</li> <li>• F3572-22 Standard Practice for Additive Manufacturing – General Principles – Part Classifications for Additive Manufactured Parts Used in Aviation</li> <li>• F3554-22 Standard Specification for Additive Manufacturing – Finished Part Properties – Grade 4340 (UNS G43400) via Laser Beam Powder Bed Fusion for Transportation Applications</li> </ul>
Tasarım
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO/ASTM52911-2-19 Additive manufacturing — Design — Part 2: Laser-based powder bed fusion of polymers</li> <li>• ISO/ASTM52911-1-19 Additive manufacturing — Design — Part 1: Laser-based powder bed fusion of metals</li> <li>• F2915-12 Standard Specification for Additive Manufacturing File Format (AMF) Version 1.1 (Withdrawn 2013)</li> <li>• ISO/ASTM52950-21 Additive manufacturing — General principles — Overview of data processing</li> <li>• ISO/ASTM52915-20 Specification for additive manufacturing file format (AMF) Version 1.2</li> <li>• ISO/ASTM52910-18 Additive manufacturing — Design — Requirements, guidelines and recommendations</li> <li>• F3413-19e1 Guide for Additive Manufacturing — Design — Directed Energy Deposition</li> <li>• F3530-22 Standard Guide for Additive Manufacturing — Design — Post-Processing for Metal PBF-LB</li> <li>• F3529-21 Guide for Additive Manufacturing — Design — Material Extrusion of Polymers</li> </ul>
Malzeme ve Teknoloji
<ul style="list-style-type: none"> <li>• F3187-16 Standard Guide for Directed Energy Deposition of Metals</li> <li>• F3184-16 Standard Specification for Additive Manufacturing Stainless Steel Alloy (UNS S31603) with Powder Bed Fusion</li> <li>• ISO/ASTM52901-16 Standard Guide for Additive Manufacturing – General Principles – Requirements for Purchased AM Parts</li> <li>• ISO/ASTM52903-2-20 Additive manufacturing — Material extrusion-based additive manufacturing of plastic materials — Part 2: Process equipment</li> <li>• ISO/ASTM52904-19 Additive Manufacturing – Process Characteristics and Performance: Practice for Metal Powder Bed Fusion Process to Meet Critical Applications</li> <li>• F3302-18 Standard for Additive Manufacturing – Finished Part Properties – Standard Specification for Titanium Alloys via Powder Bed Fusion</li> <li>• F3213-17 Standard for Additive Manufacturing – Finished Part Properties – Standard Specification for Cobalt-28 Chromium-6 Molybdenum via Powder Bed Fusion</li> <li>• F3301-18a Standard for Additive Manufacturing – Post Processing Methods – Standard Specification for Thermal Post-Processing Metal Parts Made Via Powder Bed Fusion</li> <li>• F3318-18 Standard for Additive Manufacturing – Finished Part Properties – Specification for AlSi10Mg with Powder Bed Fusion – Laser Beam</li> <li>• F2924-14(2021) Standard Specification for Additive Manufacturing Titanium-6 Aluminum-4 Vanadium with Powder Bed Fusion</li> <li>• F3001-14(2021) Standard Specification for Additive Manufacturing Titanium-6 Aluminum-4 Vanadium ELI (Extra Low Interstitial) with Powder Bed Fusion</li> <li>• F3049-14(2021) Standard Guide for Characterizing Properties of Metal Powders Used for Additive Manufacturing Processes</li> <li>• F3091/F3091M-14(2021) Standard Specification for Powder Bed Fusion of Plastic Materials</li> <li>• F3056-14(2021) Standard Specification for Additive Manufacturing Nickel Alloy (UNS N06625) with Powder Bed Fusion</li> <li>• F3055-14a(2021) Standard Specification for Additive Manufacturing Nickel Alloy (UNS N07718) with Powder Bed Fusion</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO/ASTM52930-21 Additive manufacturing — Qualification principles — Installation, operation and performance (IQ/OQ/PQ) of PBF-LB equipment</li> <li>• ISO/ASTM52903-1-20 Additive manufacturing — Material extrusion-based additive manufacturing of plastic materials — Part 1: Feedstock materials</li> <li>• ISO/ASTM52925-22 Additive manufacturing of polymers — Feedstock materials — Qualification of materials for laser-based powder bed fusion of parts</li> </ul>
<p><b>Terminoloji</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• F2792-12a Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies, (Withdrawn 2015)</li> <li>• ISO/ASTM52900-21 Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary</li> </ul>
<p><b>Test Metotları</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO/ASTM52902-19 Additive manufacturing — Test artifacts — Geometric capability assessment of additive manufacturing systems</li> <li>• ISO/ASTM52907-19 Additive manufacturing — Feedstock materials — Methods to characterize metallic powders</li> <li>• F2971-13(2021) Standard Practice for Reporting Data for Test Specimens Prepared by Additive Manufacturing</li> <li>• ISO/ASTM52921-13(2019) Standard Terminology for Additive Manufacturing—Coordinate Systems and Test Methodologies</li> <li>• F2921-11e3 Standard Terminology for Additive Manufacturing—Coordinate Systems and Test Methodologies (Withdrawn 2013)</li> <li>• F3122-14(2022) Standard Guide for Evaluating Mechanical Properties of Metal Materials Made via Additive Manufacturing Processes</li> <li>• F3571-22 Standard Guide for Additive Manufacturing – Feedstock – Particle Shape Image Analysis by Optical Photography to Identify and Quantify the Agglomerates/Satellites in Metal Powder Feedstock</li> <li>• F3606-22 Standard Guide for Additive Manufacturing — Feedstock Materials — Testing Moisture Content in Powder Feedstock</li> </ul>

Çizelge 2. ISO/TC261 eklemeli imalat standartları [5].

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO/ASTM AWI 52953 Additive Manufacturing for metals — General Principles — Registration of geometric data acquired from process-monitoring and for quality control</li> <li>• ISO/ASTM DTR 52952 Additive Manufacturing of metals — Feedstock materials — Correlating of rotating drum measurement with powder spreadability in PBF-LB machines</li> <li>• ISO/ASTM 52950:2021 Additive manufacturing — General principles — Overview of data processing</li> <li>• ISO/ASTM AWI 52948 Additive manufacturing for metals — Non-destructive testing and evaluation — Imperfections classification in PBF parts</li> <li>• ISO/ASTM DIS 52945 Additive manufacturing for automotive — Qualification principles — Generic machine evaluation and specification of key performance indicators for PBF-LB/M processes</li> <li>• ISO/ASTM CD 52943-2 Additive manufacturing for aerospace — Process characteristics and performance — Part 2: Directed energy deposition using wire and arc</li> <li>• ISO/ASTM 52942:2020 Additive manufacturing — Qualification principles — Qualifying machine operators of laser metal powder bed fusion machines and equipment used in aerospace applications</li> <li>• ISO/ASTM 52941:2020 Additive manufacturing — System performance and reliability — Acceptance tests for laser metal powder-bed fusion machines for metallic materials for aerospace application</li> <li>• ISO/ASTM CD 52940 Additive manufacturing of ceramics — Feedstock materials — Characterization of ceramic slurry in vat photopolymerization</li> <li>• ISO/ASTM DIS 52939 Additive Manufacturing for construction — Qualification principles — Structural and infrastructure elements</li> <li>• ISO/ASTM AWI 52938-1 Additive manufacturing of metals — Environment, health and safety — Part 1: Safety requirements for PBF-LB machines</li> <li>• ISO/ASTM 52936-1 Additive manufacturing of polymers — Qualification principles — Part 1: General principles and preparation of test specimens for PBF-LB</li> <li>• ISO/ASTM DIS 52935 Additive manufacturing of metals – Qualification principles – Qualification of AM coordination personnel</li> <li>• ISO/ASTM AWI 52933 Additive manufacturing — Environment, health and safety — Consideration for the reduction of hazardous substances emitted during the operation of the non-industrial ME type 3D printer in workplaces, and corresponding test method</li> <li>• ISO/ASTM 52931 Additive manufacturing of metals — Environment, health and safety — General principles for use of metallic materials</li> <li>• ISO/ASTM TS 52930:2021 Additive manufacturing — Qualification principles — Installation, operation and performance (IQ/OQ/PQ) of PBF-LB equipment</li> <li>• ISO/ASTM AWI 52929 Additive manufacturing of metals — Powder bed fusion — Presentation of material properties in material data sheets</li> <li>• ISO/ASTM DIS 52928 Additive manufacturing of metals— Feedstock materials — Powder life cycle management</li> </ul>
--

- ISO/ASTM DIS 52927 Additive manufacturing — General principles — Main characteristics and corresponding test methods
- ISO/ASTM DIS 52926-5 Additive Manufacturing of metals — Qualification principles — Part 5: Qualification of operators for DED-Arc
- ISO/ASTM DIS 52926-4 Additive Manufacturing of metals — Qualification principles — Part 4: Qualification of operators for DED-LB
- ISO/ASTM DIS 52926-3 Additive Manufacturing of metals — Qualification principles — Part 3: Qualification of operators for PBF-EB
- ISO/ASTM DIS 52926-2 Additive Manufacturing of metals — Qualification principles — Part 2: Qualification of operators for PBF-LB
- ISO/ASTM DIS 52926-1 Additive Manufacturing of metals — Qualification principles — Part 1: General qualification of operators
- ISO/ASTM 52925:2022 Additive manufacturing of polymers — Feedstock materials — Qualification of materials for laser-based powder bed fusion of parts
- ISO/ASTM DIS 52924 Additive manufacturing of polymers — Qualification principles — Classification of part properties
- ISO/ASTM 52921:2013 Standard terminology for additive manufacturing — Coordinate systems and test methodologies
- ISO/ASTM DIS 52920 Additive manufacturing — Qualification principles — Requirements for industrial additive manufacturing processes and production sites
- ISO/ASTM AWI 52919 Additive manufacturing — Qualification principles — Test method for sand molds for metal casting
- ISO/ASTM CD TR 52918 Additive manufacturing — Data formats — File format support, ecosystem and evolutions
- ISO/ASTM TR 52917:2022 Additive manufacturing — Round robin testing — General guidelines
- ISO/ASTM TR 52916:2022 Additive manufacturing for medical — Data — Optimized medical image data
- ISO/ASTM 52915:2020 Specification for additive manufacturing file format (AMF) Version 1.2
- ISO/ASTM DTR 52913-1 Additive manufacturing — Feedstock materials — Part 1: Parameters for characterization of powder flow properties
- ISO/ASTM TR 52912:2020 Additive manufacturing — Design — Functionally graded additive manufacturing
- ISO/ASTM FDIS 52911-3 Additive manufacturing — Design — Part 3: PBF-EB of metallic materials
- ISO/ASTM 52911-2:2019 Additive manufacturing — Design — Part 2: Laser-based powder bed fusion of polymers
- ISO/ASTM 52911-1:2019 Additive manufacturing — Design — Part 1: Laser-based powder bed fusion of metals
- ISO/ASTM DIS 52910 Additive manufacturing — Design — Requirements, guidelines and recommendations
- ISO/ASTM 52910:2018 Additive manufacturing — Design — Requirements, guidelines and recommendations
- ISO/ASTM 52909:2022 Additive manufacturing of metals — Finished part properties — Orientation and location dependence of mechanical properties for metal powder bed fusion
- ISO/ASTM DIS 52908 Additive manufacturing of metals — Finished Part properties — Post-processing, inspection and testing of parts produced by powder bed fusion
- ISO/ASTM 52907:2019 Additive manufacturing — Feedstock materials — Methods to characterize metal powders
- ISO/ASTM TR 52906:2022 Additive manufacturing — Non-destructive testing — Intentionally seeding flaws in metallic parts
- ISO/ASTM DTR 52905 Additive manufacturing of metals — Non-destructive testing and evaluation — Defect detection in parts
- ISO/ASTM DIS 52904 Additive manufacturing of metals — Process characteristics and performance — Metal powder bed fusion process to meet critical applications
- ISO/ASTM 52904:2019 Additive manufacturing — Process characteristics and performance — Practice for metal powder bed fusion process to meet critical applications
- ISO/ASTM 52903-2:2020 Additive manufacturing — Material extrusion-based additive manufacturing of plastic materials — Part 2: Process equipment
- ISO/ASTM 52903-1:2020 Additive manufacturing — Material extrusion-based additive manufacturing of plastic materials — Part 1: Feedstock materials
- ISO/ASTM DIS 52902 Additive manufacturing — Test artifacts — Geometric capability assessment of additive manufacturing systems
- ISO/ASTM 52902:2019 Additive manufacturing — Test artifacts — Geometric capability assessment of additive manufacturing systems
- ISO/ASTM 52901:2017 Additive manufacturing — General principles — Requirements for purchased AM parts
- ISO/ASTM 52900:2021 Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary
- ISO/AWI 27548 Additive manufacturing of plastics — Environment, health and safety — Test method for determination of particle and chemical emission rates from desktop 3D printer material extrusion
- ISO 27547-1:2010 Plastics — Preparation of test specimens of thermoplastic materials using mouldless technologies — Part 1: General principles, and laser sintering of test specimens
- ISO 17296-3:2014 Additive manufacturing — General principles — Part 3: Main characteristics and corresponding test methods



- ISO 17296-2:2015 Additive manufacturing — General principles — Part 2: Overview of process categories and feedstock
- ISO 17295 Additive manufacturing — General principles — Part positioning, coordinates and orientation

### 3. Sonuç

Üretim süreçlerinde standartlar, üretilen parçaların teknik özelliklerine ilişkin ilkeleri, kuralları ve yönergeleri içeren belgelerdir. Dahası, standartlaştırılmış bir yaklaşım kullanmak, genellikle ISO standartları gibi belirlenmiş standartları ve belgelendirme gerekliliklerini takip etmeyi gerektirir. Bir dizi yönerge ve uygulamalar kullanılarak elde edilen tutarlı sonuçlara odaklanır. Standartlar verimliliği, tüketici güvenini ve ürünlere olan güveni artırmada önemli bir rol oynayarak pazara sunma süresinin kısalmasını ve yeniden test etme veya yeniden belgelendirmeden kaynaklanan maliyetin azalmasını sağlar. Bu, özellikle yeni teknolojilerin, malzemelerin, süreçlerin ve uygulamaların sürekli geliştiği eklemeli imalat için de önemlidir. Bu çalışmada özellikle ASTM ve ISO kapsamında standartları belirlenen eklemeli imalat uygulamalarına yer verilmiştir. Eklemeli imalatın günden güne gelişimiyle birlikte yeni standardizasyon faaliyetlerine ihtiyaç duyulacaktır.

### 4. Kaynakça

- [1] <https://www.ag5.com/benefits-of-standardization-in-manufacturing/> Erişim tarihi 23/12/2022
- [2] <https://www.astm.org> Erişim tarihi 23/12/2022
- [3] <https://www.iso.org/home.html> Erişim tarihi 23/12/2022
- [4] <https://www.astm.org/products-services/standards-and-publications/standards/additive-manufacturing-standards.html> Erişim tarihi 23/12/2022
- [5] <https://standards.iteh.ai/catalog/tc/cen/cd315955-c452-4de8-8970-7dda768fcad6/cen-tc-438> Erişim tarihi 23/12/2022
- [6] <https://www.iso.org/committee/629086.html> Erişim tarihi 23/12/2022



## FEMTOSECOND LASER NONLINEAR OPTICAL EFFECTS FOR TiO<sub>2</sub>@Zr NANOALLOYS IN LIQUIDS

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin Gündoğdu<sup>1,2,\*</sup>, Prof. Dr. Hamdi Şükür Kılıç<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>University of Selçuk, Department of Computer Technologies, Kadınhanı Faik İçil Vocational High School, Konya, Turkey- ORCID ID [0000-0003-2020-9533](https://orcid.org/0000-0003-2020-9533)

<sup>2</sup>University of Selçuk, Department of Physics, Faculty of Science, Konya, Turkey ORCID ID [0000-0002-7546-4243](https://orcid.org/0000-0002-7546-4243)

<sup>3</sup>University of Selçuk, Directorate of Laser Induced Proton Therapy Application and Research Center, Konya,

\*corrospoding e-mail: [yasemingundogdu@selcuk.edu.tr](mailto:yasemingundogdu@selcuk.edu.tr)

### ABSTRACT

In this study, nanoparticle production has been carried out in dimethylformamide (DMF) using laser ablation method with the help of femtosecond (fs) laser pulses from TiO<sub>2</sub> and TiZr targets. The optical properties of the produced nanoparticles have been investigated from the viewpoint of linear (conventional) and nonlinear optics. Linear optical properties have been investigated in the region from 250 nm to 900 nm by UV-Vis-IR spectroscopic technique and it has been observed that the absorbance rate is higher in UV region than that in IR region. The photon energy band gap value of TiO<sub>2</sub>@Zr structure obtained by using Tauc equation has been calculated as 2.6 eV. Fs laser has been used both in nanoparticle production and in the z-scan experiment system. In z-scan experiments based on fs laser pulses, the nonlinear absorbance ( $\beta$ ) value has been determined as  $-1.541 \times 10^{-10}$  cm/W, and the nonlinear refractive index ( $n_2$ ) has been determined as  $-4.262 \times 10^{-15}$  cm<sup>2</sup>/W. At the same time, the third order susceptibility value has been measured as  $1.373 \times 10^{-13}$  esu.

**Keywords:** TiO<sub>2</sub>@Zr, z-scan, nonlinearity, femtosecond, laser ablation

### 1. INTRODUCTION

Titanium (Ti) is a well-known and very commonly used biocompatible material. TiO<sub>2</sub> is also commonly used as a transparent semiconductor material for photonics applications. This material is also very good biocompatible material [1]. On the other hand, Zirconium (Zr) is a chemical element with atomic number 40 based on zircon mineral. It is a transition metal and mainly used as a refractory and opacifier, although small amounts are used as an alloying agent for its strong resistance to corrosion [2]. Zr forms a variety of inorganic (ZrO<sub>2</sub>) and organometallic (ZrCl<sub>2</sub>) compounds. Zr material can reacts exothermically with several chemicals, such as; fluorine, chlorine, bromine, iodine and halo-carbons, including carbon



third-order nonlinear optical susceptibilities, respectively. These equations have been written as the polarization depends on the laser field intensity at any time  $t$  [9].

The aim of this study is to determine  $\chi^{(3)}$  third-order nonlinear optical susceptibility, which is responsible on the interactions of an intense laser field with both centrosymmetric and noncentrosymmetric media, for materials under investigation [8-12].  $\chi^{(3)}$  third-order nonlinear optical susceptibility in third term of eq.(1) gives us some opportunities to investigate and get some conclusion about materials for interpretation the data obtained based on Optical Kerr Effects(OKE), Third Harmonic Generation (THG), Self/Cross Phase Modulation (SPM/XPM), Four Wave Mixing (FWM), Stimulated Raman Scattering (SRS) as well as Z-Scan Technique. As this  $\chi^{(3)}$  proportionality constant for each material gives us some important data when we get it from z-scan experiment such as imaginary part  $\chi_{im}^{(3)}$  and real part  $\chi_{Re}^{(3)}$  of third-order nonlinear optical susceptibility  $\chi^{(3)}$  of any material determine nonlinear absorption  $\beta$  and refraction  $n_2$  indices in materials which are the most important properties for investigation of nonlinear optical properties of materials. Imaginary part  $\chi_{im}^{(3)}$  and real part  $\chi_{Re}^{(3)}$  of third-order nonlinear optical susceptibility  $\chi^{(3)}$  as well as nonlinear absorption  $\beta$  and refraction  $n_2$  indices of material under investigation have been obtained by fitting experimental data from open and closed apertures data to eq.(3) and eq.(4) using MATLAB codes, respectively.

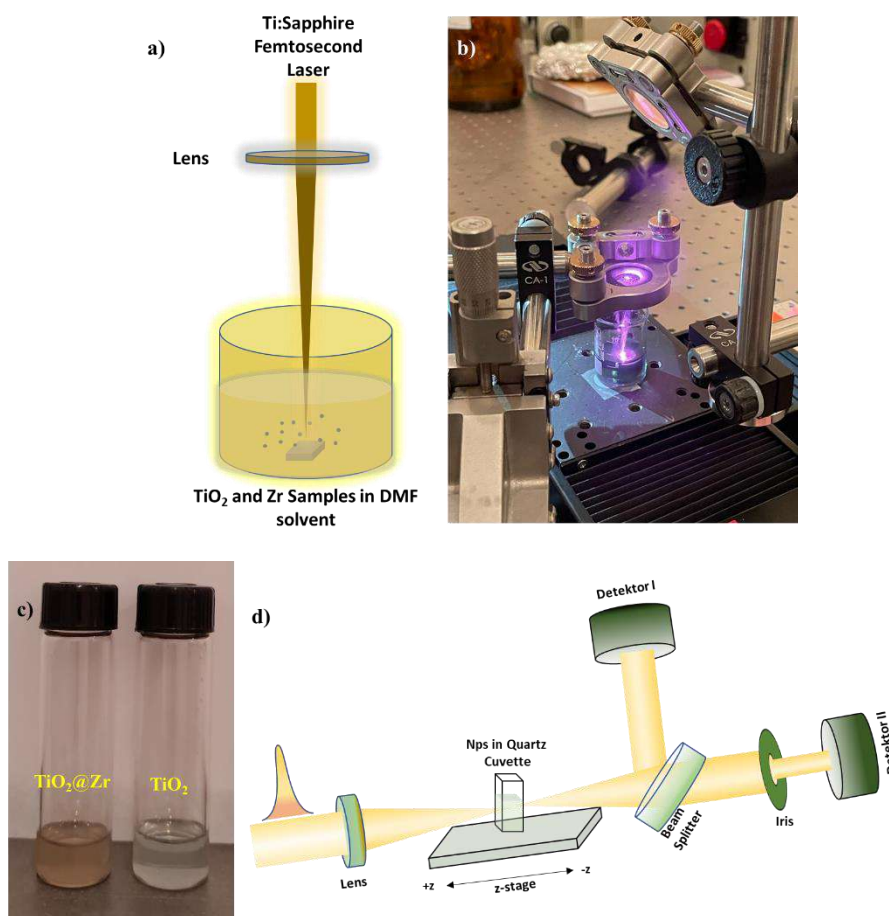
According to the author's knowledge, there is no work reported about the investigation of nonlinear optical properties of  $\text{TiO}_2@\text{Zr}$  material and this situation has motivated us to study this material to determine whether  $\text{TiO}_2@\text{Zr}$  is an useful materials on the photonics purposes.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. $\text{TiO}_2@\text{Zr}$ Nanoparticle Production with Femtosecond Laser Ablation Method

In this study, nanoparticle (NP) production was carried out by laser ablation in DMF in a 10 ml beaker using  $\text{TiO}_2$  and  $\text{TiZr}$  targets with dimensions of 5mm X 5 mm and thickness of 5 mm. The beaker and targets were cleaned before samples were exposed to laser ablation. The beaker was filled with 5 ml of dimethylformamide (DMF) and each target was exposed to laser ablation separately. In this study, laser ablation study in DMF is due to a very low agglomeration. Laser parameters were adjusted as the same for each sample. These parameters were adjusted using a femtosecond laser system with a laser wavelength of 800 nm, a repetition rate of 1 kHz and a focusing distance of 11 cm. Each of targets was irradiated with a fs laser for 30 minutes in DMF and forms of NPs obtained for  $\text{TiO}_2$  and  $\text{TiZr}$  as a result of irradiation are shown in figure

1a and figure 1b. The parameters used here were carried out in line with the information available in literature reported by different authors elsewhere [13-15].



**Figure 1.** Nanocomposite  $\text{TiO}_2@Zr$  a) laser ablation-based production representation, b) Fs laser ablation on target, c) produced  $\text{TiO}_2@Zr$  nanocomposite and  $\text{TiO}_2$  nanoparticle, d) z-scan experimental set-up

## 2.2. Nonlinearity of $\text{TiO}_2@Zr$ Nanoparticles in DMF Solution

In this study, fs laser system was used both in laser ablation NP production and in the determination of nonlinear optical properties with z-scan. Fs laser z-scan experimental setup is given in figure 1d. Here, a laser beam with a wavelength of 800 nm at 1 kHz and a pulse duration of 90 fs was applied along the z-axis on the sample previously produced by laser ablation using a 50 cm lens. All obtained results are given in details.

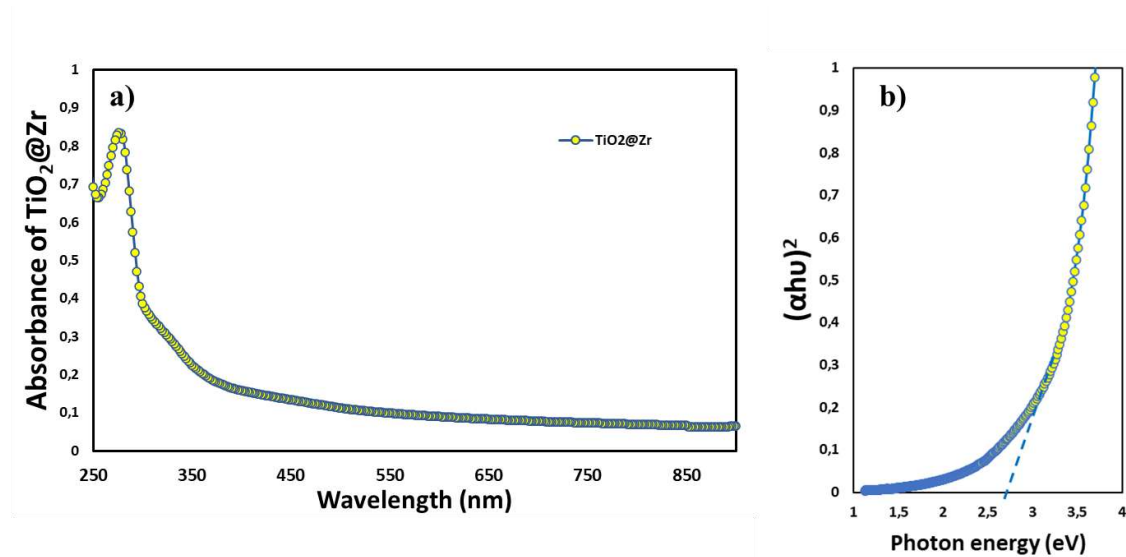
## 3. RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1. Linear Absorbance of $\text{TiO}_2@Zr$ Nanoparticles

Linear and nonlinear optical performances at nanoscale enlarges application areas of materials and opens up new application windows for technologies. Within the scope of this study,

TiO<sub>2</sub>@Zr structure have been produced in ethanol with nanoscale laser ablation method. Linear optical properties of the produced NPs have been revealed by UV-Vis absorption spectroscopy and NLO properties by applying fs laser z-scan technique.

Figure 2a and figure 2b show UV-Vis-IR absorption and photon energy band gap spectra that have been taken to indicate the linear absorption performance of TiO<sub>2</sub>@Zr nanocomposite from 250 nm to 1000 nm. Nanocomposite in this investigation were produced in DMF.



**Figure 2.** TiO<sub>2</sub>@Zr nanocomposite a) absorbance depending on wavelength b) photon energy band gap diagram.

It can be seen that the absorption rate drops from UV to IR ranges in TiO<sub>2</sub>@Zr absorption spectrum (figure 2a). It is seen that the absorption in UV region is stronger than that in IR region. For TiO<sub>2</sub>@Zr nanocomposite, the energy band gap value was calculated using Tauc equation (equation 2). Figures 2b has been plotted and displays as a consequence of utilizing equation 2.

$$(\alpha hv)^2 = A(hv - E_g)^{1/2} \quad (2)$$

In eq.(2),  $hv$  is photon energy value, and both  $A$  and  $hv$  are constants. Energy band gap value,  $E_g$ , is quantified by a Tauc drawn straight line of  $(hv)^2$  plotted versus  $(hv)$ . TiO<sub>2</sub>@Zr nanocomposite has 2.6 eV photon energy band gap value due to equation 2.

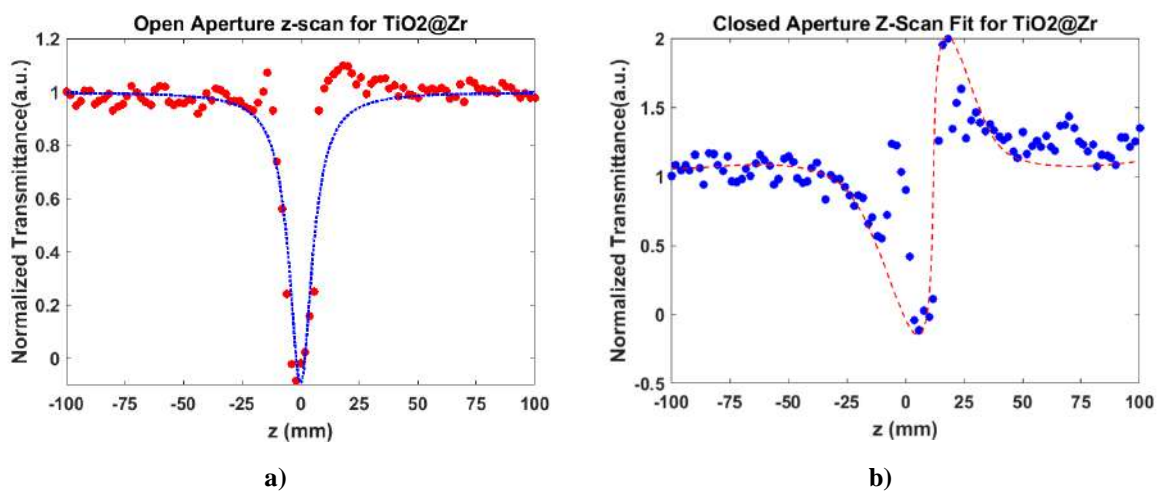
### 3.2. Nonlinear Transmittance of TiO<sub>2</sub>@Zr Nanocomposite

Since the response of samples to detectors determines the position dependency of laser intensity, the open aperture and closed aperture experimental data from sample may be theoretically characterized by performing z-scan curve fitting. Equations (3) and (4) have been

used to fit the experimental data representing transmittance dependent on z-axes for open and closed apertures in z-scan, respectively (figure 3 (a-b)). In order to perform curve fitting the experimental data gathered from open aperture detector to theory, we have used eq.(3)

$$T_{open}(x) = (\beta I_0 L_{eff} / 2.83)(1/x^2) \tag{3}$$

The relative coordinate  $x=z/z_0$ , where  $z_0$  is Rayleigh length,  $\beta$  is the nonlinear absorption coefficient,  $I_0$  is represented as laser intensity,  $L_{eff}$  is equal to  $(1- e^{-L})/\alpha$ , which is symbolized as effective optical path length, and  $\alpha$  is the linear absorption coefficient.



**Figure 3.** TiO<sub>2</sub>@Zr nanocomposite a) open aperture and b) closed aperture data fittings

$T_{closed}(x)$  was explained following equation (4) as closed aperture data fitting;

$$T_{closed}(x) = 1 + (4\Delta\Phi_0 x / (x^2+9)(x^2+1)) \tag{4}$$

where  $\Delta\Phi_0$  is known as phase shift and it is equal to following equation (5);

$$\Delta\Phi_0 = 2\pi / \lambda(n_2 I_0 L_{eff}) \tag{5}$$

The expression for the applied wavelength is given as  $\lambda$ . Open aperture normalized z-scan spectrum for TiO<sub>2</sub>@Zr nanocomposite was fitted using MATLAB cone and results of this fitting performance is represented in figure 3a.

**Table 1.** Nonlinear values using z-scan for TiO<sub>2</sub>@Zr nanocomposite

Name of Sample	Laser Power (mW)	Laser Intensity ( $\times 10^{11}$ W/cm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (abs)	$n_2$ ( $\times 10^{-15}$ cm <sup>2</sup> /W)	$\beta$ ( $\times 10^{-10}$ cm/W)
TiO <sub>2</sub> @Zr	40	9.504	0.15	-4.262	-1.541



Table 1 shows open and closed aperture z-scan data for TiO<sub>2</sub>@Zr nanocomposite at 9.504 x 10<sup>11</sup> W/cm<sup>2</sup> laser intensity. In this study, third order susceptibility ( $\chi^{(3)}$ ) have been determined for nanocomposite structure depending on the real and imaginary parts following equations (6), (7) and (8);

$$ReX^{(3)}(esu) = 10^{-4} \frac{\epsilon_0 c^2 n_0^2}{\pi} n_2 \tag{6}$$

$$ImX^{(3)}(esu) = 10^{-2} \frac{\epsilon_0 c^2 n_0^2 \lambda}{4\pi^2} \beta \tag{7}$$

$$|X^{(3)}| = \left[ (Re(X^{(3)}))^2 + (Im(X^{(3)}))^2 \right]^{1/2} \tag{8}$$

For these equations,  $\epsilon_0$  is the vacuum permittivity value and v is the light velocity, respectively. All obtained  $\chi^{(3)}$  values for nanocomposites are given in table 2.

**Table 2.** Third order susceptibilities real and imaginary parts TiO<sub>2</sub>@Zr nanocomposite

Name of Sample	<i>Re</i> ( $\chi^{(3)}$ ) esu	<i>Im</i> ( $\chi^{(3)}$ ) esu	$\chi^{(3)}$ (esu)
TiO <sub>2</sub> @Zr	-5.961 x 10 <sup>-15</sup>	-1.371 x 10 <sup>-13</sup>	1.373 x 10 <sup>-13</sup>

#### 4. CONCLUSION

Due to their distinctive optical characteristics compared to their bulk structure, nanoforms of materials for spectacular optical application especially in UV-Visible region have a great attraction of a massive number of research. The characteristics of metal NPs as a component of some alloys shows very much different behaviours than that of itself alone. Ti and Zr materials are frequently used in implant technology due to their biocompatibility with tissues, resistance to corrosion and stoichiometric compatibility. TiO<sub>2</sub>@Zr structure in binary alloy structure is also used in semiconductor technology. Understanding the behaviour of mixed oxide solid state features including band gap and conduction type is essential to enhance related application performance of TiO<sub>2</sub>@Zr. In this study, nonlinear optical properties of TiO<sub>2</sub>@Zr nanocomposite have been measured and analysed by courtesy of fs laser z-scan technique. According to laser intensity, the third order nonlinear susceptibility has been determined as ~10<sup>-13</sup> esu.

## Acknowledgement

- Selçuk University Scientific Research Project (BAP) Coordination for the support with the number 13301022 project.
- Selçuk University, High Technology Research and Application Center (İL-TEK) and SULTAN Center for infrastructures.

## REFERENCES

1. Menazea, A. and N.S. Awwad, *Antibacterial activity of TiO<sub>2</sub> doped ZnO composite synthesized via laser ablation route for antimicrobial application*. Journal of Materials Research and Technology, 2020. **9**(4): p. 9434-9441.
2. Mahmoud, A.K., et al., *Synthesis of zirconia nanoparticles in distilled water solution by laser ablation technique*. Journal of Materials Science and Engineering. B, 2013. **3**(6B).
3. Huang, D., K. Venkatachari, and G.C. Stangle, *Influence of yttria content on the preparation of nanocrystalline yttria-doped zirconia*. Journal of materials research, 1995. **10**(3): p. 762-773.
4. Davar, F. and M.R. Loghman-Estarki, *Synthesis and optical properties of pure monoclinic zirconia nanosheets by a new precursor*. Ceramics International, 2014. **40**(6): p. 8427-8433.
5. Bärsch, N., et al., *Pure colloidal metal and ceramic nanoparticles from high-power picosecond laser ablation in water and acetone*. Nanotechnology, 2009. **20**(44): p. 445603.
6. Huang, C., et al., *Electrochemical and biocompatibility response of newly developed TiZr-based metallic glasses*. Materials Science and Engineering: C, 2014. **43**: p. 343-349.
7. Powers, P.E. and J.W. Haus, *Fundamentals of nonlinear optics*. 2017: CRC press.
8. Armstrong, J., et al., *Interactions between light waves in a nonlinear dielectric*. Physical review, 1962. **127**(6): p. 1918.
9. Li, C., *Nonlinear optics*. Principles and Applications, 2017.
10. Renk, K.F., *Basics of laser physics*. 2012: Springer.
11. Pálfalvi, L., et al., *A general Z-scan theory*. Applied Physics B, 2009. **97**(3): p. 679-685.
12. Gu, B., et al., *Z-scan theory for material with two-and three-photon absorption*. Optics express, 2005. **13**(23): p. 9230-9234.
13. Gündoğdu, Y., et al., *Femtosecond laser ablation synthesis of nanoparticles and nano-hybrides in ethanol medium*. Materials Today: Proceedings, 2019. **18**: p. 1803-1810.
14. Sariipek, F.B., Y. Gündoğdu, and H.Ş. KILIÇ, *Third order optical nonlinear properties of gold (Au) nanoparticles synthesized by green laser ablation in bio-based Poly ( $\epsilon$ -caprolactone) solution*. Optical Materials, 2022. **129**: p. 112556.
15. Şükür KILIÇ, H., et al., *Cu<sub>2</sub>SnS<sub>3</sub> (CTS) Nanoparticle Production with Laser Ablation Method and Nonlinear Optical Properties*.

# EFFECT of Ce-Al CO-DOPING ON THE SURFACE, ELECTRICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF SOL-GEL DERIVED ZnO THIN FILMS

Assoc. Prof. Dr. SENİYE KARAKAYA <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Physics, Faculty of Sciences, Eskişehir Osmangazi University - ORCID ID

## ABSTRACT:

Zinc oxide (ZnO) films have been an active area of research due to their potential application in solar cells, gas sensors and optoelectronic devices. The electrical and optical properties of ZnO can be enhanced by convenient doping. Particularly, electrical conductivity of such films can be increased by doping such as Al<sup>+3</sup>, In<sup>+3</sup>, Ga<sup>+3</sup> B<sup>+3</sup>. In this study, undoped and Ce-Al co-doped ZnO films which can be commonly used in opto-electronic devices and photovoltaic solar cells will be obtained by using sol-gel spin coating technique and optical, electrical and surface properties of the films will be investigated. The optical properties of ZnO:Ce:Al films will be analyzed and the optical band gaps of the films will be determined by using optical absorption spectra. The surface topographies of the films in two and three dimensions and surface roughness will be examined by Atomic Force Microscope (AFM). The electrical resistivity of ZnO:Ce:Al will be measured by four-point probe.

**Keywords:** ZnO:Ce:Al films, Sol-gel Spin Coating Technique, AFM.

## 1. INTRODUCTION

The properties of a semiconductor can be considerably modified by doping. For ZnO, doping was an efficient approach to control conductivity and improve optical transparency [1]. n-type ZnO can be prepared by doping with the group IIIB elements like Al, B, Ga, and In, which act as shallow donors. Out of these, Al is the most common donor to obtain n-type ZnO. Al doped ZnO films have numerous applications such as highly sensitive gas sensors, catalytic activities and in optoelectronic devices [2,3].

Recently, the ZnO nanostructures doped with rare earth elements such as Ce [4], La [5], and Eu [6] have achieved much attention for biological tagging as well as optoelectronic applications due to their unique optical properties. Most of all, the Ce element possessing a unique optical

characteristic may be an ideal material for visible light-emitting phosphors in display, high-power laser, and light-emitting diode [7].

In this study; The aim of this study is to produce and characterize ZnO:Ce:Al films, which have started to attract attention with their photocatalytic applications as well as being used as transparent front contact in solar cells.

Besides single-doping of elements, co-doping appears to be an effective strategy for modifying wide-bandgap semiconductors.

Since Al and Ce both play major roles as a separate dopant in ZnO, their simultaneous presence may thus exhibit some particularly interesting aspects in terms of altered optoelectronic properties that have not been reported so far. In literature, A. Sharma, A. Kumawat, S. Chattopadhyay et al. are studied the impact of Al and Ce co-doping in ZnO nanoparticles obtained by sol-gel coprecipitation [8].

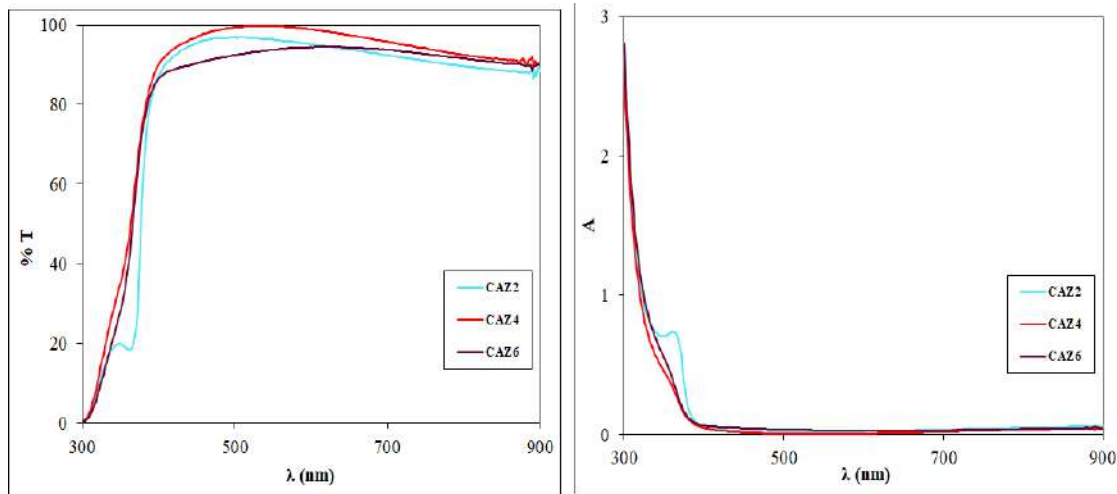
## 2. EXPERIMENTAL DETAILS of ZnO:Ce:Al FILMS

ZnO:Ce:Al (CAZ) films were produced by solgel spin coating technique. Zinc acetate dihydrate (ZAD,  $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), aluminum nitrate nonahydrate (ANN,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ), Cerium(III) nitrate hexahydrate ( $\text{CeH}_{12}\text{N}_3\text{O}_{15}$ ), isopropanol (IPA, 2-propanol) and monoethanolamine (MEA,  $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}$ ) were used as Zn source, Al source, Ce source, solvent and stabilizer, respectively. Optical, surface and electrical properties of CAZ films were examined in detail with appropriate analysis techniques. In order to determine the surface properties of the films, surface images were taken with the “Park Systems XE 100 model” Atomic Force Microscope (AFM) in “non-contact” mode at room temperature. the transmittance spectra taken in the wavelength range of 300–900 nm via a Shimadzu-SolidSpec-2500 UV–Vis spectrophotometer.

In the second step, CAZ films were produced using Optosense Spin 2000 sol-gel spin coating system. 30  $\mu\text{l}$  of sol was dropped on the glass substrates with a micropipette, and the substrate was rotated at 3500 rpm for 30 s. Then, the coating was dried at 150 °C for 10 min and cooled to room temperature. This process was repeated 6 times. In the final stage, to crystallize CAZ films, annealing process was applied at 450 °C for 60 min in air. Produced CAZ films were labeled as CAZ0 (pure ZnO), CAZ2 (Ce-Al incorporated-2%) and CAZ4 (Ce-Al incorporated-4%), CAZ6 (Ce-Al incorporated-6%)..

## 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The transmittance and absorbance spectra of ZnO films are given in Fig. 3.1. When the Fig. 3.1 were examined, it was determined that the ZnO films are very high transmittance of approximately 90-98% in the visible region.

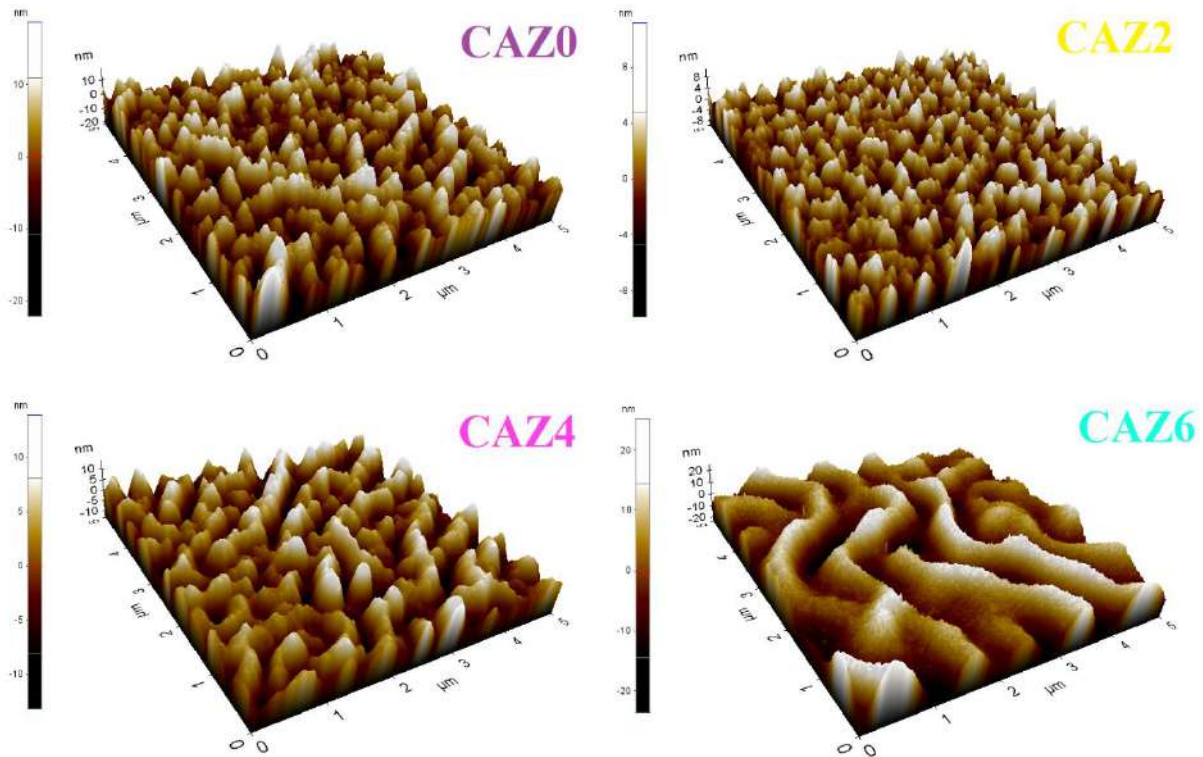


**Fig. 3.1. Transmittance and absorbance spectra of CAZ films different doping ratios.**

AFM images of CAZ films are given in Fig. 3.2.  $R_q$  (rms roughness),  $R_a$  (average roughness) and  $R_{pv}$  (peak-valley roughness) roughness values of CAZ films are given in Tables 3.1. Wrinkle formations are dominant on the surface of the CAZ6 film, which adheres more tightly. The source of this may be wrinkle-type structures occurring on their surfaces. Higher  $R_{PV}$  value especially in the CAZ6 film having more wrinkle-type surface structure supports this result.

**Table 3.1.  $R_{pv}$ ,  $R_q$  and  $R_a$  roughness values of CAZ films.**

Film	$R_{pv}$ (nm)	$R_q$ (nm)	$R_a$ (nm)
CAZ0	182	32	30
CAZ2	125	27	24
CAZ4	132	30	19
CAZ6	186	38	27



**Figure 3.2. Three-dimensional AFM images of CAZ films.**

**Table 3.2. Electrical resistivity values of films**

Film	$\rho$ ( $\Omega\text{cm}$ )
CAZ0	$7.92 \times 10^{-1}$
CAZ2	$3.55 \times 10^{-1}$
CAZ4	$1.24 \times 10^{-2}$
CAZ6	$1.21 \times 10^{-2}$

In addition, information was obtained about the electrical resistivity values obtained by using the four-probe technique measurements and it was determined that Ce:Al double doping had a significant effect on the electrical properties of CAZ films. It seen that Table 3.2; the electrical resistivity values of ZnO films showed the highest decrease, especially at the 6% Ce:Al additive ratio. It has been determined that the most suitable films for photovoltaic applications are



ZnO:Ce:Al films and the most appropriate additive ratio in this study in terms of electrical, optical and structural properties is 6%.

### 3. CONCLUSIONS

In this study, ZnO and CAZ films were successfully produced by sol-gel spin coating technique and their usability in photovoltaic applications was investigated. The effect of Ce-Al incorporation elements on the optical, electrical and surface properties of ZnO films was clarified.

Especially the Al incorporation process had an important effect in terms of photovoltaic applications of pure-ZnO films which is improvement of electrical conductivity. It is seen that the resistivity values of ZnO films decrease with Ce-Al additive, especially 6% Ce-Al additive ratio (CAZ6) creates a ~10-fold reduction effect. We can say that the reason for this decrease in resistivity is the increase in carrier densities with the introduction of Al element into the structure.

In this study, our aim is to investigate the usability of ZnO film in photocatalyst applications by adding Ce:Al at the optimum rate, enabling ZnO:Ce:Al films to become photoactive in daylight. In addition, it is among our main goals that this study will be a preliminary study for the research we will do to determine the photovoltaic use potential of ZnO:Ce:Al films in the future.

### REFERENCES

- [1] Q. You, H. Cai, Z. Hu, P. Liang, S. Prucnal, S. Zhou, J. Sun, N. Xu, J. Wu, Blue shift in absorption edge and widening of band gap of ZnO by Al doping and Al–N co-doping, *J. Alloys Compd.* 644 (2015) 528–533.
- [2] A. Narjis, H. El Aakib, M. Boukendil, M. El Hasnaoui, L. Nkhaili, A. Aberkouks, A. Outzourhit, Controlling the structural properties of pure and aluminum doped zinc oxide nanoparticles by annealing, *J. King Saud Univers. Sci.* 32 (1) (2020) 1074–1080.
- [3] R. Mahdavi, S.S.A. Talesh, Sol-gel synthesis, structural and enhanced photocatalytic performance of Al doped ZnO nanoparticles, *Adv. Powder Technol.* 28 (5) (2017) 1418–1425.
- [4] A. Kumawat, A. Sharma, S. Chattopadhyay, K.P. Misra, Temperature dependent photoluminescence in Sol-gel derived Ce doped ZnO nanoparticles, *Mater. Today Proc.* 43 (2021) 2965–2969.

- [5] Du J, Li B H, Huang J J, Zhang W L, Peng H L, Zou J G. Hydrophilic and photocatalytic performances of lanthanum doped titanium dioxide thin films. *J. Rare Earths*, 2013, 31(10): 992.
- [6] Shi H X, Zhang T Y, Wang H L. Preparation and photocatalytic activity of La<sup>3+</sup> and Eu<sup>3+</sup> co-doped TiO<sub>2</sub> nanoparticles: photo-assisted degradation of methylene blue. *J. Rare Earths*, 2011, 29(8): 746.
- [7] Yong-Il Jung, Bum-Young Noh, Young-Seok Lee, Seong-Ho Baek, Jae Hyun Kim and Il-Kyu Park, Visible emission from Ce-doped ZnO nanorods grown by hydrothermal method without a post thermal annealing process, Jung et al. *Nanoscale Research Letters* 2012, 7:43.
- [8] Ankit Sharma, Ashok Kumawat, Saikat Chattopadhyay, Rama Kanwar Khangarot, Nilanjan Halder, R.D.K. Misra, Kamakhya Prakash Misra, Band gap reduction and Zn related defects enhancement in Zn(Al, Ce)O nanoparticles, *Materials Today: Proceedings* 60 (2022) 21–25.

## EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE STRUCTURAL, SURFACE AND OPTICAL PROPERTIES OF SOL-GEL DERIVED ZnO THIN FILMS

Assoc. Prof. Dr. SENİYE KARAKAYA <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Physics, Faculty of Sciences, Eskişehir Osmangazi University - ORCID ID

### ÖZET

In this study; the production and characterization of ZnO films which are now being used as transparent front contacts in solar cells as well as photocatalytic applications have been aimed. ZnO films were produced using sol-gel spin coating technique and then the films were subjected to heating treatments for different heat treatment times. The structural, optical, surface properties of the obtained semiconducting films were examined in detail in terms of photovoltaic solar cell applications. Methods such as X-ray diffraction (XRD), UV-Vis spectroscopy, Atomic Force Microscopy (AFM), Field Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM) were used in these study. In addition, the potential use of ZnO films for photocatalytic applications which became popular in recent years will be considered.

As a result of all the studies; within the scope of the work, it is aimed to perform the optimization of ZnO films by post-production heat treatment processes and to contribute to the development of technology and scientific knowledge in these issues.

**Keywords:** ZnO, Sol-gel Spin Coating Technique, FESEM, AFM.

### 4. INTRODUCTION

Since ZnO is one of the few materials with high optical transmittance and low enough resistance, it is an important material especially for photovoltaics. It is used as window material and TCO in solar cells. ZnO also has wide use potential in photonics research, optoelectronics, nanotechnology and biomedicine, space electronics, semiconductor multilayer devices, photo-thermal conversion systems, gas sensor devices, optical vision sensors and many more [1,2].

In addition to all these features, ZnO films have been widely studied in recent years due to their low cost, environment friendly and promising photocatalytic material that provides significant advantages compared to the widely used TiO<sub>2</sub> [3].

Although there are many semiconductor materials, titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) and SnO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O and ZnO with similar properties are among the most frequently used materials in photocatalytic applications due to their wide energy band gap and suitable optical absorption energies [4].

Compared to the more widely studied  $\text{TiO}_2$ , the major advantage of  $\text{ZnO}$  is that it absorbs more light in the UV spectrum and costs less than  $\text{TiO}_2$ .

$\text{ZnO}$  films have different types such as physical vapor deposition (PVD) [5], metal organic chemical vapor deposition (MOCVD), [6], pulsed laser deposition (PLD) [7], chemical sputtering [8] and sol-gel technique [9]. methods can be produced. Among these methods, the sol-gel spin coating technique stands out because it is a low-cost technique, especially in the production of transparent conductive oxide materials.

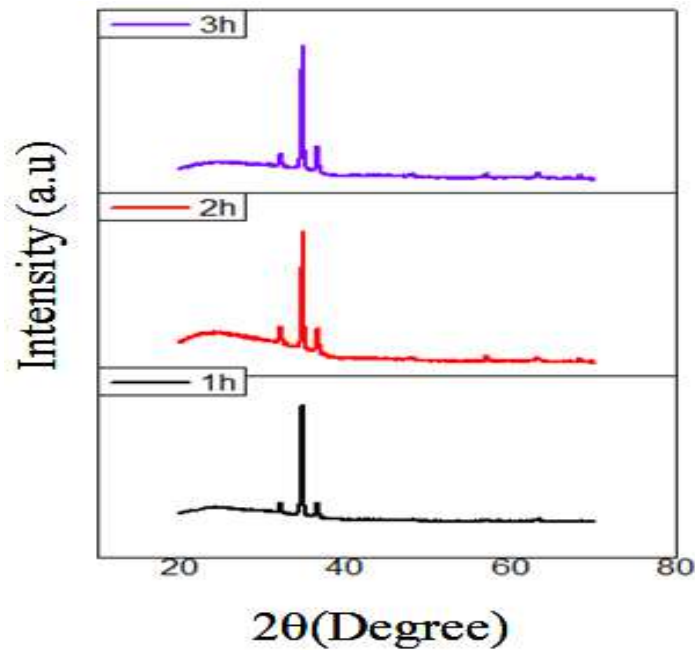
## 2. CHARACTERIZATION of $\text{ZnO}$ FILMS

In order to examine the structural properties of  $\text{ZnO}$  films produced by the sol-gel spin coating technique, XRD patterns were taken in the range of  $20^\circ \leq 2\theta \leq 70^\circ$  by powder method using  $\text{CuK}\alpha$  beam with a wavelength of  $\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$  in the “Rikagu X-Ray Diffractometer” device. With the help of these patterns, the crystallization levels of the films were investigated. In order to determine the surface properties of the films, surface images were taken with the “Park Systems XE 100 model” Atomic Force Microscope (AFM) in “non-contact” mode at room temperature. “Zeiss Ultra Plus Field Emission Scanning Electron Microscope” (FESEM) device was used to examine the surface properties and elemental analysis of the films.

## 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

It is seen that the crystallization level of  $\text{ZnO}$  films annealed for 1 hour among  $\text{ZnO}$  films annealed at different times (Figure 3.1) is the best according to the XRD pattern. Similar aspects were observed in the study in which Kumar et al. applied heat treatment at different annealing times [10]. In the study of Kumar et al., unlike our study, silicon base was used.

When the diffraction angles ( $2\theta$ ), interplanetary distances ( $d$ ), miller indices ( $hkl$ ), crystal systems and intensity ratios of the peaks observed in the XRD patterns of  $\text{ZnO}$  films were examined, it was determined that  $\text{ZnO}$  films were formed in the hexagonal wurtzite  $\text{ZnO}$  phase. Looking at the XRD patterns of the  $\text{ZnO}$  films given in Figure 3.1; (100), (002), (101) characteristic peaks of reflections from  $\text{ZnO}$  planes are seen.



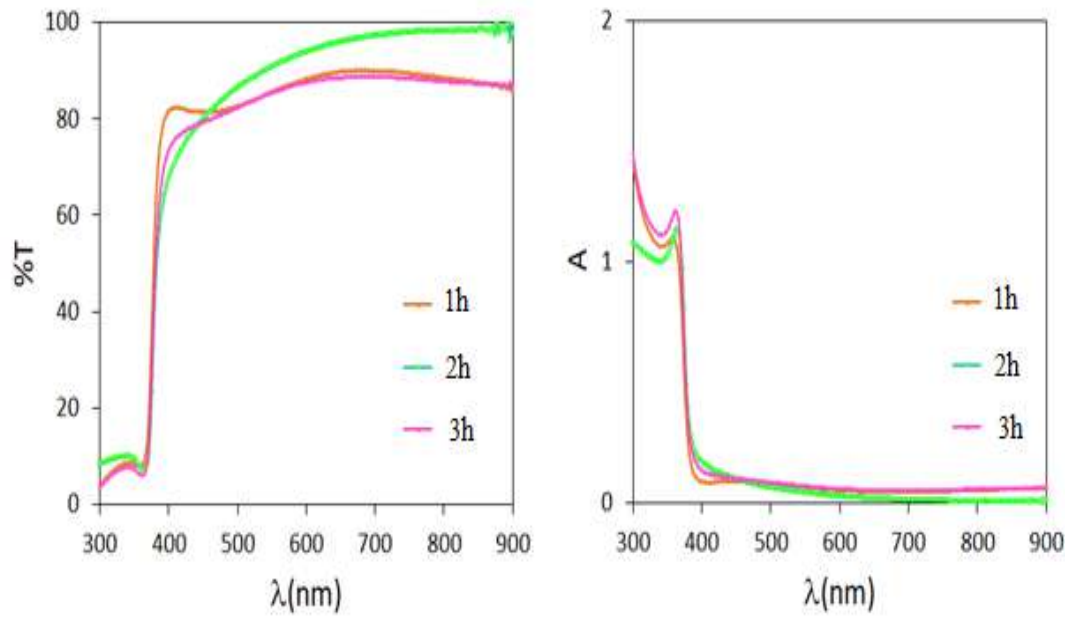
**Figure 3.1. XRD diffraction patterns of ZnO films annealed at different times.**

The most intense of the reflections specified for all films is the reflection from the (002) plane. In order to obtain detailed information about the structural properties of ZnO films and to see the effect of defects, the grain size ( $D$ ), half peak width ( $\beta$ ), dislocation density ( $\delta$ ) values calculated using the data obtained from the XRD patterns Table 3.1.

**Table 3.1. Half-peak width, grain size and dislocation density values of ZnO films annealed at different times.**

Film	$\beta \times 10^{-3}$ (radyan)	$D$ (nm)	$\delta \times 10^{-4}$ (line/nm <sup>2</sup> )
Z1h	2.04	49	4.16
Z2h	2.55	38	6.92
Z3h	9.36	42	4.34

The transmittance and absorbance spectra of ZnO films are given in Fig. 3.2. When the Fig. 3.2 were examined, it was determined that the ZnO films are very high transmittance of approximately 80-95% in the visible region.



**Fig. 3.2. Transmittance and absorbance spectra of ZnO films annealed at different times.**

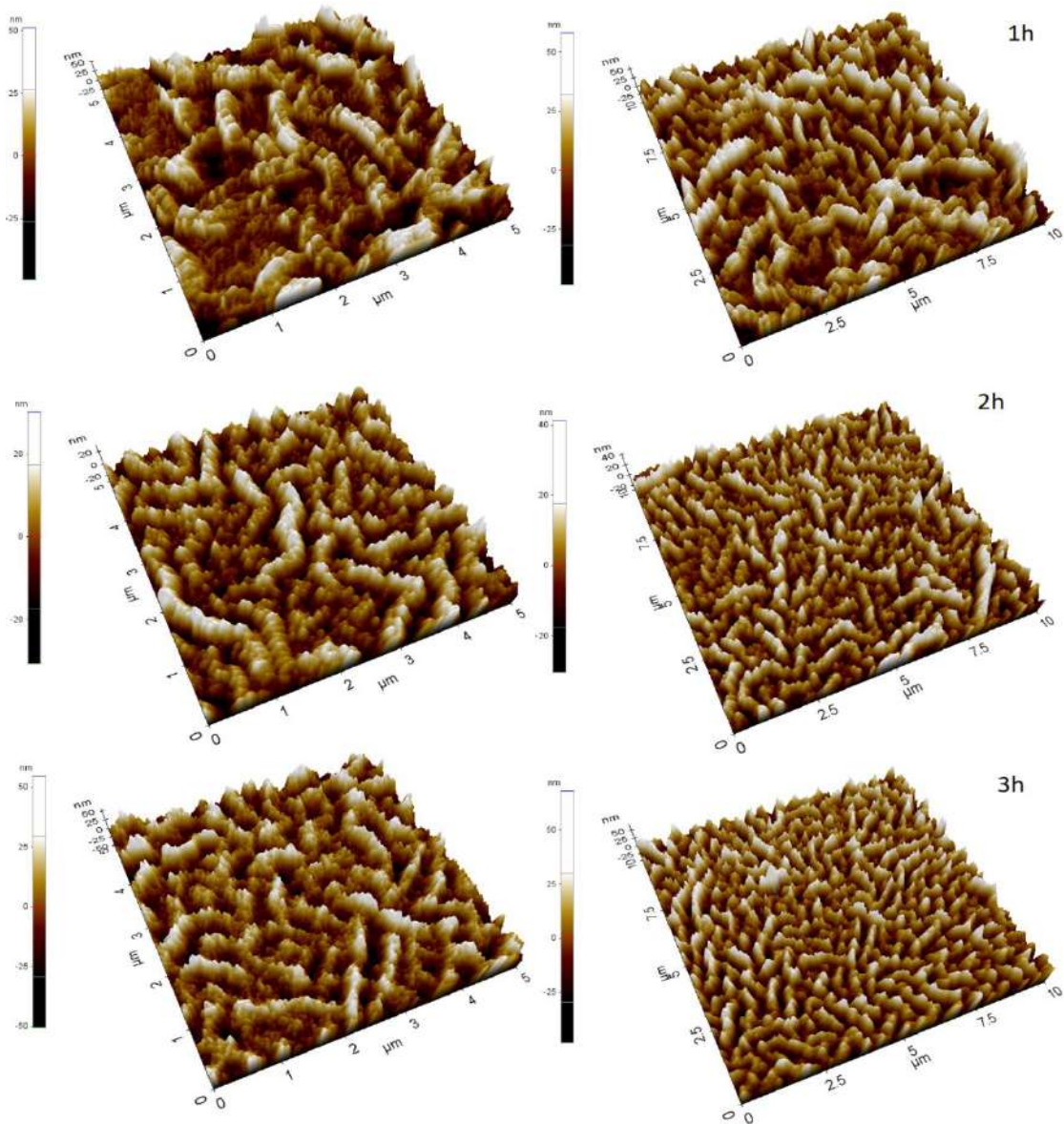
AFM images of ZnO films are given in Fig. 3.3. When the images of ZnO films annealed at different times are examined, the film with the highest surface roughness is the films with an annealing time of 3 hours.

Rq (rms roughness), Ra (average roughness) and Rpv (peak-valley roughness) roughness values of ZnO films are given in Tables 3.2. When the Table 3.2 are examined, it is noteworthy that the Rpv roughness values of ZnO films in general are low. The low Rpv roughness value of ZnO films can improve device performance by minimizing the short-circuit effect in solar cell applications.

**Table 3.2. Rpv, Rq and Ra roughness values of ZnO films annealed at different times.**

Film	R <sub>pv</sub> (nm)	R <sub>q</sub> (nm)	R <sub>a</sub> (nm)
Z1h	106	16	13
Z2h	72	9	7
Z3h	242	22	18





**Figure 3.3. Three-dimensional AFM images of ZnO films annealed at different times.**

#### 4. CONCLUSIONS

In this study, ZnO films, which have found an important place among the transparent conductive oxides that have a high potential for use in technological applications in recent years, were produced with the economical and easy-to-apply sol-gel spin coating technique. In order to improve the properties of ZnO films obtained by the sol-gel spin coating technique, heat treatments were applied to the films at different times and the effects of these processes were investigated.

By examining the XRD patterns of the films, it was determined that all films were formed in a polycrystalline structure containing peaks with different intensities and exhibited a preferential

orientation in the (0 0 2) direction. It is seen that the crystallization level of ZnO film annealed in 1 hour is the best among ZnO films annealed at different times according to the XRD pattern. From the AFM images taken to determine the surface properties of ZnO films, it can be said that the formation mechanism on the surfaces of all films occurs in the form of a mesh type. In order to examine the band structures of ZnO films, transmittance spectra in the visible region were taken and it was determined that the films have high transmittance. This feature is desirable in photovoltaic solar cell applications.

## REFERENCES

- [1] Fahrenbruch, A.L., 1997, II-VI Compounds in solar energy conversion, *Journal of Crystal Growth*, 39, 73-91.
- [2] Natsume, Y., Sakata, H., 2000, Zinc oxide films prepared by sol-gel spin-coating, *Thin Solid Films*, 372, 30-36.
- [3] N. Talebian, Mohammad Reza Nilforoushan, Najimeh Maleki Nina Kaneva et al., Ultraviolet to visible-light range photocatalytic activity of ZnO films prepared using sol-gel method: The influence of solvent, *Thin Solid Films* 527 (2013) 50–58.
- [4] A comparative study on the photocatalytic efficiency of ZnO thin films prepared by spray pyrolysis and sol-gel method, *Surface & Coatings Technology* 207 (2012) 5–10.
- [5] R. Garcia-Gutiérrez et al., Luminescence and Structure of ZnO Grown by Physical Vapor Deposition, *Advances in Materials Science and Engineering Volume 2012*, 872597, 5.
- [6] Sumati Pati, P. Banerji, S.B. Majumder, MOCVD grown ZnO thin film gas sensors: Influence of microstructure, *Sensors and Actuators A* 213 (2014) 52–58.
- [7] S. Majumdar, P. Banerji, Growth and characterization of urea doped p-type ZnO thin film grown by pulsed laser deposition, *Adv. Mater. Res.* 67 (2009) 127–130.
- [8] Ercan Karaköse, Hakan Çolak, Structural and optical properties of ZnO nanorods prepared by spray pyrolysis method, *Energy* 140 (2017) 92-97.
- [9] L. Xu, G. Zheng, J. Miao, F. Xian, Dependence of structural and optical properties of sol-gel derived ZnO thin films on sol concentration, *Appl. Surf. Sci.* 258 (2012) 7760–7765.
- [10] Vinod Kumar, Vijay Kumar, S. Som, A. Yousif, Neetu Singh, O.M. Ntwaeaborwa, Avinashi Kapoor, H.C. Swart, Effect of annealing on the structural, morphological and photoluminescence properties of ZnO thin films prepared by spin coating, *Journal of Colloid and Interface Science* 428 (2014) 8–15.

## DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN İKİNCİL ETKİLERİ VE ENDÜSTRİYEL TESİS KAZALARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Tolga SAVAŞ<sup>1</sup>, M. Eyyuphan YAKINCI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İskenderun Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, KBRN Anabilim Dalı, 31200-İskenderun, Hatay ORCID ID: 0000-0002-3755-4803

<sup>2</sup>İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 31200-İskenderun, Hatay. ORCID ID: 0000-0002-3244-6432

### ÖZET

Doğa kaynaklı afetler insanları sadece direkt etkileri ile değil aynı zamanda neden oldukları ikincil afetlerin yarattığı tehditlere bağlı olarak da etkilemektedir. Özellikle yıkıcı etkilere sahip doğa kaynaklı afetler KBRN risklerini tetikleyebilmektedir. Seller sonrasında çeşitli kimyasallar sel sularına karışabilmekte, bulaşıcı hastalıklar açığa çıkabilmektedir. Özellikle depremlerden sonra KBRN maddelerini bünyesinde barındıran endüstriyel tesisler ve nükleer santraller hasar görek insanlar ve çevre açısından zararlı olabilecek maddelerin yayılmasına neden olabilmektedir. Tüm bu durumlar göz önünde bulundurularak bu çalışma kapsamında 1992-2022 yılı aralığında Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarında meydana gelmiş doğa kaynaklı afetlerin, afet türlerine göre oransal dağılımının araştırılması, söz konusu kıtalarda meydana gelmiş endüstriyel tesis kazalarının afet alt türüne göre afet sayısı, ölü sayısı ve etkilenen kişi sayısı açısından oransal dağılımının araştırılması, aynı zamanda doğa kaynaklı afetlerin ve endüstriyel tesis kazalarının en fazla yaşandığı ilk 15 ülkenin saptanması hedeflenmiştir. Çalışmanın evrenini 1992-2022 yılları arasında EM-DAT veri tabanına kayıtlı bulunan Asya, Avrupa ve Amerika kıtasında yaşanmış doğa kaynaklı afetler ve endüstriyel kazalar oluşmuştur. Veriler EM-DAT veri tabanından çekilerek Excel olarak alınmış ve SPSS 25.0 programına aktarılarak basit frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Veri tabanından elde edilen bilgilere göre doğa kaynaklı afetlerin en çok yaşandığı ilk 15 ülke ile endüstriyel kazaların en çok yaşandığı ilk 15 ülke karşılaştırıldığında Çin, Rusya, Endonezya, ABD, İran, Kolombiya, Pakistan, Vietnam, Meksika ve Türkiye'nin yer aldığı 10 ülkenin hem doğa kaynaklı afetler bakımından hem de endüstriyel kazalar bakımından ilk 15 sıra içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak Asya, Avrupa ve Amerika kıtasında en fazla meydana gelen doğa kaynaklı afetlerde ilk iki sırayı deprem ve sellerin oluşturduğu, endüstriyel kazalar için yapılan analizde ise her üç kıtada da patlamaların ilk sırada yer aldığı Asya kıtasında gaz sızıntılarının, Avrupa ve Amerika kıtasında kimyasal dökülmelerin ikinci sırada yer aldığı saptanmıştır. Özellikle doğa kaynaklı afetlerin en fazla görüldüğü ilk 15 ülke ile endüstriyel tesis kazasının en fazla yaşandığı ilk 15 ülkenin kesişim kümesinde yer alan ülkelerin ikincil afetler bağlamında önleyici tedbirler almasının büyük öneme sahip olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Afet, Endüstriyel Kaza, Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer

## 1. GİRİŞ

Afet, insan ve çevre üzerinde büyük olumsuzluklar yaratan yerel imkanlarla yürütülen müdahalenin yeterli kalmadığı doğa ya da insan kaynaklı afetlerin ortaya çıkardığı olumsuz sonuçlardır [1]. Başlıca doğa kaynaklı afetleri deprem, heyelan, sel, tsunami, volkanik patlamalar, çığ, hortum, orman yangınları, iklim değişikliği ve kuraklık gibi afetler oluştururken insan kaynaklı afetleri ise, çeşitli savaşlar, silahlı ve patlayıcı terör saldırıları, salgın hastalıklar, nükleer santral kazaları, endüstri kazaları, tehlikeli maddelerin taşınması sırasında oluşan kazalar oluşturmaktadır [2]. Yıllar içerisinde insanların yaşam alanları doğa olaylarının dolaylı veya direkt olarak etkisini gösterebileceği yerlerle iç içe geçmiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte meydana gelen afetler bu durumu daha karmaşık ve daha önemli bir hale getirmiştir. Doğa kaynaklı afetler akabinde ortaya çıkan ve ikincil afet olarak nitelendirilen baraj yıkılmaları, yangınlar, patlamalar, çevresel kirlilikler, kimyasal sızıntılar, radyasyon sızıntıları gibi birçok felaket doğa kaynaklı afetlere eşlik etmektedir [3]. Özellikle doğa kaynaklı afetleri takiben Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer (KBRN) tehditlerin açığa çıktığı buna bağlı olarak insan sağlığı ve çevre üzerinde büyük olumsuzlukların oluştuğu bilinmektedir [4]. Bu yönüyle düşünüldüğünde doğa kaynaklı afetler, direkt olarak zararlarının yanında bir de dolaylı olarak tetiklediği birden fazla faktörü de yanına alarak etkisini ve zarar verme potansiyelini ikincil afetler bağlamında, KBRN afetlerine de neden olabilmesi yönüyle arttırmaktadır [5]. KBRN açısından tehlikeli alanlar yaşanabilecek bir doğa kaynaklı afetin ardından çeşitli büyüklüklerde zararlar yaratabilecek durumdadır. Doğa kaynaklı afetlerin etkilediği KBRN ajanı barındıran endüstriyel tesisler afetler nedeniyle kimyasal sızıntıların başlangıç noktası olabilmekte ve yine aynı zamanda deprem gibi afetlerin etkilediği nükleer santrallerin olumsuz yönde etkilenmesiyle radyoaktif kirlenmeler gelişebilmektedir [4].

Yapılan çalışmada KBRN ajanlarını barındıran endüstriyel tesis kazaları ve bu endüstriyel tesis kazalarının gelişmesine kaynaklık edebilen doğa kaynaklı afetler incelenmiştir. Çalışmada EM-DAT veri tabanına kayıtlı 1992-2022 arasındaki yıllarda gerçekleşmiş endüstriyel tesis kazaları ve doğa kaynaklı afetler ayrı ayrı analiz edilmiştir. Çalışmanın evrenini ise EM-DAT veri tabanında yer alan 1992-2022 yılları arasına ait Asya, Avrupa ve Amerika kıtasındaki ülkelerde yaşanan endüstriyel tesis kazaları ve doğa kaynaklı (deprem, heyelan, kuru kütle hareketi, orman yangını, sel ve volkanik faaliyet) afetler oluşturmuştur.

Bu çalışma ile;

- 1992-2022 yılları arasında Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarında bulunan ülkelerde gerçekleşmiş, EM-DAT veri tabanında yer alan endüstriyel tesis kazalarına ait afet alt türlerinin ve bu alt türlere ait afet sayısı, ölü sayısı ile etkilenen kişi sayılarının araştırılması,
- Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarında yer alan ülkeler içerisinde en fazla endüstriyel tesis kazası yaşayan ülkelerin araştırılması,
- Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarında bulunan ülkelerde gerçekleşmiş doğa kaynaklı afetlerin, afet türleri ve afet sayılarının araştırılması,
- Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarında yer alan ülkeler içerisinde en fazla doğa kaynaklı afet yaşayan ülkelerin araştırılması hedeflenirken, elde edilen veriler ile doğa kaynaklı



afetlerin endüstriyel tesisler üzerinde oluşturabileceği risklere yönelik çıkarımlarda bulunmak ve bu riskleri azaltmaya yönelik öneriler sunmak hedeflenmiştir.

## 2. AFET

Afetler kaynaklarına göre insan kaynaklı olarak ya da doğa kaynaklı olarak ortaya çıkmaktadır. Burada kaynak bakımından afetin ne olduğu konusunda ayırt edici faktör insandır. Doğa kaynaklı afetlerin ortaya çıkışından herhangi bir insan faktöründe söz edilmezken, teknolojinin hatalı veya kasti olarak insanlar tarafında kullanılması sonucunda insan kaynaklı afetler ortaya çıkmaktadır [6].

### *Doğa Kaynaklı Afetler*

Çok eski zamanlardan beri insanlık tarihinde yer edinen doğa kaynaklı afetler, milyonlarca insanın hayatını kaybetmesine neden olmakla birlikte küresel ısınma ve beraberinde getirdiği iklim değişikliği gibi nedenlerden dolayı günümüzde meydana geliş sayısında, gösterdikleri etkinin geniş alanlarda hissedilmesinde ve şiddetinde önemli artışlar meydana gelmiştir [7].

### *İnsan Kaynaklı Afetler*

İnsan kaynaklı afetler genel anlamıyla insan etkisine dayalı nedenlerden dolayı ortaya çıkan ve doğa ile herhangi bir neden-sonuç ilişkisi bulunmayan afetlerdir. İnsan kaynaklı afetler de tıpkı doğa kaynaklı afetlerde olduğu gibi çok geniş alanlarda yapıları ve çevreyi etkileyerek yaralanma ve ölümlere neden olabilmektedir [7]. Bu tür afetlere yaşanan ulaşım kazaları neden olabildiği gibi aynı zamanda endüstriyel kazalar da neden olabilmektedir. Yangınlar, patlamalar, kimyasal, biyolojik, radyolojik, nükleer ajanların neden olduğu afetler de bu sınıfta yer almaktadır [8].

## 3. ENDÜSTRİYEL KAZALAR VE KBRN

Endüstriyel kuruluşların bünyelerinde bulundurdukları tehlikeli maddelerin neden olduğu ve birtakım aksaklıklar sonucu ortaya çıkan kazalar, hem endüstriyel binalar hem de kazanın meydana geldiği çevre üzerinde ağır etkiler yaratmaktadır [9]. Endüstri tesisinde yaşanan patlamalar, oluşan yangınlar, toksik özellikleri bulunan maddeler ve tehlikeli kimyasal maddelerin sızıntısı gibi birçok durum endüstri kazalarını oluşturmaktadır. Kimyasal gazların, kazanın meydana geldiği endüstri tesisinden çevreye yayılmasıyla çok geniş alanlar bu gazın etkisi altında kalabilmekte, çevredeki insanlar, bitkiler, hayvanlar, etkilenebilmektedir [10].

KBRN, insanları birey ya da toplum düzeyinde etkileyebilen, önemli sağlık problemlerinin gelişmesine sebep olabilecek seviyelerde, insan kaynaklı ya da tamamen doğal faktörlere dayanarak kendisini gösteren, kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer ajanların sebep olduğu durumlardır [11]. Son zamanlarda süratle gelişen teknolojiyi takiben, bir de KBRN maddelerini barındıran olayların ortaya çıkma ihtimali de artış göstermiştir. KBRN gibi olaylar günümüzde düşük bir ihtimal gibi düşünülse de bu tip olayların yaşanması halinde toplumu büyük ölçüde etkileyebileceği bilinmektedir [12].

## 4. DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN İKİNCİL ETKİSİ

Deprem, heyelan, tsunami, sel, hortum gibi doğa kaynaklı afetlerin tetiklediği birçok kimyasal kaza yaşanabilmektedir. Örneğin; Meksika Körfezi'nde meydana gelen 2005 yılındaki Katrina ve Rita kasırgaları sonrasında 8.000.000 galondan daha çok petrol sızıntısı gerçekleşerek

çevreyi etkilemiştir. Çek Cumhuriyeti’nde 2002 yılında ortaya çıkan sel afetleri sırasında sellerin neden olduğu bir ikincil felaket olarak 400 kg ‘dan daha yüksek miktarda klor gazı salınımı gerçekleşmiştir. Sumatra’da 2004 yılında yaşanan deprem ve tsunami afetlerinin hemen arkasından depremin tetiklediği ek bir facia olarak petrol depolarından 8.000 metreküp kimyasal sızıntı gerçekleşmiştir [13].

Sellerden sonra boru hatları zarar görebilmekte, toksik kimyasal maddeler bulunduğu tesislerden etrafa yayılabilmekte, depo tankları sel sularının etkisiyle sürüklenebilmekte ve akabinde ise kimyasallardan kaynaklanan patlama, yangın gibi nedenlerden dolayı da kimyasal kazalar yaşanabilmektedir. Bu durumun ortaya koyan en açık örneklerden birisi ise 1997 yılında İzmir’de yaşanan bir sel afetinde gerçekleşmiştir. Sel suların Sodyum Hiposülfid depolama noktasına girmesine bağlı olarak yangınlar ve kimyasal gazların yayılımı gerçekleşmiş ve 17 itfaiye personelinin yanında birçok görevli de kimyasalları soluyarak etkilenmiştir [14].

Doğa kaynaklı afetlerden sonra güvenilir, temiz ve hijyenik olmayan gıdalar ile suların kullanılmasına bağlı olarak kolera ve tifo gibi hastalıklar, bazı vektörlerin kontrol dışı kalmasına bağlı veba ve sıtma gibi hastalıklar ve temas yoluyla kişilerin birbirini kontamine etmesi sonucu yayılan hepatit A ve solunum yolu hastalıkları gibi birçok hastalık kendini göstererek afetin boyutunu arttırmakta veya ikincil bir afet olarak biyolojik afetlerin başlamasına neden olmaktadır [15].

1998 yılında Bangladeş’ de yaşanan sel afeti ülkenin büyük bir çoğunluğu sular altında bırakmış ve 30 milyondan fazla insan da bu sellerden etkilenmiştir. Sel afetinden sonra insanlarda yaygın olarak ateş, solunum yolu şikayetleri, boğaz ağrısı, cilt problemleri ve ishal gibi şikayetlerde artış yaşanmıştır. Nitekim Bangladeş’ yaşanan bu sel afetinden sonra bulaşıcı hastalıklar yüzünden hayatını kaybedenlerin büyük bir çoğunluğu ishal kaynaklı gerçekleşmiştir [16].

## 5. DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN ENDÜSTRİYEL TESİSLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Teknoloji dünyamızda birçok noktada kullanılmaktadır fakat teknolojinin doğru olmayan yöntemlerle bilinçsizce kullanılması sonucu büyük kazalar yaşanmakta ve bu kazaların en başında ise endüstriyel tesislerde yaşanan kazalar gelmektedir [17].

İnsanoğlu gün ilerledikçe teknoloji yönünden kendini geliştirmektedir fakat bu geliştirme sürecinde yapılan elektrik üretim santralleri, nükleer enerji santralleri, kimya sanayisi ve endüstriyel tesisler yaşanan doğa afetleri sonrası büyük risk taşımakta ve ikincil afetlerin odak noktası olabilmektedir [18].

1964 yılında Japonya’da yaşanan Nigata depremi ve yine aynı yıl Alaska’ da meydana gelen Alaska depremi sonrası sanayi tesisleri ağır bir şekilde etkilenmiş ve sonrasında yangın ile patlamaların eşlik etmesi sonucunda kimyasallar çevreye yayılarak felaketin boyutu artmıştır [19]. Depremlerin direkt etkisi altında kalarak kimyasal afetlerin başlamasına neden olan bir diğer unsur ise petrol depo tanklarıdır. 1964 Japonya depremi Nigata şehrindeki rafinede hidrokarbon buharının depremin etkisiyle ortaya çıkan bir kıvılcım ile etkileşmesi sonucu yangınlar yaşanmıştır. 1978 Japonya depremi sonrası Shiogama şehrindeki rafinede üç depo tankı deprem nedeniyle hasara uğramış ve denize petrol sızmıştır. 2003 Japonya depreminden



sonra Hokkaido şehrinde bulunan tesisin 29 petrol depolama tankında hasarlar meydana gelmiş ve birisinde yangınlar gerçekleşmiştir [20]. Depremlerin neden olduğu kimyasal kazaların gözle görünür en somut örneklerinden birisi de Türkiye’ de 1999 Marmara depremi sonrası gerçekleşen İzmit-TÜPRAŞ rafinesinde yangını ve AKSA tesislerinde akrinonitril sızıntısıdır [21]. Doğa kaynaklı afetler içerisinde özellikle depremler nükleer santraller için büyük bir tehdit unsurudur. Doğa kaynaklı afetlerin tetiklediği ikincil bir afet olarak karşımıza çıkabilen nükleer santral kazaları insanların hayatını olumsuz yönde etkilemekte ve insanların sağlığını bozmaktadır. Nitekim doğa kaynaklı afetlerin neden olduğu ikincil bir afet olarak gelişen ve radyasyon yayılımına, nükleer sızıntılara neden olan, çevre üzerinde büyük hasarlar yaratan bir afet olarak 2011 yılında Fukuşima nükleer santral kazası meydana gelmiştir [22].

## 6. MATERYAL-METOT

Çalışma kapsamında doğa kaynaklı afetlerin tetiklediği ve sonrasında KBRN tehdidi yaratan kazalar tarihte kötü bir şekilde deneyimlenmiş kazalar üzerinden ilişki kurularak verilmiştir. Doğa kaynaklı afetlerin asıl tehdit ettiği ve büyük KBRN kazalarının yaşanmasına neden olabilen endüstriyel kazalar ise detaylıca analiz edilmiş, doğa kaynaklı afetlerin KBRN kazalarına neden olma durumları endüstriyel kazalar üzerinden verilmiştir.

Çalışmaya öncelikle EM-DAT veri tabanına üyelik işlemlerinin oluşturulmasıyla başlanmıştır. Veri tabanı incelendiğinde afetler, doğal ve teknolojik (insan kaynaklı) olarak iki gruba ayrıldığı görülmüştür. Yaşanan afet ve acil durumların EM-DAT veri tabanında yer alması için 10 ya da daha çok sayıda ölümün meydana gelmesi, 100 ya da daha çok kişinin bu olaylardan etkilenmesi, uluslararası yardım talebine çıkılması gibi şartlardan en az birinin gerçekleşmesi durumunun arandığı tespit edilmiştir [23].

Çalışmada kıta olarak, Asya, Avrupa, Amerika kıtaları, afet grubu olarak doğal afetler, afet türü olarak ise; deprem, heyelan, kütle hareketi (kuru), orman yangını, sel ve volkanik faaliyetler seçilerek 1992-2022 yılları arası dönemleri kapsayan doğal afetler, veri tabanından taranarak Excel programına aktarılmıştır. Sonrasında yine benzer işlemler teknolojik (insan kaynaklı) afetler için uygulanmıştır. Kıta olarak, Asya, Avrupa, Amerika kıtaları, afet grubu olarak teknolojik afetler, afet türü olarak ise; endüstriyel kazalar seçilerek 1992-2022 yılları arası dönemi kapsayan teknolojik afetler, veri tabanından taranarak Excel programına aktarılmıştır. Excel programına aktarılan verilerden doğal afetlerin afet sayıları seçilerek SPSS programına aktarılarak basit frekans analizi yapılmıştır. Teknolojik afetler için afet sayısı, ölü sayısı ve etkilenen kişi sayıları seçilerek SPSS programına aktarılmış ve yine basit frekans analizi yapılmıştır. Aynı zamanda bunlarla birlikte Excel programına aktarılan teknolojik ve doğal afetlerin sayıları süzülerek en çok afetin meydana geldiği ilk 15 ülke hem teknolojik hem de doğal afetler için SPSS programına aktarılarak basit frekans analizi yapılmıştır. Tüm bunlara ek olarak yine tarihte daha önce gerçekleşmiş endüstriyel tesis kazaları ve doğa kaynaklı afetlerden etkilenerek büyük felaketlere yol açan kazalar konuyla ilişkilendirilerek kaynaklardan taranarak verilmiştir.

## 7. ANALİZ VE BULGULAR

### 7.1. Doğa Kaynaklı Afetler

Doğa kaynaklı afetler kıta, afet türü ve afet sayısına göre analiz edildiğinde toplamda Asya, Avrupa ve Amerika kıtasında 5041 afet meydana gelmiştir. Asta Kıtası için en çok meydana gelen afet türlerinin %65,15 ile sellerin, %18,61 ile depremlerin, %11,89 ile heyelanların gerçekleştiği görülmüştür. Avrupa kıtası için bakıldığında ise, %73,41 ile sellerin, %12,19 ile orman yangınlarının ve %9,21 ile depremlerin meydana geldiği görülmüştür. Amerika kıtası için ise %67,04 ile sellerin, %10,94 ile orman yangınlarının ve %9,76 ile depremlerin en çok görülen doğa kaynaklı afetler olduğu tespit edilmiştir.

EM-DAT verilerine göre 1992-2022 yılları arasında Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarında meydana gelen doğa kaynaklı afetlere ilişkin detaylı bilginin yer aldığı tablo Çizelge 1’ de gösterilmiştir.

**Çizelge 1. Doğa kaynaklı afetlerin 1992-2022 yılları arası kıtalara göre afet sayıları**

KITA	AFET GRUBU	AFET TÜRÜ	AFET SAYISI	
			n	%
ASYA	DOĞAL	Deprem	526	18,61
		Heyelan	336	11,89
		Kütle Hareketi (Kuru)	12	0,42
		Orman Yangını	56	1,98
		Sel	1841	65,15
		Volkanik Faaliyet	55	1,95
<b>TOPLAM</b>			2826	100
AVRUPA	DOĞAL	Deprem	71	9,21
		Heyelan	34	4,41
		Kütle Hareketi (Kuru)	1	0,13
		Orman Yangını	94	12,19
		Sel	566	73,41
		Volkanik Faaliyet	5	0,65
<b>TOPLAM</b>			771	100
AMERİKA	DOĞAL	Deprem	141	9,76
		Heyelan	110	7,62
		Kütle Hareketi (Kuru)	4	0,28
		Orman Yangını	158	10,94
		Sel	968	67,04
		Volkanik Faaliyet	63	4,36
<b>TOPLAM</b>			1444	100
<b>GENEL TOPLAM</b>			5041	

Doğa kaynaklı afetler ülke bazında ele alınarak yapılan analizde 1992-2022 arası dönemde ilk 15 ülkenin yer aldığı sıralamada 2740 afetin meydana geldiği görülürken, Çin %16,79 ile

Endonezya %14,20 ile, Hindistan %10,07 ile ABD %9,31 ile Filipinler %6,90 ile ilk 5 sırada yer aldığı tespit edilmiştir.

1992-2022 yılları arasında en fazla doğa kaynaklı afet gerçekleştiği ilk 15 ülkenin yer aldığı tablo Çizelge 2’de gösterilmiştir.

**Çizelge 2. 1992-2022 yılları arası doğa kaynaklı afetlerin en fazla yaşandığı ilk 15 ülke sıralaması**

S. No	ÜLKE	MEYDANA GELEN DOĞA KAYNAKLI AFET SAYISI	
		n	%
1	Çin	460	16,79
2	Endonezya	389	14,20
3	Hindistan	276	10,07
4	ABD	255	9,31
5	Filipinler	189	6,90
6	Afganistan	144	5,26
7	İran	139	5,07
8	Kolombiya	134	4,89
9	Pakistan	132	4,82
10	Brezilya	129	4,71
11	Rusya	114	4,16
12	Peru	97	3,54
13	Vietnam	95	3,47
14	Meksika	94	3,43
15	Türkiye	93	3,39
<b>TOPLAM</b>		<b>2740</b>	<b>100</b>

## 7.2.Endüstriyel tesis kazası

Endüstriyel tesis kazaları kıta, afet alt türü, afet sayısı, ölü sayısı ve etkilenen kişi sayısına göre analiz edildiğinde Asya, Avrupa ve Amerika Kıtası’nda toplamda 1019 afet yaşandığı, 27.254 ölümün gerçekleştiği ve 2.177.824 kişinin etkilendiği tespit edilmiştir. Asya kıtasında 782 adet endüstriyel tesis kazası yaşanmış ve bu kazalarda %54,60 ile patlamalar, %4,22 ile gaz sızıntıları, %3,96 ile zehirlenme, 1,92 ile kimyasal dökülme, 0,38 ile radyasyon, 0,26 ile yağ sızıntılarının meydana geldiği görülürken, diğer (yıkılma, yangın, başka) gibi durumlar %34,65 oranında gerçekleşmiştir. Radyasyon kazalarının her ne kadar %0,38 ile düşük bir oranda yaşandığı görülse de etkilenen kişi sayısına göre değerlendirme yapıldığından Asya kıtası için %31,37 ile patlamalardan etkilenen kişi sayısı en fazla iken ikinci sırada %24,10 ile radyasyon kazalarının yer aldığı tespit edilmiştir.

Avrupa Kıtası için yapılan değerlendirmede 122 adet endüstriyel kazanın yaşandığı ve bu kazalarda %50 ile patlamaların, %13,93 ile kimyasal dökülmelerin, %4,92 ile zehirlenme ve gaz sızıntılarının, %0,82 ile yağ sızıntılarının ortaya çıktığı tespit edilirken, diğer (yıkılma, yangın, başka) gibi durumların %25, 41 ile açığa çıktığı görülmüştür. Etkilenen kişi yönünden değerlendirme yapıldığında ise, %65,71 ile kimyasal dökülme kaynaklı ve %26,75 ile de patlamalar nedeniyle insanların etkilenmesinde bu iki unsurun en çok etkili olduğu görülmüştür.

Amerika kıtası için yapılan analizde 115 adet endüstriyel tesis kazasının yaşandığı ve bu kazalarda %47,83 ile patlamaların, %13,91 ile kimyasal dökülmelerin, %6,96 ile gaz sızıntılarının, %5,22 ile zehirlenmelerin, %2,61 ile yağ sızıntılarının yaşandığı görülürken, diğer (yıkılma, yangın, başka) gibi durumların 23,48 ile yaşandığı belirlenmiştir. Etkilenen kişi sayısı yönünden bir değerlendirme yapıldığında ise, %76,07 ile zehirlenmeler, %13,90 ile kimyasal dökülmeler ilk iki sırada yer almıştır.

1992-2022 yılları arasında gerçekleşen endüstriyel tesis kazalarının kıtalara göre afet sayısı, ölü sayısı ve etkilenen kişi sayısına ilişkin detaylı bilgilerin yer aldığı tablo Çizelge 3' de gösterilmiştir.

**Çizelge 3. 1992-2022 yılları arası endüstriyel tesis kazalarının kıtalara göre istatistikleri**

KITA	AFET GRUBU	AFET TÜRÜ	AFET ALT TÜRÜ	AFET SAYISI		ÖLÜ SAYISI		ETKİLENEN KİŞİ SAYISI	
				n	%	n	%	n	%
ASYA	TEKNOLOJİK	ENDÜSTRİYEL KAZALAR	Patlama	427	54,60	13402	57,83	426676	31,37
			Zehirlenme	31	3,96	852	3,68	29978	2,20
			Radyasyon	3	0,38	28	0,12	327729	24,10
			Gaz sızıntısı	33	4,22	278	1,20	161885	11,90
			Kimyasal Dökülme	15	1,92	27	0,12	9554	0,70
			Yağ sızıntısı	2	0,26	-	-	17000	1,25
			Diğer	271	34,65	8588	37,06	387245	28,47
<b>TOPLAM</b>				782	100	23175	100	1360067	100
AVRUPA	TEKNOLOJİK	ENDÜSTRİYEL KAZALAR	Patlama	61	50	1570	78,58	24498	26,75
			Zehirlenme	6	4,92	45	2,25	1289	1,41
			Radyasyon	-	-	-	-	-	-
			Gaz sızıntısı	6	4,92	23	1,15	413	0,45
			Kimyasal Dökülme	17	13,93	15	0,75	60181	65,71
			Yağ sızıntısı	1	0,82	-	-	-	-
			Diğer	31	25,41	345	17,27	5205	5,68
<b>TOPLAM</b>				122	100	1998	100	91586	100

AMERİKA	TEKNOLOJİK	ENDÜSTRİYEL KAZALAR	Patlama	55	47,83	1334	64,10	42260	5,82
			Zehirlenme	6	5,22	107	5,14	552432	76,07
			Radyasyon	-		-	-	-	-
			Gaz sızıntısı	8	6,96	23	1,11	13819	1,90
			Kimyasal Dökülme	16	13,91	9	0,43	100966	13,90
			Yağ sızıntısı	3	2,61	1	0,05	12137	1,67
			Diğer	27	23,48	607	29,17	4557	0,63
TOPLAM			115	100	2081	100	726171	100	
GENEL TOPLAM			1019		27254		2177824		

Endüstriyel kazalar ülke bazında ele alınarak yapılan analizde 1992-2022 yılları arasında kazaların en fazla görüldüğü ilk 15 ülkede toplamda 856 adet endüstriyel kaza yaşanmıştır. Bu kazalarda Çin %60,13 ile Hindistan %8,29 ile Rusya %4,67 ile ABD %4,09 ile Ukrayna %2,92 ile en fazla endüstriyel kazanın yaşandığı ilk 5 ülke içerisinde yer almıştır.

1992-2022 yılları arasında en fazla endüstriyel kazanın gerçekleştiği ilk 15 ülkenin yer aldığı tablo Çizelge 4’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4. 1992-2022 yılları arası endüstriyel kazaların en fazla yaşandığı ilk 15 ülke sıralaması**

S. No	ÜLKE	MEYDANA GELEN TEKNOLOJİK KAYNAKLI AFET SAYISI	
		n	%
1	Çin	519	60,63
2	Hindistan	71	8,29
3	Rusya	40	4,67
4	ABD	35	4,09
5	Ukrayna	25	2,92
6	Pakistan	23	2,69
7	Endonezya	22	2,57
8	Meksika	21	2,45
9	Türkiye	20	2,34
10	Kolombiya	19	2,22
11	Bangladeş	18	2,10
12	Vietnam	13	1,52
13	Tayland	11	1,29
14	İran	10	1,17
15	Almanya	9	1,05
<b>TOPLAM</b>		<b>856</b>	<b>100</b>

## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarihte kötü deneyimlenmiş kazalar incelendiğinde depremlerin hemen ardında ikincil bir afet olarak nitelendirilebileceğimiz, sanayi tesisleri kazalarının geliştiği, bu tesislerde bulunan kimyasalların büyük risk oluşturduğu ve çeşitli kazalara neden olduğu görülmüştür. Aynı zamanda petrol rafinesi tesisleri bünyesinde yer alan petrol tanklarının depremlerden etkilenerek patlamalara ve yangınlara neden olduğu bununla birlikte ciddi çevresel riskleri de beraberinde getirerek çevre ve atmosferi olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Çalışmada doğa kaynaklı afetlerin en çok yaşandığı ilk 15 ülke ile endüstriyel kazaların en çok yaşandığı ilk 15 ülke karşılaştırıldığında Çin, Rusya, Endonezya, ABD, İran, Kolombiya, Pakistan, Vietnam, Meksika ve Türkiye'nin yer aldığı 10 ülkenin hem doğa kaynaklı afetler bakımından hem de endüstriyel kazalar bakımından ilk 15 sıra içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Bu duruma bağlı olarak doğa kaynaklı afetlerin endüstriyel tesisler üzerinde yaratabileceği hasarlar ve tarihte daha önce yaşanmış somut örnekler göz önünde bulundurulduğunda bu ülkelerde yer alan endüstriyel tesislerin doğa kaynaklı afetlerden etkilenme potansiyellerinin var olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çok sık rastlanmamakla beraber depremler sonrasında ikincil bir afete neden olabilmesi yönünden insanlar ve çevre üzerinde büyük facialar yaratan nükleer santraller ise meydana geldiklerinde önemli seviyelerde radyasyon yayılımına ve radyoaktif madde birikimine neden olabildiği görülmüştür.

Doğa kaynaklı afetler sadece ikincil olarak ortaya çıkan diğer doğa kaynaklı afetleri tetiklememektedir. Aynı zamanda yaşanmış ve deneyimlenmiş kaza örnekleri incelendiğinde doğa kaynaklı afetlerden sonra KBRN tehditleriyle hızlı bir şekilde karşılaşabilmektedir. KBRN ile ilişkili kazalar incelendiğinde doğa kaynaklı afetlerin güçlü bir tetikleyici faktör olduğu ve ikincil KBRN afetlerinin ortaya çıkmasında küçümsenmeyecek derecede öneme sahip olduğu görülmektedir. Bu yönüyle bakıldığında hem doğa kaynaklı risklere hem de KBRN risklerine yönelik önlem ve tedbirlerin alınması oldukça önemlidir.

Doğa kaynaklı afetlerden sonra ortaya çıkabilecek ikincil KBRN afetlerine yönelik öneriler;

- Doğa kaynaklı afetlerin tetikleyebileceği tüm KBRN tehlikeleri o bölgenin sanayileşme, endüstrileşme veya tehlikeli madde barındırma durumuna göre değişen şart ve koşullar düşünülerek sürekli olarak analiz edilmelidir.
- Doğa kaynaklı afet riskleriyle karşı karşıya olan KBRN ajanı bulunduran endüstriyel tesisler için hem doğa kaynaklı riskleri hem de KBRN risklerini bütünsel bir şekilde ele alan afet planları oluşturulmalıdır.
- Tehlikeli madde barındıran endüstriyel tesisler, nükleer santraller veya kimyasal madde bulunduran depolar kentlerden uzak noktalara ve acil bir durumda müdahalenin kolay olabileceği alanlara inşa edilmelidir.
- Fay hattı üzerine ve çevresinde deprem riski yüksek olan noktalara sanayi tesisleri, nükleer santraller veya KBRN riski taşıyan hiçbir tesisin yapımı işletimi gibi hususlara izin verilememeli, bu şekilde var olan tesislerinde yerlerinin daha güvenli alanlara taşınması sağlanmalıdır.



- KBRN riski taşıyan tesislerin ulusal ve uluslararası düzeyde haritalandırılması ve bu tesislerin doğa kaynaklı afetlerden etkilenme durumlarını ortaya koyan analizler yapılmalıdır.
- Endüstriyel tesislerde ve nükleer tesislerde doğa kaynaklı gelişen kazalara, teknik arızalar nedeniyle oluşan kazalara ve saldırı niteliği taşıyabilecek durumlara yönelik olarak farklı müdahale yöntemleri belirlenmelidir.
- Tehlikeli madde barındıran endüstriyel tesislerde, KBRN tehditleri ile afet ve acil durumlar konusunda uzman personeller bulundurulmalı, herhangi bir acil duruma karşı hızlı, etkin ve zamanında yanıt verebilmek için gerçek boyutlarda tatbikatlar her yıl düzenli olarak yapılmalıdır.

## KAYNAKÇA

- [1] GÜLER, Ülker Aslı, Sürdürülebilir Afet Yönetiminde Atık Yönetimi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 2018, 4.2: 236-246.
- [2] ÖNSÜZ, Muhammed; ATALAY, Burcu, Afet Lojistiği, Osmangazi Tıp Dergisi, 2015, 37.3: 1-6.
- [3] ÖZLER, Murat, Kamu Yönetimi Paradigmasında Afet Riski Yönetiminden Yönetişimine, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2019, 16.1: 139-150.
- [4] KAYNAK, Ceren, Örnek Bir Hastane Afet Ekibinin Doğal Afetler Sonrasında Ortaya Çıkabilecek KBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyoaktif, Nükleer) Tehlikeler İle İlgili Bilgi Düzeylerinin Ölçülmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale,2020.
- [5] ADAŞ, Gökhan; TURGUT, Namigar; AKÇAKAYA, Adem, Büyük Afetlerde Sağlık Hizmetlerinin Planlanması Organizasyonu Ve Triage, Okmeydanı Tıp Dergisi, 2012, 28.2: 124-134.
- [6] OZLER, Murat, Afet Olgusuna Hukuksal-Kurumsal Yaklaşım, Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 27: 12-25.
- [7] ALTUN, Fatih, Afetlerin Ekonomik Ve Sosyal Etkileri: Türkiye Örneği Üzerinden Bir Değerlendirme, Sosyal Çalışma Dergisi, 2018, 2.1: 1-15.
- [8] Uluslararası Kızıllaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonu , Cenevre, 2020
- [9] GÜNEŞ, Yıldırım; ÇETİNYOKUŞ, Saliha, Türkiye’de Endüstriyel Kazalara Yönelik Arazi Kullanım Planlaması (AKUP) Problemi. Journal of Humanities and Tourism Research, 2020, 10.2: 226-248.

- [10] GÖKÇEKUŞ, Hüseyin; BARLAS, Ceren; ALMUHİSEN, Maram; NİMA, Eyni, Doğal Ve İnsan Kaynaklı Afetler, Sonuçları Ve Afet Yönetimi, 2018.
- [11] DOĞAN, Gülsün, KBRN Olaylarına Karşı Kurumların Bilgi, Eğitim Ve Tatbikat İhtiyaçlarını Belirleme Çalışması: Gümüşhane Ve Trabzon İlleri Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gümüşhane, 2019.
- [12] DEMİRALP, Nuray; DEMİRALP, Kemal; ÜTÜK, Ayşe; ÜTÜK, Ömer Faruk, Kimyasal, Biyolojik, Radyasyon ve Nükleer (KBRN) Olaylarda Psikososyal Bakım, Afet ve Risk Dergisi, 2020, 3.1: 80-88.
- [13] CRUZ, Ana Maria; OKADA, Norio. Consideration of natural hazards in the design and risk management of industrial facilities. Natural hazards, 2008, 44.2: 213-227.
- [14] KORKANÇ, Selma Yaşar; KORKANÇ, Mustafa, Sel Ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 2006, 8.9: 42-50.
- [15] EKŞİ, Ali. Afetlerden Sonra Ortaya Çıkabilecek Çevresel Risklerin Yönetimi, Hastane Öncesi Dergisi, 2016, 1.2: 15-25.
- [16] KUNII, O.; NAKAMURA, S.; ABDUR, R.; WAKAI, S. The impact on health and risk factors of the diarrhoea epidemics in the 1998 Bangladesh floods. Public health, 2002, 116.2: 68-74.
- [17] CEBECİ, Halil İbrahim; ODABAŞ, Derya, Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik Ve Nükleer Afetleri Yönetmek İçin Bir Karar Destek Sistemi Modeli Önerisi, Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Dergisi, 2019, 1.1: 41-50.
- [18] ÖNCÜ, Işıl, İkincil Afetler, TMMOB 2. İzmir Kent Sempozyumu, 737-745, İzmir, 2013
- [19] KORKMAZ, Kasım A.; SARI, Ali; CARHOGLU, Asuman I, Seismic risk assessment of storage tanks in Turkish industrial facilities, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2011, 24.4: 314-320.
- [20] ÇAKMAKOĞLU, Melih Tolga, Depremlerin Çevre Sorunları Ve Bir Senaryo Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
- [21] GIRGIN, Serkan. The natech events during the 17 August 1999 Kocaeli earthquake: aftermath and lessons learned. Natural Hazards and Earth System Sciences, 2011, 11.4: 1129-1140.
- [22] ŞEŞEN, Yasin; GÜNDÜZ, Onur, 2.5. Nükleer Kazaların Bilgi Merkezlerine Olumsuz Etki Olasılığı: Japonya Deneyimi.
- [23] <https://public.emdat.be>. (Erişim tarihi: 31.08.2022)

## OBRUK TEHLİKE ANALİZLERİ İÇİN KONUMSAL VERİTABANI TASARLANMASI VE TEHLİKE ANALİZ HARİTASININ OLUŞTURULMASI, KARAPINAR ÖRNEĞİ

**Dr. Öğrencisi Bilge BİNGÜL<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Emrah PEKKAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, bilgebingul@eskisehir.edu.tr - 0000-0002-1837-7506

<sup>2</sup>Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Yer Bilimleri ve Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı, epekkkan@eskisehir.edu.tr - 0000-0002-9414-8887

### ÖZET

İnsanlar için fiziksel, ekonomik, sosyal ve çevresel kayıplara sebep olan, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurarak ya da kesintiye uğratarak toplulukları etkileyen doğal afetler; insan kökenli, teknolojik ya da doğal kaynaklı olayların sonucu olarak bilinmektedirler. Doğal afetlerin önlenmesi açısından insanın yapabilecekleri sınırlıdır. Ancak afetler oluşmadan önce gereken önemin verilerek çeşitli tedbirlerin alınması, eylem planlarının oluşturulması, söz konusu bölgedeki tehlike haritalarının hazırlanması gibi çalışmalarla, karşılaşılabilecek zararın azaltılması mümkündür.

Günümüzde doğal afetlerden biri olarak kabul edilen obruklar, ülkemizde gittikçe artan bir tehlike haline gelmiştir. Normal şartlarda 30 yıldan fazla bir sürede oluşması muhtemel olan obrukların oluşum sıklıkları 2000li yıllardan itibaren gittikçe artmakta olup günümüzde sadece Konya ilinde her yıl 20-30 adet obruk oluştuğu bilinmektedir. İklim değişikliği, yanlış ürün deseni tercihi, aşırı sulama, yeraltısuyundaki ani düşüş gibi sebeplerle obruk oluşumları hızlanmış durumdadır.

Geçmiş obruk verilerinin ve dolayısıyla obruk envanterinin hassas ve güvenilir bir şekilde tutulması, obruk tehlike haritalarının güvenilir bir şekilde oluşturulabilmesine imkân sağlayacaktır. Bu çalışmanın ilk kısmında, obruk afetine karşı zarar azaltma çalışmalarında ya da afet ile ilgili eylem planlarının hazırlanmasında temel girdi parametresi olarak kullanılacak bir konumsal veritabanının hangi verilerin bulunması gerektiği araştırılmıştır. Obruk oluşum sürecini etkileyen önemli parametreler belirlenerek, örnek bir konumsal veritabanı tasarlanmıştır. Çalışmanın ikinci kısmında ise ülkemizde obruk oluşumun en çok görüldüğü bölgelerden olan Konya Kapalı Havzası sınırları içerisindeki Konya ilinin Karapınar ilçesi pilot bölge olarak seçilmiş ve bölgeden elde edilen veriler kullanılarak bu bölge için örnek bir obruk tehlike analizi haritası oluşturulmuştur. Tehlike analiz haritası ArcGIS 10.8 CBS yazılımının ağırlıklı çakıştırma aracı ile gerçekleştirilmiş olup kriterlerin ağırlıkları Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi ile belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** CBS, Karapınar, Konumsal Veritabanı, Obruk, Tehlike Analizi

## DESIGNING A SPATIAL DATABASE FOR SINKHOLE HAZARD ANALYZES AND PREPARING A HAZARD ANALYSIS MAP, THE CASE OF KARAPINAR

### ABSTRACT

Natural disasters that cause physical, economic, social and environmental losses for people and affect communities by stopping or interrupting normal life and human activities; They are known as the result of human origin, technological or natural origin events. In terms of preventing natural disasters, what people can do is limited. However, it is possible to reduce the damage to be encountered by taking various measures, creating action plans, and preparing hazard maps in the region in question, by giving due consideration before disasters occur.

Today, sinkholes, which are accepted as one of the natural disasters, have become an increasing danger in Türkiye. The frequency of formation of sinkholes, which are likely to occur in more than 30 years under normal conditions, has been increasing since the 2000s, and it is known that 20-30 sinkholes occur every year only in Konya. The formation of sinkholes has accelerated due to climate change, wrong crop pattern preference, excessive irrigation, and sudden decrease in groundwater.

Precise and reliable keeping of historical sinkhole data, and therefore sinkhole inventory, will enable reliable creation of sinkhole hazard maps. In the first part of this study, it was investigated which data should be included in a spatial database to be used as the basic input parameter in mitigation studies against sinkhole disaster or in the preparation of disaster-related action plans. An exemplary spatial database was designed by determining the important parameters affecting the sinkhole formation process. In the second part of the study, Karapınar district of Konya within the borders of Konya Closed Basin, which is one of the regions where sinkhole formation is most common in our country, was selected as a pilot region and a sample sinkhole hazard analysis map was created for this region by using the data obtained from the region. The hazard analysis map was performed with the weighted overlay tool of ArcGIS 10.8 GIS software, and the weights of the criteria were determined by the Analytical Hierarchy Process (AHP) method.

**Keywords:** GIS, Karapınar, Spatial Database, Sinkhole, Hazard Analysis

### 1. GİRİŞ

Doğal afetler, yeryüzünde belirli bir bölgede aniden ortaya çıkan, toplumsal stres yaratan, insan ve insan yerleşmeleri üzerinde önemli kayıplar yaratan, toplumdaki yaşamı sekteye uğratan doğa kaynaklı olaylar olarak bilinmektedirler. İnsanların kontrolü dışında gerçekleşen bu doğa olayları, can ve mal kaybına neden olmaktadır. Doğal afetlerin önlenmesi açısından insanın yapabilecekleri sınırlı olup afetler oluşmadan önce çeşitli tedbirlerin alınması mümkündür.

Toplumun doğal olaylardan en az zararla ve kayıpla kurtulması için yapılan afet öncesi çalışmalar; hazırlık, tahmin ve erken uyarı, afetleri anlamak gibi amaçları içermektedir [1]. Bu çerçevede afet yönetimi, doğru bir planlamayı, ama her şeyden önce doğru bir arşivleme ile geçmiş bilgilerin değerlendirmesini içermelidir.

Çalışma kapsamında, doğal afetlerden biri olarak kabul edilen ve ülkemizde de sayıları gittikçe artan obruklar ele alınmıştır. Karstik yer şekillerinden olan obruklar, yeraltındaki kalker gibi eriyebilen kayaların (kalker, marn, jips vb.) zamanla boşluklar meydana getirmesi ve bu boşlukların tavanlarının çökmesiyle oluşurlar [2]. Karst oluşumları ana kayanın çözünmesi ve yeraltı drenajının gelişmesi yoluyla oluşan bir araziye ifade etmektedir. Bu nedenle öncelikle kireçtaşı ile ilişkili olsa da, diğer karbonatlar ve diğer çözünür kayaların üzerinde de oluşabilmektedirler [3].

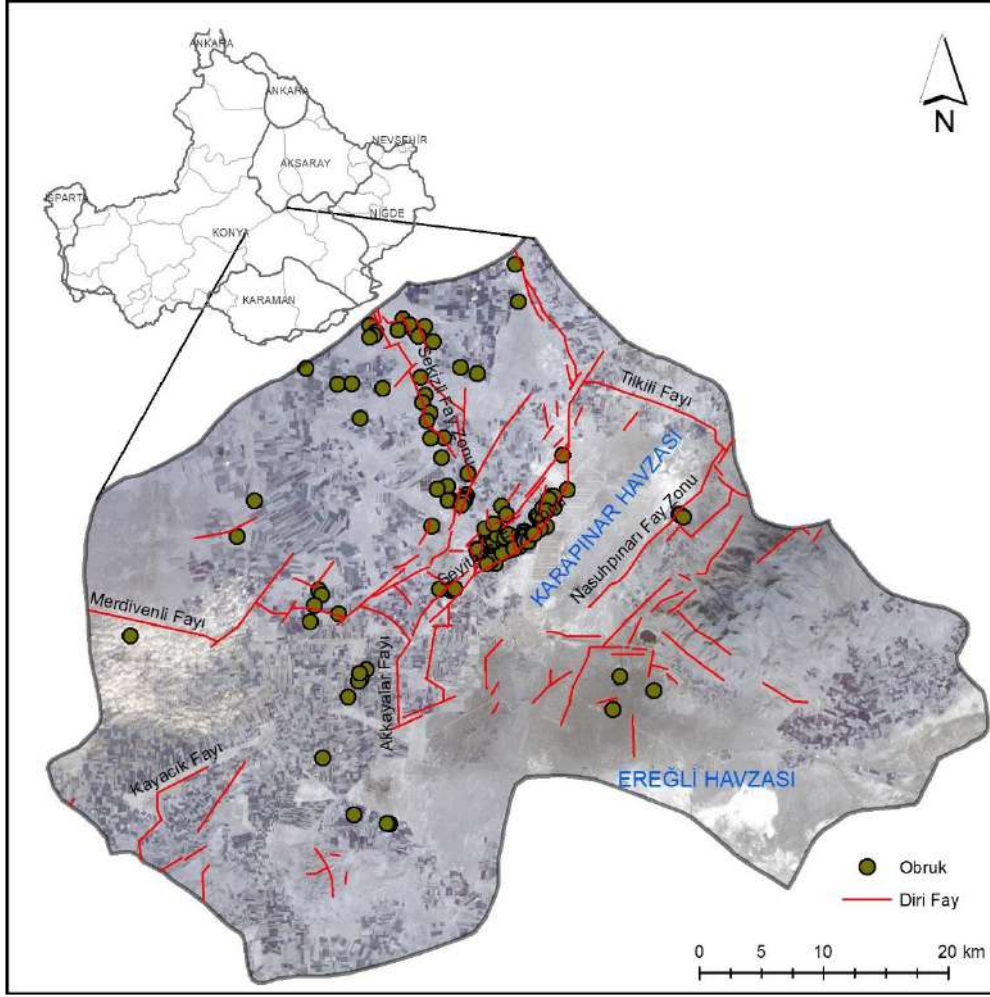
Türkiye’de karstik araziler; Göller Yöresi, Orta Toroslar, Teke Yöresini kapsayan Akdeniz Bölgesi, İç Anadolu’nun güneyi, Güneydoğu Toroslar ve Güneydoğu Anadolu’nun güneyi ve Türkiye’nin diğer bölgelerinde de yerel olarak görülmektedir. Normal şartlarda 30 yıldan fazla bir sürede oluşması muhtemel olan obrukların, ülkemizde oluşum sıklıkları 2000li yıllardan beri gittikçe artmaktadır. İklim değişikliği ve kuraklık ile birlikte aşırı ve kontrolsüz su tüketiminin de hızlandırdığı obruk tehlikesi; ülkemizde en çok Konya Kapalı Havzası Bölgesi’nde görülse de, Şanlıurfa, Mersin, Siirt, Karaman, Çankırı, Çorum, Sivas, Manisa, Denizli, Eskişehir, Bilecik gibi illerde de görülmektedir.

Obruk oluşumları, binaları, yolları veya demiryollarını tahrip ederek bu yapıların çökmesine ve yüksek maddi kayıplara neden olabilmektedir [4]. Bu nedenle obrukların sonuçlarıyla uğraşmanın finansal maliyetleri genellikle çok yüksek olmaktadır [5]. Bu çalışmada, afet sonrasında meydana gelebilecek maddi ve manevi zararı azaltmak ve can kayıplarının önüne geçebilmek amacıyla, obruklar oluşmadan önce yapılan tehlike analizlerinde kullanılabilir olan konumsal bir veritabanında bulunması gereken veriler incelenmiştir. Obruk tehlike haritalarının güvenilir bir şekilde oluşturulabilmesi için geçmiş obruk verilerinin ve dolayısıyla da obruk envanterinin hassas bir şekilde oluşturulması gerekmektedir. Çünkü obruklar geçmişte hangi şartlar altında meydana gelmişse, gelecekte de obrukların aynı şartlarda meydana gelmesi beklenmekte ve bu esasa göre yapılacak olan tehlike alanlarının tanımlanmasında ve tehlike haritalarının oluşturulmasında obruk envanter haritaları temel alınmaktadır [6]. Envanter bilgileri tehlike analizlerinde girdi olarak kullanılacağından bu bilgilerin doğru, güncel ve güvenilir bir şekilde konumsal veritabanında toplanması gerekmektedir. Yapılan bu çalışma; obruk envanteri için konumsal veritabanının tasarlanmasını ve elde edilen verilerin yardımıyla uygun bir bölge için obruk tehlike analizi oluşturulmasını amaçlamaktadır.

## 2. ÇALIŞMA SAHASI VE ÖZELLİKLERİ

Çalışma sahası olarak tercih edilen Karapınar ilçesi, Konya Kapalı Havzasında yer almaktadır. Havzanın rakımı 900-1050 m arasında olup havzada çoğunlukla ova ve plato morfolojisi yer almaktadır. Havza sınırları içerisinde Konya, Isparta, Niğde, Ankara, Aksaray, Nevşehir ve Karaman illeri ile Antalya ve Mersin illerinin yerleşik olmayan küçük bir kısmı bulunmaktadır. Çalışma alanı olan Karapınar ilçesi, Konya’nın 95 km doğusunda yer almaktadır (Görsel 1).





**Görsel 5. Karapınar ilçesi, yerbulduru haritası**

Konya Kapalı Havzası'nda son yıllarda su ihtiyacı yüksek olan bitkilerin üretimine bağlı yeraltısuyu kullanımındaki artış ve iklimdeki kuraklık yeraltısuyu seviyesini hızla düşürmektedir. Bölgede yüzeysel akışa geçen geniş bir akarsu ağının bulunmaması; tarımsal sulama ve içme suyu ihtiyacının büyük ölçüde yeraltısuyundan karşılanması sonucunu doğurmaktadır. Kuvaterner iklim döngülerine bağlı olarak işleyen doğal süreçler sonucunda oluşmuş olan yüzden fazla obrukun yanı sıra, yeni obrukların oluşmasında doğal süreçlerle birlikte antropojenik kökenli nedenler de bulunmaktadır [7].

### **3. OBRUK TEHLİKE ANALİZLERİ İÇİN KONUMSAL VERİTABANININ OLUŞTURULMASI**

Karstik alanlardaki çökme olasılığı; önce alanda gerekli verilerin toplanması ve ardından alana özgü çökme mekanizmasının anlaşılması için tehlike değerlendirmesinin yapılmasıyla ortaya konulabilir. Tehlike değerlendirmesinin yapılabilmesi için obruk envanterinin doğru, güncel ve hassas bir şekilde hazırlanması gerekmektedir.

Waltham vd., [3], çalışmalarında obruk oluşumuna eğilimli arazilerdeki temel parametreleri sıralamışlardır (Çizelge 1) ve her parametrenin herhangi bir karstik sahaya uygulanabileceğini ancak araziye göre parametrelerin önemini değiştirebileceğini belirtmişlerdir.



**Çizelge 4. Obruk oluşumuna eğilimli karstik arazilerde tehlike ve risk değerlendirmesinde dikkate alınması gereken zemin koşulları ve dâhil edilen parametreler [3].**

<b>Gözlenebilen Parametreler</b>					
	Zhou vd. (2003) [8]	Zisman, (2001) [9]	Edmonds, (2001) [10]	Van Rooy, (1989) [11]	Venter ve Gregory, (1987) [12]
Anakaya türü (litoloji ve kırılma)	+		+	+	
Örtü toprak türü (yapı ve dayanım özellikleri)	+	+	+	+	+
Anakaya yüzeyinin derinliği	+				
Anakaya yüzeyinin doğası (kırıklı ya da tepeli)		+			+
Jeolojik sınırlara veya faylara yakınlık	+		+		
Topografya (eğim)	+		+		
Yerel obruklar (numara, büyüklük, tür)					
En yakındaki obruğa olan uzaklık	+				
Yeraltısuyu seviyesi (anakayaya göre)			+		+
Drenaj geçmişi			+	+	+
<b>Varsa Zemin Araştırma Parametreleri</b>					
Toprağın SPT N değeri		+			
Bilinen jeofiziksel anomaliler	+			+	+
Sondaj sıvısı kaybı ya da açılan kuyuların çökmesi		+			
Sondaj kuyularında değişken yeraltısuyu seviyesi		+			
Zemin yerleşimi		+			

Kuyulardan aşırı su çekimi sonucunda yeraltısuyundaki hızlı düşüşle birlikte obruk oluşumunun hızlandığı bilinmektedir [2, 7, 13-17]. Obrukların oluşumuna neden olan doğal jeolojik faktörlerden litolojik özellikler ve yapısal jeoloji ile iklim değişikliği, kuraklık, hidrojeolojik özellikler üzerinde insan tarafından kontrol imkânı bulunmamaktadır ancak kontrol edilebilecek en önemli faktörlerden biri su kullanımımızdır [15]. Bu sebeple oluşturulacak envanterde yeraltısuyu seviyesinin de yer almasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Obrukların oluşumu genellikle içinde oluştukları kayaçların litolojik özellikleri ve bu kayaçların etkileşim halinde buldukları suyun niteliklerine bağlıdır. Su ile etkileşim durumunda eriyebilen kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn, dolomitik kireçtaşı, dolomit gibi karbonatlı kayaçlarla halit, jips, anhidrit gibi evaporitlerin yaygın olduğu bölgelerde bu kayaç ve minerallerin sularla reaksiyonu sonucu mağara, dolin, lapy, düden, obruk gibi karstik şekillerin [18-21] oluşması olağan jeolojik ve jeomorfolojik olaylardır [22]. Bu bilgiler ışığında,

obruklar için oluşturulacak olan bir konumsal veritabanında, obruğun bulunduğu jeolojik birim bilgisinin de gerekli olduğu düşünülmektedir.

Obruklara ilişkin kesin yaş veya yaş aralığı gibi tarihsel bilgiler, zamansal frekans değerlerinin hesaplanması için vazgeçilmez olarak kabul edilmektedir [23-28]. Obruk gelişme olasılığı, belirli bir birim zamanda birim alan başına yeni obrukların ortaya çıktığı tarihsel sıklığı analiz ederek, belirli alanlar için istatistiksel olarak değerlendirilebilir. Dolayısıyla obruk tehlike analizlerinin doğru yapılabilmesi için oluşturulacak olan konumsal veritabanında obrukların oluşum yılı bilgileri de büyük önem taşımaktadır.

Orhan vd. [6], çalışmasında Konya Kapalı Havzası obruk envanter bilgi sisteminin oluşturulmasını ve bu envanter verisinin gelecekte gerçekleştirilecek tehlike, risk ve planlama çalışmalarında destek veri olarak kullanılabilmesi için ilgili kişi ve kurumlarla web tabanlı bir sistem vasıtasıyla paylaşılmasını hedeflemektedir. Oluşturulan envanterde her bir obruğa ait, obruk ismi, obruğun bulunduğu bölge, çap, derinlik, şekil (elips ya da daire), yerleşim yerlerine uzaklık, obruğun konumu, obruktaki su durumu, obruk oluşum tarihi bilgileri kullanılmıştır.

Karapınar ilçesi sınırları içerisinde elde edilebilen veriler yardımıyla oluşturulan konumsal veritabanı örneği Görsel 2’de, her bir özneliğin veri tipi ile birlikte verilmiştir.

ObrukEnvanter
+ Adi: CharacterString
+ Il: CharacterString
+ Ilce: CharacterString
+ Konum: GM_object
+ Durum: CharacterString
+ OluşumYili: DateTime
+ Sekli: CharacterString
+ UzunEksen: float
+ KisaEksen: float
+ Cap: float
+ EnYakinYer: CharacterString
+ YerlesimeUzaklik: float
+ SuluDerinlik: float
+ SusuzDerinlik: float
+ TopDerinlik: float
+ FayaUzaklik: float
+ ObrukYogunlugu: float
+ OrtuKalinligi: float
+ AnaKayaDerinligi: float
+ EnYakinObruk: float
+ YeraltisuyuSeviyesi: float
+ JeolojikBirim: CharacterString
+ JeoYas: CharacterString
+ JeoTuru: CharacterString

**Görsel 6. Obruk tehlike analizleri için geliştirilen konumsal veritabanı tasarımı**

Buna göre, obruk tehlike analizleri için geliştirilen konumsal veritabanında obruğun adı, ili ve ilçesi *CharacterString* olarak yer almalıdır. Obruğun konumu *GM\_object* türünde tanımlanmalıdır. Obruğun sulu, susuz ya da kapatılmış olduğunu ifade eden “Durum” özneliği

*CharacterString*, obruğun oluşum yılını ifade eden “OlusumYili” özniteliği *DateTime*, obruğun daire ya da elips olduğunu ifade eden “Sekli” özniteliği *CharacterString*, obruğun uzun eksenini, kısa eksenini ve çapı *float*, obruğa en yakın yerleşim yeri *CharacterString*, obruğun en yakın yerleşim yerine uzaklığı *float*, obruğun bilinen sulu derinliği, susuz derinliği ve toplam derinliği *float* türünde tanımlanmalıdır. Obruğun faya uzaklığı, noktasal obruk yoğunluğu, obrukta bulunan örtü kalınlığı *float*, obruğun bulunduğu noktadan ana kayaya derinlik *float* türünde tanımlanmalıdır. En yakın obruğun mesafesi *float*, obruğun bulunduğu noktadaki yeraltı suyu seviyesi *float*, jeolojik birim, jeolojik birimin yaşı ve jeolojik malzemenin türünü ifade eden öznitelik *CharacterString* türünde tanımlanmalıdır.

#### 4. OBRUK TEHLİKE ANALİZİNİN OLUŞTURULMASI

##### 4.1. Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan yöntem ağırlıklı hiyerarşi süreci (AHP) yöntemidir. AHP yöntemi, çok kriterli karar verme yöntemlerinin en yaygın olarak kullanılanıdır ve karar verme süreçlerinde kullanılan kriterlerin farklı seviyelerde ikili karşılaştırılması ve ağırlıklandırılmasını içermektedir [29].

Karapınar ilçesinin obruk tehlike analizinin oluşturulabilmesi için girdi olarak kullanılan veriler 2020 yılı öncesi obruk lokasyonları [2] ve bölgedeki faylardır [30, 31]. Obruk oluşumunu etkileyen; obrukların  $\text{km}^2$ 'deki yoğunluğu, karstik yapılara uzaklık ve faylara uzaklık olmak üzere 3 ana faktör incelenmiştir. 3 faktör AHP yöntemi ile önem sıralarına göre kendi aralarında ağırlıklandırılmıştır. Ardından, her kriterde bulunan değerler puanlandırılarak, ArcGIS 10.8 yazılımı yardımı ile ağırlıklı çakıştırma işlemine tabi tutulmuşlardır.

##### 4.2. Uygulama

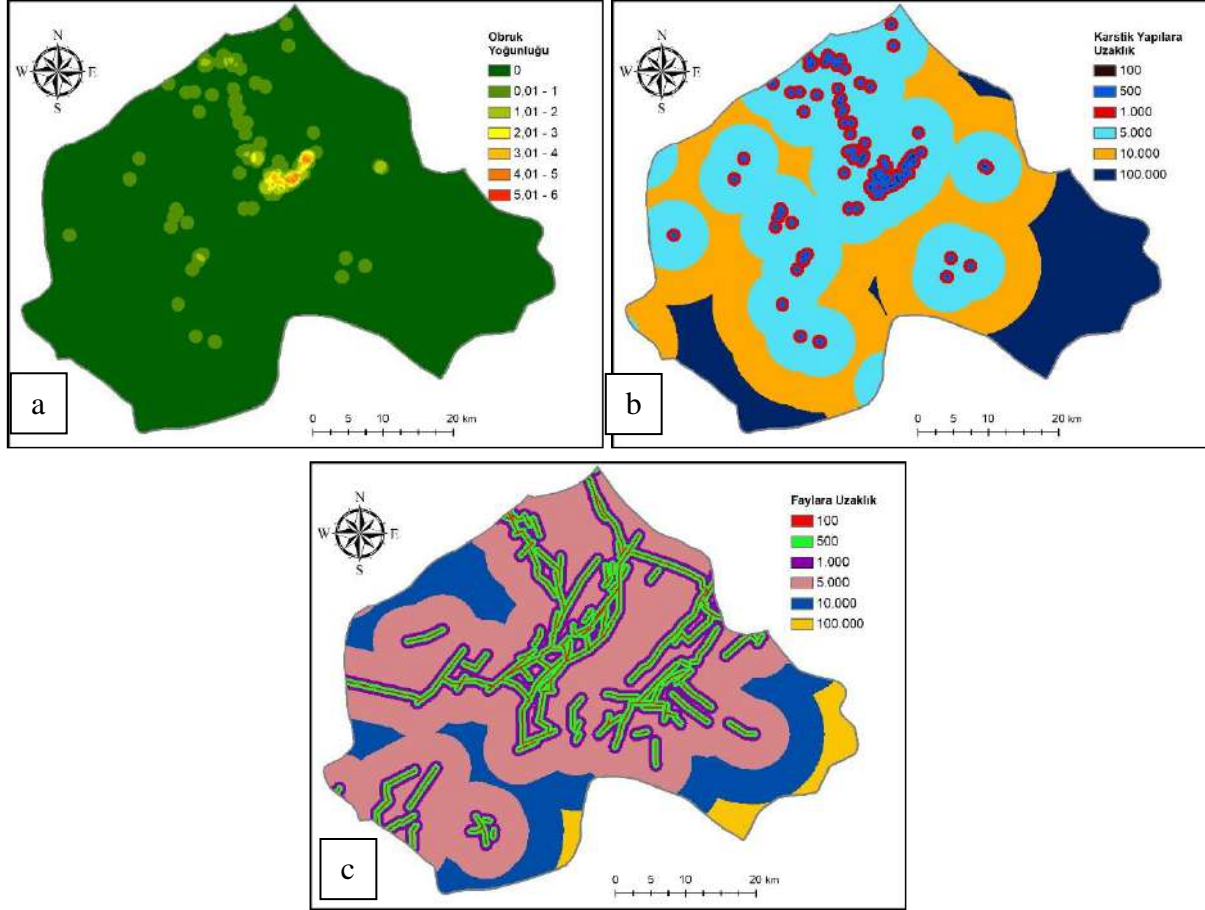
Her kriterin AHP yöntemiyle kendi aralarındaki önem dereceleri irdelenmiş ve obruk yoğunluğu, tehlike analizini etkileyen en önemli kriter olarak hesaplanmıştır. Orta derecede önem taşıyan kriter, karstik yapılara uzaklık ve bu üç kriter içerisinde görece olarak en az önem taşıyan kriter, faylara uzaklık olarak hesaplanmıştır. Kriterlerin AHP ile elde edilen çözüm değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Bu değerlere göre ağırlıklı çakıştırma analizinde obruk yoğunluğu raster haritası 0.493, karstik yapılara uzaklık raster haritası 0.311 ve faylara uzaklık raster verisi 0.196 olarak ağırlıklandırılmıştır.

#### Çizelge 5. Kriterlerin ağırlık derecelendirmeleri

Karar Verme Hiyerarşisi		
Kriter 1	Obruk Yoğunluğu ( $\text{km}^2$ )	0.493
Kriter 2	Karstik Yapılara Uzaklık	0.311
Kriter 3	Faylara Uzaklık	0.196

Bölgedeki obrukların,  $\text{km}^2$ 'ye düşen yoğunlukları hesaplanarak obruk yoğunluk haritası oluşturulmuştur (Görsel 3a). Bölgedeki karstik yapılara 100, 500, 1000, 5000 ve 10000 metrelik

tampon alan oluşturulmuş ve oluşturulan bu alanlar, vektörel veriden raster veriye dönüştürülmüştür (Görsel 3b). Son olarak bölgedeki faylara 100, 500, 1000, 5000 ve 10000 metrelik tampon alan oluşturulmuş ve vektörel olarak oluşturulan bu alanlar raster veriye dönüştürülmüştür (Görsel 3c).



**Görsel 7. a) Obruk yoğunluğu, b) Karstik yapılara uzaklık c) Faylara uzaklık için oluşturulan raster haritalar**

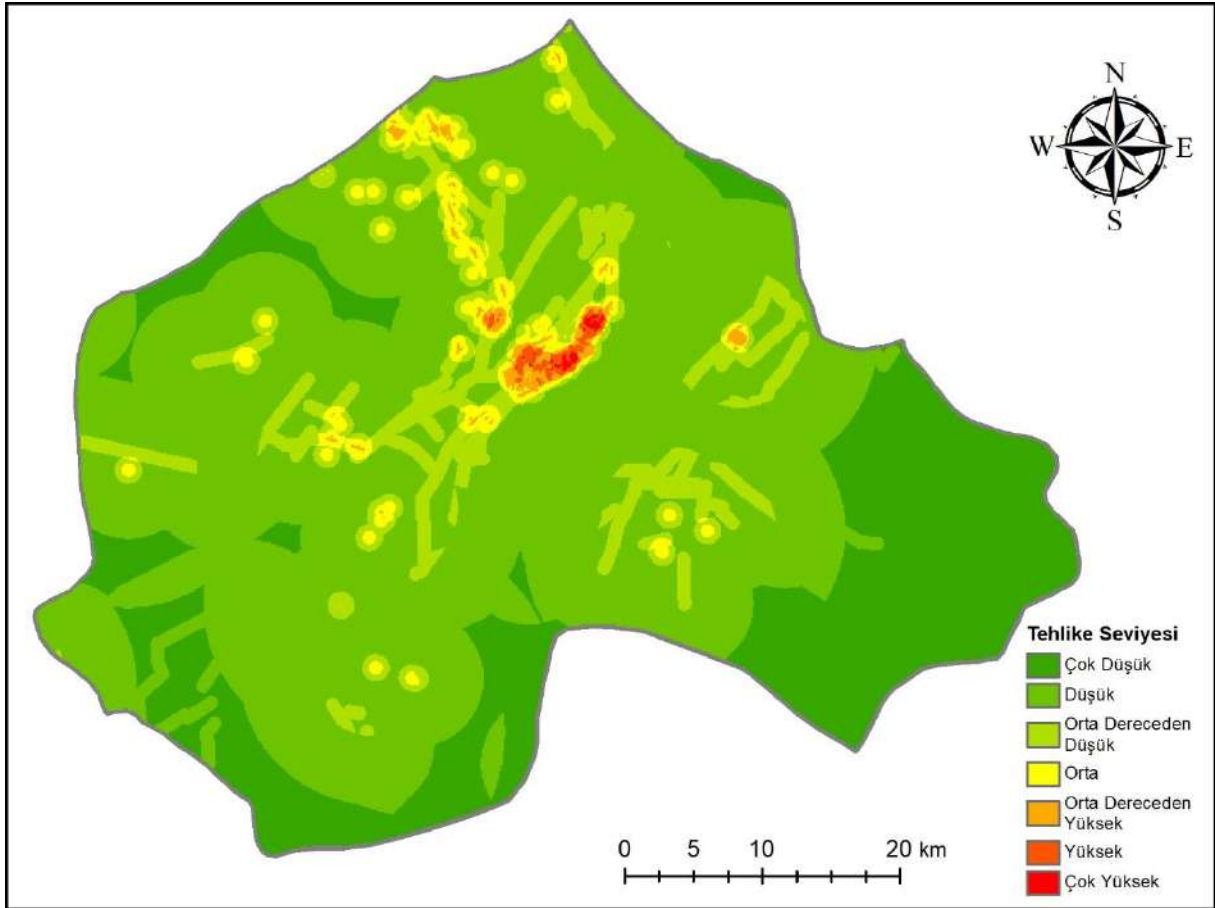
Kriterler için üretilmiş raster haritaların değerleri yeniden sınıflandırma işlemi ile puanlaması oluşturulmuştur. Yapılan puanlama Çizelge 3’te verilmiştir.

**Çizelge 6. Analizde kullanılan kriterler için yeniden sınıflandırma işleminde verilen puanlamalar**

Obruk Yoğunluğu		Karstik Yapılara Uzaklık		Faylara Uzaklık	
5,01-6,0/km <sup>2</sup>	100	100 m	100	100 m	100
4,01-5,0/km <sup>2</sup>	90	500 m	80	500 m	80
3,01-4,0/km <sup>2</sup>	80	1000 m	60	1000 m	60
2,01-3,0/km <sup>2</sup>	60	5000 m	40	5000 m	40
1,01-2,0/km <sup>2</sup>	40	10000 m	20	10000 m	20
0,01-1,0/km <sup>2</sup>	20	> 10000 m	0	> 10000 m	0
0/km <sup>2</sup>	0				

Çizelge 3'e göre, obruk yoğunluğu için  $5,01-6,0/km^2$  için 100 puan verilmiş, obruk yoğunluğu azaldığında tehlikenin de azalacağı düşünülerek yoğunluk azaldıkça puanlar da azaltılmıştır. Karstik yapılara 100 metre yakınlıktaki bölgeler için 100 puan verilerek puanlama başlatılmış ve 10000 metreden daha uzak alanlar için 0 olacak şekilde azaltarak ara değerler oluşturulmuştur. Buna göre obruk tehlikesi; karstik yapılara 100 metre yakındayken en fazla, karstik yapılardan uzaklaştıkça daha az durumdadır. Faylara 100 metre yakınlıktaki bölgeler için tehlike en büyük derecede olacağından bu alanlara 100 puan verilmiş ve faydan uzaklaştıkça tehlike azalacağından puanlar da düşürülmüştür.

Tehlike analizi haritası oluşturulması için yapılması gereken son işlem ağırlıklı çakıştırma analizidir. Yeniden sınıflandırılmış raster haritalar, ağırlıklı çakıştırma analizinde girdi olarak kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda elde edilen tehlike haritası Görsel 4'te verilmiştir. Haritada da görüldüğü üzere yapılan analiz sonucunda tehlike seviyesi çok düşük ile çok yüksek arasında 7 sınıfa ayrılarak yeşilden kırmızıya renklendirilmiştir.



Görsel 8. Ağırlıklı çakıştırma analizi kullanılarak elde edilen tehlike analizi haritası

## 5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında, doğal afetlerden biri olarak kabul edilen ve ülkemizde de son yıllarda sayıları gittikçe artan obruklar ele alınmıştır. Çalışma iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda afet sonrasında meydana gelebilecek maddi ve manevi zararı azaltmak ve can kayıplarının önüne geçebilmek amacıyla, obruklar oluşmadan önce yapılan tehlike analizlerinde kullanılabilecek olan konumsal bir veritabanı ve bu veritabanında bulunması gereken veriler



incelenmiştir.

Çalışmanın ikinci kısmında ise; elde edilebilen veriler doğrultusunda, Konya ili Karapınar ilçesi için obruk tehlike analizi oluşturulmuştur. Çalışmada obruk oluşumunu etkileyen, faylara uzaklık, karstik yapılara uzaklık ve  $\text{km}^2$ 'ye düşen obruk yoğunluğu kriterleri kullanılmıştır. Kriterler kendi aralarındaki öneme göre AHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Oluşturulan raster haritalar, ağırlıklı çakıştırma işlemi öncesinde özneliliklerine göre yeniden sınıflandırma ile puanlandırılmıştır. Son olarak ağırlıklı çakıştırma işlemi ile bölgenin tehlike haritası oluşturulmuştur.

Obruklar için oluşturulacak konumsal veritabanı; obruk dağılımını, obruk topografya ve morfolojisini, ana kaya üzerindeki örtü kalınlığını, ana kaya bilgilerini, hidrojeolojik ve hidrolojik bilgileri içermelidir. Obruk oluşumlarında jeolojik ve hidrojeolojik veriler, obruk aktivitesine ilişkin herhangi bir tehlike değerlendirmesi için bir ön koşuldur ve saha koşullarının güvenilir bir modelini geliştirmek için yeterli yoğunlukta toplanmış olmalıdır [3]. Bölgede daha hassas ve güvenilirliği yüksek bir obruk tehlike haritasının oluşturulabilmesi için, her şeyden önce güncel verilerin kullanılması önerilmektedir. Güvenilir bir obruk tehlike analiz çalışmasında, karstik kaya ile yeraltı suyu seviyesinin karşılaştırmalı konumlarının incelenmesi ve obruğun içinde bulunduğu jeolojik ve hidrojeolojik kriterlerin kullanılması son derece önemli ve gereklidir.

## KAYNAKLAR

- [1] Ergünay, O., *Türkiye'nin afet profili. TMMOB Afet Sempozyumu*, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, s. 1-14, Ankara, 2007.
- [2] Tapur, T. ve Bozyiğit, R., *Konya İli Obruk Envanteri*, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar 8. Bölge Müdürlüğü Konya Şube Müdürlüğü, Konya, 2013.
- [3] Waltham, T., Bell, F. ve Culshaw, M., *Sinkholes and Subsidence Karst and Cavernous Rocks in Engineering and Construction*, Springer, Chister, UK, 2005.
- [4] Xua, J., Heb, J. ve Zhang, L., Collapse prediction of karst sinkhole via distributed Brillouin optical fiber sensor, *Measurement*, 100, s. 68-71, 2017.
- [5] Kuniansky, E.L., Weary, D.J. ve Kaufmann, J.E., The current status of mapping karst areas and availability of public sinkhole-risk resources in karst terrains of the United States, *Hydrogeology Journal*, 24 (3), s. 613-624, 2015.
- [6] Orhan, O., Kırtıloğlu, O.S. ve Yakar, M., Konya Kapalı Havzası obruk envanter bilgi sisteminin oluşturulması, *Geomatik*, 5 (2), s. 81-90, 2020.
- [7] Yılmaz, M., Karapınar çevresinde yeraltı suyu seviye değişimlerinin yaratmış olduğu çevre sorunları, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2 (2), s. 145-163, 2010.



- [8] Zhou, W., Beck, B.F. ve Adams, A.L., Sinkhole risk assessment along highway 1-70 near Frederick, Maryland, American Society Civil Engineers Geotechnical Special Publication, 122, s. 5931-5601, 2003.
- [9] Zisman, E.D., A standart method for sinkhole detection in the Tampa, Florida, area, Environmental and Engineering Geoscience, 7, s. 31-50, 2001.
- [10] Edmonds, C.N., Prediction natural cavities in chalk, Geological Society Engineering Geology Special Publication, 18, s. 29-38, 2001.
- [11] Van Rooy, J.L., A new proposed classification system for dolomitic areas south of Pretoria, Contributions to Engineering Geology, 1, s. 57-65, 1989.
- [12] Venter, I.S. ve Gregory, B.J., A risk assesment in dolomitic terrain - a case history, Geological Society Engineering Geology Special Publication, 4, 1987.
- [13] Bayarı, C.S., Pekkan, E. ve Özyurt, N.N., Obruks, as giant collapse dolines caused by hypogenic karstification in central Anatolia, Turkey: analysis of likely formation processes, Hydrogeology Journal, 17, s. 327-345, 2009.
- [14] Galloway, D., Jones, D.R. ve Ingebritsen, S.E., *Land Subsidence in the United States*, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia, 1999.
- [15] Göçmez, G., Dülger, A., Arık, F., Delikan, A., Coşkuner, B., Kansun, G., Döyen, A. ve Arslan, Ş., Groundwater level changes and sinkhole formation of Ürünlü (Çumra-Konya), Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, Özel sayı 20 (1), s. 172-178, 2022.
- [16] Ökten, S., Konya Havzasında su yönetimi konusunda önemli duraklar, Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 3 (6), s. 73-92, 2012.
- [17] Subramani, V. ve Saxena, K., *Hydrogeochemistry of groundwater in the Delhi region of India Relation of Groundwater Quantity and Quality*, Hamburg Symposium, IAHS, 1983.
- [18] Erinc, S., Konya Bölümünde ve İç Toros Sıralarında Karst Şekilleri, Türk Coğrafya Dergisi, 20, s. 83-106, 1960.
- [19] Erol, O., Konya-Karapınar kuzeybatısındaki obrukların jeomorfolojik gelişimi ile Konya ve Tuzgölü Pleyisyosen Pluviyal Göller arasındaki ilişkiler, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Bülten (7), s. 5-50, 1990.
- [20] Eroskay, O., The factors influencing the Konya Obruks and their groundwater potentials evaluation, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mec., B.41, s. 5-14, 1976.
- [21] Karadoğan, S. *Karapınar çevresindeki farklı jeomorfolojik şekiller, özellikleri ve turizm potansiyelleri*. Karapınar Sempozyumu. Konya-Karapınar, 2001.

- [22] Arık, F., Obruklar, Orta Anadolu'da obruk oluşumları ve çözüm önerileri, *Maden ve İnsan*, 1 (3), s. 46-53, 2018.
- [23] Beck, B.F. *On calculating the risk of sinkhole collapse*. Appalachian Karst Symposium. National Speleological Society, Radford, VA, USA. 1991.
- [24] Galve, J.P., Gutiérrez, F., Guerrero, J., Alonso, J. ve Diego, I., Application of risk, cost–benefit and acceptability analyses to identify the most appropriate geosynthetic solution to mitigate sinkhole damage on roads, *Engineering Geology*, 145-146, s. 65-77, 2012.
- [25] Parise, M. ve Vennari, C., *A chronological catalogue of sinkholes in Italy: The first step toward a real evaluation of the sinkhole hazard*, in *Sinkholes and the Engineering and Environmental Impacts of Karst*, Thirteenth Multidisciplinary Conference, (Editörler: L. Land, D.H. Doctor ve J.B. Stephenson), National Cave and Karst Research Institute Symposium 2: Carlsbad, New Mexico. p. 383-392, 2013.
- [26] Taheri, K., Mohseni, H., Raeisi, E. ve Taheri, M., Sinkhole susceptibility mapping using the analytical hierarchy process (AHP) and magnitude–frequency relationships: A case study in Hamadan province, Iran. *Geomorphology*, 234, s. 64-79, 2015.
- [27] Tolmachev, V. ve Leonenko, M., *Experience in Collapse Risk Assessment of Building on Covered Karst Landscapes in Russia*, (*Karst Management* içinde), (Editör: P.E. van Beynen), Springer Netherlands: Dordrecht, s. 75-102, 2011.
- [28] Gutiérrez, F., *Sinkhole Hazards*. Oxford University Press, s. 86, 2016.
- [29] Cheng, E.W.I., Li, H. ve Ho, D.C.K., Analytic hierarchy process (AHP): A defective tool when used improperly. *Measuring Business Excellence*, 6 (4), p. 33-37, 2002.
- [30] Coşkuner, B., Parlar, Ş. ve Eren, Y. *Karapınar (Konya) Bölgesinin Neotektonik Özellikleri*. Uluslararası Mühendislik Bilimleri ve Multidisipliner Yaklaşımlar Kongresi, İstanbul, Şubat, 2021.
- [31] Emre, Ö., Duman, T.Y. ve Özalp, S., *1:250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, Karaman (NJ 36-11) Paftası, Seri No: 27*, Ankara-Türkiye: Maden Tetkik Arama ve Genel Müdürlüğü, 2011.

## EXAMINATION OF LOAD-INDEPENDENT VICKERS HARDNESS PARAMETERS FOR ALUMINUM OXIDE ADDED BI-2212 SUPERCONDUCTOR WITH MECHANICAL MODELS

Assoc.Prof. Dr. MUHAMMED ÖZ<sup>1</sup>, Assoc.Prof. Dr. ÜMİT ERDEM<sup>2</sup>,

Prof. Dr. GÜRÇAN YILDIRIM<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bolu Abant İzzet Baysal University, Department of Chemistry and Chemical Processing Technology, [oz\\_m@ibu.edu.tr](mailto:oz_m@ibu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0003-0049-0161>.

<sup>2</sup>Kırıkkale University, Scientific and Tech. Research Center, [umiterdem@kku.edu.tr](mailto:umiterdem@kku.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-0480-8176>.

<sup>3</sup> Bolu Abant İzzet Baysal University, Engineering Faculty, [g\\_yildirim@ibu.edu.tr](mailto:g_yildirim@ibu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-5177-3703>.

In the present work, the influence of different aluminum impurity addition amount between 0.0 and 0.10 and varied microindentation Vickers test loads on the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic features of Bi-2212 ( $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}_y$ ) superconductors has been investigated by the standard Vickers microhardness measurements and related mechanical model approaching. The solidified  $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}_y\text{Al}_x$  superconductors have been produced by using the standard solid-state reaction route at 840 °C and 24 h annealing ambient conditions. The measurements have been taken at different test loads intervals of 0.295N-2.940N, and the mechanical models including the indentation-induced cracking, proportional sample resistance model, elastic/plastic deformation, Hays–Kendall, modified proportional sample resistance, and Meyer’s law approaches have been used to examine the microhardness measurement results in their plateau limit regions. The results inferred from the semi-empirical approaches have been compared to the experimental data not only to determine the closest results to the experimental findings but to bring out the most reliable model among the theoretical approaches, as well. It has been found that semi-empirical Hays–Kendall and especially indentation-induced cracking models have exhibited the highest performance for the examination of the basic mechanical characteristic features. At the same time, the increase of aluminum impurity addition and applied test load has been noted to dramatically degrade the mechanical performance quantities and stabilization because of the augmentation in the main microstructural problems of the Bi-2212 superconductor. Correspondingly, the pristine superconductor has been observed to possess the greatest Vickers hardness parameters and reaches slowly its plateau limit region in comparison with those of the Al-added Bi-2212 superconductors. Moreover, every compound studied has been obtained to present the conventional indentation size behavior (ISE).

**Keywords:** Bi-2212 superconductor; Al addition; Mechanical modeling; Original microhardness; Plateau limit region.

## 1. Introduction

The resistance of a material to the irreversible deformation is received to be hardness. The hardness is used to determine the microhardness, elastic, shear modulus of rigidity, flexibility, yield strength, elastic stiffness coefficients, mechanical strength, resilience, brittleness index, fracture strength, ductility, and fracture toughness. Besides, one can easily realize the mechanical characterization (reverse indentation or direct indentation size impact behavior, ISE, and RISE, respectively) of a material under the applied test loads. The determination of hardness property of a material is less destructive, simple, deformative, reliable, and cheap as compared to the other mechanical experiments [1–3]. Hardness measurements have been challenged severely using a test load to leave a notch on the specimen surface. As well known, the experimental methods of Rockwell, Brinell, Knoop and Vickers microhardness [4] are four main mechanical hardness determination techniques to inspect the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic features of a material. It is well known that in order to define the change in the general mechanical performance quantities such as the microhardness, elastic, shear modulus of rigidity, flexibility, yield strength, elastic stiffness coefficients, mechanical strength, resilience, brittleness index, fracture strength, ductility, and fracture toughness the Knoop and Vickers microhardness measurement techniques are preferred due to their available indenter sizes, lighter force, and reliable test results within the microscale. In the present work, the role of varied aluminum impurity addition amounts ( $0.00 \leq x \leq 0.10$ ) and different microindentation Vickers test loads on the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic features of  $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}_y\text{Al}_x$  superconductors has been revealed by using the standard Vickers microhardness measurements performed in the test loads intervals 0.295N-2.940N and related mechanical approaches. Moreover, every compound studied has been obtained to present the conventional indentation size behavior (ISE). Additionally, it is to be mentioned that we have studied on the Bi-2212 phases from the Bi-containing Type-II superconductors because of its higher carrying density ability, greater critical current density, rather higher critical transition temperatures, and higher magnetic field carrying capability [5–8]. Moreover, the Bi-2212 superconductors with alluring features have taken place in the several application areas such as the renewable energy areas, nuclear magnetic resonance, medical treatments, electro-optic, medical diagnosis, sensing technologies, sensitive process control, magnetic separation, metallurgical, motors, magnetic energy storage, etc. for years [9–13]. Further, the observed microhardness findings in their plateau limit regions have been discussed by the mechanical models including the indentation-induced cracking, proportional sample resistance model, elastic/plastic deformation, Hays–Kendall, modified proportional sample resistance, and Meyer’s law approaches for the first time. All the comparisons have shown that the indentation-induced cracking mechanical approach has been obtained to be the most reliable method to inspect the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic features of the  $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}_y\text{Al}_x$  superconductors [14–16].

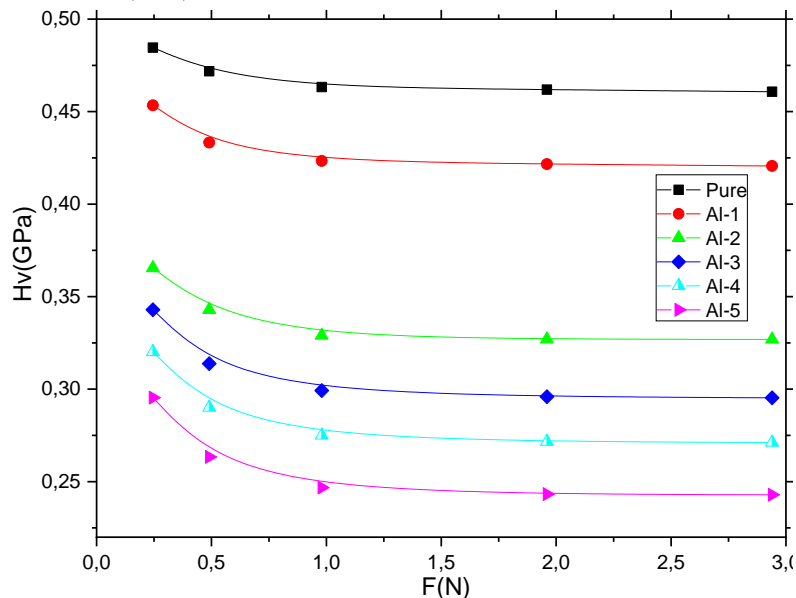
## 2. Experimental details for Bi-2212 ceramic compounds

The present work desires to examine the differentiation in the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic features in the plateau limit regions of Bi-2212 ( $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}_y$ ) superconductors with the different aluminum impurity addition amounts and microindentation Vickers test loads with the aid of the standard Vickers microhardness measurements and related mechanical approaching models, namely, the indentation-induced cracking, proportional sample resistance model, elastic/plastic deformation, Hays–Kendall, modified proportional sample resistance, and Meyer’s law methods. At the same time, the current work is a part of systematical characterization (related to the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic features in the plateau limit regions) on the physical, electrical, crystallization reaction kinetics, granular structure, grain alignment distributions, microstructural, clustering, polaronic states, grain orientations, crystallinity quality, nucleation stability, pairing mechanism, superconducting, grain boundary connections, flux pinning, weak-interactions, key mechanical performances, slip system, morphological, and crystallization temperatures of bulk  $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}_y\text{Al}_x$  superconductors. Furthermore, one can see the experimental procedures, material production processes, and measurement details such as the conventional solid-state reaction route, composition contents, material preparation processes, chemicals purities, press loads-time, milling process, experimental test apparatus, instruments, digital testers, heat-treatment methods, identification instruments, stoichiometric ratios, calcination ambient, annealing ambient conditions and temperatures/durations/pressures, heating/cooling rates, and aluminum impurity addition levels. The Al-added superconductors prepared within 0.00, 0.01, 0.03, 0.05, 0.07 and 0.10 molar weights have been given as pure, Bi/Al-1, Bi/Al-2, Bi/Al-3, Bi/Al-4, and Bi/Al-5, respectively.

## 3. Results and discussion

We have investigated the crucial effect of various aluminum impurity addition amounts changing from 0.0 to 0.10 and varied microindentation Vickers test loads on the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main mechanical characteristic features in the plateau limit regions of  $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}_y$  superconductors has been investigated by the standard Vickers microhardness measurements and related mechanical approaching models as regards the indentation-induced cracking, proportional sample resistance model, elastic/plastic deformation, Hays–Kendall, modified proportional sample resistance, and Meyer’s law methods. The experimental results including the microhardness, elastic, shear modulus of rigidity, yield strength, elastic stiffness coefficients, resilience, brittleness index, ductility, and fracture toughness parameters have been given before in Ref. [17]. It has been discussed that the increase of aluminum impurity addition and applied test load has been noted to dramatically affect the mechanical performance quantities and stabilization depending on the differentiation of microstructural problems in the Bi-2212 superconductor. In this present work, we have provided the Vickers microhardness parameters in the saturation limit regions to research the role of aluminum impurity and applied test loads on the original Vickers hardness values. Thus,

we have had the valuable information about the sensitivity to the variables (impurity and loads). The experimental results observed for the pure and Al-added Bi-2212 superconductors have shown that there have seemed two main characteristic behaviors in the curves related to the values of  $H_v$  versus applied test loads. In the first stage, a dramatic decrement in the Vickers hardness results has been observed up to a critical force of about 2 N whereas for the second stage (beyond the test load of 2 N) the slight reduction of hardness parameters has been obtained and called as the values of original microhardness parameters. In this respect, according to the results given in Fig. 1, the pristine superconductor with the greatest Vickers microhardness values have reached its plateau limit region. Conversely, the values of hardness parameters belonging to the Bi-Al-5 superconductor have been recorded to decrease dramatically in the first stage due to the excessive increase in the granular structure and induction of microstructural problems [18]. Besides, all the superconductors have exhibited the conventional indentation size behavior (ISE).



**Figure. 1** Change of Vickers hardness parameters versus the indentation test loads applied (the experimental data have been taken from Ref. [17])

Also, we have extensively analyzed the microhardness measurement results in their plateau limit regions by using the mechanical models including the indentation-induced cracking, proportional sample resistance model, elastic/plastic deformation, Hays–Kendall, modified proportional sample resistance, and Meyer’s law approaches. All the semi-empirical approaches have been compared to the experimental measurement results and each other. The comparison results have declared that for the Al-added Bi-2212 superconductors, the results of Hays–Kendall and especially indentation-induced cracking mechanical identification methods have been found to presents the closest results to the experimental findings for the examination of basic mechanical characteristic features.

### *i- Meyer’s Law Examination*

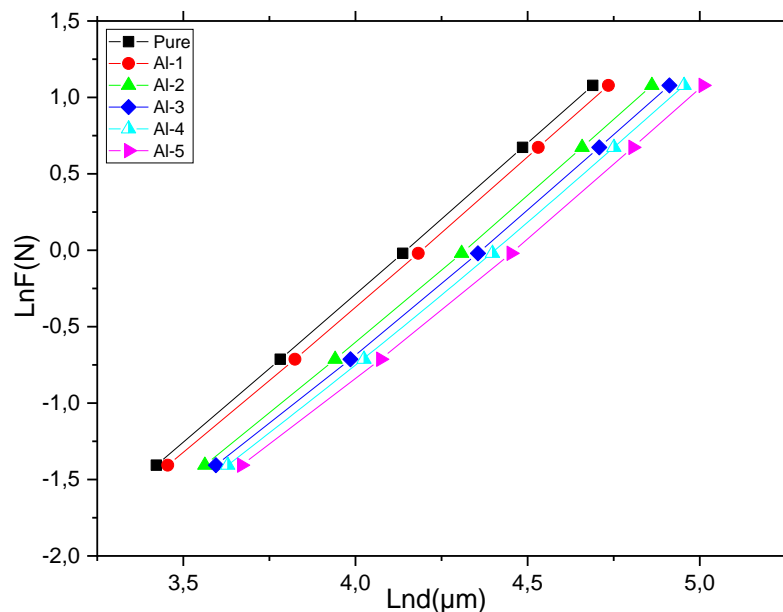
The Meyer's law approach has widely been preferred to determine the basic mechanical characterization of hard superconductors (reverse indentation or direct indentation size impact behavior, ISE and RISE, respectively) at the applied notch test load. Here, the inner behavior



of ISE property has been related to non-linear reduction of values of Vickers microhardness parameters with respect to the test loads. Conversely the latter one (the RISE feature) has been related to non-conventional reduction of Vickers hardness parameters depending on the test loads applied. The Meyer's law approach has been interested in the curves related to the differentiation of test force (F) applied against the diagonal indentation depth size. The formulation has been provided as below [19]:

$$F = A_{Meyer} d^n \tag{1}$$

in the relation, the  $A_{Meyer}$  has shown the values of the Vickers hardness parameters for the pure and Al-added Bi-2212 superconductors when the exponential coefficient of  $n$  power has displayed the typical Meyer number of the material studied. In the relation, the general mechanical characteristic behavior has shaped according to the numerical value of  $n$  exponential coefficient. In more detail, provided that the number of  $n$  is lower than 2 ( $n < 2$ ), a superconductor presents the conventional ISE feature under the test loads applied. Contrarily, in case the number of  $n$  is higher than 2 ( $n > 2$ ), the superconductor behaves the standard RISE behavior at the force loads applied. When  $n=2$ , the superconductor demonstrates the compound of Kick's sample, and the values of Vickers hardness parameters do not depend on the test loads applied [20].



**Figure. 2** Meyer's law approaches for pure and Al-added Bi-2212 superconductors

The linear differentiations based on the applied forces in the formulation of  $\ln F$  over the diagonal indentation depth sizes in the formulation of  $\ln d$  for the pristine and Al-added Bi-2212 superconductors have been displayed in Fig. 2. The exponential coefficients of  $n$  power have been determined from the extrapolation approach. In more detail, the  $n$  powers have been inferred from the slopes of the curves in the plots when the numbers of  $A_{Meyer}$  constants have been determined from the crossing values of y-axes. One can see both the numerical values of  $n$  exponential coefficients and  $A_{Meyer}$  constants calculated have been depicted in Table 1. It has been seen from that all the  $n$  constants have been lower than 2 for the pristine and Al-added superconductors. This fact has shown that all the superconductors studied have displayed the ISE feature (production of reversible and irreversible deformations simultaneously) [21].

However, as the aluminum impurity addition level has increased in the main matrix, the  $n$  constants have been found to decrease systematically. As for the numerical values, the  $n$  constants have been observed to change between 1.9613 and 1.8571. The greatest  $n$  coefficient value of 1.9613 has belonged to the pure Bi-2212 superconductor whereas the smallest one (1.8571) has been obtained for the Bi/Al-5 Bi-2212 superconductor. The Bi/Al-1, Bi/Al-2, Bi/Al-3, and Bi/Al-4 superconductors have had the moderate values of 1.944, 1.916, 1.890, and 1.878, respectively. The decrement characteristic has stemmed from the reduction of ISE behavior of Bi-2212 superconductors with the aluminum addition due to the increase in the granular structure and induction of microstructural problems. Similarly, the  $A_{Meyer}$  constants have been found to decrease monotonously from  $2.9603 \times 10^{-4} \text{ N}/\mu\text{m}^2$  to  $2.6058 \times 10^{-4} \text{ N}/\mu\text{m}^2$  as the aluminum impurity addition level has increased.

**Table 1a-b.** Some mechanical characteristic parameters deduced from equations for pure and Al-added Bi-2212 superconductors.

**A**

Samples	Meyer's Law		PSR Model		MPSR Model		
	$A_{MEYER} \times 10^{-4} \text{ (N}/\mu\text{m}^2)$	$n$	$\beta \times 10^{-4} \text{ (N}/\mu\text{m}^2)$	$\alpha \times 10^{-4} \text{ (N}/\mu\text{m})$	$W \times 10^{-3} \text{ (N)}$	$A_{0MPSR} \times 10^{-4} \text{ (N}/\mu\text{m})$	$A_{1MPSR} \times 10^{-4} \text{ (N}/\mu\text{m}^2)$
<i>Pure</i>	2,9603	1,9613	2.44	4.79	17.69	-1.78	2.49
<i>Bi/Al-1</i>	2,9249	1,944	2.21	6.40	30.52	-4.53	2.29
<i>Bi/Al-2</i>	2,6133	1,916	1.69	8.55	54.66	-8.79	1.80
<i>Bi/Al-3</i>	2,6770	1,890	1.50	1.07	61.30	-8.01	1.62
<i>Bi/Al-4</i>	2,6113	1,8782	1.37	11.4	68.02	-8.61	1.49
<i>Bi/Al-5</i>	2,6058	1,8571	1.21	12.7	79.99	-9.72	1.34

**B**

Samples	EPD Model		HK Model		IIC Model	
	$d_c \times 10^{-2} \text{ (}\mu\text{m)}$	$A_{2EPD} \times 10^{-3} \text{ (N}^{1/2}/\mu\text{m)}$	$W \text{ (N)}$	$A_{3HK} \times 10^{-4} \text{ (N}/\mu\text{m}^2)$	$K \times 10^{-5} \text{ (N}^{(3-5m)/3} / \mu\text{m}^{(2-3m)})$	$m$
<i>Pure</i>	1.505	15.61	0,01238	2.47	-2,47648	-0,13812
<i>Bi/Al-1</i>	2.091	14.86	0,01644	2.25	-3,4817	-0,20996
<i>Bi/Al-2</i>	3.147	13.00	0,02393	1.75	-5,6432	-0,35258
<i>Bi/Al-3</i>	4.121	12.28	0,03206	1.57	-7,361	-0,47359
<i>Bi/Al-4</i>	4.555	11.73	0,0353	1.44	-7,85276	-0,50043
<i>Bi/Al-5</i>	5.340	11.04	0,04118	1.27	-7,6206	-0,46975

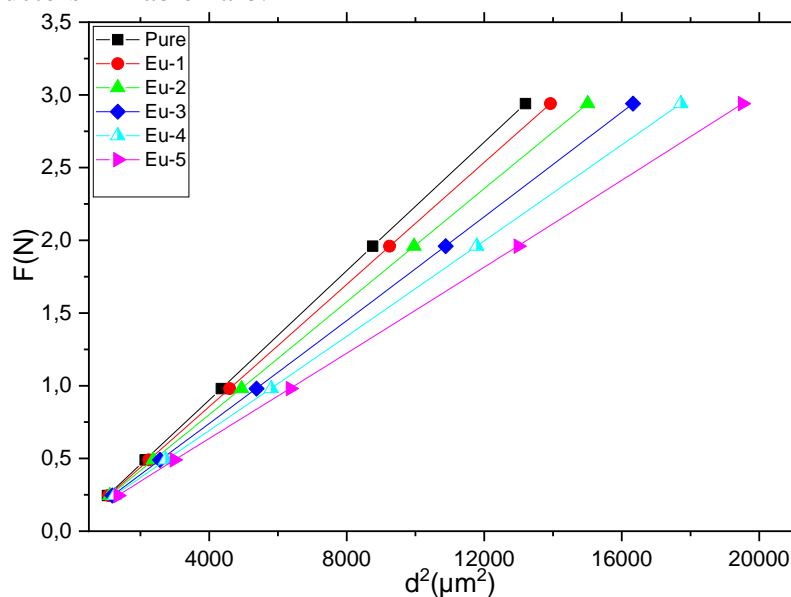
**ii- Hays–Kendall Model**

Hays–Kendall (HK) approach has widely been preferred to analyze the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic features of the superconductor for years. Especially, the semi-empirical approaching model has severely exhibited outstanding features for the superconductors showing the ISE behavior [22]. The Hays–Kendall (HK) approach has been composed of a critic force applied (known as the effective load) to begin the plastic deformation along the crystal structure. In the Hays–Kendall (HK) approach, the effective load has appeared as  $F_{eff} = F - W$  where the letter of W has been the value of certain force applied to enter deeper into the crystal structure and track the diagonal

indentation depth sizes on the surface [22]. Correspondingly, when such a test load higher than the values of  $W$  parameters is applied to the surface of a superconductor, the plastic deformation in the crystal system of the material begins rapidly. At the same time, provided that the value of  $W$  constant is positive, the superconductor presents the ISE behavior. The variation in the length of diagonal indentation depth sizes as a function of the test loads applied has been evaluated from the equation provided below.

$$F - W = A_{3HK} d^2 \tag{2}$$

in Eq. 2, the values of  $A_3$  coefficients indicate the hardness parameter and the values of  $W$  constants provide the Vickers test force. The linear dependence between applied test loads ( $F$ ) and square lengths of diagonal indentation depth sizes ( $d^2$ ) have been imaged as the curves in Fig. 3. We have gathered all the values of  $A_3$  and  $W$  parameters for the pure and Al-added Bi-2212 superconductors in Table 1a-b.



**Figure. 3** Hays–Kendall approaches on pure and Al-added Bi-2212 superconductors

Prior to the fundamental discussions on the values of  $A_3$  and  $W$  parameters deduced from the curves, it has been obvious that every superconductor has exhibited the ISE behavior because of the fact that all the values of  $W$  constants have been noted to be positive. On this basis, under the applied test loads, both the reversible and irreversible deformations appear simultaneously in the crystal system. Numerically, the values of  $W$  constants have been found to change dramatically in the range of  $1.238 \times 10^{-2} \text{ N}$ - $4.118 \times 10^{-2} \text{ N}$  depending on the aluminum impurity addition amount. Namely, the pure superconductor has been noted to have the smallest  $W$  constant value of  $1.238 \times 10^{-2} \text{ N}$  whereas the highest  $W$  constant value of  $4.118 \times 10^{-2} \text{ N}$  has belonged to the Bi/Al-5 superconductor. The other superconductors have shown the moderate  $W$  constant values. Namely, the irreversible deformation in the crystal system has begun predominant with increasing the aluminum impurity addition amount due to the increase in the granular structure and induction of microstructural problems depending on the aluminum impurity. The same applied test load leaves more tracks on the specimen surface. As for the values of  $A_3$  parameters for the pure and Al-added Bi-2212 superconductors, the coefficient has been noted to decrease from  $2.47 \times 10^{-4} \text{ N}/\mu\text{m}^2$  (for the pristine superconductor) to  $1.27 \times 10^{-4}$

$N/\mu\text{m}^2$  (for the pristine superconductor). In other words, the increase in the presence of aluminum impurity in the Bi-2212 main system has been found to reduce harshly the values of  $A_3$  parameters due to the degradation in the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic features based on the granular structure and induction of microstructural problems. Likewise, the decrement in the values of  $A_3$  parameters has pointed out that the mechanical sensitive to the augmentation in the aluminum impurity level has been noted to increase harshly. In this respect, the pristine/Bi/Al-5 superconductor has been observed to be the least/most sensitive to the test force applied.

Moreover, we have examined the role of aluminum impurity and applied test loads on the original Vickers hardness values in the plateau limit region using indentation-induced cracking, proportional sample resistance model, elastic/plastic deformation, Hays–Kendall, modified proportional sample resistance, and Meyer’s law methods. All the comparison data have been depicted in Table 2. According to the results deduced from the table, the results of Hays–Kendall and especially indentation-induced cracking mechanical identification methods have been found to presents the closest results to the experimental findings for the examination of basic mechanical characteristic features. Accordingly, we have discussed only the results of Hays–Kendall and especially indentation-induced cracking approaches. In this respect, the comparison data have been deduced form the following formulation.

$$H_{HK} = 1854.4A_{3HK} \tag{3}$$

One can see all the computations in Table 2. It has been seen that all the calculations have been recorded to be closer (especially for the slight aluminum added Bi-2212 superconductors) to the values of original microhardness parameters in the saturation limit regions. Thus, the HK can be preferred to be the reliable method for the analysis of the role of aluminum impurity and applied test loads on the original Vickers hardness values of Bi-2212 superconductors in the plateau limit region.

**Table 2.** Comparison of original Vickers hardness parameters and results of indentation-induced cracking, proportional sample resistance model, elastic/plastic deformation, Hays–Kendall, modified proportional sample resistance, and Meyer’s law methods

<i>Samples</i>	$H_{PSR}$ (GPa)	$H_{MPSR}$ (GPa)	$H_{EPD}$ (GPa)	$H_{HK}$ (GPa)	$H_{IC}$ (GPa)	$H_v$ (GPa)
<i>Pure</i>	0.4524	0.4617	0.4518	0.4580	0.4684	0.4607-0.4846
<i>Bi/Al-1</i>	0.4098	0.4246	0.4094	0.4172	0.4303	0.4206-0.4534
<i>Bi/Al-2</i>	0.3133	0.3337	0.3133	0.3245	0.3381	0.3268-0.3654
<i>Bi/Al-3</i>	0.2781	0.3004	0.2796	0.2911	0.3091	0.2953-0.3429
<i>Bi/Al-4</i>	0.2540	0.2763	0.2551	0.2670	0.2852	0.2711-0.3201
<i>Bi/Al-5</i>	0.2243	0.2484	0.2260	0.2392	0.2577	0.2429-0.2954

### iii. Indentation-induced Cracking Method

The indentation-induced cracking (IIC) mechanical approach has extensively been used to analyze the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic features of the ceramic superconductors exhibiting particularly the plastic deformations in the crystal structure [23–25]. In the indentation-induced cracking mechanical approach, four main contributions, namely; 1) friction of indenter during the applications, 2-3)

elastic and plastic deformations in the crystal system, and 4) movement mechanism of cracks in the crystal structure have been added in the computations, and one can see the combination of four main components below:

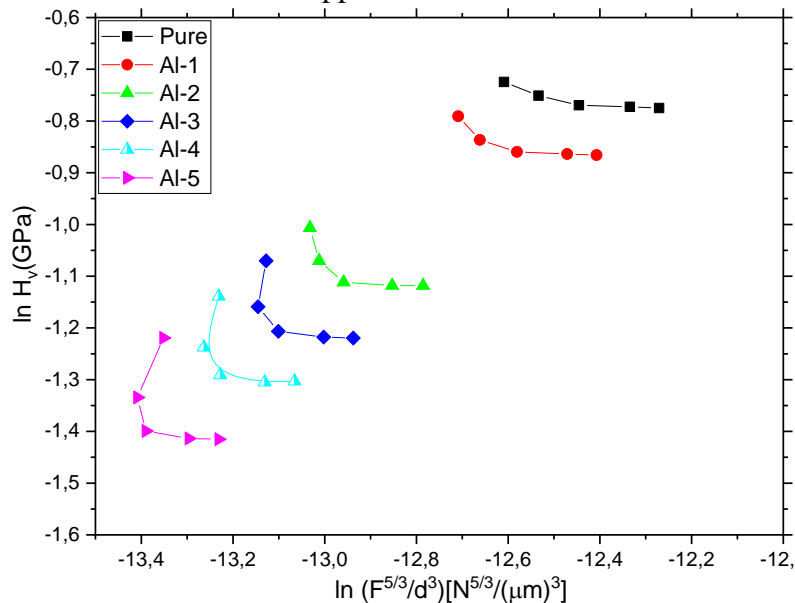
$$H_{HC} = \lambda_1 K_1 (F/d^2) + K_2 (F^{5/3}/d^3) \quad (4)$$

where the value of  $\lambda_1$  coefficient has been related to the type of the material studied when the abbreviations of  $K_1$  and  $K_2$  have ascribed to the indenter geometry and Vickers indentation test load applied, respectively. For the ceramic (perfect brittle) superconductors, the equation is thoroughly required to redesign. Thus, the value of  $\lambda_1$  coefficient has gone to 0, and right after the formalization for the indentation-induced cracking mechanical approach has been rewritten as below:

$$H_{HC} = K \left( \frac{F^{5/3}}{d^3} \right)^m \quad (5)$$

On this basis the new equation with the coefficients of  $K$  and  $m$  constants has enabled us to determine the role of applied test load and aluminum impurity addition amount on the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic features of the ceramic superconductors. In this regard, the original Vickers hardness parameters have been evaluated by using the extrapolation method in the curves related to the variation in microhardness parameters of  $\ln(Hv)$  versus the length of diagonal indentation depth sizes in the formulization in  $\ln(F^{5/3}/d^3)$  plots. One can see the curves in Fig. 4. The numerical values of  $K$  and  $m$  constants have been provided in in Table 1. As seen from the table, all the pure and Al-added Bi-2212 superconductors have exhibited both reversible and irreversible deformations simultaneously in their crystal structures because of the typical ISE behavior. This is because, for the value of  $m$  constants, two main values appear for all the materials studied. These are  $m < 0.6$ , and  $m > 0.6$ . Here, the general mechanical characteristic behavior has shaped according to the numerical value of  $m$  coefficient. In more detail, provided that the number of  $m$  is lower than 0.6 (the first condition), a superconductor presents the conventional ISE feature under the test loads applied. Contrarily, in case the number of  $m$  is higher than 0.6 (for the last condition), the superconductor behaves the standard RISE behavior at the force loads applied. As seen from Table 1, the values of  $m$  constants have been recorded to decrease systematically with augmenting the aluminum impurity addition amount in the Bi-2212 superconductors. In this context, the maximum value of -0.13812 has been observed for the pristine superconductor while the minimum value of -0.46975 has been attributed to the solidified Bi/Al-5 superconductor. The  $m$  coefficient values of -0.20996, -0.35258, -0.47359, and -0.50043 have been noted for the bulk Bi/Al-1, Bi/Al-2, Bi/Al-3, and Bi/Al-4 superconductors. The decrement in the values of  $m$  constants have resulted from the increase in the granular structure and induction of microstructural problems with the enhancement in the aluminum impurity addition amount and microindentation test loads. As for the differentiation in the values of  $K$  constants, the similar trend (regular decrement in the parameters depending on the aluminum impurity) has been observed for the pure and Al-added Bi-2212 superconductors (See Table 1). It is visible from the table that the pristine superconductor has exhibited the highest value of  $-2.47648 \times 10^{-5}$  whereas the minimum value of  $-7.6206 \times 10^{-5}$  has been observed for the bulk Bi/Al-5 superconductor. The reduction of the values of  $K$  parameters has pointed out that the

mechanical sensitive to the augmentation in the aluminum impurity level has been noted to increase harshly. In this respect, the pristine/Bi/Al-5 superconductor has been observed to be the least/most sensitive to the test force applied.



**Figure 4.** Indentation-induced cracking (IIC) mechanical approaches on pure and Al-added Bi-2212 superconductors

At the same time, we have analyzed the influence of aluminum impurity and applied test loads on the original Vickers hardness values in the plateau limit region by means of the indentation-induced cracking methods. For the comparison between experimental findings and semi-empirical results, we have found the original Vickers hardness values in the plateau limit regions using the above formulation. Among all the comparisons, it has been found that all the computations have been observed to be the closest to the values of original microhardness parameters determined in the plateau limit regions. All in all, the indentation-induced cracking mechanical approach has been observed to be the most reliable method to analyze the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic features of the ceramic superconductors.

#### 4. Conclusion

In this work, the variation of the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic features of Bi-2212 ( $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}_y$ ) superconductors with the different aluminum impurity addition amount between 0.0 and 0.10 and microindentation Vickers test loads intervals 0.295N-2.940N on has been examined by the microhardness measurements and related mechanical approaches in the literature. The measurement curves obtained have been analyzed by the values of original microhardness parameters in the plateau limit regions with the aid of the indentation-induced cracking, proportional sample resistance model, elastic/plastic deformation, Hays–Kendall, modified proportional sample resistance, and Meyer’s law approaches. Among the models, we have discussed only the results of Hays–Kendall and indentation-induced cracking approaches due to their closer results in the plateau limit regions. The experimental results have shown that the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic feature have been noted to degrade



systematically because of the augmentation in the granular structure and induction of microstructural problems depending on the increase of the aluminum impurity addition amount in the Bi-2212 superconductors and microindentation test loads. Hence, it has been found that the mechanical sensitive to the augmentation in the aluminum impurity level has been noted to increase harshly. In this respect, the pure superconductor has been recorded to be the least sensitive to the test force applied whereas the bulk Bi/Al-5 superconductor has been noted to be the most sensitive to the applied test load. Moreover, all the pure and Al-added Bi-2212 superconductors studied have been obtained to present the conventional indentation size behavior. However, the main ISE characteristics has been observed to degrade dramatically depending on the aluminum impurity addition amount. This is because, the diminish in the crystallinity quality is liable for the decrement trend in the main ISE characteristic nature. At the same time, of the comparisons, it has been observed that the indentation-induced cracking mechanical approach has exhibited the most reliable results to investigate the mechanical stabilization, mechanical performance quantities and main characteristic features of Al-added Bi-2212 superconductors.

## References

- [1] Ibrahim, M. M., Khalil, S. M., & Ahmed, A. M., Effect of Pb addition on thermoelectric power and microhardness of Bi–Pb–Sr–Ca–Cu–O superconductors. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 61(10), 1553-1560, 2000.
- [2] Awad, R., Abou-Aly, A. I., Abdel Gawad, M. M. H., The influence of SnO<sub>2</sub> nano-particles addition on the Vickers microhardness of (Bi, Pb)-2223 superconducting phase. *Journal of superconductivity and novel magnetism*, 25(4), 739-745, 2012.
- [3] Zalaoglu, Y., Karaboga, F., Terzioglu, C., & Yildirim, G., Improvement of mechanical performances and characteristics of bulk Bi-2212 materials exposed to Au diffusion and stabilization of durable tetragonal phase by Au. *Ceramics International*, 43(9), 6836-6844, 2017.
- [4] Callister, Jr. W.D., Rethwisch, D.G., *Materials Science and Engineering: An Introduction*, 9th ed., Wiley Binder Version, USA, 2013.
- [5] Takayama, M.E., High-pressure synthesis of homologous series of high critical temperature (T<sub>c</sub>) superconductors, *Chem. Mater.* 10, 2686–2698, 1998.
- [6] Yamauchi, H., Karppinen, M., *Application of High-Pressure Techniques: Stabilization and Oxidation-State Control of Novel Superconductive and Related Multi-Layered Copper Oxides*, *Supercond. Sci. Technol.* 13, R33–R52, 2000.
- [7] Erdem, U., Zalaoglu, Y., Ulgen, A. T., Turgay, T., Yildirim, G., Role of trivalent Bi/Tm partial substitution on active operable slip systems in Bi-2212 crystal structure. *Cryogenics*, 113, 103212, 2021.

- [8] Chen, M., Paul, W., Lakner, M., Donzel, L., Hoidis, M., Unternaehrer, P., Weder, R., Mendik, M., 6.4 MVA resistive fault current limiter based on Bi-2212 superconductor. *Physica C: Superconductivity*, 372, 1657-1663, 2002.
- [9] Zalaoglu, Y., Turgay, T., Ulgen, A. T., Erdem, U., Turkoz, M. B., & Yildirim, G., A novel research on the subject of the load-independent microhardness performances of Sr/Ti partial displacement in Bi-2212 ceramics. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 31(24), 22239-22251, 2020.
- [10] Müller, P., Ustinov, A.V., Schmidt, V.V., *The Physics of Superconductors- Introduction to Fundamentals and Applications*, Springer, 1997.
- [11] Saunders, P.J.; Ford, G.A., *The Rise of the Superconductors*. Boca Raton, FL: CRC Press. 2005.
- [12] Shoji, T., Tazawa, Y., Deformation and fracture characteristics and its effect on the superconductivity of a high  $T_c$  superconductor ( $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ ), *Mat. Sci. Eng. A-Struct.* 143, 241–245, 1991.
- [13] Zalaoglu, Y., Akkurt, B., Oz, M., Yildirim, G., Transgranular region preference of crack propagation along Bi-2212 crystal structure due to Au nanoparticle diffusion and modeling of new systems, *J. Mater. Sci. Mater. Electron.*, 28, 12839–12850, 2017.
- [14] Sangwal, K., On the reverse indentation size effect and microhardness measurement of solids, *Mat. Chem. Phys.* 63, 145–152, 2000.
- [15] Awad, R., Abou Aly, A. I., Kamal, M., & Anas, M., Mechanical properties of  $(Cu_{0.5}Ti_{0.5})_{1-x}Pr_x$  substituted by Pr. *Journal of superconductivity and novel magnetism*, 24(6), 1947-1956, 2011.
- [16] Elmustafa, A. A., & Stone, D. S., Nanoindentation and the indentation size effect: Kinetics of deformation and strain gradient plasticity. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 51(2), 357-381, 2003.
- [17] Ulgen, A. T., Erdem, U., Evolution of basic mechanical features of Bi-2212 superconductors with aluminum oxide impurity addition, *New Trends in Engineering Sciences*, Duvar Yayınevi, Konak/İzmir, 2022.
- [18] Ulgen, A. T., Okur, S., Erdem, U., Pakdil, M., Turgay, T., Yildirim, G. Evaluation of load-independent microhardness values in Plateau regions of Vanadium substituted Bi-2212 ceramics. *Physica Scripta*, 97(8), 085703, 2022.
- [19] Ling, H.C., Yan, M.F., Microhardness measurements on dopant modified superconducting  $YBa_2Cu_3O_7$  ceramics, *J. Appl. Phys.* 64, 1307, 1988.
- [20] Mohammed, N. H., Abou-Aly, A. I., Ibrahim, I. H., Awad, R., Rekaby, M., Mechanical properties of  $(Cu_{0.5}Ti_{0.5})_{1-x}Pr_x$  added by nano-SnO<sub>2</sub>. *Journal of alloys and compounds*, 486(1-2), 733-737, 2009.
- [21] Dogruer, M., Yildirim, G., Ozturk, O., Belenli, I., Terzioglu, C., Variation of mechanical properties of Cr doped Bi-2212 superconductors. *Journal of superconductivity and novel magnetism*, 26(9), 2949-2954, 2013.
- [22] Hays, C., Kendall, E.G., An analysis of Knoop microhardness, *Metallography* 6, 275–282, 1973.
- [23] Akdemir, E, Pakdil, M., Bilge, H., Kahraman, M.F., Bekiroglu, E., Yildirim, G., Zalaoglu, Y., Doruk, E., Oz, M., Degeneration of mechanical characteristics and performances with Zr



nanoparticles inserted in Bi-2223 superconducting matrix and increment in dislocation movement and cracks propagation, *J. Mater. Sci. Mater. El.*, 27, 2276–2287, 2016.

[24] Akkurt, B., Yildirim, G., Change of mechanical performance and characterization with replacement of Ca by Gd nanoparticles in Bi-2212 system and suppression of durable tetragonal phase by Gd, *J. Mater. Sci: Mater. El.* 27, 13034–13043, 2016.

[25] Li, H., Bradt, R.C., The effect of indentation-induced cracking on the apparent microhardness, *J. Mater. Sci.* 31, 1065–1070, 1996.

## DEDUCTION OF THE RELATION BETWEEN MODULI OF ELASTICITY AND GRANULARITY DEGREES FOR ALUMINUM OXIDE ADDED BI-2212 SUPERCONDUCTOR

Assoc.Prof. Dr. MUHAMMED ÖZ<sup>1</sup>, Assoc.Prof. Dr. ÜMİT ERDEM<sup>2</sup>,  
Prof. Dr. GÜRÇAN YILDIRIM<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bolu Abant İzzet Baysal University, Department of Chemistry and Chemical Processing Technology, [oz\\_m@ibu.edu.tr](mailto:oz_m@ibu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0003-0049-0161>.

<sup>2</sup>Kırıkkale University, Scientific and Tech. Research Center, [umiterdem@kku.edu.tr](mailto:umiterdem@kku.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-0480-8176>.

<sup>3</sup> Bolu Abant İzzet Baysal University, Engineering Faculty, [g\\_yildirim@ibu.edu.tr](mailto:g_yildirim@ibu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-5177-3703>.

### Abstract

This study has indicated the valuable information about the alteration of some mechanical performance parameters such as brittleness index (B), ductility (D), fracture toughness ( $K_{IC}$ ), and elastic stiffness coefficient ( $C_{11}$ ) of  $Bi_{2.1}Sr_{2.0}Ca_{1.1}Cu_{2.0}O_y$  (Bi-2212) superconductors with the different aluminum oxide ( $Al_2O_3$ ) impurity addition amounts and test loads by means of Vickers microindentation hardness measurements changing from 0.245 N to 2.940 N. The  $Bi_{2.1}Sr_{2.0}Ca_{1.1}Cu_{2.0}O_yAl_x$  superconductors have been prepared by typical solid-state reaction route at the annealing ambient conditions of 840 °C and 24 h, and the stoichiometric ratios have been adjusted between 0.0 and 0.10. We have also defined the change in the microhardness parameters against the Vicker's test loads applied and different Al impurity addition amounts to achieve a strong link depending on Young's moduli of elasticity and porosity parameters for the Bi-2212 superconductor. The test results have indicated that with the increase in the both the applied test load and aluminum impurity addition level the mechanical performance parameters mentioned have been noticed to change significantly due to the increase in the microstructural problems related to the voids, omnipresent flaws, defects, stress concentration regions, strains, scatterings of residual impurity, coupling, and interaction problems for the adjacent layers in the Bi-2212 main system. Besides, the decreased performance with the applied test load has stemmed from the granular structure pertaining to the Bi-2212 superconductors. Correspondingly, the pristine Bi-2212 superconductor has exhibited the highest quality for the crystal structure. Conversely, the bulk sample produced by the maximum  $Al_2O_3$  impurity addition amount of  $x=0.1$  has been found to present the lowest basic performance properties. In this respect, the pristine superconductor with rather higher performance properties has shown the least sensitive mechanical behavior to the microindentation test load applied. Besides, the link between the elasticity moduli and granularity degrees has declared that the porosity has been noted to increase systematically with enhancing the addition level of aluminum impurity and applied test load due to the induction of microstructural problems in the Bi-2212 main structure. Additionally, the aluminum impurity

has been observed to degrade the mechanical durable tetragonal phase and stabilization of the Bi-2212 superconductor.

**Keywords:** Bi-2212 superconductor; Al impurity; Mechanical performance; Moduli of elasticity; Granularity degree.

## 1. Introduction

The superconductors (Type-I conventional materials or Type-II ceramics) with perfect diamagnetism and no resistance characteristics [1–3] have widely taken several places in the magnetic separation, sensitive process control, renewable energy areas, medical diagnosis, engineering, materials sciences, medical treatments, electro-optic, global electricity for the power network, medical diagnosis, magnetic energy storage, nuclear magnetic resonance, metallurgical, motors, heavy-industrial technology, hydrogen society, particle accelerators, cryo-systems, future refrigeration, levitated trains, fault current limiter, industrial power systems, advanced energy infrastructure, heavy-industrial technologies, spintronics, innovative technologies, transmission cables, generators, and energy-related sectors [4–11]. In particular, the beginning of scientific works on ceramic superconductors with the discovery of La<sub>2</sub>-xBa<sub>x</sub>CuO<sub>4</sub> superconductors have received great interest in the materials engineering community [12, 13]. Of the ceramic hard compounds, the Bi-containing Type-II superconductors defined in three family members (Bi-2201, Bi-2223, and Bi-2212 phases) have much greater critical current density carrying density ability, rather higher critical onset and offset transition temperatures, and higher magnetic field carrying capability [3, 14–16]. Likewise, lack of power consumption is another attractive feature which have enabled the Bi-containing Type-II superconductors to be used in many more application areas. Moreover, the enhancement in the basic characteristic properties including grain boundary couplings, bulk density, electrical, orbital hybridization mechanisms, discrete pancakelike, vortex lattice period, stabilization of system, structural, crystallinity quality, morphological, mechanical performances, pairing mechanism, orbital hybridization mechanisms, elasticity of nucleation mechanism, thermal fluxon vortices, flux pinning ability, and superconducting properties have made easier to find much more places in the potential application fields [17–22]. In the current study, the influence of varied aluminum impurity addition amounts ( $0 \leq x \leq 0.1$ ) and applied microindentation test loads changing from 0.245 N to 2.940 N have been studied on some mechanical performances including the brittleness index, ductility, fracture toughness, and elastic stiffness coefficients of Bi<sub>2.1</sub>Sr<sub>2.0</sub>Ca<sub>1.1</sub>Cu<sub>2.0</sub>O<sub>y</sub> superconductors. Besides, the experimental microhardness values have been used to define the variation of durable tetragonal phase and stabilization of the Bi-2212 superconductor. We have also found a strong link between the elasticity moduli and granularity degrees depending on the addition level of aluminum impurity and applied test loads for the Bi-2212 main system. It has been obtained that the presence of aluminum impurity and the enhancement in the test load applied have damaged the mechanical performance quantities, durable tetragonal phase, and stabilization of the Bi-2212 superconductor due to the increase in the microstructural problems in the main crystal structure. Hence, the mechanical sensitive to the increase in the aluminum impurity addition amount and test load applied has been noted to augment dramatically.

## 2. Measurements and calculation details

The current work is sensitively interested in the determination of some mechanical performance parameters including the brittleness index (B), ductility (D), fracture toughness ( $K_{IC}$ ), and elastic stiffness coefficient ( $C_{11}$ ) values belonging to the Al added  $Bi_{2.1}Sr_{2.0}Ca_{1.1}Cu_{2.0}O_y$  superconductors under the various applied test loads ranging from 0.245 N to 2.940 N. Moreover, the influence of both the applied test loads and aluminum impurity addition amount on the mechanical durable tetragonal phase and stabilization of the Bi-2212 superconductor has been studied extensively. Namely, this study is only a part of typical identification works grounded on the differentiation of basic characteristics; namely electrical, nucleation stability, physical, microstructural, granular structure, grain alignment distributions, grain orientations, crystallinity quality, flux pinning, superconducting, clustering, grain boundary connections, key mechanical performances, crystallization reaction kinetics, slip system, pairing mechanism, morphological, weak-interactions, and crystallization temperatures of bulk  $Bi_{2.1}Sr_{2.0}Ca_{1.1}Cu_{2.0}O_yAl_x$  superconductors. Some results of the experimental measurements and theoretical approaches can be seen in Ref. [23]. At the same time, the experimental details including the typical solid-state reaction details, characterization instruments, milling process, heating/cooling rates, press loads-time, calcination/sintering ambient conditions and temperatures, experimental test apparatus, instruments, digital testers, chemicals purities, composition contents, material preparation processes, heat-treatment methods, stoichiometric ratios, and aluminum impurity addition amount have been given in the same reference papers. The Al-added superconductors produced within the molar weights of 0.00, 0.01, 0.03, 0.05, 0.07 and 0.10 have been presented to be un-added, Bi/Al-1, Bi/Al-2, Bi/Al-3, Bi/Al-4, and Bi/Al-5, respectively.

The Vickers hardness tests have been performed by using a digital tester in the atmospheric air conditions at the varied applied test loads changing from 0.245 N to 2.940 N on the different surface areas for 10 seconds. The test signals have been gathered 5 times utilizing a calibrated microscope, and the two indentation diagonal size lengths have been measured to get the average impression lengths for the calculations so that we can determine easily the role of aluminum impurity and applied microindentation test loads on some mechanical performance parameters. The obtained microhardness curves for the Al-added superconductors have enabled us to numerically calculate some mechanical performance parameters such as brittleness index (B), ductility (D), fracture toughness ( $K_{IC}$ ), and elastic stiffness ( $C_{11}$ ) coefficients with the aid of following relations given below:

$$K_{IC} = \sqrt{2E\alpha} \quad (1)$$

$$B = \frac{H_v}{K_{IC}} \quad (2)$$

$$D = \frac{1}{B} \quad (3)$$

$$C_{11} = H_v^{7/4} \quad (4)$$



### 3. Results and discussion

#### 3.1. Role of aluminum impurity and applied test loads on elastic stiffness coefficients, ductility, brittleness index, and fracture toughness of Bi-2212 superconductors

In this part of typical characterization work, the effect of different aluminum impurity addition amounts between 0.0 and 0.10 and applied microindentation test loads changing from 0.245 N to 2.940 N on some mechanical performance parameters such as brittleness index (B), ductility (D), fracture toughness ( $K_{IC}$ ), and elastic stiffness coefficient ( $C_{11}$ ) of  $Bi_{2.1}Sr_{2.0}Ca_{1.1}Cu_{2.0}O_y$  superconductors has extensively been investigated by using Vickers hardness measurements with the aid of semi-empiric equations provided above. All the computations including the differentiation of  $K_{IC}$ , D,  $C_{11}$  and B parameters with the increase in the aluminum impurity addition amount and applied test loads have been numerically depicted in Table 1.

**Table 1** Role of aluminum impurity addition amount and applied test loads on  $K_{IC}$ , D,  $C_{11}$  and B parameters of pure and Al-added Bi-2212 superconductors. \*The elastic modulus values are deduced from Ref. [23]

Samples	F (N)	$K_{IC}$ (GPa $m^{1/2}$ )	$C_{11}$ (GPa) <sup>7/4</sup>	B (m <sup>-1/2</sup> )	D (m <sup>1/2</sup> )	E* (GPa)
Pure	0.245	0.195067	0.281463	2.48427	0.403	39.72
	0.490	0.192478	0.268602	2.45129	0.408	38.67
	0.980	0.190726	0.260142	2.42898	0.412	37.97
	1.960	0.190431	0.258738	2.42523	0.412	37.85
	2.940	0.190200	0.257641	2.42229	0.413	37.76
Bi-Al-1	0.245	0.218107	0.250549	2.07893	0.481	37.16
	0.490	0.213198	0.231362	2.03214	0.492	35.51
	0.980	0.210741	0.222162	2.00872	0.498	34.70
	1.960	0.210315	0.220594	2.00466	0.499	34.56
	2.940	0.210075	0.219716	2.00237	0.499	34.48
Bi-Al-2	0.245	0.226328	0.171795	1.61482	0.619	29.96
	0.490	0.219235	0.153677	1.56421	0.639	28.11
	0.980	0.214753	0.142958	1.53223	0.653	26.97
	1.960	0.214066	0.141365	1.52733	0.655	26.80
	2.940	0.214040	0.141305	1.52714	0.655	26.79
Bi-Al-3	0.245	0.245256	0.153677	1.39825	0.715	28.11
	0.490	0.234600	0.131551	1.33751	0.748	25.72
	0.980	0.229108	0.121084	1.30619	0.766	24.53
	1.960	0.227822	0.118722	1.29886	0.770	24.25
	2.940	0.227610	0.118336	1.29765	0.771	24.21
Bi-Al-4	0.245	0.244579	0.136223	1.30878	0.764	26.24
	0.490	0.232824	0.114652	1.24587	0.803	23.78
	0.980	0.226691	0.104425	1.21306	0.824	22.54
	1.960	0.225099	0.101880	1.20453	0.830	22.27
	2.940	0.225311	0.102216	1.20567	0.829	22.22
Bi-Al-5	0.245	0.247989	0.118364	1.19118	0.840	24.21
	0.490	0.234145	0.096806	1.12469	0.889	21.58
	0.980	0.226678	0.086424	1.08881	0.918	20.23
	1.960	0.225041	0.084260	1.08096	0.925	19.94

2.940	0.224866	0.0840302	1.08011	0.926	19.91
-------	----------	-----------	---------	-------	-------

According to the computations given in Table 1, it has been observed that all the calculations obtained have been found to vary harshly with the increase in the aluminum impurity addition amount and applied microindentation test loads. Thus, the results have indicated us that the aluminum impurity within the various molar weights has been added successfully in the Bi-2212 superconductor. Numerically, it has been observed that the enhancement in the aluminum impurity addition amount in the Bi-2212 superconductor has resulted in the parallel augmentation in the values of fracture toughness parameters as a result of the considerable increase in the microstructural problems related to the voids, omnipresent flaws, defects, stress concentration regions, strains, scatterings of residual impurity, coupling, and interaction problems for the adjacent layers in the Bi-2212 main system. In other words, the mechanical performance quantities, durable tetragonal phase, and stabilization of the Bi-2212 superconductor have been noted to degrade gradually depending on the increase in the aluminum impurity addition amount. In this respect, at the applied test load of 0.245 N the minimum value of  $K_{IC}$  parameter has been found to be about 0.1950674  $GPam^{1/2}$  for the pure sample whereas the maximum value has been noticed to be about 0.247989  $GPam^{1/2}$  for the Bi-Al-5 superconductor (highest aluminum impurity added sample). The other Al-added samples have exhibited the moderate  $K_{IC}$  parameters between 0.218107379  $GPam^{1/2}$  (for the Bi-Al-1 sample) and 0.244579773  $GPam^{1/2}$  (for the Bi-Al-4 superconductor). As for the change of fracture toughness parameters with the applied microindentation test loads, the values of  $K_{IC}$  parameters have been found to decrease dramatically as a consequence of granular structure belonging to the bulk Bi-2212 superconductor as the numerical values for the applied test loads have increased. The nonlinear reduction of the  $K_{IC}$  parameters depending on the test loads has stemmed from the conventional indentation size effect (ISE) behavior of Bi-2212 main matrix and surface energy effect. On this basis, the  $K_{IC}$  parameters for the bulk Bi-2212 superconductor have been observed between 0.1950674  $GPam^{1/2}$  at 0.245 N and 0.190200438  $GPam^{1/2}$  at 2.940 N load. As for the maximum aluminum added Bi-2212 superconductor (Bi-Al-5 superconductor), with the increase in the applied test loads from 0.245 N to 2.940 N, the  $K_{IC}$  values have been observed to decrease from 0.247989  $GPam^{1/2}$  to 0.224866  $GPam^{1/2}$ . The variation of  $K_{IC}$  values over the aluminum impurity addition amount and applied microindentation test loads has shown that the pristine superconductor has possessed the highest crystal structure quality and has shown the least sensitive mechanical behavior to the microindentation test load applied whereas the Bi-Al-5 superconductor with the lowest crystal qualities has presented the lowest basic performance properties.

Further, in Table 1 we have given the variation of elastic stiffness coefficient parameters of the bulk  $Bi_{2.1}Sr_{2.0}Ca_{1.1}Cu_{2.0}O_y$  (Bi-2212) superconductors with the aluminum impurity addition amount and applied microindentation test loads. It has been visible from the table that the increase in both the aluminum impurity addition amount and applied microindentation test loads have been found to affect negatively the elastic stiffness coefficient parameters. Thus, the pristine superconductor has been observed to possess the maximum  $C_{11}$  parameters at any applied test loads. Numerically, the pure sample has exhibited the  $C_{11}$  parameters of 0.281462776  $(GPa)^{7/4}$  at the applied test load of 0.245 N and 0.257640934  $(GPa)^{7/4}$  under the microindentation test load of 2.940 N. On the other hand, the bulk Bi-Al-5 superconductor has

been noted to show the global minimum  $C_{11}$  values. Under the applied test loads of 0.245 N and 2.940 N the Bi-Al-5 material has been recorded to have the  $C_{11}$  values of 0.118363653 (GPa)<sup>7/4</sup> and 0.084030233 (GPa)<sup>7/4</sup> (smallest value), respectively. The calculations deduced from the microhardness experimental tests have shown that the reduction of the values of  $C_{11}$  parameters depending on both the aluminum impurity addition amount and applied microindentation test loads has widely stemmed from the induction of microstructural problems in the Bi-2212 main structure.

At the same time, the variation in the degree of plastic deformation against the failure behavior (values of ductility parameters) of the Bi-2212 superconductor with the aluminum impurity addition amount and applied microindentation test loads has been inspected by the Vickers microhardness measurements. One can see the ductility parameters in Table 1. It has been apparent from the table that the enhance in both the aluminum impurity addition amount and applied microindentation test loads has been found to affect positively the ductility parameters. Thus, the smallest D value has been found to be about 0.403 m<sup>1/2</sup> for the pure sample at the applied test load of 0.245 N. In the case of the applied test load of 2.940 N, the pristine sample has exhibited the D value of about 0.413 m<sup>1/2</sup>. On the other hand, the bulk Bi-Al-5 superconductor has been found to possess the largest D parameters: 0.840 m<sup>1/2</sup> at the applied test load of 0.245 N and 0.926 m<sup>1/2</sup> at the applied test load of 2.940 N. The other Al-added Bi-2212 superconductors prepared in the current work have presented the moderate D parameters changing from 0.481 m<sup>1/2</sup> at the applied test load of 0.245 N for the Bi-Al-1 superconductor and 0.829 m<sup>1/2</sup> at the applied test load of 2.940 N for the Bi-Al-4 sample. The dramatic increase in the ductility parameters with the aluminum impurity addition amount and applied microindentation test loads has resulted from the degradation in the mechanical performance quantities, durable tetragonal phase, and stabilization of the Bi-2212 superconductor based on the enhancement of the granular structure and induction of microstructural problems.

Finally, the experimental microhardness curves have enabled us to study the influence of the aluminum impurity addition amount and applied microindentation test loads on the brittleness index parameters for the Bi-2212 superconductors. The numerical values of B parameters have been depicted in Table 1. As seen from the table that the brittleness index parameters have been noted to decrease systematically depending on the aluminum impurity addition amount in the Bi-2212 superconductor. In this regard, the pure sample has exhibited the global maximum brittleness index values at any applied test loads. Numerically, the pure superconductor has had the brittleness index parameter of 2.484269538 m<sup>-1/2</sup> at the applied test load of 0.245 N and 2.422286741 m<sup>-1/2</sup> at the applied test load of 2.940 N. In the case of the maximum aluminum impurity addition amount of x=0.10, the Bi-Al-5 superconductor has presented the B values of 1.191182 m<sup>-1/2</sup> at the applied test load of 0.245 N and 1.080110 m<sup>-1/2</sup> at the applied test load of 2.940 N. The other Al-added Bi-2212 superconductors have shown the moderate ductility values of 2.078930121 m<sup>-1/2</sup> at the applied test load of 0.245 N for the Bi-Al-1 superconductor and 1.2056666 m<sup>-1/2</sup> at the applied test load of 2.940 N for the Bi-Al-4 sample. To sum up, the granular structure, surface energy and induction of microstructural problems belonging to the Bi-2212 superconductors have been found to vary with the aluminum impurity addition amount and applied microindentation test loads

### 3.2. Dependence of microhardness results on applied test loads

According to Part 1 of this conference paper, it has been obvious that there has appeared a strong dependence of Vickers microindentation hardness values on the test loads applied for the pure and Al-added Bi-2212 superconductors. The close relation between them has been examined by means of the fitting equations deduced from the fourth-order formulas in which we have obtained the maximum correlations such as  $R^2=1$ . One can see all the fitting equations in Table 2.

**Table 2.** Dependence of Vickers microhardness mechanical performance results on applied microindentation test loads for pure and Al-added Bi-2212 superconductors

<i>Samples</i>	*Fitting equations for pure and Al-added Bi-2212 superconductors
<i>Pure</i>	$y = 0.00625x^4 - 0.04417x^3 + 0.10986x^2 - 0.11572x + 0.50698$
<i>Bi-Al-1</i>	$y = 0.0137x^4 - 0.09228x^3 + 0.21397x^2 - 0.20388x + 0.49184$
<i>Bi-Al-2</i>	$y = 0.01235x^4 - 0.08551x^3 + 0.20734x^2 - 0.21121x + 0.40599$
<i>Bi-Al-3</i>	$y = 0.01996x^4 - 0.13381x^3 + 0.30909x^2 - 0.29432x + 0.39838$
<i>Bi-Al-4</i>	$y = 0.0204x^4 - 0.13696x^3 + 0.31694x^2 - 0.30248x + 0.37712$
<i>Bi-Al-5</i>	$y = 0.0213x^4 - 0.14335x^3 + 0.33320x^2 - 0.32021x + 0.35588$

Based on the fitting relations provided in Table 2, it has been observed that the increment in the aluminum impurity addition amount has affected seriously the terms of  $x$ ,  $x^2$ ,  $x^3$ , and  $x^4$  in the equations. This means that the aluminum impurity has successfully been added in the Bi-2212 superconductors. Besides, the fitting relations have shown that the values for the  $x^4$  parameters have been noted to regularly augment. In this respect, the pure sample has exhibited the smallest  $x^4$  coefficient of 0.00625 whereas the maximum  $x^4$  value of 0.0213 has been found for the bulk Bi-Al-5 superconductor. This fact has displayed that the mechanical performance quantities, durable tetragonal phase, and stabilization of the Bi-2212 superconductor have been noted to degrade gradually depending on the increase in the aluminum impurity addition amount due to the enhancement of the granular structure and induction of microstructural problems in the crystal systems. Correspondingly, it can easily be declared that the pure sample with the highest crystal structure quality has displayed the least sensitive mechanical behavior to the microindentation test load applied whereas the Bi-Al-5 superconductor with the lowest crystal qualities has presented the lowest basic performance properties.

### 3.3. Achievement of a strong link depending on Young’s moduli of elasticity and granularity degree parameters for the Bi-2212 superconductor

In this section, the variations of the Vickers microhardness parameters as a function of the applied test loads and different Al impurity addition amounts have been examined to achieve a strong link depending on Young’s moduli of elasticity and porosity parameters for the Bi-2212 superconductor as studied before [24]. The relation given below has enabled us to gather the relative granularity degree parameters for the  $Bi_{2.1}Sr_{2.0}Ca_{1.1}Cu_{2.0}O_y$  superconductors [25]:

$$E = E_0(1 - 1.9P + 0.9P^2) \tag{4}$$

in the relation, the numerical value of  $E_0$  parameter has been accepted as the highest value of 39.71951 GPa (inferred from Ref. [23]) which has been found for the pure sample under applied

test load of 0.245 N. This is because the largest value for the elastic modulus parameter has been observed for the pure (densest) sample. The calculated relative granularity degrees with regard to the values of the Young’s moduli have been depicted in Table 3.

**Table 3.** Granularity degrees over addition amounts of aluminum impurity and microindentation test loads applied.

<i>Samples</i>	<i>Applied Indentation Test Loads (N)</i>				
	<i>0.245</i>	<i>0.490</i>	<i>0.980</i>	<i>1.960</i>	<i>2.940</i>
	<b>Relative volume fraction porosity (%)</b>				
<b>Pure</b>	-----	1.397	2.343	2.502	2.626
<b>Bi-Al-1</b>	3.441	5.733	6.880	7.079	7.190
<b>Bi-Al-2</b>	13.845	16.709	18.518	18.795	18.806
<b>Bi-Al-3</b>	16.709	20.554	22.535	22.999	23.075
<b>Bi-Al-4</b>	19.705	23.814	25.957	26.439	26.513
<b>Bi-Al-5</b>	23.070	27.653	30.125	30.666	30.724

In the table, the link between the elasticity moduli and granularity degrees has declared that the porosity has been noted to increase systematically with enhancing the addition level of aluminum impurity and applied test load due to the induction of microstructural problems in the Bi-2212 main structure. In this regard, the minimum relative granularity degree of 1.397257% has been noted for the pure superconductor at the applied microindentation test load of 0.490 N. As the applied test load has increased up to the maximum load of 2.940 N, the relative porosity value has been observed to be about 2.626239%. As for the change in the granularity degree parameters of the Al-added Bi-2212 superconductors with the aluminum impurity addition amount, the gradual increment has been observed. Thus, the bulk Bi-Al-5 superconductor has exhibited the highest degree of the granularity value of 30.7243% in the case of the applied test load of 2.940 N. This has shown that the mechanical performance quantities, durable tetragonal phase, and related stabilization of the Bi-2212 superconductor have degraded systematically depending on the increase in the aluminum impurity addition amount due to the enhancement of the granular structure and induction of microstructural problems in the crystal systems.

#### 4. Conclusion

This study has enabled us to determine the effect of different aluminum impurity addition amounts between 0.0 and 0.10 and applied microindentation test loads changing from 0.245 N to 2.940 N on some mechanical performances including the brittleness index, ductility, fracture toughness, and elastic stiffness coefficients of  $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}_y$  superconductors.

The experimental Vickers hardness parameters have been used to define the variation of durable tetragonal phase and stabilization of the Bi-2212 superconductor. We have also found a strong link between the elasticity moduli and granularity degrees depending on the addition level of aluminum impurity and applied test loads for the Bi-2212 main system. It has been obtained that the aluminum impurity has been introduced successfully in the Bi-2212 superconductor. Moreover, the presence of aluminum impurity and the increase in the applied test load have damaged the mechanical performance quantities, durable tetragonal phase, and stabilization of the Bi-2212 superconductor. This is because the aluminum ions have triggered the increase in



the microstructural problems in the main crystal structure. Accordingly, the pure sample with highest crystal structure quality has been observed to demonstrate the least sensitive mechanical behavior to the test load applied. Finally, the relation between the elasticity moduli and granularity degrees has indicated that the granularity degrees has been recorded to augment regularly due to the intrinsic granular structure of Bi-2212 superconductor and the induction of microstructural problems in the Bi-2212 main structure as the addition level of aluminum impurity and applied test loads have increased.

## References

- [1] Onnes, H.K., Further experiments with Liquid Helium. D. On the change of Electrical Resistance of Pure Metals at very low Temperatures, etc. V. The Disappearance of the resistance of mercury, Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen Proceedings, 14, 113–115, 1911.
- [2] Oh, S.Y., Kim, H.R., Jeong, Y.H., Hyun, O.B., Kim, C.J., Joining of Bi-2212 high- $T_c$  superconductors and metals using indium solders, *Physica C*, 463–465 (2007) 464–467.
- [3] Chen, M., Paul, W., Lakner, M., Donzel, L., Hoidis, M., Unternaehrer, P., Weder, R., Mendik, M., 6.4 MVA resistive fault current limiter based on Bi-2212 superconductor. *Physica C: Superconductivity*, 372, 1657-1663, 2002.
- [4] Werfel, F. N., Floegel-Delor, U., Rothfeld, R., Riedel, T., Goebel, B., Wippich, D., & Schirmeister, P., Superconductor bearings, flywheels and transportation. *Superconductor Science and Technology*, 25(1), 014007, 2011.
- [5] Coombs, T.A., A finite element model of magnetization of superconducting bulks using a solid-state flux pump, *IEEE T. Appl. Supercond.* 21, 3581–3586, 2011.
- [6] Ulgen, A. T., Erdem, U., Zalaoglu, Y., Turgay, T., & Yildirim, G., Effect of vanadium addition on fundamental electrical quantities of Bi-2223 crystal structure and semi-empirical model on structural disorders-defects. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 31(16), 13765-13777, 2020
- [7] Runde, M., Application of high- $T_c$  superconductors in aluminum electrolysis plants, *IEEE T. Appl. Supercond.* 5, 813–816, 1995.
- [8] Nagaya, S., Hirano, N., Naruse, M., Watanabe, T., & Tamada, T., Development of a high-efficiency conduction cooling technology for SMES coils. *IEEE transactions on applied superconductivity*, 23(3), 5602804-5602804, 2012.
- [9] Buckel, W., Kleiner, R., *Superconductivity: Fundamentals and Applications*, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2004.
- [10] Yildirim, G., Determination of optimum diffusion annealing temperature for Au surface-layered Bi-2212 ceramics and dependence of transition temperatures on disorders, *J. Alloy. Compd.* 699, 247–255, 2017.
- [11] B. Batlogg, B., Cuprate superconductors: Science beyond high  $T(c)$ , *Solid State Commun.* 107, 639–647, 1998.
- [12] Bednorz, J.G., Muller, K.A., Possible High- $T_c$  Superconductivity in the Ba-La-Cu-O System, *Z. Phys. B* 64, 189–193, 1986.
- [13] Saunders, P.J.; Ford, G.A. (2005). *The Rise of the Superconductors*. Boca Raton, FL: CRC Press., 2005.



- [14] Takayama, M.E., High-pressure synthesis of homologous series of high critical temperature ( $T_c$ ) superconductors, *Chem. Mater.* 10, 2686–2698, 1998.
- [15] Yamauchi, H., Karppinen, M., Application of High-Pressure Techniques: Stabilization and Oxidation-State Control of Novel Superconductive and Related Multi-Layered Copper Oxides, *Supercond. Sci. Techol.* 13, R33–R52, 2000.
- [16] Erdem, U., Zalaoglu, Y., Ulgen, A. T., Turgay, T., & Yildirim, G., Role of trivalent Bi/Tm partial substitution on active operable slip systems in Bi-2212 crystal structure. *Cryogenics*, 113, 103212, 2021.
- [17] Schmidt, V.V., Muller, P., Ustinov, A.V., Grigorieva, I.V., *The Physics of Superconductors: Introduction to Fundamentals and Applications*, 1<sup>st</sup> ed., Springer, Berlin, 2010.
- [18] Saritekin, N. K., Pakdil, M., Yildirim, G., Oz, M., & Turgay, T., Decrement in metastability with Zr nanoparticles inserted in Bi-2223 superconducting system and working principle of hybridization mechanism. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 27(1), 956-965, 2016.
- [19] Tinkham, M., *Introduction to Superconductivity*, 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill, New York, 1996.
- [20] Ketterson, J.B., Song, S.N., *Superconductivity*, 1<sup>st</sup> ed., Cambridge University Press, Cambridge, 1999.
- [21] Horvat, J., Soltanian, S., Wang, X. L., & Dou, S. X., Effect of sample size on magnetic  $J_c$  for MgB<sub>2</sub> superconductor. *Applied physics letters*, 84(16), 3109-3111, 2004.
- [22] Yildirim, G., Dogruer, M., Karaboga, F., & Terzioglu, C., Formation of nucleation centers for vortices in Bi-2223 superconducting core by dispersed Sn nanoparticles. *Journal of alloys and compounds*, 584, 344-351, 2014.
- [23] Ulgen, A. T., Erdem, U., Evolution of basic mechanical features of Bi-2212 superconductors with aluminum oxide impurity addition, *New Trends in Engineering Sciences*, Duvar Yayınevi, Konak/İzmir, 2022.
- [24] Abdeen, W., Marahba, S., Awad, R., Abou Aly, A. I., Ibrahim, I. H., & Matar, M., Electrical and mechanical properties of (Bi, Pb)-2223 substituted by holmium. *Journal of Advanced Ceramics*, 5(1), 54-69, 2016.
- [25] Callister, Jr. W.D., Rethwisch, D.G., *Materials Science and Engineering: An Introduction*, 9th ed., Wiley Binder Version, USA, 2013.

## FACTS SİSTEMLERİ İÇİN GEÇİCİ HATA KAYIT SİSTEMİ GELİŞTİRME PROJESİ

**Ar-Ge Proje Mühendisi, Uğur Cem Yılmaz<sup>1</sup>, Ar-Ge Proje Mühendisi, İlayda Aygün<sup>2</sup>,  
Ar-Ge Proje Lideri, Canan Şişman Korkmaz<sup>3</sup>, Proje Yöneticisi, Kenan Ahmet Mumcu<sup>4</sup>,  
Proje Yöneticisi, Alper Terciyanlı<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Inavitas Enerji, Ar-Ge Proje Birimi, cem.yilmaz@inavitas.com- 0000-0002-6913-1493

<sup>2</sup> Inavitas Enerji, Ar-Ge Proje Birimi, ilayda.aygun@inavitas.com- 0000-0002-6709-8570

<sup>3</sup> Endoks Enerji, Ar-Ge Proje Birimi, canan.korkmaz@endoks.com- 0000-0001-6394-2319

<sup>4</sup> Endoks Enerji, Ar-Ge Proje Birimi, ahmet.mumcu@endoks.com- 0000-0001-8291-6730

<sup>5</sup> Endoks Enerji, Ar-Ge Proje Birimi, alper.terciyanli@endoks.com- 0000-0003-2671-2615

### ÖZET

ENDOKS ENERJİ bünyesinde yürütülen projede modüler yapıda bir geçici hata kayıt sistemi geliştirilmesi hedeflenmektedir. Geliştirilecek ürün ile fabrikalarda, elektrik santrallerinde, indirici trafo merkezlerinde ve üretim yapan tesislerdeki herhangi bir analog veya dijital veriyi yüksek çözünürlükte işleyip kaydederek, arıza anında kısa sürede problemi teşhis imkânı sağlanacaktır. Belirtilen tesislerde gerçekleşen arıza kaynaklı plansız kesintiler ciddi miktarda maddi kayıplara yol açmaktadır. Meydana gelen elektriksel arızalarda genellikle arızaya sebep olan durum arıza anında ortadan kalktığı için bu tür arızaların sebeplerini bulmak son derece zor olmaktadır. Eğer arıza anı herhangi bir kayıt alınmamışsa problemi çözmek çok uzun zaman alabilmektedir hatta bazı durumlarda mümkün olamamaktadır. Bu durumlarda bazı koruma rölelerin kayıt özellikleri kullanılabilir. Ancak koruma röleleri, sinyalleri düşük frekansta örnekleme ve anlık oluşan durumlar bu kayıtlardan fark edilememektedir. Böyle arızalarda problemin kaynağını bulabilmek için ilgili birimde kullanılan bütün analog sinyallerin ve ilgili dijital sinyallerin yüksek çözünürlükte ve yüksek örnekleme frekansı ile kayıt altına alınması gerekmektedir. Dünya genelinde fabrikalar, elektrik santrallerin, indirici trafo merkezleri gibi enerji kalitesinin önemli olduğu tesislerde arıza kaynağını teşhis edebilmek için Geçici Hata Kayıt Sistemleri (TFR) kullanılmaktadır. Ancak piyasadaki hata kayıt sistemlerinin tamamı ithal olduğu için özellikle ülkemizdeki tesisler için yüksek maliyetli olarak değerlendirilmektedirler. Özet itibarıyla projede, yukarıda bahsedilen problemlerin çözümüne yönelik OG veya AG tesislerde kullanılabilir analog veya dijital sinyalleri kısa veya uzun süreli, yüksek çözünürlükte ve yüksek örnekleme frekansı ile kayıt altına alabilecek ve bu kayıtlarla anlamlı veriler oluşturularak kullanıcının arıza kaynağını kısa sürede bulmasına imkân sağlayacak Geçici Olay Kayıt sistemi geliştirilmektedir. Cihazın yerleştirilmesi ve ekonomik olarak daha ulaşılabilir hale getirilmesi projenin başlatılmasındaki en önemli temel motivasyonlardan biridir.

**Anahtar Kelimeler:** Geçici Hata Kayıt Sistemi, Transient Fault Recorder (TFR), Digital Fault Recorder.

## 1. GİRİŞ

Projedeki temel amaç büyük ölçekli elektrik tüketimi gerçekleştiren fabrikalarda, elektrik santrallerinde, indirici merkezlerde ve üretim yapan tesislerdeki akım bilgisi, gerilim bilgisi vb. analog sinyaller ve dijital sinyaller gibi yüksek çözünürlükte ve yüksek örnekleme frekansı ile kayıt altına alınabilecek ve bu kayıtlarla anlamlı veriler oluşturarak kullanıcının arıza kaynağını kısa sürede bulmasına imkân sağlayacak Geçici Hata Kayıt sistemi geliştirmektir. Geliştirilmiş sistem sayesinde:

- Demir-Çelik fabrikalarında oluşan arızaların hızlıca tespit edilip, fabrika kesinti süresinin düşürülmesi,
- Fabrikalarda AG-OG-YG trafolarının çıkışlarındaki temel güç kalitesi parametrelerinin anlık bilgilerinin izlenmesi,
- İndirici trafo merkezlerinde OG ve YG verilerinin izlenebilmesi ve arıza tespiti yapılabilmesi,
- Tüm ölçümlerin ilgili endüstriyel haberleşme protokolleri ile bir hard disk içerisinde kaydedilerek gerektiğinde arayüz üzerinden kontrolünün sağlanması,
- Ekipman arızasının nedenlerini, sinyal dalga formlarını ve bir olay sırasında ekipman davranışının durumunun gösterilmesi ve arıza sonrası olay analizi gerçekleştirmek için gerekli bilgilerin sağlanması mümkün kılınmaktadır.

## 2. PROJENİN BİLEŞENLERİ

Projenin donanım ve arayüz olmak üzere iki ana bileşeni bulunmaktadır.

### 2.1. Donanım

Projenin donanımı modüler yapıdadır. Kullanıcının ihtiyacına göre şekillendirilebilmesi için ölçülecek sinyallerin özelliklerine göre ayrı modüller tasarlanmıştır. Ölçüm modülleri kullanıcının ihtiyacına göre istenilen kombinasyonlarla konfigüre edilebilmektedir.

#### 2.1.1. Güç Modülü

Güç modülü sistemdeki tüm modüllerin besleme gerilimlerinin oluşturulduğu modüldür. Her kayıt cihazında mutlaka bir adet bulunmaktadır.

#### 2.1.2. Ana Modül

Verilerin toplanıp kaydedildiği, hesaplamaların yapıldığı ve arayüzle haberleşerek verileri arayüz programına ileten modüldür. Modül, çift çekirdekli işlemci yapısıyla tasarlanmıştır. Ölçüm modülleriyle SPI ile, arayüz programının kurulu olduğu bilgisayar ile de TCP/IP üzerinden haberleşmektedir. Her kayıt cihazında mutlaka bir adet bulunmaktadır.

#### 2.1.3. Analog Modüller

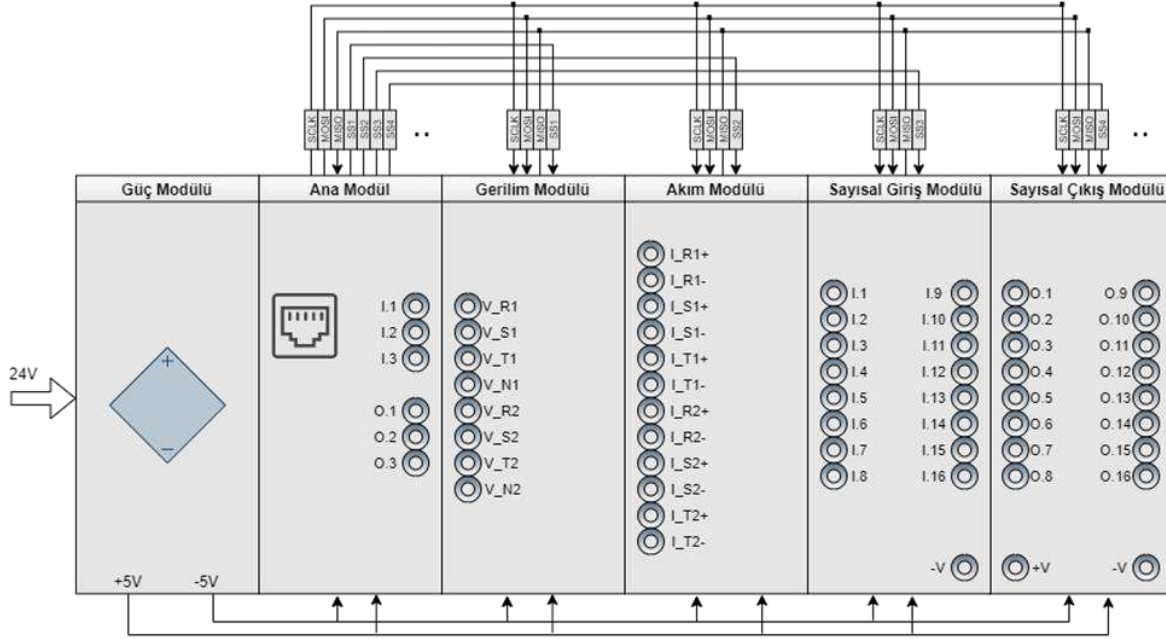
Analog akım modülü ve analog gerilim modülü olmak üzere iki farklı analog modülü vardır. Analog sinyallerin okunup işlendiği modüllerdir. Analog sinyalleri, 25kHz frekansında ve 16 bit çözünürlükte örnekleyebilmektedir. Analog modüller kullanıcının ihtiyacına göre sisteme eklenip çıkarılabilir.

#### 2.1.4. Dijital Modüller

Dijital giriş modülü ve dijital çıkış modülü olarak iki farklı dijital modül bulunmaktadır. Dijital sinyallerin okunup işlendiği modüllerdir. Dijital modüller kullanıcının ihtiyacına göre sisteme eklenip çıkarılabilir.

## Modüler Yapı

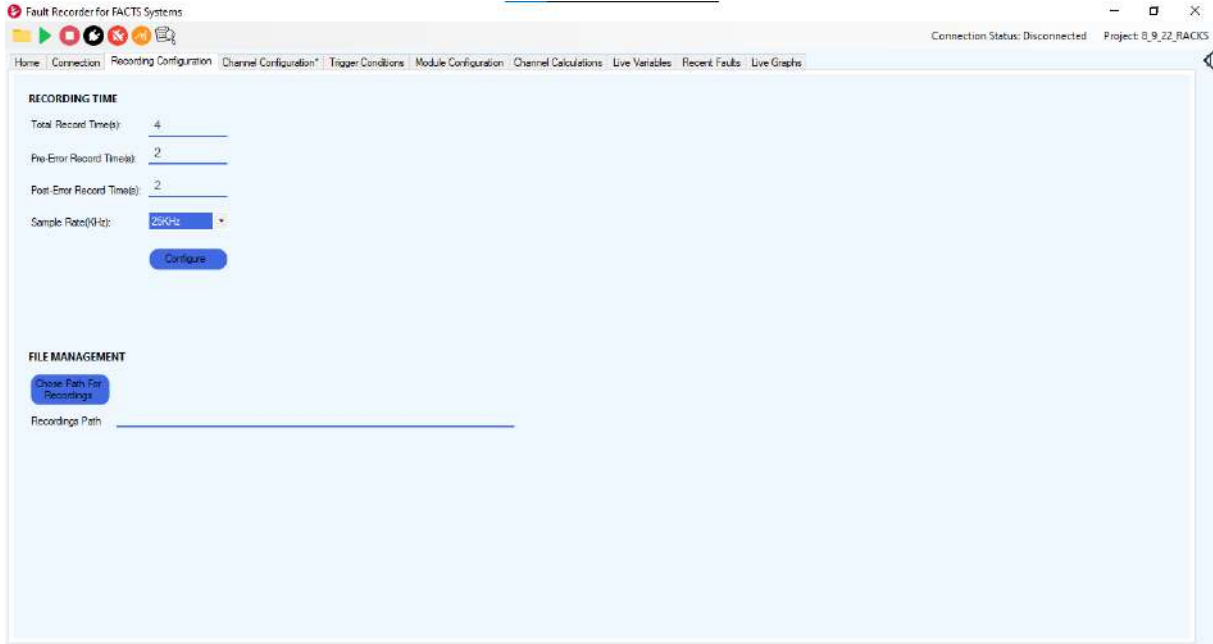
Sistemdeki bağlantı modülünde modüllerin takılabileceği 8 adet ray bulunmaktadır. Bu raylardan ilk ikisi sabit olup güç modülü ve ana modüle aittir. Diğer 6 ray kullanıcının ihtiyacına göre analog veya dijital modüllerle doldurulabilir. Modüler yapının şeması Görsel - 1' de gösterilmektedir.



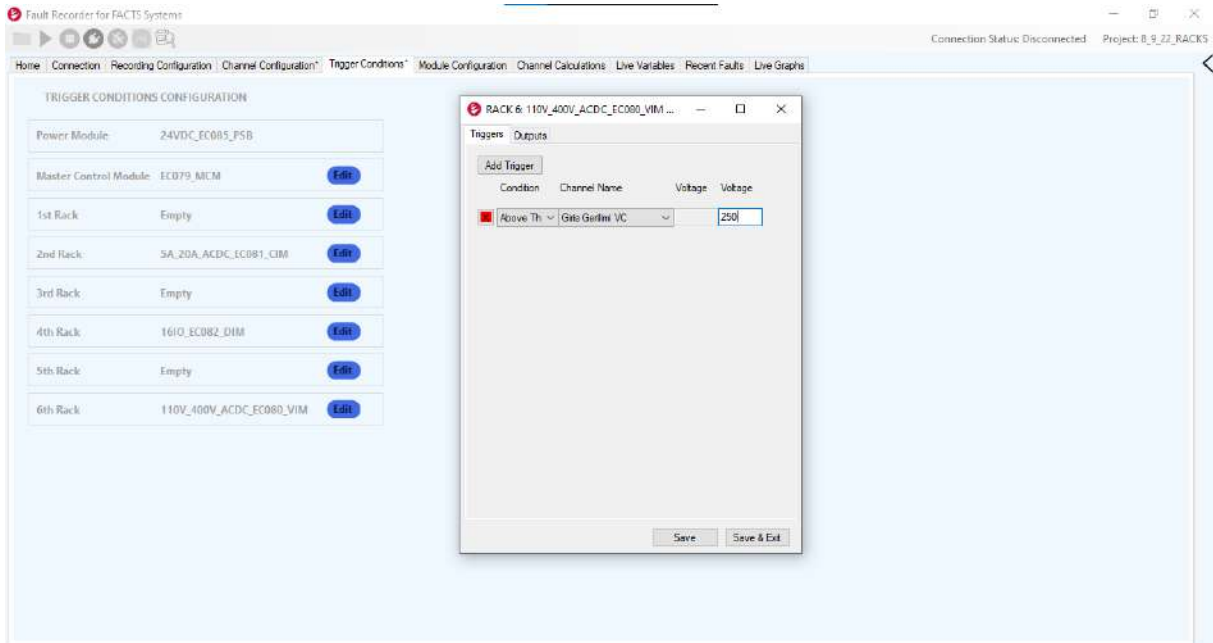
Görsel -1: Kayıt sisteminin modüler yapısı

## 2.2. Arayüz

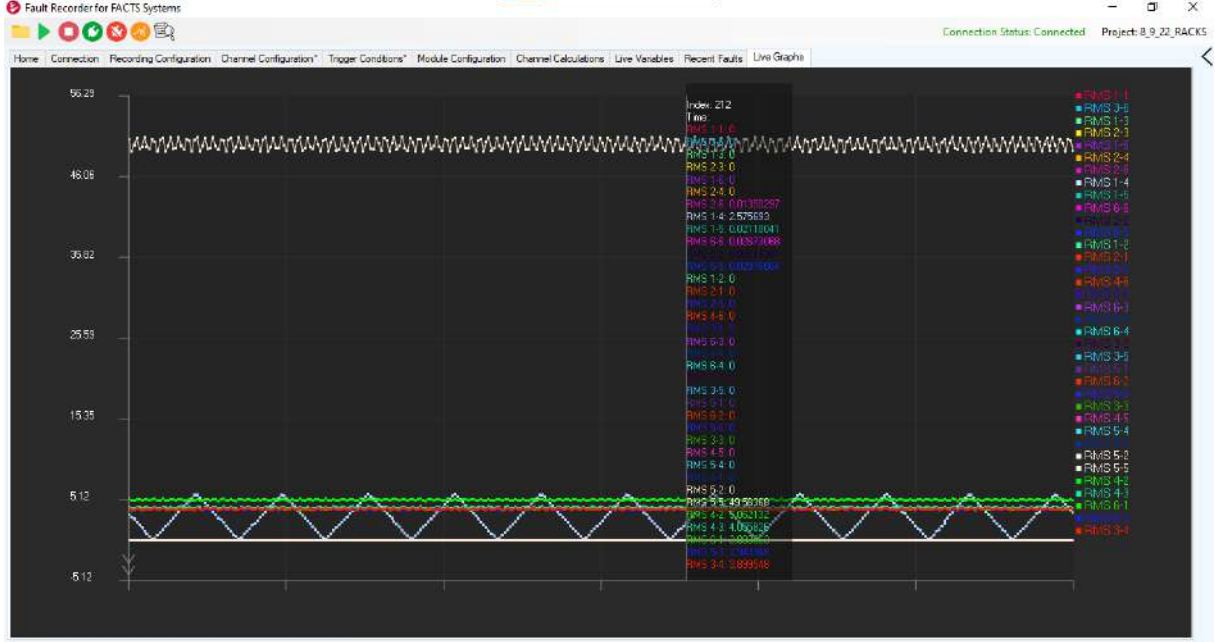
Projenin ikinci ana bileşeni arayüz programıdır. Arayüz programı ana modülle TCI/IP protokolü ile haberleşmektedir. Donanımı oluşturan modüllerin konfigürasyonları, kayıt ayar parametreleri, kanal ayarları gibi veriler arayüz programı üzerinden ayarlanmaktadır. Aynı zamanda, kaydedilen veriler modüllerden çekilerek grafiksel olarak kullanıcıya gösterilmektedir. Arayüz sayfaları Görsel-2 – Görsel-5 de gösterilmektedir.



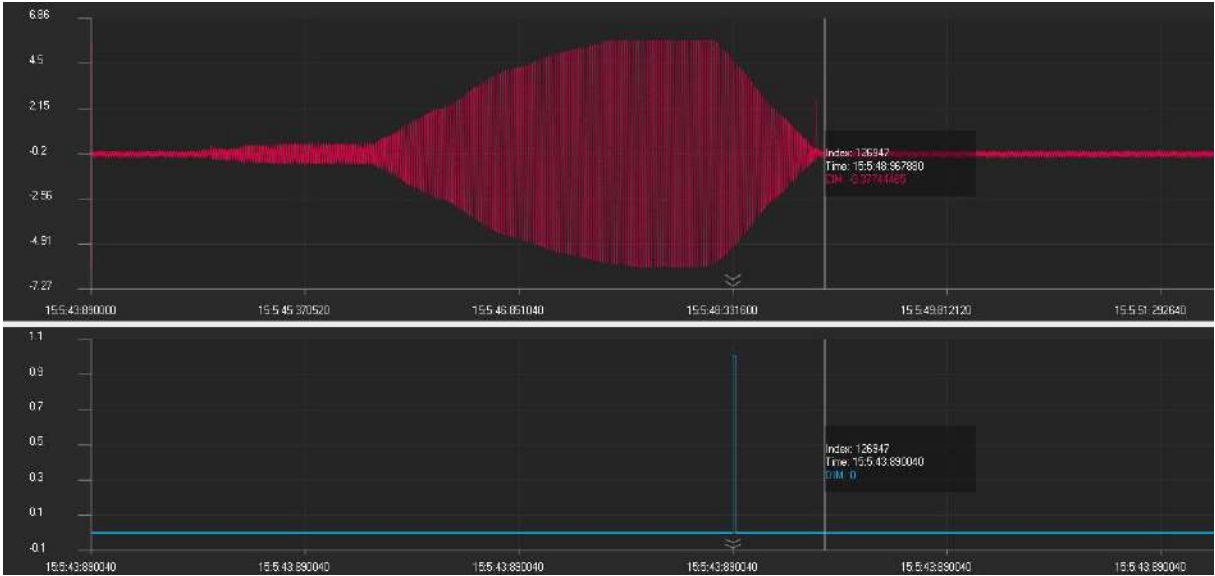
**Görsel-2: Arayüz Kayıt Konfigürasyon sayfası**



**Görsel -3: Arayüz Tetikleme Ayar Sayfası**



Görsel -4: Arayüz Canlı Veriler Sayfası



Görsel -5: Arayüz Kayıt Grafik Sayfası

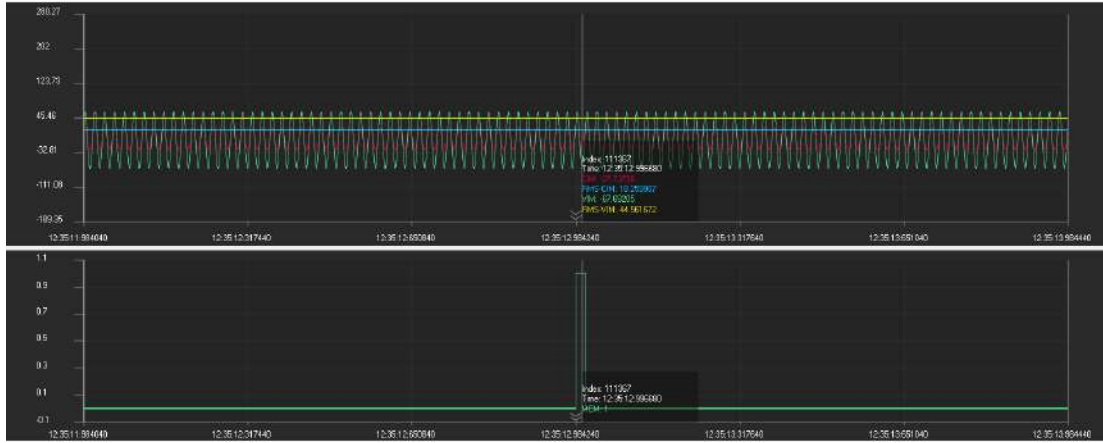
### 3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR



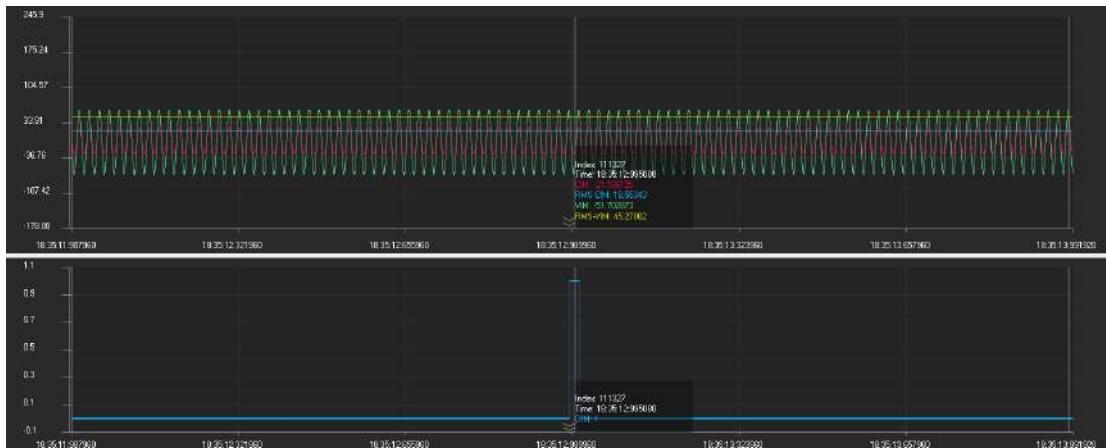
Projenin performans değerlendirmeleri sırasında kayıt fonksiyonları farklı frekanslarda ayarlanarak kayıt tetiklemeleriyle kayıt aldırılıp bu kayıt verilerinin arayüz programındaki grafikleri kontrol edilip kayıt altına alınmıştır. Kayıt testleri için ayarlanan parametreler aşağıda belirtildiği gibidir.

- Örnekleme frekansı: 25kHz, 20kHz, 10kHz, 1kHz
- Olay öncesi kayıt süresi: 1s
- Olay sonrası kayıt süresi: 1s
- Analog akım modülü için kayıt tetikleme eşiği: 3.8A RMS
- Analog gerilim modülü için kayıt tetikleme eşiği: 70V RMS

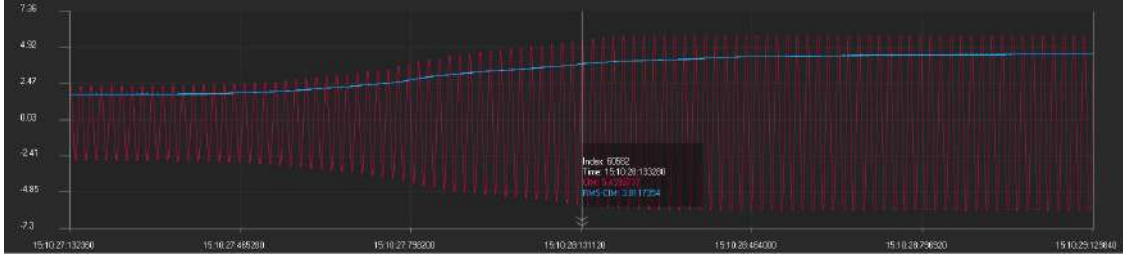
Testlerde elde edilen kayıt grafiklerin bazıları Görsel 6 – Görsel 9 da gösterilmektedir.



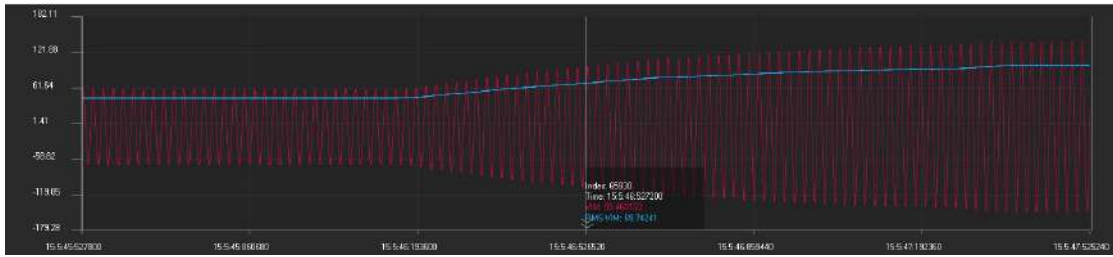
**Görsel-6: 25kHz Ana Modül Kayıt Grafiği**



**Görsel-7: 25kHz Sayısal Giriş Modülü Kayıt Grafiği**



Görsel-8: 25kHz Analog Akım Modülü Kayıt Grafiği



Görsel-9: 25kHz Analog Gerilim Modülü Kayıt Grafiği

## HAVA TRAFİK KONTROLÜNDE İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI

Gürkan GÜRGÖZE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Elazığ İl Milli Eğitim Müdürlüğü, gurkangurgoze@gmail.com- 0000-0002-2831-498X

### ÖZET

Askeri alanda ilk olarak karşımıza çıkan İnsansız Hava Araçlarının (İHA'ların) son yıllarda kullanım alanları ticari ve kişisel mecralarda (lojistik, tarım, haritalama, acil müdahale ve insani yardım vb.) önemli yer tutmaktadır. İHA'ların yaygınlaşan kontrolsüz kullanımlarıyla birlikte geleneksel hava araçları ve bunların kullanım sahalarının paylaşımı problemleri ortaya çıkmıştır. Hava sahasında tanımsız uçan araçlar hava trafiğinde beklenmeyen olay (kuş sürüleri gibi) ve kazalara neden olmaktadır. Bu nedenle, farklı amaçlarla farklı büyüklükte ve ağırlıkta kullanılan İHA'ların irtifa yüksekliklerine göre yeni uçuş tanımlarına, trafik kontrollerine ve planlamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece geleneksel havacılık ve İHA kullanıcılarının gereksinimlerine ortak hava sahasında çözümler sunulmuş olacaktır. Bu amaçla birçok ülkede İHA'larla ilgili mevcut hava trafik kontrolüne adapte edilmek üzere yeni strateji ve konfigürasyon çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışmada son yıllarda hava trafiğinde İHA'ların yeri ve ortak hava sahası ile ilgili sunulan çözümler üzerine yapılan çalışmalar incelenmiş ve durum analizi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hava Trafik Kontrolü, İnsansız Hava Aracı, Geleneksel Havacılık.

### 1. GİRİŞ

Havacılık günümüzde ulaşım ve taşımacılık alanlarında önemli bir yere sahiptir. Her geçen yıl bu alandaki ilerlemeler ve talepler artmaktadır. Talepler neticesinde havadaki araç sayısı da artmaktadır. Bu durum havada yoğun bir trafiğin oluşmasına neden olmaktadır. Bu noktada istenmeyen durumların yaşanmaması için önleyici tedbirlerin alınması gerekmektedir. Günümüz modern havacılık otoriteleri risk, tehlikeli durumlar, kalite ve düzenli bir yönetim konusunda oldukça ileri düzeydedir. Mevcut tanımlarla ilgili düzenlemeler ve mevzuatlar Ulusal Havacılık Örgütü (ICAO) ve Avrupa Birliği Havacılık Emniyeti Ajansı (EASA) gibi kuruluşlar tarafından yapılmaktadır. Türkiye de bu görevi Devlet Hava Meydanları İşletmesi gerçekleştirmektedir [1-3].

Mevcut uçak, helikopter gibi hava araçları için Ulusal Hava Sahası (NAS) sınıflarına göre uçuşlarını gerçekleştirirler. Hava ulaşımında özellikle hava trafiğinin düzenlenmesi kazaların oluşmasını engellemektedir. Ancak günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte İnsansız Hava Araçları (İHA) birçok alanda sivil veya ticari olarak kullanılmaktadır. Piyasada ucuz ve kolay erişimlere imkân sağlayan uygulamaları her geçen gün kullanımının artmasına neden olmaktadır. Bu yeni durum havacılık sektöründe de bazı risklerin ve yönetim güncellemelerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Hava sahasında bu yeni araçların tanımlanması ve geleneksel hava sahası araçlarını tehlikeye atacak durumların önüne geçilmelidir. Ancak günümüzdeki mevcut tanımlama sistemleri hava sahasında farklı özelliklerdeki İHA'ların tanımlanmasında zorluklar yaşamaktadır [4-6].

Bu sistemlerde en önemli zorluk alçak irtifada çalışan insansız araçların hava sahalarında diğer bileşenlerle iletişim ve yönetim entegrasyonu yapamamasıdır. Küçük olmaları geleneksel sistemler tarafından tespitlerini zorlaştırmaktadır. Bu durumda mevcut Hava Trafik Kontrol ve Yönetiminin bu araçlara müdahalesini kısıtlamaktadır.

Fakat günümüz İHA'lar kontrollü veya kontrolsüz hava sahalarında aktif rollerde belirli kurallara tabi olarak işlemlerine devam etmek istemektedirler. Ancak bu eylemleri gerçekleştirmek için gerçekleştirilen prosedürler hem yavaş hem de zor olmaktadır. Bu durum kayıtsız kullanımlarında gerçekleşmesine neden olmaktadır. Macaristan'da özel hava sahası kullanımı için alınması gereken izinler 2-3 hafta sürebilmektedir. Bu durum kullanımlarını kısıtlamakta ve bazı uygulamaların para ve

zaman maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Ancak sisteme entegre olmuş ve hava trafik kontrolü ile hareket edebilen insansız araçlar hızlı kullanımları ile bir çok alan da daha etkin çözümler sağlayacaktır.

Bu nedenle birçok ülkede İHA'ların sınıflarına göre mevcut Hava Kontrol Sistemine adapte edilmesine yönelik standartlar ve donanımsal, iletişimsel çalışmalar sürdürülmektedir. Bu çalışmada da mevcut bu sorunun ortaya konulması ve yapılan çalışma üzerinde incelemeler yapılması hedeflenmiştir [6-10].

## 2. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI

İnsansız hava araçları (İHA) insansız uçuş yapabilen uzaktan veya otonom kontrollü hava araçlarıdır. Başlangıçta savaş alanlarında ortaya çıkmıştır. İlk olarak Amerikan iç savaşında keşif ve gözetleme amacıyla balonlar şeklinde kullanılmıştır. Daha sonraları Avusturyalıların Venedik şehrini 1849 yılında fitilli bombalara sahip uzaktan kumandalı balonlarla bombalanmasında kullanılmıştır. Uçak şeklindeki ilk insansız hava aracı 1917 yılında ortaya çıkan “Hewitt Sperry” olmuştur. İkinci dünya savaşı sırasında keşif amacıyla bir çok türü geliştirilmiştir. 1980’lerden sonra ise ABD Predator, İsrail Heron, Almanya Luna ve ülkemizde de Akıncı gibi çeşitleri ortaya çıkmıştır [3, 4].

İHA’lar temel olarak üç bölümden oluşurlar. Birincisi motorlar, kanatlar, gövde, pervaneler, iniş yapısı, antenler ve güç ünitesidir. İkincisi, elektronik kontrol birimleri, uçuş sinyal algılayıcıları, haberleşme sistemleri, uçuş kontrol sensörleri ve yazılımlarıdır. Üçüncüsü, temel uçuş elemanlarının yanında ek kullanılabilen sensörler, planlayıcılar vb. donanım birimleridir [2].

Tüm kullanımlarda herhangi bir kontrol merkeziyle bilgi alış verişleri için iletişim içerisinde olmaları gereklidir. İHA’lar uzaktan kumanda ve otonom olarak iki şekilde kontrol edilirler. Otonom olarak görev tanımları, yol planlamaları ve hedefleri belirtilerek herhangi bir insan müdahalesi olmadan amaca ulaşması beklenmektedir.

### 2.1. Sınıflandırılması

İnsansız hava araçları (İHA), kara araçları gibi insansız uçuş özelliğine sahip hava araçlarıdır. Genellikle teknik özelliklerine ve kullanım amaçlarına göre iki şekilde sınıflandırılmaktadırlar. Teknik olarak kanat yapılarına, ağırlıklarına, enerji kaynaklarına, uçuş şekillerine, boyutlarına, uçuş menzillerine, irtifalarına ve kontrol yapılarına göre sınıflandırılırlar.

Kullanım alanlarına göre, askeri alanlarda keşif, alan taraması, kurtarma, silahlı saldırı, saldırı önlemede ve sivil alanlarda ise afetlerde, hobi amaçlı, ticari işlerde ve bilimsel çalışmalarda özelliklerine göre sınıflandırılırlar [2].



Şekil 1. İnsansız hava araçları [2,3]

Askeri alandaki gelişmeler beraberinde sivil uygulamaları da getirmiştir. Başlangıçta haritalama, orman yangınlarının tespitiyle başlayan çalışmalar Şekil 2.6’daki örnekleri gibi





Ozlem Senvar ve ark. 2022 yılında havacılıkta kalite ve güvenlik konularında İHA'ların durumuyla ilgili bir çalışma gerçekleştirilmişlerdir. İHA'lar la ilgili prosedürlerin gerekliliği üzerinde durulmuştur [10].

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

İHA'ların hava trafiğinde mevcut hava sahalarının kullanımında çeşitli entegrasyon problemleri olduğu yapılan çalışmaların incelenmesinde ortaya çıkmaktadır. Özellikle İHA'ların farklı sınıfları için hava sahalarının farklı tanımlama ihtiyacı olduğu görülmektedir. Aynı zamanda anlık hava sahası yönetimine tabi olan bir hava aracı konumuna gelmesi gerekmektedir. Bu durum hem havacılık yönetimi tarafından hem de sivil kullanımlar tarafından en güncel talep olarak görülmektedir. Havacılık alanında bu problemin çözümü sorunsuz hava trafik yönetimi anlamına gelirken, sivil sektör için daha hızlı ve yaygın kullanım anlamına gelmektedir.

Bu noktada gelecek çalışmalar için öncelikle hava aracı ve saha tanımlarının daha detaylı yapılması gerektiği ve bu yönde gelişmiş hava sistemlerinin oluşturulmasının elzem olduğu görülmektedir. Bu noktada hızlı çözümler sunan yapay zekâ temelli yazılımların sonraki çalışmalar olabileceği öngörülmektedir.

#### KAYNAKÇA

- [1] Korkmaz, Y., İyibilgin, O., & Fındık, F. (2016). Geçmişten günümüze insansız hava araçlarının gelişimi. SAÜ Fen Bilimleri Dergisi, 20(2), 103-109.
- [2] Kahveci, M., & Nazlı, C. A. N. (2017). İnsansız hava araçları: tarihçesi, tanımı, dünyada ve türkiye'deki yasal durumu. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(4), 511-535.
- [3] URL-6:[https://tr.wikipedia.org/wiki/İnsansız\\_hava\\_araçları](https://tr.wikipedia.org/wiki/İnsansız_hava_araçları)
- [4] Sándor, Z. (2019). Challenges caused by the unmanned aerial vehicle in the air traffic management. Periodica polytechnica transportation engineering, 47(2), 96-105.
- [5] Haydar, A. (2022). Important Issues In Unmanned Aerial Vehicle User Education And Training. Journal of Aviation, 6(1), 80-86.
- [6] Raj, R., & Kos, A. (2022). A Comprehensive Study of Mobile Robot: History, Developments, Applications, and Future Research Perspectives. Applied Sciences, 12(14), 6951.
- [7] Tran, T. H., & Nguyen, D. D. (2022). Management and Regulation of Drone Operation in Urban Environment: A Case Study. Social Sciences, 11(10), 474.
- [8] Gharibi, M., Gharibi, Z., Boutaba, R., & Waslander, S. L. (2021). A Density-Based and Lane-Free Microscopic Traffic Flow Model Applied to Unmanned Aerial Vehicles. Drones, 5(4), 116.
- [9] Kamienski, J., & Semanek, J. (2015). ATC perspectives of UAS integration in controlled airspace. Procedia Manufacturing, 3, 1046-1051.





- [10] SENVAR, O., & ÜNVER, S. An Overview to Unmanned Aerial Vehicles from Perspectives of Quality and Safety Management in Aviation. *International Journal of Engineering Research and Development*, 14(2), 917-940.

## DIYARBAKIR KÖŞKLERİNİN ÇEVRESEL ETMENLER BAKIMINDAN ANALİZİ

**Dr. Öğr. Üyesi Meltem ERBAŞ ÖZİL<sup>1</sup>, Prof. Dr. F. Demet AYKAL<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, [meltemerbash@gmail.com](mailto:meltemerbash@gmail.com) - 0000-0003-2077-8728

<sup>2</sup> Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, [demetaykal@gmail.com](mailto:demetaykal@gmail.com) - 0000-0003-2424-0407

### ÖZET

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, tarihin erken dönemlerinden itibaren birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Diyarbakır, tarihin her döneminde önemini korumuş ve geleceğe taşımış bir merkez konumundadır. Kültürel ve tarihsel değerleriyle binlerce yıllık geçmişini ortaya koymakta ve uluslararası boyutta bilim insanlarının dikkatini çekmektedir. Bu değerleri kent sakinleri koruyarak geleceğe aktarmaya çalışmaktadır. Genellikle Osmanlı'nın son dönemlerine doğru inşa edilmiş ve Diyarbakır'da bulunan Dicle Nehri kıyısındaki köşk yapıları, özellikle mimarideki geleneksel doku açısından büyük önem arz etmektedir. Yapı türü olarak yazlık ev niteliği taşıyan köşkler, geleneksel evlerden farklı bir şekilde gelişerek kapalı, korumacı yaklaşımından uzaklaşmıştır. Çevresel faktörler açısından köşk yapılarına ait planlamayla ilgili yeterince bilimsel araştırma olmadığından çalışmanın konusu olarak seçilmektedir.

Çalışmada öncelikle tasarıma etki eden çevresel faktörler ve köşk yapıları hakkında detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Bu kapsamda Ağuludere Köşkü, Hacı Ağa Köşkü, Kuşdili (Bekir Efendi) Köşkü, Pamuk Köşkü, Gazi (Seman) Köşkü, Bekir Paşa (Ömer Bekir Paşa) Köşkü, Hami Köşkü, Erdebil Köşkü fotoğraflama ve yerinde gözlem yöntemiyle incelenmiştir. Daha sonra plan tipleri ve cepheleri çevresel faktörler bakımından analiz edilmiştir.

Sonuçta iklimin ve çevresel etmenlerin şekillendirdiği köşklere, görülmüştür ki kullanıcı, doğal ve yapma çevre, üretim kaynakları ve siyasa, yasa ve kurumlara bağlı etmenler etkili olmuştur. Bu çalışmada, geleneksel evlerden farklı olarak köşk yapıları plan olarak nasıl kurgulandığı ve hangi mimari birimlerden oluştuğu hakkında bilgiler verilmeye çalışılmıştır. Çevresel faktörlerin etkisiyle oluşan bu mütevazı yapılar, göç hareketlerinin ve bununla beraber gelen hızlı nüfus artışıyla çarpık kentleşme ve teknolojik gelişmelerin de etkisiyle hızla bozularak önemini yitirmektedir. Böylesi özgün yapıların tasarım yaklaşım analizlerinin yapılarak yeni tasarımlara yol gösterici olması düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Diyarbakır, köşkler, çevresel etmenler

## ANALYSIS OF DIYARBAKIR MANSIONS WITH RESPECT TO ENVIRONMENTAL FACTORS

### SUMMARY

The Southeastern Anatolia Region has hosted many civilizations since the early periods of history. The city of Diyarbakir is a center that has preserved its importance in every period of history and carried this importance to the future. Revealing its thousands of years of history with its historical and cultural values, Diyarbakir attracts the attention of scientists at the international level. With this aspect, the city contains its historical value, and with the awareness of this, the residents of the city try to carry these values to the future. The mansion buildings on the banks of the Tigris River in Diyarbakir, which were mostly built at the end of the Ottoman period, are especially important in terms of local urban architecture. The subject of the study is the examination of the planning of these mansion buildings in terms of environmental factors, as it has the nature of a summer resort as a type of building, the traditional texture has moved away from its closed and protective approach and there is not enough scientific research on this subject.

In the study, first of all, a detailed literature review was made about the environmental factors affecting the design and the kiosk structures. In this context, Hacı Ağa Mansion, Bekir Pasha (Ömer Bekir Pasha) Mansion, Pamuk Mansion, Gazi (Seman) Mansion, Kuşdili (Bekir Efendi) Mansion, Hami Mansion, Erdebil Mansion, Ağuludere Mansion were examined by photographing and on-site observation. Later, plan types and facades were analyzed in terms of environmental factors.

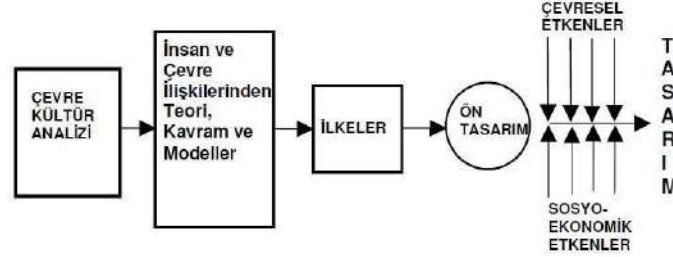
As a result, it has been seen that the factors related to the user, natural and artificial environment, production resources, policies, laws and institutions have been effective in the mansions shaped by climate and environmental factors. In this study, it has been tried to give information about which architectural units and how they appear as a plan the mansion buildings consist of, unlike the houses. These modest structures, which are products of the climate and social life, are rapidly deteriorating and losing their importance due to rapid population growth, migration from village to city, technological developments and unplanned urbanization. It is thought that such original structures will be guiding new designs by making design approach analyzes.

**Anahtar Kelimeler:** Diyarbakir, mansions, environmental factors

### GİRİŞ

İnsan sosyal bir varlık olmasıyla birlikte çevresi şekillenmektedir. Bu biçimler ise insanların kullandıkları mekânları oluşturmaktadır. İnsanlar için en önemli yer “konut” dur. Tuan (1991) konutu, insanların kendini ait hissettikleri, “yer” olarak tanımlamaktadır. Aynı zamanda Heidegger’in varoluş ve ikamet etme olarak tanımladığı “yer” algısı da konut ile karşılık bulmaktadır. Mimarlıkta geçmişten günümüze kadar konut her toplum için birincil uğraş haline gelmiştir (Usta, 2019). Bu nedenle konut, insanların davranışlarını, bununla oluşan hayat

tarzlarını, tecrübelerini ve kimliklerini yansıtarak anlamlandırdığı yer olmaktadır. Rapoport (1969), konutların oluşumundaki asıl belirleyici unsurlar kültürel ve toplumsal etmenlerdir. Değiştirici unsurların ise iklim, topoğrafya, malzeme, yapım tekniği ve teknoloji olduğunu belirtmiştir (Görsel 1) (Rapoport, 1969).



Görsel 1: Rapoport'a göre konut tasarım kriterleri (Bayraktar ve Özen Yavuz, 2022).

Konutun biçimlenmesinde doğal koşulların oluşturduğu ve sınırlandırmış olduğu olanaklardan yararlanılmıştır. Bu durum, günümüzde olduğu gibi gelecekte de her zaman güncel kalacaktır.

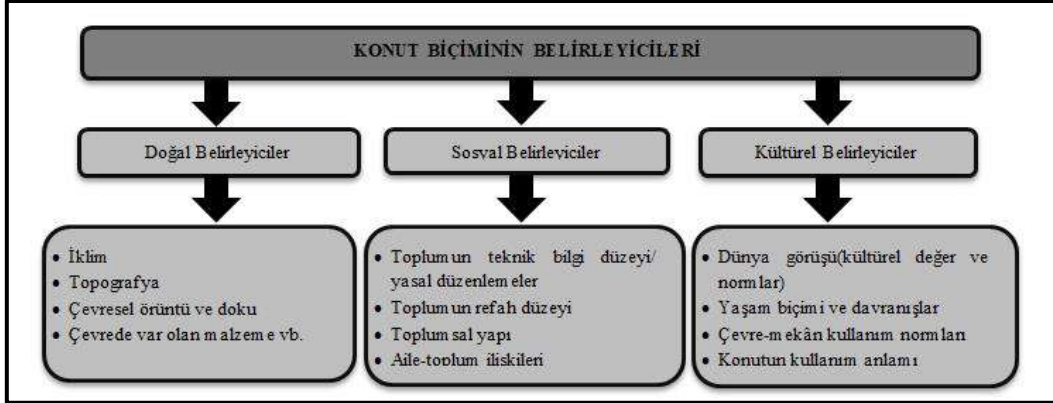
Birçok disiplin konut kavramını araştırmak zorunda hissetmiştir. Yaşam biçimi, aile düzeni ve konut kullanıcılarındaki zamana bağlı değişiklikler konutta bulunan ihtiyaç ve seçimlerine de yansımaktadır (Sümengen, 2015). Bu gelişmelerle birlikte iç- dış çevre ve yapı kabuğu arasındaki fiziksel etkileşimle ise iç mekânda konfor sağlanmış olacaktır. Tasarım aşamasında konforu etkileyen çevresel etmenler ve buna bağlı olarak ortaya çıkan kullanıcı gereksinimleri belirlenerek değerlendirilmelidir. Bu bağlamda çevresel etmenler(Görsel 2);



Görsel 2: Tasarımda konforu etkileyen çevresel etmenler (Balanlı, 1997)

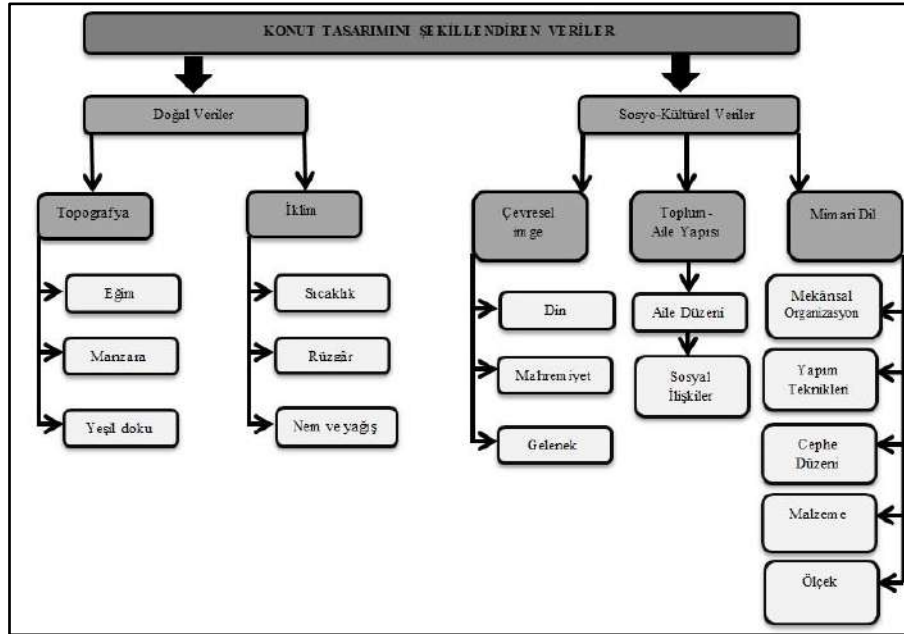
Bu etmenler yapı tasarımında kullanıcı konfor düzeyinin yükseltilmesi ölççeğinde önemli bir rol oynamaktadır (Balanlı, 1997).

Konutlar doğal, sosyal ve kültürel veriler olarak ele alınması gerekmektedir. Ayrıca “yer”e özgü konut tasarımlarında; doğal kaynak ve malzemeleri kullanmanın ve konutun temel örgütlenişinde ise aile yapısı, normların ve toplumun refah düzeyi etkilidir (Görsel 3) (Gür, 2000).



**Görsel 3: Rapoport ve Altman'a dayalı olarak geliştirilen konut biçiminin belirleyicileri (Gür, 2000).**

Sonuçta bu verilere bakıldığında; konutların yerleştiği arsa, diğer konutlara göre konum, topografya, eğim, manzara ve bina formunu etkileyen iklim, bitki örtüsü, rüzgâr, sıcaklık gibi doğal verileri ortaya çıkarmaktadır. Toplumda aile; ilişkileri ve yaşam tarzlarını şekillendiren gelenek ve görenekler, inançlar, çevresel imajlar, ekonomik düzey, kültür ve deneyimlerin etkisiyle ortaya çıkan ve yer- zaman doğrultusunda şekillenerek tasarıma yansıyan mekân organizasyonu, yapım teknikleri, cephe, ölçek, malzeme unsurlarını içeren mimari dil verileri sosyokültürel verileri ortaya çıkartmaktadır (Görsel 4).



**Görsel 4. Konut Tasarımını Şekillendiren Veriler (Rapoport, 1969)**

## 2. ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, geçmişten günümüze kadar birçok yerleşmelere tanıklık etmiş ve bu yerleşmelerden Diyarbakır en önemli merkezlerinden biri olmuştur. Binlerce yıllık geçmişiyle Diyarbakır, yine tarihsel ve kültürel değerleriyle ulusal ve uluslararası birçok bilim

insanın dikkatini çekmiştir. Bu bağlamda kent sakinleri de Diyarbakır kentinin üzerinde barındırdığı tarihsel değerlerin farkındalığıyla bunu geleceğe aktarmak istemektedir. Genelde Osmanlı'nın son döneminde inşa edilmiş olan Diyarbakır'ın Dicle nehri kenarındaki köşk yapıları, özellikle kentin geleneksel dokusundaki mimarisi bakımından büyük önem arz etmektedir. Diyarbakır geleneksel sivil mimarisinin bir uzantısı olan köşkler, en az Sur içinde bulunan geleneksel evler kadar dikkatleri üzerine toplamaktadır. Diyarbakır ve civarında görülen yapıların çoğunda olduğu gibi Artuklu, Eyyubi ve Osmanlı mimarisi etkileri köşk yapılarında da görülmektedir. Artuklular'dan başlayıp Osmanlı mimarisi içinde de oldukça fazla karşılaştığımız köşk yapıları bölgenin mimari özelliklerini de barındırmaktadır. Suriçi bölgesindeki Geleneksel Diyarbakır evlerinin aksine konum olarak Sur dışında uzakta yapılmış köşkler, aynı zamanda sosyal yaşantı konusunda geçmişle ilgili bizlere önemli vermektedir.

Köşklere genellikle ekonomik yönden zengin olan aileler yaşamaktadır. Dinlenmek, yazı geçirmek ve tarımsal ürünlerini değerlendirmek amacıyla yılın belli dönemlerinde halk bu yapılarda oturmuş olduğu bilinmektedir. Halkın belirli bir kesimi özellikle yaz dönemindeki kavurucu sıcaklardan etkilenmemek için köşklere tercih etmektedirler. Kentin zengin ailelerinin 19.yy' dan itibaren sur dışında oluşturdukları yapılar Diyarbakır'da köşk mimarisini yansıtmaktadır. Diyarbakır Dicle nehri kenarındaki köşkler sade ve daha az gösterişli yapılar olarak yakın çevrede ve ilçelerinde bulunan köşklere farklı bir mimari anlayış sergilemiştir. Bu köşk yapılarının aksine ise özellikle Mardin'de inşa edilen köşk yapıları daha büyük ve ihtişamlı yapılmışlardır. Osmanlı mimarisinde gördüğümüz ve çoğunluğu İstanbul'da örneklerine denk geldiğimiz köşk yapıları da daha gösterişli ve süslemeleri olan yapılardır. Batı mimarisinin etkileri görülen bu köşklere daha çok idari görevlerde hizmet etmiş olan kesim ikamet etmiştir. Diyarbakır'da bulunan köşkler ise geleneksel dokuda bulunan mimari üslupta yapılmış ve o bölgenin özellikleri barındırmış olan yapılardır. Köşk kavramı içinde farklı bir öneme sahip olan Diyarbakır'daki köşk yapıları kentin sosyal ve ekonomik farklılaşmaları hakkında da bizlere önemli bilgileri sunmaktadır.

Köşklere iklim ve çevresel faktörlerin etkileriyle, yapı malzemesi olarak bazalt taşının yanı sıra kalker taşı da kullanılmıştır. Bu çalışmada, Diyarbakır sivil mimarisindeki geleneksel evlerden farklı olarak köşk yapılarında hangi mimari birimlerin bulunduğu ve plan-cephe kurgusu olarak nasıl karşılaştığımız hakkında bilgiler verilmeye çalışılmıştır. İklim ve sosyal yaşantının etkileriyle oluşan ve mütevazı olan bu yapılar; göçler, hızlı nüfus artışı, ve teknolojik gelişmelerle oluşan çarpık kentleşmenin etkisiyle hızla bozularak önemini kaybetmektedir. Böylesi özgün olan köşk yapıları korunarak yapılacak mimari tasarımlar için de önem teşkil etmektedir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tarihsel ve kültürel değerleriyle bilim insanların dikkatini çeken Diyarbakır kenti, Dicle Nehri kıyısında ve çoğunlukla Osmanlı'nın son dönemine ait olan köşk yapıları önemli bir yere sahiptir. Çalışma kapsamında bu köşk yapılarından Ağuludere Köşkü, Hacı Ağa Köşkü, Kuşdili (Bekir Efendi) Köşkü, Pamuk Köşkü, Bekir Paşa (Ömer Bekir Paşa) Köşkü, Gazi (Seman)



Köşkü, Hami Köşkü ve Erdebil Köşkü plan ve cepheleri çevresel etmenler bakımından analizi yapılmıştır.

Öncelikle mimari tasarıma etki eden çevresel etmenler, Diyarbakır sivil mimarisi, Diyarbakır'daki köşk mimarisi gelişimi hakkında detaylı bir şekilde literatür taraması yapılmıştır. Daha sonra çalışma kapsamında Dicle nehri kıyısında seçilen köşk yapıları yerinde gözlem ve fotoğraflama yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca Diyarbakır ilgili kurumlar ve köşk sahiplerinden; kim tarafından ve ne zaman yapıldıkları, tescil durumları hakkında bilgi alınmaya çalışılmıştır. Ancak Ağuludere Köşkü sahibi fotoğraflama yapılmasına izin vermediğinden uzaktan incelenerek bazı ilgili kurumlardan bilgileri sağlanmıştır.

Bu araştırma ve incelemelerin ardından mimari tasarıma etki eden çevresel etmenlere göre plan ve cephelerinin analizi çizelgeler halinde yapılmıştır.

#### 4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Diyarbakır, 40° 20' enlem; 37° 50' boylamlarında bulunmakta olup Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin en önemli şehirlerinden biridir. Kent, Dicle vadisinden 160 m yüksekte yatay bir yüzey üzerinde ve Karacadağı'nın sönmüş volkan kitlesinden Dicle nehrine doğru uzanan geniş bazalt platosunun doğusunda etrafı dağlarla çevrili çukur bir alan içerisinde bulunmaktadır. Diyarbakır güneyden Mardin tepelerinin çevrelemiş olduğu batı kesiminde Karacadağ, kuzeyinde Toroslar bulunduğu ve deniz seviyesinden 650 m. yüksekliktedir. Şehir, güney bölümünde yer alan step düzlükler ile kuzeyde yer alan dağlık yaylalar arasındaki konumuyla, yerleşmeye elverişli konumdadır(Tuncer, 2001).

Yaklaşık 15.058 km<sup>2</sup> lik yüzölçümüne sahip olan Diyarbakır'da Dicle nehri, çeşitli kolları vasıtasıyla bu toprakları sulayan tek nehirdir. Batıda bulunan küçük bir alanın suları ise Fırat nehrine ulaşmaktadır. Karasal iklim ve kuzeyde yer alan yüksek dağlar etkisiyle yazın serin havanın kente girişi engellenmektedir. Bu nedenle yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk ve az yağışlı geçmektedir. Kent bitki örtüsü bakımından zengin olmasa da bahçe ziraatına, hububat ekimine ve geniş yaylalarda hayvancılığa elverişlidir (Darkot, 1945).

Geçmiş tarihlerden günümüze kadar Diyarbakır bu özellikleriyle değerini kaybetmemiş ve diğer yerleşimlerin gözdesi haline gelmiştir. Ayrıca Diyarbakır coğrafi konum itibariyle de mimari tasarımı da etkilemiştir.

Mimari tasarımı etkilemiş olan bir diğer faktör ise Diyarbakır'ın sosyal yapısıdır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde yörede üç farklı sınıfın varlığından söz etmek mümkündür. Bunlar; zengin, büyük arazi sahibi ağalar, esnaf ve zanaatkârlar, işsiz, genelde amelelikle uğraşan mevsimlik işçi ya da ağaların emrinde çalışan dar gelire sahip sınıftır (Subaşı, 1991).

Sosyal yapıda bulunan bu hiyerarşik düzenin mimari tasarımları etkilediği görülmektedir. Böylece mimaride farklı tipte plan ve cepheler meydana gelmiştir. Halkın hayat tarzı, gelenek-görenekleri, inançların getirdiği bir aile yaşantısı, kullanıcıların mahremiyetinin oluşmasına neden olmuş ve mimari yapının oluşmasındaki en büyük unsur tüm bu etkileşimler olmuştur. Bu durumu daha fazla güçlendiren etkenler, aile kurumuna, dini yaşama ve sosyal yapılanmaya

verilen önemle paralel olmaktadır. Diyarbakır geleneksel evleri genellikle iki katlı olarak tasarlanmış ve giriş katları; mahremiyet ve komşu rüzgârının, güneşinin kesilmesinden kaynaklı tamamen sokağa kapatılmıştır.

Mimari tasarımlar sadece yerleşme, iklim, arazinin eğimi ve kaynak sistemine bağlı fiziksel değişimlerden etkilenerek oluşturulmamıştır. Ayrıca sosyal yaşantının yansıması da Diyarbakır sivil mimarisini etkilemiştir. Dinin etkisi ve kapalı bir toplum yapısı gösteren kullanıcılar, kendilerine bir mahremiyet alanı oluşturan evlerde yaşamaktadır. Bu etkiler sonucunda ise bu geleneksel evlerin yüksek duvarlarla çevrili, iç avlulu olması ve yüksek katlı olmamasına sebep olmuştur (Çiftçi, 2007).

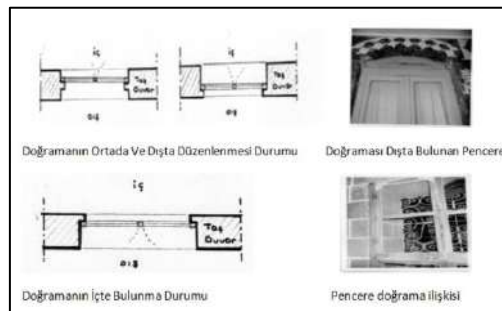
#### 4.1. Diyarbakır Sivil Mimarisi

Köşkler ve geleneksel evler Diyarbakır'ın eski sivil mimarisinin en güzel örnekleridir. Bu yapıların planlamasını etkileyen en önemli unsurlardan birisi iklimdir. Yaz dönemi çok sıcak ve kurak geçerken kışlar çok soğuk ve yağışlı olmaktadır. Bu nedenle geleneksel evlerde, sıcak ve kuru iklimle birlikte dışa açılma şeklinde değil, geniş avlulara doğru açılma ve içe dönük bir yapıda düzenlenme görülmüştür. İçe dönük geniş avlulara sahip Eski Diyarbakır Evleri'nde doğal çevre, ağaç-çiçek ve avlu içerisinde ise havuz oluşturulmuştur.

Aynı zamanda geleneksel evlerde; yazlık, kışlık ve mevsimlik bölümler oluşturularak güneşten yaz aylarında en az, kış aylarında ise en fazla yararlanılması sağlanmıştır.

Yazlık bölümler, kuzeye yönlendirilerek eyvanlarla bütünleştirilmiş ve bu şekilde yaz aylarında daha serin ve gölgeli mekânların düzenlenmesi sağlanmıştır. Ayrıca bu bölümler, geniş ve yüksek tavanlı, büyük ve çok sayıda pencerelerle ve hâkim kuzey rüzgârlarına açık şekilde tasarlanarak iç mekânda iyi bir hava akımı sağlanmıştır. Diyarbakır geleneksel evlerinin bir diğer özelliği ise tepe pencereleri yapıp iç mekâna yeterli derecede ışık almasını sağlayarak doğal aydınlatmadan en yüksek derecede faydanın sağlanması olmuştur (Baran, 2017).

Güneye yönlendirilen kışlık bölümdeki mekânlarda ise, kış aylarında, iklimin yarattığı olumsuz hava koşullarından korunmak amacıyla tasarlanmıştır. Yazlık bölümdeki mekânlara göre boyut olarak daha küçük düzenlenen mekânların pencere boyutları daha minimal tutularak kapalı ve daha iyi korunması sağlanmıştır. Doğramalar, ahşap kapaklar vasıtasıyla dış hava etkilerinden korunmuştur. Her iki bölümdeki pencere doğramalarının ortak özelliği ise istenildiği zaman çıkarılabilir durumda olmasıdır (Görsel 5) (Baran 2017).



Görsel 5: Pencere-doğrama ilişkileri (Baran, 2017)

Aynı zamanda Eski Diyarbakır, çevresi 5 km, 4 m kalınlıkta, 15 m yükseklikte olan surlar, Diyarbakır evleri ve sokakların şekillenmesinde önemli rol oynamıştır. Surların sınırlama ve iklimin yönlendirme etkisi ile bitişik ancak birbirine daha yakın ve düzensiz bir yerleşme oluşmuştur. Sıkışık bir doku içinde ve ancak bir insanla hayvanın beraber geçebileceği ölçülerde olan bu dar sokaklar hâkim rüzgâr doğrultusunda düzenlenmiştir. Bu şekilde düzenlemesiyle doğal hava sirkülasyonunun sağlandığı bu dar sokaklar, geleneksel evlerin yüksek duvarlarıyla gölgelendirilen serin alanlar olmuştur. Sokaklar dar olması ve mahremiyete verilen önemden kaynaklı, şahnişlerden dış cepheye pencere açılmamıştır. Genellikle açılan pencereler cephenin üst ve yan taraflara açılmıştır.

Aile yaşantısının gizli tutulması durumu geleneksel ev mimarisini etkileyen diğer önemli bir unsur olmaktadır. Özel hayattaki mahremiyet yüksel duvarlarla sağlanmış ve dışarıya gizlenerek açılmamıştır. Aynı zamanda yan evlerle bağlantılı duvarlarla da sınırlandırılmış ve avlu içinde geçen günlük yaşam faaliyetleri de ev dışından görülmemektedir. Böylece bu evlerin fiziki güvenliği de sağlanmış olmaktadır. Sonuçta geleneksel ev mimarisi, çevresel ve sosyal yaşantının gereği olarak oluşturulmaya çalışılmıştır.

Malzeme ve mimari birimler de Diyarbakır geleneksel ev mimarisini oluşturan diğer önemli etkenlerdir. Bütün yapılarda kullanılan malzemenin işlenişi hemen hemen benzer özellikler göstermektedir. Malzeme olarak Diyarbakır geleneksel evlerinde çoğunlukla bazalt taşı kullanılmıştır. Bazalt taşının iki türü bulunmaktadır. Evlerde duvar ve döşemelerde hafif olan dışı taş kullanılırken boş ve ağır olan erkek taşın kullanımı ise daha çok havuz, sütun ve sütun başlıklarında görülmektedir (Sözen, 1971).

Bölgedeki iklimin etkilerinden mevsimlere göre düzenlenen odalar, avlu ve eyvanlar, servis mekânları, özel bölüm ve elemanlar, havuzlar, soğukluklar, selsebiller ile günümüze kadar gelen bu geleneksel evler incelendiği zaman, diğer iklim bölgelerine göre oldukça farklı tasarım özelliklerinin ortaya çıktığı görülmektedir.

Sonuçta Geleneksel Diyarbakır evleri, çevresel etmenler etkisinde oluşturan kent insanının ve onların yaşantılarına ışık tutan bir mimariye dönüşmüştür.

#### 4.2. Diyarbakır Köşk Mimarisinin Gelişimi

Çoğu zaman biri ötekinin yerine kullanılan “köşk” ve “kasır” sözleri mimarlık sözlüğünde şöyle açıklanmaktadır:

**Köşk:** Çoğu zaman yazın kullanılan bahçe içinde ve açıklık yerde yapılmış olan süslü villa, ev olarak tanımlanmaktadır.

“Kasır” sözü hükümdarlara veya öylesine özellikler taşıyan emsalleri ait yapılar için kullanılırken, “köşk” ise kasırlara göre daha mütevazı-sade ve çoğunlukla hükümdar olmayan zenginlerin sahip olduğu yapıları ifade etmektedir(Serhadoğlu, 1987).

Köşk, tek başına duran ve tek bir mekândan meydana gelebildiği gibi bileşik yapıya kadar farklı biçimlerde tasarlanmaktadır. Aynı zamanda Bir sarayın özel eki veya bölümü olabilmektedir.

Bazen sarayda hünkâr odası, mahfil, kameriye, çardak işlevini de yüklenebilmektedir. 19. yy'dan itibaren kentte devamlı oturulan özel evler de özenli ve güzel niteliklerini vurgulamak için “köşk” adı verilmiştir.

19. yy. öncesinde köşkler ağır, masif ve dolayısıyla daha dayanıklı ve kargir iken 19. yy. dan itibaren ise malzeme ve yapım tekniği bakımından hafiflemiştir. IV. Murat dönemine kadar az sayıda inşa edilmiş olan köşkler, malzeme ve yapım tekniği bakımından hafiflemenin sonucunda sonraki dönemlerde sayılarında oldukça artış görülmektedir. Özellikle saltanat yıllarında IV. Mehmet, III. Ahmet ve III. Selim gibi padişahların köşk yapımı hızlanmıştır. Sultan Abdülmecit ve Abdülaziz'den sonra ise köşkların yeniden kargir olmasıyla ahşap yapılı köşkların büyük bir kısmı yıkılmış ve günümüzde bulunmamaktadır (Eldem, 1969).

Bazı dönemlerde, araştırmacılar kasır kelimesini köşk kelimesi yerine de kullanmışlardır. Bunun nedeni nezaket kaygısıdır. Söz konusu olan yapının ölçüleriyle alakalı değildir (Eldem, 1969).

Diyarbakır'da köşk kavramını ise, şehrin ileri gelen zengin ailelerinin, surların dışında inşa edilmiş ve yazlık olarak kullandıkları daha ihtişamlı yapılar için kullanılmıştır.

### 4.3. Diyarbakır Köşkları

Surların dışında bulunan ve Diyarbakır'ın sivil mimari örneklerinden biri olan geleneksel yapılardır. Bu köşklardan birçoğu yıkılmasına rağmen günümüze kadar varlığını sürdürmüş olanları ise Diyarbakır'da mimari geleneği ve gelişimini ortaya koymaktadır.

Diyarbakır köşkları kullanım amacına göre;

- Bağ Köşkları

Diyarbakır'ın sur dışında yer alan ve geçmişte şehri çevreleyen üzüm bağları içinde (şimdiki bağlar ilçesinde) konumlanmış yapılardır. Bağ köşkları Diyarbakır insanının göçtüğü yapılardan biridir. Yaz aylarını, geniş bir bağın ya da bahçenin ortasına kurulu olan bu evlerde geçirirlerdi. Kış yaklaştığında bütün eşyalarını hatta kentteki evlerinden getirmiş oldukları mobilyaları bile toplar, şehirdeki evlerine dönerlerdi. Bağ bozumunda daha çok bağ sahiplerinin kullandıkları bu köşklar, genellikle iki katlı, bazalt taş örgülü, bol pencereleli olarak inşa edilmiştir (Baran ve Yılmaz, 2010).

- Yazlık Köşklar

Diyarbakır'ın asıl köşkları, Dicle Nehri kenarında, çok çeşitli ağaç ve yabani menekşelerle donanmış bahçeler içerisinde yer alan yazlık olarak kullanılan köşklardır. Diyarbakır evlerinin genel özelliklerini yansıtmalarına rağmen, evlerde ki içe dönük planın tersine tam anlamıyla dışarıya açılan bir mimariye sahiptir. Mahremiyetine girecek kadar yakınında başka bir yapının bulunmayışı ve de çevredeki son derece güzel tabiatın yararlanma arzusu dışarıya açık mimarinin oluşmasını beraberinde getirmiştir. Günümüze ulaşanlar daha çok Akkoyunlu dönemine

aittirler. Sem'an Oğulları( Gazi Köşkü), Erdebil (Ber Da Pir) Köşkü, Kuşdili Köşkü, Ağulu Dere Köşkü günümüze kadar ulaşmış güzel örneklerdir.

Dicle nehri kenarında bulunmakta olan köşkler, kullanıcıların tamamen zevklerine göre tasarlanmış ve dışa açık bir mimari tarzda düzenlenmiştir. Ayrıca bu yapılar yazlık olarak kullanılmasının yanı sıra gezi ve dinlenme amaçlı olarak da kullanılmışlardır.

Yamaçlara topografyaya uygun olarak ve dağınık, birbirinden uzak bir şekilde konumlanmış bir görünümde olan Diyarbakır Dicle kıyısındaki köşk yapılarında genellikle dikdörtgen planda tasarlanmıştır. Ayrıca iki dikdörtgenin dar uçlarının birleştiği “L” plan tipi de görülmektedir(Bekleyen, 2004).. Bu köşkler genellikle geniş bitki örtüsüyle çevrelenmiş olup toprak örtülü düz dama sahip tek ya da iki katlı yapılardır. Yeşil alanlarla sınırlandırılmış geniş çaplı ağaçlarla gölgelenen bahçe, doğal bir avlu görünümünde ve yazın tercih edilen bir mekân olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### 4.3.1. Hacı Ağa Köşkü

Köşkün kesin olarak yapım tarihi ve kimin tarafından yaptırıldığı üzerinde inşa kitabesi bulunmadığı için bilinmemektedir. Mimari özelliklerine, plan ve cephe özelliklerine bakıldığında ise 19.yy sonu 20.yy başında yapılmış olabileceği ve Osmanlı'nın sön dönemine denk geldiği düşünülmektedir(Çiftçi, 2007).

Aşağıdaki Çizelge 1’de köşke ait bilgilendirmeler ve analizi bulunmaktadır.

**Çizelge 1: Hacı Ağa Köşkü Analizi**

Köşk Adı	HACI AĞA KÖŞKÜ
Açıklama	Yapıda bir oda ve selsebilli eyvan yer almaktadır. Eyvana üç basamaklı merdivenle çıkılarak odanın girişi sağlanmaktadır. Odada dışa açılan tek penceresi bulunmakta ve düz taş lentoludur. Ayrıca bu odada süs amacıyla bi adet niş yer almaktadır. Sade bir yapıya sahip olan köşkteki eyvanda selsebil bulunmaktadır. Avludan daha yüksek kotta bulunan eyvan dikdörtgen yapıda yapılmıştır. Eyvanın üst örtüsü yıkık durumda olup ahşap kirişli düz dam olduğu tahmin edilmekte ve zemini ise dişi bazalt taşandır. Eyvanda bulunan dikdörtgen olan havuza selsebilden akan su dökülmektedir ve buradaki su bir kanalla bahçedeki büyük havuza dökülmektedir. Bu eyvandaki havuz ve bahçedeki büyük havuzun zemini ve duvarlarında dişi bazalt taşı kullanılmıştır Aynı zamanda dikdörtgen plandaki ve orijinallliğini günümüzde de büyük ölçüde koruyan büyük havuz yazın serinlemek amacıyla ya da bahçe sulamasında kullanılmaktadır.
Köşke Ait Görseller	 <p>(Bekleyen, 2004)</p>  <p>(Haspolat, 2015)</p>    <p>(Haspolat, 2015)</p> 
Eğim	Yapı, Mardin Kapısı çıkışında yüksek bir tepede, yamaca yaslanmış bir konumdadır



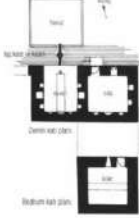




<b>Manzara</b>	Hevsel bahçeleri
<b>Yeşil Doku</b>	Hevsel Bahçeleri 'ne karşı yapılmış olup, geniş bir bahçe içinde yer almaktadır.
<b>Sıcaklık</b>	Yazları sıcak ve kurak kışları soğuk ve yağışlı
<b>Rüzgâr</b>	Hâkim kuzey kuru rüzgârlar
<b>Nem ve yağış</b>	Kışları az yağışlı, nem fazla değil
<b>Din</b>	İslam dini
<b>Mahremiyet</b>	Etrafında mahremiyetine girecek bir yapının olmaması dışa açık bir mimarinin oluşmasına sebep olmuştur.
<b>Gelenek</b>	Geleneklere uygun
<b>Aile Düzeni</b>	Aile düzenine uygun
<b>Sosyal İlişkiler</b>	Köşklerin etrafında fazla yapı bulunmamaktadır, daha özel alanlardır.
<b>Mekânsal Organizasyon</b>	Güneş, rüzgâr yönü gibi doğal çevresel etmenlere göre yapı tasarlanmıştır
<b>Yapım Teknikleri</b>	Yapının cepheleri kaba yonu taşı ile aralarına harç konularak düzenlenmiştir. Bu yapı düz damlı olup örtü malzemesi topraktır. Eyvan zemini, selsebil eyvandaki dikdörtgen havuz ve avludaki büyük havuz yapı malzemesi dışı bazalttır. Ayrıca eyvan kemeri yıktırılıp betonarme bir ekleme yapıldığı görülmektedir.
<b>Cephe Düzeni</b>	Yapıdaki dikdörtgen pencere ve eyvan açıklığı hareketliliği doğu cephesinde oluşturulmuştur. Yapının kuzey cephesindeki sağır duvarının tamamı ve batı duvarının ise az bir kısmı yıkık durumdadır.
<b>Malzeme</b>	Cephe ve zeminler bazalt taşı, düz dam toprak malzemedendir.
<b>Ölçek</b>	Çevrede başka bir yapının olmamasından kaynaklı yapının güneş ışığından faydalanılması, hava akımının sağlanması konusunda sıkıntı yoktur. Ayrıca çevre silüetine uygun olarak yapılmıştır.

#### 4.3.2. Bekir Paşa (Ömer Bekir Paşa)Köşkü

Köşkün kesin olarak yapım tarihi ve kimin tarafından yaptırıldığı üzerinde inşa kitabesi bulunmadığı için bilinmemektedir. Mimari özelliklerine, plan ve cephe özelliklerine bakıldığında ise Osmanlı'nın son döneminde yapılmış olduğu düşünülmektedir (Haspolat, 2015).

Aşağıdaki Çizelge 2'de Bekir Paşa Köşk'üne ait bilgilendirmeler ve analizi bulunmaktadır.

Çizelge 2: Bekir Paşa Köşkü Analizi

<b>Köşk Adı</b>	<b>BEKİR PAŞA (ÖMER BEKİR PAŞA)KÖŞKÜ</b>
<b>Açıklama</b>	Köşk, önceleri kiler daha sonra ahır olarak ve şimdilerde ise içi doldurulup betonla kapatılan dıştan 4.00 m. x 4.25 m. ölçülerinde, kareye yakın bir planda bodrum kat ve bir oda ve sivri kemerli, üzeri beşik tonozla örtülü ve selsebilli eyvan bulunan, dıştan 4.10 m.x7.50 m. ölçülerinde, doğu-batı doğrultusunda dikdörtgen bir plana sahip zemin kattan meydana gelmektedir. Bodrum katta bir ocak ve dışarıya açılan tek kanatlı bir kapı ve zemin katta ise tek odaya, dışarıdan açılan bir kapı bulunmaktadır. Yine avlu zemininden yüksek tutulan eyvanın batı ve doğu duvarlarında simetrik olarak nişlerin yerleştirildiği görülmektedir. Dışarıdan üç basamaklı merdivenle sağlı-sollu çıkılan oda, sonradan onarım görenek kapısı demirden yapılmış, oda içinde açılan bir merdivenle terasa çıkış sağlanmaktadır Odanın içinde nişler ve şuan dolap işlevini gören bir adet şömine bulunmaktadır. Bahçedeki zemini ve duvarları bazalt taşı olan serinleme ve bahçe sulama gibi amaçlarla kullanılan havuz dikdörtgen planlı olup orijinale yakındır.
<b>Köşke Ait Görseller</b>	   <p>(Bekleyen, 2004) (Haspolat, 2015)</p>   <p>(Haspolat, 2015)</p>
<b>Eğim</b>	Yapı, Dicle nehrinin batısında yüksek bir tepede yer almaktadır
<b>Manzara</b>	Hevsel bahçelerine doğu batı doğrultusundadır.
<b>Yeşil Doku</b>	Yeşil bir alan içerisinde yer almaktadır



<b>Sıcaklık</b>	Yazları sıcak ve kurak kışları soğuk ve yağışlı
<b>Rüzgâr</b>	Hâkim kuzey kuru rüzgârlar
<b>Nem ve yağış</b>	Kışları az yağışlı, nem fazla değil
<b>Din</b>	İslam dini
<b>Mahremiyet</b>	Etrafında mahremiyetine girecek bir yapının olmaması dışa açık bir mimarinin oluşmasına sebep olmuştur.
<b>Gelenek</b>	Geleneklere uygun
<b>Aile Düzeni</b>	Aile düzenine uygun
<b>Sosyal İlişkiler</b>	Köşkların etrafında fazla yapı bulunmamaktadır, daha özel alanlardır.
<b>Mekânsal Organizasyon</b>	Güneş, rüzgâr yönü gibi doğal çevresel etmenlere göre yapı tasarlanmıştır
<b>Yapım Teknikleri</b>	Yapıda yöresel malzeme olan aralarına harç konulması suretiyle düzgün kesme bazalt taş kullanılmıştır. Yapının eyvanı beşik tonoz ile örtülürken, odanın üst örtüsü günümüzde betonarme yapılmıştır. Geçmişte ahşap kirişli düz dam örtülü olduğu düşünülmektedir.
<b>Cephe Düzeni</b>	Yapının kuzey cephesinde sivri kemerli eyvan açıklığı önemli bir hareket ögesi olup bu cephede bulunan tek odalı yapının kapısı ve açıklığı olan diğer birimdir. Yapının cephesinde süslemelere yer verilmeyip doğu ve batı cephelerinde tamamen sağır duvar oluşturulmuştur.
<b>Malzeme</b>	Cephe ve zemin düzgün kesme bazalt taştır.. Eyvanın duvarları ve tavanı betonarme, zemini ise dışı bazalt taştan, sonradan içi ise beyaz kireçle sıvama yapılmıştır.
<b>Ölçek</b>	Çevrede yakın yerlerde yapının olmadığından yapının güneş ışığından faydalanılması, hava akımının sağlanması konusunda sıkıntı yoktur. Ayrıca çevre silüetine uygun olarak yapılmıştır.

### 4.3.3. Pamuk Köşkü

Yapım tarihiyle ilgili herhangi bilgiye köşkün üzerinde inşa kitabesi bulunmadığı için ulaşılmamıştır. Plan ve cephenin mimari özelliklerine göz önünde bulundurulduğunda 19.yy sonu 20.yy başında yapılmış olabileceği düşünülmektedir (Haspolat, 2015).

Aşağıdaki Çizelge 3’de Pamuk Köşk’üne ait bilgilendirmeler ve analizi bulunmaktadır.

### Çizelge 3: Pamuk Köşkü Analizi

Köşk Adı	PAMUK KÖŞKÜ
<b>Açıklama</b>	Köşk, 4 katlı ve dikdörtgen plana sahip dış ölçüleri 4 x 8 m., kuzey-güney doğrultusundadır. Yapıda iki sivri kemerli bir açıklığa sahip selsebilli eyvan ve bahçede dikdörtgen havuz bulunmaktadır. Eyvan, avludan daha yüksek bir kotta ve eyvanın arka duvarında sonradan açılmış ve söveleri tahta malzeme ile yapılarak yenilenmiş iki adet pencere bulunmaktadır. Bu pencerelerden birisinin içi günümüzde betonla doldurulmuştur. Eyvanın doğu - batı duvarlarında ise simetrik ve kenarları tahta malzeme kullanılarak yenilenen nişler bulunmaktadır.
<b>Köşke Ait Görseller</b>	 <p>(Bekleyen, 2004)</p>  <p>(Erbaş Özil ve Aykal arşivi, 2022)</p>    <p>(Erbaş Özil ve Aykal arşivi, 2022)</p>
<b>Eğim</b>	Yapı, Dicle köprüsünün batı yamacında bulunmaktadır
<b>Manzara</b>	Dicle nehri manzaralıdır
<b>Yeşil Doku</b>	Etrafı çiçeklerle donatılmış geniş bir bahçe içinde bulunmaktadır.
<b>Sıcaklık</b>	Yazları sıcak ve kurak kışları soğuk ve yağışlı
<b>Rüzgâr</b>	Hâkim kuzey kuru rüzgârlar
<b>Nem ve yağış</b>	Kışları az yağışlı, nem fazla değil

<b>Din</b>	İslam dini
<b>Mahremiyet</b>	Etrafında mahremiyetine girecek bir yapının olmaması dışa açık bir mimarinin oluşmasına sebep olmuştur.
<b>Gelenek</b>	Geleneklere uygun
<b>Aile Düzeni</b>	Aile düzenine uygun
<b>Sosyal İlişkiler</b>	Köşkların etrafında fazla yapı bulunmamaktadır, daha özel alanlardır.
<b>Mekânsal Organizasyon</b>	Güneş, rüzgâr yönü gibi doğal çevresel etmenlere göre yapı tasarlanmıştır
<b>Yapım Teknikleri</b>	Yapının dış cephesinde alt tarafında kesme bazalt taş, üst tarafında betonarme ve bu kısım alçı sıvayla sıvandıği görülmektedir. Eyvanın duvarları alçı sıvayla sıvanırken üst örtüsü düz damlı beton ile örtülmüştür. Eyvan zemini, avlunun zemini ve avluda bulunan büyük havuzun zemini dışı bazalt taştan oluşmaktadır.
<b>Cephe Düzeni</b>	Köşkün doğu cephesinde iki adet sivri kemerle, sütuna bağlanan eyvan açıklığıyla hareketlilik sağlanmıştır. Bu cephenin alt tarafı bazalt taş iken üst tarafı betonarme ve alçı sıva yapılmıştır. Yapının dış cephesinde herhangi bir süsleme öğesi bulunmamaktadır. Eyvanın iç mekânında pencere ve nişler bulunurken üst örtüsü dört adet 'ayı başı' diye adlandırılan taş konsollara oturmuştur. Ayrıca eyvanda bulunan başka bir süsleme öğesi de karşılıklı olarak sağ ve sol taraflarına yapılmış dilimli kemerli nişlerdir.
<b>Malzeme</b>	Eyvanın iç cephesi tamamen ve dış cephesi ise yarıya kadar alçı sıva ile sıvanmıştır. Eyvanda yer alan zemini bazalt taş malzemeden olan dilimli kemerli selsebile, su kaynaktan gelmektedir. Bu selsebil iki basamakla 40-50 cm.109 derinliğindeki dikdörtgen olan havuza bağlanmaktadır. Bu havuzun zemini ve duvarlarında dışı bazalt taşı kullanılmıştır. Bahçedeki büyük havuz, avluyla hemzemin yapılmıştır.
<b>Ölçek</b>	Çevrede yakın yerlerde yapının olmadığından yapının güneş ışığından faydalanılması, hava akımının sağlanması konusunda sıkıntı yoktur. Ayrıca çevre silüetine uygun olarak yapılmıştır.

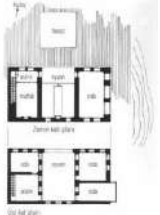




#### 4.3.4. Gazi (Seman) Köşkü

Köşkün kesin olmamakla birlikte yapım tarihi ve kim tarafından yaptırıldığına dair bazı bilgilere ulaşılmıştır (Tekin, 1997). Zaten plan ve cephenin mimari özellikleri incelendiğinde Osmanlı'nın son döneminde, 19.yy sonu 20.yy başında yapılmış olabileceği düşünülmektedir.

Bu köşk Atatürk'ün Diyarbakır'da Kolordu Komutanı iken, karargâh olarak kullandığı 1937 yılında Diyarbakır Belediyesi tarafından satın alınarak Atatürk'e armağan edilmiştir (Çetiner, 1981). Yapı, tescillenmiştir.

Aşağıdaki Çizelge 4'de Gazi (Seman) Köşkü'ne ait bilgilendirmeler ve analizi bulunmaktadır.

#### Çizelge 4: Gazi (Seman) Köşkü Analizi

<b>Köşk Adı</b>	PAMUK KÖŞKÜ		
<b>Açıklama</b>	Köşk, dış ölçüleri 7.20x 11.00 m olan, 'çay odası' diye adlandırılan bir oda, selsebilli eyvan, mutfak ve aralık birimleri bulunana zemin kat ve ölçüleri 7.20x 11.50 m. olan, eskiden bir eyvan birimi ve iki oda daha bulunduğu söylenen ve bu odalardan birinde banyo biriminin olduğu üst kat doğu-batı doğrultusunda dikdörtgen planlı ve iki katlı olarak yapılmıştır (Akbulut, 1998).		
<b>Köşke Ait Görseller</b>	 <p>(Erginbaş, 1953)</p>	 <p>(Erbaş Özil ve Aykal arşivi, 2022)</p>	
		 <p>(Erbaş Özil ve Aykal arşivi, 2022)</p>	
<b>Eğim</b>	Yapı, Dicle köprüsünün batı yamacında bulunmaktadır		
<b>Manzara</b>	Dicle nehri manzaralıdır		
<b>Yeşil Doku</b>	Köşk, geniş bir bahçe alanı içinde bulunmaktadır		

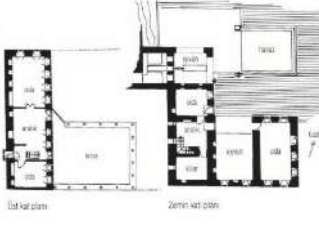





<b>Sıcaklık</b>	Yazları sıcak ve kurak kışları soğuk ve yağışlı
<b>Rüzgâr</b>	Hâkim kuzey kuru rüzgârlar
<b>Nem ve yağış</b>	Kışları az yağışlı, nem fazla değil
<b>Din</b>	İslam dini
<b>Mahremiyet</b>	Etrafında mahremiyetine girecek bir yapının olmaması dışa açık bir mimarinin oluşmasına sebep olmuştur.
<b>Gelenek</b>	Geleneklere uygun
<b>Aile Düzeni</b>	Aile düzenine uygun
<b>Sosyal İlişkiler</b>	Köşklerin etrafında fazla yapı bulunmamaktadır, daha özel alanlardır.
<b>Mekânsal Organizasyon</b>	Güneş, rüzgâr yönü gibi doğal çevresel etmenlere göre yapı tasarlanmıştır
<b>Yapım Teknikleri</b>	Girişi eyvandan sivri ve basık kemer açıklıklı tek kanatlı ve tahta malzemedan yapılmış olan kapıdan sağlanan odaların alt kısmı bazalt taşından, üst kısmı ise alçı sıvadan betonarme malzemedendir.
<b>Cephe Düzeni</b>	Odanın batı yönünde, basık kemerli çift kanatlı ve geniş açıklıklı pencereler, kuzey cephesinde ise sivri kemerli iki tepe penceresi ve alt kısmında ise iki pencere kullanılmıştır. Eyvanın güney duvarında üstte üç adet yuvarlak kemerli pencere ve altta ise düz kemerli iki pencere açıklığı bulunmaktadır. Yapının kuzey cephesinde çok sayıda düz taş lentolu ve sivri kemerli pencere kullanılmıştır.
<b>Malzeme</b>	İç mekânda alt tarafında düzgün kesilmiş bazalt taşı ve üst tarafında ise alçı sıvadan betonarme malzeme kullanılmıştır. Yapının kuzey cephesine bakıldığında ise düzgün bazalt taş ve kalker taşla beraber sıralı olarak kullanılırken güney cephesinde betonarme ve alçıyla sıvanmıştır.
<b>Ölçek</b>	Çevrede yakın yerlerde yapının olmadığından yapının güneş ışığından en üst seviyede faydalanmaktadır.

#### 4.3.5. Kuşdili (Bekir Efendi) Köşkü

Köşkün çay odasında bulunan dilimli kemerli nişin üst bölümünde Arapça yazılmış H.1322 tarihi bulunmaktadır. Buna göre yapının H.1322- (M.1904) yılında yaptırılmış olduğu düşünülmekte ancak köşkü kimin yaptırdığına dair bilgiye ulaşılamamaktadır. Yapı tescillenmiştir (Diyarbakır Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu, 2004).

Aşağıdaki Çizelge 5'te Kuşdili (Bekir Efendi) Köşkü'ne ait bilgilendirmeler ve analizi bulunmaktadır.

#### Çizelge 5: Kuşdili (Bekir Efendi) Köşkü Analizi

<b>Köşk Adı</b>	<b>KUŞDİLİ (BEKİR EFENDİ) KÖŞKÜ</b>
<b>Açıklama</b>	Yapı, ölçüleri 9.50x11.10m olan ve iki eyvanı, çay odası, mutfak birimi ve odası bulunan zemin kat ile ölçüleri 9.60x 11.20m olan ve bir oda, tuvalet ve terası bulunan üst kat 'L' plan tipinde, dikdörtgen planlı ve iki katlı olarak yapılmıştır. Zemin katta, eyvandan basık kemerli bir kapıyla girişi olan 'Çay Odası' diye adlandırılan odaya, mutfağa ve ayrıca basık kemerli bir kapıyla da girişi avludan olan başka bir odaya geçilmektedir. Üst katta buraya sonradan betonarme bir oda eklenmiş ve manzarası Dicle nehri olan geniş bir teras bulunmaktadır (Çiftçi, 2007).
<b>Köşke Ait Görseller</b>	   <p>(Bekleyen, 2004) (Haspolat, 2015)</p>    <p>(Haspolat, 2015)</p>
<b>Eğim</b>	Yapı, nehir ve dağ manzarasına hakim bir tepededir
<b>Manzara</b>	Dicle nehri ve Kırklar Dağı manzaralıdır
<b>Yeşil Doku</b>	Köşk, ağaçlarla çevrili geniş bir bahçe içerisinde bulunmaktadır

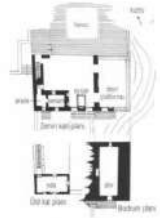




<b>Sıcaklık</b>	Yazları sıcak ve kurak kışları soğuk ve yağışlı
<b>Rüzgâr</b>	Hâkim kuzey kuru rüzgârlar
<b>Nem ve yağış</b>	Kışları az yağışlı, nem fazla değil
<b>Din</b>	İslam dini
<b>Mahremiyet</b>	Etrafında mahremiyetine girecek bir yapının olmaması dışa açık bir mimarinin oluşmasına sebep olmuştur.
<b>Gelenek</b>	Geleneklere uygun
<b>Aile Düzeni</b>	Aile düzenine uygun
<b>Sosyal İlişkiler</b>	Köşklerin etrafında fazla yapı bulunmamaktadır, daha özel alanlardır.
<b>Mekânsal Organizasyon</b>	Güneş, rüzgâr yönü gibi doğal çevresel etmenlere göre yapı tasarlanmıştır
<b>Yapım Teknikleri</b>	İç mekânların alt kısmı bazalt, üst kısmı alçı sıvadan betonarme malzemeden yapılmış olup eyvandan sivri ve baskı kemer açıklıklı tek kanatlı ve tahta malzemeden yapılmış bir kapıdan odaya giriş sağlanmaktadır. Yapı araları alçı sıvayla doldurulan düzgün kesme bazalt taştan yapılmıştır. Ayrıca odaların kapı ve pencere kanatları demir şebekelerle korunmuş ve tahta malzemeden yapılmıştır. Yapının eyvan üst örtüsü betonarme, odaların üst örtü sistemi ise ahşap kirişli düz damlı olup, üzerleri önceleri toprak malzemeye örtülü iken sonradan betonarme olarak yapılmıştır.
<b>Cephe Düzeni</b>	Yapının cephesinde bazalt taş üzerine 'cıs' adı verilen bezeme tekniği ile süslemeler yapılmıştır. Yapının cephesinde düzgün bazalt taş ve kalker taş birlikte sıralı olarak kullanılmış olup güney cephesi betonarme ve alçıyla sıvanmıştır.
<b>Malzeme</b>	Odanın alt kısmı düzgün kesilmiş bazalt, üst kısmı ise alçı sıvadan betonarme malzemedenir. Ayrıca cephesi bazalt ve kalker taş birlikte sıralı olarak düzenlenmiştir.
<b>Ölçek</b>	Çevrede yakın yerlerde yapının olmadığından yapının güneş ışığından en üst seviyede faydalanmaktadır.

#### 4.3.6. Hami Köşkü

Köşkün üzerinde inşa kitabesi bulunmadığından herhangi bir bilgiye ulaşılmamış ancak plan ve cephenin mimari özellikleri incelendiğinde ise Osmanlı'nın son dönemi olan 19.yy sonu 20.yy başında yapılmış olabileceği düşünülmektedir.

Aşağıdaki Çizelge 6'da Hami Köşkü'ne ait bilgilendirmeler ve analizi bulunmaktadır.

#### Çizelge 6: Hami Köşkü Analizi

<b>Köşk Adı</b>	<b>HAMİ KÖŞKÜ</b>
<b>Açıklama</b>	Geniş bir bahçeye sahip olan yapının geçmişte ahır olarak kullanılan bir bodrum, selsebilli eyvan, hamam ve seyir platformu bulunan zemin ve bir odası bulunan üst katı bulunmaktadır. Bu yapı dikdörtgen planlı ve havuzlu iki katlıdır. Üst katta yer alan oda bol pencere ve üst örtüsü ve bazı bölümleri yıkık durumdadır (Haspolat, 2015).
<b>Köşke Ait Görseller</b>	   <p>(Bekleyen, 2004) (Çiftçi, 2007)</p>    <p>(Haspolat, 2015)</p>
<b>Eğim</b>	Düz bir arazi üzerinde bulunan köşk, Kuşdili Köşkü ile Erdebil Köşkü arasında yer almaktadır
<b>Manzara</b>	Dicle nehri manzaralıdır.
<b>Yeşil Doku</b>	Köşk, geniş bir bahçe içerisindedir.
<b>Sıcaklık</b>	Yazları sıcak ve kurak kışları soğuk ve yağışlı



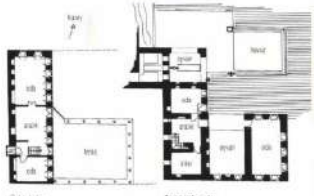





<b>Rüzgâr</b>	Hâkim kuzey kuru rüzgârlar
<b>Nem ve yağış</b>	Kışları az yağışlı, nem fazla değil
<b>Din</b>	İslam dini
<b>Mahremiyet</b>	Etrafında mahremiyetine girecek bir yapının olmaması dışa açık bir mimarinin oluşmasına sebep olmuştur.
<b>Gelenek</b>	Geleneklere uygun
<b>Aile Düzeni</b>	Aile düzenine uygun
<b>Sosyal İlişkiler</b>	Köşkların etrafında fazla yapı bulunmamaktadır, daha özel alanlardır.
<b>Mekânsal Organizasyon</b>	Güneş, rüzgâr yönü gibi doğal çevresel etmenlere göre yapı tasarlanmıştır
<b>Yapım Teknikleri</b>	Yığma tekniğinde yapılmış olan yapının üstü ahşap kirişli düz dam olup, toprak ile örtülmüştür.
<b>Cephe Düzeni</b>	Yapının geniş bir eyvan açıklığı görülen kuzey cephesi haricinde yapıda bulunan diğer cepheler yıkık halde görülmektedir.
<b>Malzeme</b>	Yapıda seyir platformunun zemini ve duvarları düzgün kesme bazalt taştan ve bazı yerlerinde de kalker taşı ile beraber düşünülmüştür. Kalker taşından mukarnaslı bir niş bulunmaktadır. Yapıda bulunan oda ve hamamda ise kaba yonu taş, eyvanın zemini dışı bazalt taş kullanılmıştır. Kalker ve siyah bazalt taş ise pencere kemerlerindeki açıklıklarda beraber tasarlanmıştır.
<b>Ölçek</b>	Çevrede yakın yerlerde yapının olmadığından yapının güneş ışığından en üst seviyede faydalanmaktadır.

#### 4.3.7. Ağuludere Köşkü

Köşke dair hiçbir bilgiye ulaşılmasa da plan ve cephenin mimari özellikleri düşünüldüğünde Osmanlı döneminin sonlarına ait olduğu tahmin edilmektedir(Haspolat,2015).

Aşağıdaki Çizelge 7’de Ağuludere Köşkü’ne ait bilgilendirmeler ve analizi bulunmaktadır.

#### Çizelge 7: Ağuludere Köşkü Analizi

<b>Köşk Adı</b>	<b>AĞULUDERE KÖŞKÜ</b>		
<b>Açıklama</b>	Yapı ters “L” planda, 7.00 m.x16.20 m. ölçülerinde doğu-batı doğrultusunda selsebilli eyvanı ve bir odadan oluşan zemin kat ve 3.50 m.x7.00 m. ölçülerinde dikdörtgen planda üst kattan oluşmaktadır. Yapının doğu-batı doğrultusundaki kenarı, dikdörtgen planlı ve eyvandan basık kemerli bir kapıyla girilen bir aralık ve yine girişi aralıktan yapılan bir oda olacak şekilde tek katlı olarak yapılmıştır. Yapının kuzey-güney doğrultusunda bir avludan yükselen bir merdivenle çıkılan bir oda, mutfak ve kiler birimi olan bölümü ise iki katlıdır.		
<b>Köşke Ait Görseller</b>			
	(Bekleyen, 2004)		
	(Çiftçi, 2007)		(Haspolat, 2015)
<b>Eğim</b>	Dicle Nehri ve Kırklar Dağı’na hâkim bir tepededir		
<b>Manzara</b>	Nehir ve dağ manzaralıdır.		
<b>Yeşil Doku</b>	Köşk, geniş bir bahçe içerisindedir.		
<b>Sıcaklık</b>	Yazları sıcak ve kurak kışları soğuk ve yağışlı		
<b>Rüzgâr</b>	Hâkim kuzey kuru rüzgârlar		
<b>Nem ve yağış</b>	Kışları az yağışlı, nem fazla değil		
<b>Din</b>	İslam dini		
<b>Mahremiyet</b>	Etrafında mahremiyetine girecek bir yapının olmaması dışa açık bir mimarinin oluşmasına sebep olmuştur.		
<b>Gelenek</b>	Geleneklere uygun		
<b>Aile Düzeni</b>	Aile düzenine uygun		
<b>Sosyal İlişkiler</b>	Köşkların etrafında fazla yapı bulunmamaktadır, daha özel alanlardır.		
<b>Mekânsal Organizasyon</b>	Güneş, rüzgâr yönü gibi doğal çevresel etmenlere göre yapı tasarlanmıştır		
<b>Yapım Teknikleri</b>	Yapının üstü ahşap kirişli düz dam ve toprak ile örtülmüş, inşa edilirken yığma tekniği uygulanmıştır		

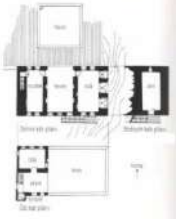



<b>Cephe Düzeni</b>	Kuzey cephede hareket öğeleri olarak sivri kemerli eyvan açıklığı, dilimli kemerli pencereler ve odaya giriş kapısı bulunmaktadır. Ayrıca doğu cephesinde siyah-beyaz dilimli kemerli pencere açıklıkları bulunurken batı ve güney cepheleri ise tamamen sağır duvarlardan oluşmaktadır.
<b>Malzeme</b>	Yapının üst örtü sistemi ahşap kirişli düz damlı, toprak örtülü olup bütün cephelerinde düzgün kesilmiş bazalt taşı kullanılmıştır.
<b>Ölçek</b>	Çevrede yakın yerlerde yapının olmadığından yapının güneş ışığından en üst seviyede faydalanmaktadır.

#### 4.3.8. Erdebil Köşkü

Köşkün yapım tarihi ve kim tarafından yapıldığı gibi bilgilere ulaşılamasa da plan ve cephe gibi mimari özelliklerine bakıldığında Osmanlının son dönemlerine ait olabileceği düşünülmektedir. Köşk, tescillenmiştir.

Aşağıdaki Çizelge 8’de Erdebil Köşkü’ne ait bilgilendirmeler ve analizi bulunmaktadır.

#### Çizelge 8: Erdebil Köşkü Analizi

<b>Köşk Adı</b>	<b>ERDEBİL KÖŞKÜ</b>
<b>Açıklama</b>	Köşk, dikdörtgen yapıda ahır birimi bulunan bodrum, beşik tonoz örtülü bir eyvan ve girişi eyvandan olan bir oda ve mutfak birimleri olan zemin ve merdivenle bir aralığa çıkılan ve bu aralıktan girilen bir oda, tuvalet ve geniş terası bulunan üst kattan oluşmaktadır.
<b>Köşke Ait Görseller</b>	    <p>(Bekleyen, 2004) (Erbaş Özil ve Aykal Arşivi, 2022)</p>
<b>Eğim</b>	Dicle köprüsünün batısında tepelikte bulunmaktadır.
<b>Manzara</b>	Nehir ve dağ manzaralıdır.
<b>Yeşil Doku</b>	Yapı geniş ve etrafı çiçeklerle donatılmış geniş bir alan içerisindedir.
<b>Sıcaklık</b>	Yazları sıcak ve kurak kışları soğuk ve yağışlı
<b>Rüzgâr</b>	Hâkim kuzey kuru rüzgârlar
<b>Nem ve yağış</b>	Kışları az yağışlı, nem fazla değil
<b>Din</b>	İslam dini
<b>Mahremiyet</b>	Etrafında mahremiyetine girecek bir yapının olmaması dışa açık bir mimarinin oluşmasına sebep olmuştur.
<b>Gelenek</b>	Geleneklere uygun
<b>Aile Düzeni</b>	Aile düzenine uygun
<b>Sosyal İlişkiler</b>	Köşkerin etrafında fazla yapı bulunmamaktadır, daha özel alanlardır.
<b>Mekânsal Organizasyon</b>	Güneş, rüzgâr yönü gibi doğal çevresel etmenlere göre yapı tasarlanmıştır
<b>Yapım Teknikleri</b>	Yığma tekniğinde yapılmış, üst örtüsü düz dam örtülü ve üzeri ise betonarme olarak örtülmüş bir yapıdır
<b>Cephe Düzeni</b>	Sivri kemerli eyvan açıklığı, demir şebekeli at nalı kemerli tepe pencereleri ve demir şebekelerle korunmuş düz taş lentolu dikdörtgen formda alt kat pencereler kuzey cephesinde yapıya hareketlilik kazandırmıştır. Üst kattaki odanın kuzey cephesinde dikdörtgen formda iki adet tepe penceresi ve bunların alt kısmında da 3 adet düz taş lentolu dikdörtgen formda ve iki kanatlı pencere yer almaktadır. Üç adet çift kanatlı ve demir şebekeli, dikdörtgen formlu yuvarlak kemerli pencereler ve basık kemerli bir kapı ise yapının doğu cephesinde bulunmaktadır. Cephelerin süslemesi bakımdan oldukça sadedir (Haspolat, 2015).
<b>Malzeme</b>	Genellikle bazalt ve kalker taşı sıralı olarak kullanılmış olup eyvanın üst örtüsü ise içi alçı sıva ile sıvanmış beşik tonozdur. Odanın üst örtüsü ise betonarme düz dam ile örtülmüştür. Zemin döşemesi dışı bazalt taşıdır.
<b>Ölçek</b>	Çevrede yakın yerlerde yapının olmadığından yapının güneş ışığından en üst seviyede faydalanmaktadır.

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çoğunlukla Dicle Nehri’nin batı yamaçlarında ve surların güneyinde bulunan köşkler; bir yandan nehir ve Hevsel bahçelerinin bir yandan ise surları gören etkileyici manzaralara



sahiptir(Güneli ve ark, 1999). Genellikle bu yapılar kentin zenginleri için doğayla birlikte düşünülerek tasarlanmış olarak karşımıza çıkmaktadır. Diyarbakır ‘daki köşklere dışa açık bir mimari oluşmasının sebebi yakınlarında başka yapının olmamasıdır. Yine de kullanıcıların mahremiyete önem verdiği, kısmen de olsa eski yaşam tarzına ve geleneklerine uygun bir şekilde yapılmış yapılar olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Köşkler sadece yaz mevsiminde kentteki zenginlerin yazlık olarak kullandıkları yapılardır. Ayrıca Diyarbakır yazın çok sıcak ve uzun sürmesinden kaynaklı köşk sahipleri neredeyse 7 ay konaklamaktadır.

Bu kapsamda Diyarbakır’da köşk yapılarını geleneksel evleri ile karşılaştırıldığında içe dönük bir yapı göstermemekle beraber tam tersi açık dışa dönük bir mimari bir yapı sergilemektedir. Sur içindeki geleneksel evler bitişik nizamdadır. Buna karşılık köşkların yakınında herhangi bir yapı bulunmamaktadır ve mahremiyet gereksinimi oldukça azdır. Çevredeki doğadan faydalanma arzusu ise dışa açık bir mimarinin yapının oluşmasına sebep olmuştur.

Sıcak-kuru bir iklimin ve dar bir alan içinde inşa edilmiş olmanın etkisiyle Diyarbakır Sur içi evleri bitişik düzende, içe dönük ve avlulu olarak planlanmıştır. Ancak bu durum köşklere farklılaşmaktadır. Sur dışında kentin zenginleri için yapılan köşkler, doğayla birlikte olma duygusuyla manzaraya hakim noktada ve yalnız yaz aylarında kullanılan yazlık evler olarak tasarlanmıştır. Geleneksel evlerin aksine mekânlar şekil olarak doğayla bir bütünlük sergilemekte ve cepheler de buna göre tasarlanmıştır.

Aynı zamanda geleneksel evler ve köşklereki eyvanlar arasında da farklılıklar bulunmaktadır. “Eyvanın dikdörtgen biçimli formunun uzunluk yönündeki eksenini, Diyarbakır geleneksel evlerinde kitlenin uzunluk yönündeki eksenine paralel, köşklere ise dikdörtgen formlu kitlenin uzunluk yönündeki eksenine diktir. Köşklereki eyvanda selsebilli havuz, hacmi ekseninden itibaren ikiye bölmektedir. Diyarbakır geleneksel evlerindeki eyvanda ise bazen görülen havuz ortada bulunmaktadır”(Güneli ve ark., 1999).

Geleneksel evler Sur içi bölgesinde düz büyük araziler üzerinde avlulu yapılar olup büyük ailelerin ihtiyaçlarına göre düzenlenmiştir. Bu nedenle çok sayıda oda olup mahremiyet önemli bir olgudur. Bu doğrultuda bu evlerde harem- selamlık mekânları oluşturulmuştur. Sonuç olarak bu evlerde yaşam içe dönük ve dışa kapalı bir anlayış içerisinde olmaktadır. Yılın büyük bir bölümünde günlük yaşam eyvan ve avlularda geçmiştir. Komşu evlerden yüksek duvarlardan evlerin içi görülmemektedir.

Köşkler ise, sur içinde yaşayan ancak zengin olan ailelerin, genellikle yazın serinlemesi- dinlenmesi, kışlık yiyeceklerini hazırlaması ve ürünlerini değerlendirmesi amacıyla yazlık evler olarak inşa edilen yapılardır.

Plan, cephe ve mimari özellikleri değerlendirildiğinde, çalışma kapsamında incelenen bu yapıların çoğunlukla Osmanlı'nın son dönemlerine doğru yapılmış olabileceği düşünülmektedir. Bu köşkler; yaz aylarında yazlık olarak kullanılan, Diyarbakır’da kentin zenginleri tarafından kullanılan estetik yönüyle dikkat çeken yapılardır.

Eyvan, iklimin ve kültürel etkilerin bir sonucu olarak tasarlanan bu yapılarda önemli bir yer teşkil etmektedir. Eyvanın konumuna göre de köşkler planlanmıştır. Kuşdili ve Ağudere köşkü “L” plan tipindeyken diğerleri dikdörtgen plan olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu yapılar tek ya da iki katlı tasarlanmış olup Bekir Paşa, Hami ve Erdebil köşklarının bodrum katı bulunmaktadır. Eğer köşkler tek katlı tasarlandıysa eyvan iki oda arasında bulunmuştur.

İki katlı olan köşklerde ise, üst katta; oda ve mutfak, tuvalet, aralık, banyo vs. bulunmaktadır. Gazi, Kuşdili ve Erdebil köşklerinde ise bir de teras kısmına yer verilmiştir. Hami köşkünde zemin katta teras yerine seyir platformu tasarlanmıştır.

Köşklerde etrafa serinlik veren su hareketinin sergilendiği bir tasarım yapılmıştır. Bu tasarımda kaynaktan gelen su, selsebin taş zemininden eyvandaki dikdörtgen havuza, oradan da bahçedeki büyük havuza dökülmektedir. Köşklerin tamamı Dicle Nehri, Hevsel Bahçeleri ve surları göreceğ şekilde yamaçlara yerleştirilmiştir. Geniş bir bahçe içerisinde bulunan köşklerin etrafları yeşil bir dokuyla çevrelenmiştir.

Diyarbakır ve çevresinin yöresel malzemesi bazalt taşı köşklerde ana malzeme olarak kullanılmıştır. Genellikle düzgün kesilmiş bazalt, kalker ve bazalt taşının sıralı kullanılmasıyla kaba yonu ve moluz taşı kullanılarak duvarların cepheleri düzenlenmiştir. Üzeri toprak malzeme ile örtülü olup Üst örtü sistemi ahşap kirişli düz damlıdır. Eyvanlarda üst örtü beşik tonoz olduğu görülmektedir. Köşklerde en önemli süsleme öğesi “cıs” adı verilen alçı malzemeden yapılmış bezemelerdir. Bu süslemeleri özellikle Kuşdili Köşkü’nün dış cephesinde görmekteyiz. Ağuludere Köşkü’nde az da olsa bu süsleme öğelerine yer verilmiştir. Özellikle “ayı başı” diye tabir edilen taş konsollar, üst örtüyü taşıyan önemli süsleme öğesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sonuç olarak Türk mimarisi içinde yerel kent mimarisiyle önemli bir yere sahip olan Diyarbakır’ın Dicle nehrinin kenarındaki köşk yapıları, çevresel etmenler doğrultusunda oluşturulmuş çok önemli mimari tasarımlar olarak varlıklarını sürdürmekte ve gelecek nesillere aktarılmaktadır.

## KAYNAKÇA

Akbulut, İ., Diyarbakır, İstanbul, 47, 1998.

Altun, A., *Anadolu’da Artuklu Devri Türk Mimarisinin Gelişmesi*, 280-281, İstanbul, 1978..

Baran, M. ve Yılmaz, A., *Diyarbakır Köşkleri*, Birinci Nebiler, Sahabiler, Azizler, Krallar kenti Diyarbakır sempozyumu Tam Metin Bildiriler Kitabı, Diyarbakır Valiliği, Diyarbakır, 2010.

Baran, M., Eski Diyarbakır Evleri İklim İlişkisi, Mühendislik Dergisi, Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, cilt: 8, sayı: 2, s: 423-430, Diyarbakır 2017.

Bekleyen, A., ve ark., “Güneydoğu Anadolu’da Eyvanlı Ev Geleneği: Diyarbakır Köşkleri” Yapı Dergisi, 275, 89-91, İstanbul, 2004.

Çetinor, B., “Diyarbakır Evleri”, İlgı Dergisi, sayı 32, 14, İstanbul, 1981.

Çiftçi, P., *Diyarbakır’ın Dicle kıyısındaki köşk yapıları*, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sanat Tarihi Ana Bilim Dalı, Van, 2007.

Darkot, B., “*Diyarbakır*”, İA, III, 601, İstanbul, 1945.

Eldem, S. H., *Köşkler ve Kasırlar*, Devlet Güzel Sanatlar Akademisi Yayını, cilt:2, 158, Ankara, 1969.

Güneli, Z. ve ark., “*Diyarbakır’da Vernaküler Mimari: Köşkler*”, *Müze Şehir: Diyarbakır*, 227, İstanbul, 1999.

Haspolat, Y. K., *Diyarbakır köşkleri*. Diyarbakır, 2015..

Serhadoğlu, A., *Bağlarbaşı Abdulmecid Efendi Köşkü*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sanat Tarihi Anabilim Dalı, 28, İstanbul, 1987..

Sözen, M., *Diyarbakır'da Türk Mimarisi*, İstanbul, 1971.

Subaşı, Y., (1991). *Diyarbakır Sur içi Çevre Düzenleme ve Planlama Sorunları ve Çözüm Önerileri*, Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, s: 36.

Tekin, A., *Diyarbakır. Anadolu Tarihi'nin Taşlara Yazıldığı Kent*, Diyarbakır, 1997,

Tuncer, O. C., “Diyarbakır Kent Kimliği”, *Bütün Yönleriyle Diyarbakır Sempozyumu*, 27-28 Ekim 2000, 164, Ankara, 2001.

Yapı, 15.07.2004 gün ve 3488 sayılı karar gereği Diyarbakır Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu tarafından tescillenmiştir.

## GÜÇ ELEKTRONİĞİNDE YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI DERLEMESİ

Celal TUNCEL <sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Tolga ÖZER <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, tuncelcelal@gmail.com 0000-0002-8585-6750

<sup>2</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, tolgaazer@aku.edu.tr 0000-0001-7607-6894

### ÖZET

Günlük yaşantımızda ihtiyaçlarımızı gidermek için enerjiye ihtiyaç duyarız. İhtiyaç duyulan enerji kinetik enerji, potansiyel enerji, ısı enerjisi, elektrik enerjisi vb. gibi enerjilerden ihtiyaç duyulan enerji türüne dönüştürülür. Elektrik enerjisi ulaşılabilirlik açısından çağımızın enerji kaynağıdır. Elektrik enerjisine AC (alternatif akım) ve DC (doğru akım) olmak üzere iki farklı formda ihtiyaç duyulmaktadır. Herhangi bir kaynaktan elde edilen elektrik enerjisinin, elektronik yöntemler ile kontrol edilerek talep edilen değerlere dönüştürülmesi güç elektroniğinin temel çalışma konusudur. Geleneksel yöntemler ile sağlanan çözümler bazı problemlerde yeterli olsa da çoğu problemde kısmi çözüm sağlamıştır kalıcı çözümler sağlanması için problemlere insancım bir bakış açısı insan gibi düşünüp karar verme yetisi ortaya atılmış, konu ile ilgili çalışmalar beraberinde yapay zekâ teknolojilerini doğurmuştur. Günümüz de popüler araştırma konularından biri olan yapay zekâ sağlık, ekonomi, endüstri, güç santralleri vb. gibi çeşitli alanlarda yapay zekâ çözümlerinden faydalanılmıştır. Bu derleme yapay zekâ yöntemlerinin güç elektroniği problemlerine uygulamalarına genel bir bakış sunmaktadır. Uzman sistem, bulanık mantık, meta-sezgisel yöntem ve makine öğrenmesi olmak üzere dört yapay zekâ yönteminin güç elektroniği problemleri üzerinde uygulanabilirliği diğer çözümlerden avantajları ve yöntemlerin geleceği tartışılmıştır. Uzman sistem yöntemi hakkında bilgi verilmiş ve diğer yöntemleri içeren en az iki güç elektroniği problemi çözümü incelenmiş olup 10'dan fazla yayından elde edilen sonuçlar tablo olarak aktarılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Güç sistemleri, uzman sistem, bulanık mantık, meta-sezgisel yöntemler, makine öğrenmesi.

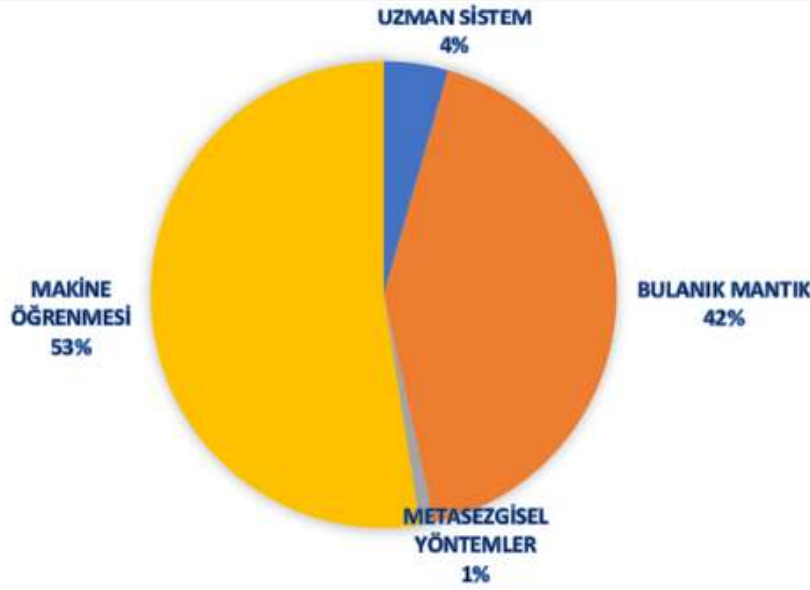
### 1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi insanların hayatlarını geliştirdiği gibi onları enerjiye bağımlı hale getirmiştir. Birincil enerji kaynaklarından üretilen enerji, ikincil enerji kaynaklarına dönüştürülerek talep edilen ihtiyaçlar karşılanır. Elektrik enerjisinin taşınmasının kolay oluşu erişim kolaylığı ve istenilen forma dönüşümündeki kolaylıklar en çok ihtiyaç duyulan enerji kaynağı haline getirmiştir. Elektrik enerjisine AC ve DC olmak üzere iki farklı formda ihtiyaç duyulmaktadır. Elektrik enerjisi kullanıldığı alanlara göre farklı formda gerilim seviyesinde ve frekanslarda talep edilebilmektedir, talepleri karşılamak için oluşturulan devreler ve topolojiler

güç elektroniğinin çalışma konusudur [1]. Geleneksel yöntemler ile sağlanan çözümler bazı problemlerde yeterli olsa da çoğu problemde kısmi çözüm sağlamıştır. Kalıcı çözümler sağlanması için problemlere insancıl bir bakış açısı insan gibi düşünüp karar verme yetisi ortaya atılmış, konu ile ilgili çalışmalar beraberinde yapay zekâ teknolojilerini doğurmuştur. Günümüzde popüler araştırma konularından biri olan yapay zekâ borsa fiyat endeks tahmini [2], tabak sınıflandırma [3], rüzgâr türbinlerinde maksimum güç noktası takibi [4], Alzheimer teşhisi [5] vb. gibi birçok farklı alanda kullanılabilir. Güç elektroniğinde ise li-on pillerin stres döngüsü sayımı [6], endüksiyon motorunun kontrolü[7], asenkron makinelerin öngörülmesi akım kontrolü [8], DC-DC dönüştürücülerin meta-sezgisel tabanlı yöntemler kullanılarak kullanım ömrünün izlenmesi [9], Buck dönüştürücüler için denetleyici parametrelerinin belirlenmesi[10], DC-DC dönüştürücülerde uzman sistem ve makine öğrenmesi ile dinamik ve kalıcı hal durum hatalarının iyileştirilmesi [11] , çok fazlı sürücü sistemlerinde arıza teşhisi [12], vb. gibi hata tespiti, ömür tahmini, kontrol konularında sıklıkla yapay zekâ içeren çözümler kullanılmaktadır. İşlemci mimarisinde yaşanan gelişmeler, verilerin daha hızlı işlenip anlamlandırılabilir olması ve işlemci mimarilerine kolay uygulanabilir olması yapay zekâ konusunun popüler bir araştırma konusu olmasını sağlamıştır. Bu derleme bildirisinde yapay zekânın güç elektroniğinde uygulandığı çalışmalara yer verilmiştir. Yapay zekânın uygulanabilirliği ve güç elektroniği alanında sağladığı çözümlerin getirdiği avantajlar ortaya konularak analizler gerçekleştirilmiştir. Literatürde yer alan güç elektroniği alanındaki son gelişmeler aktararak, gelecekte güç elektroniği alanında gerçekleştirilecek çalışmalara yol göstermek hedeflenmiştir.

## 2. YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ

Güç elektroniği problemlerinde yapay zekâ yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen çözümlerin dağılımları Görsel 1’de yer almaktadır. Uzman sistem yönteminin tarihi diğer yöntemlerden daha eskidir. Yer aldığı çalışmalarda bulanık mantığın temelinden bahsetmek için atıflarda bulunmaktadır. Bulanık mantık yöntemi uygulanabilirliği ile birlikte günümüzde popülerliğini devam ettirmektedir. Meta-sezgisel yöntemler spesifik konularda ortaya çıkardığı çözümler ile güç elektroniğinde uygulanmaktadır. Meta-sezgisel yöntemler uygulanabilirlik ve algoritmik temelinin zorluğundan dolayı az tercih edilmesine sebep olmaktadır. Makine öğrenmesi konusundaki çalışmalar verilerin artması ve hızlı anlamlandırılabilir olması ile gün geçtikçe daha popüler olmaktadır. Gelecekte gerçekleştirilecek çalışmaların büyük yoğunluğu makine öğrenmesi başlığında olması beklenmektedir [13]. Görsel 1, de yer alan veriler Google Scholar’da “machine learning”, “fuzzy logic”, “expert system”, “metaheuristic” başlıklarının “power electronic” başlığı ile birlikte 2022 yılında gerçekleştirilen 9278 çalışma sonucu baz alınarak ortaya çıkan veriler yer almaktadır.



**Görsel 1. Güç elektroniğinde 2022 yılında yapay zekâ başlığı altında gerçekleştirilen çalışmaların dağılımı**

Güç elektroniğinde yapay zekâ konulu çalışmalar gün geçtikçe popülerliğini arttırmaktadır. Kullanılan temel dört yöntemde makine öğrenmesinin daha yoğun olarak tercih edildiği açıkça görülmektedir. Bulanık mantık yöntemi ise alternatif olarak tercih edilen temelleri oturmuş kalıplaşmış bir yöntem olarak karışımıza çıkmaktadır. Gelecek yıllarda araştırmaların makine öğrenmesi konusunda yoğunlaşması beklenmektedir.

### 2.1. Uzman Sistemler

Problemin yaşandığı konuda belirli bir uzmanlığa sahip kişinin bilgileri Boolean mantığı çerçevesinde kurallara dönüştürülerek tasarlanan bir bilgisayar programıdır. Olgun bir teknolojidir. Güç elektroniği konularında tercih edilmez. Uzman sistem bilgi tabanında elde edilmiş bilgiler ve uzmanlığın temsidir. Bildiride uzman sistemler ile ilgili güncel makalelerin bulunmaması ve isminin geçtiği makalelerde bulanık mantığın temellerinden bahsetmek amaçlı kullanılmasından dolayı yer verilmemiştir[13].

### 2.2. Bulanık Mantık

Temeli Lotfi A. Zadeh tarafından 1965 yılında atılmıştır[14]. Bulanık mantık sistemin girişleri, 0 ile 1 aralığında değişkenlik gösteren üyelik fonksiyonları ve sistem cevabından oluşur. Sistem girdilerine üyelik fonksiyonları uygulanarak üyelik dereceleri hesaplanılır. Üyelik dereceleri kurallar tablosundan geçirilerek sistem çıktısı elde edilir. Kısaca bulanık mantık uzman sistemin gelişmiş halidir.[13]

Güç elektroniğinin önemli bir çalışma konusu olan bataryalarda da bulanık mantık ile gerçekleştirilen çözümlerinden faydalanılmaktadır. Li-on piller için stres döngüsü sayımı algoritmasında, bulanık mantık algoritması kullanılarak stres döngüleri sınıflandırılmıştır. Yüksek doğrulukta kalan faydalı ömür tahminlerini yapmak için, doğru pil hasarı modeli gereklidir. Çalışmada standart algoritmalarda bulunan niceleme hatasını azaltmak için her bir döngüye iki destek vektörü regresyonu algoritmasının birikmiş hasar tahminlerini karşılaştırarak test edilir. NASA'nın rasgele pil kullanımı veri seti, stres verilerinin kaynağı



olarak kullanılır. Bu yaklaşım geleneksel yaklaşımlara göre %50 oranında hata azalması gözlemlenmiştir [6].

Bir başka önemli güç elektroniği konusu ise inverterlerdir. Kalıcı mıknatıslı senkron motor sürücüsünün (PMSM) inverterlerinde açık anahtar arıza teşhisinin, akım hataları ve bulanık mantık yaklaşımı ile gözlenmesi çalışmasında; gerekli güvenilirlik ve kullanılabilirlik seviyelerini sağlamak için hata teşhis ve hata toleransı temel özellikler olarak kabul edilmiştir. Üç fazlı inverterlerde (VSI) açık devre arızalarıyla başa çıkmak için referans akımları ile PMSM stator tahmini akımları arasındaki hataların analizi gerçekleştirilmektedir. Ana kontrol tarafından üretilen referans akımları ile tahmin edilen akımlar arasındaki hata farkı kullanılır. Sürücünün işlemcisi tarafından kullanılan değişkenlerden veriler alınarak ekstra sensör ihtiyacı ortadan kaldırılmış olur ve devre daha basit bir yapıya bürünür. Sonuçlara göre uygulanan algoritma yüksek ve hızlı yük tork geçişlerine ilişkin yüksek sağlamlığa ek olarak hem aralıklı hem de kalıcı tek ve çoklu açık devre arızaları için etkili bir sistem oluşturmuştur. Aralıklı arızaları kalıcı olanlardan ayırt edilebilir hale gelmiştir. Literatürde konuyla ilgili çalışmalarla karşılaştırıldığında bir periyodun %12-%75'i aralığında hızlı bir teşhis zamanı elde edilir [15]. Güç elektroniğinde önemli yapılardan biri olan makine kontrolcüsü tasarımı problemlerinde de sıklıkla yapay zekâ çözümlerine başvurulmaktadır.

Asenkron makinenin öngörülü akım kontrolü için bulanık mantık denetleyicisinin optimizasyonu çalışmasında; Sugeno bulanık mantık denetleyicisi parametre ayarı için bir optimizasyon prosedürü göstermektedir. Kontrolörün topolojisi ve optimizasyon karar değişkenlerinin seçimi, optimizasyon arama alanının seçilen limitleriyle birlikte açıklanır. Amaç fonksiyonu değeri hesaplanması için birkaç farklı kriter araştırılır ve en iyi sonucu veren, ağırlık faktörü kullanılarak aşım sınırlaması olan tek amaçlı integral kare hata kriteridir. Karınca kolonisi optimizasyonu, optimum denetleyici parametrelerini elde etmek için kullanılır ve yalnızca küçük bir miktarda optimizasyon sonrası parametre ayarlanması gerekir. Optimizasyon prosedürü için invertör, modülatör ve gözlemci içermeyen bir sürücü modeli kullanılır. Optimize edilmiş kontrolör, bir endüksiyon makinesinin tahmini akım kontrolü (PCC) için dış döngü hız kontrolü olarak sağlar. Yöntemin gelişimini doğrulamak için optimize edilmiş parametreler, akım ve tork yanıtlarında dalgalanma oluşturan tam sürücü modeline takılır Tork dalgalanması, sonuç olarak bulanık denetleyicinin girişi olarak kullanılan daha büyük bir hız türevi üreten hız yanıtını etkiler. Sürücünün çalışması sırasında daha büyük hız türevi nedeniyle, bu türev daha da büyüdüğünde yüksek kontrol eylemi beklenebilir, bu nedenle sürücü nominal torkla yüklendiğinde büyük miktarda tork aşımı devam eder. Denetleyicinin orantılı ve integral kazançlarını azaltarak, bu aşma önemli ölçüde azaltılabilirken, yine de iyi bir hız tepkisi korunur. Önerilen kontrol yönteminin performansı, diğer birkaç model tahmine dayalı kontrol yöntemiyle karşılaştırılır. Hız izleme hatasında %55 azalma ve tork aşımında %74 azalma olduğunu göstermektedir.[8]

#### 2.4. Makine Öğrenmesi

Makine öğrenimi, toplanan verilerden veya deneme yanılma yoluyla etkileşimlerden elde edilen deneyimler, ilkeler ve düzeni geliştirilen algoritmalar ile keşfetmek için

tasarlanmıştır. Güç elektroniğindeki uygulamalar için denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme ve pekiştirmeli öğrenme (RL) olarak sınıflandırılır [16]

#### 2.4.1 Denetimli Öğrenme

Giriş-çıkış çiftlerinden oluşan eğitim veri seti ile denetimli öğrenme, girdiler ve çıktılar arasında örtük olarak haritalama ve işlevsel ilişkiler kurmayı amaçlar. Bu özellik, özellikle sistem modellerinin formüle edilmesinin zor olduğu güç elektroniğindeki durumlar için kullanışlıdır. Genel olarak, denetimli öğrenmenin görevleri arasında sınıflandırma ve regresyon bulunur[13].

#### 2.4.2 Denetimsiz Öğrenme

Denetimsiz öğrenmenin öğrenme süreci sırasında öğrenme hedefi için çıktı verisi yoktur. Genel olarak, güç elektroniği uygulamalarında denetimsiz öğrenmenin görevleri, veri kümeleme ve veri sıkıştırma olarak kategorize edilebilir. Veri kümeleme için, bulaşmış veri kümesindeki düzenlilikleri araştırır ve veri kümesini benzerliklerine göre birkaç farklı gruba veya kümeye ayırır. Dönüştürücülerinin durum izlemesinde sürekli bozulma verilerinden ayrık sağlık durumunun tanımlanmasıdır.

#### 2.4.3 Pekiştirmeli Öğrenme

RL bir eğitim veri kümesi gerektirmez. Bunun yerine, belirli bir görev için ödülü en üst düzeye çıkararak uygun bir eylem stratejisi bulmayı amaçlar. Bu hedefe yönelik strateji, bir deneme-yanılma süreci ile sistemler veya simülasyon modelleri ile etkileşimlerden formüle edilir. Bu şekilde, aşamalı olarak deneyim biriktirir ve önceden tanımlanmış hedefi maksimize eden belirli bir strateji öğrenir.

Güç elektroniğinde makine öğrenmesi güçlü bir araştırma konusudur. Kullanılan modellerin farklı problemlere uygulanabilir olması en önemli avantajlarından biridir. Güç elektroniğinin de sıklıkla tasarımlarının gerçekleştiği DC-DC dönüştürücülerde de makine öğrenmesine başvurulmuştur. Dönüştürücünün kontrolünü optimize etmek için geri besleme ve model tahminine dayalı özellikleri tespit edebilmek için iki sinir ağı ve uzman karması tekniği kullanılarak eğitilir. Tasarım sonucunda kararlı durum hatasında ve sistem tepki süresinde %5 ila %8 oranında iyileştirme elde edilmiştir [11]. Makine öğrenmesi arıza teşhisi problemlerinde büyük avantajlar sağlamaktadır. Çok fazlı sürücülerde arıza teşhisi için gerçekleştirilen bir çalışmada ikincil örnekleme filtreleme ve softmax sınıflandırıcıya sahip derin filtre ağından oluşan yöntem kullanılmış. Arıza tespitinde %3 oranında iyileşmenin gerçekleştiği görülmüştür [12]. Bir başka arıza tespiti çalışmasında ise anahtarlamalı güç kaynaklarında uygulanmıştır. Çalışmada çeşitli kapasitörler seçilmiş, fiziksel ve kimyasal bozulmaları belirlemek için kapasitans, eşdeğer direnç, dağılım faktörü ve empedans verileri ile sınıflandırılmıştır. Çalışma %98,4 doğruluk oranına ve 0,31 sn gibi bir hızlı tepki süresine sahiptir [17]. Güç dönüşüm devrelerinin kontrolüne yönelik çalışmalarda rüzgâr türbinleri için boost konvertör kontrolcüsü makine öğrenmesi kullanılarak tasarlanmıştır. Yapay sinir ağları yaklaşımından faydalanılarak kontrol için ilave sensör maliyetinden kaçınılmış ve hata oranında azalma tespit edilmiştir[18].

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan çalışmalar incelendiğinde güç elektroniğinde yapay zekâ çalışmaları kontrol ve teşhis konularında yoğunlaşmış bulunmaktadır. Meta sezgisel yöntemler, yenilemeli deneme yanılma prosedürleri içeren optimizasyon görevlerinde uygulanabilirler. Hesaplama işlemleri yoğun işlemci performansına ihtiyaç duyar. Optimizasyon genel bir çözüm sağlamasa da tatmin edici bir performans gösterir. Kontrol tasarımlarında gerçek zamanlı verilerin sürekli alındığı geri beslemeli sistemler bulanık mantık yöntemi ile çözümlenmeye uygundur. Bulanık mantık çözüme hız ve yüksek doğruluk özellikleri kazandırır. Makine öğrenmesinde karar verme süreci diğer yöntemlere göre daha yavaş olduğu için sistem hızının göz ardı edildiği çalışmalarda tercih edilebilir. İşlemci hızlarının iyileşmesi ile hız probleminin gelecek yıllarda ortadan kalkması beklenmektedir. Makine öğrenmesinde tasarlanan modelin doğruluğu veri kümesine bağlıdır. Veri kümesinin kalitesi, boyutu ve sınıflandırmalara ait denge elde edilen sonucu direk etkilemektedir. Mevcut sistemlerde makine öğrenmesi yöntemi çevrim içi modun uygulanabileceği sistemlerde tercih edilmesinde fayda vardır.

Kullanılan yapay zekâ yöntemleri ciddi iyileşmeleri beraberinde getirmektedir. Bulanık mantık, meta sezgisel algoritmalar ve makine öğrenmesi konu başlıkları gelişmeye açık çalışma alanlarıdır. Günümüz teknolojisi ve imkanların artışı göz önünde bulundurulduğunda kontrol teşhis ve sınıflandırma konularında makine öğrenmesi yöntemine yönelimin artması öngörülmektedir. Kullanılan verilerin çeşitliliği ve doğruluğu artması ile birlikte sistemler üzerinde sağladıkları avantajların artması beklenmektedir.

İncelenen çalışmalar doğrultusunda Çizelge 1 oluşturulmuş olup, gelecekte yapılacak olan güç elektroniğinde yapay zekâ konulu çalışmalara yol haritası oluşturulmuştur.

**Çizelge 1. Güç elektroniğinde kullanılan yapay zekâ yöntemleri uygulama alanları ve avantajlarını (%)**

YÖNTEM	UYGULAMA ALANI	SAĞLADIĞI AVANTAJLAR
Bulanık Mantık	Teşhis	%50 Hata Azalması %12 -%75 Teşhis Süresi Azaltma
	Kontrol	%55 Hata Azaltma %74 Tork Aşımı Azaltma
Meta Sezgisel	Kontrol	%50 Dalgalanma Azaltma %10-20 Hata İyileştirmesi
Makine Öğrenmesi	Kontrol	%5-8 Hata Azaltma Yüksek Doğruluk Ekonomik

### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Güç elektroniği problemlerinde yapay zekâ yöntemleri ile gerçekleştirilen çözümler önemli avantajları beraberinde getirmiştir. Makine öğrenmesi ve bulanık mantık içeren çözümler sistemlerin can alıcı noktasını oluşturmaktadır. Gelecek çalışmalarda makine öğrenmesi yönteminin geliştirilerek yüksek performanslar elde edilmesi beklenmektedir.

Bu derleme bildirisinde yapay zekânın güç elektroniğinde uygulandığı çalışmalara yer verilmiştir. Yapay zekânın uygulanabilirliği ve güç elektroniği alanında sağladığı çözümlerin

getirdiği avantajlar ortaya konularak analizler gerçekleştirilmiştir. Literatürde yer alan güç elektroniği alanındaki son gelişmeler aktarılarak, gelecekte güç elektroniği alanında hangi konulara yoğunlaşılması gerektiği tespit edilmiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Eray KÖSEBALABAN, ‘Güç elektroniği nedir?’, *www.muhendisegitim.com*, Feb. 27, 2021.
- [2] M. Kara, ‘Yapay Zeka Modeliyle Genişletilmiş Hibrit Black-Litterman Model Önerisi, Borsa İstanbul Bıst-30 Endeks Verileri İle Test Edilmesi’, 2017, Accessed: Dec. 08, 2022. [Online]. Available: <http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080/xmlui/handle/11655/4160>
- [3] E. Bingöl *et al.*, ‘A Fuzzy Inference for Plate Classification; A Fuzzy Inference for Plate Classification’, 2022, doi: 10.1109/ASYU56188.2022.9925415.
- [4] M. J. Khan, ‘An AIPO MPPT controller based real time adaptive maximum power point tracking technique for wind turbine system’, *ISA Trans*, vol. 123, pp. 492–504, Apr. 2022, doi: 10.1016/J.ISATRA.2021.06.008.
- [5] A. Subasi, ‘Use of artificial intelligence in Alzheimer’s disease detection’, *Artificial Intelligence in Precision Health*, pp. 257–278, Jan. 2020, doi: 10.1016/B978-0-12-817133-2.00011-2.
- [6] A. Barragán-Moreno, P. Izquierdo Gomez, and T. D. Dragičević, ‘Enhancement of Stress Cycle-counting Algorithms for Li-ion Batteries by means of Fuzzy Logic; Enhancement of Stress Cycle-counting Algorithms for Li-ion Batteries by means of Fuzzy Logic’, 2022, doi: 10.1109/ITEC53557.2022.9814022.
- [7] A. Mousaei, ‘An Improved Fuzzy Logic Control Strategy of an Optimized Linear Induction Motor Using Super Twisting Sliding Mode Controller; An Improved Fuzzy Logic Control Strategy of an Optimized Linear Induction Motor Using Super Twisting Sliding Mode Controller’, 2022, doi: 10.1109/PEDSTC53976.2022.9767465.
- [8] T. Varga, T. Benšić, M. Barukčić, and V. J. Štil, ‘Optimization of Fuzzy Controller for Predictive Current Control of Induction Machine’, *Electronics (Switzerland)*, vol. 11, no. 10, May 2022, doi: 10.3390/electronics11101553.
- [9] A. B. Mirza, K. Choksi, S. S. Vala, K. M. Radha, M. S. Chinthavali, and F. Luo, ‘Cognitive Insights into Metaheuristic Digital Twin based Health Monitoring of DC-DC Converters’, in *2022 24th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE’22 ECCE Europe)*, 2022, pp. 1–7.
- [10] E. Isen, ‘Determination of Different Types of Controller Parameters Using Metaheuristic Optimization Algorithms for Buck Converter Systems’, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3227347.
- [11] M. Mohammadzadeh, E. Akbari, A. A. Salameh, M. Ghadamyari, S. Pirouzi, and T. Senjyu, ‘Application of Mixture of Experts in Machine Learning-Based Controlling of DC-DC Power Electronics Converter’, *IEEE Access*, pp. 1–1, Nov. 2022, doi: 10.1109/access.2022.3218667.
- [12] Z. Liu, L. Fang, D. Jiang, and R. Qu, ‘A Machine-Learning-Based Fault Diagnosis Method With Adaptive Secondary Sampling for Multiphase Drive Systems’, *IEEE Trans Power Electron*, vol. 37, no. 8, pp. 8767–8772, Aug. 2022, doi: 10.1109/TPEL.2022.3153797.
- [13] S. Zhao, F. Blaabjerg, and H. Wang, ‘An overview of artificial intelligence applications for power electronics’, *IEEE Trans Power Electron*, vol. 36, no. 4, pp. 4633–4658, Apr. 2021, doi: 10.1109/TPEL.2020.3024914.

- [14] L. A. Zadeh, ‘Fuzzy logic’, *Computer (Long Beach Calif)*, vol. 21, no. 4, pp. 83–93, 1988, doi: 10.1109/2.53.
- [15] B. Gmati, I. Jlassi, S. Khojet, E. Khil, and A. J. M. Cardoso, ‘Open-switch fault diagnosis in voltage source inverters of PMSM drives using predictive current errors and fuzzy logic approach’, 2021, doi: 10.1049/pel2.12098.
- [16] T. G. Dietterich, ‘Machine Learning’, *Annual Review of Computer Science*, vol. 4, no. 1, pp. 255–306, 1990, doi: 10.1146/annurev.cs.04.060190.001351.
- [17] A. B. Kareem and J. W. Hur, ‘Towards Data-Driven Fault Diagnostics Framework for SMPS-AEC Using Supervised Learning Algorithms’, *Electronics (Switzerland)*, vol. 11, no. 16, Aug. 2022, doi: 10.3390/electronics11162492.
- [18] A. N. AKPOLAT, E. DURSUN, and A. E. KUZUCUOĞLU, ‘Supervised Learning-Aided Control of a DC-DC Power Converter in Wind Energy Conversion Systems’, *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, Dec. 2021, doi: 10.7240/jeps.897076.

## MACHINE LEARNING-BASED LTE HANDOVER PERFORMANCE ANALYSIS

Dr. Öğretim Üyesi, Engin EYCEYURT <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,  
engineyceyurt@nevsehir.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-6828-9996

### ABSTRACT

The need for satisfactory and high-speed mobile data is constantly increasing due to the rise in new-generation technologies and the number of users. IoT systems, which are frequently applied in places where energy accessibility is limited, are usually powered by batteries charged with renewable energy sources. With the widespread use of IoT systems and future smart applications that require lower latency and energy consumption, the handover process used in LTE and 5G mobile technologies has gained great importance. Since it is possible to improve both energy efficiency and LTE and 5G performance parameters by increasing the handover performance, this research focused on improving the handover process in LTE systems. In this study, which will enable to increase in the battery performance of mobile devices in continuous use today, especially in IoT systems where energy consumption is a problem, the optimum handover time analysis is made using the KNN algorithm. The LTE lower layer parameters obtained with a comprehensive drive test conducted in Houston Texas were first filtered and then passed through the data binning process to minimize the scattering and fast-fading effects. It was observed that a total of 503 handovers occurred, and an average of 33.9% downlink data rate increase was obtained from handover operations. According to the drive test data collected with the RF scanner, the handover process was carried out in an average of 1.98 seconds. After the LTE sub-parameters are trained in the KNN algorithm, the handover time is reduced to 1.22 seconds by increasing the coefficients of the RSRP value difference between the neighbor and the serving cell and timestamp.

**Keywords:** Handover analysis, LTE sub-parameters, machine learning, drive test

### 1. INTRODUCTION

Recent developments in smart devices, new smart applications, sensor systems and internet of things (IoT) technology require the continuous development and optimization of wireless communication systems [1]. 4G LTE and newly deployed 5G cellular technology aim to provide consistent and highly efficient network communication service. User expectations from service providers can be listed as



wide coverage, low ping, stable internet access, high uplink, and downlink data rates. With the spread of sensor systems, autonomous vehicles, smart city applications, and IoT technology, the burden of network providers that used to serve mainly mobile phone users has increased tremendously [2,3]. As a result, the proliferation of 5G technology has accelerated and has become the main research topic in the field of wireless communication. Even with 5G technology, providing sufficient data speeds depends on some conditions. Since low values of the sub-parameters will cause insufficient data rates, many studies are carried out for the optimization of these parameters, mostly based on machine learning [4,5].

In case the users or the sensors used are mobile, the so-called handover process is utilized, and the device can stay in constant communication without loss of service while passing from one cell to another. When these factors reach an undesirable level, the connection is transferred to a suitable alternative base station cell for more reliable, stable, and trouble-free service [6]. When the handover process takes place, since it is connected to a base station cell with better parameters, both high data rates and low ping values, as well as the power consumption required for signaling between the base station and the user equipment (UE) will be reduced.

Since handover is an important process due to its performance gains and minimization of radio link failure, many studies have been conducted on it. While Masri et. all use machine learning to find out the optimal time and location for the handover operation, Chen et. all worked on an adaptive handover algorithm to be adjusted based on train speeds in railways [7,8]. Zohohov and his colleagues aimed to reduce the handover delay as well as the system latency by using machine learning techniques [9].

## **2. MATERIAL AND METHOD**

### **2.1. Data Filtering and Binning Process**

In the initial phase, data collected around Houston, TX was filtered from some RSRP, Cell ID, and location information that was not assigned a value. Then, many LTE lower layer parameters that will not be useful for this process are removed from the data to provide ease of operation before the data binning phase.

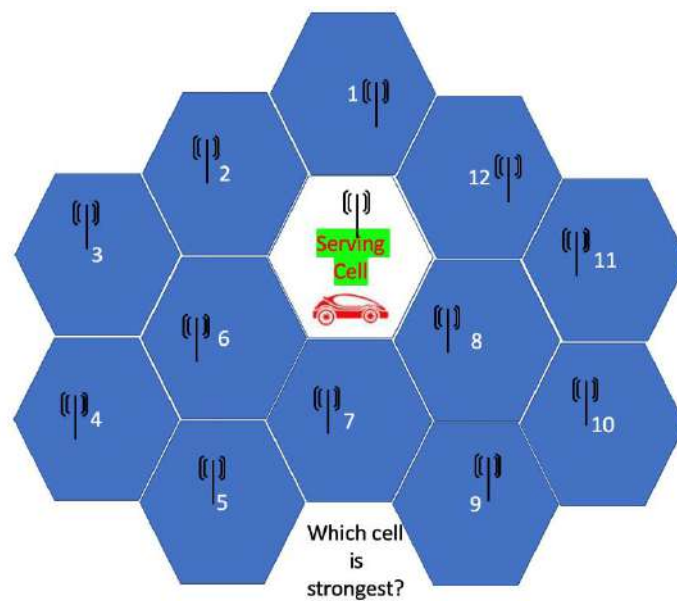
Data binning, which is a technique often used to minimize the fast-fading effects of small measurement errors, is the process of combining the data group at certain intervals and placing the values included in the group into the data columns and rows of the average values.

It packs data arrays into small clusters called bins, so measurement fluctuations are reduced at the cost of reducing resolution. Data grouping provides extra advantages by reducing the effect of vehicle speed in traffic. Because RF scanners collect a fixed number of measurements over

a period of time and on a predefined route, the number of measurements decreases as the test vehicle accelerates and increases proportionally as the vehicle slows or stops. Capturing more data points in some geographic areas, especially near traffic signs, affects machine learning algorithms and causes higher prediction errors. In this study, the geographical areas where the measured data set is located are divided into  $5\text{ m} \times 5\text{ m}$  boxes after feature extraction, and each box displays the mean values of the data features and parameters.

### 2.1. Data Analysis

After filtering and the binning process, the handover operations in the data are detected in the Python platform. Handover-induced downlink data rate increases were evaluated by creating a new data frame containing the number of 100 data rows before and after each Cell ID change. As shown in Figure 1, the handover procedure is performed considering the difference between serving cell RSRP and neighbor cell RSRP.

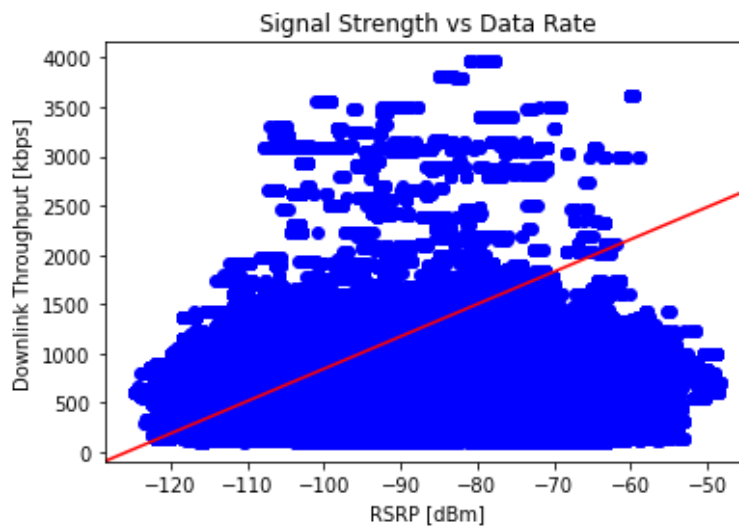


**Figure 1 Handover Mechanism**

In order for the handover process to occur, it is not only necessary for the neighbor cell's RSRP value to exceed the serving cell's RSRP value, but also it has to remain higher than it for a certain period of time.

### 3. RESULTS

On the new data frame obtained, it was calculated how long the neighbor cell RSRP values were higher than the serving cell RSRP values before the handover operations were performed, and the average handover times were determined. Then 80% of the data is used for training purposes in the KNN algorithm to achieve handover time prediction. After the training process, the handover time is reduced to 1.22 seconds from 1.98 seconds by increasing the coefficients of the RSRP value difference between the neighbor and the serving cell and timestamp.



**Figure 2 RSRP vs Data Rate**

RSRP is correlated with throughput and a scatter plot of data rate and RSRP values is presented in Figure 2. The linear trend line is also included in the scatter plot graph to show the increase of data rate with rising RSRP levels.

### 4. CONCLUSION

This research presented a KNN-based handover prediction for 4G and possibly 5G mobile networks and an analysis of the downlink throughput increase due to handover. In this study, the data collected by performing the drive test in Houston, TX was passed through various filtering processes, it was observed that a total of 503 handovers occurred, and an average of 33.9% downlink data rate increase was observed from handover operations. According to the drive test data collected with the RF scanner, the handover process was carried out in an average of 1.98 seconds. With the system redesigned on the Python platform, ‘Serving Cell Identity’, ‘Serving Cell RSRP’, ‘Neighbor Cell Identity’, ‘Neighbor Cell RSRP’, ‘Latitude’, ‘Longitude’ and ‘Timestamp’ values of the LTE lower layer parameters are used within the KNN algorithm and the handover process is reduced to an average of 1.22 seconds.

## REFERENCES

- [1] Egi, Y., & Eyceyurt, E., Classified 3D Mapping and Deep Learning Aided Signal Power Estimation Architecture for the Deployment of Wireless Communication Systems, EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking (2022).
- [2] Renuka, K. M., Kumari, S., Zhao, D., & Li, L., Design of a secure password-based authentication scheme for M2M networks in IoT enabled cyber-physical systems. IEEE Access, (2019).
- [3] Eyceyurt, E., Egi, Y., & Zec, J., Machine-Learning-Based Uplink Throughput Prediction from Physical Layer Measurements. Electronics, 11(8), 1227. (2022).
- [4] Zhohov, R., Palaios, A., Rydén, H., Moosavi, R., & Berglund, J. (2021, April). Reducing Latency: Improving Handover Procedure Using Machine Learning. In 2021 IEEE 93rd Vehicular Technology Conference (VTC2021-Spring) (pp. 1-5). IEEE.  
(Erişim tarihi: 22.05.2015)
- [5] Beşkirli, M., & Egi, Y. (2022). An efficient hybrid-based charged system search algorithm for active filter design. Neural Computing and Applications, 1-23.
- [6] Shayea, I., Dushi, P., Banafaa, M., Rashid, R. A., Ali, S., Sarijari, M. A., ... & Mohamad, H. Handover Management for Drones in Future Mobile Networks—A Survey. Sensors, 22(17), 6424. (2022).
- [7] Masri, A., Veijalainen, T., Martikainen, H., Mwanje, S., Ali-Tolppa, J., & Kajó, M. (2021, May). Machine-learning-based predictive handover. In 2021 IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM) (pp. 648-652). IEEE.
- [8] Chen, Y., Niu, K., & Wang, Z. (2021). Adaptive handover algorithm for LTE-R system in high-speed railway scenario. IEEE Access, 9, 59540-59547.
- [9] Zhohov, R., Palaios, A., Rydén, H., Moosavi, R., & Berglund, J. (2021, April). Reducing Latency: Improving Handover Procedure Using Machine Learning. In 2021 IEEE 93rd Vehicular Technology Conference (VTC2021-Spring) (pp. 1-5). IEEE.

## ORGANİK OPTOELEKTRONİK MALZEMELERİN HOMO VE LUMO ENERJİ SEVİYELERİNİN POTANSİYELE GÖRE DEĞİŞİMİ

**Dr. AHMET BATTAL**

Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, a.battal@alparslan.edu.tr - 0000-0003-0208-1564.

### ÖZET

Bu çalışmada karbazol tabanlı ve farklı aldehit grubun bağlı olduğu ligand **4** ve ligand **5** organik optoelektronik malzemeler üzerine potansiyel değişimine karşı enerji seviyesi hesaplama çalışmaları yürütüldü. Her iki malzemeye ait yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonlarının tersinmez olarak gerçekleştiği müşahade edildi. Elde edilen tersinmez reaksiyon eğrilerinden çeşitli yöntemlerle farklı potansiyel değerleri belirlendi. Bu potansiyel değerlerinin kullanılmasıyla ligand **4** ve ligand **5** malzemelerine ait olan HOMO ve LUMO enerji seviyeleri hesaplandı. Hesaplanan enerji seviyelerinin hesaplanan değerlerinde dikkate alınan potansiyel değerlerinin etkili olduğu anlaşıldı. Dolayısıyla optoelektronik malzemelere ait HOMO ve LUMO enerji seviyelerinin hesaplandığı ve hesaba uygun tasarımın gerçekleştiği teknolojilerde tercih edilen potansiyel değerinin de son derece önemli olduğu sonucuna ulaşıldı.

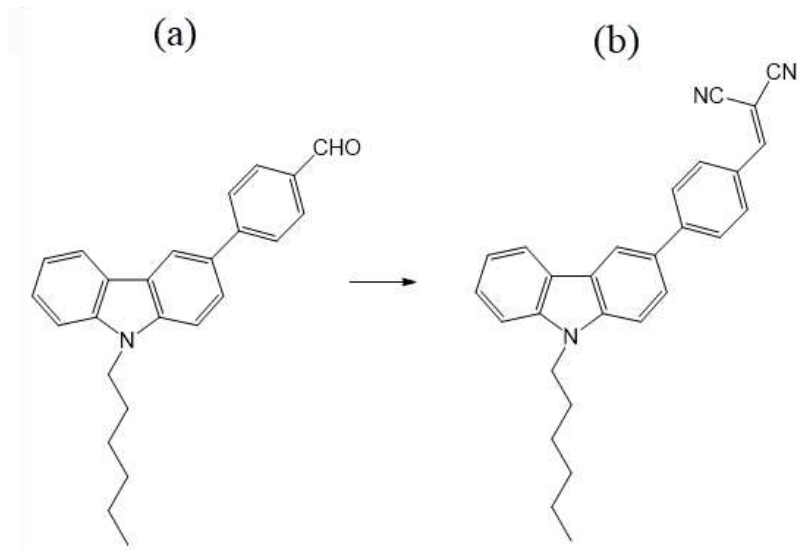
**Anahtar Kelimeler:** Organik Optoelektronik Malzemeler, HOMO ve LUMO Enerji Seviyesi, Potansiyel Değeri.

### 1. GİRİŞ

Organik ışık yayan diyot (OLED) ve organik güneş pili (OPV) gibi cihazların üretiminde kullanılacak organik optoelektronik malzemelerin en yüksek dolu olan moleküler orbitalinin (HOMO) ve en düşük boş olan moleküler orbitalinin (LUMO) enerji seviyeleri cihaz performansını etkileyen önemli parametrelerdendir (Hagberg et al., 2007; Yadav, Dubey, Chen, Liang, & Jou, 2020). Bu sebeple organik optoelektronik malzemeler kullanılarak elde edilen cihazlardaki serbest yük taşıyıcıların hareketliliği performansa direkt olarak etki etmektedir (Ong, Kee, Chowdhury, Yap, & Tou, 2016). Tabii ki üretilen cihazların tasarımında bir araya getirilen organik malzemelerin enerji seviyelerinin birbiriyle uyumlu olması verimi artıracaktır (Bässler, 1998). Eğer kullanılan malzemelerin enerji seviyelerinin dengesi göz ardı edilirse cihazın aktif tabakasında oluşan ya da bir araya gelecek serbest yük taşıyıcıların hareketi kolay olmayacak ve bu durumdan cihaz performansı olumsuz etkilenecektir (Hou et al., 2008; Ong et al., 2016). Dolayısıyla bu tür cihazların üretiminde kullanılacak organik optoelektronik malzemelerin HOMO ve LUMO enerji seviyelerinin net bir biçimde belirlenmesi gerekmektedir (Matamala & Alarcón, 2012).

Malzemelerin HOMO ve LUMO enerji seviyelerinin belirlenmesi işlemi sıklıkla siklik (döngüsel) voltametri (CV) yöntemi ile yapılmaktadır. Ancak CV yöntemiyle elde edilen CV eğrilerinden yararlanarak malzemelerin HOMO ve LUMO enerji seviyelerinin belirlenmesi, tercih edilecek potansiyel değerine göre farklılık göstermektedir (Espinoza et al., 2019). Tercih edilebilecek potansiyel değerleri yarı-dalga potansiyeli ( $E^{1/2}$ ), yarı-pik potansiyeli ( $E^{p/2}$ ), başlangıç potansiyeli ( $E^c$ ), büküm (dönüm) potansiyeli ( $E^i$ ) ve anodik/katodik pik potansiyeli ( $E^p$ ) olarak değişkenlik göstermektedir. Bu potansiyel değerlerinin belirlenmesi malzemelerin yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonu sonucu oluşan CV eğrilerine bağlıdır. Genellikle malzemelerin yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonuna ait CV eğrileri (siklik voltamogramları) tersinir, yarı-tersinir veya tersinmez reaksiyon şeklinde olmaktadır. Tersinir ve yarı-tersinir durumlarda hem anodik hem de katodik olmak üzere iki pik görülürken, çoğu tersinmez durumda ise ya anodik ya da katodik olmak üzere tek pikten oluşan bir yapı sergilenir. Tersinir ve yarı-tersinir şekilde oluşan CV eğrisinden  $E^{1/2}$ ,  $E^{p/2}$ ,  $E^c$ ,  $E^i$  ve  $E^p$  potansiyel değerlerinin belirlenmesi gerçekleşirken, tersinmez durumlarda CV eğrisinin tek pikli yapısından ötürü  $E^{1/2}$  potansiyel değeri hariç diğer tüm potansiyel değerleri bulunmaktadır (Elgrishi et al., 2018). Yükseltgenme ve indirgenme potansiyel değerlerinin tercih edilen çeşitli potansiyel değerlerine göre malzemeye ait sırasıyla HOMO ve LUMO enerji seviyeleri hesaplanmaktadır. Dolayısıyla dikkate alınan potansiyel değerine göre malzemenin HOMO ve LUMO enerji değerleri farklılık gösterecektir (Espinoza et al., 2019).

İşte bu durumlar dikkate alınarak bu çalışmada karbazol tabanlı ve farklı aldehid yapıları ligand **4** ve ligand **5** organik optoelektronik malzemelerin yükseltgenme ve indirgenme eğrilerinden belirlenen HOMO ve LUMO enerji seviyelerinin çeşitli potansiyel değerlerine göre değişimi izlendi. Tercih edilen potansiyel değerinin hesaplamalarda ne derece etkin olduğunun tespiti yapıldı. Ligand **4** ve ligand **5**'e ait olan kimyasal yapılar Görsel 1'de sunuldu.



Görsel 1. Ligand **4** (a) ve ligand **5** (b)'in kimyasal yapıları



## 2. DENEYSEL UYGULAMALAR

Karbazol tabanlı ve farklı aldehidlerin yapıda kullanılmasıyla elde edilen ligand **4** ve ligand **5** organik optoelektronik malzemelerin kimyasal sentezi, yapısı ve bir takım özellikleri daha önce rapor edildi (Altinolcek et al., 2021).

Görsel 1’de görüldüğü gibi yapıya eklenen aldehid grubun formilden disyonovininle farklılaşması enerji seviyelerini etkilemişti (Altinolcek et al., 2021). Bu çalışmada ise yükseltgenme ve indirgenme eğrilerinden yola çıkılarak doğal olarak oluşan hataları görmek için bazı tercih edilen potansiyel değerlerine göre HOMO ve LUMO enerji seviyelerinin değişimine bakıldı. Malzemelerin HOMO ve LUMO enerji seviyesinin hesaplanması yine Eşitlik 1’den faydalanarak tamamlandı (Murugesan, de Bettignies, Mercier, Guillerez, & Perrin, 2012).

$$E_{\text{HOMO/LUMO}} = -(4.8 + E^{\text{potansiyel}}) \quad \text{Eşitlik 1}$$

Eşitlik 1’de  $E^{\text{potansiyel}}$  yerine CV ile ulaşılan yükseltgenme ve indirgenme eğrilerinden bulunan farklı potansiyel değerleri yazılarak, malzemenin HOMO ve LUMO enerji seviyesi belirlendi. Tabii ki bazı potansiyel değerleri direkt olarak CV eğrilerinden okunurken bazı değerlerin doğru olarak okunamaması veya  $E^{\circ}$  başlangıç değer potansiyelinin ortam şartlarından etkilenmesinden dolayı daha güvenilir sonuçlar için diferansiyel analiz yöntemine başvuruldu.

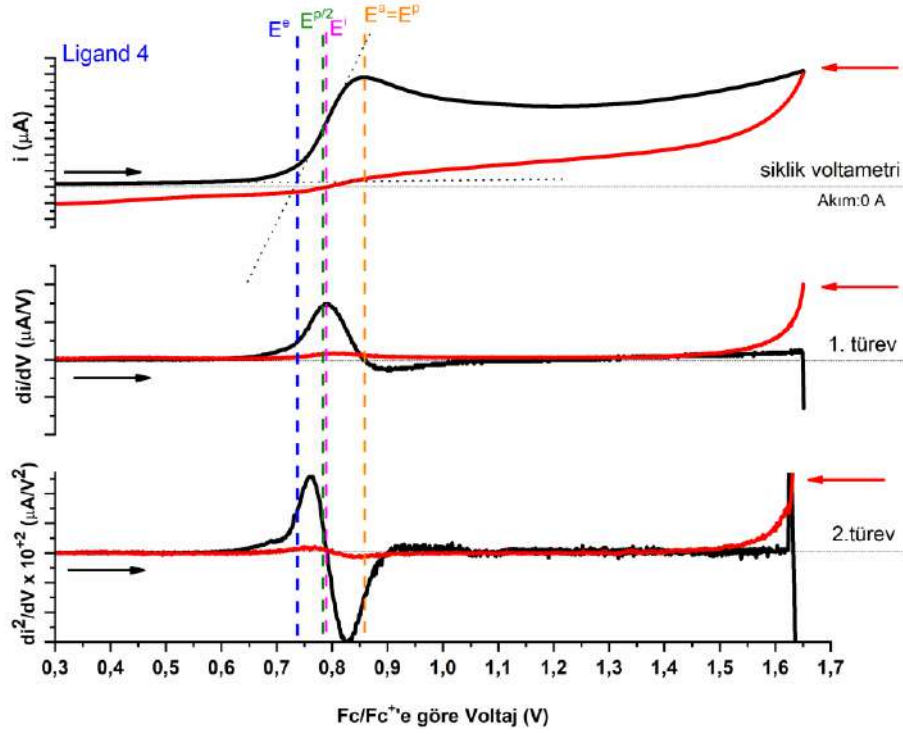
Aynı zamanda türev yöntemi olarak da isimlendirilen bu analiz yönteminde  $E^{\circ}$  yerine  $E^i$  diye simgelenen CV eğrisinin dönüm (büküm) potansiyeli kullanılarak daha hassas sonuçlar elde edilmeye çalışıldı.  $E^{\circ}$  potansiyeli akımın ilk sayısal değer aldığı pozisyonken,  $E^i$  büküm değeri ise CV voltamogramının ikinci türevinin potansiyel eksenini kestiği noktadır.

Ayrıca bir diğer potansiyel değeri olan  $E^p$  ise CV eğrisinin maksimum veya minimum değer aldığı noktalar olduğu için türev eğrisinde potansiyel eksenini kesen noktalardan bulundu (Espinoza et al., 2019).

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

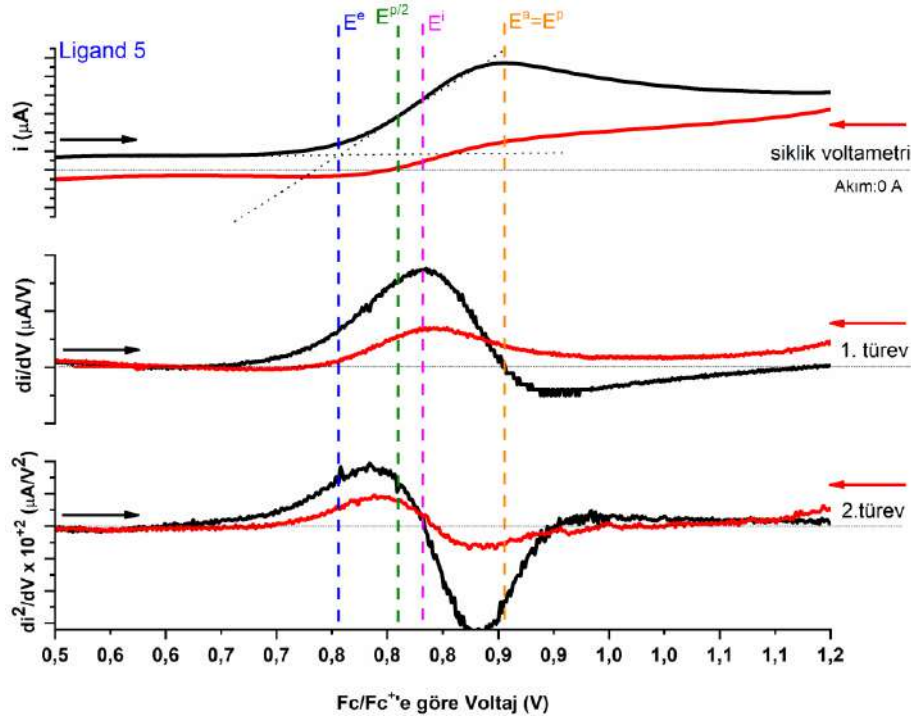
### 3.1. HOMO Enerji Seviyelerinin Değişimi

Ligand **4** ve ligand **5** organik optoelektronik malzemelerinin HOMO enerji seviyelerinin tayini için sırasıyla Görsel 2 ve Görsel 3’te görüldüğü gibi öncelikle her iki malzemenin CV yöntemiyle yükseltgenme eğrileri ve bu yükseltgenme eğrilerinin potansiyele göre birinci ve ikinci türevlerinin alınması suretiyle elde edilen türev eğrileri çizilerek çalışmaya başlandı.



**Görsel 2.** Ligand 4'ün yükseltgenme ve yükseltgenme ile ilgili birinci ve ikinci türev eğrileri

Görsel 2 ve Görsel 3'ten her iki malzemenin tek pikli tersinmez yükseltgenme eğrisine sahip olduğu gözlemlendi. Tersinmez süreç hesaplarının çoğunda sadece  $E^\circ$  potansiyeli dikkate alınır. Ancak  $E^\circ$  potansiyelinin ortama bağlı olarak hata içermesinden dolayı CV yöntemine ek olarak türev yönteminden faydalanıldı. Türev işleminden elde edilen eğrilerden ise  $E^i$  ve  $E^p$  potansiyelleri daha kolay ve net bir biçimde belirlendi.



**Görsel 3.** Ligand 5'in yükseltgenme ve yükseltgenme ile ilgili birinci ve ikinci türev eğrileri

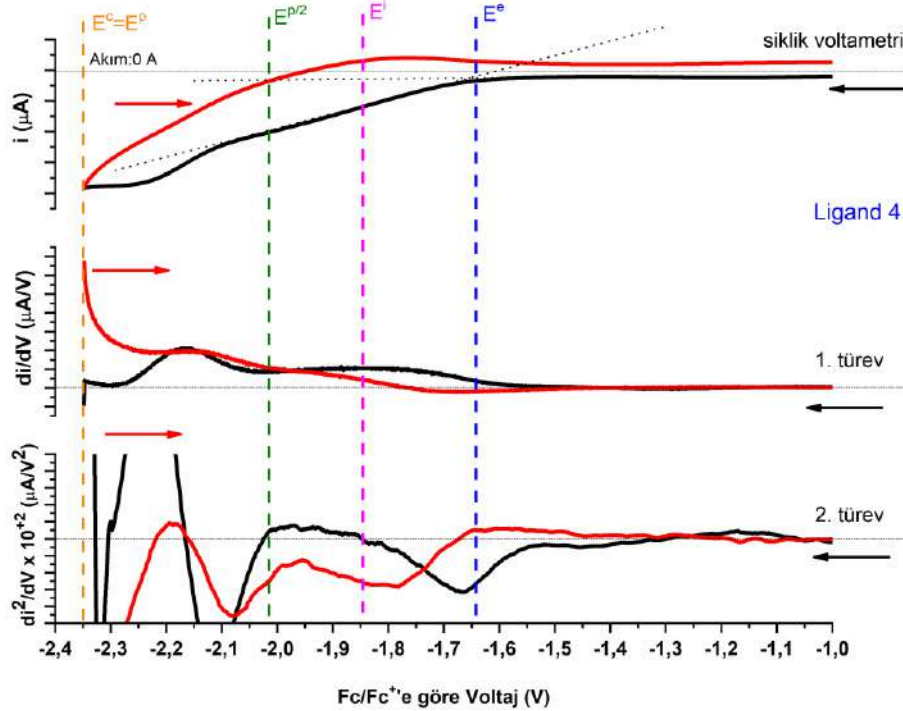
Böylece tersinmez şekilde gerçekleşen yükseltgenme reaksiyon eğrisinden yola çıkılarak bulunacak HOMO enerji seviyesinin tayininde tercih edilecek çeşitli potansiyel değerleri ( $E^e$ ,  $E^{p/2}$ ,  $E^i$  ve  $E^p$ ) OriginLab programıyla belirlenmiş oldu. Çeşitli potansiyel değerlerinin ve bu potansiyel değerlerinden hesaplanan HOMO enerji seviyeleri Çizelge 1’de verildi.

**Çizelge 1. Ligand 4’e ait potansiyel ve enerji değerleri**

Ligand 4	$E^e$ (V)	$E^{p/2}$ (V)	$E^i$ (V)	$E^p$ (V)
Yükseltgenme Potansiyeli (V)	+0,73	+0,78	+0,79	+0,86
İndirgenme Potansiyeli (V)	-1,64	-2,02	-1,85	-2,35
HOMO Seviyesi (eV)	-5,53	-5,58	-5,59	-5,66
LUMO Seviyesi (eV)	-3,16	-2,78	-2,95	-2,45

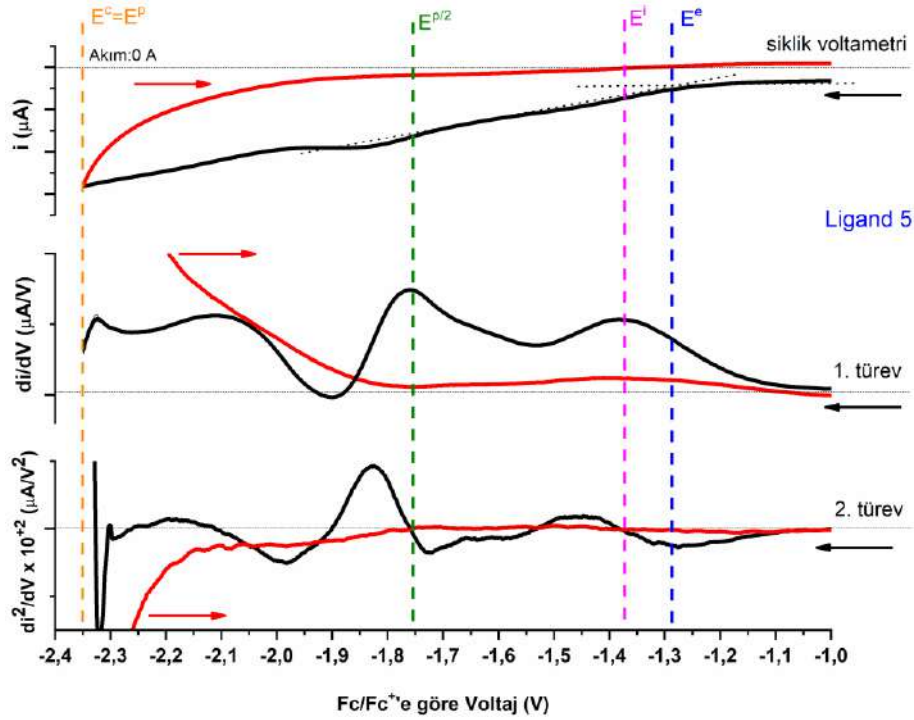
### 3.2. LUMO Enerji Seviyelerinin Değişimi

Ligand 4 ve ligand 5 organik optoelektronik malzemelerinin LUMO enerji seviyelerinin tayini için sırasıyla Görsel 4 ve Görsel 5’te görüldüğü gibi öncelikle her iki malzemenin CV yöntemiyle indirgenme eğrileri ve bu indirgenme davranışından yararlanarak birinci ve ikinci türevlerinin alınması suretiyle türev eğrilerine ulaşıldı.



**Görsel 4. Ligand 4’ün indirgenme ve indirgenme ile ilgili birinci ve ikinci türev eğrileri**

Görsel 4 ve Görsel 5’ten her iki malzemenin tek pikli tersinmez indirgenme eğrisine sahip olduğu voltamogramlarda izlendi. Tersinmez şekilde gerçekleşen indirgenme eğrisinden faydalanarak öncelikle  $E^e$ ,  $E^{p/2}$ ,  $E^i$  ve  $E^p$  potansiyel değerleri belirlendi. Daha sonra ise belirlenen indirgenme potansiyel değerlerinden yola çıkılarak LUMO enerji seviyesi değerleri potansiyellere göre hesaplandı ve Çizelge 2’de sunuldu.



Görsel 5. Ligand 5'in indirgenme ve indirgenme ile ilgili birinci ve ikinci türev eğrileri

Çizelge 2. Ligand 5'e ait potansiyel ve enerji değerleri

Ligand 5	$E^e$ (V)	$E^{p/2}$ (V)	$E^i$ (V)	$E^p$ (V)
Yükseltgenme Potansiyeli (V)	+0,75	+0,81	+0,83	+0,91
İndirgenme Potansiyeli (V)	-1,30	-1,75	-1,37	-2,35
HOMO Seviyesi (eV)	-5,55	-5,61	-5,63	-5,71
LUMO Seviyesi (eV)	-3,51	-3,05	-3,43	-2,45

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sunulan bu çalışma kapsamında karbazol tabanlı ve farklı aldehid grupların takılı olduğu ligand 4 ve ligand 5 organik optoelektronik malzemelerin çeşitli potansiyellere göre enerji hesaplamaları başarılı bir biçimde gerçekleştirildi. CV ve türev eğrilerinden yararlanarak belirlenen değişik potansiyel değerleri malzemelerin HOMO ve LUMO enerji değerlerinin hesaplanmasında kullanıldı. Daha sonra enerji seviyelerinin potansiyele göre karşılaştırılması yapıldı.  $E^e$  başlangıç potansiyeli kullanılarak hesaplanan HOMO enerji seviyesi, yükseltgenme potansiyelinde olduğu gibi hem ligand 4 hem de ligand 5 için diğer potansiyellerden hesaplanan enerji değerlerinden düşük çıktı. Başlangıç potansiyelinin dikkate alınmasıyla belirlenen indirgenme potansiyelleri diğer potansiyel değerlerine göre daha büyük negatif değer aldı. Ayrıca başlangıç potansiyeli yerine diğer potansiyel değerlerinin dikkate alınmasıyla hesaplanan LUMO enerji seviyeleri ise başlangıç potansiyelinin kullanılmasıyla elde edilen enerji seviyesi ile kıyaslanınca vakum seviyesinden daha çok uzaklaştığı görüldü. Dolayısıyla HOMO ve LUMO enerji seviyelerinin hesaplanmasında yükseltgenme ve indirgenme eğrilerinden belirlenen potansiyellerin etkisinin olduğu anlaşıldı. Bundan dolayı teknolojik cihaz uygulamalarında büyük önem sahip olan malzemelerin HOMO ve LUMO enerji seviyesi hesaplamalarında seçilen potansiyel değerinin rolü ayrıca dikkate alınmalıdır.

## KAYNAKÇA

- Altinolcek, N., Battal, A., Vardalli, C. N., Tavasli, M., Yu, H. A., Peveler, W. J., & Skabara, P. J. (2021). Carbazole-based D- $\pi$ -A molecules: Determining the photophysical properties and comparing ICT effects of  $\pi$ -spacer and acceptor groups. *Journal of Molecular Structure*, 1239, 130494. doi:<https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.130494>
- Bässler, H. (1998). Injection, transport and recombination of charge carriers in organic light-emitting diodes. *Polymers for Advanced Technologies*, 9(7), 402-418. doi:[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1581\(199807\)9:7<402::AID-PAT796>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1581(199807)9:7<402::AID-PAT796>3.0.CO;2-6)
- Elgrishi, N., Rountree, K. J., McCarthy, B. D., Rountree, E. S., Eisenhart, T. T., & Dempsey, J. L. (2018). A Practical Beginner's Guide to Cyclic Voltammetry. *Journal of Chemical Education*, 95(2), 197-206. doi:10.1021/acs.jchemed.7b00361
- Espinoza, E. M., Clark, J. A., Soliman, J., Derr, J. B., Morales, M., & Vullev, V. I. (2019). Practical Aspects of Cyclic Voltammetry: How to Estimate Reduction Potentials When Irreversibility Prevails. *Journal of the Electrochemical Society*, 166(5), H3175-H3187. doi:10.1149/2.0241905jes
- Hagberg, D. P., Marinado, T., Karlsson, K. M., Nonomura, K., Qin, P., Boschloo, G., . . . Sun, L. (2007). Tuning the HOMO and LUMO Energy Levels of Organic Chromophores for Dye Sensitized Solar Cells. *The Journal of Organic Chemistry*, 72(25), 9550-9556. doi:10.1021/jo701592x
- Hou, J., Park, M.-H., Zhang, S., Yao, Y., Chen, L.-M., Li, J.-H., & Yang, Y. (2008). Bandgap and Molecular Energy Level Control of Conjugated Polymer Photovoltaic Materials Based on Benzo[1,2-b:4,5-b']dithiophene. *Macromolecules*, 41(16), 6012-6018. doi:10.1021/ma800820r
- Matamala, A. R., & Alarcón, A. A. (2012). A simple model for the calculation of HOMO and LUMO energy levels of benzocatafusenes. *International Journal of Quantum Chemistry*, 112(5), 1316-1322. doi:<https://doi.org/10.1002/qua.23135>
- Murugesan, V., de Bettignies, R., Mercier, R., Guillerez, S., & Perrin, L. (2012). Synthesis and characterizations of benzotriazole based donor-acceptor copolymers for organic photovoltaic applications. *Synthetic Metals*, 162(11), 1037-1045. doi:<https://doi.org/10.1016/j.synthmet.2012.04.006>
- Ong, T. S., Kee, Y. Y., Chowdhury, R., Yap, S. S., & Tou, T. Y. (2016). Effects of concentration profile on charge injection in continuously graded mixed-host organic light emitting diode. *Thin Solid Films*, 618, 60-65. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tsf.2016.07.005>
- Yadav, R. A. K., Dubey, D. K., Chen, S.-Z., Liang, T.-W., & Jou, J.-H. (2020). Role of Molecular Orbital Energy Levels in OLED Performance. *Scientific Reports*, 10(1), 9915. doi:10.1038/s41598-020-66946-2



## EFFICIENCY MEASUREMENT OF TURKISH UNIVERSITIES USING THE STOCHASTIC FRONTIER MODEL

İSMAİL YENİLMEZ <sup>1</sup>, YELİZ MERT KANTAR <sup>2</sup>, İBRAHİM ARIK <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eskişehir Technical University, Science Faculty, [ismailyenilmez@eskisehir.edu.tr](mailto:ismailyenilmez@eskisehir.edu.tr) - 0000-0002-3357-3898

<sup>2</sup> Eskişehir Technical University, Science Faculty, [ymert@eskisehir.edu.tr](mailto:ymert@eskisehir.edu.tr) - 0000-0001-7101-8943

<sup>3</sup> Dumlupınar University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, [ibrahim.arik@dpu.edu.tr](mailto:ibrahim.arik@dpu.edu.tr) - 0000-0002-4396-5182

### ABSTRACT

In this study, the efficiency measurement of the top fifty Turkish Universities has been conducted. The top fifty Turkish Universities are listed by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) according to the Entrepreneur and Innovative University Index every year. The index, which started to be calculated with five components in 2012, has started to be calculated based on four components since 2018. Four components are scientific and technological research competency, intellectual property pool, cooperation and interaction, and economic and social contribution. The four components consist of twenty-three sub-components and all of them are taken into account in this study. The 2021 list announced in January 2022 has been discussed within the research. Technical efficiency analysis is important to determine the position of a university in the system. The well-known efficiency analysis methods are data envelopment analysis as a non-parametric method and the Stochastic Frontier Model as a parametric method. The Stochastic Frontier Model is used for measuring technical efficiency in this study in terms of parametric structure. Therefore, the statistical significance of the sub-components that make up the index with certain weights has been examined in terms of the efficiency measurement calculated through the Stochastic Frontier Model in the context of the study. The relationship between the efficiency ranking estimated based on the Stochastic Frontier Model and the Entrepreneur and Innovative University Index ranking is discussed in detail. Compatible and incompatible findings of the efficiency measurement list and Entrepreneur and Innovative University Index list related to Turkish Universities are shared.

**Keywords :** Efficiency; Entrepreneur and Innovative Universities; Turkish Universities; Stochastic Frontier Model; TÜBİTAK.

### 1. INTRODUCTION

Technical efficiency is frequently used for performance measurement. Technical efficiency can be defined by functional form and is more common than allocative efficiency. Production activities can be expressed as functions and technical efficiency based on production activities



can be analysed by data envelopment analysis (DEA) and Stochastic Frontier Model (SFM). The well-known efficiency analysis methods are DEA as a non-parametric method and SFM as a parametric method. Organizations such as companies and institutions can be listed according to their efficiency and a list can be put forward.

In literature, the determinants of Turkish university's efficiencies have been analysed by DEA and Panel Tobit model [1]. The two-stage DEA has been used to determine factors in the efficiency of Turkish universities for the 2006-2010 period. As another example for a different country, the impact of higher education has been analysed for entrepreneurship and innovation [2]. In this study, the higher education impact has been investigated as a case study for Mexico. As another example of Turkish universities' efficiency analysis, an analysis of listed Turkish universities has been conducted [3]. DEA has been used in this study for the 2011-2016 period. The top fifty Turkish Universities are listed by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) according to the Entrepreneur and Innovative University Index (EIUI) every year. The EIUI has been used in [3]. As another methodological example, multilevel frontier analysis has been used for the efficiency measurement of higher education units [4].

The motivation of this study is to rank Turkish universities according to their efficiency thus analyses have been made based on the universities' outputs (assuming production activities). In this study, the sub-components that make up the EIUI have been used and the technical efficiencies based on activities have been calculated considering the sub-components of EIUI. In Section 2, information about the stochastic frontier model used in this study for technical efficiency analysis is presented. In Chapter 3, the findings of the application study are shared. In section 4, all the results related to the findings are presented.

## 2. PRELIMINARIES AND METHODOLOGY

### 2.1. Stochastic Frontier Function

Mathematical representation of maximum possible outputs is written as:

$$y_i = f(x_i; \beta) \quad (1)$$

In order to estimate the unknown parameter ( $\beta$ ) for the maximum output ( $y_i$ ) obtainable from  $x_i$ , a solution proposal has been made by emphasizing the lack of frontier and statistical information. Frontier contributions [5-6] are added to model.

The frontier production model without random component can be written as:

$$y_i = f(x_i; \beta)TE \quad (2)$$

$y_i$  is the observed scalar output of the producer,

$x_i$  is a vector of N inputs used by the producer,

$f(x_i; \beta)$  is the frontier production function.

$TE$  denotes the technical efficiency

$TE$  is defined as the ratio of observed output to maximum feasible output

$$\begin{aligned} TE &< 1, \\ TE &= y_i/f(x_i; \beta) \end{aligned} \quad (3)$$

The Eq. 2 is deterministic model. Statistical information [7-8] are added to model. The maximum producible output expressed as technical inefficiency cannot be obtained from Eq. 2. An alternative model including shocks is presented in Eq. 4-5 as the model included statistical information. One-sided [7] and modification for it [8] are written as:

$$y_i = f(x_i; \beta) + \varepsilon_i \quad (4)$$

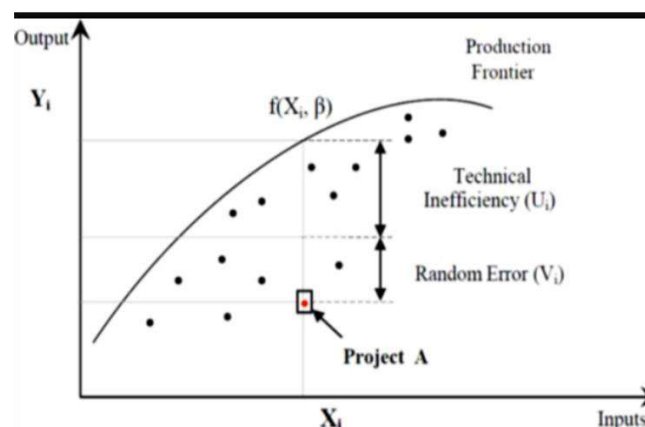
In fact, the error term ( $\varepsilon_i$ ) in Eq. 4 is accepted as follows:

$$\varepsilon_i = v_i - u_i \quad (5)$$

In this way, Eq.5 is obtained:

$$y_i = f(x_i; \beta) + V_i - U_i \quad (6)$$

$V_i$  and  $U_i$  represent random effects (statistical noise, measurement errors, random factors outside the firm's control and random variables that are not included in the production function) and technical efficiency (non-negative random variable representing inefficiency), respectively.



**Figure 1. Graph of Stochastic Frontier Model (Handley, Skowronski and Thakar, 2022)**

Fig. 1 shows a visual representation of SFM.  $X$  axis represent the inputs (labour,oney, raw materials etc.) and  $Y$  axis represent the outputs (output of the production unit)

## 2.2. Estimation for Stochastic Frontier Model

Cobb-Douglas and translog production functions can be used in the SFM framework for advantages of linear transformation.

Stochastic frontier production function can be written as:

$$y_i = f(x_i; \beta) \exp\{-u_i\} \exp\{v_i\} \quad (7)$$

SFM can be estimated by maximum likelihood estimation (MLE). In this study, Cobb-Douglas production function is used because of its implementation and interpretation:

$$\log(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \log(x_i) + \varepsilon_i \quad (8)$$

Log-likelihood function is written as:

$$\log L = \log f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^m \log f(x_i) \quad (9)$$

The partial derivatives of the  $\log L$  function with respect to the parameters are found and likelihood equations are obtained. Numerical approaches and algorithms can be used for operations that are difficult or unreachable to solve analytically.

### 3. EIUI DATA ANALYSIS

The Entrepreneur and Innovative University Index (EIUI) is released every year by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK). The top fifty Turkish Universities are listed by TÜBİTAK according to the EIUI every year.

The index has been calculated with five components in 2012 firstly. The index has started to be calculated based on four components since 2018. Four components are scientific and technological research competency, intellectual property pool, cooperation and interaction, and economic and social contribution. The four components consist of twenty-three sub-components.

All of the sub-components are taken into account in this study and the 2021 list announced in January 2022 has been discussed within the research. However, feature selection methods have been used and sub-components of Component-1 (scientific and technological research competency) have been focused for the analysis of the activities of the universities in the index list. Feature selection is the process of reducing the number of input variables while developing a model. It is desirable to reduce the number of input variables in order to reduce the computational cost of the modeling and improve the performance of the model.

The number of academic staff (Research assistant, Lecturer, Assistant Professor, Associate Professor, Professor) is accepted as input and 5 sub-components of the Component-1 is accepted as outputs and efficiency analyzes have been made. In addition, a similar analysis has been made by considering only the number of faculty members (Assistant Professor, Associate Professor, Professor). All results are presented in Table 1. In Table 1, *EIUI* represents the Entrepreneur and Innovative University Index, *C-1* represents the Component-1 (scientific and technological research competency). *C-1 %* is the percentage of *C-1*. *TE-1* is the technical efficiency value that takes into account all academic staff and *TE-2* is the technical efficiency value that only takes into account the faculty members.  $>$  represents a binary variable that takes a value of 1 if the *TE-1* is greater than the *TE-2* and 0 otherwise.

**Table 1. EIUI, Component-1, and Technical Efficiency Values**

Universities	EIUI	C-1	C-1 %	TE-1	TE-2	>
MIDDLE EAST TECHNICAL U.	83,7	12,04	80,27	0,74	0,51	1
SABANCI U.	75,72	9,99	66,60	0,31	0,33	0
ISTANBUL TECHNICAL U.	72,52	10,78	71,87	0,90	0,81	1
İHSAN DOĞRAMACI BILKENT U.	68,35	10,87	72,47	0,43	0,41	1
YILDIZ TECHNICAL U.	66,97	9,25	61,67	0,54	0,49	1
KOC U.	65,5	11,64	77,60	0,35	0,42	0
GEBZE TECHNICAL U.	62,71	8,73	58,20	0,27	0,21	1
BOGAZICI U.	62,34	9,14	60,93	0,62	0,88	0
IZMIR HIGH TECHNOLOGY INSTITUTE	59,74	8,82	58,80	0,39	0,27	1
ÖZYEĞİN U.	58,18	6,34	42,27	0,51	0,48	1
HACETTEPE U.	57,06	11,09	73,93	0,87	0,84	1
ERCIYES U.	56,08	8,33	55,53	0,72	0,65	1
GAZI U.	54,44	9,47	63,13	0,61	0,48	1
EGE U.	54,28	9,05	60,33	0,86	0,83	1
ANKARA U.	53,33	10,11	67,40	0,82	0,93	0
DOKUZ EYLÜL U.	51,81	8,21	54,73	0,94	0,93	1
ISTANBUL U.-CERRAHPAŞA	51,74	8,17	54,47	0,66	0,73	0
ISTANBUL U.	49,74	9,76	65,07	0,85	0,88	0
ESKİSEHIR TECHNICAL U.	47,14	5,86	39,07	0,42	0,47	0
BURSA ULUDAG U.	46,71	6,69	44,60	0,87	0,82	1
SAKARYA U.	45,99	6,82	45,47	0,56	0,62	0
MARMARA U.	45,68	8,03	53,53	0,84	0,82	1
TOBB ECONOMY AND TECHNOLOGY U.	44,79	6,04	40,27	0,53	0,72	0
YAŞAR U.	44,79	5,11	34,07	0,56	0,38	1
YEDİTEPE U.	44,1	6,03	40,20	0,65	0,72	0
CUKUROVA U.	43,77	6,81	45,40	0,78	0,67	1
AKDENİZ U.	43,72	6,74	44,93	0,94	0,91	1
KOCAELİ U.	42,85	5,74	38,27	0,80	0,71	1
ESKİSEHIR OSMANGAZI U.	41,88	6,4	42,67	0,68	0,60	1
SELCUK U.	41,54	7,15	47,67	0,79	0,58	1
KARADENİZ TECHNICAL U.	40,81	7,3	48,67	0,83	0,78	1
KONYA TECHNICAL U.	40,34	6,11	40,73	0,19	0,19	1
ATILIM U.	40,17	5,72	38,13	0,41	0,30	1
HASAN KALYONCU U.	40,15	4,16	27,73	0,23	0,24	0
ISTANBUL MEDİPOL U.	39,7	5,93	39,53	0,89	0,89	1
ATATURK U.	38,52	7,94	52,93	0,79	0,79	1
PAMUKKALE U.	38,39	5,62	37,47	0,89	0,83	1
BAHCESEHIR U.	38,18	5,84	38,93	0,84	0,81	1
SULEYMAN DEMİREL U.	37,13	6,19	41,27	0,74	0,71	1
ABDULLAH GUL U.	37,05	7,26	48,40	0,32	0,22	1
FIRAT U.	37,02	7,27	48,47	0,55	0,51	1
IZMIR U. OF ECONOMICS	36,3	5,55	37,00	0,85	0,83	1
ISTANBUL OKAN U.	35,88	3,8	25,33	0,78	0,87	0
ANADOLU U.	35,47	6,39	42,60	0,56	0,77	0
ÇANAKKALE ONEKİZ MART U.	35,42	4,96	33,07	0,90	0,91	0
ONDOKUZ MAYIS U.	35,23	6,58	43,87	0,87	0,74	1

BURSA TECHNICAL U.	35,04	5,32	35,47	0,57	0,53	1
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT U.	34,79	5,74	38,27	0,31	0,30	1
ACIBADEM MEHMET ALI AYDINLAR U.	33,97	5,63	37,53	0,89	0,91	0
ISTANBUL BİLGİ U.	33,41	5,42	36,13	0,89	0,81	1

#### 4. CONCLUSION

Differences have been found between the ranking based on technical efficiency results and the Component-1 ranking or the index ranking which is relatively parallel to the Component-1 ranking.

The top 10 universities according to TE-1 are Dokuz Eylül U., Akdeniz U., Çanakkale Onsekiz Mart U., Istanbul Technical U., Istanbul Bilgi U., Istanbul Medipol U., Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar U., Pamukkale U., Hacettepe U., Bursa Uludağ U.

The top 10 universities according to TE-1 are Dokuz Eylül U., Ankara U., Çanakkale Onsekiz Mart U., Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar U., Akdeniz U., Istanbul Medipol U., Istanbul U., Boğaziçi U., Istanbul Okan U., Hacettepe U.

It has been concluded that TE-2 is better than TE-1 with the inclusion of Research Assistants and Lecturers as inputs in the analysis for some universities (Sabancı U., Koc U., Bogazici U., Ankara U., Istanbul U.-Cerrahpaşa, Istanbul U., Eskişehir Technical U., Sakarya U., TOBB Economy And Technology U., Yeditepe U., Hasan Kalyoncu U., Istanbul Okan U., Anadolu U., Çanakkale Onsekiz Mart U., Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar U.).

It is deduced from the results that besides the evaluations based on basic measurements such as the size, totals, and weighted means of the quantitative values, the inputs whose contribution is important in the emergence of these values should be taken into consideration. Technical efficiency is one of the measurements that can realize the analysis of input-output-oriented. Technical efficiency makes it with the stochastic frontier model caused differences between the lists in this study. At this stage, it is important to include input-output-oriented measures such as technical efficiency measurement in cumulative evaluations.

Efficiency analysis can be carried out for panel data by using the EIUI data discussed in this study as cross-sectional data.

#### REFERENCES

- [1] Selim S. And Bursalıoğlu, S. A., *Analysis of the Determinants of Universities in Turkey: Application of the Data Envelopment Analysis and Panel Toit Model*, CY-ICER 2013, 895-900, Cyprus, 2013.
- [2] Portuguese Castro, M., Ross Scheede, C., & Gómez Zermeño, M. G. (2019). The Impact of Higher Education on Entrepreneurship and the Innovation Ecosystem: A Case Study in Mexico. *Sustainability*, 11(20), 5597. <https://doi.org/10.3390/su11205597>
- [3] Saygın Karagöz, Ö. , Deveci Kocakoç, İ. & Üçdoğruk, Ş. (2020). Girişimcilik ve Yenilikçilik Faaliyetleri Odağında Türkiye'deki Üniversitelerin Etkinlik Analizi . *İzmir İktisat Dergisi* , 35 (4) , 713-723 . DOI: 10.24988/ije.202035404
- [4] Naderi, A. Efficiency measurement of higher education units using multilevel frontier analysis. *J Prod Anal* 57, 79–92 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11223-021-00621-0>
- [5] Timmer, C. P. (1971). Using a Probabilistic Frontier Production Function to Measure Technical Efficiency. *Journal of Political Economy*, 79(4), 776–794. <http://www.jstor.org/stable/1830828>

- [6] Dugger, R., (1974), “An Application of Bounded Nonparametric Estimating Functions to the Analysis of Bank Cost and Production Functions”, unpublished Ph.D. dissertation (University of North Carolina, Chapel Hill, NC)
- [7] Schmidt, P., (1976), “On the Statistical Estimation of Parametric Frontier Production Functions”, *Review of Economics and Statistics* 58, pp. 238-239
- [8] Aigner, D., Lovell, C. and Schmidt, P. (1977), “Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models”, *Journal of Econometrics*, Vol. 6 No. 1, pp. 21-3
- [9] Handley, S., Skowronski, K., & Thakar, D. (2022). The single-sourcing versus multisourcing decision in information technology outsourcing. *Journal of Operations Management*, 68( 6-7), 702– 727. <https://doi.org/10.1002/joom.1174>



## COMPARISON OF BOX-JENKINS AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS METHODS: DEMAND FORECAST FOR CERAMIC SANITARY WARE

ALPER SİNAN ÇALIK<sup>1</sup>, İSMAİL YENİLMEZ<sup>2</sup>, ÖMER SEVİNÇTEKİN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eskişehir Technical University, Science Faculty, [alpersinancialikk@gmail.com](mailto:alpersinancialikk@gmail.com) - 0000-0002-2323-0998

<sup>2</sup> Eskişehir Technical University, Science Faculty, [ismailyenilmez@eskisehir.edu.tr](mailto:ismailyenilmez@eskisehir.edu.tr) - 0000-0002-3357-3898

<sup>3</sup> Eczacıbaşı, [omersevincctekin@gmail.com](mailto:omersevincctekin@gmail.com) - 0000-0002-9262-1642

### ABSTACT

The ceramic industry is one of the most critical industries in the world in terms of production-consumption volume. The estimated sector value of the ceramics industry according to 2018 data is 229 billion dollars. It is predicted that the value of the sector will reach 407 billion dollars in 2025. The ceramic industry in Türkiye has an important role in producing and exporting value-added products. In addition, it is a dynamic sector that is constantly advancing. The industry has the ability to multiple input multiple outputs - MIMO system. Obtaining importable outputs with domestic inputs reveals the importance of this sector. Demand is a determining factor for large-scale productions and demand forecasting is important for ceramic manufacturers. Reducing operational costs and accelerating decision-making are some of the benefits of demand forecasting. In addition, when factors such as supply, transportation, and logistics are taken into account, demand and demand-based planning cannot be ignored for the sector and it is desired to be determined in advance. In this study, the Box-Jenkins method, which is traditionally used in time series analysis, and Artificial Neural Networks (ANN) method are used for demand forecasting. Comparisons have been made in the research over real datasets obtained from manufacturers of ceramic sanitary ware. Since the methods are compared with statistical criteria, measurable findings have been revealed. The results revealed that ANN methods are superior to the Box-Jenkins method according to the root-mean-square error – RMSE and mean absolute percentage error - MAPE values. On the other hand, with the trained model, a demand forecast for the upcoming period has been created.

**Keywords :** Demand forecast, Artificial Neural Networks, Box-Jenkins, Time Series Analysis, Ceramic sanitary ware.

### 1. INTRODUCTION

Demand forecasting methods are frequently used in planning and decision-making, and individuals and groups in positions such as decision-makers and policymakers benefit from these methods, especially in the production planning phase. Studies revealing the importance of demand forecasting have been conducted from the past to the present [1-3], and demand

forecasting has increased its importance as a dynamic topic, with components such as developing industry, economy, logistics, and technology.

Comparative analysis of Box-Jenkins (BJ) and artificial neural networks (ANN) approaches is a common practice in the literature, for instance, two approaches have been used to model time series data of water consumption in Kuwait [4]. On the other hand, demand forecasting studies have been carried out for many different industries in the literature. For the pharmaceutical industry, demand forecasting has been conducted through time series analysis and regression models [5]. As an example of demand forecasting analysis for another sector, demand forecasting for the e-retail sector has been analysed using machine learning and deep learning methods [6]. Demand forecasting was carried out in food and beverage enterprises by using ANN and regression methods [7].

In this study, a comparative analysis has been conducted on the demand forecast of a manufacturer in the ceramics industry. For this purpose, time series analysis approaches (BJ), which is a traditional method, have been used. In addition, analysis based on ANN has been conducted as an innovative approach. The results of these two methods have been shared and compared.

The paper is organized as follows: Theoretical information on the approaches used is presented in Section 2. In Section 3, industry data has been analysed. In Section 4, all the concluding remarks have been presented with a comparative analysis.

## 2. PRELIMINARIES AND METHODOLOGY

### 2.1. Box-Jenkins Method

The combination of the autoregressive (AR) model and moving-average (MA) model results in Box-Jenkins ARMA model.

$$\begin{aligned} X_t = & \delta + \phi_1 X_{t-1} + \phi_1 X_{t-2} + \dots + \phi_1 X_{t-p} + \\ & A_t - \theta_1 A_{t-1} - \theta_2 A_{t-2} - \dots - \theta_q A_{t-q} \end{aligned} \quad (1)$$

In the Box-Jenkins model, analyzes are carried out with the assumption that the time series is stationary, but if it is non-stationary, it can be overcome. It is one of the applications in the literature to take the difference of non-stationary series one or more times to obtain stationarity. For this case, analysis can be continued with an ARIMA model where the letter "I" stands for "Integrated".

Box-Jenkins time series model formation is performed in order of three basic stages (Model Description, Model Estimation, Model Validation-Diagnostic Checking)

Unit root testing can be done by applying one of the basic tests that include Augmented Dickey-Fuller (ADF), Phillips- Perron (PP), and Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). The result about stationarity is obtained, if it is non-stationary, it can be made stationary.

The parameters of the model can be estimated using one of the conventional estimation methods, such as the Ordinary Least Square (OLS) method, the moments method (MM), and the maximum likelihood (ML).

Finally, the checking can be done by applying one of the basic tests like Ljung -Box test.

## 2.2. Artificial Neural Network Method

The method inspired by the biological neural network is called Artificial Neural Network (ANN) as a computational system.

Artificial Neural Network consists of 3 layers (input layer, hidden layers, output layer). In the first stage, the initial data for the neural network is processed. In the second stage, all calculations between the input and output layers are made. In the third stage, results are obtained according to the inputs.

$X_k$  is the matrix of the weight value and the threshold;  $g_k$  is the gradient of the function;  $\eta_k$  represents the learning rate:

$$X_{k+1} = X_k - \eta_k g_k \quad (2)$$

The hidden layer and the output layer are given, respectively:

$$\begin{aligned} n_j &= \sum_i w_{ji} x_i - \theta_j \\ y_j &= f(\sum_i w_{ji} x_i - \theta_j) = f(n_j) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} n_l &= \sum_j v_{lj} y_j - \theta_l \\ z_l &= f(\sum_j v_{lj} y_j - \theta_l) = f(n_l) \end{aligned} \quad (4)$$

The methods used to compare the methods are Root Mean Square Error (RMSE) and Mean absolute percentage error (MAPE) and the methods are given, respectively.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n e_j^2} \quad (5)$$

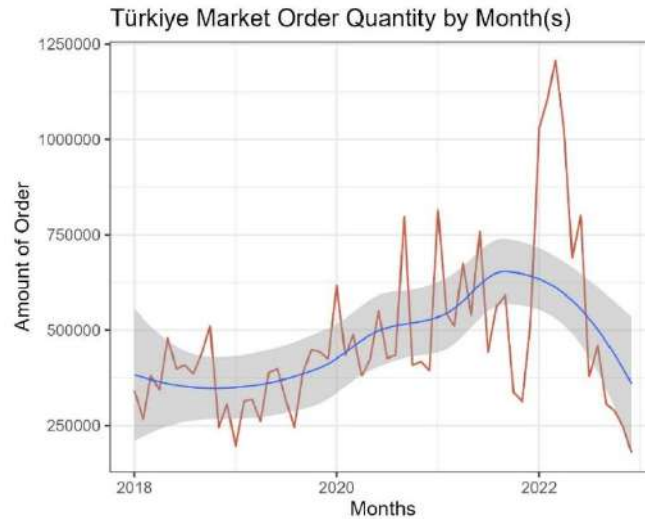
$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_j \left| \frac{A_j - F_j}{A_j} \right| \quad (6)$$

$A_j$  is the actual value and  $F_j$  is the forecast value ( $e_j = A_j - F_j$ ).

## 3. CERAMIC INDUSTRY DATA ANALYSIS

The 5-year demand data, from January 2018 to December 2022, have been used in the analyses. 60 months of data are fully included in the analysis.

The graph of the 5-year data is presented in Figure 1. As can be seen from the graph, the fluctuations draw attention.



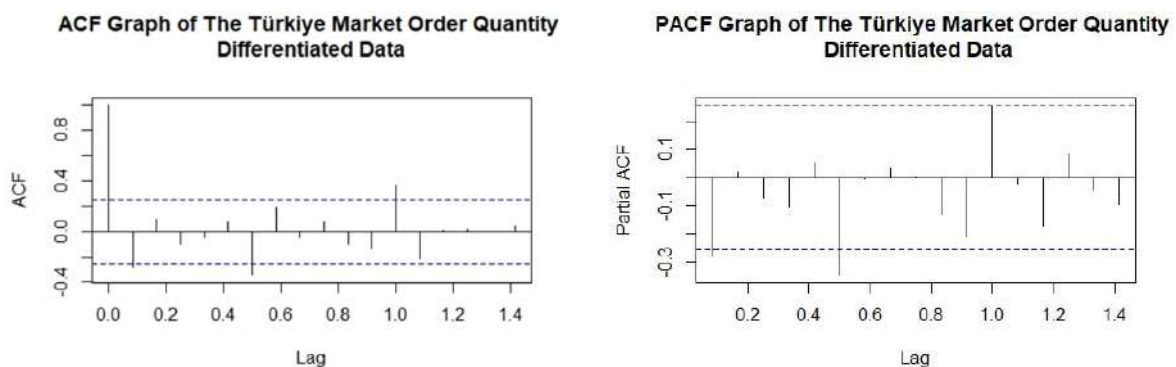
**Figure 1. Türkiye Market Order Quantity by Months**

The stationarity test has been carried out. The results are presented in Table 1. For the first difference, the data became stationary. According to the ADF test results, analysis can be continued.

**Table 1. Augmented Dickey-Fuller Test Results**

Data	Dickey-Fuller	<i>p</i> -value
Original Data	-2.8229	0.24
Differentiated Data	-4.3546	0.01

Autocorrelation analysis helps identify parameters in the process of time series estimation and provides guidance for using an autoregressive moving average (ARMA) model for estimation. The exploratory data analysis phase is carried out for the process with Autocorrelation Function (ACF) and Partial Autocorrelation Function (PACF) graphs. ACF and PACF results are shown in Figure 2.



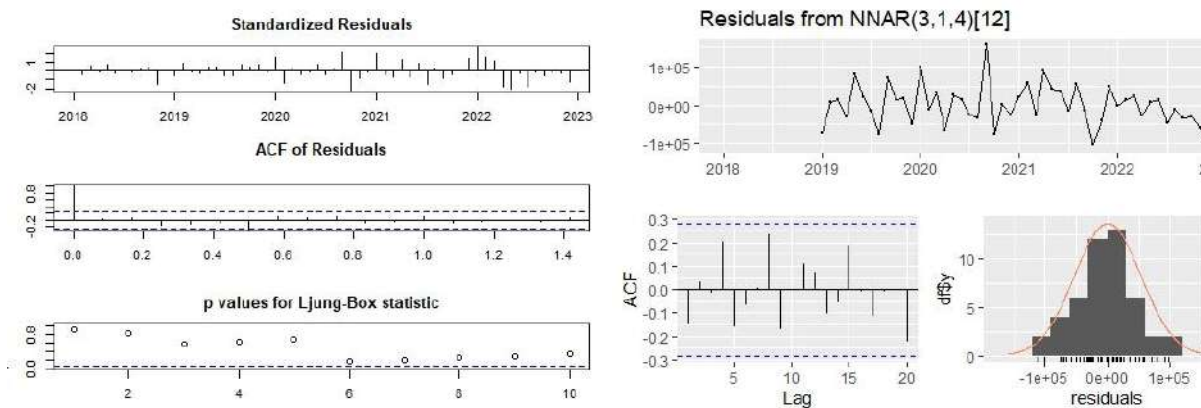
**Figure 2. ACF and PACF Results**

The RMSE and MAPE values used for comparison are presented in Table 2 for BJ and ANN methods.

**Table 2. Statistical Comparison of Models**

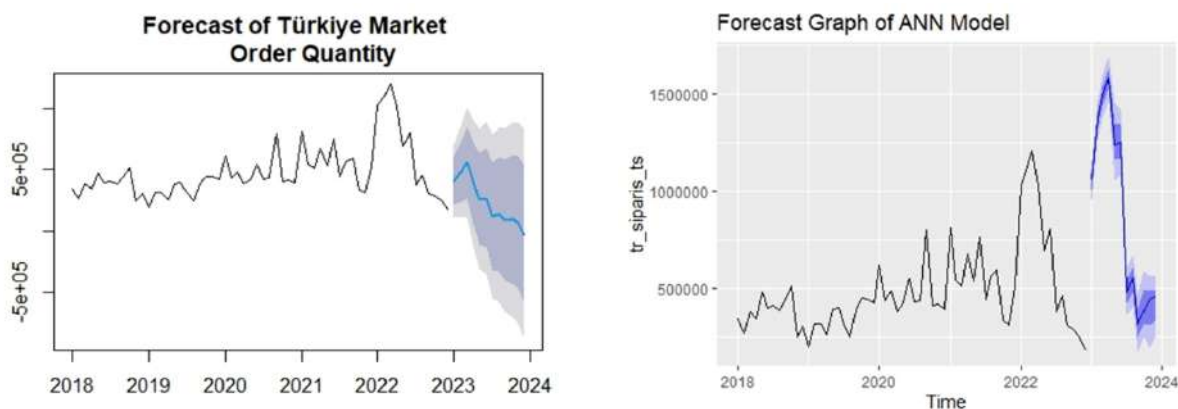
Methods	RMSE	MAPE
BJ	147299,10	23,73
ANN	52292,91	10,53

According to the results, it can be mentioned that the ANN method is superior. In addition, Figure 3 is presented for the diagnostic checking of both models. Both models have been found to be suitable in the model validation phase.



**Figure 3. Model Validation Phase for BJ and ANN**

In addition, a forecast of Türkiye market order quantity has been made with both models for the next year. The results have been presented for BJ and ANN in Figure 4, respectively. Although the forecast for a decrease in demand at the beginning of the year was common in both models, the increase in the demand forecast made with ANN towards the end of the year was remarkable.



**Figure 4. Model Validation Phase for BJ and ANN**

#### 4. CONCLUSION

The sudden increase and decrease in demand during the pandemic period and the high demand at the beginning of 2022, when the pandemic started to decrease with the vaccine, are remarkable. However, towards the end of 2022, there is a serious decrease in demand.

According to statistical criteria in modeling and estimation, the ANN method has been found to be superior even though both BJ and ANN models passed the model validation phase for ceramic industry data analysis.

The expectation of a decrease in demand for the next year is remarkable. However, the possible increase towards the end of the year is important in the forecast process made with ANN and it should be followed.

In future studies, the demand forecast analysis carried out only for Turkey in this study can be carried out in other markets of the sector representative, which exports to many countries.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by Eskisehir Technical University Scientific Research Projects Commission under the grant no: 22LÖP236.

## REFERENCES

- [1] Moskowitz, H. (1972). The Value of Information in Aggregate Production Planning— A Behavioral Experiment. *A I I E Transactions*, 4(4), 290–297. <https://doi.org/10.1080/05695557208974865>
- [2] Goodwin, P. (2005). Providing support for decisions based on time series information under conditions of asymmetric loss. *European Journal of Operational Research*, 163(2), 388–402. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.10.039>.
- [3] Huber, J., Stuckenschmidt, H., Daily retail demand forecasting using machine learning with emphasis on calendric special days, *International Journal of Forecasting*, 36 (4), 1420-1438, 2020.
- [4] BuHamra S, Smaoui N, Gabr M (2003) The Box–Jenkins analysis and neural networks: prediction and time series modeling. *Appl Math Model* 27:805–815
- [5] İmece, S. & Beyca, Ö. F. (2022). Demand Forecasting with Integration of Time Series and Regression Models in Pharmaceutical Industry . *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences* , 34 (3) , 415-425 . DOI: 10.7240/jeps.1127844
- [6] Acı, M. & Ayyıldız Doğansoy, G. (2022). Makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemleri kullanılarak e-perakende sektörüne yönelik talep tahmini . *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* , 37 (3) , 1325-1340 . DOI: 10.17341/gazimmfd.944081
- [7] Sönmez, O. & Zengin, K. (2019). Yiyecek ve İçecek İşletmelerinde Talep Tahmini: Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Yöntemleriyle Bir Karşılaştırma . *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* , Special Issue 2019 , 302-308 . DOI: 10.31590/ejosat.638104



## NEW FIXED CIRCLE RESULTS ON FUZZY METRIC SPACES

Asst. Prof. Dr. ELİF KAPLAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Science, Department of Mathematics,  
elifaydinkaplan@gmail.com-0000-0002-7620-3387

### ABSTRACT

The fixed-circle problem arises when we lack a unique fixed point, and in these cases, a self-mapping with some special conditions fixes a circle known as a fixed circle. The current problem is the study of the geometric properties of the fixed point set of a self-mapping on metric spaces and some generalized metric spaces. The purpose of this paper is to present some new contractions on fuzzy metric spaces. Additionally, we offer several fixed-circle theorems applicable to this contraction.

**Keywords :** Fixed-circle, fuzzy metric, non-unique fixed point.

### 1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

First, we need review some basic background information on fuzzy metric spaces.

**Definition 1.1** [ 1] A binary operation  $*$ :  $[0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$  is called a triangular norm ( $t$ -norm) if the following conditions hold:

- (i)  $a * 1 = a, a \in [0,1]$ ,
- (ii)  $a * b \leq c * d$ , whenever  $a \leq c$  and  $b \leq d, a, b, c, d \in [0,1]$ ,
- (iii)  $*$  is associative and commutative.

Three basic examples of continuous  $t$ -norms are

$$a *_M b = \min\{a, b\}, a *_P b = ab \text{ and } a *_L b = \max\{a + b - 1, 0\}$$

(minimum, product and Lukasiewicz  $t$ -norm, respectively).

**Definition 1.2** [2] A triple  $(X, M, *)$  is called a fuzzy metric space if  $X$  is nonempty set,  $*$  is a continuous  $t$ -norm and  $M: X \times X \times (0, \infty) \rightarrow [0,1]$  is a fuzzy set satisfying the following conditions:

$$(GV1) M(x, y, t) > 0,$$

$$(GV2) M(x, y, t) = 1 \text{ if and only if } x = y,$$

$$(GV3) M(x, y, t) = M(y, x, t),$$

$$(GV4) M(x, z, t + s) \geq M(x, y, t) * M(y, z, s),$$

$$(GV5) M(x, y, \cdot): (0, \infty)[0,1] \text{ is continuous,}$$

for all  $x, y, z \in X$  and  $t, s > 0$ .

**Lemma 1.3** [3]  $M(x, y, \cdot)$  is nondecreasing for all  $x, y \in X$ .

**Example 1.4** [4] Let  $X = \mathbb{R}$  and define the usual metric  $d(x, y) = |x - y|$  for all  $x, y \in X$ . Let  $*_p$  be a product  $t$ -norm. Then, for  $x, y \in X$  and  $t > 0$ ,

$$M(x, y, t) = \exp\left(-\frac{d(x, y)}{t + 1}\right)$$

defines a fuzzy set. Thus,  $(X, M, *_p)$  is a fuzzy metric space.

On a fuzzy metric space, a circle and a fixed-circle are defined as follows.

**Definition 1.5** [5] Let  $(X, M, *)$  be a fuzzy metric space. A circle of center  $x_0 \in X$  and radius  $r \in (0,1)$  is defined as follows

$$C^F(x_0, r, t) = \{x \in X: M(x, x_0, t) = 1 - r\}.$$

**Definition 1.6** [5] Let  $C^F(x_0, r, t)$  be a circle in a fuzzy metric space  $(X, M, *)$  and  $T: X \rightarrow X$  be a self-mapping. If  $Tx = x$  for all  $x \in C^F(x_0, r, t)$ , then the circle  $C^F(x_0, r, t)$  is called as the fixed circle of  $T$ .

**Example 1.7** Let  $X = (0, \infty)$  and  $a *_p b = ab$  for all  $a, b \in [0,1]$  and let  $M(x, y, t) = \frac{\min\{x,y\}}{\max\{x,y\}}$ .

Define the mapping  $T: X \rightarrow X$  by

$$Tx = \begin{cases} \frac{x^2}{2}, & \text{if } x \in (0,2] \\ x, & \text{if } x \in (2,4] \\ \frac{2x^2}{9}, & \text{if } x \in [4, \infty). \end{cases}$$

It is verify that the mapping  $T$  fixes the circle  $C_F \left(3, \frac{1}{3}, t\right) = \left\{2, \frac{9}{2}\right\}$ . However,  $T$  does not fixes the circle  $C_F \left(3, \frac{1}{4}, t\right) = \left\{\frac{9}{4}, 4\right\}$ , although the point  $x = \frac{9}{4}$  is a fixed point of the mapping  $T$ .

## 2. MAIN RESULTS

Now, we investigate some new fixed-circle theorems using the ideas of some contraction.

**Definition 2.1** [6] Let  $\mathcal{F}$  be the family of all functions  $F: (0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}$  such that

(F1)  $F$  is strictly increasing,

(F2) For each sequence  $\{x_n\}$  in  $(0, \infty)$  the following holds:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = 0 \text{ if and only if } \lim_{n \rightarrow \infty} F(x_n) = -\infty,$$

(F3) There exists  $k \in (0,1)$  such that  $\lim_{x \rightarrow 0^+} x^k F(x) = 0$ .

Some examples of functions that satisfies the conditions (F1), (F2) and (F3) of Definition 2.1 are  $F(u) = \ln(u)$ ,  $F(u) = \ln(u) + u$ ,  $F(u) = -\frac{1}{\sqrt{u}}$  and  $F(u) = \ln(u^2 + u)$  (see [6] for more details).

We now present the new contraction type that is shown below.

**Definition 2.2** Let  $(X, M, *)$  be a fuzzy metric space and  $T$  be a self-mapping on  $X$ . If there exist  $\tau \in (0,1)$ ,  $F \in \mathcal{F}$  and  $x_0 \in X$  such that

$$M(x, Tx, t) > 0 \implies \tau F(M(x, Tx, t)) \geq F(M(x_0, x, t)),$$

for all  $x \in X$ , then  $T$  is called as an  $F_c$  –contraction.

As stated in Definition 2.2, the point  $x_0$  must be a fixed point of the mapping  $T$ . Indeed, if  $x_0$  is not a fixed point of  $T$ , then we have  $M(x_0, Tx_0, t) > 0$  and hence

$$M(x_0, Tx_0, t) > 0 \implies \tau F(M(x_0, Tx_0, t)) \geq F(M(x_0, x_0, t)).$$

This is a contradiction since the  $F$  is strictly increasing and  $\tau \in (0,1)$ . The following proposition follows immediately from Definition 2.2.

**Proposition 2.3** Let  $(X, M, *)$  be a fuzzy metric space. If  $T$  is an  $F_C$ -contraction with  $x_0 \in X$  then, we have  $Tx_0 = x_0$ .

We prove the following fixed-circle theorem using this new type of contraction.

**Theorem 2.4** Let  $(X, M, *)$  be a fuzzy metric space and  $T$  be an  $F_C$ -contraction with  $x_0 \in X$ . Define the number  $\sigma$  by

$$\sigma = 1 - r := \sup\{M(x, Tx, t) : x \neq Tx, x \in X\}.$$

Then,  $C^F(x_0, r, t)$  is a fixed circle of  $T$ .

Proof. Let  $\sigma = 1$ . Clearly,  $C^F(x_0, r, t) = \{x_0\}$  and by Proposition 2.3, we see that  $C^F(x_0, r, t)$  is a fixed circle of  $T$ .

Let  $0 < \sigma < 1$  and  $x \in C^F(x_0, r, t)$ . If  $Tx \neq x$ , then by the definition of  $\sigma$  we have  $M(x, Tx, t) \leq \sigma$ . Hence using the  $F_C$ -contractive property and the fact that  $F$  is increasing, we obtain

$$F(\sigma) \geq F(M(x, Tx, t)) \geq \frac{1}{\tau} F(M(x, x_0, t)) > F(M(x, x_0, t)) = F(\sigma).$$

which leads to a contradiction. Therefore, we have  $M(x, Tx, t) = 0$ , that is,  $Tx = x$ . As a result,  $C^F(x_0, r, t)$  is a fixed circle of  $T$ .

**Example 2.5** Let  $X = \mathbb{R}$  and think the fuzzy metric in the Example 1.4. Define  $T: X \rightarrow X$  by

$$Tx = \begin{cases} 2, & x = 1 \\ x, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

Take  $F(u) = -\frac{1}{\ln u}$  ( $0 < u < 1$ ),  $\tau = \frac{1}{2}$ ,  $t = 5$  and  $x_0 = 4$ . Thus, the self-mapping  $T$  is a  $F_C$ -contraction. Really, for  $x = 1$ , we have

$$M(x, Tx, t) = M(1, 2, 5) = \exp\left(-\frac{|1-2|}{5}\right) = e^{-\frac{1}{5}} > 0.$$

Also, we can easily see that the following inequality is satisfied:

$$\tau F(M(x, Tx, t)) = \frac{1}{2} F(M(1, 2, 5))$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} F \left( \exp \left( -\frac{1}{6} \right) \right) \\
 &= \frac{1}{2} \left( -\frac{1}{\ln \exp \left( -\frac{1}{6} \right)} \right) \\
 &= 3 \\
 &\geq F(M(x, x_0, t))
 \end{aligned}$$

With Theorem 2.4, we obtain

$$\sigma = 1 - r = \sup\{M(x, Tx, t) : x \neq Tx, x \in X\} = \sup\{M(1,2,5)\} = \exp\left(-\frac{1}{6}\right)$$

and  $T$  fix the circle  $C^F(4, 1 - e, 5)$ .

**Definition 2.5** Let  $(X, M, *)$  be a fuzzy metric space and  $T$  be a self-mapping on  $X$ . If there exist  $\tau \in (0,1)$ ,  $F \in \mathcal{F}$  and  $x_0 \in X$  such that

$$M(x, Tx, t) > 0 \Rightarrow \tau F(M(x, Tx, t)) \geq F(\min\{M(x, x_0, t), M(x, Tx_0, t)\}),$$

for all  $x \in X$ , then  $T$  is called as an  $F_{min}$ -contraction.

**Proposition 2.6** Let  $(X, M, *)$  be a fuzzy metric space. We have  $Tx_0 = x_0$ , if the pair  $T$  is a  $F_{min}$ -contraction with  $x_0 \in X$ .

Proof. Assume that  $Tx_0 \neq x_0$ . From the definition of a  $F_{min}$ -contraction, we get

$$\begin{aligned}
 M(x, Tx, t) > 0 \Rightarrow \tau F(M(x_0, Tx_0, t)) &\geq F(\min\{M(x_0, x_0, t), M(x_0, Tx_0, t)\}) \\
 &\geq F(M(x_0, Tx_0, t))
 \end{aligned}$$

a contradiction because of  $\tau \in (0,1)$ . Then we have  $Tx_0 = x_0$ .

**Theorem 2.7** Let  $(X, M, *)$  be a fuzzy metric space,  $T$  be a  $F_{min}$ -contraction with  $x_0 \in X$  and  $\sigma$  be defined as in Theorem 2.4. Then,  $C^F(x_0, r, t)$  is a fixed circle of  $T$ .

Proof. Let  $\sigma = 1$ . Clearly,  $C^F(x_0, r, t) = \{x_0\}$  and by Proposition 2.6, we see that  $C^F(x_0, r, t)$  is a fixed circle of  $T$ .

Let  $0 < \sigma < 1$  and  $x \in C^F(x_0, r, t)$ . If  $Tx \neq x$ , then by the definition of  $\sigma$  we have  $M(x, Tx, t) \leq \sigma$ . Hence using the  $F_{min}$ -contractive property and the fact that  $F$  is increasing, we obtain

$$F(\sigma) \geq F(M(x, Tx, t)) \geq \frac{1}{t} F(\min\{M(x, x_0, t), M(x, Tx_0, t)\}) > F(M(x, x_0, t)) = F(\sigma)$$

a contradiction. Therefore,  $M(x, Tx, t) = 1$  and so  $Tx = x$ . Consequently,  $C^F(x_0, r, t)$  is a fixed circle of  $T$ .

## REFERENCES

- [1] Schweizer, B., Sklar, A. Statistical metric spaces, Pac. J. Math., 10, 314–334, 1960.
- [2] George, A., Veeramani, P. On some results of analysis for fuzzy metric spaces, Fuzzy Sets Syst, 90, 365–368, 1997.
- [3] Grabiec, M. Fixed points in fuzzy metric spaces, Fuzzy Sets and Systems, 27, 385–389, 1988.
- [4] Huang H., Carić B., Došenović T., Rakić D., Brdar M. Fixed-Point Theorems in Fuzzy Metric Spaces via Fuzzy F-Contraction, Mathematics. 9, 6, 641, 2021. <https://doi.org/10.3390/math9060641>
- [5] Gopal D., Martinez-Moreno J., Özgür N. On fixed figure problems in fuzzy metric spaces, submitted.
- [6] Wardowski, D. Fixed points of a new type of contractive mappings in complete metric spaces, Fixed Point Theory Appl, 2012, 94, 2012.



## FIXED-CIRCLE RESULTS VIA BILATERAL TYPE CONTRACTIONS ON G-METRIC SPACES

Asst. Prof. Dr. ELİF KAPLAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Science, Department of Mathematics,  
elifaydinkaplan@gmail.com-0000-0002-7620-3387

### ABSTRACT

This work uses bilateral-type contractions on a G-metric space to demonstrate novel fixed-circle results. In order to do this, we alter the bilateral contractions of the Dass-Gupta type and the Jaggi type, two well-known contractive conditions. In fact, these contractions may be used to derive several existence theorems for fixed circles in metric and S-metric spaces. The G-metric, a generalized metric, is distinct from the S-metric, nevertheless. This makes our work meaningful. We also provide several instances to demonstrate the reliability of our findings.

**Keywords :** Fixed-circle, G-metric, bilateral-type contraction.

### INTRODUCTION

The notion of a  $G$  –metric was defined in [1] as follows:

**Definition 1.1** [1] A nonempty set  $X$  together with a function  $G: X \times X \times X \rightarrow \mathbb{R} \cup \{0\}$  is called  $G$ -metric space denoted by  $(X, G)$  satisfies

(G1)  $G(x, y, z) = 0$  if and only if  $x = y = z$ ,

(G2)  $0 < G(x, x, y)$  for all  $x, y \in X$  with  $x \neq y$ ,

(G3)  $G(x, x, y) \leq G(x, y, z)$  for all  $x, y, z \in X$  with  $y \neq z$ ,

(G4)  $G(x, y, z) = G(x, z, y) = G(z, y, x) = \dots$  (symmetry in all three variables),

(G5)  $G(x, y, z) \leq G(x, a, a) + G(a, y, z)$  for all  $x, y, z, a \in X$  (rectangle inequality).

**Definition 1.2** [1] A  $G$ -metric space  $(X, G)$  is called be symmetric if

$$G(x, y, y) = G(x, y, y),$$

for all  $x, y \in X$ .

Recently, Özgür and Taş [2] have developed the fixed-circle method to examine the geometry of the self-mapping fixed-point set when there is more than one. There has been a trend to work fixed-circle problems in both metric spaces and some generalized metric spaces.

Firstly, we recall the concepts of circle and fixed circle on a  $G$ -metric space.

**Definition 1.3.** [3] Let  $(X, G)$  be a  $G$ -metric space and  $x_0 \in X, r \in (0, \infty)$ . The circle of center  $x_0$  and radius  $r > 0$  is defined by

$$C_G(x_0, r) = \{x \in X: G(x, x, x_0) = r\}.$$

**Definition 1.4.** [3] Let  $(X, G)$  be a  $G$ -metric space and  $C_G(x_0, r)$  be a circle. For a self-mapping  $T: X \rightarrow X$ , if  $Tx = x$  for all  $x \in C_G(x_0, r)$  then, the circle  $C_G(x_0, r)$  is called a fixed circle of  $T$ .

## MAIN RESULTS

In this section, we introduce two contractive conditions to obtain new fixed-circle theorems on  $G$ -metric spaces.

**Definition 2.1.** Let  $T: X \rightarrow X$  be a self-mapping,  $\varphi: X \rightarrow (0, \infty)$  a function and

$$Fix(T) = \{x \in X: Tx = x\}$$

the fixed-point set of the self-mapping  $T$ . Assume that the number

$$r := \inf \left\{ \frac{G(Tx, Tx, x)}{\varphi(x)} : x \in X \text{ and } x \notin Fix(T) \right\} \quad (1)$$

where  $\varphi(x) > 0$  for all  $x \in X - Fix(T)$ .

**Definition 2.2.** Let  $(X, G)$  be a  $G$ -metric space. If there exist a function  $\varphi: X \rightarrow (0, \infty)$  and  $x_0 \in X$  such that

$$x \notin Fix(T) \implies G(Tx, Tx, x) \leq [\varphi(x) - \varphi(Tx)]R_T^G(x, x_0) \quad (2)$$

for all  $x \in X - \{x_0\}$  where

$$R_T^G(x, y) = \max \left\{ G(x, x, y), \frac{G(Tx, Tx, x)G(Ty, Ty, y)}{G(x, x, y)} \right\}$$

then,  $T$  is called a Jaggi-type bilateral  $x_0$ -contractive mapping.

**Theorem 2.3.** Let  $T: X \rightarrow X$  be a Jaggi-type bilateral  $x_0$ -contractive mapping with  $x_0 \in X$  and  $r$  be defined as (1). If  $Tx_0 = x_0$ , then  $T$  fixes the circle  $C_G(x_0, r)$ .

Proof: Let  $r = 0$ . Then, we have  $C_G(x_0, r) = \{x_0\}$ . Using the hypothesis, we get  $Tx_0 = x_0$ .

Let  $r > 0$  and  $x \in C_G(x_0, r)$  be any point such that  $x \neq Tx$ . By the Jaggi-type bilateral  $x_0$ -contraction hypothesis, we obtain

$$\begin{aligned} G(Tx, Tx, x) &\leq [\varphi(x) - \varphi(Tx)]R_T^G(x, x_0) \\ &= [\varphi(x) - \varphi(Tx)] \max \left\{ G(x, x, x_0), \frac{G(Tx, Tx, x)G(Tx_0, Tx_0, x_0)}{G(x, x, x_0)} \right\} \\ &= [\varphi(x) - \varphi(Tx)]G(x, x, x_0) \\ &= [\varphi(x) - \varphi(Tx)]r \end{aligned}$$

and using the definition of  $r$ , we get

$$G(Tx, Tx, x) \leq [\varphi(x) - \varphi(Tx)] \frac{G(Tx, Tx, x)}{\varphi(x)} < G(Tx, Tx, x),$$

a contraction. It should be  $Tx = x$ , that is,  $T$  fixes the circle  $C_G(x_0, r)$ .

**Definition 2.4** Let  $(X, G)$  be a  $G$ -metric space. If there exist a function  $\varphi: X \rightarrow (0,1)$  and  $x_0 \in X$  such that

$$x \notin \text{Fix}(T) \Rightarrow G(Tx, Tx, x) \leq [\varphi(x) - \varphi(Tx)]Q_T^G(x, x_0)$$

for all  $x \in X - \{x_0\}$  where

$$Q_T^G(x, y) = \max \left\{ G(x, x, y), \frac{(1 + G(Ty, Ty, y))G(Tx, Tx, x)}{1 + G(x, x, y)} \right\}$$

then,  $T$  is called a Dass-Gupta-type bilateral  $x_0$ -contractive mapping.

**Theorem 2.5** Let  $T: X \rightarrow X$  be a Dass-Gupta-type bilateral  $x_0$ -contractive mapping with  $x_0 \in X$  and  $r$  be defined as (1). If  $Tx_0 = x_0$ , then  $T$  fixes the circle  $C_G(x_0, r)$ .

**Proof.** Let  $r = 0$ . Then, we have  $C_G(x_0, r) = \{x_0\}$ . Using the hypothesis, we get  $Tx_0 = x_0$ .

Let  $r > 0$  and  $x \in C_G(x_0, r)$  be any point such that  $x \neq Tx$ . By the Dass-Gupta-type bilateral  $x_0$ -contraction hypothesis, we obtain

$$\begin{aligned}
 G(Tx, Tx, x) &\leq [\varphi(x) - \varphi(Tx)]Q_T^G(x, x_0) \\
 &= [\varphi(x) - \varphi(Tx)]\max\left\{G(x, x, x_0), \frac{(1 + G(Tx_0, Tx_0, x_0))G(Tx, Tx, x)}{1 + G(x, x, x_0)}\right\} \\
 &= [\varphi(x) - \varphi(Tx)]\max\left\{r, \frac{G(Tx, Tx, x)}{1 + r}\right\} \\
 &< \varphi(x)\max\left\{r, \frac{G(Tx, Tx, x)}{1 + r}\right\} \\
 &\leq \varphi(x)\max\left\{\frac{G(Tx, Tx, x)}{\varphi(x)}, \frac{G(Tx, Tx, x)}{1 + r}\right\} \\
 &= \varphi(x)\frac{G(Tx, Tx, x)}{\varphi(x)} = G(Tx, Tx, x)
 \end{aligned}$$

a contraction. It should be  $Tx = x$ , that is,  $T$  fixes the circle  $C_G(x_0, r)$ .

## REFERENCES

- [1] Mustafa, Z. and Sims, B. A new approach to generalized metric spaces, *Journal of Nonlinear and Convex Analysis*, 7(2), 289-297, 2006.
- [2] Özgür, N.Y. and Taş, N. Some fixed-circle theorems on metric spaces, *Bulletin of the Malaysian Mathematical Sciences Society*, 42(4), 1433-1449, 2019.
- [3] Kaplan, E. and Taş, N. Non-unique fixed points and some fixed-circle theorems on G-metric spaces, *Applied Mathematics E-Notes*, accepted.
- [4] Agarwal, R. P., Karapınar, E., O'Regan, D. and Roldan-Lopez-de-Hierro, A. F., *Fixed point theory in metric spaces*, Cham:Springer, 2015.

## FIXED POINT RESULTS UNDER $\theta$ -CONTRACTIONS ON QUASI METRIC SPACE

Doç. Dr. GONCA DURMAZ GÜNGÖR<sup>1</sup>, Prof. Dr. İSHAK ALTUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, gncmatematik@hotmail.com - 0000-0002-5010-273X

<sup>2</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, ishakaltun@yahoo.com - 0000-0002-7967-0554

### ABSTRACT

In this presentation, we present some fixed point theorems for multivalued mappings considering a new type contraction on some kind of complete quasi metric spaces, which has a comprehensive structure space and has a more application on computer science and semantics. On the other hand, an attracted generalization of the Banach contraction principle given by Jleli and Samet, introduced a new type of contractive condition, we shall call it as  $\theta$ -contraction. On the other hand,  $\alpha$ -admissibility and  $\theta$ -contractivity of a mapping are popular concepts in recent metrical fixed point theory. The concept of  $\alpha$ -admissibility of a mapping on a nonempty set has been introduced by Samet et al. Using  $\alpha$ -admissibility of a mapping, Samet et al provided some general fixed point results including many known theorems on complete metric spaces. In this work, by considering the Jleli and Samet's technique for contractions on metric space, we give a new concept of  $(\alpha, \theta)$ - $\phi$ -contraction for multivalued mappings on quasi metric spaces. Then, we provide some new fixed point theorems for such type mappings on left  $K$ -quasi metric spaces.

**Anahtar Kelimeler :** Fixed point, multivalued mappings,  $\theta$ -contraction, quasi metric space

### 1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

Fixed point theory has become an important research topic after the famous mathematician Banach's definition of the metric fixed point [5]. Many theoretical and applied studies have been done on fixed point theory. In the 21st century, the fixed point is still a popular and dynamic research topic. The concept of metric space, which forms the basis of the fixed point theory, is generalized by many researchers and new spaces ( $b$ -metric, quasimetric, partial metric, fuzzy metric, etc.) are introduced. The generalization of it was given by Feng and Liu

[18] and then, Klim and Wardowski [19] gave a theorem by replacing the constant  $c$  in Feng and Liu's theorem with a function that depends on the distance  $\mathcal{D}(jx, \mathfrak{A}), jx, \mathfrak{A} \in JX$ .

On the other hand, many results proved on complete metric spaces have been carried out to complete quasi-metric spaces [20,21]. In quasi metric spaces there are many different types of Cauchyness, yielding even more notions of completeness. Another difference comes from the fact that, in contrast to the metric case, in a quasi-metric space a convergent sequence could not be Cauchy (see [22] for examples confirming this situation).

Let  $JX \neq \emptyset$  and  $\mathcal{D} : JX \times JX \rightarrow \mathbb{R}^+$  be a function. Consider the following conditions on  $\mathcal{D}$ , for all  $jx, \mathfrak{A}, z \in JX$  :

- (i)  $\mathcal{D}(jx, jx) = 0$
- (ii)  $\mathcal{D}(jx, \mathfrak{A}) \leq \mathcal{D}(jx, z) + \mathcal{D}(z, \mathfrak{A})$
- (iii)  $\mathcal{D}(jx, \mathfrak{A}) = \mathcal{D}(\mathfrak{A}, jx) = 0 \Rightarrow jx = \mathfrak{A}$
- (iv)  $\mathcal{D}(jx, \mathfrak{A}) = 0 \Rightarrow jx = \mathfrak{A}$ .

If the function  $\mathcal{D}$  satisfies conditions (i) and (ii), then  $\mathcal{D}$  is said to be a quasi-pseudo metric on  $JX$ . Further, if a quasi-pseudo metric  $\mathcal{D}$  satisfies condition (iii), then  $\mathcal{D}$  is said to be a quasi metric on  $JX$ , and if a quasi-metric  $\mathcal{D}$  satisfies condition (iv), then  $\mathcal{D}$  is said to be a  $\mathcal{T}_1$ -quasi-metric on  $JX$ . In this case, the pair  $(JX, \mathcal{D})$  is said to be a quasi-pseudo (resp. a quasi, a  $\mathcal{T}_1$ -quasi) metric space. It is clear that every metric space is a  $\mathcal{T}_1$ -quasi-metric space.

Let  $(JX, \mathcal{D})$  be a quasi-pseudo-metric space. Given a point  $jx_0 \in JX$  and a real constant  $\varepsilon > 0$ , the sets

$$B\mathcal{D}(jx_0, \varepsilon) = \{\mathfrak{A} \in JX : \mathcal{D}(jx_0, \mathfrak{A}) < \varepsilon\}$$

and

$$B\mathcal{D}[jx_0, \varepsilon] = \{\mathfrak{A} \in JX : \mathcal{D}(jx_0, \mathfrak{A}) \leq \varepsilon\}$$

are called open ball and closed ball, respectively, with center  $jx_0$  and radius  $\varepsilon$ . Each quasi-pseudo metric  $\mathcal{D}$  on  $JX$  generates a topology  $\tau_{\mathcal{D}}$  on  $JX$  which has a base the family of open balls  $\{B\mathcal{D}(jx, \varepsilon) : jx \in JX \text{ and } \varepsilon > 0\}$ . If  $\mathcal{D}$  is a quasi-metric on  $JX$ , then  $\tau_{\mathcal{D}}$  is a  $\mathcal{T}_0$  topology, and if  $\mathcal{D}$  is a  $\mathcal{T}_1$ -quasi-metric, then  $\tau_{\mathcal{D}}$  is a  $\mathcal{T}_1$  topology on  $JX$ .



The closure of a subset  $A$  of  $X$  with respect to  $\tau_{\mathcal{D}}$  is denoted by  $cl_{\mathcal{D}}(A)$ . We will call a subset  $A$  of  $X$  as  $\tau_{\mathcal{D}}$ -closed ( $\tau_{\mathcal{D}}$ -compact) if it is closed (compact) with respect to  $\tau_{\mathcal{D}}$ .

Let  $(X, \mathcal{D})$  be a quasi-metric space,  $A$  a nonempty subset of  $X$  and  $x \in X$ . Then

$$x \in cl_{\mathcal{D}}(A) \Leftrightarrow \mathcal{D}(x, A) := \inf\{\mathcal{D}(x, a) : a \in A\} = 0.$$

It is well known that if  $(X, \mathcal{D})$  is a metric space and  $A$  is compact subset of  $X$ , then for each  $x \in X$ , there is  $a \in A$  such that  $\mathcal{D}(x, a) = \mathcal{D}(x, A)$ . However, if  $(X, \mathcal{D})$  is a quasi-metric space (even if it is a  $\mathcal{T}_1$ -quasi-metric space), this property is not satisfied.

Let  $(X, \mathcal{D})$  be a quasi-metric space and  $x \in X$ . The convergence of a sequence  $\{x_n\}$  to  $x$  with respect to  $\tau_{\mathcal{D}}$  called  $\mathcal{D}$ -convergence and denoted by  $x_n \xrightarrow{\mathcal{D}} x$ , is defined

$$x_n \xrightarrow{\mathcal{D}} x \Leftrightarrow \mathcal{D}(x, x_n) \rightarrow 0.$$

More and detailed information about some important properties of quasi-metric spaces and their topological structures can be found in [24-,25].

Definition 1 [23]. Let  $(X, \mathcal{D})$  be a quasi-metric space. A sequence  $\{x_n\}$  in  $X$  is called left  $K$ -Cauchy (or forward Cauchy) if for every  $\varepsilon > 0$ , there exists  $n_0 \in \mathbb{N}$  such that  $\forall n, k, n \geq k \geq n_0, \mathcal{D}(x_k, x_n) < \varepsilon$ . Let  $\{x_n\}$  be a sequence in a quasi-metric space  $(X, \mathcal{D})$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} \mathcal{D}(x_n, x_{n+1}) < \infty$ , then it is left  $K$ -Cauchy sequence (see [25]).

It is well known that a metric space is said to be complete if every Cauchy sequence is convergent. The completeness of a quasi-metric space, however, cannot be uniquely defined. Taking into account the convergence and the Cauchyness of sequences in a quasi-metric space, one obtains several notions of completeness, most of them being already available in the literature (see [23,26,27]) with different notations. A detailed classification, some important properties and relations for completeness of quasi-metric spaces can be found in [22].

Definition 2. Let  $(X, \mathcal{D})$  be a quasi-metric space. Then  $(X, \mathcal{D})$  is said to be left (right)  $K$ -complete if every left (right)  $K$ -Cauchy sequence is  $\mathcal{D}$  convergent,

On the other hand,  $\alpha$ -admissibility is popular concepts in recent metrical fixed point theory. The concept of  $\alpha$ -admissibility of a mapping on a nonempty set has been introduced by Samet et al. [17].

Let  $(X, \mathcal{D})$  be a metric space and  $\alpha: X \times X \rightarrow [0, \infty)$  be a function. Then we say that:

- (i)  $\mathcal{T}$  is an  $\alpha$ -admissible mapping whenever  $\alpha(x, y) > 1$  for each  $x \in X$  and  $y \in \mathcal{T}x$  implies  $\alpha(y, z) > 1$  for all  $z \in \mathcal{T}y$ .
- (ii)  $\alpha$  has property (B),  $\{x_n\}$  is a sequence in  $X$  such that if  $\alpha(x_n, x_{n+1}) > 1$  for all  $n \in \mathbb{N}$  and  $x_n \rightarrow x$ , then  $\alpha(x_n, x) > 1$  for all  $n \in \mathbb{N}$ .

Using  $\alpha$ -admissibility of a mapping, Samet et al provided some general fixed point results including many known theorems on complete metric spaces.

An attracted generalization of the Banach contraction principle also given by Jleli and Samet[12], introduced a new type of contractive condition, we shall call it as  $\theta$ -contraction. Now, we recall basic definitions, relevant notions and some related results concerning  $\theta$ -contraction.

**Definition 3.** Let  $\theta: (0, \infty) \rightarrow (1, \infty)$  be a function. Next we will consider the following properties for  $\theta$ :

- ( $\theta_1$ )  $\theta$  is nondecreasing;
- ( $\theta_2$ ) For each sequence  $(t_n) \subset (0, \infty)$ ,  $\lim_{n \rightarrow \infty} \theta(t_n) = 1$  and  $\lim_{n \rightarrow \infty} t_n = 0^+$  are equivalent;
- ( $\theta_3$ ) There exist  $r \in (0,1)$  and  $\ell \in (0, \infty]$  such that  $\lim_{t \rightarrow 0^+} \frac{\theta(t)-1}{t^r} = \ell$ ;
- ( $\theta_4$ )  $\theta(\inf A) = \inf \theta(A)$  for all  $A \subset (0, \infty)$  with  $\inf A > 0$ .

We denote by  $\Theta$  and  $\Omega$  be the set of all functions  $\theta$  satisfying  $(\theta_1) - (\theta_3)$  and  $(\theta_1) - (\theta_4)$ , respectively. It is clear that  $\Omega \subset \Theta$ .

Note that, if a function  $\theta$  satisfies  $(\theta_1)$ , then it satisfies  $(\theta_4)$  if and only if it is right continuous. By considering the conditions  $(\theta_1) - (\theta_3)$ , Jleli and Samet introduced the concept of  $\theta$ -contraction in metric space, which is more general than Banach contraction.

Let  $(JX, \mathcal{D})$  be a metric space and  $\theta \in \Theta$ . A mapping  $\mathcal{T}: JX \rightarrow JX$  is said to be a  $\theta$ -contraction if there exists a constant  $k \in [0,1)$  such that

$$\theta(\mathcal{D}(\mathcal{T}jx, \mathcal{T}jy)) \leq [\theta(\mathcal{D}(jx, jy))]^k \tag{1}$$

for all  $jx, jy \in JX$  with  $\mathcal{D}(\mathcal{T}jx, \mathcal{T}jy) > 0$ .

As a real generalization of Banach contraction principle, Jleli and Samet proved that every  $\theta$ -contraction on a complete metric space has a unique fixed point. In addition, from  $(\theta_1)$  and (1), it is easy to conclude that every  $\theta$ -contraction,  $\mathcal{T}$  is a contractive mapping, i.e.,  $\mathcal{D}(\mathcal{T}jx, \mathcal{T}jy) < \mathcal{D}(jx, jy)$  for all  $jx, jy \in JX$  with  $\mathcal{T}jx \neq \mathcal{T}jy$ . Thus, every  $\theta$ -contraction mapping on a metric space is continuous.

Hançer et al. also extended the concept of  $\theta$ -contraction to multivalued case. Moreover in these directions, Durmaz and Altun and Minak and Altun presented the following concepts:

Let  $(JX, \mathcal{D})$  be a metric space and  $\mathcal{T}: JX \rightarrow CB(JX)$  be given a mapping.  $\mathcal{T}$  is said to be a multivalued  $\theta$ -contraction with  $\theta \in \Theta$  if there exist two constants  $k \in (0,1)$  such that

$$\theta(\mathcal{D}(\mathcal{T}jx, \mathcal{T}jy)) \leq [\theta(\mathcal{D}(jx, jy))]^k,$$

for all  $jx, jy \in JX$  with  $\mathcal{D}(\mathcal{T}jx, \mathcal{T}jy) > 0$ . It is clear that every multivalued contraction mappings is also multivalued  $\theta$ -contraction with  $\theta(t) = e^{\sqrt{t}}$ .

Many researchers [1-6,8-11,13-16] have generalized various theorems on metric space by taking class  $\Omega$ .

## 2. MAIN RESULTS

Let  $(JX, \mathcal{D})$  be a quasi-metric space.  $P(JX)$  denotes the family of all nonempty subsets of  $JX$ ,  $C_{\mathcal{D}}(JX)$  denotes the family of all nonempty,  $\tau_{\mathcal{D}}$ -closed subsets of  $JX$  and  $K_{\mathcal{D}}(JX)$  denotes the family of all nonempty  $\tau_{\mathcal{D}}$ -compact subsets of  $JX$ . We will say that a nonempty subset  $A$  of  $JX$  is  $\mathcal{D}$ -proximal set if for all  $jx \in JX$  there exists  $a \in A$  such that  $\mathcal{D}(jx, A) = \mathcal{D}(jx, a)$ . We indicate the family of all  $\mathcal{D}$ -proximal subsets of  $JX$  by  $A_{\mathcal{D}}(JX)$ . If  $(JX, \mathcal{D})$  is a metric space, then it is clear that  $K_{\mathcal{D}}(JX) \subseteq A_{\mathcal{D}}(JX) \subseteq C_{\mathcal{D}}(JX)$ . However, if  $(JX, \mathcal{D})$  is a quasi-metric space, then each one of these classes is independent from one another. However, although there is no

connection between these classes on quasi-metric space, if  $(JX, \mathcal{J})$  is a  $\mathcal{T}_1$ -quasi-metric space, then  $A_{\mathcal{J}}(JX) \subseteq C_{\mathcal{J}}(JX)$  (see [7] for more details). Furthermore we recall some definitions and facts for multivalued mappings. Let  $JX$  and  $Y$  be two topological spaces. Then a multivalued mapping  $\mathcal{T}: JX \rightarrow P(Y)$  is said to be upper semicontinuous (lower semicontinuous) if the inverseimage of closed sets (open sets) is closed (open). A multivalued mapping is continuous if it is upper as well as lower semicontinuous.

Lemma 1.(See[28].)Let  $(JX, \mathcal{J})$  be a metric space, and let  $\mathcal{T}: JX \rightarrow P(JX)$  be an upper semicontinuous mapping such that  $\mathcal{T}x$  is closed for all  $x \in JX$ . If  $x_n \rightarrow x_0, \mathfrak{A}_n \rightarrow \mathfrak{A}_0$  and  $\mathfrak{A}_n \in \mathcal{T}x_n$ , then  $\mathfrak{A}_0 \in \mathcal{T}x_0$ .

Now, we give concept of multivalued  $(\alpha, \theta_{\mathcal{J}})$ -contraction. Let  $(JX, \mathcal{J})$  be a metric space,  $\mathcal{T}: JX \rightarrow C_{\mathcal{J}}(JX)$  and  $\alpha: JX \times JX \rightarrow [0, \infty)$  be a function. We define the set

$$S_{\mathcal{T}\alpha} = \{(x, \mathfrak{A}) \in JX \times JX: \alpha(x, \mathfrak{A}) \geq 1 \text{ and } \mathcal{J}(\mathcal{T}x, \mathcal{T}\mathfrak{A}) > 0\}.$$

For simplicity, we denote it further just by  $S$ . Note that  $(x, x) \notin S$ .

Let  $(JX, \mathcal{J})$  be a quasi-metric space,  $\mathcal{T}: JX \rightarrow P(JX)$  be a multivalued mapping,  $\theta \in \Theta$  and  $\beta \geq 0$ . For  $x \in JX$  with  $\mathcal{J}(x, \mathcal{T}x) > 0$ , define the set  $\Theta_{\beta}^x \subseteq JX$  as

$$\Theta_{\beta}^x = \{\mathfrak{A} \in \mathcal{T}x: \theta(\mathcal{J}(x, \mathfrak{A})) \leq [\theta(\mathcal{J}(x, \mathcal{T}x))]^{\beta}\}.$$

It is obvious that, if  $\beta_1 \leq \beta_2$ , then  $\Theta_{\beta_1}^x \subseteq \Theta_{\beta_2}^x$ . For  $x \in JX$  with  $\mathcal{J}(x, \mathcal{T}x) > 0$ , there are some cases for  $\Theta_{\beta}^x$ .

Now, we shall present our first main theorem.

Theorem 3. Let  $(JX, \mathcal{J})$  be a left  $K$ -complete  $\mathcal{T}_1$ -quasi-metric space,  $\mathcal{T}: JX \rightarrow K_{\mathcal{J}}(JX)$  be a multivalued mapping,  $\alpha: JX \times JX \rightarrow [0, \infty)$  be a function and  $\theta \in \Theta$ .  $\mathcal{T}$  is an  $\alpha$ -admissible and there exist  $x_0 \in X$  and  $x_1 \in \mathcal{T}x_0$  such that  $\alpha(x_0, \mathcal{T}x_0) > 1$ . If any  $\sigma \in (0,1)$  such that for any  $x \in JX$  with  $\mathcal{J}(x, \mathcal{T}x) > 0$ ,  $(x, \mathfrak{A}) \in S$  and there exists  $\mathfrak{A} \in \Theta_{\sigma}^x$  satisfying

$$\theta(\mathcal{J}(\mathfrak{A}, \mathcal{T}\mathfrak{A})) \leq [\theta(\mathcal{J}(x, \mathfrak{A}))]^{\sigma}. \tag{2}$$

Then  $z \in \mathbb{T}z$  provided that  $\sigma < \beta$  and  $\mathcal{J} \rightarrow \mathcal{J}(\mathcal{J}, \mathbb{T}\mathcal{J})$  is lower semi-continuous with respect to  $\tau_{\mathcal{J}}$  and  $\mathbb{T}$  is upper semicontinuous or  $\alpha$  has property (B).

Proof. Suppose that  $\mathbb{T}$  has no fixed point. Then  $\mathcal{J}(\mathcal{J}, \mathbb{T}\mathcal{J}) > 0$  for all  $\mathcal{J} \in \mathcal{J}$ . (Note that if  $\mathcal{J}(\mathcal{J}, \mathbb{T}\mathcal{J}) = 0$ , then  $\mathbb{T}\mathcal{J} \in A_{\mathcal{J}}(\mathcal{J})$ , there exists  $a \in \mathbb{T}\mathcal{J}$  such that  $\mathcal{J}(\mathcal{J}, a) = \mathcal{J}(\mathcal{J}, \mathbb{T}\mathcal{J}) = 0$ . So,  $a = \mathcal{J} \in \mathbb{T}\mathcal{J}$  because  $\mathcal{J}$  is  $\mathbb{T}_1$ -quasi-metric). Now, since  $\mathbb{T}\mathcal{J} \in A_{\mathcal{J}}(\mathcal{J})$  for every  $\mathcal{J} \in \mathcal{J}$ , so the set  $\theta_{\beta}^{\mathcal{J}}$  is nonempty. Let  $\mathcal{J}_0$  and  $\mathcal{J}_1$  be as mentioned in the hypotheses. Then, we have  $\mathcal{J}(\mathcal{J}_0, \mathcal{J}_1) > 0$ . Therefore,  $(\mathcal{J}_0, \mathcal{J}_1) \in S$  and then any  $\mathcal{J}_1 \in \theta_{\beta}^{\mathcal{J}_0}$  so that

$$\theta(\mathcal{J}(\mathcal{J}_1, \mathbb{T}\mathcal{J}_1)) \leq [\theta(\mathcal{J}(\mathcal{J}_0, \mathcal{J}_1))]^{\sigma} \quad (3)$$

$\sigma \in (0,1)$ . Since  $\mathbb{T}\mathcal{J}_1$  is compact, there exists  $\mathcal{J}_2 \in \mathbb{T}\mathcal{J}_1$  such that

$$\mathcal{J}(\mathcal{J}_1, \mathcal{J}_2) = \mathcal{J}(\mathcal{J}_1, \mathbb{T}\mathcal{J}_1).$$

Then from (3) we get

$$\theta(\mathcal{J}(\mathcal{J}_1, \mathcal{J}_2)) \leq [\theta(\mathcal{J}(\mathcal{J}_0, \mathcal{J}_1))]^{\sigma}.$$

Also, since  $\mathbb{T}$  is  $\alpha$ -admissible, we get  $\alpha(\mathcal{J}_1, \mathcal{J}_2) > 1$  for  $\mathcal{J}_2 \in \mathbb{T}\mathcal{J}_1$ . Again, since any  $\mathcal{J}_2 \in \theta_{\beta}^{\mathcal{J}_1}, (\mathcal{J}_1, \mathcal{J}_2) \in S$ . So, from (2) we obtain that

$$\theta(\mathcal{J}(\mathcal{J}_2, \mathbb{T}\mathcal{J}_2)) \leq [\theta(\mathcal{J}(\mathcal{J}_1, \mathcal{J}_2))]^{\sigma}.$$

Pursuing this way, we have a sequence  $\{\mathcal{J}_n\}$ , where  $\mathcal{J}_{n+1} \in \theta_{\beta}^{\mathcal{J}_n}$  and

$$\theta(\mathcal{J}(\mathcal{J}_{n+1}, \mathbb{T}\mathcal{J}_{n+1})) \leq [\theta(\mathcal{J}(\mathcal{J}_n, \mathcal{J}_{n+1}))]^{\sigma}. \quad (4)$$

Now, we will prove that  $\{\mathcal{J}_n\}$ , left  $K$ -Cauchy sequence. As  $\mathcal{J}_{n+1} \in \theta_{\beta}^{\mathcal{J}_n}$  and  $(\mathcal{J}_n, \mathcal{J}_{n+1}) \in S$ , we have

$$\theta(\mathcal{J}(\mathcal{J}_n, \mathcal{J}_{n+1})) \leq [\theta(\mathcal{J}(\mathcal{J}_n, \mathbb{T}\mathcal{J}_n))]^{\beta}.$$

From (3) and (4), we have

$$\theta(\mathcal{J}(J_{X_{n+1}}, \mathbb{T}J_{X_{n+1}})) \leq [\theta(\mathcal{J}(J_{X_n}, \mathbb{T}J_{X_n}))]^{\sigma\beta},$$

And

$$\theta(\mathcal{J}(J_{X_{n+1}}, J_{X_{n+2}})) \leq [\theta(\mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}}))]^{\sigma\beta}.$$

By this way we can obtain

$$\theta(\mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}})) \leq [\theta(\mathcal{J}(J_{X_0}, J_{X_1}))]^{(\sigma\beta)^n}, \tag{5}$$

And

$$\theta(\mathcal{J}(J_{X_n}, \mathbb{T}J_{X_n})) \leq [\theta(\mathcal{J}(J_{X_0}, \mathbb{T}J_{X_0}))]^{(\sigma\beta)^n}. \tag{6}$$

By  $n \rightarrow \infty$  in (6), we have

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \theta(\mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}})) = 1,$$

Which implies that

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}}) = 0,$$

By  $(\theta_2)$ . From the condition  $(\theta_3)$ ,  $\sigma \in (0,1)$  and  $\ell \in (0, \infty]$  so that

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\theta(\mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}})) - 1}{[\mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}})]^\sigma} = \ell.$$

Let  $\ell < \infty$  and  $B = \frac{\ell}{2} > 0$ . By definition of the limit,  $n_0 \in \mathbb{N}$  so that için

$$\left| \frac{\theta(\mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}})) - 1}{[\mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}})]^\sigma} - \ell \right| \leq B$$

$n \geq n_0$ , which implies that

$$\frac{\theta(\mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}})) - 1}{[\mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}})]^\sigma} - \ell \geq \ell - B = B$$

$n \geq n_0$ . Then

$$n[\mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}})]^\sigma \leq An[\theta(\mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}})) - 1]$$

$n \geq n_0$ , where  $A = \frac{1}{B}$ . Now suppose that  $\ell = \infty$ . Let  $B > 0$ . By the definition of the limit,

$n_0 \in \mathbb{N}$  so that

$$\frac{\theta(\mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}})) - 1}{[\mathcal{J}(J_{X_n}, J_{X_{n+1}})]^\sigma} \geq B$$

$n \geq n_0$ , which implies that



$$n[\mathcal{J}(x_n, x_{n+1})]^\sigma \leq An[\theta(\mathcal{J}(x_n, x_{n+1})) - 1]$$

$n \geq n_0$ , where  $A = \frac{1}{B}$ . Hence, any in case,  $A > 0$  and  $n_0 \in \mathbb{N}$  so that

$$n[\mathcal{J}(x_n, x_{n+1})]^\sigma \leq An[\theta(\mathcal{J}(x_n, x_{n+1})) - 1]$$

$n \geq n_0$ . Thus by (5), we get

$$n[\mathcal{J}(x_n, x_{n+1})]^\sigma \leq An \left( [\theta(\mathcal{J}(x_0, x_1))]^{(\sigma\beta)^n} - 1 \right).$$

$n \geq n_0$ . Taking  $n \rightarrow \infty$ , we obtain

$$\lim_{n \rightarrow \infty} n[\mathcal{J}(x_n, x_{n+1})]^\sigma = 0.$$

Hence  $n_1 \in \mathbb{N}$  so that

$$\mathcal{J}(x_n, x_{n+1}) \leq \frac{1}{n^\sigma}$$

$n \geq n_1$ .

Now  $m > n \geq n_1$ , we get

$$\begin{aligned} \mathcal{J}(x_n, x_m) &\leq \mathcal{J}(x_n, x_{n+1}) + \mathcal{J}(x_{n+1}, x_{n+2}) + \dots + \mathcal{J}(x_{m-1}, x_m) \\ &= \sum_{i=1}^{m-1} \mathcal{J}(x_i, x_{i+1}) \\ &\leq \sum_{i=1}^{\infty} \mathcal{J}(x_i, x_{i+1}) \\ &\leq \sum_{i=n}^{\infty} \frac{1}{i^\sigma} \end{aligned}$$

Since,  $\frac{1}{\sigma} > 1$  and  $\sum_i \frac{1}{i^\sigma}$  convergent. So taking  $n \rightarrow \infty$ , we have  $\mathcal{J}(x_n, x_m) \rightarrow 0$ . Hence  $\{x_n\}$  is left  $K$ - Cauchy in  $(X, \mathcal{J})$ .  $(X, \mathcal{J})$  is a left  $K$ -complete,  $z \in \mathcal{U}$  such that  $\{x_n\}$  is  $\mathcal{J}$ -convergent to  $z$ , that is  $\mathcal{J}(z, x_n) \rightarrow 0$  as  $n \rightarrow \infty$ .

If  $\mathcal{U}$  is upper semicontinuous, then by Lemma 1 we have  $z \in \mathcal{U}z$ . This contradicts with the assumption that  $\mathcal{U}$  has no fixed point.

Now, assume that  $\alpha$  has property (B). Then  $\alpha(jx_n, z) > 1$  for all  $n \in \mathbb{N}$ . Since  $\lim_{n \rightarrow \infty} jx_n = z$  and  $\mathcal{J}(z, \mathbb{T}z) > 0$ , there exists  $n_0 \in \mathbb{N}$  such that  $\mathcal{J}(jx_{n+1}, \mathbb{T}z) > 0$  for all  $n > n_0$ . Therefore,  $\mathcal{J}(\mathbb{T}jx_n, \mathbb{T}z) > 0$  for all  $n > n_0$ . Thus,  $(jx_n, z) \in S$  for all  $n > n_0$ . Now, from (2) and  $(\Theta 1)$  we have

$$\theta(\mathcal{J}(jx_{n+1}, \mathbb{T}z)) \leq \theta[\mathcal{J}(jx_n, z)]^\sigma$$

And so

$$\mathcal{J}(jx_{n+1}, \mathbb{T}z) \leq \mathcal{J}(jx_n, z) \tag{7}$$

for all  $n > n_0$ . Letting  $n \rightarrow \infty$  in (7), we obtain  $\mathcal{J}(z, \mathbb{T}z) = 0$ . That is, we get  $z \in \mathbb{T}z$ . This contradicts with the assumption that  $\mathbb{T}$  has no fixed point. As a result, this proves that  $T$  has a fixed point in  $JX$ .

## REFERENCES

- [1] M. Abbas, B. Ali, S. Romaguera, Fixed and periodic points of generalized contractions in metric spaces, *Fixed Point Theory Appl.*, 2013 (2013), 11 pages. 1
- [2] J. Ahmad, A. Al-Rawashdeh, A. Azam, New fixed point theorems for generalized F-contractions in complete metric spaces, *Fixed Point Theory Appl.*, 2015 (2015), 18 pages.
- [3] A. Al-Rawashdeh, J. Ahmad, Common Fixed Point Theorems for JS-Contractions, *Bull. Math. Anal. Appl.*, 8 (2016), 12–22.
- [4] I. Altun, B. Damjanovi'c, D. Djori'c, Fixed point and common fixed point theorems on ordered cone metric spaces, *Appl. Math. Lett.*, 23 (2010), 310–316.
- [5] S. Banach, Sur les op'érations dans les ensembles abstraits et leur applications aux 'equations int'egrales, *Fundam. Math.*, 3 (1922), 133–181.
- [6] I. Beg, M. Abbas, Coincidence point and invariant approximation for mappings satisfying generalized weak contractive condition, *Fixed Point Theory Appl.*, 2006 (2006), 7 pages. 1
- [7] H. Dağ, G. Minak, I. Altun, Some fixed point results for multivalued F–contractions on quasi metric spaces, *Rev. R. Acad. Cienc. Exactas Fs. Nat. Ser. A Mat. RACSAM*, 111 (2017), 177–187. 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7
- [8] H. A. Hanc,er, G. Minak, I. Altun, On a broad category of multivalued weakly Picard operators, *Fixed Point Theory*, 18 (2017), 229–236. 1

- [9] N. Hussain, J. Ahmad, L. C' iric', A. Azam, Coincidence point theorems for generalized contractions with application to integral equations, *Fixed Point Theory Appl.*, 2015 (2015), 13 pages. 1 D. Lateef, J. Ahmad, *J. Nonlinear Sci. Appl.*, 12 (2019), 667–674 674
- [10] N. Hussain, V. Parvaneh, B. Samet, C. Vetro, Some fixed point theorems for generalized contractive mappings in complete metric spaces, *Fixed Point Theory Appl.*, 2015 (2015), 17 pages.
- [11] G. S. Jeong, B. E. Rhoades, Maps for which  $F(T) = F(T_n)$ , In: *Fixed Point Theory and Applications*, Nova Science Publishers, 2007 (2007), 71–105. 1
- [12] M. Jleli, B. Samet, A new generalization of the Banach contraction principle, *J. Inequal. Appl.*, 2014 (2014), 8 pages. 1, 1.9, 1
- [13] G. Jungck, Commuting mappings and fixed points, *Amer. Math. Monthly*, 83 (1976), 261–263. 1
- [14] G. Jungck, Compatible mappings and common fixed points, *Internat. J. Math. Math. Sci.*, 9 (1986), 771–779.
- [15] B. Samet, C. Vetro, P. Vetro, Fixed point theorem for  $\alpha$ - $\psi$  contractive type mappings, *Nonlinear Anal.*, 75 (2012), 2154–2165.
- [16] F. Vetro, A generalization of Nadler fixed point theorem, *Carpathian J. Math.*, 31 (2015), 403–410.
- [17] B. Samet, C. Vetro, P. Vetro, Fixed point theorems for  $\alpha$ - $\psi$ -contractive type mappings, *Nonlinear Anal., Theory Methods. Appl.*, 75(4):2154–2165, 2012.
- [18] Feng, Y., Liu, S.: Fixed point theorems for multi-valued contractive mappings and multi-valued Caristi type mappings. *J. Math. Anal. Appl.* 317, 103–112(2006).
- [19] Klim, D., Wardowski, D.: Fixed point theorems for set-valued contractions in complete metric spaces. *J. Math. Anal. Appl.* 334(1), 132–139 (2007).
- [20] Alemany, E., Romaguera, S.: On right K-sequentially complete quasi-metric spaces. *Acta Math. Hungar.* 75(3), 267–278 (1997)
- [21] Romaguera, S.: Left K-completeness in quasi-metric spaces. *Math. Nachr.* 157, 15–23 (1992)
- [22] Altun, I., Olgun, M., Minak, G.: Classification of completeness of quasi metric space and some new fixed point results. *J. Nonlinear Funct. Anal.* (In press)
- [23] Reilly, I.L., Subrahmanyam, P.V., Vamanamurthy, M.K.: Cauchy sequences in quasi-pseudo-metric spaces. *Monatsh. Math.* 93, 127–140 (1982)

- [24] Cobza, S.: Completeness in quasi-metric spaces and Ekeland variational principle. *Topol. Appl.* 158, 1073–1084 (2011)
- [25] Cobza, S.: *Functional analysis in asymmetric normed spaces*. Springer, Basel (2013)
- [26] Alemany, E., Romaguera, S.: On half-completion and bicompletion of quasimetric spaces. *Comment. Math. Univ. Carolin.* 37(4), 749–756 (1996)
- [27] Kunzi, H.P.A.: Nonsymmetric distances and their associated topologies: about the origins of basic ideas in the area of asymmetric topology. In: Aull, C.E., Lowen, R. (eds.) *Handbook of the History of General Topology*, vol. 3, pp. 853–968. Kluwer Academic, Dordrecht (2001)
- [28] V.I. Istrăţescu, *Fixed Point Theory: An Introduction*, Reidel, Dordrecht, 1981.

## VERİ MADENCİLİĞİNDE KÜMELEME ANALİZİ VE SAĞLIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

**İş Zekası Mühendisi, Mehmet Görkem ERGAN<sup>1</sup>, Doç.Dr., Yusuf Sait TÜRKAN<sup>2</sup>  
Endüstri Mühendisi, Aslıhan SAĞIROĞLU CIDA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Oredata Yazılım, gorkem.ergan@oredata.com- 0000-0002-4101-667X

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, ysturkan@iuc.edu.tr- 0000-0001-7240-183X

<sup>3</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
aslihancida@areledutr.onmicrosoft.com- 0000-0003-3611-7537

### ÖZET

Günümüzde birçok sektörde internet tabanlı uygulamalardan elde edilen verilerden yararlanılarak, müşteri ya da kullanıcıların memnuniyet ve beklentileri analiz edilebilmektedir. Sağlık sektöründe de farklı kaynaklardan toplanan verilerden, veri madenciliği uygulamalarıyla önemli bilgiler üretilmeye çalışılmaktadır. İlaç sektöründe özellikle eczacılar ve doktorların okudukları makalelerin, ilgi duydukları alanların anlaşılmasına çalışılması, bu alanda faaliyet gösteren firmalar için çok önemlidir. Bu kapsamda birçok ilaç şirketi oluşturmuş oldukları internet tabanlı platformlar ile doktor ve eczacıların ilaçlar hakkındaki memnuniyetlerini ölçebilmekte, ilgi alanlarını ve beklentilerini analiz edebilmektedir. Bu analizler öncesinde yapılması gereken en önemli çalışmalardan biri kullanıcı segmentasyonudur. Kullanıcı segmentasyonu benzer özelliklere sahip kullanıcı gruplarının belirlenmesidir. Bu şekilde, bu gruplar özelinde analizler gerçekleştirilebilmekte, çalışmalar planlanabilmekte ve daha etkili pazarlama stratejileri geliştirilebilmektedir.

Bu çalışma doktor ve eczacıların sağlık alanında güncel makaleler, eğitimler ve diğer eğitici verilere erişilmesini sağlayan bir çevrimiçi portal üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma firmanın çevrimiçi sistemini yenileme ve güncelleme çalışmalarına temel teşkil eden bir ön hazırlık çalışmasıdır. Yapılan uygulama ile bir ilaç firmasının pazarlama stratejilerini geliştirmek amaçlı geliştirdiği portal üzerinde, bir kümeleme ve segmentasyon çalışması yapılmıştır. Yöntem olarak hiyerarşik olmayan kümeleme algoritmalarından en sık kullanılan K-Means algoritması kullanılmıştır. Elbow metodu kullanılarak optimum küme sayısı belirlenmiş daha sonra metodun güvenilirliğini sınamak amaçlı farklı küme sayıları üzerinde

çalışılmıştır. Kümeleme çalışması ile bu portala üye olan kullanıcıların aktiflik durumunu incelenmiş, kullanıcıların hangi alanlara odaklandığı ve hangi içeriklere daha fazla zaman ayırdıkları anlaşılmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda beş küme elde edilmiştir. Elde edilen kümeler içerisinde yoğunluğun çok fazla oranda pasif küme grubunda olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar, yeni çalışmalar için pasif kullanıcıların kendi arasında kümelenmesi ve buna göre kullanıcıları aktif duruma getirebilecek yeni çalışmaların planlanması gerekliliğini ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kümeleme, Kullanıcı Segmentasyonu, K-Means, İlaç Sektörü

## 1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında dijitalleşme sayesinde veriler ve bilgiler bugüne kadar insanlık tarihinde görülmemiş miktarda üretilmekte, saklanabilmekte ve paylaşılabilir. Bilişim alanındaki gelişmelerin ivme kazandığı bu günlerde, veri bilimi ve veri madenciliği iş hayatında önemli bir çalışma alanı olmuştur. En sık kullanılan işlevleri kümeleme, sınıflandırma, tahminleme olan veri madenciliği aslında oldukça büyük ve çoğu zaman gereksiz veri barındıran bir yığından anlamlı bilgiler edinme, kullanıcıya ihtiyacı olanı verme, bir bakıma özü açığa çıkarma amacı güden bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır.

Verilerin önemi, geçmişteki veriler üzerinden açık olmayan bilgilerin keşfedilmesi, ileriye dair öngörüler, tahminler veren modeller ile önceden tedbir alınmasını sağlayacak bir yönetim anlayışına geçilebilmesinden ve olası kayıpların öngörebilmesinden kaynaklanır [1]. Geçmiş verilerden örüntüler çıkarma, gelecekte karşılaşılabilecek durumları kestirebilme, kısacası ham veriyi ve enformasyonu fazla ve gürültülü verilerden ayıklayarak, bu veriler üzerine istatistiksel, matematiksel modelleri, bilgisayar destekli biçimde anlamlı bilgilere dönüştürme işlemine veri madenciliği denir. Veri madenciliği verinin kullanıldığı her alanda kullanılabilir olmasıyla birçok sektörde yer edinmiş, çeşitli uygulamalarla sağladığı faydalar test edilmiştir. Bu alanlardan özellikle pazarlama sektörü en ön plana çıkan sektörlerdendir.

Kümeleme üzerine gerçekleştirilen çalışmalar 1963'te Sokal ve Sneath tarafından "Principles of Numerical Taxonomy" isimli kitabın yayınlanmasından sonra hız kazanmış ve sekiz yıl içerisinde bu konu üzerine yapılan yayınların sayısı iki katına çıkmıştır [2]. Kümeleme Analizi üç temel veri madenciliği model sınıfından birisini temsil eden, benzer öz nitelikleri barındıran, verileri aynı kümede toplayan sınıflama amaçlı bir modeldir. Ray ve Turi [3] en iyi kümeleme yöntemini bulmak üzerine hem doğal hem doğal olmayan görüntülerle deneyler yapmışlardır.



Küme sayısının ve küme iç ve dış aralığı ölçümlerine dayanan bir ölçütleri vardır ve geçerlilik ölçümlerinin doğal görüntüler için daha tutarlı bir sonuç ürettiğini söylemişlerdir. Bu ölçütü K-Means yöntemiyle hem doğal hem de doğal olmayan görüntüler üzerinde uygulayıp çok spektruma sahip görüntüler için uygunluğunu onaylamışlardır. Bununla birlikte, kullandıkları yöntemin tek boyutlu görüntüler için de kullanabileceğini öne sürmüşlerdir.

En yaygın kullanıma sahip gözetimsiz öğrenme tekniklerinden biri olan K-ortalamlar algoritması, her verinin sadece bir kümeye ait olabilmesine izin veren bir kümeleme algoritmasıdır [4]. K-Ortalamlar yöntemi aynı küme içerisinde bulunan veriler arasındaki değişimi en aza indiren bir yöntemdir. Bunun yanısıra farklı kümeler içerisindeki veriler arasındaki değişimi de en üst seviyeye çıkarır [5,6]. K-Means algoritması sürekli olarak kümelerin yenilendiği ve en uygun çözüme ulaşana kadar devam eden döngüsel bir algoritmadır [7,8].

Kümeleme analizlerinin farklı sektörlerde çok sayıda uygulaması bulunmaktadır. Savaş ve arkadaşları [9] çalışmalarında Türkiye'deki veri madenciliği uygulama örneklerini paylaşmıştır. Koltan ve arkadaşları ise yapmış oldukları çalışmada farklı sektörlerden uygulama örnekleri vermiş, özellikle de pazarlama alanındaki çalışmalardan bahsetmişlerdir [10]. Çalış ve Baynal [11] çalışmalarında finans sektöründe satış stratejilerinin belirlenmesinde kümeleme analizi gerçekleştirmişlerdir. Koyuncugil ve Özgülbaş ise [12] tıp ve sağlık sektöründeki veri madenciliği uygulamalarını anlatmışlardır.

Bu çalışma bir özel ilaç şirketinin, doktorlara ve eczacılara yönelik oluşturmuş olduğu bir portal üzerindeki kümeleme uygulamasıdır. Kullanıcıların uzmanlık alanlarıyla ilişkili tıptaki gelişmeler ve ilaçlarla ilgili güncel makalelere, eğitimlere ve benzer birçok içeriğe ulaşabildiği bu portale üye olan doktorların, portaldeki aktifliklerini ölçmek amacıyla kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Portaldaki kullanıcıların geçirdikleri zaman ve tıklama sayıları gibi değişkenler analiz edilerek kullanıcı kümeleri oluşturulmuştur. Oluşturulan segmentasyon bir ön çalışmayı kapsamaktadır. İleride, sonraki analizlerle birlikte kullanılarak, firmanın pazarlama stratejilerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

## 2. VERİ SETİ

Bu çalışma özel bir ilaç şirketinin farklı doktor ve eczacılara farklı materyeller sunduğu ve bir portal üzerinde yapılan kümeleme çalışmasını kapsamaktadır. Kümeleme analizi üç temel veri madenciliği model sınıfından birisini temsil eden, benzer öz nitelikleri barındıran verileri aynı

kümede toplayan sınıflama amaçlı bir modeldir. Çalışmada portala üye olan doktorlar ve eczacıların sistemdeki aktifliklerini ölçmek amacıyla kümeleme analizi kullanılmış ve kullanıcılar segmentlere ayrılmışlardır. Segmentasyonun amacı sonuçların başka analizlerle birlikte kullanarak pazarlama stratejileri geliştirmesine olanak sağlamaktır.

Çalışma kapsamında kullanılan veri dosyaları, bu portalın 2019 yılının Ocak ayından Aralık ayına kadar verileri kapsamakta olup bu aralıkta portalde üye olarak bulunan kullanıcılar üzerinden gerçekleştirilmiştir. Veri seti 2031 satırdan ve 14 sütundan oluşmaktadır. Veri setinde aşağıdaki öznitelikler bulunmaktadır.

- *DR\_ID*: Kullanıcı olan doktor, eczacı ya da veterinerlerin ID numarasını temsil etmektedir. Buradaki ID numaraları her kullanıcı için benzersiz olup veri gizliliği açısından maskelenmiştir.
- *Uzmanlık*: Kullanıcının son uzmanlığını belirtir. Orijinal veride bu alanlar Onkoloji, “İmmünoloji” gibi doktorların tıp alanlarını belirtmekte olup birçok uzmanlık alanını kapsamaktadır. Bu alanda, hem veri setini küçülterek işlem hızını artırmak, hem de verilerin şirketin stratejik bilgilerini içermemesi adına veriler “Uzmanlık\_Alanları” alanında 1 den 10 a kadar numaralandırılıp, 10 uzmanlık alanıyla sınırlandırılarak ilgili uzmanlık alanlarına atanarak maskeleyme işlemi gerçekleştirilmiştir.
- *Uzmanlık Alanları*: Doktorların son uzmanlık alanlarını belirten, uzmanlık sütununun maskelenmiş veri grubudur. Bu çalışmada kullanılmamıştır.
- *Time*: Kullanıcının sistemde toplam bulunma süresini ifade eden sütundur. Kümeleme analizinin temel boyutlarından birisini oluşturan alandır.
- *TotalClick*: Kullanıcının 2019 yılındaki tüm oturumları süresince gerçekleştirdikleri toplam tıklama sayısını ifade eden sütundur. Kümeleme analizinin temel boyutlarından birisini oluşturan diğer alandır.
- *M.Click*: Kullanıcıların yapmış oldukları tıklamaların medyanını ifade eden sütundur. Bu alan pazarlama stratejileri için bulundurulmuş ancak bu çalışmada yer almayan bir hesaplama değildir.
- *M.Time*: Kullanıcıların tümünün toplam oturum sürelerinin medyanını ifade eden sütundur. Bu alan pazarlama stratejileri için bulundurulmuş ancak bu çalışmada yer almayan bir hesaplama değildir.

### 3. UYGULAMA ADIMLARI

Uygulama aşaması öncelikle problemin tanımlanması ve veri setinin incelenmesi ile adımlarından oluşmaktadır. Gerçekleştirilen segmentasyon aşağıda verilmiş Görsel 1'deki akışa göre gerçekleştirilmiştir.

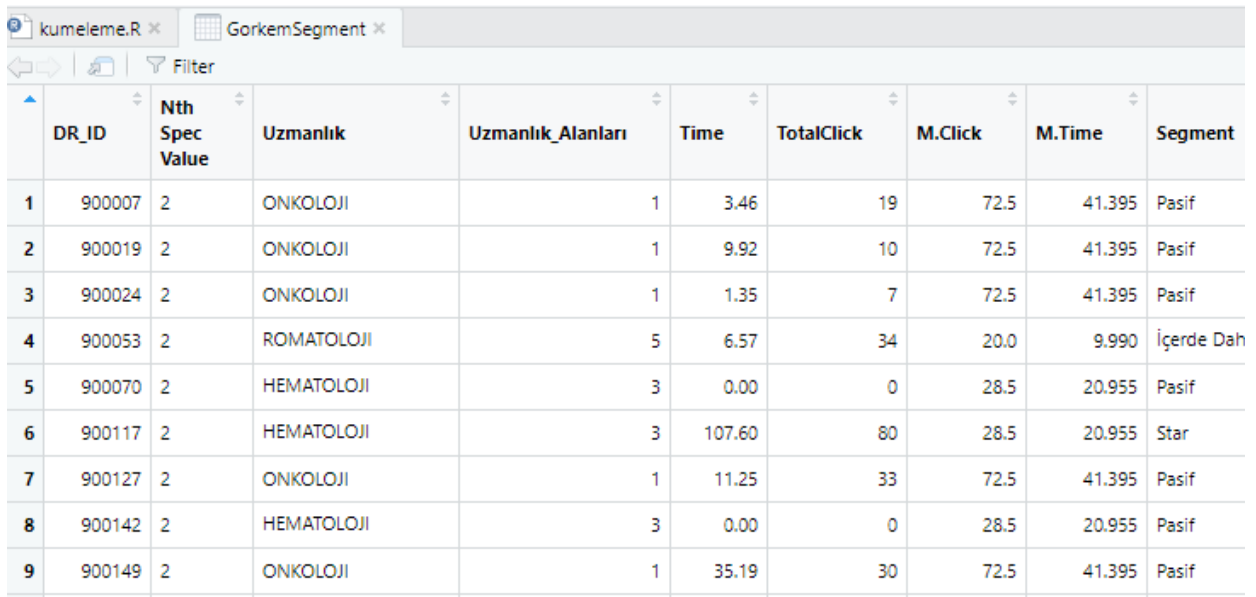


**Görsel 1. Kümeleme Analizi Adımları**

Uygulama aşamasında önce problem amacı ve kapsamı belirlenmiştir. Daha önceden de ifade edildiği üzere çalışmada bir ilaç firmasının yürütmekte olduğu, doktor ve eczacıların üye olabildiği, her bir uzmanlık alanıyla ilgili editörler tarafından günlük olarak farklı makalelerin haber bülteni şeklinde hazırlanarak Türkçe sunulduğu ve klinik çalışmalarla ilgili bilgi sağlanan portalin üye olan kullanıcılarının segmentasyonu yapılması amaçlanmaktadır. Bu analiz sonucunda müşterileri gruplayarak aktiflik durumlarına göre mevcut durum gözlemlenebilecek, saha ekipleri için geliştirilecek stratejiler için daha derin analizler için kilit bir bilgi oluşturulacaktır.

Çalışmada ikinci ve üçüncü aşamalarda veri seti üzerinde çalışılmıştır. Veriler sistemde 2016 yılından beri kayıt altında toplanmakta olup, bu veriler 2019 yılıyla hem güncel veriler olması, hem de verinin küçültülmesi amacıyla filtrelenerek Microsoft Excel'de filtrelenmiştir. Veri setinin daraltılması işleminin bir diğer aşaması ise doktorların uzmanlık alanına göre seçilmeleridir. Sistemdeki uzmanlık alanı hem veri dosyasını küçültmek hem de maskeleye yapmak amacıyla 10 ile sınırlandırılarak bu alanlar Uzmanlık Alanları olarak 1 ile 10 arasında değer alan sütunlara dönüştürülmüştür. Veri hazırlama aşamasının en önemli adımlarından biri, küçültülü veriyi ayıklamaktır. Öncelikle ana dosyalar üzerinde çalışılarak ayıklama işlemi

gerçekleştirilmiştir. Veri seti birçok farklı Excel dosyasından meydana geldiğinden, aynı isme ait birden çok kayıt, aynı ID'nin Excel veri setinde birden çok defa geçmesi durumuyla karşılaşmıştır. Bu sorun R uygulamasında çalışılarak giderilmiş ve dosyaların tek dosyaya indirilmesi sağlanmıştır. Bir başka gürültülü veri kaynağı “Uzmanlık” alanından kaynaklanmaktadır. Doktorlar, sonradan bir başka uzmanlık edinebilmekte ve bu da sistemde bir ID'ye karşılık birden fazla uzmanlık alanı gelmesine neden olmaktadır. Bu ise aynı kişilerin çoklanması demektir. Bu konuda ayıklama işlemi ile giderilmiştir. Bu aşamanın sonunda, kullanıcının 2019 yılı boyunca sistemde toplam bulunma süresini ifade eden “Time” ve yine 2019 yılı boyunca sistemde geçirdikleri sürede gerçekleştirdikleri toplam tıklama sayısını ifade eden “TotalClick” sütunlarındaki veriler, kümelemenin boyutlarını oluşturan temel veriler olarak alınmıştır. Çalışmanın gerçekleştirildiği R programında veri dosyasının tanımlanması Görsel 2’de verilmiştir.



	DR_ID	Nth Spec Value	Uzmanlık	Uzmanlık Alanları	Time	TotalClick	M.Click	M.Time	Segment
1	900007	2	ONKOLOJİ	1	3.46	19	72.5	41.395	Pasif
2	900019	2	ONKOLOJİ	1	9.92	10	72.5	41.395	Pasif
3	900024	2	ONKOLOJİ	1	1.35	7	72.5	41.395	Pasif
4	900053	2	ROMATOLOJİ	5	6.57	34	20.0	9.990	İçerde Dah
5	900070	2	HEMATOLOJİ	3	0.00	0	28.5	20.955	Pasif
6	900117	2	HEMATOLOJİ	3	107.60	80	28.5	20.955	Star
7	900127	2	ONKOLOJİ	1	11.25	33	72.5	41.395	Pasif
8	900142	2	HEMATOLOJİ	3	0.00	0	28.5	20.955	Pasif
9	900149	2	ONKOLOJİ	1	35.19	30	72.5	41.395	Pasif

## Görsel 2. Kümeleme Analizi Adımları

Çalışmanın dördüncü aşaması yöntem belirleme aşamasıdır. Bir sonraki bölümde detaylı anlatılan K-Means algoritması gerek çok sayıda veriyle çalışabilmesi gerekse en çok tercih edilen yöntem olmasından dolayı tercih edilmiştir. Sonraki adımda ise küme sayısının belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. Küme sayısını belirlemek, kümeleme analizinin temel adımlarından birisidir. K-Means metodunda küme sayısına önceden karar verilir. Bu uygulama için optimum küme sayısı 4 olarak belirlenmiştir. Bu seçim, şirketin portal kullanıcılarını önceki analizlerde medyana bağlı olarak 4 kümede incelenmesi sebebiyle tercih edilmiştir. Elbow, Ktzanowski-Lai, Silhouette, Fark istatistiği gibi farklı yöntemler küme sayısının

belirlenmesinde yararlanılabilen metotlardır. Çalışmada yaygın kullanıma sahip Elbow metoduna başvurulduğunda verilen 4 kümeye alternatif olarak 5 küme olarak da gruplanabileceği gözlemlenmiştir.

Uygulamanın son aşaması K-Means kümeleme yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada başlangıç merkez seçimi rassal olarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama R programı üzerinde gerçekleştirilmiş olup, R veri tabanındaki library(readxl), library(tidyverse) ve library(openxlsx) kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Çalışmada veri dosyasından DR\_ID, Time ve TotalClick sütunları seçilerek kullanılacak veri grubu belirlenmiştir. Kümeleme çalışması sırasıyla 3, 4 ve 5 küme sayısı için gerçekleştirilmiştir. Elbow yöntemiyle ideal küme sayısı tespit edilmiş ve kümeleri oluşturan kullanıcılar incelenmiştir.

#### 4. KULLANILAN YÖNTEMLER

Uygulamada kümeleme aşamasında K-Means ya da Türkçe adıyla K-Ortalamlar yönteminden yararlanılmıştır. K-Means literatürde en çok kullanılan kümeleme algoritmalarından biridir. Yöntem, hataların karesine dayalı bir tekniktir [13]. Küme sayısının belirlenmesinde ise Elbow Metodu tercih edilmiştir. Elbow, küme sayısının belirlenmesinde kullanılan en eski ve en yaygın metotlardandır.

##### 4.1. K-Ortalamlar Algoritması

Yöntemin temel mantığı, rasgele belirlenen ya da bazı durumlarda belirli özelliklere göre belirlenen başlangıç noktalarından belirlenen küme sayısınca merkez kabul edilir. En başarılı kümeleme, kümenin içindeki kayıtların merkeze uzaklıklarının minimum olduğu ve kümeler arası mesafenin maksimum olduğu durum olur.

K-Means algoritmasının temel matematiksel denklemi aşağıdaki gibidir:

$$p = (p_1, p_2, \dots, p_n) \text{ ve}$$

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2}$$

K-Ortalamlar algoritmasının aşamaları aşağıda listelenmiştir(Saruman, G., 2011):

1.  $k$  adet nesneyi rastgele seç. Seçilen  $k$  adet nesne küme merkezlerini temsil eder.  $M_1, M_2, \dots, M_k$ . Örnek orta nokta aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$n_k = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} x_{ik} \quad (1)$$

2. Karesel hata formülünden yararlanılarak küme içi değişmeler hesaplanır;  $e_1, e_2, \dots, e_k$

$$e_i^2 = \sum_{i=1}^{n_k} (x_{ik} - M_k)^2 \quad (2)$$

Kare-hata küme içindeki değişmelerin toplamıdır ve şu şekilde hesaplanır;

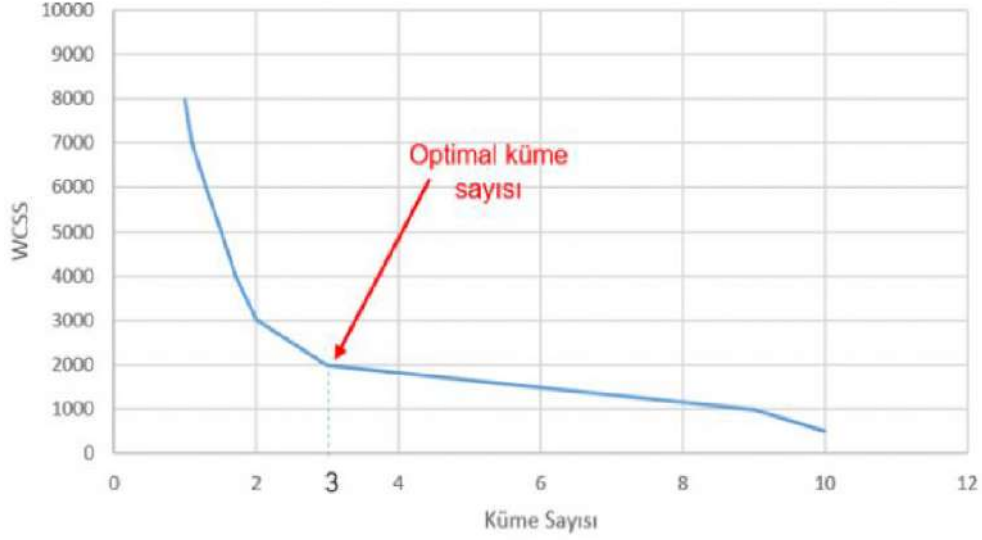
$$E_k^2 = \sum_{k=1}^K e_k^2 \quad (3)$$

3. Her bir veriyi kendisine en yakın olan kümeye ata.
4. Verilerin hepsi en yakın kümelere atandığında, tekrar  $k$  tane küme için merkezleri hesapla
5. Merkez hesaplamalarından sonra 2. ve 3. adımları küme merkezlerinde bir değişiklik olmayıncaya kadar sürekli tekrarla.

#### 4.2. Elbow Metodu

Dirsek metodu olarak da adlandırılan Elbow Metodu, küme sayısının belirlenmesinde kullanılan en eski ve en yaygın metot olarak bilinmektedir ve metodun bilinirliği 1953 yılına kadar uzanmaktadır (Üstünel, M. 2018). Kümeleme analizinin temel mantığı olarak küme elemanlarının birbirine benzemesi, benzemeyen elemanların başka bir kümede yer alması mantığı Elbow yönteminde de bulunmaktadır.



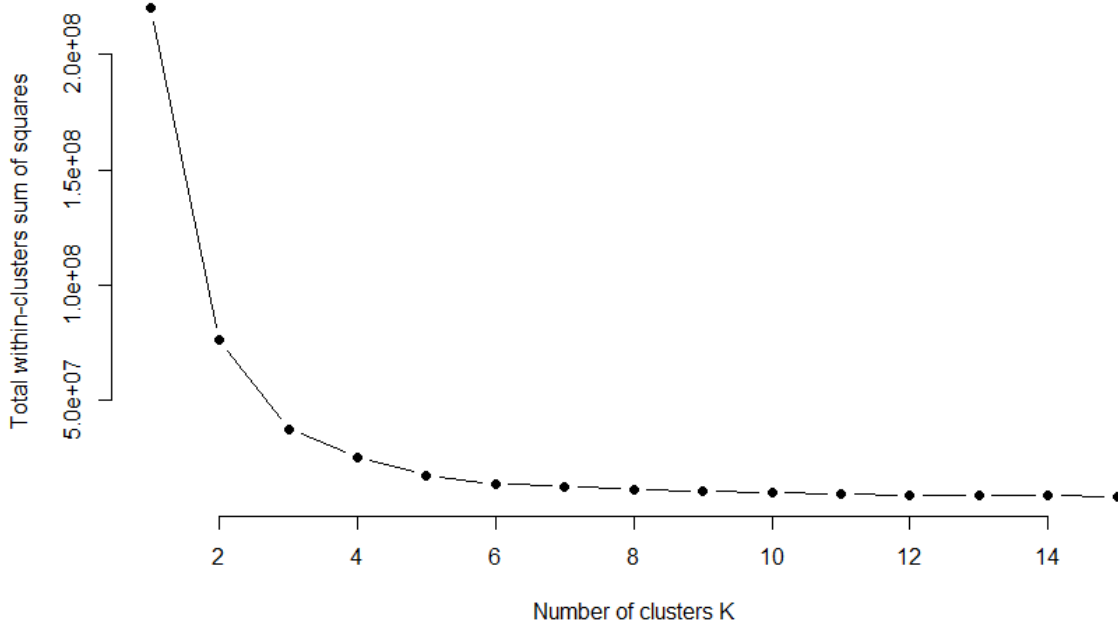


**Görsel 3. Elbow(Dirsek) Metodunda Kırılma Noktası**

Belirli bir küme sayısı öngörülerek (örneğin 3 ile 6 küme arasında olması uygun görülürse) sırayla  $k=3$ ,  $k=4$ ,  $k=5$  ve  $k=6$  küme sayıları için küme içi uzaklıkların kareleri toplamı bulunur. Bunlardan belirgin biçimde bir önceki değere göre kareler toplamını küçülten sayılar küme sayısı için alternatifleri oluştururlar. Görsel 3’de Elbow metodunda optimum kümenin belirlenmesindeki kırılma gösterilmektedir. Görüldüğü gibi, optimal küme sayısına ulaşıldıktan sonra grafiğin eğimi oldukça azalmaktadır.

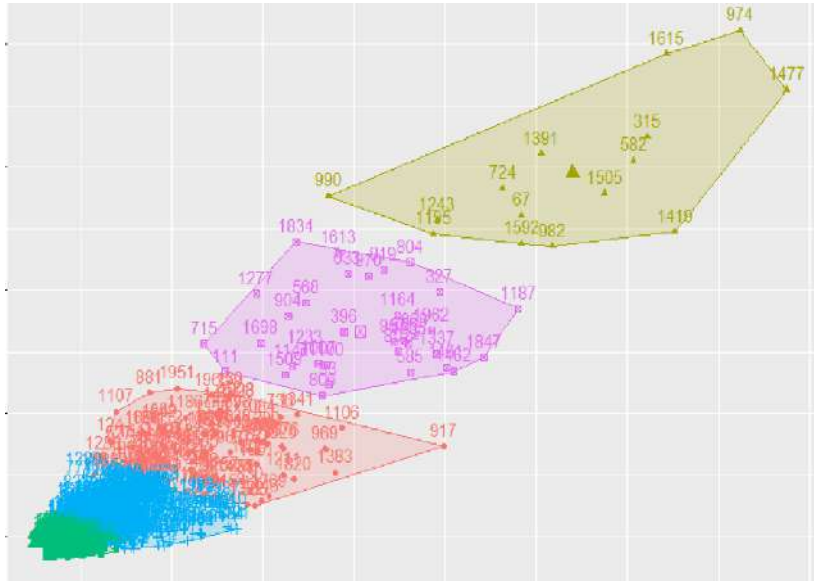
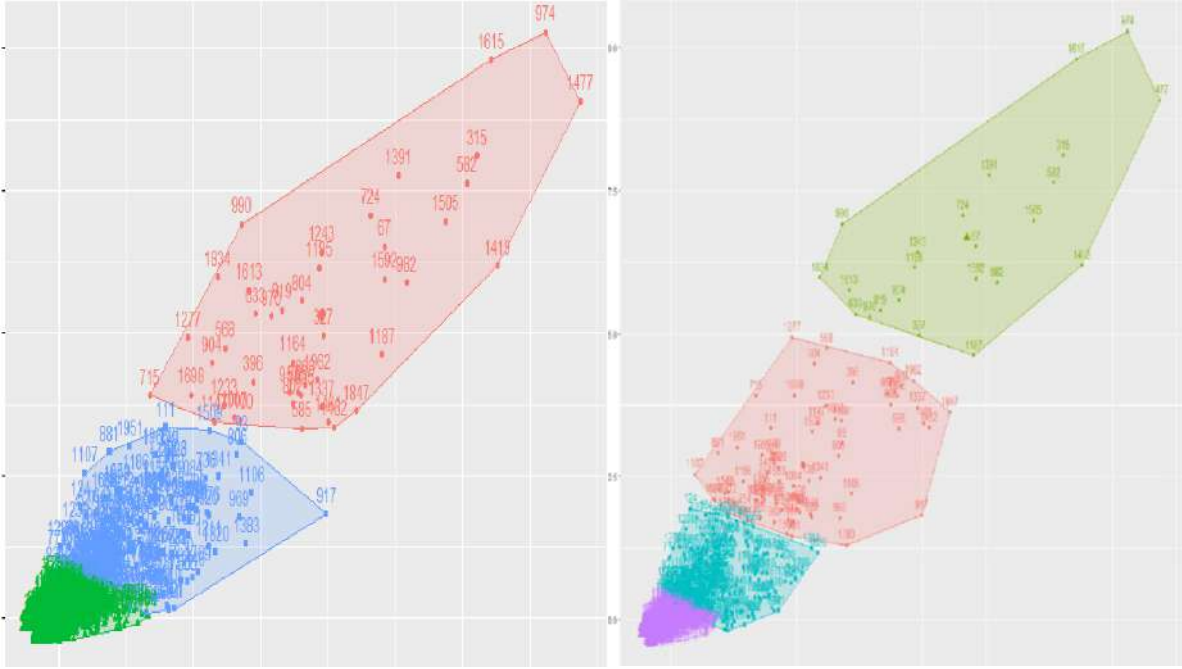
## 5. BULGULAR

Uygulamada yararlanılan Elbow yöntemi ile ideal küme sayısı araştırılmıştır. Elbow metoduyla elde edilen grafik Görsel 4’te verilmiştir. Buradan da görüleceği üzere çalışma başında genel kabul gören 4 kümenin etkin küme sayılarından biri olduğu, ancak 5 kümenin optimum küme sayısı olduğunu anlaşılmıştır.



**Görsel 4. Elbow Metoduyla Elde Edilen Küme Sayısı Performansları**

Uygulama sonucu elde edilen kümeleme işleminin performansını ölçmek için bazı veriler gösterge olarak kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi “Küme İçi Toplam Kareler toplamı”, yani kümenin kendi içindeki homojenliğini ölçen değerdir. Bu değer küçük olması yani küme içi değerlerin birbirinden farklılığının az olması beklenir. İkinci değer ise “Kümeler Arası Kareler Toplamı” yani kümelerin birbirleri arasındaki farklılığı ölçen değerdir ki bu değer de büyük olması beklenir. Performans kriterlerinde “Küme İçi Toplam Kareler” değeri minimize edilmeli, “Kümeler Arası Toplam Kareler/Küme İçi Toplam Kareler” oranı ise 1’e olabildiğince yakın olmalıdır. Bu oran küme sayısının 5 olduğu durumda %92 oranıyla 1’e en yakın olduğundan küme sayısı 5 olduğunda kümeleme işlemi optimum küme sayısını göstermektedir. Çalışmada küme sayısını belirlemek için kullanılan Elbow metoduyla optimum küme sayısı 5 bulunmuş olsa da, kümeleme işlemi küme sayısı 3,4 ve 5 olmak üzere 3 farklı biçimde gerçekleştirilmiştir. Buna göre 3 ve 4 için elde edilmiş kümeler Görsel 5’te, 5 için elde edilmiş küme ise Görsel 6’da verilmiştir.



**Görsel 6. Beş Küme İçin Elde Edilen Kümelerin Gösterimi**

İdeal küme sayısı olan beş kümeye ayrılmış K-Means algoritma çıktısı ise aşağıda Görsel 7’de verilmiştir.



Kümeleme işlemini optimum küme sayısı olan  $K=5$  küme sayısına göre gerçekleştirildiğinde toplam 2031 satırda incelenen veri setinin “oldukça aktif” grupta sayılan kullanıcı sayısının 15, “aktif” gruptaki kullanıcı sayısının ise 34 olduğu görülmektedir. “Normal” aktiflikteki grubun kullanıcı sayısının 104, siteyi nadir kullanan “pasif” kullanıcı sayısının 309, “oldukça pasif” yani neredeyse portalı hiç kullanmayan kümeyi temsil eden kişilerin sayısının ise 1569 olduğu görülmektedir. Bu gruplardaki yoğunluk, elimizde bulunan veri setindeki grubun, pasif kullanıcı ya da görece az vakit geçiren bir kitleden oluştuğunu, daha ilgi çekici başlıklarla portalın güncellenmesi gerektiğini göstermektedir. Bir başlangıç uygulaması teşkil eden bu çalışmadan sonra ileriki çalışmalarda pasif kümelerde bulunan iki kümenin haricinde kalan diğer kümeler için ayrıca bir kümeleme çalışması yapılabilir. Böylece aktif kullanıcı özelliklerine ve alışkanlıklarına göre platform içeriğinin nasıl zenginleştirilebileceği analiz edilebilir. Ayrıca veri setinde bulunan diğer verilerden yararlanılarak ilişki analizleri ile portalın geliştirilmesinde kullanılabilecek anlamlı bilgilere ulaşılabilecektir.

## KAYNAKÇA

- [1] İnan, O. *Öğrenci İşleri Veri Tabanı Üzerinde Veri Madenciliği Uygulamaları*, Konya Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.
- [2] Çakmak, Z., Kümeleme Analizinde Geçerlilik Problemi ve Kümeleme Sonuçlarının Değerlendirmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (3). 1999.
- [3] Ray, S., Turi. R.H. *Determination of Number of Clusters in K-Means Clustering and Application in Colour Image Segmentation*, In Proceedings of the 4th International Conference on Advances in Pattern Recognition and Digital Techniques. 137–143, 1999.
- [4] Sarıman, G., Veri Madenciliğinde Kümeleme Teknikleri Üzerine Bir çalışma: K-Means ve K-Medoids Kümeleme Algoritmalarının Karşılaştırılması, *Journal of Natural & Applied Sciences*, 15-3( 2011),192-202, 2011.
- [5] MacQueen J., *Some methods for classification and analysis of multivariate observations*. In Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability, 1 (14): 281-297, 1967.

- [6] Al Kindhi B., Sardjono T., Purnomo M., Verkerke G., Hybrid K-means, fuzzy C-means, and hierarchical clustering for DNA hepatitis C virus trend mutation analysis, *Expert Systems with Applications*, 121: 373-381, 2019.
- [7] Demiralay, M., Çamurcu., A. Y., Cure, Agnes ve K-Means Algoritmalarındaki Kümeleme Yeteneklerinin Karşılaştırılması, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(8),1-18, 2005.
- [8] Silahtaroglu, G., *Veri madenciliği*, Papatya yayıncılık, İstanbul, 114, 2008
- [9] Savaş, S. , Topaloğlu, N. & Yılmaz, M., Veri Madenciliği ve Türkiye’deki Uygulama Örnekleri. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11 (21) , 1-23, 2012.
- [10] Koltan Ş, Patır S., Kümeleme Analizi ve Pazarlamada Kullanımı, *Akademik Yaklaşımlar Dergisi (Journal of Academic Approach)*, 2(1), 91-113, 2011.
- [11] Çalış, A., & Baynal, K., Kümeleme analizi ile bankacılık sektöründe satış stratejilerinin belirlenmesi, *Beykent Üniversitesi. Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 13-41, 2016.
- [12] Koyuncugil, A. S., & Özgülbaş, N., Veri madenciliği: Tıp ve sağlık hizmetlerinde kullanımı ve uygulamaları, *International Journal Of Informatics Technologies*, 2(2), 2009.
- [13] Jain, A. K., Murty, M. N., & Flynn, P. J., Data clustering: a review. *ACM computing surveys (CSUR)*, 31(3), 264-323, 1999.



## HAVALİMANI TERMİNALİNDE KUYRUK SİSTEMLERİ ÜZERİNE BİR SİMÜLASYON VE MODELLEME UYGULAMASI

Endüstri Mühendisi, Melek Rabia TÜREL <sup>1</sup>, Doç.Dr., Yusuf Sait TÜRKAN <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Türk Hava Yolları, melekturel96@gmail.com- 0000-0003-3851-2864

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, ysturkan@iuc.edu.tr- 0000-0001-7240-183X

### ÖZET

Havalimanlarında hizmet düzeyini etkileyen en önemli konulardan biri yolcuların farklı kontrol noktalarından akış-geçiş hızıdır. Kontuarlar, X-ray cihazları, üst aramaları ve birçok kontrol noktası yolcuların zorunlu beklemesine neden olmaktadır. Yolcu bekleme süreleri her ne kadar gerekli kontroller kapsamında olsa da bekleme süreleri makul sürelerin üzerine çıktığında yolcu şikayetlerinde önemli bir artış gerçekleşmektedir. Bu da havalimanı işletmecilerinin istemedikleri bir durumdur. Bunun yanı sıra bekleme sürelerinin çok fazla olması, havalimanı işleyişinde önemli krizlere neden olabilmektedir. Aşırı bekleme süreleri bazı yolcuların uçaklarını kaçırmalarına ya da bu kuyruklar çok uzun olduğunda, gecikmeler uçağın bekletilmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle farklı yolcu yoğunluklarına göre hem insan kaynağı hem de cihaz-ekipman kaynaklarının ihtiyaç halinde artırılması, kuyruk bekleme sürelerinin azaltılması için büyük önem arz etmektedir. Dinamik ve stokastik sistemlerde optimizasyondan ziyade simülasyon çalışmaları tercih edilmektedir. Bu kapsamda havalimanlarında, kuyruk sistemlerine ait simülasyon modellerinin oluşturulması ve farklı senaryoların model üzerinde çalıştırılıp ihtiyaç duyulan kaynak miktarının belirlenmeye çalışılması sıkça tekrarlanması gereken bir çalışmadır.

Bu çalışmada kuyruk sistemleri içerisinde havalimanları kapı ve kontrol işleyişine yer verilmiştir. Simülasyon çalışmaları ile bahsi geçen kontrol noktaları ve kuyruk sistemlerinin ilişkileri açıklanmıştır. Çalışmanın uygulama kısmında İstanbul Havalimanı terminalinin, iç hat giden yolcu check-in noktası analiz edilmiştir. Araştırma için, bahsi geçen noktaya gelen yolculardan uygulama için örneklem oluşturulmuştur. Örneklem, kontrol noktasında bir hafta süresince günün yoğun saatlerinde yapılan gözlemlerle elde edilmiştir. Gözlem verileri, yolcuların varış zamanı, check-in kontuarı ve X-Ray cihazlarına gidiş süreleri, bu noktalardaki işlem süreleri ve ayrılma zamanlarını içermektedir. Çalışmada simülasyon modeli oluşturularak iki farklı yolcu yoğunluk senaryosu için model çalıştırılmıştır. Senaryolarda sistemdeki kaynak kullanımları değiştirilerek, performans göstergelerine göre ideal kaynak sayıları belirlenmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sistem Simülasyonu, Kuyruk Sistemleri, Havalimanı Terminal Hizmeti

## 1. GİRİŞ

Havalimanları terminalleri, yolcu akışının gün içinde çok fazla değişkenlik gösterdiği alanlardır. Havalimanlarında yolcuların fazla bekletilmeden uçağa ulaştırılması gerekmektedir. Bununla birlikte güvenlik için zorunlu kontroller, zorunlu bekleme neden olmaktadır. Günümüzde havalimanları ve hizmet üreten hemen her yerde kuyrukta bekleyen müşteri sayısının azaltılmasına yönelik çalışmalar sıklıkla gerçekleştirilmektedir. Bu tür problemler bekleme hattı problemi ya da kuyruk problemi olarak ifade edilmektedir. Bekleme hattı teorisi, rastsallık olan durumlarda, hizmet sağlayan sistemlerdeki performansı tahmin etmek, bekleme sürelerini iyileştirmek amacı ile modeller üzerinde çalışır. Bu modeller ile işletmelerin yararlanabilecekleri performans ölçütleri sağlanır [1]. Bu tür problemlerde esas olarak kuyruk bekleme süresinin müşteriyi olumsuz etkilemeyecek bir değere getirilmesi amaçlanır. Beklemeye neden olan kuyruklar, hizmet talep etmekte olan müşterilerin, hizmet sunulacak kişi sayısından fazla olması durumunda meydana gelir. Hizmet sağlayıcının verimsiz çalışması nedeniyle operasyonun olması gereken süreden daha uzun sürmesi de yine kuyrukların oluşma nedenidir [2]. Nosek ve Wilson [3] çalışmalarında, kuyrukta bekleyen müşterilerin %70'inin beklemekten dolayı şikayet edeceği ve aynı hizmeti beklemekten almak adına daha fazla ücret ödemeyi kabul edeceğini belirtmişlerdir. Bu durum, işletmelerin müşteri memnuniyeti için oluşan beklemleri azaltmaya yönelik çalışmalar yapmasını zorunlu kılmaktadır.

Günümüzde üretim sektöründe olduğu gibi hizmet sektöründe de problemler eskiye oranla çok daha karmaşık hale gelmiştir. Bu problemlerde değişkenlerin çok sayıda olması, stokastik yapı, dinamik sistemler nedeniyle gerçek hayat problemlerinin tam olarak matematiksel modelini tesis etmek oldukça güçtür. Bunun yerine simülasyon modelleri kullanılarak, sistem modeli üzerinde farklı senaryolar test edilebilmekte ve sistem performansı izlenerek iyi bir çözüm alternatifleri geliştirilebilmektedir. Simülasyon çalışmalarında problemler için oluşturulan çözüm alternatiflerinin sırasıyla uygulanması ve en iyisinin kabul edilmesi için sistem işleyişinin durdurulması gerekmez. Bu şekilde zaman ve maliyetten büyük tasarruflar sağlanabilmektedir.

Simülasyon modellerinden havalimanlarında sıklıkla yararlanılabilmektedir. Bununla birlikte oluşturulan modeller, çoğu zaman havalimanına özel modellerdir. Her ne kadar, havalimanlarındaki operasyonlar temelde benzer de olsa, havalimanının büyüklüğüne ve yolcu sayılarına göre sunulan hizmetler de değişkenlik göstermektedir [4]. Takakuwa ve Oyama [5] havalimanında yapmış oldukları simülasyon çalışmalarında, Kansai Uluslararası Havalimanı Dış Hatlar Terminalinde, yolcuların havalimanında geçirdikleri toplam sürenin %25'inde kuyruklarda beklediklerini tespit etmişlerdir. Bu yolcular toplam geçirdikleri sürenin %4'ünde ise Check-in kontuarlarında işlem yapmaktadırlar. Artan bekleme sürelerinin yolcular üzerinde olumsuz etkiler bıraktığı ifade edilmektedir [6].

Havayolu ulaşımına olan talep her geçen gün artmaktadır. Bu durum, büyük havalimanlarında çeşitli kapı ve kontrol noktalarında uzun kuyruklara ve buna bağlı karışıklıklara, gecikmelere sebep olabilmektedir. Bu çalışmada İstanbul Havalimanında check-in ve X-ray operasyonları incelenerek, bir simülasyon modeli ile yolcu bekleme sürelerinin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Havalimanındaki kaynaklardan en fazla verimi elde edecek şekilde, yolcu

bekleme sürelerinin makul süreler çekilmesi amaçlanmıştır. Çalışma İç Hatlar Gidiş Terminali'nde check-in kontuarı ve sonrasındaki X-ray operasyonları modellenerek gerçekleştirilmiştir. Farklı senaryolar üzerinde çalışılarak, makul bekleme süreleri ve kaynak kullanım oranları elde edilmeye çalışılmıştır.

Literatürde havalimanı operasyonları ve operasyonel performans üzerine çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yamada ve arkadaşları [7] Japonya'daki bir havalimanında iç hatlardaki güvenlik kontrol noktalarının performans ölçümünü, geliştirdikleri bir simülasyon modeli üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Dorton ve Liu [8] operasyonel verimliliği etkileyen bagaj miktarları ve alarm oranlarını bir simülasyon modeli üzerinde incelemiştir. Beck [9] Heathrow Havalimanı yeni terminali açılmadan, yolcu akışını bir simülasyon modeli üzerinde göstermiştir. Manataki ve Ografos [10] ise havalimanı terminalindeki süreçlerin karmaşıklığını ve stokastik yapısını bir simülasyon modeliyle açıklamışlardır. Türkiye'deki bir havalimanında yapılan çalışmada, Orhan ve Orhan [11], yolcu akışı ve ilgili süreçlerin yönetilmesinde bir simülasyon modelinden nasıl yararlanılabileceğini göstermişlerdir. Birçok benzer çalışmada amaç yolcu memnuniyetini artırmanın yanı sıra havalimanı operasyonel verimliliği artırmak, kaynak kullanımlarını maksimize ederek maliyetleri düşürmektir.

## 2. PROBLEMİN TANIMI

Havaalanı iç hatlar gidiş terminaline gelen yolcular ilk kontrolden sonra check-in kontuarına giderek check-in işlemlerini gerçekleştirir ve bagajlarını teslim ederler. Bu işlem sırasında yeterli check-in personeli bulunmuyorsa, gelen yolcular bir kuyruk oluşturur. Kuyruk uzadıkça yolcular için bekleme süresi artarken aynı zamanda müşteri memnuniyetsizliği de oluşur. Ardından gelen yolcular X-Ray kontrol noktalarına yönelir. Burada da cihazlara geçerken yine kuyruklar oluşabilmektedir. Yapılan simülasyon uygulamasında oluşabilecek kuyruklar ve bekleme sürelerinin makul seviyeleri aşmayacak şekilde olması için ihtiyaç duyulan insan kaynağı ve cihaz sayısı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Araştırma için öncelikle gelen yolculardan bir örneklem oluşturulmuştur. Örneklem, bu kontrol noktasındaki gözlemlerle elde edilmiş, modelde yararlanılacak süreler kayıt altına alınmıştır. Bu kapsamda zaman verileri, yolcunun varış zamanı, işlem süresi ve işlem sonrası ayrılma zamanlarını içermektedir. Model Arena 14.0 uygulaması üzerinde gerçekleştirilmiştir. Model kurulduktan sonra gözlem verilerinden yararlanılarak simülasyon modeli çalıştırılmış ve sistem performans göstergeleri incelenerek yeni senaryolar geliştirilmiştir.

### 2.1. Veri Seti

Çalışmada, check-in işlemini online tamamlamamış ve/veya bagaj teslim edecek yolcuların bu işlemleri gerçekleştirme süreleri ve burada da X-ray'lere gidişleriyle birlikte geçiş süreleri kayıt altına alınmıştır. Ayrıca check-in işlemlerini online gerçekleştirenler ve bagajı olmayan yolcular da takip edilmiş, gelen tüm yolcular içerisindeki yüzdeleri hesaplanmıştır. Toplanan veriler terminaldeki yöneticiler tarafından ifade edilen en yoğun 8 saat dikkate alınarak bir hafta boyunca elde edilmiş verilerdir. Toplanan veriler yapılandırılarak model için hazır hale getirilmiştir.

## 2.2. Verilerin Dağılımı

Elde edilen verilerin öncelikle Arena Input Analyzer yardımıyla hangi dağılımlara uygunluk gösterdiği belirlenmiştir. Bu kapsamda, yolcu gelişler arası süre parametresi 0,5 dk olan üstel dağılıma uygunluk göstermektedir. Sisteme giren yolcuların %5'i check-in kontuarına yönelmeden direkt X-ray'lere gitmektedir. Check-in kontuarına yönelen yolcuların, check-in işlemi ve bagaj teslim işlem süreleri parametresi (1,2,4) olan üçgen dağılıma uygunluk göstermektedir. Kontuarda bu işlemler için 12 personel bulunmaktadır ve eş zamanlı olarak çalışmaktadırlar. Vardiyalı çalışmalarından dolayı görev değişimleri ya da mola gibi zamanlarda boşluklar yaşanmamaktadır. Check-in ve bagaj teslimi işlemlerinden sonra bu yolcuların X-ray'lere yürüme süreleri parametresi (2,4) dk olan düzgün dağılıma uymaktadır. Geri kalan check-in noktalarına uğramayan yolcular ise direkt olarak X-ray'lere yönelmektedir. Bunların X-ray'e yürüme süreleri ise parametresi (1,3) olan düzgün dağılıma uymaktadır. Yolcuların X-ray'den geçiş süreleri ise parametresi (.5, 1, 3) dk olan üçgen dağılıma uygunluk göstermektedir. Burada yolcuların kullanabileceği 22 X-ray bulunmakta ancak verilerin toplandığı saat aralığında 10 tanesi kullanılmaktadır.

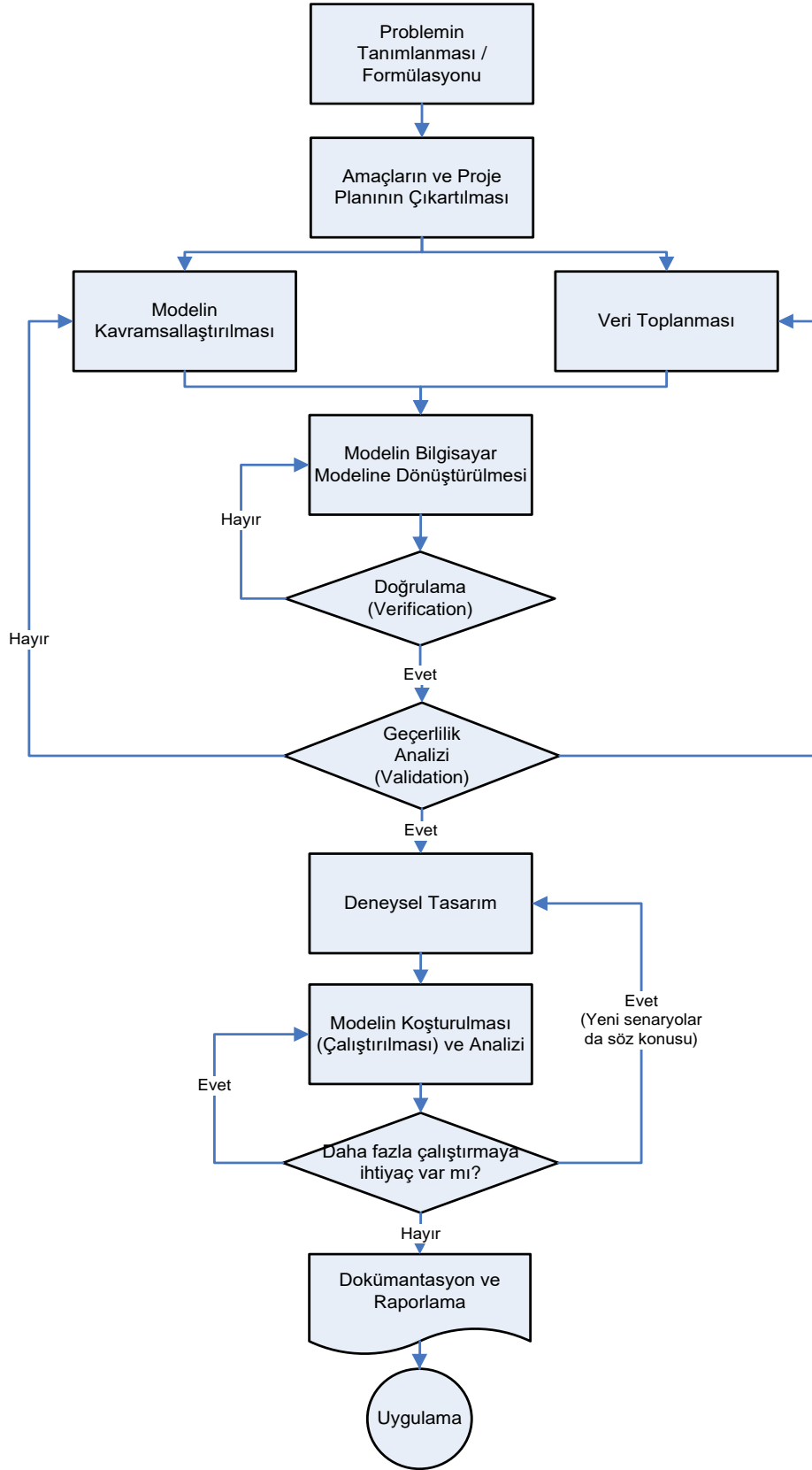
## 3. UYGULAMA

Uygulama aşamasında havaalanı iç hatlar gidiş terminaline gelen yolcuların check-in ve X-ray kontrol noktalarında oluşan kuyruklar analiz edilmiştir. Çalışmada ilk olarak bir simülasyon modeli tesis edilmiş, sonrasında ise bu model üzerinde farklı senaryolar oluşturulmuştur. Bu şekilde farklı kaynak miktarına göre sistem performansları analiz edilmiştir. Kaynak miktarlarının yoğun saatlerde artırılması durumunda kuyruksuz bekleme süresine, kuyruk uzunluğuna ve kaynak kullanım oranlarına etkileri incelenmiştir. Modelde tanımlanan ana sistem öğeleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Sistem Öğeleri

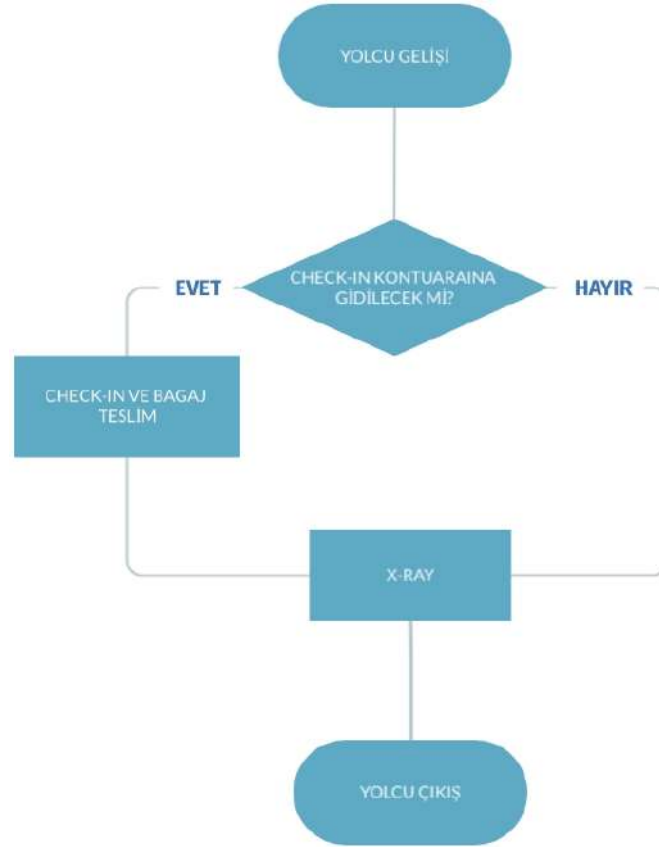
Sistem Öğeleri	Modeldeki Karşılığı
Varlık (Entity)	Yolcu-Müşteri
Özellik (Attribute)	Yolcu Bilgisi
Aktivite (Activity)	Kontrol İşlemleri
Durum (State)	Kuyruk veya Kontrol Noktasının Dolu Olup Olmaması
Olay (Event)	Sisteme/Kuyruğa Yeni Yolcu Gelmesi ya da Hizmet Almış Yolcunun Sistemden/Kuyruktan Ayrılması

Uygulamada modelleme ve simülasyon oluşturulması aşamalarında Görsel 1'de [12] gösterilen adımlar uygulanmış ve iki farklı senaryo üzerinde çalışılmıştır. Bu süreçlerde Arena 14.0 programından yararlanılmıştır.



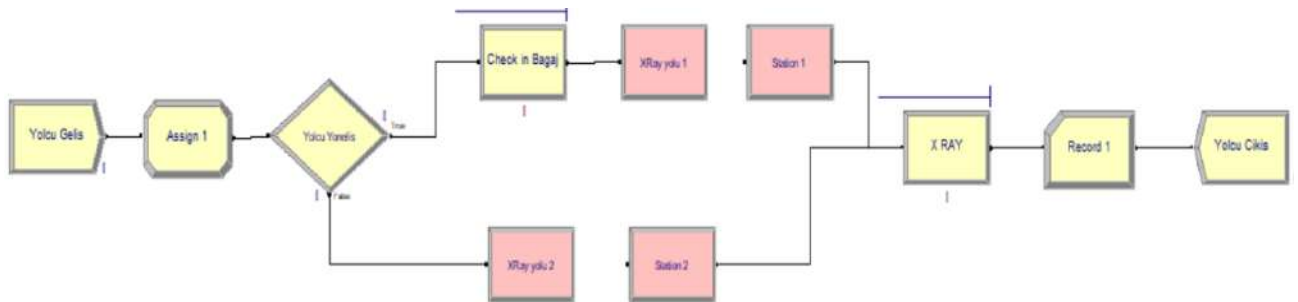
Görsel 1. Simülasyon ve Modelleme Adımları [12]

Havaalanı iç hatlar gidiş terminaline gelen yolcular ilk kontrolden sonra check-in kontuarına giderek check-in işlemlerini gerçekleştirir ve bagajlarını teslim ederler. Bu işlem sırasında yeterli check-in personeli bulunmuyorsa gelen yolcular bir kuyruk oluşturur. Kuyruk uzadıkça yolcular için bekleme süresi artarken aynı zamanda müşteri memnuniyetsizliği de oluşmaktadır. Görsel 2’de gösterildiği üzere gelen yolcular daha sonra X-ray kontrol noktalarına yönelir ve burada da cihazlara geçerken yine kuyruğa girerler. Bu simülasyon uygulamasında oluşabilecek kuyruklar ve bekleme sürelerinin azaltılması için ihtiyaç duyulan kaynak kullanımı tespit edilmeye çalışılmıştır.



**Görsel 2. Yolcu Akışı ve Kontrol Noktaları**

Modelin Arena programındaki akışı ise Görsel 3’deki gibi oluşturulmuştur.



**Görsel 3. Akışın Arena Programda Gösterimi**



#### 4. SENARYO ANALİZLERİ ve BULGULAR

Simülasyon modelini kurmak için günün en yoğun 8 saatinde veriler toplanmış ve kaydedilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda model kurulmuş ve iki senaryo oluşturulmuştur. Bu iki senaryodan biri çalışmada dikkate alınan saatlere ait durum için gerçekleştirilmişken, diğer senaryo sistemde beklenmedik bir yoğunluk olduğu ekstrem bir durum için oluşturulmuştur. Her iki senaryo için model çalıştırılmış ve çıktılar analiz edilmiştir. Sonrasında senaryolardaki performans göstergeleri incelenerek kullanılan kaynak sayıları değiştirilmiş ve makul yolcu bekleme süreleri için kaynak kullanımının maksimize edilmesine çalışılmıştır.

##### *Birinci Senaryo*

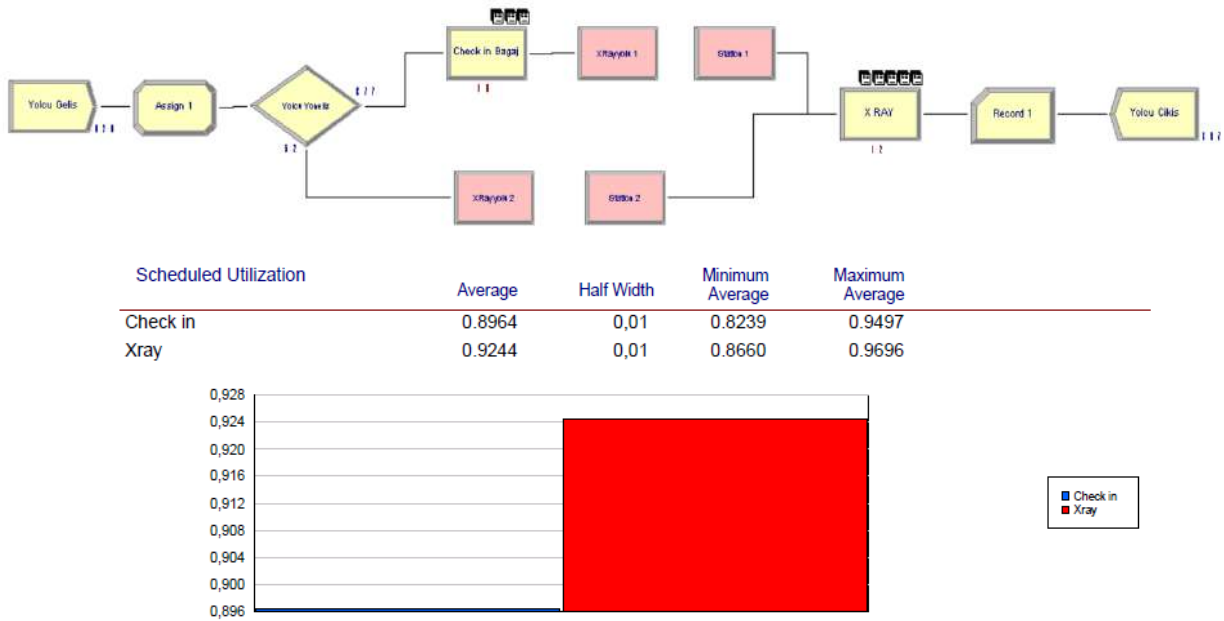
Bu senaryo çalışmada dikkate alınan saatlerdeki genel ortalamalar dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple yoğunluğun çok fazla olmadığı söylenebilir. Buna göre 30 koşum sonucunda sistemden çıkan ortalama yolcu sayısı 938 olarak bulunmuştur. Yolcuların sistemde ortalama 0,11 dk. bekledikleri sonucuna ulaşılmıştır. Check-in işlemi ve bagaj teslim sırasında kuyrukta ortalama bekleme süreleri 0,70 saniyedir. Check-in noktasında çalışan personel sayısı 12 olmasına rağmen, meşgul olan çalışan sayısı ortalaması 6,30 kişi olarak bulunmuştur. Bu durumda check-in çalışan sayısı düşürülebilir ve kaynakların boş bekleme zamanı (idle-time) azaltılabilir. Yolcuların X-ray kuyruğunda ortalama bekleme süresi ise 5,47 saniyedir. 10 adet X-ray çalışır durumda olduğu halde ortalama 6,51 tanesi kullanılmaktadır. Bu durumda aktif X Ray kaynağının ilgili saatler için kullanımını azaltmak makul görülmektedir. Görsel 4’te Check-in ve X-ray için kaynak kullanım oranları ile bu noktalardan geçen ortalama yolcu sayıları gösterilmektedir.



Görsel 4. Senaryo 1’deki Kaynak Kullanım Oranları ve Yolcu Sayıları

Senaryo 1’deki kaynak miktarlarının değiştirilmesiyle, Görsel 5’de gösterilen model çalıştırılmıştır. Buna göre yolcu gelişleri arası süre ve işlem süreleri aynı kalacak şekilde sadece check-in ve X-ray kaynakları sayıları azaltılmıştır. Yeni modelde kontuarda 7 check-in personeli ve 7 X-ray çalışacağı varsayılmıştır. Yeni model çalıştırıldığında elde edilen sonuçlara göre sistemden çıkan ortalama müşteri sayısı 930 olarak bulunmuştur. Yolcuların sistemde ortalama bekleme süresi ise 3,50 dakika olarak bulunmuştur.

Check-in ve bagaj teslim noktasında kuyrukta ortalama bekleme süreleri 1,71 dakika ve kuyrukta bekleyen ortalama müşteri sayısı 3,27, X-ray kuyruğunda bekleme süreleri ortalama 1,88 dk. ve kuyrukta bekleyen ortalama yolcu sayısı ise 3,71 olarak bulunmuştur. Kaynak kullanım oranlarıysa check-in kontuarında %89,64 iken X-ray’lerde %92,44 ’dür.



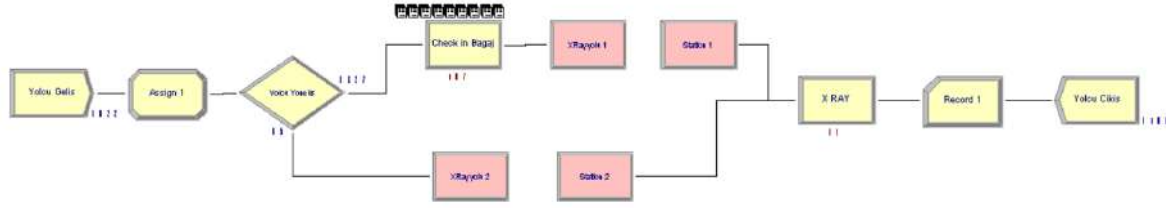
**Görsel 5. Senaryo 1’deki Kaynak Sayısının Artırılması Neticesinde Check-in ve X-ray Kullanım Oranları**

### İkinci Senaryo

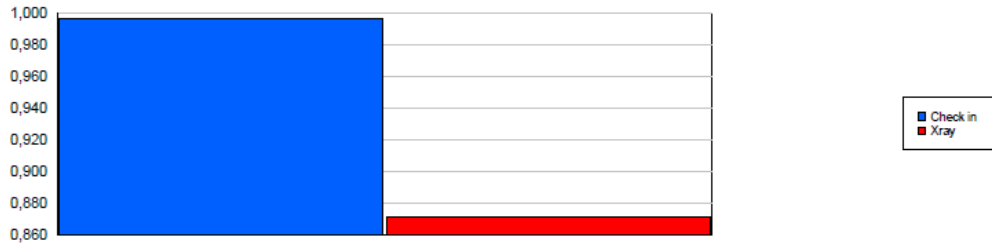
Yapılan çalışmada gözlemler sonucu toplanan verilere göre yolcular arası geliş süresi ortalaması 30 saniye olarak tespit edilmiş ve birinci senaryoda gelişler arası süre ortalaması bu şekilde alınmıştır. İkinci senaryoda ise beklenmedik bir yoğunluk olduğunda sistemde aynı kaynak kullanımı ile oluşabilecek bekleme süreleri ve bu durumda kullanılacak optimum kaynak sayısı belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre bu senaryoda her 15 saniyede bir yolcunun sisteme gireceği varsayılmıştır. Model çalıştırıldığında sistemden çıkan ortalama yolcu sayısı 1502 olmuştur. Yolcuların sistemde bekleme süreleri ortalaması ise yaklaşık 46 dakika olarak bulunmuştur. Yolcuların Check-in işlemleri ve bagaj teslimde kuyrukta bekleme süreleri ortalama 51 dakikayken bu kuyrukta bekleyen ortalama müşteri sayısı 194,47 olmuştur.

X-ray kuyruğu incelendiğindeyse, yolcuların kuyrukta bekleme süresi ortalama 10,21 saniyedir ve bu kuyrukta bulunan ortalama yolcu sayısı ise 0,54’dir. Buna göre özellikle check-in

işleminde önemli bir darboğaz olduğu görülmektedir. Bu senaryo çalıştırıldığında check-in kontuarında kaynak kullanımı %99,65 oranındayken X-ray için bu oran %87,1 olmuştur.



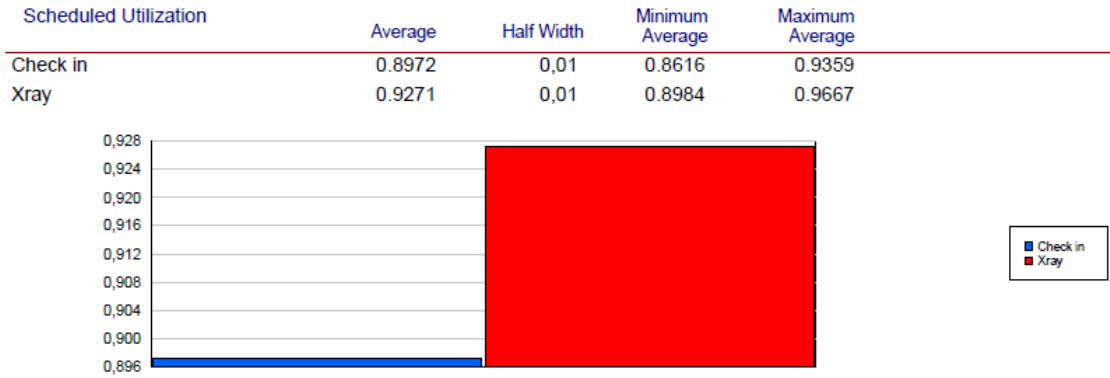
Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Check in	0.9965	0,00	0.9898	0.9986
Xray	0.8710	0,00	0.8490	0.8848



**Görsel 6. Senaryo 2’deki Check-in ve X-ray Kaynak Kullanım Oranları**

Böyle beklenmedik bir yoğunluk olduğu durumlarda kuyrukta bekleme süresi Check-in kontuarında oldukça yüksek bir değerdedir. Rakamlar incelendiğinde Check-in kontuarında personel sayısının artırılması gerekliliği görülmektedir. Check-in kontuarı personeli ve X-ray sayılarını 20’ye yükseltince kullanılan ortalama kaynak sayıları 14 olduğu görülmüştür. Dolayısıyla 6 Check-in personeli ve 6 X-ray cihazı boş zaman geçirmektedir. Modelde bu iki kaynak sayısı 14 olarak güncellenmiş ve model tekrar çalıştırılmıştır. Buna göre kaynak kullanım oranları Görsel 7’de verilmiştir.

Yeni durumda sistemden çıkan ortalama yolcu sayısı 1865 olarak bulunmuştur. Yolcuların sistemde bekleme süreleri ortalaması 1,78 dakika olarak belirlenmiştir. Check-in kontuarında yolcuların ortalama kuyrukta bekleme süresi yaklaşık olarak 46,1 saniye ve kuyrukta bekleyen ortalama yolcu sayısı 2,92 olarak gözlemlenmiştir. X-ray için oluşan kuyrukta ise yolcuların ortalama bekleme süresi 1,05 iken kuyrukta ortalama 4,15 kişi beklemektedir. Elde edilen sonuçlara göre, böyle bir beklenmedik yoğunluk yaşandığı durumlarda, check-in kontuarına ilave 4 personel aktarılmasının ve ilave 2 X-ray cihazı kullanılmasının faydalı olacağı görülmektedir.



**Görsel 7. Senaryo 2’deki Kaynak Sayısının Artırılması Neticesinde Check-in ve X-ray Kullanım Oranları**

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada İstanbul Havalimanı İç Hatlar Gidiş Terminali’nde check-in kontuarı ve X-ray geçişleri için bir simülasyon ve modelleme uygulaması gerçekleştirilmiştir. Simülasyon modeli yolcuların check-in kontuarına ve oradan X-ray cihazlarına yönelişi ya da direkt X-ray cihazlarına yönelişine göre oluşturulmuş, yapılan gözlemler sonucu elde edilen verilerle gerçekleştirilen işlem süreleri modelde belirtilmiştir. Oluşturulan model için yolcu gelişler arası süresi, normal bir günün yoğun saatlerine uygun olarak ve beklenmedik bir yoğunluk olduğu zamana göre iki şekilde belirlenmiştir. Model iki senaryo için 30’ar koşum çalıştırılmıştır.

İlk senaryoda check-in kontuarında 10 personel ve 12 X Ray cihazı çalışır durumdayken, kuyrukta bekleme süresi ve kuyruk uzunları çok düşük değerler almıştır. Yolcu memnuniyeti açısından bu iyi bir durum olarak görülse de kaynak kullanım oranlarının çok düşük olması maliyeti artırıcı bir unsur olarak görülmüştür. Çıktı raporuna göre ortalama kaynak kullanımına yönelik olarak check-in personel sayısı ve çalışan X-ray sayısında yaklaşık yarı yarıya bir düşüş gerçekleştirilmiş ve aynı model tekrar çalıştırılarak test edilmiştir. Buna göre 1 dakikada ortalama 2 kişi geldiği süreçlerde check-in kontuarında 7 kişi ve aktif 7 X-ray cihazı kullanılması yolcu bekleme sürelerini çok fazla artırmamış ve bekleme kabul limitleri içinde kalmıştır. Bununla birlikte kaynak sayısının azaltılması kaynak kullanım oranının makul bir seviyeye çekmiştir.

Beklenmedik bir yoğunluk olduğunda ve yolcu gelişleri arası süre ortalama 30 saniyeden ortalama 15 saniyeye düştüğünde ise check-in kontuarında 10 personel ve aktif 12 X-ray çalışır durumdayken yolcuların sistemde toplam bekleme süresi yaklaşık 46 dakika olarak bulunmuştur. Çok uzun olan bekleme sürelerinin azaltılması için check-in personeli sayısı ve aktif X-ray cihazı sayısı artırılmış ve buna göre yolcu bekleme süreleri makul-kabul edilebilir seviyeye çekilmiştir. Birinci ve ikinci senaryo neticesinde performans göstergeleri aşağıda Çizelge 2’de verilmiştir.

**Çizelge 2. Sistem Performans Gösterge Değerleri**

Sistem Öğeleri	Senaryo 1 (12 çalışan, 10 X-ray)	İyileştirilmiş Senaryo 1 (7 çalışan, 7 X-ray)	Senaryo 2 (12 çalışan, 10 X-ray)	İyileştirilmiş Senaryo 2 (14 çalışan, 14 X-ray)
Ortalama Sistemde Bekleme	0,11 dk	3,50 dk	46 dk	1,78 dk
Ortalama Check-in Bekleme Süresi	0,7 dk	1,71 dk	51 dk	46,1 sn
Ortalama X-ray Bekleme Süresi	5,47 sn	1,88 dk	10,21 sn	1,05 sn
Check-in Çalışan Kaynak Kullanım Oranı	%52,53	%89,64	%99,65	%96,67
X-ray Kaynak Kullanım Oranı	%65,11	%92,44	%87,1	%89,72

Simülasyon, değişik koşullar altında sistem performansının nasıl etkileneceği konusunda yararlanılan önemli bir araçtır. Simülasyon ile değişen koşulların sistem üzerindeki etkileri, gerçek sistem üzerinde test yapılarak oluşacak ek bir maliyete katlanılmadan test edilebilmektedir. Bu sebeple havayollarında bu ve benzeri simülasyon çalışmaları yaygınlaştırılmalıdır. Bu şekilde terminallerdeki kuyruk sistemlerinde, farklı senaryolar test edilerek hem yolcu memnuniyetinin artırılması hem de kaynak kullanımının maksimize edilmesi gerçekleştirilebilir.

#### KAYNAKÇA

- [1] Ehsanifar, M., Hamta, N. ve Hemesy, M. A., Simulation Approach to Evaluate Performance Indices of Fuzzy Exponential Queuing System, Journal of Industrial Engineering and Management Studies, 4/2, 35-51, 2017.
- [2] Bakari, H. R., Chamalwa, H. A. ve Baba A. M., Queuing process and its application to customer service delivery - A case study of Fidelity Bank Plc, Maiduguri, International Journal of Mathematics and Statistics Invention, 14-21, 2014.
- [3] Nosek, Jr R. A. Ve Wilson, J. P., Queuing theory and customer satisfaction: a Review of terminology, trends, and applications to pharmacy practice, Hospital pharmacy, 36/3, 275-279, 2001
- [4] Alodhaibi, S., R.L. Burdet.t, and P.K.D.V. Yarlagadda., Framework for Airport Outbound Passenger Flow Modelling. Procedia Engineering, 174, 1100- 1109, 2017.

- [5] Takakuwa, S., Oyama, T. Simulation analysis of international departure passenger flows in an airport terminal, Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference, 1627-1634, 2003.
- [6] Appelt, S., Batta, R., Lin, L., & Drury, C., Simulation of passenger check-in at a medium-sized US airport. In 2007 Winter Simulation Conference, 1252-1260. IEEE, 2007.
- [7] Yamada, H., Otori, K., Iwao, T., Kira, A., Kamiyama, N., Yoshida, H., & Anai, H., Modeling and managing airport passenger flow under uncertainty: a case of Fukuoka Airport in Japan. In International Conference on Social Informatics (pp. 419-430) Springer, Cham, 2017.
- [8] Dorton, S. and D. Liu, Effects of Baggage Volume and Alarm Rate on Airport Security Screening Checkpoint Efficiency using Queuing Networks and Discrete Event Simulation, Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 2015.
- [9] Beck, A., Case study: modelling passenger flows in Heathrow Terminal 5., Journal of Simulation, 5(2), 69-76, 2011.
- [10] Manataki, I. E., Zografos, K. G., A generic system dynamics-based tool for airport terminal performance analysis, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 17(4), 428-443. 2009.
- [11] Orhan, I. Orhan, G., Modelling and Managing Airport Passenger Flow: A Case of Hasan Polatkan Airport in Turkey, International Journal of Aviation Science and Technology, Volume 1, Issue 2, 71-79, 2020.
- [12] Banks, J., Carson II, J., Nelson, B., Nicol, D. Discrete-event system simulation, 5 th Edition, Prentice Hall, USA, 2009.



## A BIBLIOMETRIC COMPARISON ON MACHINE LEARNING vs. DEEP LEARNING APPROACHES IN CYBERSECURITY

Ali Melih Kanca <sup>1</sup>, İlker Türker <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ph.D. Student at Karabuk University, Dept. of Computer Engineering, Karabuk, Turkey,  
melihkanca@karabuk.edu.tr – ORCID: 0000-0003-3271-7463

<sup>2</sup> Karabuk University, Dept. of Computer Engineering, Karabuk, Turkey,  
iturker@karabuk.edu.tr – ORCID: 0000-0001-7577-4658

### ABSTRACT

Cyber threats and attack vectors are changing continuously, making it difficult to detect cyber-attacks. Signature-based security solutions cannot provide a sufficient guard for detecting advanced cyber-attacks. In recent years, successful results have been achieved with machine learning and deep learning approaches in cybersecurity. Beyond detecting well-known threat vectors, these methods enable detecting advanced attack vectors that cannot be predicted with the traditional anomaly detection methods. Therefore, machine learning and deep learning methods have been a golden standard for shielding cyber-attacks. This study focuses on evaluating the scientific impact of machine learning and deep learning studies in cybersecurity in a comparative manner. Bibliometric data retrieved from the Web of Science database is analyzed across a variety of available attributes such as publication count, citation count, indexing information, publication type, etc. Results indicate that machine learning studies form the majority of the cybersecurity literature, while ratio of deep learning studies over machine learning studies has sharply increased from 32% to 70% for the last 6 years, exposing a possible dominance for the near future. Deep learning studies, despite being smaller in publication count, exhibit greater impact of 13.55 average total citations per paper, while this metric is 10.27 for the machine learning counterpart. Higher scientific interest in deep learning studies is also visible in other statistical inferences provided through the dataset. This is an indicator that future studies potentially will employ deep learning approaches dominantly, supported by the increasing availability of training data with higher numerosity and dimensionality.

**Keywords:** Bibliometric Analysis, Cybersecurity, Intrusion Detection, Malware Detection, Machine Learning, Deep Learning.

## 1. INTRODUCTION

Machine Learning (ML) and Deep Learning (DL) techniques, as components of a general definition of Artificial Intelligence (AI), are frequently used in attacking and defending in cyberspace concurrently. These methods are used to resolve defense strategies in the attacker side, while they are employed to provide resistance against threats in the cyber security side [1]. Current cyber security models aim at adaptively preventing and minimizing the effects of cyber-attacks. Unsupervised and supervised learning approaches are both used in cyber security domain [2], mainly focusing on several aspect of security such as malware detection [3, 4], cyber–physical attacks [5, 6], and data security [7, 8].

Cyber-attackers adapt the evolving environment of cyber-security by developing new strategies day by day. Therefore, intrusion detection systems (IDS) have the responsibility to detect these new attack strategies so that the network systems can effectively defuse malware [9]. In this regard, ML and DL techniques for detecting cyber-attacks are of critical importance for the systems. While DL techniques can also be assessed as a proceeding topic of ML, it is a more innovative and complex way of learning compared to ML counterpart [2].

Bibliometric studies provide statistical inferences about a given domain by the means of publication counts, citation patterns and authorship details [10]. Datasets from trusted data repositories supply critical information and guidance on the research direction, and changes in research interests by inferring yearly quantitative distribution of literatures, author contribution and collaborations, productive and influential institutions and countries/territories, citation analysis, keywords analysis, and frontier researcher identification through these retrieved data [11, 12].

This paper supplies a bibliometric analysis to disclose statistical patterns on the preference of ML and DL techniques in cybersecurity domain. It provides an informative overview of key topical perspectives within the given field by the aid of bibliometric data provided from Web of Science database. The rest of the paper gives numerical insights together with outlining the hot topics within this context, to provide researchers a brief information on current directions and preferences of cybersecurity studies.

## 2. DATA AND METHODOLOGY

The data is retrieved from the Web of Science (WoS) Core Collection, via the user interface which enables writing queries and listing the related studies. WoS is among the most reliable bibliometric data source, enabling batch downloading the results in bins of 1000 records. The provided results a variety of attributes from the publications including publication type, years, research field, authors, affiliations, journal or conference titles, publishers, indexing information, etc. We performed queries for both ML and DL studies in cybersecurity as following:

*Machine Learning:* (ALL=((("cyber security" OR "cybersecurity" OR "cyber-security") AND ("machine learning" OR "data mining" OR "clustering" OR "decision trees" OR "support vector machines" OR "SVM" OR "random forest" OR "k-nearest neighbors" OR "k-NN" OR "kNN" OR "naive Bayes" OR "association rule mining"))) AND (PY=(2017-2022)))

*Deep Learning:* (ALL=((("cyber security" OR "cybersecurity" OR "cyber-security") AND ("deep learning" OR "neural networks" OR "convolutional neural network" OR "CNN" OR "Recurrent Neural Networks" OR "RNN" OR "Deep Neural Networks" OR "DNN" OR "Long-Short Term Memory" OR "LSTM"))) AND (PY=(2017-2022)))

Search query for ML has returned 3256 records, while the DL counterpart has returned 1860 records in total. Once retrieving the data, we first spotted a general outline of some specific fields as publication years, document types, affiliations, publication titles, publishers, open access, countries regions, language, WoS Index in a comparative graphical presentation for the two main search results. These outputs have been presented as aggregate statistics for the given attributes. Additionally, we presented performance-related metrics, specifically citation-based inferences with respect to publication type, WoS Index, and distribution of citation for years. Analysis related with this section also include statistical inferences from probability distributions.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

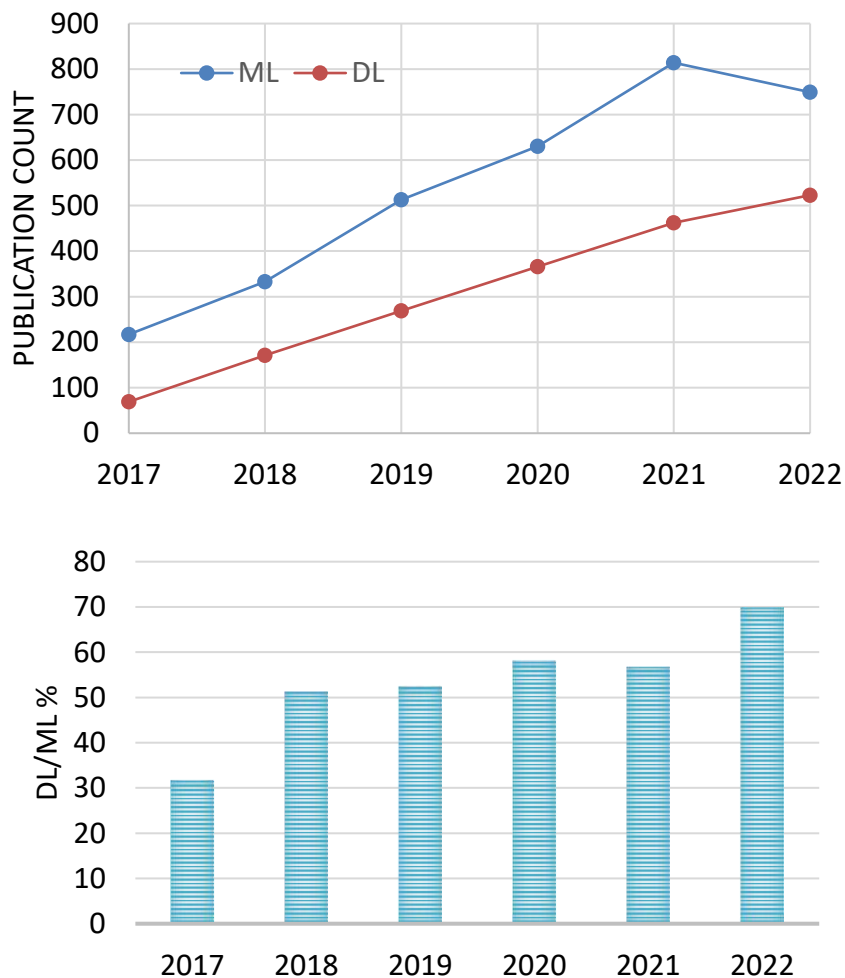
This section contains two subsections that each give a comparative examination of the data. While the second part specifically concentrates on the scientific impact based on citation statistics, the first subsection offers a basic statistical assessment of the available attributes.

#### 3.1. Basic Statistical Results

In terms of annual publication count, document types, publication titles (sources), research topics, nations, and indexing information basis, this subsection compares DL and ML studies carried out for cybersecurity domain.

### 3.1.1 Annual Publication Count

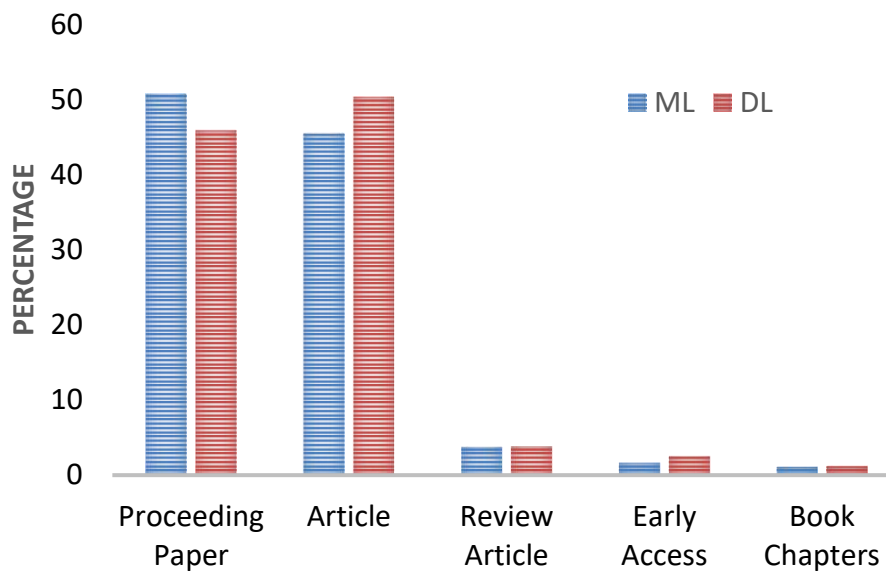
For DL and ML researches, 3256 and 1860 studies have been conducted within the given timespan (2017-2022), respectively. The annual evolution of these values is shown in Fig. 1a. ML studies, being still the most preferred, displays a descent for the last data point for 2022, while DL studies show a constantly increasing trend including this last data point. To better understand the preference DL studies in cybersecurity domain with respect to ML studies, we present the rate of DL studies for ML studies as in Fig. 1.b. This figure indicates that preference of DL studies is relatively increasing in comparison with ML studies, making a step increment for the year 2022. DL/ML rate has reached ~70% from ~32% in a 6 years' span.



**Fig. 1. a) Evolution of publication count for years. b) DL/ML publication rate in percentage.**

### 3.1.2 Document Types

Researchers favor publishing in a variety of document types, including books, conference proceedings, articles etc. Figure 2 shows the distribution of the publications linked to cybersecurity by document type.



**Fig. 2. Distribution of DL and ML studies in cybersecurity scope according to document types.**

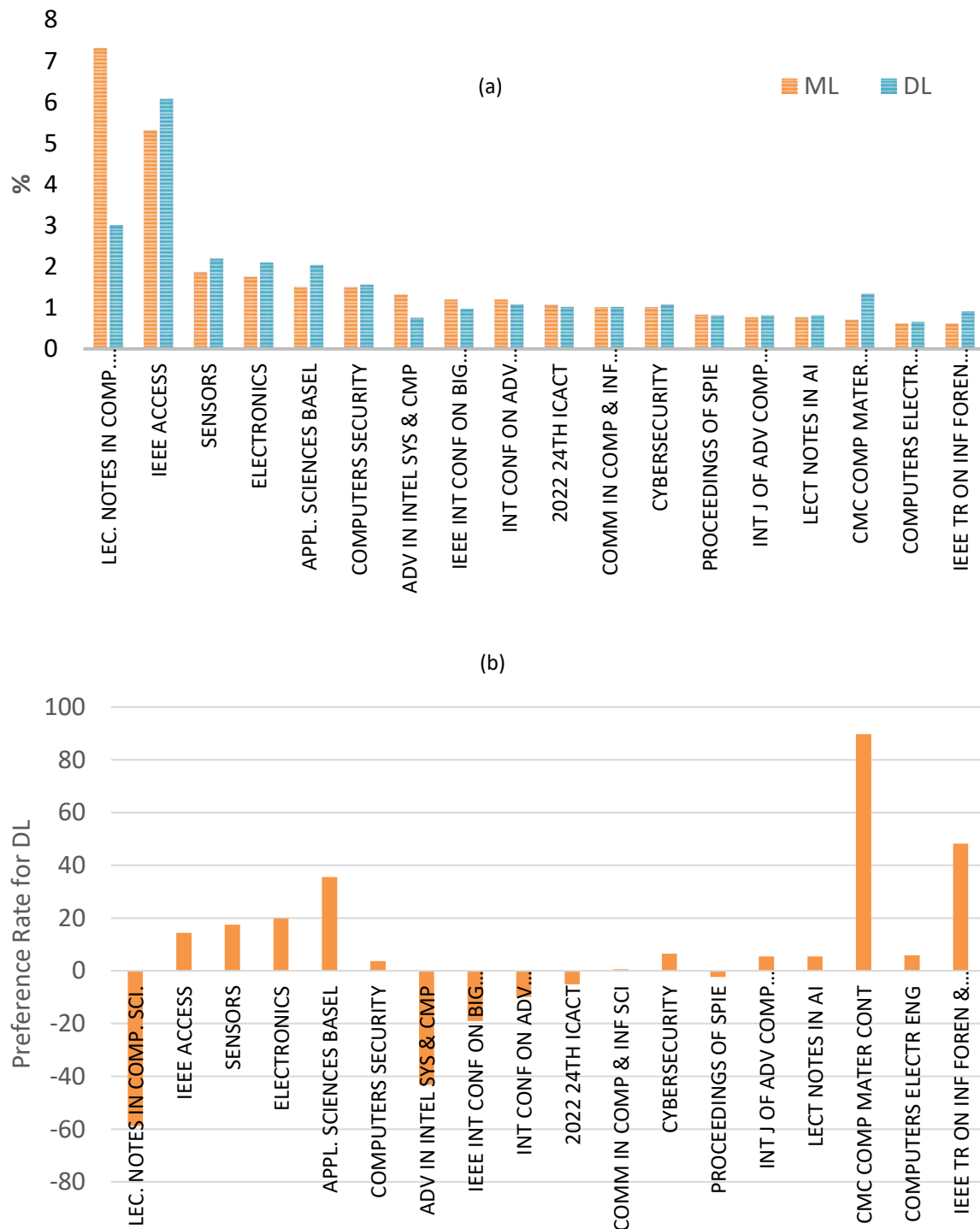
Fig. 2 outlines that DL studies are slightly more published as articles, while ML studies have a higher preference as conference proceedings. Review papers for both methods are in a very low rate as expected, exposing ~4% with very close rates.

### 3.1.3. Publication Titles (Sources)

The most appropriate source to publish a paper is a very important consideration for authors, also caring for getting an acceptance within a fair time frame. Therefore, dispersion of publication titles is an important outcome of a bibliometric analysis. Fig. 3 shows publication rates for sources in the first panel, while the second panel shows the preference of DL studies compared to ML studies. This preference of DL-based methods with respect to ML counterpart in quantified by proposing a  $t_{DL}$  (*tendency of publishing DL*) metric calculated in percentages as below:

$$t_{DL} = \frac{100(p_{DL} - p_{ML})}{p_{ML}} \quad (1)$$

We used this parameter to other attributes in coming subsections, with the consideration that  $p_{DL}$  and  $p_{ML}$  are calculated internally (i.e.  $p_{DL}(SENSORS)$  is the probability of publishing with SENSORS journal for only DL studies, which can be calculated by dividing the number of papers published in this journal by the total number of DL studies).



**Fig. 3. a) Publishing rates of DL and ML studies according to sources. b) Tendency of sources to publish DL studies compared to ML studies.**



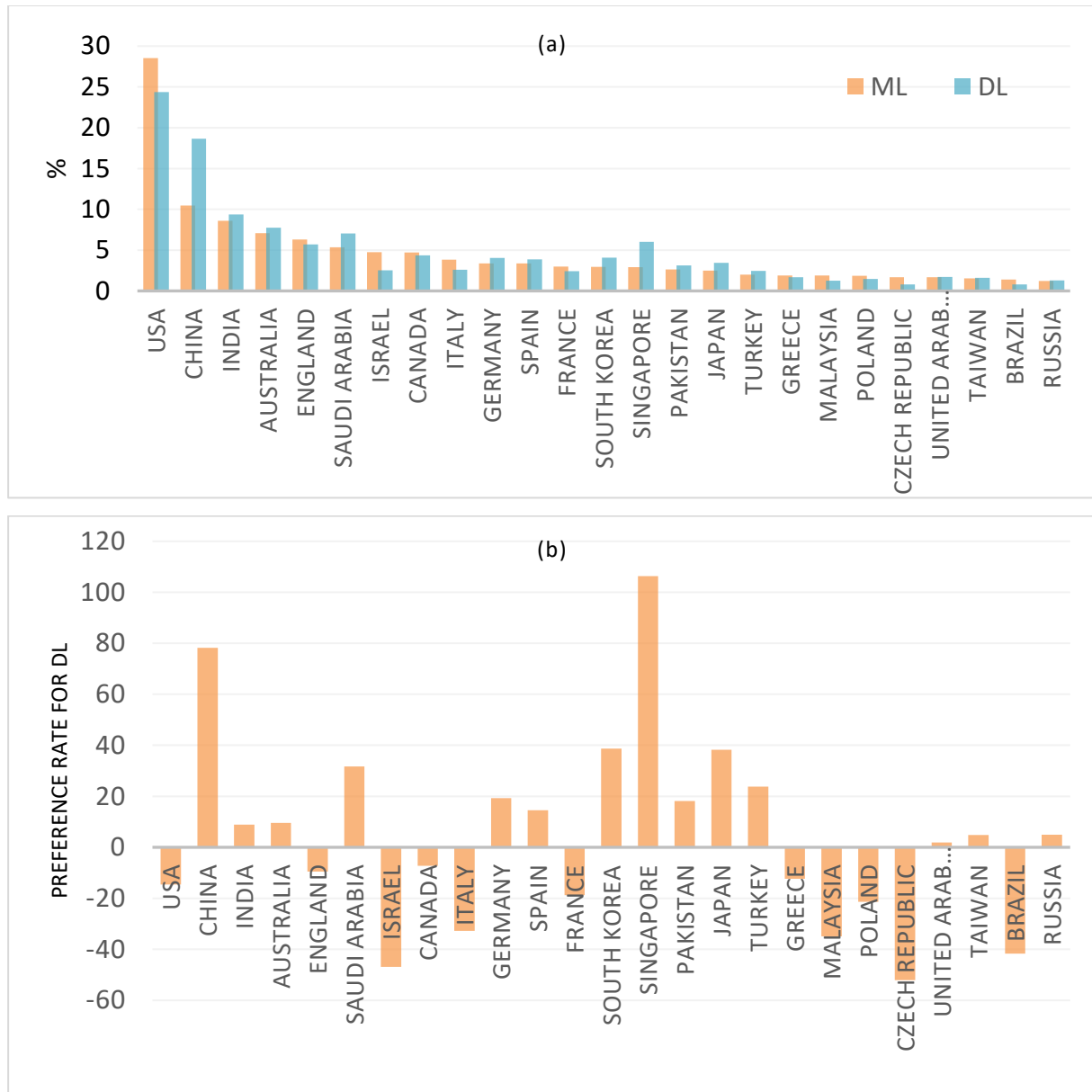
Fig. 3a shows that top 5 journals publishing cybersecurity-related studies in highest volume emerge as Lecture Notes in Computer Science, IEEE Access, Sensors, Electronics and Applied Sciences Basel. These journals have diverse statistics on DL/ML preference, that can be traced in panel b of the same figure. CMC Computers Materials Continua (89.8%), IEEE Transactions on Information Forensics and Security (48.21%) and Applied Sciences Basel (35.55%) are the three journals to dominantly publish cybersecurity-related studies, where Lecture Notes in Computer Science (-58.82%) and Advances in Intelligent Systems and Computing (-43.22%) favor publishing ML-related studies apparently.  $t_{DL}$  metric indicating tendency of publishing DL-related studies is in positive side for the 4 sources out of 5 with highest volumes, where the journal with highest volume significantly breaks up this tendency as a ML-foregrounding source.

#### 3.1.4. Countries / Regions

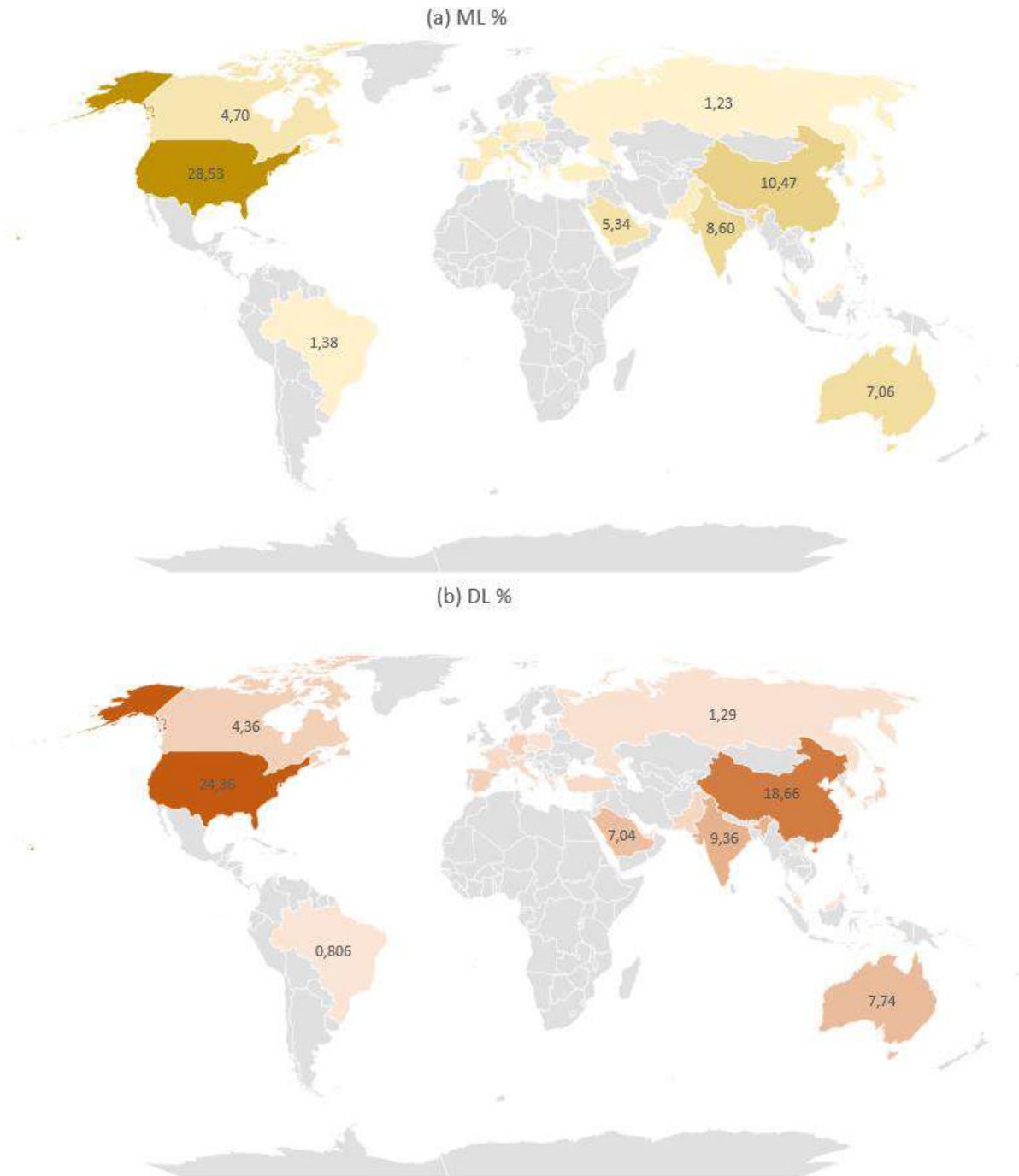
Regional differences on research directions are investigated in this subsection. Fig. 5 outlines that USA, China, India, Australia and England are top 5 countries to study cybersecurity content, representing more than 60% of the whole studies. Saudi Arabia, Israel, Canada, Italy and Germany are the following 5 countries with highest publication volume, representing approximately 20% of the total.

Noteworthy preferences on DL or ML approaches are visible in the second panel of the figure, indicating that Singapore, China, South Korea, Japan, Saudi Arabia and Turkey addressed papers are more related with DL methods. DL Preference metric is more reliable on data with high volumes therefore we can assert that China has remarkably high selectivity on DL approaches in cybersecurity scope. On the other hand, USA, England, Israel, Canada and Italy are the countries to prefer ML-based approaches among the highest volume regions, while Czech Republic exhibits the greatest selectivity for ML side.

Fig. 6 also visualizes the same data on a map representation to provide better understanding of the worldwide intensity distribution.



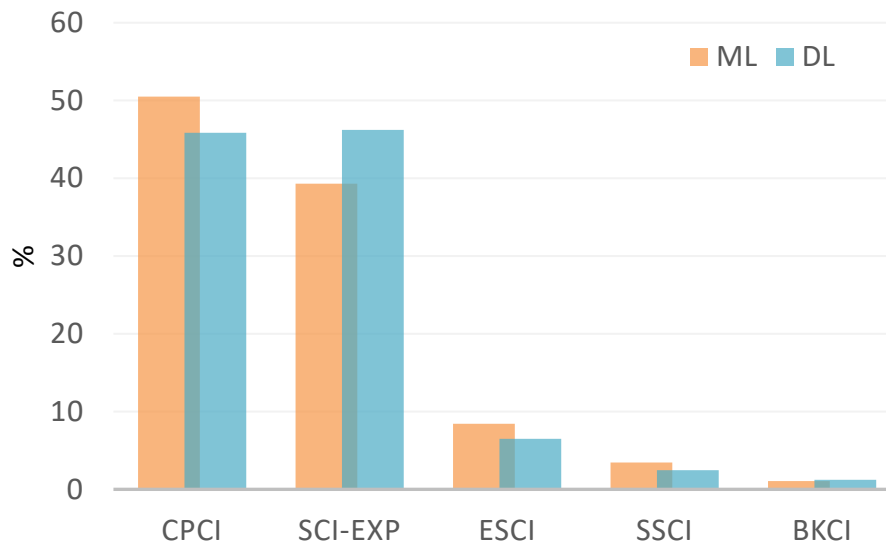
**Fig. 5. a) Publishing rates of DL and ML studies according to countries/regions. b) Tendency of countries/regions to favor DL studies with respect to ML studies.**



**Fig. 6. Map chart demonstrating interest in publishing (a) ML (b) DL-based cybersecurity-related papers.**

### 3.1.5. WoS Index

An important concern in scientific publishing is the indexing information for a given paper or source. Distribution of indexing services of cybersecurity-related studies regarding their methodology is given in Fig. 7.



**Fig. 7. Publishing rates of DL and ML studies according to WoS indexes.**

Figure shows that DL studies have a greater rate to be indexed in SCI-Expanded, while the remaining indexes apparently favor publishing ML approach in cybersecurity rather than DL. This may indicate that editorial progressing in SCI-E indexed journals tends to favor DL approaches in cybersecurity domain.

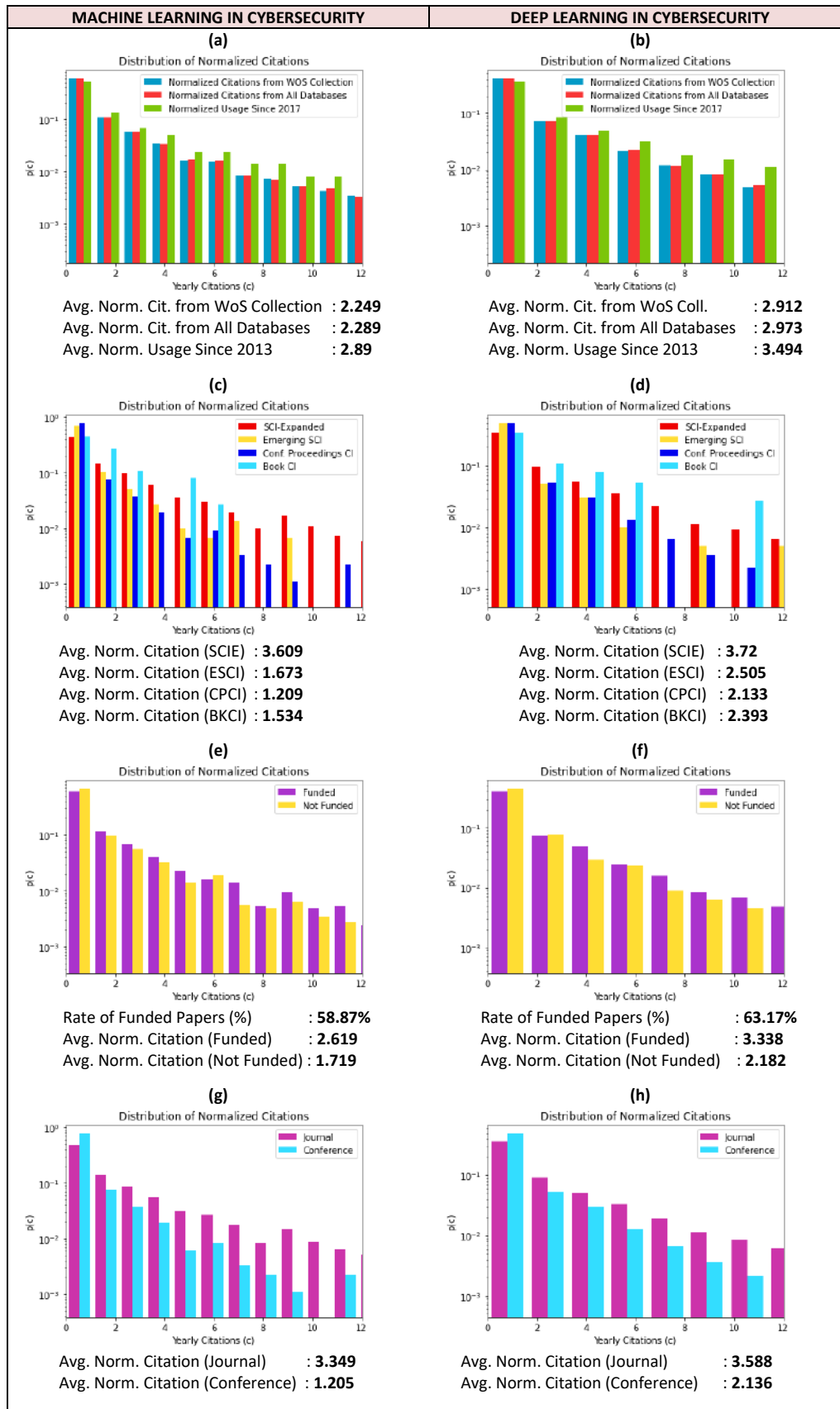
### 3.2. Inferences About Scientific Impact

Scientific impact of a paper is measured with citation and usage counts. Since the WoS dataset includes attributes related with these measures, statistical inferences for scientific impact is possible.

Citation count, being a yearly increasing attribute, is normalized by dividing by publication age to provide comparability. This leads to the “normalized citation count” definition to measure the scientific impact, labelled as “yearly normalized citations” in the following results.

#### 3.2.1. Average Normalized Citation Count vs. Years

Panels *a* and *b* of Fig. 8 indicate that DL studies (2.912) have received noticeably more average citations compared to ML studies (2.249) in cybersecurity domain. This rate between two counterparts remains similar for the usage statistics given in the same panels. In general, we can conclude that the DL approach has a remarkably higher impact than the ML approach in the cybersecurity domain.



**Fig. 8. Distributions for (a,b) normalized citation and usage counts, (c,d) WoS Index, (e,f) Funding availability, (g,h) Journal or conference publication. For all groups, left panels represent deep learning and right panels represent machine learning approaches. Average values are also provided below the panels.**

### 3.2.2. Average Normalized Citation Count vs. Indexing Information

Panels *c* and *d* of Fig. 8 are devoted to this comparison, revealing similar citation distributions for both sides. Given the prior knowledge that DL-based studies receive more citations on average, it is interesting to see similar citation performances for papers indexed by SCI-Expanded for both ML and DL-related studies. However, DL-based studies indexed by ESCI, CPCI and BKCI receive dominantly higher citations compared to ML-based studies. The steep difference between SCI-Expanded and other indexes for ML side is noticeably smoother for DL part. This means that DL-based studies receive high citations even if they are not indexed by SCI-Expanded, while indexing service has greater impact on ML side.

### 3.2.3. Average Normalized Citation Count vs. Funding Availability

DL part consists of 63.17% funded papers while ML side shows a 58.87% as given in panels *e* and *f* of Fig. 8. This indicates the availability of 7.3% higher funding for DL side. On the other hand, funded studies receive approximately 50% more citation for both sides, while the distributions of the normalized citations show similar patterns.

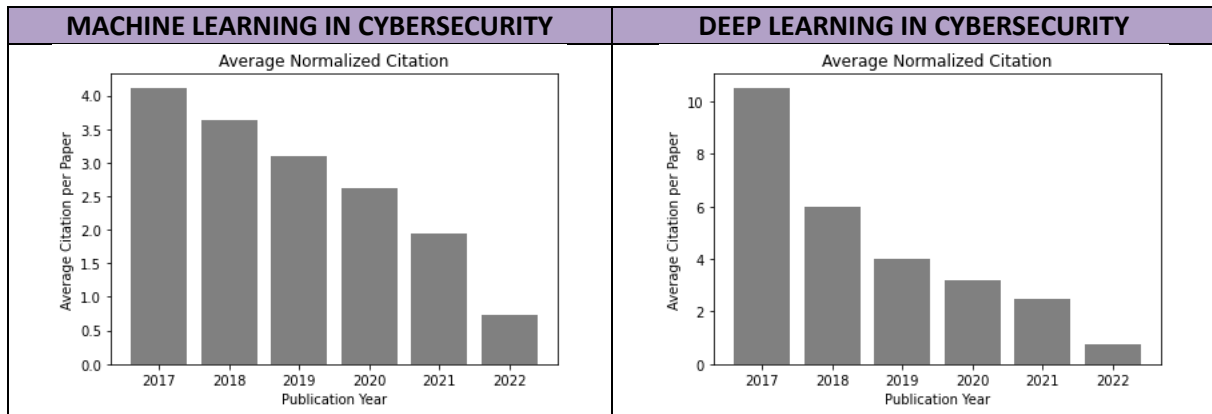
### 3.2.4. Average Normalized Citation Count vs. Publication Type

Panels *g* and *h* of Fig. 8 outline that, citation performance of DL-based *journal papers* is 7% greater than ML-based papers. DL-based *conference papers* also receive more citation compared to ML with a remarkable rate of 77%. This is an indicator that DL side receives more attention through conference events. As mentioned in the indexing subsection, DL-related papers tend to receive high impact even if they are published in conference events, unlike the ML-related studies.

### 3.2.5. Timely Histogram for Normalized Citations

Distribution of citations over years provide more information about timeliness of the papers' popularity. Fig. 9 shows histograms for averaged normalized citations over years, for both sides. Panels in Fig. 9 indicate that distribution of ML-based studies is more regular, while DL-based studies show a steep peak for year 2017. This indicates that pioneering DL studies published in this year have a very critical role and impact on cybersecurity domain.





**Fig. 9. Distributions for average normalized citation for years. Panels represent DL and ML approaches in cybersecurity respectively.**

#### 4. CONCLUSIONS

The bibliometric research on DL and ML-induced studies on cybersecurity conducted within this article outlines the following points in brief.

- Cybersecurity studies are still mainly performed with ML approaches rather than DL approaches. However, DL-based approaches are in an increasing trend, having reached to 70% of ML-based studies in 2022.
- DL studies tend to be more published as articles, while ML studies are published as conference proceedings in a higher rate. DL studies published in both conferences and journals tend to receive greater citations compared to ML studies. However, DL-based conference papers show comparable citation performance with DL-based journal papers, unlike ML-based papers which are critically affected by publication type.
- Lecture Notes in Computer Science and IEEE Access are the journals with highest volume to publish cybersecurity studies. The former one significantly tends to publish ML-based studies while the latter (together with the top 3 sources following these journals in publication rate) is selective on publishing DL-based studies.
- USA has the highest volume to publish cybersecurity papers, followed by China, India, Australia and England. These countries represent more than 60% of the total studies worldwide.
- Countries with highest selectivity for DL approaches are Singapore, China, South Korea, Japan, Saudi Arabia and Turkey. On the other hand, USA, England, Israel, Canada and Italy are the countries to prefer ML-based approaches among the highest volume regions, while Czech Republic exhibits the greatest selectivity for ML side.

- Citation performances for papers indexed by SCI-Expanded for both ML and DL-related studies are similar. However, DL-based studies indexed by ESCI, CPCI and BKCI receive dominantly higher citations compared to ML-based studies. DL-based studies receive high citations even if they are not indexed by SCI-Expanded, while indexing service has greater impact on ML side.
- DL studies in cybersecurity domain receive remarkably higher citations compared to ML studies.
- DL-induced papers receive funding in 7.3% higher rate compared to ML part, while funded papers in both sides receive ~50% more citations.
- DL-based *conference papers* receive more citation compared to ML with a remarkable rate of 77%. This is an indicator that DL side receives more attention through conference events.

## REFERENCES

1. Edgar, T. and D. Manz, *Research methods for cyber security*. 2017: Syngress.
2. Berman, D.S., et al., *A survey of deep learning methods for cyber security*. Information, 2019. **10**(4): p. 122.
3. Qiu, J., et al., *A survey of android malware detection with deep neural models*. ACM Computing Surveys (CSUR), 2020. **53**(6): p. 1-36.
4. Vinayakumar, R., et al., *Robust intelligent malware detection using deep learning*. IEEE Access, 2019. **7**: p. 46717-46738.
5. Tan, S., et al., *Brief survey on attack detection methods for cyber-physical systems*. IEEE Systems Journal, 2020. **14**(4): p. 5329-5339.
6. Wang, S., et al., *Event-triggered distributed control for synchronization of multiple memristive neural networks under cyber-physical attacks*. Information Sciences, 2020. **518**: p. 361-375.
7. Li, Q., Z. Wen, and B. He, *Federated Learning Systems: Vision, Hype and Reality for Data Privacy and Protection*. 2019.
8. Isaak, J. and M.J. Hanna, *User data privacy: Facebook, Cambridge Analytica, and privacy protection*. Computer, 2018. **51**(8): p. 56-59.
9. Shaukat, K., et al., *A survey on machine learning techniques for cyber security in the last decade*. IEEE Access, 2020. **8**: p. 222310-222354.
10. Bolbot, V., et al., *Developments and research directions in maritime cybersecurity: A systematic literature review and bibliometric analysis*. International Journal of Critical Infrastructure Protection, 2022: p. 100571.
11. Ganji, K., *A Bibliometric Review of Internet of Things (Iot) on Cybersecurity Issues*. Available at SSRN 4062860.
12. Cojocaru, I. and I. Cojocaru, *A bibliometric analysis of cybersecurity research papers in Eastern Europe: Case study from the Republic of Moldova*. Central and Eastern European eDem and eGov Days, 2019. **335**: p. 151-162.

## TIME SERIES REPRESENTATION TECHNIQUES UNDER THE CHALLENGES OF HIGH DIMENSIONAL DATA AND COMPUTATIONAL COST– A BRIEF SURVEY

Mushtaq Mohammed Abdulnabi <sup>1</sup>, İlker Türker <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ph.D. Student at Karabuk University, Dept. of Computer Engineering, Karabuk, Turkey,  
mushtaq.alani3@gmail.com – ORCID: 0000-0001-5743-270X

<sup>2</sup> Karabuk University, Dept. of Computer Engineering, Karabuk, Turkey,  
iturker@karabuk.edu.tr – ORCID: 0000-0001-7577-4658

### ABSTRACT

In recent times, time series data has received increasing attention with a broadening scope, while data sources are also growing from various fields such as transportation, weather, industry, finance, medicine, and entertainment, etc. Beyond the wide availability of the data sources, high dimensionality and numerosity of the data still remains as a challenge for preprocessing and classifying tasks. This difficulty mainly originates from the recording characteristics on various time resolutions that enhances need to storage and processing capabilities which in turn makes the learning process more expensive due to large consumption of energy and computational resources. Therefore, reducing the dimensionality of the data to overcome the limitations on available memory and processing resources gets crucial to analyze big data with good efficiency. Researchers focused on proposing new representations for time series for the purpose of addressing the challenges caused by high dimensionality and highly correlated noise. This paper aims to provide an overview for the field of time series classification especially in representational scope, and some recent trends and methods related with it.

**Keywords:** Time Series Classification, Graph Representations, Data Mining, Machine Learning, Deep Learning.

## 1. INTRODUCTION

The data flow generated and stored at sequential timestamps is called time series. It consists of a series of observations, each of which is recorded sequentially over time [1]. Time series data is generated in a various scope including finance, economics, and health [2], online signature verification [3], voice recognition [4], intelligent transportation systems [5], earthquake forecasting, weather [6] etc. This leads to the collection of a very large amount of data recorded on various time resolutions and therefore enhancing need to storage and processing capabilities which in turn makes the learning process more expensive due to large consumption of energy and computational resources. The computational complexity caused by high dimensionality promotes studies to discover novel representation methods, aiming at reducing the complexity of the data.

A variety of studies have focused on proposing methods to reduce the complexity of time series through representations and dimensionality reduction [7]. To preserve the information content of the initial time series consisting of a distribution of features and the information of basic local trends, the basic idea should be encoding the original and distinctive features while reducing the complexity. In addition, these attributes must be obtained with care to keep the new representation as simple as possible. Since time series data are collected from multiple different domains and represent distinct behaviors, the representation must have an approach that is applicable and adaptable to all different types of time series data sets. Therefore, the representation approach for time-series data should be general and can be applied to the data to be used in the processing as a prior step. Thus, these standards will lead to an acceleration in processing and analysis of data, in addition to providing sufficient space for storage [8].

Rapid progress and development induced by modern technologies for the purpose of obtaining and storing data such as cell towers, cloud data centers, smartphones, and computers, especially with the emergence of technologies that automate the process of collecting information and storing a large amount of data such as Internet of Things technology, contributes to many different fields such as health, industry, cities, autonomous driving, acoustics etc. Therefore, the dimensionality reduction technology highly contributes many fields especially related with artificial intelligence by reducing the computational complexity in data and conserving data storage space [9].

## 2. DATA MINING IN TIME SERIES

With the advancement of modern technologies in various fields, data mining has received much attention and advance through the techniques and algorithms to extract meaningful patterns with high efficiency. Methods considering the temporal nature of big data are employed to achieve mining tasks.

Today's systems in various fields such as industry, medicine, weather, etc. produce data in high volume most of which are in the form of time series. Some types of data in forms of images

and videos can also be represented as time-series [10]. Main tasks of time series data mining are classification, indexing, motif discovery, aggregation, and base discovery. A major task in multidimensional time series is to measure similarity between the dimensions and perform a clustering or classification task accordingly [11].

A time series is a set of real-valued observations made sequentially through time, where the measurement is monitored at each time point in one or more dimensions, each resulting time series referred to as univariate or multivariate, respectively [12]. Increasing use of time series data led to the start of many attempts for research and development in various fields of data mining, including experimental, financial, medical, weather, commercial scope etc. [13,14].

## 2.1. Mechanisms of Time Series Data Mining

Mechanisms used for time series data mining include classification, clustering, associate rule mining, anomaly detection etc. Classification is the task of predicting discrete and unordered class labels related with each time series sequence. Similar time-series can be grouped with a clustering task in case the pre-defined groups or class labels are not available [15]. Associate rule mining involves in exploring interesting patterns in time series to further predict the pattern after a given sequence. Anomaly detection detects the sections of a time series for which it shows unexpected patterns. Many of the problems related with consequent patterns may be the subject of one of these approaches [16]. Additionally, stimulus detection refers to the discovery of all previously unknown and recurring patterns in the database of time series, while rule discovery deduces rules from a single or multiple time series as they describe their expected behavior in a given time period [17].

## 2.2. Challenges in Time Series Data Mining

Within the context of the time series environment, challenges and issues emerge in two axes:

First, the original time series should be converted into a feature space by implementing and applying a representation scheme [18] and this conversion is for two reasons:

- 1) To make specific methods applicable (i.e. extrapolating).
- 2) To reduce the dimensions.

The former focuses on applicability of known models to a series, while the latter enables analyzing and processing a large amount of data more efficiently, which amounts to more than terabytes. Completeness or representability is the main focus of feature extraction, more specifically, extracting the basic features of the original time series ensuring that no important pattern is missing [19].

moreover, most data mining mechanisms need to identify the similarity of time series, so it is necessary to determine the similarity scale or metric. Thus, this issue is related with the previous

one, the necessity of ensuring the completion of the extraction of features. Therefore, the distance formed between two time series in the feature space must match the estimated real distance between them [20]. New similarity metrics are one of the most studied areas in the field of Time Series Data Mining (TSDM).

### 3. REPRESENTATION

Recent years witnessed an increase in the progress of the application fields that analyze time series. Rapid advances in data acquisition techniques have resulted in a very large amount of data that can be extracted for the purpose of forming important knowledge [21]. Therefore, the development of representation methods has become a goal that must be realized and worked on continuously, as multiple methods have been developed to represent time series that have been proposed in many studies, which are trying to overcome the problems of high dimensions of data in time series [22].

As mentioned earlier, time series are essentially high-dimensional data. This will lead to an increase in computational cost while defining algorithms that operate directly on the initial time series. So, the main motivation behind the representations is for the purpose of emphasizing the main characteristics of the data in a concise manner. The additional benefits lie in faster processing, efficient storage, and the elimination of implicit noise [23]. So, the main objectives on which the time series representation is based are a combination of the following:

- i.* Reducing the time dimensions of the series in order to speed up the computational operations and get rid of the increased computational needs. A variety of research have introduced representation methods for time series to reduce dimensions.
- ii.* Work on reformulating and rehabilitating the time series for the purpose of obtaining the required format, so that the feature vector must describe the information contained in the time series in a very appropriate manner.
- iii.* High accuracy in the representation of the raw time series, especially for the retrieval task.
- iv.* Elimination of noise in a way that does not obstruct the representations of the time series.
- v.* Gather the information received from the time series and summarize it appropriately.
- vi.* If the task is to perform anomaly detection, classification or aggregation, the distinguishing information of the time series or characteristic must be shown.
- vii.* Considering the treatment of distortions formed in the time series [24].

Having researched several representation techniques, it has been discovered that each of them presents different outcomes according to the method used, transformations, and time series data [25]. These methods can be classified according to the type of transformations applied to them into three categories:



### 3.1. Data Adaptive

This category of representations uses techniques considering the underlying data and adjust parameters accordingly. Almost all non-data adaptive approaches can be converted into data adaptive by employing a parameter selection step [26]. Several approaches have been applied to adaptive data replication such as Discrete Fourier Transform (DFT) and Discrete Wavelet Transform (DWT) approaches [27]. In addition to proposing a version adapted to the data from the PAA, vector quantization for the purpose of creating a codebook that includes subsequent recursive iterations, which in turn depends on the motion vectors being configured to define the gestures [28].

### 3.2. Non-Data Adaptive

In this type of representation, the transformation parameters of each time series remain the same regardless of their configured nature. The representations that are not adapted to the data from the spectral decomposition are plotted. Using the DFT approach in the basic work [29], time series are shown based on the sine and cosine functions in the real field [30], where the resulting representation is a set of sinusoidal coefficients. Instead of using a static array, DWT uses progressive versions of the original wavelet function. This, in turn, gives several solutions so that the lower frequencies are measured with larger periods of time, which leads to providing better accuracy [31].

### 3.3. Model Based

The approach based on this model is based on the assumption that the chosen time series observed is produced by a model that is fundamental. Its purpose is to find the parameters of a model as a representation. Therefore, if two series are produced by the same set of parameters that drive the base model, the two time series are exactly the same [32]. Also, many standard temporal models can be observed, including statistical modelling through feature extraction, HMM models, ARMA models, or Markov chains (MCs) [33]. In terms of ease, it is noticeable that the MCs model is much simpler than the HMM model, so the MCs fit well to be shorter, but on the other hand, their expressive power is very limited. Also, the display of time-series bitmaps can be considered a representation based on the time-series model, regardless of whether its main objective is to provide a complete visualization of the time-series [34].

#### *i. Static representation concept*

Among the techniques and methods that have received great attention, accurate user modelling techniques are of great importance, which is supported by wide-ranging applications, and they are taking up a large area of academic as well as industrial research in this field [35]. The goal of representational learning methods in static modelling is to extract latent user representations directly from static data, for example, a response matrix to a user's advertisement, or another example, an interaction matrix for the user object itself. In addition, temporal information is not

taken into account in this preparation. Static modelling is a very simple and easy setup but is widely used in many problems [36].

### *ii. The concept of sequential representation*

Previously, we mentioned static modelling, and we noticed that in it, the user's data and preferences are static observations. But it is normal for users to have key behaviours, observations, and preferences that may change over time [37]. Therefore, sequential user modelling approaches have been developed for the purpose of taking the dynamic behaviour of users and then learning powerful user representations [38].

### *iii. Motif-based Representations*

Through the hoof, a lot of goals can be pursued, and the discovery of rare, repetitive, or even unusual decorations may be a source of inspiration and interest. Sometimes the interest is in the decorations associated with the task itself, for example, the discriminatory shapes that in turn support the task of classification. The idea here is to summarize and form sets of time series data. It can be supportive of another task such as classification or grouping [39].

Motifs detection is particularly important for the purpose, for example, of other tasks in deep learning. It is often more correct too properly and correctly identify the start and end points of all important patterns, and sometimes the task of stimulus discovery faces a different set of great challenges in designing effective detection algorithms. In addition to knowing the purpose and purpose of the stimulus and the shape of the output, the anomalies and distortions as well as the computational complexity make the task a little difficult [40].

To clarify, by collecting a group of post-transformations for the purpose of discovering the distinct sub-totals among them of the later metamorphoses, this subset is used to create a feature space or representation based on a discriminatory stimulus. Then the space uses the generated feature to train the classifier based on the same feature and perform a new time series classification [41].

### *iv. Time-based representations*

This group collects representations whose results are a time series consisting of the complete time series. The set of representations that depend on time is characterized by being less and better dimensions for the purpose of speeding up the computational operations without the need to wait for long movements for the output of the computations [41].

### *v. Feature-based representations*

One of the most important representations that help to preserve time series as well as reduce its dimensions is time-based representations. Although feature-based representations produce non-

temporal, static representations by calculating features to measure specific features of the time series. This type of representation is particularly well suited for the purpose of making use of classical machine learning algorithms, since the resulting representation is essentially a classic feature vector [42].

#### 4. CONCLUSION

Time series are included in all technologies and different fields, including scientific, industrial, and entertainment. Time series is one of the things that raise various challenges and problems for the widely used deep and machine learning algorithms.

Where there is a need for ways to deal with these challenges to overcome them, and the high dimensions of time series data are one of the most important of these challenges. There are many techniques that are used to solve these challenges, including the representation of time series, distance scales, and others. In this paper, we chose to provide an overview of the representation of time series and study the various motives and goals that depend on this technique, and we also touched upon the problems caused by high dimensions in terms of increasing the cost of storage space and delaying the calculations. Then we conducted a study on representation, which is one of the techniques that reduce the dimensions in time series data and reduce the cost consumed by high dimensions, and then we referred to the most important types of representations and their technical objectives. Thus the representation is easy to interpret for many field experts simply because it depends on the motifs extracted from the time series.

Through our research in this field, we noticed many applications that have been implemented and others are under consideration and study for implementation in the future, including the use of extracting sequences with the most representation, classification, the use of DNA sequence alignment, multiple sequencing, and many other techniques that are looking to solve these challenges that we will consider referenced in future research.

#### REFERENCES

- [1] Bawaneh, Mohammad, and Vilmos Simon. "A Novel Time Series Representation Approach for Dimensionality Reduction." *INFOCOMMUNICATIONS JOURNAL* 14.2 (2022): 44-55..
- [2] A. M. Ozbayoglu, M. U. Gudelek, and O. B. Sezer, "Deep learning for financial applications: A survey," *Applied Soft Computing*, p. 106384, 2020, doi: 10.1016/j.asoc.2020.106384.
- [3] M. G. Tulics and K. Vicsi, "Automatic classification possibilities of the voices of children with dysphonia," *Info communications Journal*, vol. 10, no. 3, pp. 30–36, 2018, doi: 10.36244/ICJ.2018.3.5.

- [4] M. Saleem and B. Kovari, "Online signature verification using signature down-sampling and signer-dependent sampling frequency," *Neural Computing and Applications*, pp. 1–13, 2021, doi: 10.1007/s00521-021-06536-z.
- [5] E. Soares, P. Costa Jr, B. Costa, and D. Leite, "Ensemble of evolving data clouds and fuzzy models for weather time series prediction," *Applied Soft Computing*, vol. 64, pp. 445–453, 2018, doi: 10.1016/j.asoc.2017.12.032.
- [6] A. M. Nagy, B. Wiandt, and V. Simon, "Transient- based automatic incident detection method for intelligent transport systems," *Info communications Journal*, vol. 13, no. 3, pp. 2–13, 2021, doi: 10.36244/ICJ.2021.3.1.
- [7] S. J. Wilson, "Data representation for time series data mining: time domain approaches," *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, vol. 9, no. 1, p. e1392, 2017, doi: 10.1002/wics.1392.
- [8] H. I. Fawaz, G. Forestier, J. Weber, L. Idoumghar, and P.- A. Muller, "Deep learning for time series classification: a review," *Data Mining and Knowledge Discovery*, vol. 33, no. 4, pp. 917–963, 2019, doi: 10.1007/s10618-019-00619-1.
- [9] Karamitopoulos, Leonidas, and Georgios Evangelidis. "Current trends in time series representation." *Proc. 11th Panhellenic Conference on Informatics*. 2007.
- [10] X. Wang, A. Mueen, H. Ding, G. Trajcevski, P. Scheuermann, and E. Keogh, "Experimental comparison of representation methods and distance measures for time series data," *Data Mining and Knowledge Discovery*, vol. 26, no. 2, pp. 275–309, 2013, doi: 10.1007/s10618-012-0250-5.
- [11] J. Lin, E. Keogh, L. Wei, and S. Lonardi, "Experiencing sax: a novel symbolic representation of time series," *Data Mining and knowledge discovery*, vol. 15, no. 2, pp. 107–144, 2007, doi: 10.1007/s10618-007-0064-z.
- [12] Fons, Elizabeth, et al. "HyperTime: Implicit Neural Representation for Time Series." *arXiv preprint arXiv:2208.05836* (2022).
- [13] Anthony Bagnall, Jason Lines, William Vickers, and Eamonn Keogh. The uea & ucr time series classification repository. [www.timeseriesclassification.com](http://www.timeseriesclassification.com) . Accessed: 2022-05-10.
- [14] Kukjin Choi, Jihun Yi, Changhwa Park, and Sungroh Yoon. Deep learning for anomaly detection in time-series data: Review, analysis, and guidelines. *IEEE Access*, 9:120043–120065, 2021.
- [15] Fu A. W, Keogh E, Lau L. Y. H., Ratanamahatana C. (2005), Scaling and time warping in time series querying, in *Proc. VLDB-2005: Thirty-First International Conference on Very Large Databases*, Trondheim, Norway.
- [16] Sakurai Y., Yoshikawa M., Faloutsos C. (2005), FTW: Fast search under the time warping distance, in *Proc. PODS: Twenty-Fourth Symposium on Principles of Database Systems*, Baltimore, MD, USA.
- [17] Kazemi, Seyed Mehran, et al. "Representation learning for dynamic graphs: A survey." *J. Mach. Learn. Res.* 21.70 (2020): 1-73.
- [18] Yi B. K., Faloutsos C. (2000), Fast time sequence indexing for arbitrary Lp Norms, in *Proc. VLDB-2000: Twenty-Sixth International Conference on Very Large Databases*, Cairo, Egypt.

- [19] Yang K., Shahabi C. (2004), A PCA-based similarity measure for multivariate time series, in Proc. MMDB-2004: Second ACM International Workshop on Multimedia Databases, Arlington, VA, USA.
- [20] A. Bagnall, E. Keogh, S. Lonardi, G. Janacek et al., “A bit level representation for time series data mining with shape based similarity,” *Data Mining and Knowledge Discovery*, vol. 13, no. 1, pp. 11–40, 2006, doi: 10.1007/s10618-005-0028-0.
- [21] Renard, Xavier. *Time series representation for classification: a motif-based approach*. Diss. Université Pierre et Marie Curie-Paris VI, 2017.
- [22] [Ratanamahatana et al., 2010] Ratanamahatana, C. A., Lin, J., Gunopulos, D., Keogh, E., Vlachos, M., and Das, G. (2010). *Mining Time Series Data*. In *Data mining and knowledge discovery handbook*, pages 1069–1103. Springer.
- [23] [Esling and Agon, 2012] Esling, P. and Agon, C. (2012). *Time-series data mining*. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 45(1):1–34.
- [24] [Deng et al., 2013] Deng, H., Runger, G., Tuv, E., and Vladimirov, M. (2013). *A time series forest for classification and feature extraction*. *Information Sciences*, 239:142–153.
- [25] J. Paparrizos, M.J. Franklin, *GRAIL: efficient time-series representation learning*, *Proc. VLDB Endow.* 12 (11) (2019) 1762–1777.
- [26] A.J. Bagnall, C.A. Ratanamahatana, E.J. Keogh, S. Lonardi, G.J. Janacek, *A bit level representation for time series data mining with shape based similarity*, *Data Min. Knowl. Discov.* 13 (1) (2006) 11–40.
- [27] R. Agrawal, C. Faloutsos, A.N. Swami, *Efficient similarity search in sequence databases*, in: *Proceedings of the 4th International Conference on Foundations of Data Organization and Algorithms (FODO)*, Springer-Verlag, 1993, pp. 69–84.
- [28] K.P. Chan, A.W.C. Fu, *Efficient time series matching by wavelets*, in: *Proceedings of the 15th International Conference on Data Engineering (ICDE)*, IEEE, 1999, pp. 126–133.
- [29] E. Keogh, K. Chakrabarti, M. Pazzani, and S. Mehrotra, “*Locally adaptive dimensionality reduction for indexing large time series databases*,” in *Proceedings of the 2001 ACM SIGMOD international conference on Management of data*, 2001, pp. 151–162, doi: 10.1145/375663.375680.
- [30] F. Gullo, G. Ponti, A. Tagarelli, and S. Greco, “*A time series representation model for accurate and fast similarity detection*,” *Pattern Recognition*, vol. 42, no. 11, pp. 2998–3014, 2009, doi: 10.1016/j.patcog.2009.03.030.
- [31] J. Lin, E. Keogh, S. Lonardi, and B. Chiu, “*A symbolic representation of time series, with implications for streaming algorithms*,” in *Proceedings of the 8th ACM SIGMOD workshop on Research issues in data mining and knowledge discovery*, 2003, pp. 2–11, doi: 10.1145/882082.882086.
- [32] Y. Sun, J. Li, J. Liu, B. Sun, and C. Chow, “*An improvement of symbolic aggregate approximation distance measure for time series*,” *Neurocomputing*, vol. 138, pp. 189–198, 2014, doi: 10.1016/j.neucom.2014.01.045.
- [33] A. M. Nagy and V. Simon, “*A novel data representation method for smart cities’ big data*,” in *Artificial Intelligence, Machine Learning, and Optimization Tools for Smart Cities: Designing for Sustainability*. Springer International Publishing, 2022, pp. 97–122, doi: 10.1007/978-3-030-84459-2\_6.

- [34] C. T. Zan and H. Yamana, “An improved symbolic aggregate approximation distance measure based on its statistical features,” in Proceedings of the 18th International Conference on Information Integration and Web-based Applications and Services, 2016, pp. 72–80, doi: 10.1145/3011141.3011146.
- [35] Li, Sheng, and Handong Zhao. "A Survey on Representation Learning for User Modeling." IJCAI. 2020.
- [36] Peng Cui, Xiao Wang, Jian Pei, and Wenwu Zhu. A survey on network embedding. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2018.
- [37] [Hu et al., 2013] Liang Hu, Jian Cao, Guandong Xu, Longbing Cao, Zhiping Gu, and Can Zhu. Personalized recommendation via cross-domain triadic factorization. In WWW, pages 595–606, 2013.
- [38] Devooght et al, Robin Devooght, Nicolas Kourtellis, and Amin Mantrach. Dynamic matrix factorization with priors on unknown values. In KDD, pages 189–198. ACM, 2015.
- [39] Li and Fu, Sheng Li and Yun Fu. Robust representations for response prediction. In Robust Representation for Data Analytics, pages 147–174. Springer, 2017.
- [40] Bettaiah, V. and Ranganath, H. S. (2014). An Analysis of Time Series Representation Methods. Proceedings of the 2014 ACM Southeast Regional Conference.
- [41] Fulcher, B. D. and Jones, N. S. (2014). Highly comparative feature-based time-series classification. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 26(12):3026–3037.
- [42] Deng, H., Runger, G., Tuv, E., and Vladimir, M. (2013). A time series forest for classification and feature extraction. Information Sciences, 239:142–153.



## DÜNYA VE TÜRKİYE ÖLÇEĞİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR TOPRAK YÖNETİMİNDE SIFIR TOPRAK İŞLEME VE ÖRTÜ BİTKİLERİNİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Mehmet Ali EMİNOĞLU<sup>1</sup>, Beliz Birce HAMUT<sup>2</sup>, Halime ÖZTÜRK<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, [eminoglumali@gmail.com](mailto:eminoglumali@gmail.com) - 0000-0002-8752-5736

<sup>2</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, [belizzhamut@gmail.com](mailto:belizzhamut@gmail.com) - 0000-0001-8009-047X

<sup>3</sup>Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, [hlmoztrk92@gmail.com](mailto:hlmoztrk92@gmail.com) – 0000-0002-9251-1750

### ÖZET

Bibliyometrik analiz yöntemi, dünyadaki büyük hacimli bilimsel çalışmaların değişim süreçlerini analiz etmek, çoklu karşılaştırmalı grafiksel veriler elde etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Sürdürülebilir toprak yönetiminde “Sıfır Toprak İşleme ve Örtü Bitkileri” kavramlarının bir arada kullanımı Dünyada ve Türkiye’de yapılan çalışmalara rağmen hala beklenen etkiyi görememiştir. Bazı ülkelerde özellikle sıfır toprak işleme belli bir doygunluğa gelmişken, bazı ülkelerde çalışmalar yeni başlamaktadır. Bu araştırma makalesindeki amaç, temel etkileri belirlemek ve bu araştırma alanındaki özellikler ve gelişmelere ilişkin yapılandırılmış bir genel bakış elde etmek için sıfır toprak işleme ve örtü bitkileri alanına bibliyometrik analiz uygulanmıştır. Web of Science’ta taranan dergilerde sıfır toprak işleme ve örtü bitkileri ile ilgili 1980-2022 yılları arasında yayınlanan toplam 3896 yayın tespit edilmiştir. Bu alandaki ilk çalışma 1980 yılında yayınlanmış olsa da araştırmaları büyük çoğunluğu 2010 yılından sonra yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar giderek artmaktadır. Web of Science’ta yapılan tarama sonucu verilerine göre, dünyada en önemli yayınlar Six ve ark., (1999, 2000) ve Türkiye’deki en önemli yayınlar ise [1, 2]’a aittir. En fazla çalışma toprak bilimleri kategorisinde olup konu ilgili en fazla yayın 'Elsevier' dergisinde yayınlanmıştır. Ayrıca yayın üretiminde sırasıyla ABD, Brezilya ve Çin bu alanda önderlik etmekte, Türkiye ise 16. Sırada yer almaktadır. Bu konuda en fazla yayın çıkaran yabancı araştırmacılar Lal, R. ve Caires, Eduardu F. iken, Türkiye’de ise Çelik, A. ve Altikat, S.’dir. Bibliyometrik analiz sonucunda Sürdürülebilir Toprak Yönetiminde “Sıfır Toprak İşleme” konusunda belli bir doygunluğa geldiğini, Örtü Bitkileri ile ilgili yapılan çalışmaların yetersiz olduğu belirlenmiştir. Yapılacak olan çalışmalarda Sıfır Toprak İşleme ve Örtü bitkilerinin birlikte uygulamanın üzerinde durulması ile ilgili alandaki boşlukların doldurulmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bibliyometrik analiz, sıfır toprak işleme, örtü bitkileri, VOSviewer.

## 1. Giriş

Dünya’da nüfus artışının bugün 8 milyarı geçmesi ve yapılan tahminlere göre 2050 yılına kadar 10 milyar nüfusa ulaşacağı düşünülmektedir. Bu nüfus artışının toprak ekosistemi üzerinde olan baskısını daha da arttıracaktır. Bu baskıların etkileri son birkaç on yılda küresel ısınmaya bağlı olarak iklimin değişmesi ve doğal afetlerin sıklıkla yaşanması gibi olumsuz etkileri son yıllarda daha derinden hissedilmeye başlamıştır. Gıda üretimi amacıyla yapılan yoğun tarım uygulamaları, ciddi toprak kaybı ve bozulması, biyolojik çeşitlilikte kayıplara, çevre kirliliğine [3-5] neden olmaktadır. Bunun en trajik örneği; 1930'larda Amerika Birleşik Devletleri'nin orta batısında geniş bir alanı etkileyen, çiftçileri ve bilim adamlarını toprağın sürdürülebilir bir şekilde nasıl yönetileceği konusunda düşünmeye sevk eden toz fırtınasıydı [6]. Toprak koruma hareketi (NRCS), toprak işlemeyi azaltarak ve toprağı kapalı tutarak koruyucu toprak işlemeyi tanımlamıştır [7].

Koruyu toprak işleme (KTİ) sistemleri başta Amerika kıtası olmak üzere dünyanın hemen hemen her yerinde uygulanmaya başlamıştır. Bu tarım yöntemi, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından 2017 yılında yayınlanan Sürdürülebilir Toprak Yönetimi için Gönüllü Kılavuz İlkeleri tarafından tavsiye edilmektedir. Ekonomik ve ekolojik faydalarından dolayı, toprak işlemesiz tarım 21. yüzyılın acil sorunlarının (küresel iklim değişikliği, hızlandırılmış toprak bozulması, çölleşme, biyolojik çeşitlilik kaybı ve gıda güvensizliği) ele alınmasına yardımcı olabilir [6].

Sıfır toprak işleme ve örtü bitkisi ekim uygulamaları sayesinde toprakta organik karbon konsantrasyonlarının artırılmasından kaynaklı topraktaki mikrobiyal faaliyetinin artışı ile birlikte toprak kalitesinin korunması, gıda güvenliğinin sağlanması ve diğer fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin iyileştirilmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin azaltılması, sürdürülebilir tarımsal üretimin sağlanması ve arazi tahribatının dengelenmesi gibi küresel öneme sahip konuların odağında olan sıfır toprak işleme ile ilgili çalışmaların durumu ve eğilimlerinin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Bibliyometrik analiz günümüzde bilimsel uzmanlık alanlarına sağlam bir şekilde yerleşmiştir ve özellikle bilimsel ve uygulamalı bilimlerin araştırma ve değerlendirme metodolojisinin ayrılmaz bir parçasıdır haline gelmiştir [8]. Bu yöntem, bilimin farklı yönlerini incelerken ve ayrıca dünya çapında üniversite ve kurumlar tarafından giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bilimsel bir alanda tamamlanmış yeterli sayıda çalışma ve ortaya çıkan yayın ile artık bibliyometrik yöntemin kendi metodolojisinden faydalanarak analiz etmek mümkündür. Bu tür bir analiz, belirli bir konu alanındaki literatür külliyyatının, yani en geniş anlamıyla yayınların tanımlanmasına dayanır.

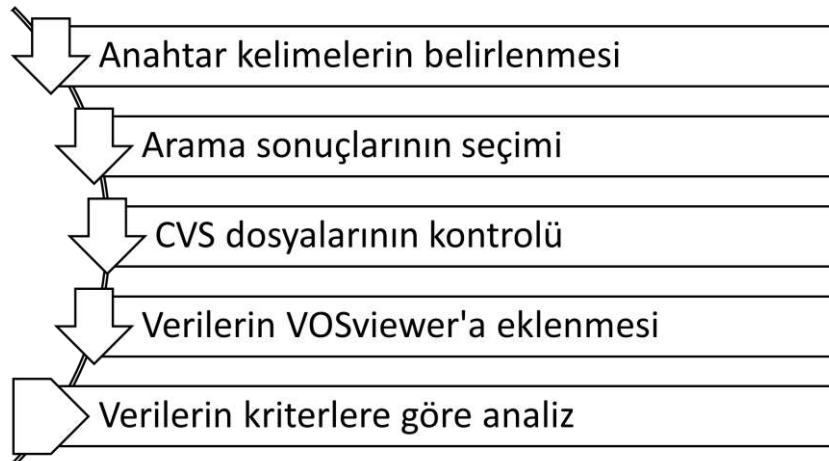
Bibliyometrik analizler, araştırma modellerinin ve araştırma alanlarının özelliklerini daha iyi tanımlamak için faydalı bir analitik yöntemdir [9]. Bibliyometri matematiksel istatistiğe dayalı nicel bir analiz yöntemidir. Belirli bir bilimsel alandaki araştırmaların çarpıcı noktalarının belirlenmesine ve yapılacak çalışmaların eğilimlerini analiz etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır [10-12]. Literatür analizi araç olarak, Tarım biliminde de giderek yaygınlaşmakta ve bu alandaki çalışmaların sayısı da artmaktadır. Bu çalışmalara; Toprak Organik Karbonu ve Toprak Organik Karbon Stokları üzerine 1970-2021 Yılları Arasında Yapılan Araştırmaların Bibliyometrik Analizi [13], Toprak erozyonu modellemesinin Bibliyometrik analizi [9], İklim değişikliği: Bibliyometric bir derleme [14], 1999'dan 2018'e

kadar toprak sağlığı üzerine yapılan araştırmaların bibliyometrik analizi [15] gibi örnekler mevcuttur. Sıfır Toprak İşleme (STİ) dünya genelinde birçok çalışma yapılmıştır, fakat bibliyometrik bir perspektiften toprak işleme ve örtü bitkileri konusu ile ilgili araştırma durumlarının ortaya konulması adına çalışma yapılmamıştır. Bu alışmada STİ araştırmalarının mevcut durumunu ve eğilimlerini nesnel olarak anlamak için, 1980 ile 2022 yılları arasında STİ ile ilgili bilimsel yayınları analiz etmek ve STİ'nin küresel araştırmalar içerisindeki durumunu ortaya çıkarmak için bibliyometrik yöntemler uygulanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Verilerin Elde Edilmesi

Ana araştırma, bibliyografik veri tabanlarında indekslenen, çoğunlukla bilimsel makaleler olan birincil literatüre dayanmaktadır. Bu çalışmada sıfır toprak işleme ve örtü bitkileri ile ilgili literatür ele alınmıştır. Bu araştırmada incelenen tüm makaleler Web of Science Core Collection'un (Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED), Social Sciences Citation Index (SSCI), Conference Proceedings Citation Index – Science (CPCI-S), Emerging Sources Citation Index (ESCI), Book Citation Index – Science (BKCI-S), Conference Proceedings Citation Index – Social Science & Humanities (CPCI-SSH), Book Citation Index – Social Sciences & Humanities (BKCI-SSH)) evrimii veri tabanlarından alınmıştır. Veri alma stratejisi olarak Başlık= "zero tillage" veya "zero-till" VEYA "no-till" VEYA "no tillage" VEYA " no-till" VE/VEYA "cover crop", zaman aralığı = "1980–2022" ve son tarih = "10 Aralık 2022" kullanılmıştır. WOS veri tabanında, arama kriterlerine uyan ilk makale 1980'de yayınlanmış olup 1980'den 2022'e kadar STİ araştırmasında 3896 makale değerlendirilmiştir. Araştırma, bibliyometrik analizin beş aşaması dikkate [16] alınarak oluşturulmuştur (Görsel 1).



Görsel 1. Bibliyometrik Analiz Aşamaları

### 2.2. Verilerin Analizi

WOS üzerinden belirtilen indeksler (Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED), Social Sciences Citation Index (SSCI), Conference Proceedings Citation Index

– Science (CPCI-S), Emerging Sources Citation Index (ESCI), Book Citation Index – Science (BKCI-S), Conference Proceedings Citation Index – Social Science & Humanities (CPCI-SSH), Book Citation Index – Social Sciences & Humanities (BKCI-SSH)) tarafından 1980-2022 tarih aralığında taranan toplam 3896 yayında en çok yayın, atıf alan yayınlar, yazarlar ve en çok yayın yapan ülkelere ait veriler gibi VOSviewer 1.6.18 yazılımı programı aracılığıyla verilerin görselleştirilmesi işlemleri ile elde edilmiştir. Arama sonuçları, VOSviewer ortamına CSV formatında kaydedilmiş ve sınıflandırmaları yapılarak analiz edilmiştir.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

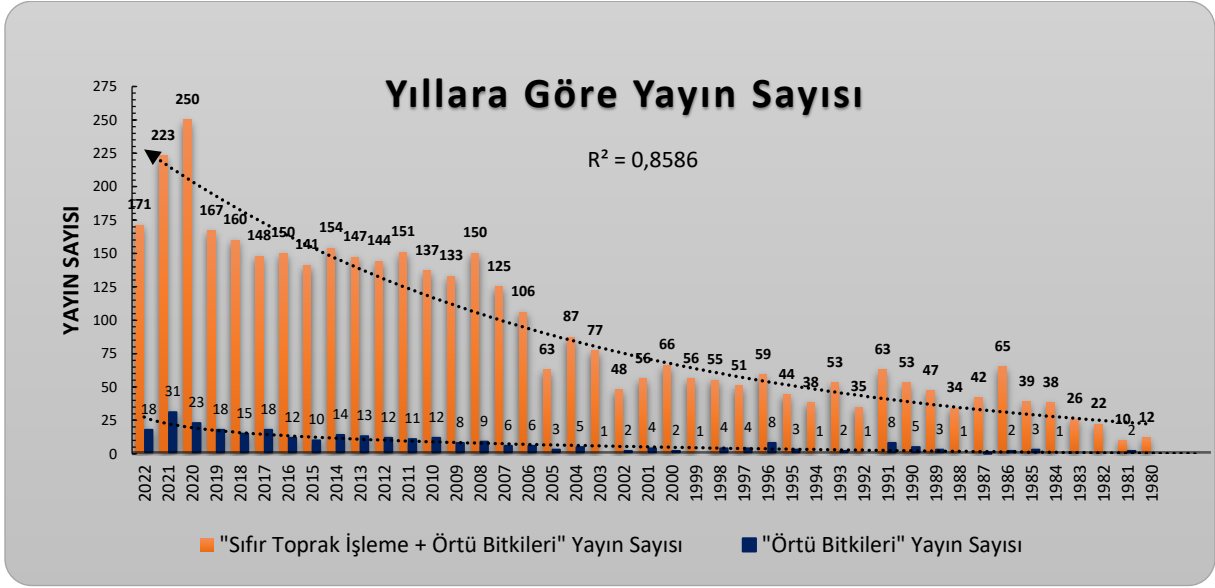
#### 3.1. Yıllara Göre Yayınların Eğilimleri

Sıfır toprak işleme kelimelerinin başlık olarak geçtiği ilk makalelerin 1980 yılında yayınlanırken (12 makale), sıfır toprak işleme ve örtü bitkisi (ÖB) kelimelerinin başlık olarak geçtiği ilk yayın 1981 yılında (2 makale) yayınlanmıştır. STİ ile ilgili en çok yayının 2020 yılında ve STİ ve ÖB beraber bulunduğu en çok yayın 2021 yılında yayınlanmıştır. Bu konuda makale sayıları 2022 yılına kadar her yıl bir önceki yıla göre genel olarak artış göstermiştir. Fakat 2022 yılında bir önceki birkaç yıl kadar makale yayınlanmamıştır. Soru, bu düşüş eğiliminin sonraki yıllarda da devam edip etmeyeceğidir. Yayın sayısındaki düşüşün olası bir açıklaması kolay değildir. Belirli bir araştırma alanındaki bilimsel yayınların genel büyümesini değerlendiren Price yasasında bir açıklama bulunabilir [17]. Bu yasaya göre, bir araştırma alanının büyümesi dört aşamadan geçer: (1) bu konuda çalışma yapan küçük bir bilim insan grubunun farklı bir alanda yayın yapmaya başladığı öncül aşama, (2) uygun üstel büyüme, artan sayı bilim insanlarının çoğunluğu, konunun hala keşfedilmeyi bekleyen birçok yönüne, (3) bilgi birikiminin sağlamlaşmasına ve (4) yayın sayısındaki azalmaya [18]. Bu son aşama, araştırma alanlarının doymuş olduğu ve yayınların önemli ölçüde azalmasıyla sonuçlanan olgunluğun bükülme noktasını yansıtır [18]. Bununla birlikte, güvenlik kültürü araştırması alanında bu olgunluk noktasına halihazırda ulaşıldığı şüphelidir.

2020 yılından sonra yayınlanan makale sayısının az olmasının sebebi en çok çalışma yapan ABD, Brezilya gibi en çok yayın yapan ülkelerin belli bir doymuşluğa gelmesinden kaynaklanabilir. Web of Science'ta makalelerin yıllara göre dağılımı Çizelge 1'de sunulmuştur. Ayrıca bu konudaki yayınlanan makaleler toplamda 93081 adet atıf almış olup makale başına ortalama atıf sayısı 23,89 belirlenmiştir.

Son yıllarda giderek artan küresel ısınmanın sebep olduğu mevsim değişikliğinden kaynaklanan kuraklıkların artarda yaşanması ve toprağın aşırı işlenmesinden kaynaklanan olumsuz etkilerinin azaltılması için son yıllarda bu konudaki çalışmaların artışının sebebi olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda toprağın sürdürülebilir verimliliğinin artması [19] ve iklim değişikliği ile mücadelede [20] kilit rol oynaması konuya olan ilginin giderek artmasına neden olmaktadır.

**Çizelge 1. Yıllara göre (1980-2022) Yayın sayısının eğilimi**



**3.2. En Çok Yayın-Atıf Yapan Ülkeler ve Yayınların Yayın Dilleri**

“Sıfır toprak işleme ve Örtü bitkileri” konusunda WOS’da 1980’den 2022 yılına kadar indekslenen toplamda 3896 yayına ulaşılmıştır. Bu yayınların büyük çoğunluğunu ABD (1302 yayın), Brezilya (1056 yayın) ve Çin (294) tarafından üretilmiştir. Atıf sayısına baktığımızda yine en çok yayın yapan ABD, Brezilya ve Kanada gelmektedir. Ayrıca atıf/yayın sayısı oranına bakıldığında ise Fransa (34,8), ABD (33,3) ve Kanada (28,2) en iyi yayınlara sahip ülkelerdir. Türkiye ise çalışmaları bakımından 31 yayının ile 16. sırada, atıf sayısına göre 19. sırada yer almaktadır.

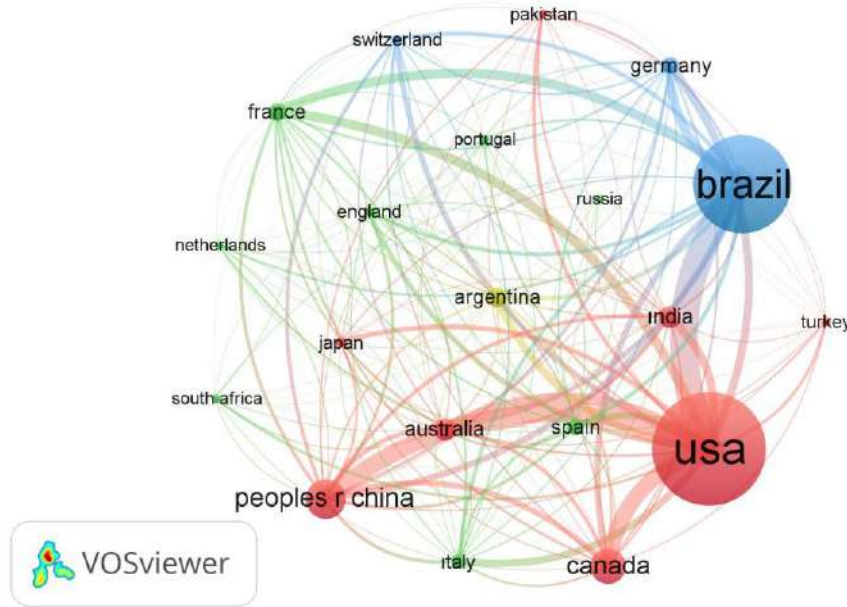
WOS’da yayınlanan makalelerin yaklaşık %88’si İngilizce olarak yayınlanmış olup İngilizceyi, Portekizce (% 11,44) ve İspanyolca (% 0,46) takip etmiştir (Tablo 1); dolayısıyla bu alandaki en önemli çalışmaların İngilizce olarak yayınlandığı söylenebilir.

Tablo 1. En çok yayını ve atıfı olan ilk 10 ülke ve yayınların yazıldığı diller

Sayı	Ülkeler/Bölgeler	Yayın Sayısı	Atıf Sayısı	Diller	Yayın Sayısı
1	AMERİKA	1302	43414	İngilizce	3404
2	BREZİLYA	1056	20389	Portekizce	446
3	ÇİN	294	5345	İspanyolca	18
4	KANADA	247	6970	Almanca	9
5	HİNDİSTAN	127	3020	Fransızca	8
6	AVUSTRALYA	125	3154	Hırvatça	4
7	ARJANTİN	114	2907	Çekce	2
8	FRANSA	92	3201	Slovakça	2
9	İSPANYA	90	2334	Çince	1
10	ALMANYA	88	2338	Sırpça Hırvatça	1



Dünyanın sanayisi gelişmiş ülkelerinden en üretken ülkeler arasında ilk 10'da yer aldığından, ekonomik gelişme bilimsel ve akademik yatırıma katkıda bulunuyor gibi görünüyor. Sıfır toprak işleme ve örtü bitkileri araştırması üzerine yayınların sayısı bu ülkelerin ekonomik faaliyetini ve akademik düzeyini yansıtan çoğu bilimsel alanda meydana gelmiştir.



Görsel 2. En az 20 yayın yapan ülkelerin ağ haritası

Ülkeler veya bölgeler arasındaki iş birliği ağ haritasının sonucu Görsel 2'de sunulmaktadır. Dairelerin boyutu yayın miktarını, bağlantıların kalınlığı ise iş birliklerinin gücünü temsil ediyor. Renkler iş birliği kümelerini temsil eder. Üç ana küme ayırt edilebilir: biri ABD çevresinde toplanır (Kırmızı küme, sağ), Brezilya çevresinde (Mavi küme, sağ üst) ve diğeri Fransa (Yeşil küme, sol üst) çevresinde toplanmıştır. ABD çevresinde toplanan kümenin en büyük katkısı Kanada, Çin, Hindistan ve Avustralya tarafından yapılmıştır. Brezilya çevresinde toplanan kümelemede ise en çok katkıyı Almanya, İtalya ve Switzerland tarafından yapılmıştır ve Fransa çevresinde toplanan kümelemede en çok katkı Brezilya, Amerika ve Çin tarafından yapılmıştır.

Dairelerin boyutu ülkelerin yayın sayısını, iki ülke arasındaki çizgi ise aralarındaki iş birliğini temsil etmektedir. Renkler iş birliği kümelerini temsil eder. İş birliği ağında, dört ana ülke kümesi ayırt edilebilir. Ağdaki ana araştırmacı ülkeler ABD, Brezilya, Arjantin ve Fransa'dır. Diğer araştırmacı ülkeler bu ana araştırmacı ülkelere bağlıdır.

### 3.3. Sıfır Toprak İşleme ve Örtü Bitkileri Çalışmalarını Destekleyen Kuruluşlar

WOS'da Sıfır toprak işleme örtü bitkileri konusunda bulunan yayınları en çok destekleyen kuruluşlar Tablo 2.'de gösterilmiştir. Bu konudaki çalışmaları en çok yayını destekleyen önemli kurumlardan biri "National Council for Scientific and Technological Development" Brezilya'nın 1951 yılında kurulmuş olan bir devlet kurumudur. Bu kurumu sırasıyla National Natural Science Foundation Of China Nsf (Çin) ve United States



Department Of Agriculture Usda (ABD) takip etmektedir. Türkiye’de ise Atatürk Üniversitesi 4 çalışmayı destekleyen önemli kurumlardan biridir.

Tablo 2. En çok yayın destekleyen ilk 10 Kuruluş

Sıra	Finansman Kuruluşlar	Yayın Sayısı	Yüzde (%)
1	National Council for Scientific and Technological Development (Brezilya)	258	6.622
2	Coordenacao De Aperfeicoamento De Pessoal De Nivel Superior Capes (Brezilya)	177	4.543
3	National Natural Science Foundation Of China Nsf (Çin)	153	3.927
4	United States Department Of Agriculture Usda (ABD)	105	2.695
5	Fundacao De Amparo A Pesquisa Do Estado De Sao Paulo Fapesp (Brezilya)	87	2.233
6	Agriculture Agri Food Canada (Kanada)	30	0.770
7	Spanish Government (İspanya)	29	0.744
8	European Commission	28	0.719
9	Consejo Nacional De Investigaciones Cientificas Y Tecnicas Conicet (Arjantin)	27	0.693
10	Fundacao De Amparo A Ciencia E Tecnologia Do Estado Do Rio Grande Do Sul Fapergs (Brezilya)	27	0.693
11	Ataturk University (Türkiye)	4	0.103

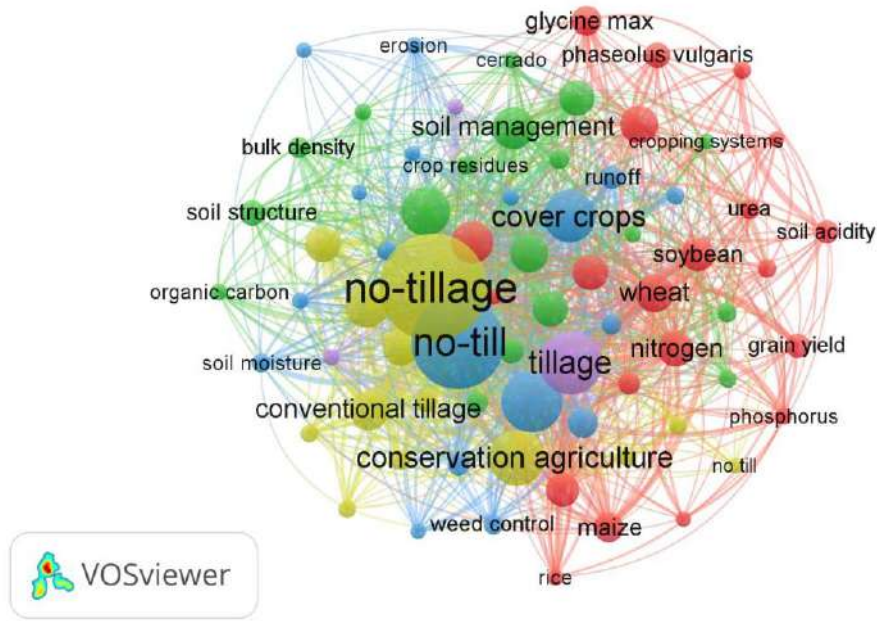
### 3.4. En Çok Yayın Üreten Kurumlar

Sıfır toprak işleme ve örtü bitkileri konusunda en fazla yayın yapan kuruluşlar Tablo 3.’te sunulmuştur. En fazla yayın yapan ilk üç kurum Tarımsal Araştırma Servisi (347 yayın), Sao Paulo Eyalet Üniversitesi (299 yayın), Rio Grande do Sul Federal Üniversitesi (135 yayın) olmuştur. En çok yayın yapan kurumların bulunduğu ilk üç ülke Brezilya, ABD ve Çin’dir. Bu alanda Türkiye’de Atatürk Üniversitesi en fazla yayın yapan kurumdur.

Tablo 3. En çok yayın üreten en iyi 10 kurum

Kurum	Yayın	Atıf	Atıf/Yayın
Tarımsal Araştırma Servisi (ABD)	347	11491	33,12
Sao Paulo Eyalet Üniversitesi (Brezilya)	299	5339	17,86
Rio Grande do Sul Federal Üniversitesi (Brezilya)	135	3895	28,85
Santa Maria Federal Üniversitesi (Brezilya)	125	3285	26,28
Tarım ve Tarım Gıda Kanada (Kanada)	125	3913	31,30
Ohio Eyalet Üniversitesi (ABD)	94	4338	46,15
Ponta Grossa Devlet Üniversitesi (Brezilya)	80	2257	28,21
Çin Bilimler Akademisi (Çin)	78	1923	24,65
Federal Parana Üniversitesi (Brezilya)	59	1499	25,41
Maringa Eyalet Üniversitesi (Brezilya)	54	909	16,83
<b>Atatürk Üniversitesi (Türkiye)</b>	<b>9</b>	<b>78</b>	<b>8,66</b>





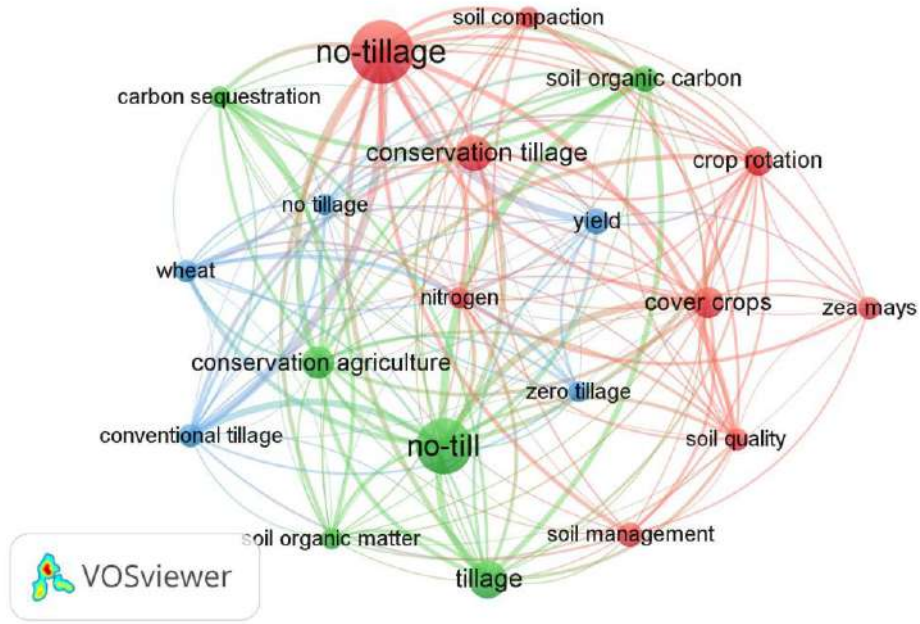
Görsel 4. En az 20 sefer kullanılan anahtar kelimelerin ağ haritası

En çok kullanılan anahtar kelimelere (Tablo 4.) bakıldığında ‘no-tillage’ (312), ‘no-till’ (256), ‘tillage’ (148) en çok kullanılan ilk üç anahtar kelimedir.

Tablo 4. En çok kullanılan 10 anahtar kelime

Sıra	Anahtar Kelime	Kullanım Düzeyi
1	no-tillage	312
2	no-till	256
3	tillage	148
4	conservation tillage	138
5	conservation agriculture	122
6	cover crops	112
7	crop rotation	103
8	soil organic carbon	88
9	yield	84
10	soil management	82

Ayrıca ‘zero tillage’ (65), ‘no tillage’ (68) ve ‘cover crop’ (50) çok kullanılan diğer anahtar kelimelerdir.

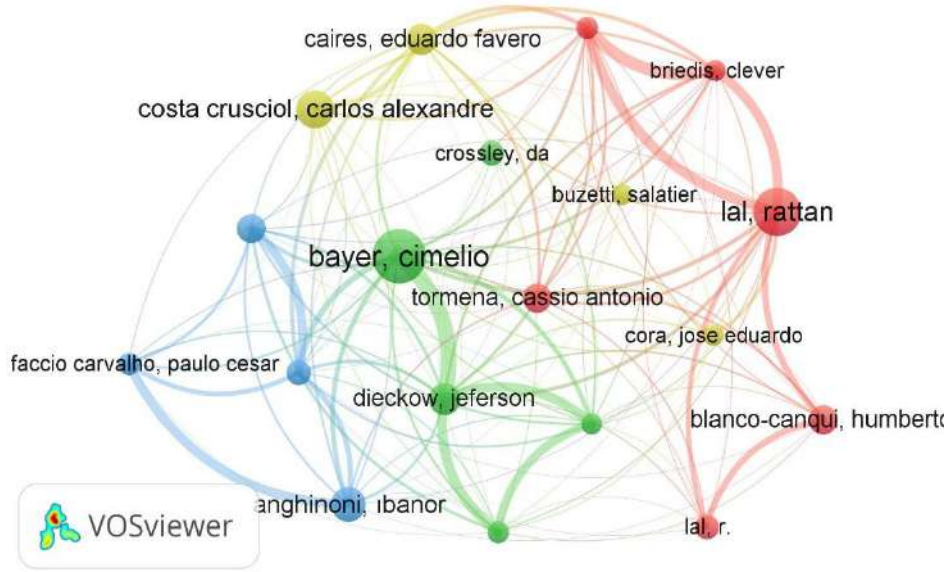


Görsel 5. En çok kullanılan 20 anahtar kelimelerin ağ haritası

En çok kullanılan 20 tane anahtar kelime analizinin sonucu Görsel 6. sunulmaktadır. Dairelerin boyutu, bir terimin geçişini temsil eder, yani boyut ne kadar yüksek olursa, güvenlik kültürü yayınlarının özetlerinde ve başlıklarında bir terimin kullanımı o kadar yüksek olur. Terimler arasındaki genel uzaklık, onların ilişkililiği hakkında bilgi sağlar. Terimler arasındaki mesafe ne kadar kısaysa, ilişkileri o kadar güçlüdür. Terimlerin ilişkililiği, terimlerin başlıklarda ve özetlerde kaç kez bir arada geçtiği sayılarak belirlenir [21]. Renkler, farklı kümeleri ayırt etmek için kullanılır. Bu bağlamda sıfır toprak işleme, toprak organik karbonu, örtü bitkileri arasında güçlü bir ilişkisi olduğu söylenebilir.

### 3.6. En Çok Yayını ve Atfı Olan Yazarlar

Sıfır toprak işleme ve örtü bitkileri konusunda en çok yayın sahip yazarlar Görsel 7.'de ve en çok atıfa sahip yazarlar ise Görsel 8.'de ağ haritasında sunulmuştur. En çok yayına sahip yazarların bulunduğu ağ haritasına göre en çok yayını yapan ilk üç yazar sırasıyla Bayer, Cimelio (48 yayını), Lal, Rattan (42 yayını) ve Costa Crusciol, Carlos (33 yayını) olmuştur.



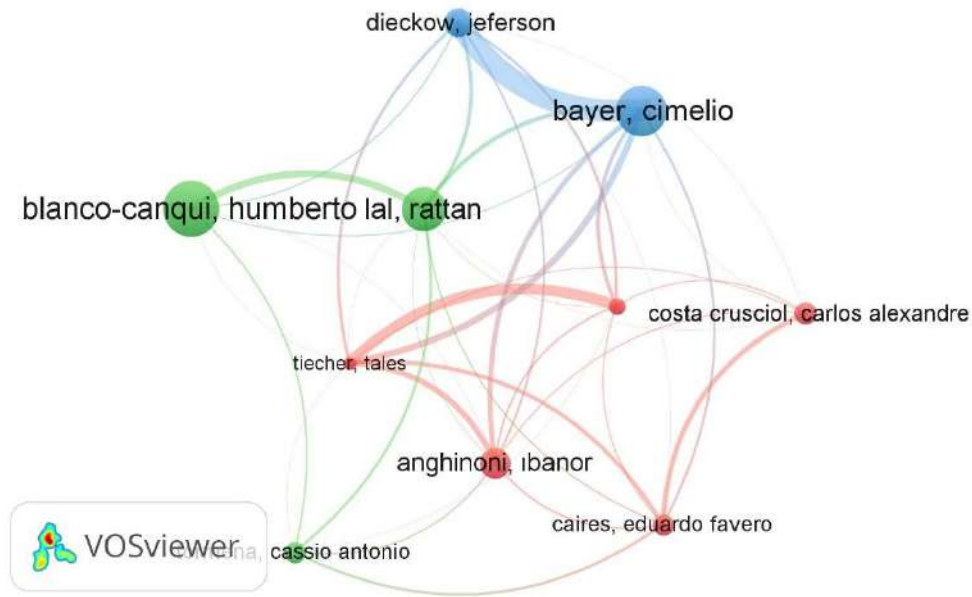
Görsel 7. En çok yayın yapan 20 yazarın ağ haritası

Dairelerin boyutu yayın miktarını, iki yazar arasındaki çizgi ise aralarındaki iş birliğini temsil etmektedir. Renkler iş birliği kümelerini temsil eder. İş birliği ağında, beş ana yazar kümesi ayırt edilebilir. Ağdaki ana araştırmacılar Bayer, Cimelio, Lal, Rattan ve Costa Cruciol, Carlos'dur. Diğer araştırmacılar bu ana araştırmacılardan birine bağlıdır.

Sıfır toprak işleme ve örtü bitkileri konusunda en çok atıf alan yazarlar Görsel... sunulmuştur. En çok atıf alan ilk 3 yazar sırasıyla; Blanco-Canqui, Humberto (1536 atıf), Bayer, Cimelio (1396 atıf), Lal, Rattan (1218 atıf) olmuştur. En çok yayın yapan yazar Bayer, Cimelio olmasına rağmen atıf sayısında ikinci sıraya düşmüştür. Blanco-Canqui, Humberto yayın sayısı bakımından 7. sırada olmasına rağmen atıf sayısında 1. sırada yer almaktadır. Atıf sayısı/yayın sayısı oranına bakıldığında ise yayın başına; Blanco-Canqui, Humberto 61.44 atıf alırken, Bayer, Cimelio 29.08 ve Lal, Rattan 29.00 atıf almıştır.

Bir yayının etkisi aldığı alıntı sayısına göre belirlenir. Analiz, bir araştırma alanındaki en etkili yayınların tespit edilmesini sağlar. Bir araştırma alanındaki yayınların önemini belirlemek için çeşitli yöntemler (örneğin, ağ ölçümleri) olmasına rağmen, etkisinin en nesnel ve doğrudan ölçüsü alıntıdır [22, 23]. Bu bağlamda Sıfır toprak işleme ve örtü bitkileri konusunda en etkili yayınların Blanco-Canqui, Humberto tarafından yazıldığı söylenebilir.





Görsel 8. En çok atıf alan 10 yazarın ağ haritası

Dairelerin boyutu atıf miktarını, iki yazar arasındaki çizgi ise aralarındaki iş birliğini temsil etmektedir. Renkler atıf sayısı kümelerini temsil eder. İş birliği ağında, beş ana yazar kümesi ayırt edilebilir. Ağdaki ana araştırmacılar Lal, Bayer ve Blanco-cabqui'dir. Diğer araştırmacılar bu ana araştırmacılardan birine bağlıdır.

### 3.7. En Çok Atfın Yapıldığı Yayın, Dergi, Yazar ve Yayın Yılı

Araştırma sonucunda elde edilen 3986 makaleden 3354 tanesine en az 1 adet alıntı yapılmıştır. En fazla atıf yapılan makale Elsevier dergisinde 2000 yılında Six ve ark. Tarafından yayınlanan 'Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture' başlıklı makale olmuştur. Makalede sıfır toprak işleme ve geleneksel toprak işleme toprağın fiziksel özellikleri ve makro-mikro agrega içindeki karbon stabilizasyonu üzerine etkisi karşılaştırılmış. Tablo 4'te en çok alıntı yapılan 10 makaleye ait bazı bilgiler sunulmuştur.

Tablo 5. En çok atıf alan 10 yayın

Sıra	Yayın Başlığı	Yayının Yazarları	Yayınlanma Yılı	Atıf Sayısı
1	Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture, <b>Elsevier</b>	J, six; E.T, Elliott; K, Paustian	2000	1834
2	Aggregate and Soil Organic Matter Dynamics under Conventional and No-Tillage Systems, <b>Wiley Online Library</b>	J, six; E.T, Elliott; K, Paustian	1999	931
3	Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils- Effects of no-tillage, <b>hal.archives-ouvertes.fr</b>	Johan Six Christian Feller Karolien Deneff Stephen Ogle Joao Carlos de Moraes Sa Alain Albrecht	2002	845



4	The potential to mitigate global warming with no-tillage management is only realized when practised in the long term, <b>Wiley Online Library</b>	Johan Six, Stephen M. Ogle, F. Jay breidt, Rich T. Conant, Arvin R. Mosier, Keith Paustian	2004	579
5	Water-Stable Aggregates and Organic Matter Fractions in Conventional- and No-Tillage Soils, <b>Wiley Online Library</b>	M. H. Beare, P. F. Hendrix, D. C. Coleman	1994	493
6	Detritus Food Webs in Conventional and No-tillage Agroecosystems, <b>academic.oup.com</b>	Paul F. Hendrix, Robert W. Parmelee, D. A. Crossley, Jr., David C. Coleman, Eugene P. Odum, Peter M. Groffman	1986	472
7	Aggregate-Protected and Unprotected Organic Matter Pools in Conventional- and No-Tillage Soils, <b>Wiley Online Library</b>	M. H. Beare, P. F. Hendrix, M. L. Cabrera, D. C. Coleman	1994	472
8	No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment, <b>Elsevier</b>	B.D. Soanea; B.C. Ballb; J. Arvidssonc; G.Baschd; F.Morenoe; J.Roger-Estradef	2012	466
9	Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation, <b>nature.com</b>	David S. Powlson, Clare M. Stirling, M. L. Jat, Bruno G. Gerard, Cheryl A. Palm, Pedro A. Sanchez & Kenneth G. Cassman	2014	456
10	Can no-tillage stimulate carbon sequestration in agricultural soils? A meta-analysis of paired experiments, <b>Elsevier</b>	Zhongkui Luo; Enli Wang; Osbert J. Sun	2010	444

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sıfır toprak işleme ve örtü bitkileri üzerine araştırmalar, toprak erozyonu, çoraklaşma, verim kaybı gibi nedenlerden dolayı giderek daha popüler olmaya başlamıştır. WOS'ta bulunan toplam makale sayısı özellikle son 10 yıllık süreç içerisinde önemli ölçüde bir artış göstermiştir. Özellikle 2015 'den sonra Çin, Hindistan ve İtalya bu konuda çalışmalar yapmaya başlamışlardır. Avrupa Yeşil Mutabakat, küresel iklim değişikliğinin vurgulanması sayesinde ülkeler arasındaki etkileşimleri daha aktif hale gelmiş ve ortak çalışmalar yapılmaya başlamıştır. Sıfır toprak işleme ve örtü bitkilerinin aynı toprak yönetim uygulamasında kullanılması konusunda çalışmalar hala eksiktir. Bu konuda yapılan çalışmalara bakıldığında, ilk olarak karbon tutulumu, toprak fiziksel özellikleri, toprak organik maddesi ve arazi kullanım değişikliklerinden buğday, mısır ve soya fasulyesi, toprağa uygulanan kimyasallara kadar genişleyen bir yelpazeye sahiptir. Sıfır toprak işleme ile toprak biyolojisi ve biyoçeşitliliği arasındaki ilişkiler gelecek araştırma konuları olabilir. Aynı zamanda sıfır toprak işleme ve örtü bitkilerinin bir arada uygulandığı çalışmalarda, uzaktan algılama yöntemlerini de kapsayacağı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Sonuç olarak konu ile ilgili yapılan çalışmaların değerlendirilmesinden hareketle; yapılacak olan yeni çalışmaların Avrupa Yeşil Mutabakatı'na katkı sağlayacak biçimde şekillendirilmesinin önemli olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Çelik, İ., et al., Strategic tillage may sustain the benefits of long-term no-till in a Vertisol under Mediterranean climate. 2019. 185: p. 17-28.
- [2] Karayel, D., Performance of a modified precision vacuum seeder for no-till sowing of maize and soybean. *Soil Tillage Research*, 2009. 104(1): p. 121-125.
- [3] Evans, A.E., et al., Agricultural water pollution: key knowledge gaps and research needs. 2019. 36: p. 20-27.
- [4] Gomiero, T.J.S., Soil degradation, land scarcity and food security: Reviewing a complex challenge. 2016. 8(3): p. 281.
- [5] Lanz, B., S. Dietz, and T.J.E.E. Swanson, The expansion of modern agriculture and global biodiversity decline: an integrated assessment. 2018. 144: p. 260-277.
- [6] Lal, R., et al., Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming. 2007, Elsevier. p. 1-12.
- [7] Zhang, Z., X.J.S. Peng, and T. Research, Bio-tillage: A new perspective for sustainable agriculture. 2021. 206: p. 104844.
- [8] Ellegaard, O.W., J A, The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? *Scientometric*, 2015. 105(3): p. 1809-1831.
- [9] Bezak, N., et al., Soil erosion modelling: A bibliometric analysis. 2021. 197: p. 111087.
- [10] Pan, X., et al., Bibliometric analysis of soil nutrient research between 1992 and 2020. 2021. 11(3): p. 223.
- [11] Sökmen, Y., A.J.I.O.J.o.E. Nalçacı, and Teaching, Perspectives of Teacher Candidates Regarding the Impact of the Media on Values. 2020. 7(4): p. 1868-1879.
- [12] Zhang, H., et al., Bibliometric analysis of research on soil water from 1934 to 2019. 2020. 12(6): p. 1631.
- [13] Comaklı, E., Toprak organik karbonu ve toprak organik karbon stokları üzerine 1970-2021 yılları arasında yapılan araştırmaların bibliyometrik analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2021(25): p. 517-524.
- [14] Bakac, E., Climate change: a bibliometric review. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2021(27): p. 776-783.
- [15] Liu, S., et al., Research on ecosystem services of water conservation and soil retention: a bibliometric analysis. 2021. 28(3): p. 2995-3007.
- [16] Putri, C.R., et al. Bibliometric analysis: Augmented reality-based physics laboratory with VOSviewer software. in *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. IOP Publishing.
- [17] Price, D.J., Little science, big science... and beyond. Vol. 480. 1986: Columbia University Press New York.
- [18] Dabi, Y., et al., Publication trends in bariatric surgery: a bibliometric study. 2016. 26(11): p. 2691-2699.
- [19] Hussain, M.I., Z. Abideen, and A.S. Qureshi, Soil degradation, resilience, restoration and sustainable use, in *Sustainable agriculture reviews* 52. 2021, Springer. p. 335-365.
- [20] Hassan, W., et al., Improved and sustainable agroecosystem, food security and environmental resilience through zero tillage with emphasis on soils of temperate and subtropical climate regions: A review. 2022.
- [21] Van Nunen, K., et al., Bibliometric analysis of safety culture research. 2018. 108: p. 248-258.



- [22] Pieters, R. and H.J.J.o.E.L. Baumgartner, Who talks to whom? Intra-and interdisciplinary communication of economics journals. 2002. 40(2): p. 483-509.
- [23] Stremersch, S., et al., Indirect network effects in new product growth. 2007. 71(3): p. 52-74.

## THE EFFECTS OF VEGETABLE AND FRUIT BASED ADDITIVES ON OXIDATION DEVELOPMENT, COLOR AND SENSORY PROPERTIES OF THE POULTRY PRODUCTS

Assoc. Prof. Gulen YILDIZ TURP<sup>1</sup>, Cansu CELEBIOGLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ege University, Engineering Faculty,

[gulen.yildiz.turp@ege.edu.tr](mailto:gulen.yildiz.turp@ege.edu.tr)-0000-0002-9318-3349

<sup>2</sup> Ege University, Engineering Faculty,

[cansucelebioglu8@gmail.com](mailto:cansucelebioglu8@gmail.com)-0000-0003-3949-6683

### ABSTRACT

Nowadays, the biggest problem of urban people who move away from nature as a result of progress in the industrial and technological field is chronic diseases. It has been determined that free radicals move an important role in the formation of many chronic diseases. It is necessary to have an adequate, balanced, and conscious diet of consumers to solve these diseases. This situation consumer demand for healthy and natural food is reflected in the meat industry and researches on this issue have gained speed. Synthetic additives are widely used in meat products due to its contribution to the development of characteristic color and flavor, controls lipid oxidation and has an antimicrobial effect on pathogenic microorganisms. However, the fact that some of the synthetic additives could be a risk to human health depending on used amount has led to the searches for natural additives. In recent years, instead of using synthetic additives in meat products, studies have increased out to use natural additives in different forms obtained from plants, fruits and vegetables. Antioxidant-containing fruit and vegetable additives used in poultry products can prolong shelf life by slowing down the oxidation during storage. However, it has been determined that natural additives can adversely affect the color and sensory properties of poultry products due to their unique properties. Within the scope of this study, the effects of vegetable and fruit-based additives used to reduce the synthetic additive content in poultry products, whose consumption has increased rapidly in recent years, on oxidation development, color and sensory properties were investigated.

**Keywords:** Poultry Products, Antioxidant, Fruit, Vegetable, Synthetic Additives.

## 1. INTRODUCTION

Nutrition is defined as an action that ensures the intake of nutrients that the body needs in order to protect the health of individuals and improve their quality of life (FAO, 2019). Adequate and balanced nutrition is very important for individuals to maintain their vital activities and the development of the whole society (Ceylan, 2006; Tumer et al., 2016; Unsal, 2019). Recently, it has been determined that free radicals have an important role in the formation of many cardiovascular and neurodegenerative diseases. Lipit, protein, and heme iron in meat promotes the formation of free radicals when it enters the body, and it has been determined that is responsible for the carcinogenic effect in humans (Papuc et al., 2017; Macho-Gonzalez et al., 2020). Consumption of both raw and processed red meat has been associated with various diseases such as colorectal cancer types (Norat et al., 2005; Rohrmann et al., 2007; Larsson and Wolk, 2012), coronary heart disease (Micha et al., 2010) and diabetes (Richi et al., 2015; Zec et al., 2019). The International Agency for Research on Cancer (IARC) has classified processed meat as a Group I carcinogen (carcinogenic to humans) and red meat as a Group II carcinogen (possibly carcinogenic to humans) (IARC, 2018; Farvid et al., 2021). Besides, meat and meat products with rich nutritional content can easily deteriorate as a result of chemical and enzymatic processes during production, distribution and storage (Scollan et al., 2017; Papuc et al., 2017; Sabuncular et al., 2021). This situation causes consumer dissatisfaction and economic losses as it has harmful effects on the sensory qualities of the meat (Csala et al., 2015). The most common technique used to overcome this problem is the incorporation of synthetic antioxidants into the product (Karydas et al., 2020; Ayvaz, 2021). However, the demand for natural antioxidants has increased due to the increasing health awareness of consumers (Aguiar et al., 2017; Mendili et al., 2021). At the present time, additives in different forms (essential oil, extract, etc.) obtained from fruits and vegetables are investigated as an alternative to synthetic antioxidants in meat products by showing strong antioxidant effects (Pateiro et al., 2018). Therefore, in this study, it was aimed to investigate the effects on oxidation development, color, and sensory properties of vegetable and fruit-based additives used to reduce the content of synthetic additives in poultry products.

## 2. The Effects of Fruit-Vegetable Additives on Oxidation Development in Poultry Products

The separation of hydrogen atom from fatty acids or protein structure with the effect of oxygen is called oxidation (Ramanathan and Das, 1992; Hailili, 2017). Processes applied to meat products, which are an important part of the human diet, increase the formation of reactive oxygen species (Huang and Ahn, 2019). Proteins and lipids are prone to oxidation due to the decrease of the activity of endogenous antioxidants in meat after slaughter. Therefore, meat products are highly prone to oxidation (Dos Santos et al., 2017). Lipids are one of the most unstable nutritional components, participating in oxidative reactions caused by various factors through highly complex mechanisms (Amaral et al., 2018). Lipid oxidation is a complicated process that occurs due to the production of malondialdehyde (MDA) and the formation of cholesterol oxidation products (oxy-free and lipid-free radicals) (Soyer et al., 2010; Al-Dalali et al., 2022). Covalent modification of proteins, which is indirectly induced after the reactions

of secondary products formed as a result of reactive oxygen derivatives, is called protein oxidation (Shacter, 2000; Gulbahar, 2007; Bastıoglu et al., 2016).

Antioxidants can act by different mechanisms to delay or inhibit radical formation or to create more stable products, and can extend shelf life by maintaining the quality of muscle foods (Lorenzo et al., 2017; Munekata et al., 2020). Antioxidants are added to meat and meat products during processing to delay lipid oxidation. Different synthetic antioxidants such as BHA, BHT, TBHQ, PG and nitrite are used in the meat industry. (Mohdaly et al., 2010; De Florio Almeida et al., 2017; Celik et al., 2021). However, the demand for natural antioxidants is increasing due to the potential toxicological effects of synthetic antioxidants. For this reason, scientific studies on the use of plant-based antioxidants in formulations of meat products have increased in recent years (Gahruie et al., 2017; Lorenzo et al., 2018; D'Amore et al., 2020). Fruits and vegetables are excellent sources of nutrients that are rich in vitamins, fiber, antioxidants, and cholesterol-lowering compounds (Augustin et al., 2019). In addition to these properties, fruits and vegetables contain phytochemicals that appear as secondary metabolites and have beneficial effects on health (Karakaya et al., 2011). Antioxidant components (carotenoids, vitamins, phenols, flavonoids, glutathione and endogenous metabolites) occur in all tissues of plants, especially leaves, stems and seeds (Falowo et al., 2014; Kipcak et al., 2019; Bat et al., 2019). The effects of fruit-vegetable additives on oxidation development in poultry products are given in Table 1.

**Table 1.** The effects of fruit-vegetable additives on oxidation development in poultry products

<b>Fruits and vegetables</b>	<b>Poultry Product</b>	<b>The effect on the Oxidation of the Product</b>	<b>Reference</b>
Extract of beet stem and guava pulp (60 ppm)	Chicken patties	The TBARS values of the extract-added samples stored at 4°C for 14 days in aerobic packaging were decreased during storage ( $P<0.05$ ). The lowest TBARS values were detected in samples with guava pulp, beet stem and BHT (butylated hydroxytoluene) respectively ( $P<0.05$ ).	Packer et al., 2015
Plum pulp and plum peel microparticles (2%)	Chicken patties	The TBARS values of the chicken patties with the addition of plum peel and plum pulp in microparticle form were lower than those of the control. It was determined that the iron reducing power of the plum peel microparticles that added chicken patties was 77-157% higher than control, due to its antioxidant effect ( $P<0.05$ ).	Basanta et al., 2018
Pomegranate ( <i>Punica granatum L.</i> ) peel extract (200 mg/mL),	Chicken meat	It was obtained that lipid oxidation in samples containing nanoencapsulated pomegranate peel extract were lower compared to those of the samples	Rahnemoon et al., 2021



Sodium alginate and calcium chloride (9:1)		containing pomegranate peel extract during storage. Due to the controlled release of nano-encapsulated pomegranate peel extract in chicken patties, the shelf life of the product extended to 8 days ( $P<0.05$ ).	
Zataria multiflora microencapsulated essential oil (0.5%), Zirconium oxide (ZrO <sub>2</sub> , 0.03%) nanoparticles, Potato starch-Apple peel pectin composite film	Quail meat	The packaging process with active films based on potato starch-apple pectin was increased the shelf life of quail meat. The TBARS values of the samples containing encapsulated essential oil and ZrO <sub>2</sub> nanoparticles during storage were lower than the control group ( $P<0.05$ ).	Sani et al., 2021

### 3. The Effects of Fruit and Vegetable Additives on Color Stability of Poultry Products

Synthetic additives are used to preserve the characteristic color development in meat and meat products (Panghal et al., 2017; Chhikara et al., 2018; Sabuncular et al., 2021). Sodium nitrite is widely used among these additives. Sodium nitrite transforms into nitric oxide (NO) in cured meat products and the nitric oxide compound binds to Fe<sup>+2</sup> in the myoglobin. After that, nitrosomyoglobin compound is formed (Pini et al., 2020). This compound provides a homogeneous distribution and prevents fading of the characteristic red color, which is one of the basic organoleptic properties in meat products (Holck et al., 2017). Fruits with high phenolic content and vegetable sources such as spinach, lettuce, radish, and celery are evaluated as nitrite substitutes in order to ensure color stability in meat products (Kim et al., 2017; Palamutoglu et al., 2018; Ahn et al., 2019). At the same time, it is used as a natural colorant of plants with high betalain content belonging to the Caryophyllales family (Qadir, 2017; Uran, 2018; Jin et al., 2018; Ceclu and Nistor, 2020). The effects of fruit-vegetable additives on color stability of poultry products are given in Table 2.

**Table 2.** The effects of fruit-vegetable additives on color stability of poultry products

Fruits and Vegetables	Poultry Product	The Effect on the Color of the Product	Reference
Pomegranate peel powder (2%), Pomegranate pulp powder (4%), Pomegranate peel extract (6%), Pomegranate pulp extract	Chicken patties	The $L^*$ values of the samples treated with different forms of pomegranate peel and pulp were lower than those of the other sample groups ( $P<0.05$ ). The lowest $a^*$ (redness) value was determined in the control group, while the highest $a^*$ values were obtained in the sample groups containing pomegranate pulp powder and pomegranate peel extract ( $P<0.05$ ).	Sharma and Yadav, 2020

(9%), BHT (0.01%)			
Cauliflower powder (5%, 10%, 15% and 20%)	Chicken nugget	It was determined that the samples containing 15% and 20% cauliflower in the coating formulation decreased the $L^*$ value compared to the those of the control group ( $P<0.05$ ). It was detected that the $a^*$ value of the samples containing cauliflower was higher than the control group and the highest $a^*$ value was found in the sample group containing 20% cauliflower ( $P<0.05$ ).	El-Anany et al., 2020
Pink pepper extract (90 ppm), BHT (Butylated hydroxytoluene, (90 ppm)	Chicken burger	It was observed that burgers containing pink pepper extract had higher $a^*$ value and lower $L^*$ value than BHT-added samples ( $P<0.05$ ).	Menegali et al., 2020
Okra flour, rice bran (4% and 8%) and spice mix (0.28% black pepper and powdered onion, 14% garlic powder)	Chicken nugget	It was determined that a significantly decrement in the $L^*$ value and increment in the $a^*$ and $b^*$ values of samples containing okra flour and rice bran ( $P<0.05$ ).	Echeverria et al., 2022

#### 4. The Effects of Fruit-Vegetable Additives on Sensory Properties of Poultry Products

Sensory characteristics should be determined in order to evaluate consumer preferences and produce food in line with these preferences (Altug-Onogur and Elmacı, 2015). It has been detected that the compounds that occur due to lipid oxidation during various processing methods in meat products cause undesired odor production and rancidity (Palmieri and Sblendorio 2007; Contini et al., 2014; Shah et al., 2014; Yıldız-Turp et al., 2018). Protein oxidation significantly reduces protein solubility and water holding capacity, which are important for meat processing. In this way, it causes high moisture loss during cooking (Bao and Ertbjerg, 2019). It was obtained that the results change positively or negatively depending on the additive used, its form, and its concentration in studies examining the use of natural additives in meat products in order to preserve their sensory properties (Gomez et al., 2018; Lourenco et al., 2019). The effects of fruit-vegetable additives on sensory properties of poultry products are given in Table 3.

**Table 3.** The effects of fruit and vegetable additives on sensory properties of poultry products

Fruits and Vegetables	Poultry Product	The Effect on the Sensory Properties of the Product	Reference
Pomegranate juice and essential oil of	Skinless and boneless	It was determined that pomegranate juice provided a pleasant aroma and flavor in the	Bazargani-Gilani et al., 2015

<i>Zataria multiflora</i> (1% and 2%), chitosan (1.5%)	fresh chicken breast meat	samples, while essential oil provided improvement in sensory properties. It was obtained that chitosan coated samples containing essential oil had lower protein and lipid oxidation values compared to other samples ( $P<0.05$ ).	
Green cabbage ( <i>Brassica oleracea</i> ) powder (15% and 25%)	Chicken patties	Color, juiciness, appearance, texture, hardness and overall acceptability scores increased and the flavor scores decreased with the addition of green cabbage powder. The highest overall acceptability scores were detected in the sample group with 15% additives stored in refrigerator, while the highest flavor values were found in the control group ( $P<0.05$ ).	Verma et al., 2016
Marination with pineapple juice at 45°C (40, 80, 120 and 160 min)	Chicken breast, thigh and drumstick	It was obtained that pineapple juice decreased the hardness scores of samples that were marinated for more than 40 minutes. The color, texture, and flavor scores of the samples decreased depending on the increment in the marination time ( $P<0.05$ ). In terms of overall acceptability, it was determined that the most acceptable sample was thigh meats marinated for 40 minutes ( $P<0.05$ ).	Kadioglu et al., 2019
Marinating with lemon (100%), grapefruit (100%) juice and citric acid (0.5%)	Chicken breast	There was no significant difference between the overall acceptability scores of the marinated sample groups ( $P>0.05$ ), while the overall acceptability scores of these samples were higher than the control group ( $P<0.05$ ). It was determined that the samples marinated with lemon juice had the lowest hardness value ( $P<0.05$ ).	Unal et al., 2022

## 5. CONCLUSION

Poultry products can easily oxidize, characteristic color and sensory properties change during storage. Oxidative deterioration in poultry products adversely affects the sensory properties of the product and shortens its shelf life. Additionally, it causes many health problems. As a result of epidemiological studies, consumers need more healthy and effective natural antioxidant substances due to the toxicological and carcinogenic effects of synthetic substances used to prevent or delay the development of oxidation. Therefore, studies in recent years have focused on investigating the potential of using different forms of fruits and vegetables as natural antioxidants in meat products. In the studies, the use of various fruit and vegetable based additives as alternative to the synthetic antioxidants in the production of poultry products were detected as effective on preventing oxidation development and improving some of the sensory

properties of the products. However, more studies are needed in order to distinguish active substances with antioxidant activity, to ensure that the products are used in appropriate amounts without adversely affecting their color and sensory properties, and to determine the toxicological effects that may occur in plants due to extraction and processing conditions.

## REFERENCES

- [1] Aguiar, J., Costa, R., Rocha, F., Estevinho, B.N., & Santos, L. Design of Microparticles Containing Natural Antioxidants: Preparation, Characterization and Controlled Release Studies, *Powder Technology*, May, 313, 2017.
- [2] Ahn, S.J., Kim, H.J., Lee, N., Lee, C.H. Characterization of Pork Patties Containing Dry Radish (*Raphanus Sativus*) Leaf and Roots, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, March, 32,3, 2019.
- [3] Al-Dalali, S., Li, C., & Xu, B. Effect of Frozen Storage on the Lipid Oxidation, Protein Oxidation, and Flavor Profile of Marinated Raw Beef Meat. *Food Chemistry*, May, 376, 2022.
- [4] Altug-Onogur, T., & Elmacı, Y., *Sensory Evaluation in Foods*, Sidas Media Publishing, İzmir, 2015.
- [5] Amaral, A.B., Silva, M.V.D., Lannes, S.C.D.S. Lipid Oxidation in Meat: Mechanisms and Protective Factors—A Review. *Food Science and Technology*, December, 38, 2018.
- [6] Augustin, M.A., Sanguansri, L., Fox, E.M., Cobiac, L., & Cole, M.B. Recovery of Wasted Fruit and Vegetables for Improving Sustainable Diets. *Trends in Food Science & Technology*, January, 95, 2020.
- [7] Ayvaz, Z. Antioxidants. *Ecology*, January-March, 26, 2021.
- [8] Bao, Y., & Ertbjerg, P. Effects of Protein Oxidation on the Texture and Water-Holding of Meat: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, July, 59,22, 2019.
- [9] Basanta, M.F., Rizzo, S.A., Szerman, N., Vaudagna, S.R., Descalzo, A.M., Gerschenson, L.N., ... & Rojas, A.M. Plum (*Prunus Salicina*) Peel and Pulp Microparticles as Natural Antioxidant Additives in Breast Chicken Patties. *Food Research International*, April, 106, 2018.

- [10] Bastioglu, A.Z., Serdaroglu, M., & Nacak, B. Protein Oxidation in Meat and Meat Products. *Food and Health*, August, 2,4, 2016.
- [11] Bat, M., Tunctürk, R., & Tunctürk, M. Effect of Seaweed on Growth Parameters, Total Phenolic and Antioxidant Substances in Echinacea (*Echinacea Purpurea* L.) Under Drought Stress. *Yuzuncu Yıl University Journal Of Agricultural Sciences*, September, 29,3, 2019.
- [12] Bazargani-Gilani, B., Aliakbarlu, J., & Tajik, H. Effect of Pomegranate Juice Dipping and Chitosan Coating Enriched with *Zataria Multiflora* Boiss Essential Oil on The Shelf-Life of Chicken Meat During Refrigerated Storage, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, May, 29, 2015.
- [13] Ceclu, L., & Nistor, O.V. Red Beetroot: Composition And Health Effects: A Review, *J. Nutr. Med. Diet Care*, July, 6,1, 2020.
- [14] Celik, B., Muriuki, E.N., Kuhnle, G.G.C., Spencer, J.P.E., & Mills, C.E. The Impact of Inorganic Nitrate Consumption on Endothelial Function Measured by Flow-Mediated Dilatation: A Systematic Review of Randomised Controlled Trials, *Proceedings of the Nutrition Society*, July, 80, OCE5, 2021.
- [15] Ceylan, M., *The Consumption Structure of Meat and Meat Products in Urban and Rural Area of Van Province and Purchase Behaviour of Consumers*, Master's Thesis, Yuzuncu Yıl University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Van, 2006.
- [16] Chhikara, N., Devi, H.R., Jaglan, S., Sharma, P., Gupta, P., & Panghal, A. Bioactive Compounds, Food Applications and Health Benefits of *Parkia Speciosa* (Stinky Beans): A Review. *Agriculture & Food Security*, October, 7,1, 2018.
- [17] Contini, C., Álvarez, R., O'sullivan, M., Dowling, D.P., Gargan, S.Ó., & Monahan, F.J. Effect of an Active Packaging with Citrus Extract on Lipid Oxidation and Sensory Quality of Cooked Turkey Meat. *Meat Science*, March, 96,3, 2014.
- [18] Csala, M., Kardon, T., Legeza, B., Lizák, B., Mandl, J., Margittai, É., ..... & Bánhegyi, G. On the Role Of 4-Hydroxynonenal in Health and Disease. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, May, 1852,5, 2015.
- [19] D'Amore, T., Di Taranto, A., Berardi, G., Vita, V., Marchesani, G., Chiaravalle, A.E., & Iammarino, M. Sulfites in Meat: Occurrence, Activity, Toxicity, Regulation, and Detection. A Comprehensive Review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, August, 19,5, 2020.
- [20] De Florio Almeida, J., dos Reis, A.S., Heldt, L.F.S., Pereira, D., Bianchin, M., de Moura, C., ...& Carpes, S.T. Lyophilized Bee Pollen Extract: A Natural Antioxidant Source to Prevent Lipid Oxidation in Refrigerated Sausages, *LWT-Food Science and Technology*, March, 76, 2017.

- [21] Dos Santos, B.A., Campagnol, P.C.B., Fagundes, M.B., Wagner, R., & Pollonio, M.A.R. Adding Blends of NaCl, KCl, and CaCl<sub>2</sub> to Low-Sodium Dry Fermented Sausages: Effects on Lipid Oxidation on Curing Process and Shelf Life, *Journal of Food Quality*, January, 2017.
- [22] Echeverria, L., da Silva, C., Danesi, E.D.G., Porciuncula, B.D.A., & Barros, B.C.B. Characterization of Okara and Rice Bran and Their Application as Fat Substitutes in Chicken Nugget Formulations, *LWT*, May,161, 2022.
- [23] El-Anany, A.M., Ali, R.F., & Elanany, A.M. Nutritional and Quality Characteristics of Chicken Nuggets Incorporated with Different Levels of Frozen White Cauliflower. *Italian Journal of Food Science*, February, 32,1, 2020.
- [24] Falowo, A.B., Fayemi, P.O., & Muchenje, V. Natural Antioxidants Against Lipid – Protein Oxidative Deterioration in Meat and Meat Products: A Review. *Food Research International*, October, 64, 2014.
- [25] FAO Food and Agriculture Organization. (2019). Turkey Nutrition Guide, [https://Hsgm.Saglik.Gov.Tr/Depo/Birimler/Saglikli-Beslenme-Hareketli-Hayat\\_Db/Turkiye\\_Beslenme\\_Rehberi\\_TUBER\\_18\\_04\\_2019.Pdf](https://Hsgm.Saglik.Gov.Tr/Depo/Birimler/Saglikli-Beslenme-Hareketli-Hayat_Db/Turkiye_Beslenme_Rehberi_TUBER_18_04_2019.Pdf), (Access Address: 23.10.2021)
- [26] Farvid, M.S., Sidahmed, E., Spence, N.D., Mante Angua, K., Rosner, B.A., & Barnett, J.B. Consumption of Red Meat and Processed Meat and Cancer Incidence: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Studies, *European Journal Of Epidemiology*, August, 36,9, 2021.
- [27] Gahrue, H.H., Ziaee, E., Eskandari, M.H., & Hosseini, S.M.H. Characterization of Basil Seed Gum-Based Edible Films Incorporated with Zataria Multiflora Essential Oil Nanoemulsion, *Carbohydrate Polymers*, June, 166, 2017.
- [28] Gómez, B., Barba, F.J., Domínguez, R., Putnik, P., Kovačević, D.B., Pateiro, M., ... & Lorenzo, J.M. Microencapsulation of Antioxidant Compounds Through Innovative Technologies and Its Specific Application in Meat Processing, *Trends in Food Science & Technology*, December, 82, 2018.
- [29] Gulbahar, O. The Mechanism, Significance and Relationship with Aging of Protein Oxidation. *Turkish Journal of Geriatrics*, March, 10,1, 2007.
- [30] Hailili, P., *Natural and Synthetic Substances Used for the Control of Oxidative and Microbiological Deterioration in Processed Meat Products and Their Effect Mechanisms*, Graduate Project, Pamukkale University, Institute Of Science And Technology, Denizli, 2017.
- [31] Holck, A., Axelsson, L., Mcleod, A., Rode, T.M., & Heir, E. Health and Safety Considerations of Fermented Sausages, *Journal of Food Quality*, May, 2017.



- [32] Huang, X., & Ahn, D.U. Lipid Oxidation and Its Implications to Meat Quality and Human Health, *Food Science and Biotechnology*, June, 28,5, 2019.
- [33] IARC. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans; Red Meat and Processed Meat. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, September, 114, 2018.
- [34] Jin, S.K., Choi, J.S., Yang, H.S., Park, T.S., & Yim, D.G. Natural Curing Agents as Nitrite Alternatives and Their Effects on the Physicochemical, Microbiological Properties and Sensory Evaluation of Sausages During Storage, *Meat Science*, December, 146, 2018.
- [35] Kadioglu, P., Karakaya, M., Unal, K., & Babaoglu, A.S. Technological and Textural Properties of Spent Chicken Breast, Drumstick and Thigh Meats As Affected by Marinating with Pineapple Fruit Juice, *British Poultry Science*, June, 60,4, 2019.
- [36] Karydas, C., Iatrou, M., Kouretas, D., Patouna, A., Iatrou, G., .... & Mourelatos, S. Prediction of Antioxidant Activity of Cherry Fruits from UAS Multispectral Imagery Using Machine Learning, *Antioxidants*, February, 9,2, 2020.
- [37] Kıpçak, S., Ekinci alp, A., Erdinc, C., Kabay, T., & Sensoy, S. The Effect of Salt Stress on Some Nutrient Content and Total Antioxidant and Total Phenol Content in Different Bean Genotypes, *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, March, 29,1, 2019.
- [38] Kim, T.K., Kim, Y.B., Jeon, K.H., Park, J.D., Sung, J.M., Choi, H.W., ... & Choi, Y.S. Effect of Fermented Spinach as Sources of Pre-Converted Nitrite on Color Development of Cured Pork Loin, *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, February, 37,1, 2017.
- [39] Larsson, S.C., & Wolk, A. Red and Processed Meat Consumption and Risk of Pancreatic Cancer: Meta-Analysis of Prospective Studies, *British Journal of Cancer*, January, 106,3, 2012.
- [40] Lorenzo, J.M., Munekata, P.E.S., Baldin, J.C., Franco, D., Domínguez, R., Trindade, M.A., & Tindade, M., *The Use of Natural Antioxidants to Replace Chemical Antioxidants in Foods*, Strategies for Obtaining Healthier Foods, 205-228, New York, 2017.
- [41] Lorenzo, J.M., Pateiro, M., Domínguez, R., Barba, F.J., Putnik, P., Kovačević, D.B., ... & Franco, D. Berries Extracts as Natural Antioxidants in Meat Products: A Review. *Food Research International*, April, 106, 2018.
- [42] Lourenco, S. C., Moldão-Martins, M., & Alves, V.D. Antioxidants of Natural Plant Origins: from Sources to Food Industry Applications, *Molecules*, November, 24,22, 2019.

- [43] Macho-González, A., Garcimartín, A., López-Oliva, M.E., Bastida, S., Benedí, J., Ros, G., ... & Sánchez-Muniz, F.J. Can Meat and Meat-Products Induce Oxidative Stress?, *Antioxidants*, July, 9,7, 2020.
- [44] Menegali, B.S., Selani, M.M., Saldaña, E., Patinho, I., Diniz, J.P., Melo, P.S., ... & Contreras-Castillo, C.J. Pink Pepper Extract as a Natural Antioxidant in Chicken Burger: Effects on Oxidative Stability and Dynamic Sensory Profile Using Temporal Dominance of Sensations, *Lwt*, March, 121, 2020.
- [45] Micha, R., Wallace, S.K., & Mozaffarian, D. Red and Processed Meat Consumption and Risk of Incident Coronary Heart Disease, Stroke, and Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Circulation*, May, 121,21, 2010.
- [46] Mohdaly, A.A.A., Sarhan, M.A., Mahmoud, A., Ramadan, M.F., & Smetanska, I. Antioxidant Efficacy of Potato Peels and Sugar Beet Pulp Extracts in Vegetable Oils Protection, *Food Chemistry*, December, 123,4, 2010.
- [47] Munekata, P.E., Gullón, B., Pateiro, M., Tomasevic, I., Domínguez, R., & Lorenzo, J.M. Natural Antioxidants from Seeds and Their Application in Meat Products, *Antioxidants*, September, 9,9, 2020.
- [48] Norat, T., Bingham, S., Ferrari, P., Slimani, N., Jenab, M., Mazuir, M., ... & Riboli, E. Meat, Fish, and Colorectal Cancer Risk: The European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition, *Journal of the National Cancer Institute*, June, 97,12, 2015.
- [49] Packer, V.G., Melo, P.S., Bergamaschi, K.B., Selani, M.M., Villanueva, N.D., De Alencar, S.M., & Contreras-Castillo, C.J. Chemical Characterization, Antioxidant Activity and Application of Beetroot and Guava Residue Extracts on the Preservation of Cooked Chicken Meat, *Journal of Food Science and Technology*, May, 52,11, 2015.
- [50] Palamutoglu, R., Fidan, A., & Kasnak, C. Spinach Powder Addition to Sucuk for Alternative to Nitrite Addition, *Bulletin of the Transilvania University of Brasov*, January, 11,60, 2018.
- [51] Palmieri, B., & Sblendorio, V. Oxidative Stress Tests: Overview on Reliability and Use, *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, September, 11,6, 2007.
- [52] Panghal, A., Virkar, K., Kumar, V., Dhull, S. B., Gat, Y., & Chhikara, N. Development of Probiotic Beetroot Drink, *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, September, 5,3 2017.
- [53] Pateiro, M., Barba, F.J., Domínguez, R., Sant'Ana, A.S., Khaneghah, A.M., Gavahian, M., ... & Lorenzo, J.M. Essential Oils as Natural Additives to Prevent Oxidation Reactions in Meat and Meat Products: A Review, *Food Research International*, November, 113, 2018.

- [54] Pini, F., Aquilani, C., Giovannetti, L., Viti, C., & Pugliese, C. Characterization of the Microbial Community Composition in Italian Cinta Senese Sausages Dry-Fermented with Natural Extracts as Alternatives to Sodium Nitrite, *Food Microbiology*, August, 89, 2020.
- [55] Qadir, O.K., *Growth of Lettuce with Different Content of Inorganic Nitrate as a Feeding Strategy for Placebo-Controlled Nutritional Interventions to Test the Effects of Inorganic Nitrate on Human Health*, Doctoral Dissertation, Newcastle University, School of Agriculture Food and Rural Development (AFRD), England, 2017.
- [56] Papuc, C., Goran, G.V., Predescu, C.N., & Nicorescu, V. Mechanisms of Oxidative Processes in Meat and Toxicity Induced by Postprandial Degradation Products: A Review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, November, 16,1, 2017.
- [57] Rahnemoon, P., Sarabi-Jamab, M., Bostan, A., & Mansouri, E. Nano-Encapsulation of Pomegranate (*Punica Granatum L.*) Peel Extract and Evaluation of Its Antimicrobial Properties On Coated Chicken Meat, *Food Bioscience*, October, 43, 2021.
- [58] Ramanathan, L., & Das, N.P. Studies on the Control of Lipid Oxidation in Ground Fish By Some Polyphenolic Natural Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, November, 40,1, 1992.
- [59] Richi, E.B., Baumer, B., Conrad, B., Darioli, R., Schmid, A., & Keller, U. Health Risks Associated with Meat Consumption: A Review of Epidemiological Studies, *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, April, 85,1-2, 2015.
- [60] Rohrmann, S., Platz, E.A., Kavanaugh, C.J., Thuita, L., Hoffman, S.C., & Helzlsouer, K.J. Meat and Dairy Consumption and Subsequent Risk of Prostate Cancer in A US Cohort Study, *Cancer Causes Control*, February, 18, 2007.
- [61] Sabuncular, G., Akbulut, G., & Yaman, M. Lipid Oxidation in Meat and Affecting Factors. *European Journal of Science and Technology*, November, 27, 2021.
- [62] Sani, I. K., Geshlaghi, S. P., Pirsas, S., & Asdagh, A. Composite Film Based on Potato Starch/Apple Peel Pectin/ZnO Nanoparticles/Microencapsulated Zataria Multiflora Essential Oil; Investigation of Physicochemical Properties and Use in Quail Meat Packaging, *Food Hydrocolloids*, August, 117, 2021.
- [63] Scollan, N.D., Price, E.M., Morgan, S.A., Huws, S.A., & Shingfield, K.J. Can We Improve the Nutritional Quality of Meat?, *Proceedings of the Nutrition Society*, September, 76,4, 2017.
- [64] Shah, M.A., Bosco, S.J.D., & Mir, S.A. Plant Extracts as Natural Antioxidants in Meat and Meat Products, *Meat Science*, September, 98,1, 2014.
- [65] Shacter, E. Quantification and Significance of Protein Oxidation in Biological Samples, *Drug Metabolism Reviews*, October, 32,3-4, 2000.

- [66] Sharma, P., & Yadav, S. Effect of Incorporation of Pomegranate Peel and Bagasse Powder and Their Extracts on Quality Characteristics of Chicken Meat Patties, *Food Science of Animal Resources*, April, 40,3, 2020.
- [67] Soyer, A., Ozalp, B., Dalmis, U., & Bilgin, V. Effects of Freezing Temperature and Duration of Frozen Storage on Lipid and Protein Oxidation in Chicken Meat, *Food Chemistry*, June, 120,4, 2010.
- [68] Tumer, E.I., Akbay, C., Kosum, T., Unal, S.A. Chicken Meat Consumption Habits and Factors Affecting Consumption in Kahramanmaraş City Center, *KSU Journal of Natural Sciences*, August, 19,4, 2016.
- [69] Unal, K., Alagoz, E., Celik, I., & Sarıcoban, C. Marination with Citric Acid, Lemon, and Grapefruit Affects the Sensory, Textural, and Microstructure Characteristics of Poultry Meat, *British Poultry Science*, September, 63,1, 2022.
- [70] Unsal, A. Importance of Nutrition and Basic Nutrients, *Kirsehir Ahi Evran University Health Sciences Journal*, January, 2,3, 2019.
- [71] Uran, H. Investigation of Various Quality Characteristics of Salami Produced by Adding Cranberry, *Aydın Gastronomy*, January, 2,1, 2018.
- [72] Verma, A.K., Pathak, V., Singh, V.P., & Umaraw, P. Storage Study of Chicken Meatballs Incorporated with Green Cabbage (*Brassica Oleracea*) at Refrigeration Temperature ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) Under Aerobic Packaging, *Journal of Applied Animal Research*, October, 44,1, 2016.
- [73] Yıldız-Turp, G, Kalyoncu, S., & Sengun, I.Y. The Effects of Herbal Additives Used in Meatballs on Product Reproduction, Microbiological and Sensory Properties and Heterocyclic Amine (HCA) Formation, *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, November, 28,4, 2018.
- [74] Zec, S., Minto, C., Agostoni, C., Fano, C., Ocagli, H., Lorenzoni, G., & Gregori, D. Communicating Risk Regarding Food Consumption: The Case of Processed Meat, *Nutrients*, February, 11,2, 2019.

### 3 BOYUTLU YAZICILARDA KULLANILAN FILAMENTLERİN TÜRKİYE’ DEKİ LİSANSÜSTÜ TEZLERDE İNCELENMESİ

**Hakan YÜKSEL<sup>1</sup>**

ORCID: 0000-0003-2186-533X

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Eklemeli imalat ile birlikte sıkça duyulmaya başlanan üç boyutlu baskı, havacılık, sanat ve eğitim, hızlı prototipleme ve işlevsel parça üretimi gibi işlemlerde aktif kullanılmaktadır. Gelişen bu teknolojiyle hassas ve farklı tasarımlarda kişiye özel ürünler daha kolay ve hızlı şekilde üretilebilir hale gelmiştir. Üretilecek ürün, ilgili filamentin uç uca biriktirilmesiyle elde edilmektedir. 3B baskıda kullanımı en yaygın filamentlerin en bilinenleri Akrylonitril Butadin Stiren (ABS) ve Polilaktik Asit (PLA)’dır. Polietilen Tereftalat Glikol (PETG), Polietilen Tereftalat (PET), Yüksek Etkili Polistiren (HIPS), Polipropilen (PP), PC, Polivinil Alkol (PVA), Düşük Yoğunluklu Polietilen (LDPE), Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE), TPU gibi filamentler de 3B yazıcılarda üretim malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı; 2019-2022 yılları arasında “3 Boyutlu Yazıcılardaki Filamentler” konusunda yapılmış olan lisansüstü tezlerinin incelenmesidir. Bu çalışma betimsel bir özellik göstermektedir ve veri toplama tekniği olarak doküman incelemesi kullanılmıştır. Veri analizi olarak içerik analizi yapılmıştır. YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanında 30 lisansüstü teze ulaşılmıştır ve çalışma sorularına göre analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda mekanik özelliklerinin incelenmesi, kompozit filament üretimi, filament üretilmesi ve malzeme özelliklerinin incelenmesi en çok çalışılan konular olduğu görülmüştür. Çalışma sonuçlarının araştırma yapacak araştırmacılara rehberlik edeceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** 3 Boyutlu Yazıcı, Filament, Betimsel Çalışma, Lisansüstü

### INVESTIGATION OF FILAMENTS USED IN 3D PRINTER IN GRADUATE THESIS IN TURKEY

Three-dimensional printing, which has started to be heard frequently with additive manufacturing, is actively used in processes such as aviation, art and education, rapid prototyping and functional part production. With this developing technology, sensitive and customized products in different designs can be produced more easily and quickly. The product to be produced is obtained by depositing the related filament end to end. The most common filaments used in 3D printing are Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) and Polylactic Acid (PLA). Filaments such as Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG), Polyethylene Terephthalate (PET), High Impact Polystyrene (HIPS), Polypropylene (PP), PC, Polyvinyl Alcohol (PVA), Low Density Polyethylene (LDPE), High Density Polyethylene (HDPE), TPU It is also used as a production material in 3D printers. The aim of this study; It is the examination of postgraduate theses on "Filaments in 3D Printers" between 2019-2022. This study shows a descriptive feature and document analysis was used as a data collection technique. Content analysis was performed as data analysis. 30 graduate theses were reached in the database of YÖK National Thesis Center and analyzed according to the study questions. As a result of the research, it has been seen that the examination of mechanical properties, production of

composite filament, filament production and examination of material properties are the most studied subjects. It is thought that the results of the study will guide the researchers who will conduct research.

**Keywords:** 3D Printer, Filament, Descriptive Study, Graduate

## 1. GİRİŞ

Eklemeli imalat teknolojileri, günümüz teknolojisiyle beraber özellikle endüstri sektöründe; başta prototipleme olmak üzere numune imalatları, üretim ve 3 boyutlu yazdırma gibi iş süreçlerinde sıkça kullanılan yöntemlerden biri haline gelmiştir (Sezer vd., 2016). Gelişen bu teknoloji tasarım ve üretim arasındaki işlem basamaklarını azaltarak ürünün doğrudan üretime geçmesini sağlamış ve dolayısıyla ekonomik maliyetleri de düşüren bir etken olmuştur (Tian vd., 2017). Eklemeli imalat teknolojisine benzer yöntemlerde geliştirilmiştir. Bu yöntemler:

- SLA – Stereolitografi,
- FDM – Ergiterek yığma modeli,
- SLS – Seçici Lazer Sinterleme,
- SLM – Seçici Lazer Ergitme,
- EBM – Elektron Işınli Ergitme’ dir.

3 boyutlu yazıcı kullanılarak parça üretmenin ön koşulu 3 Boyutu bir tasarım verisine (Bilgisayar Destekli Tasarım - CAD modeline) sahip olmaktır. Sonrasında ise kullanılacak 3B yazıcının yazılımına bu veri aktarılır ve yazılım 3B yazıcının kabiliyetleri kapsamında veriyi katmanlandırılmaktadır. Her katman ayrı ayrı işlenecek şekilde bir takım yolu (G Code) oluşturur. Oluşturulan takım yolları 3B yazıcıya aktarılır ve imalat başlar, böylelikle 3B yazıcı eriyik plastiği yazılımın belirlediği takım yolları vasıtasıyla katman katman üst üste yığar ve parçayı oluşturur (Atsani ve Mastrisiswadi, 2020). Tasarım aşamasından üretim aşamasına FDM yazıcılarıdaki üretim süreci Şekil 1’ de gösterilmektedir.



Şekil 1. FDM yazıcılarıdaki üretim süreci

3 Boyutlu baskı teknolojisi temelinde filament olarak isimlendirilen malzemenin ergitilerek katman katman oluşturulmasıyla nihai ürün elde edilmektedir. Malzeme olarak kullanılan filamentin farklı temel özellikleri sayesinde birçok çeşidi bulunmaktadır (Tymrak, 2014). Kullanılan malzemenin teknik özellikleri ve kalitesi baskı sonucu oluşturulan ürünün niteliğinin belirlenmesinde oldukça etkilidir. 3 Boyutlu baskıda tercih edilen filamentler şu şekildedir.

- ABS - Akrilonitril Butadin Stiren
- PLA - Polilaktik Asit
- PETG - Polietilen Tereftalat Glikol
- PET - Polietilen Tereftalat
- HIPS - Yüksek Etkili Polistiren



- PP - Polipropilen
- PVA - Polivinil Alkol
- LDPE - Düşük Yoğunluklu Polietilen
- HDPE - Yüksek Yoğunluklu Polietilen
- TPU – Termoplastik Poliüretanlardır.

PLA, filamentler içerisinde en yaygın kullanılan malzemelerdendir (Aumnate, 2018). Özellikle düşük sıcaklıklardaki ergime özelliği kullanılabilirliğini artırmaktadır. 190-220 °C’ de baskı sıcaklığı bulunmaktadır (Pakkanen, 2017). Diğer filamentlere göre incelendiğinde ise yapısında bulunan bitkisel bazlı nişasta ve şekerden dolayı sağlık açısından da herhangi bir zarar madde yapısında bulunmamaktadır.

## **Araştırmanın Önemi**

Teknolojinin geldiği son noktada 3B yazıcıların en kısa süre içerisinde daha da yaygınlaşacağı öngörülmektedir. Gerek eğitim alanında gerekse birçok endüstriyel alanda yoğun olarak kullanılmakta ve 3B nesnelerin üretimi gerçekleştirilmektedir. 3D yazıcı teknolojisinin gelişmesi ve imkanların artması ile kullanım her geçen gün artmaktadır ve artmaya da devam edecek gibi görünmektedir. Bu ivme akademik çalışmalarında bu alanda artış gösterdiğini sunmaktadır. Yapılan araştırmalara kaynak oluşturulması ve çalışılan alanları incelemek amacıyla önceden yapılmış tez çalışmalarının analizinin yapılmasının bu konuda çalışacak araştırmacılara yol gösterici olacağı öngörülmektedir.

## **Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı, 3 boyutlu yazıcılarda kullanılan filamentlerin Türkiye’deki lisansüstü tezlerde incelenmesidir. Çalışmada belirlenen amaca bağlı olarak ilgili tezlerde şu sorulara yanıt aranmıştır:

1. Tezlerin, yıllara göre dağılımı?
2. Tezlerin üniversitelere göre dağılımı?
3. Tezlerin yazıldığı dile göre dağılımı?
4. Tezlerin danışmanlarının unvanlarına göre dağılımı?
5. Tezlerin tez türüne göre dağılımı?
6. Tezlerde yıllara göre çalışılan konu dağılımı?

## **2. YÖNTEM**

### **2.1. Araştırmanın Modeli**

Bu çalışmada, tarama modelinde ve nitel araştırma deseninde tasarlanmış betimsel özellik gösteren bir analiz çalışması gerçekleştirilmiştir. Tarama modeli, mevcut durumu olduğu gibi betimleyen yaklaşımdır (Karasar, 2012). Gözlem, görüşme ve doküman analizinin gerçekleştirip nitel verilerin toplandığı ve tekniklerinin kullanıldığı araştırmalar nitel araştırmalar olarak ifade edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

### **2.2. Verilerin Toplanması**

Bu çalışmada, nitel araştırma deseni çalışılmış ve veri toplama yöntemi olarak doküman incelemesi tercih edilmiştir. YÖK’ün Ulusal Tez Merkezi veri tabanından veriler erişim sağlanmıştır. 2017-2022 yılları arasında “3 Boyutlu Yazıcılardaki Filamentler” anahtar ifadesinin geçtiği lisansüstü tezlere erişim sağlanmıştır. Bu araştırma neticesinde 67 lisansüstü

teze erişim ilmiştir. Verilerin bir şablon oluşturularak elde edilmesi ve analiz edilmesi sağlanmıştır.

### 2.3.Verilerin Analizi

İçerik analizi, nitel araştırmanın temel analiz yöntemlerinden biridir. İçerik analizinde, araştırma esnasında sorulan soruların yoğunluk ve sıklık gibi değerleri belirlenmektedir. Bu yöntem ile niceliksel verilere erişmek mümkündür (Çilingir, 2017). Bu çalışmada, lisansüstü tezlerdeki verilere erişebilmek için içerik analizi tekniği kullanılmıştır. Bulgular, yüzde (%) ve frekans (f) olarak verilmiştir.

### 3. BULGULAR

2017-2022 yılları arasında yapılmış lisansüstü tezlerin Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nde bulunan “3 Boyutlu Yazıcılardaki Filamentler” anahtar kelimesi kapsamında hazırlanan tezlerden elde edilen bulgular frekans ve yüzdeleri verilerek Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5’ te detaylı bir şekilde gösterilmiştir.

Tablo 1. Lisansüstü Tezlerin yıllara göre dağılımı

		f	%
Yıl	2019	7	23,4
	2020	2	6,6
	2021	10	33,3
	2022	11	36,6

Tablo 2. Lisansüstü Tezlerin dillere göre dağılımı

		f	%
Dil	Türkçe	24	80
	İngilizce	6	20

Tablo 3. Lisansüstü Tezlerin tez türüne göre dağılımı

		f	%
Tez Türü	Yüksek Lisans	25	83,4
	Doktora	5	16,6

Tablo 4. Lisansüstü Tezlerin danışman unvanına göre dağılımı

		f	%
Danışman Unvanı	Profesör	10	33,3
	Doçent	9	30
	Doktor Öğretim Üyesi	11	36,6

Tablo 5. Lisansüstü Tezlerin üniversitelere göre dağılımı

Üniversite	f
İstanbul Teknik Üniversitesi	4
Karabük Üniversitesi	3
Gaziantep Üniversitesi	2

Marmara Üniversitesi	2
Necmettin Erbakan Üniversitesi	2
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	2
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi	1
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi	1
Bursa Teknik Üniversitesi	1
Bursa Uludağ Üniversitesi	1
Düzce Üniversitesi	1
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	1
Fırat Üniversitesi	1
Gazi Üniversitesi	1
İstanbul Aydın Üniversitesi	1
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa	1
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi	1
Karadeniz Teknik Üniversitesi	1
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	1
Trakya Üniversitesi	1
Yıldız Teknik Üniversitesi	1

2019-2022 yılları arasında yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesi Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5’ te verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde lisansüstü tezlerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde en fazla tezin 2022 yılı içerisinde yapıldığı gözlenmiştir. Ardından 2021,2019 ve 2020 yılları bu sırayı takip etmektedir. 2020 yılında yapılan tez sayısı ise 2 olarak elde edilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde ise tezlerin büyük çoğunluğunun Türkçe dilinde yazılmasıdır. İngilizce yazılan tezler bu kapsamda bulunan tezlerin sadece % 20 sini oluşturmaktadır. Tablo 3 incelendiğinde ise bu konu kapsamında daha çok yüksek lisans tezinin çalışıldığı görülmektedir. Doktora çalışmaları ise daha çok özelleştiğinde daha az doktora çalışmasına rastlanılmıştır. Tablo 4 incelendiğinde ise akademik unvanların neredeyse eşit bir dağılımı söz konusudur. Ancak Doktor Öğretim Üyelerinin çalışma sayısı 11 olarak görülmektedir. Tablo 5 incelendiğinde ise 21 farklı üniversitenin lisansüstü tez çalışmasının gerçekleştirdiği, İstanbul Teknik Üniversitesi’ nin nu konuda en çok çalışma yaptığı gözlenmiştir.

### 3.1.2022 Yılında Yapılan Tezler

Özer (2022), ticarileşmiş on farklı markaya ait PLA filamentler ile üretilen malzemelerin kimyasal ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Sonuçlara göre kullanılan hammaddenin kalitesi, katkı malzemesinin türü, boyutu ve miktarına bağlı olarak mekanik özellikler değiştirdiği gözlenmiştir. Yurttaş (2022), 3-boyutlu yazıcı için antimikrobiyal biyo- filamentler geliştirilmiştir Biyokompozit filamentlere antimikrobiyal etki sağlamak için odun unu yeşil olarak sentezlenen gümüş nanopartiküller (AgNPler) ile muamele edilmiştir. AgNP içeren biyokompozit numune gruplarının antifungal ve antibakteriyel etkisi görüldüğü ifade edilmiştir. Baker (2022), AgNP içeren biyokompozit numune gruplarının antifungal ve antibakteriyel etkisi açıkça görülmüştür. Tokdemir (2022), FDM (fused deposition modelling) yazıcılar için ahşap katkılı biyo filamentler üretilmiştir. Hem PLA, hem de TPU matrisli örneklerde yazdırılmış örneklerin özelliklerinin, enjeksiyon kalıplama ile üretilen örneklerle kıyaslanabilir olduğu gözlenmiştir. Koç (2022), hatalı üretimler sonrası oluşan atık filament parçalarının geri

dönüşümüyle tekrar üretilen geri dönüştürülmüş filamentle yeni bir 3B baskı işlemi için kullanılmasının sağladığı faydalar ve 3B baskılarda oluşan mekanik özellikler araştırılmıştır. eklemeli imalat ve 3B yazıcı işlemlerini kapsayan malzeme israfından dolayı çevreye olan zararın azaltılması amaçlanmıştır. Oflezer (2022), SSR (Solid State Relay) çıkışı olan, hassas sıcaklık ölçümü kullanan, plastiğin sıcaklığını ayarlanan değerde  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  hassasiyette tutan bir PID denetleyicisi tasarlanmıştır. Sonuç olarak gerçek numulere oranla dha hassas ürün elde edinimi sağlanmıştır. Hamzeh (2022), bor bileşenlerinin sentetik kumaş imalatında kullanılan filamentlere katılarak antibakteriyel kumaş yapılabilme olanaklarının araştırılmasıdır. Erhan (2022), filaman sarım yöntemiyle üretilen kompozit boruların işlenebilirliği araştırılmıştır. Elde edilen numunenin mevcut numunenelerle aynı mekanik özelliği gösterdiği gözlenmiştir. Parlak (2022), PETG'nin FFM yöntemiyle mekanik özelliklerinin parametre optimizasyonu gerçekleştirilmesi ve sonuçların detaylı bir şekilde incelenmesidir. Geçim (2022), tungsten filament tel geometri optimizasyonu gerçekleştirmiştir. Buharlaştırma kaynağı olarak kullanılan tungsten filament geometrisinin, alüminyum tel kütlesinin ve makine ön ısıtma parametrelerinin, alüminyum kaplama kalınlığına olan etkisi incelenmiştir. Kaçak (2022), Polimer esaslı filamentten 3 boyutlu yazıcıyla cıvata üretiminin mekanik özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

### 3.2.2021 Yılında Yapılan Tezler

Aydın (2021), Isıl işlemin eriyik filament ile imalat yöntemiyle üretilmiş PLA parçaların mekanik özelliklerine etkisinin incelenmiştir. Değerlendirmede ise ısıl işlem yönteminin EFİ tekniğiyle üretilen parçalarda mekanik özellikleri iyileştirmek için etkili bir yöntem olduğunu ifade etmiştir. Özen (2021), Re-entrant şekilli ökzetik yapıların ve bor nitrür katkılı filamentlerin katmanlı imalat ile üretimi ve karakterizasyonu araştırılmıştır. Farklı boyutlarda üretilen bu yapılara çekme, basma ve mikrosertlik deneyleri uygulanarak ökzetik yapıların mekanik özellikleri ve eklemeli imalat alanında kullanılabilirliği çalışılmıştır. Hayırkuş (2022), Sürekli elyaf takviyeli termoplastik kompozit malzeme esaslı çok hafif sandviç plakların sonlu elemanlar analiz yöntemi ve deneysel olarak incelenmiştir. Yapılan testler osnucunda sandviç plakaların mekanik özellikler tespit edilmiştir. Yerli (2021), kalsinasyon yöntemi kullanarak hidroksiapatit tozları (HAp) üretilmiş ve 3 boyutlu (3B) katı omur modellerinin geliştirilmiştir. Güven (2021), Darbe hasarlı filaman sargılı kompozit yapı elemanlarının basma kuvveti altındaki mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve hasar analizi çalışılmıştır. Şahin (2021), 3 boyutlu (3B) yazıcılarda kullanımı gün geçtikçe artan poli(laktik asit) (PLA) ve kompozit filamentlerinin mekanik ve baskı özelliklerini etkileyen bazı çevresel şartlar incelenmiştir. Nemli ortamların filamentlere olumsuz yönde etki yaptığı gözlenmiştir. Diksu (2021), Eklemeli imalat teknolojisi eriyik biriktirme modelleme yöntemi için kompozit ABS filament üretilmesi ve mekanik özelliklerinin incelenmiştir Ersoy (2021), Erimiş filament fabrikasyonu süreç parametrelerinin, üretilen latis yapıların etkin elastik malzeme özelliklerine etkisinin deneysel olarak incelenmiştir. Olam (2021), 3D yazıcılar için polimer esaslı kompozit filament üretilmiştir. Bu kapsamda üretilen malzemenin 3D yazıcıdan elde edilen ürünlerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Al-Duais (2021), Eriyik filament ile imalat yöntemine yönelik yenilikçi malzemelerin incelenmiştir.

### 3.3.2020 Yılında Yapılan Tezler

Uludağ (2020), Radyoterapide 3B modelleme yapılarak 3B yazıcı ile farklı filamentler kullanarak bolus üretimi ve kıyaslanması çalışılmıştır. Bolus, radyoterapide sıklıkla kullanılan bir malzemedir. Bu çalışmadaki temel amaçlardan bir tanesi radyoterapide kullanılan ticari bolus malzemesi yerine hastaya özgü olacak biçimde ve istenilen geometrilerde alternatif bir bolus

malzemesi üretmek tedavinin kısmen daha güvenilir bir şekilde yapılabilmesini sağlamaktır. Toprak (2020), Lantan hekzaborür (LaB6) ince film filamentler için üretim süreci sunmuşlardır. Elde edilen ürünün ürün karakterizasyonu ve ekonomik maliyetleri mevcutlara göre oldukça iyi sonuçlar elde etmiştir. Güleç (2020), 3 boyutlu yazıcılarda parçacık fiber takviyeli filament ile yazdırılan parçaların yapıştırma dayanımları üzerine çalışma gerçekleştirmiştir. %5 ve % 10 seviyelerin karışım oranının özellikle oldukça mukavemetli çıkmıştır.

#### 3.4.2019 Yılında Yapılan Tezler

Özbek (2019), Elyaf sarma yöntemi ile elde edilen hibrit kompozit boruların mekanik özelliklerinin belirlenmesi üzerine çalışılmıştır. Hibrit kompozitlerin diğerlerine oranla daha iyi sınıflandığı ifade edilmiştir. Koymatçık (2019), Çelik filamentlerin yalın eğmeli test metoduyla yorulma davranışlarını değerlendirmiştir. Boyalı (2019), Üç boyutlu yazıcıda çoklu filaman kullanımı için alternatif malzeme değiştirici tasarımı sunmuştur. Hıra (2019), Filament beslemeli 3 boyutlu yazıcılarda imalat parametrelerinin optimizasyonu deneysel ve sayısal olarak çalışılmıştır. Akbaş (2019), Filament beslemeli 3D yazıcının nozul bölgesinin sonlu elemanlar yöntemi ile modellenmesi ve analizi çalışılmıştır. Çömez (2019), Yalın üretim teknikleriyle imal edilen malzemelerin artıkları ile üretilen granüllerden elde edilen yeni pla filamentinin özelliklerinin incelenmiştir.

#### 4. SONUÇLAR

Bütün 3B yazıcılar hammaddenin katmanlar halinde üst üste eklenmesi ile üretim yapmaktadırlar. Ancak bu süreçte kullandıkları teknoloji ve prensipler farklılık göstermektedir. Son yıllarda yapılan farklı disiplinlerden araştırmacılar tarafından 3 boyutlu yazıcılar ve filamentlerle yapılan birçok çalışmanın bulunduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada, 2019-2022 yılları arasında yapılan lisansüstü tezlerdeki “3 Boyutlu Yazıcılardaki Filamentler” anahtar kelimeleriyle YÖK’ün Ulusal Tez Merkezi veri tabanı ’ndan 30 farklı teze erişim sağlanmıştır. Tarama modelinin tercih edildiği çalışmada verilerin analizinde ise nicel veriler incelenmiştir. En fazla tez 2022 yılında 11 farklı konu ile çalışılmıştır. Bu tezleri 24 tanesi Türkçe dilinde yazılırken, 25 tanesi ise yüksek lisans tezi oluşturmaktadır. İncelenen tezlerin öğretim üyeleri tarafından yaklaşık olarak eşit bir şekilde dağılım yaptığı görülse de 11 tez de akademik danışman olarak Doktor Öğretim Üyesi danışmanlık yapmıştır. Yine tezlerin yazıldığı üniversiteler incelendiğinde ise 21 farklı üniversite sonucuna ulaşılmıştır. İstanbul Teknik Üniversitesi’nde çalışılan 4 farklı tez ile en üst sırada yer almaktadır. Araştırmacıların çalıştığı konular incelendiğinde ise farklı konulara ulaşıldığı gözlenmiştir. Ancak araştırmacılar genel olarak 3 boyutlu yazıcıların malzemesi olan filamentlerin baskı özelliklerinin incelenmesi ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılması daha yoğun çalışıldığı söylenebilir. Ayrıca filamentlerin mukavemetlerinin artırmak adına kompozit malzemelerin üretildiği ve yine elde edilen yeni ürünün mekanik özelliklerinin dayanımının testleri de ağırlıklı çalışılan konular arasında olduğu gözlenmiştir. Birçok farklı disiplinin günümüz teknolojisinden yararlanmak için 3 boyutlu yazıcıları ve filamentlerini aktif bir şekilde kullanıldığı gözlenmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde otomotiv, biyomedikal, uzay ve havacılık gibi alanların 3 boyutlu yazıcıların başlıca uygulama alanları olduğu görülmektedir. Bu konuda çalışmak isteyen araştırmacıların bu çalışma ile birlikte yapılmış olan çalışmalarını dikkate alarak farklı alanlarda çalışmalarını alan yazında çeşitliliği arttıracaktır.

## 5. KAYNAKÇA

- Akbaş, O. E. (2019). *Filament beslemeli 3D yazıcının nozul bölgesinin sonlu elemanlar yöntemi ile modellenmesi ve analizi*. (Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Al-Duais, A.A.N. (2021). *Characterization of novel materials for fused filament fabrication*. (Yüksek Lisans, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Atsani, S. I., Mastrisiswadi, H. (2020). Recycled polypropylene filament for 3D printer: extrusion process parameter optimization. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 722, No. 1, p. 012022).
- Aumnate, C., Pongwisuthiruchte, A., Pattananuwat, P., Potiyaraj, P. (2018). Fabrication of ABS/graphene oxide composite filament for fused filament fabrication (FFF) 3D printing. *Advances in Materials Science and engineering*.
- Aydın, S. (2021). *Effect of annealing on the mechanical properties of pla parts produced by fused filament fabrication* (Master's thesis, Middle East Technical University).
- Baker, M., (2022). *Determination of mechanical characteristics of filament wound composite pipes containing nano graphene particles*. (Master's thesis, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Boyalı, K. (2019). *Üç boyutlu yazıcıda çoklu filaman kullanımı için alternatif malzeme değiştirici tasarımı*. (Yüksek Lisans, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Çilingir, A. (2017). İletişim alanında içerik analizi yöntemi kullanılarak yapılan yüksek lisans ve doktora tezleri üzerine bir inceleme. *Erciyes İletişim Dergisi*, 5(1), 148-160.
- Çömez, M. (2019). *Yalın üretim teknikleriyle imal edilen malzemelerin artıkları ile üretilen granüllerden elde edilen yeni pla filamentinin özelliklerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Diksu, S. (2021). *Eklemeli imalat teknolojisi eriyik biriktirme modelleme yöntemi için kompozit ABS filament üretilmesi ve mekanik özelliklerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Erhan, F. (2022). *Bazalt elyaf takviyeli filaman sarım kompozit boruların işlenebilirliğinin araştırılması* (Yüksek Lisans, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ersoy, S. C. (2021). *Erimiş filament fabrikasyonu süreç parametrelerinin, üretilen latis yapıların etkin elastik malzeme özelliklerine etkisinin deneysel incelenmesi*. (Yüksek Lisans, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Geçim, S. (2022). *PVD alüminyum kaplama prosesi buharlaşma fazı ve tungsten filament tel geometri optimizasyonu*. (Yüksek Lisans, Bursa Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Güleç, C. (2019). *3 boyutlu yazıcılarda parçacık fiber takviyeli filament ile yazdırılan parçaların yapıştırma dayanımlarının belirlenmesi*. (Yüksek Lisans, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).



Güven, Z. K. (2021). *Darbe hasarlı filaman sargılı kompozit yapı elemanlarının basma kuvveti altındaki mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve hasar analizi*. (Yüksek Lisans, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü )

Hamzeh, İ. (2022). *Sentetik filamentlerde kullanılacak bor katkılarının antibakteriyel özellikleri üzerine bir araştırma*. (Yüksek Lisans, İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)

Hayırkuş, A. (2021). *Sürekli elyaf takviyeli termoplastik kompozit malzeme esaslı çok hafif sandviç plakların sonlu elemanlar analiz yöntemi ve deneysel olarak incelenmesi*. (Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Hıra, O. (2019). *Filament beslemeli 3 boyutlu yazıcılarda imalat parametrelerinin optimizasyonu* (Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Kaçak, M. (2022). *Polimer esaslı filamentten 3 boyutlu yazıcıyla civata üretiminin mekanik özelliklerine etkisi*. (Yüksek Lisans, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Karasar, N. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel.

Koç, H. B. (2022). *Üç boyutlu yazıcılarda kullanılmak üzere geri dönüştürülmüş PLA filamentle basılan parçaların mekanik özelliklerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Koymatçık, H. (2019). *Çelik filamentlerin yalın eğmeli test metoduyla yorulma davranışlarının incelenmesi*. (Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Oflezer, M. (2022). *Filament ekstrüzyon makinelerinde PID ile sıcaklık denetimi*. (Yüksek Lisans, Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü )

Olam, M. (2021). *3D yazıcılar için polimer esaslı kompozit filament üretimi*. (Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Özbek, Ö. (2019). *Determination of mechanical behaviors of filament wound hybrid composite pipes*. (Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Özen, A. T. (2021). *Re-entrant şekilli ökzetik yapıların ve bor nitrür katkılı filamentlerin katmanlı imalat ile üretimi ve karakterizasyonu*. (Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Özer, H. İ. (2022). *Polilaktik asit (PLA) esaslı farklı filamentlerle biriktirilmiş malzemelerin mekanik özelliklerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Pakkanen, J., Manfredi, D., Minetola, P., & Iuliano, L. (2017, April). About the use of recycled or biodegradable filaments for sustainability of 3D printing. *In International conference on sustainable design and manufacturing* (pp. 776-785). Springer, Cham.

Parlak, B. (2022). *Fused filament fabrication of PETG: Investigation of the mechanical properties through the parameter optimization*. (Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)

Sezer, H., Eren, O., Börklü, H., 2016, Karbon Fiber Takviyeli ABS Filament Üretimi ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, *3D Printing Technologies International Symposium*, 5-7 May 2016, İstanbul.

Şahin, G. (2021). *3 boyutlu yazıcılarda kullanılan poli(laktik asit) ve kompozit filamentlerinin mekanik ve baskı özelliklerinin araştırılması.*( Yüksek Lisans, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Tian, X., Liu, T., Wang, Q., Dilmurat, A., Li, D., & Ziegmann, G. (2017). Recycling and remanufacturing of 3D printed continuous carbon fiber reinforced PLA composites. *Journal of cleaner production*, 142, 1609-1618.

Tokdemir, V. (2022). *3D Yazıcılar İçin Ahşap Biyo-Kompozit Filament Üretimi Ve Bazı Özelliklerinin İncelenmesi.* (Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

Toprak, B. (2020). *Manufacturing process development for lanthanum hexaboride (LaB6) thin film filaments.* (Yüksek Lisans, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Tymrak, B. M., Kreiger, M., & Pearce, J. M. (2014). Mechanical properties of components fabricated with open-source 3-D printers under realistic environmental conditions. *Materials & Design*, 58, 242-246.

Uludağ, F. Ş. (2020). *Radyoterapide 3B modelleme yapılarak 3B yazıcı ile farklı filamentler kullanarak bolus üretimi ve kıyaslanması.* (Yüksek Lisans, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Yerli, H. K. (2021). *Hidroksiapatit tozu (HAp) katkılı polilaktik-asit kompozit filamentler kullanılarak elde edilmiş 3 boyutlu (3B) katı omur modellerinin geliştirilmesi.* (Yüksek Lisans, Karadeniz Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü).

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. 7. Baskı, Tıpkı Basım. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yurttaş, E. (2022). *Polilaktik asit / modifiye odundan biyobozunur antimikrobiyal filament geliştirilmesi ve 3 boyutlu yazıcıda basılabilirliği.* (Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

## NESNELERİN İNTERNETİ KAPSAMINDA BLOK ZİNCİR UYGULAMA ALANLARININ ANALİZİ

**Hakan YÜKSEL<sup>1</sup>**

ORCID: 0000-0003-2186-533X

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Teknolojik gelişmeler, günden güne insan hayatındaki alanını genişletmiş ve vazgeçilmez hale gelmiştir. Klasik internet kavramı sonrasında nesnelere internet dünyasının kapılarını açan nesnelere interneti (IoT) kavramı hayatımıza girmiştir. Bu kavram aracılığıyla hayatımızda yer alan tüm cihazların internet üzerinden yönetilmesi, veri aktarımı yapması, kontrol edilmesi hedeflenmektedir. IoT' nin geleceği için yönetim modelinin maliyetli ve dominant bir merkezi mimariden öz düzenlemeli ve özerk yönetimli bir modele dönüştürülmesi kritik öneme sahiptir. Böyle bir dönüşüm, ölçeklenebilirlik, düşük altyapı maliyeti, özerklik, güvenilir bir ortamda güvenli işlemler, kullanıcı odaklı gizlilik, erişim kontrolü ve ağ saldırılarına karşı dayanıklılık sağlayacaktır. Bu noktada son yıllarda adını sıkça duyduğumuz blokzinciri teknolojisi ön plana çıkmaktadır. Çünkü Blokzincir, merkezi olmayan bir işlemsel veri tabanı teknolojisidir. Blok zinciri mimarisinin kendine özgü, şeffaflık, sağlamlık, denetlenebilirlik ve güvenlik gibi özellikleri vardır. Bunlar işlemlerin güvenliği, şeffaflığı ve işlemlerin herhangi bir üçüncü şahıs kontrolü olmaksızın veri bütünlüğünün sağlanmasıdır. Son yıllarda araştırmacılar ve yenilikçiler blok zinciri teknolojisinin IoT ortamına uygulanması için çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmada günlük hayatımızın bir parçası haline gelen nesnelere interneti kavramındaki blokzincir uygulamalarının incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın özellikle blokzincir çalışmalarına öncülük edeceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Nesnelere interneti, blokzincir, uygulama, analiz

## ANALYSIS OF BLOCK CHAIN APPLICATION AREAS IN THE INTERNET OF THINGS

Technological developments have expanded the scope of human life day by day and have become indispensable. After the classical internet concept, the internet of things (IoT) concept, which opens the doors of the internet world to objects, has entered our lives. Through this concept, it is aimed to manage, transfer and control all devices in our lives over the internet. For the future of IoT, it is critical to transform the management model from a costly and dominant centralized architecture to a self-regulated and self-managed model. Such a transformation will provide scalability, low infrastructure cost, autonomy, secure operations in a trusted environment, user-centric privacy, access control, and resilience to network attacks. At this point, blockchain technology, which we have heard frequently in recent years, comes to the fore. Because Blockchain is a decentralized transactional database technology. Blockchain architecture has its own characteristics such as transparency, robustness, auditability and security. These are the security, transparency of transactions and ensuring data integrity without any third party control of transactions. In recent years, researchers and innovators have been working on the application of blockchain technology to the IoT environment. In this study, an examination of blockchain applications in the concept of the Internet of Things, which has

become a part of our daily life, has been carried out. It is thought that this study will lead especially to blockchain studies.

**Keywords:** *Internet of Things, blockchain, application, analysis*

## 1. GİRİŞ

İnternet kavramının, günümüzde insanoğlu için ifade ettiği anlam ve günlük hayatımızdaki yeri tartışılmaz bir konuma ulaşmıştır. Araştırmacılar tarafından halen etkisi, gelebileceği nokta ve uygulamaları sürekli gelişmektedir. İnternet alt yapısının gelişmesiyle birlikte internet erişimi ve teknolojinin de bu gelişme karşısında ortaya koyduğu imkânlar insanlar tarafından değerlendirildiğinde internetin tanımını bile etkilemektedir. Dolayısıyla farklı teknolojilerin gelişmesiyle birlikte internet diğer teknolojilerle birlikte anılmaya başlamıştır. Özellikle nesnelere olan ilişki ve nesnelerin kontrol edilebilmesiyle birlikte nesnelerin interneti (Internet of Thing - IoT) artık hayatımıza girmiştir. Aslında nesnelere internetin varlığını kullanarak, Kablosuz Sensör Ağları (Wireless Sensor Network, WSN) başta olmak üzere Bluetooth, Uzun Süreli Evrim (Long-Term Evolution, LTE), Radyo Frekansı Tanımlama (Radio-Frequency Identification, RFID), Yakın Alan İletişimi (Near-Field Communication, NFC) ve benzer diğer iletişim kanallarıyla birlikte nesnelere erişim kurabilmektedir (Reyna vd., 2018). Bu gelişmelerde aslında nesnelerin internet üzerinden haberleşebileceği göstermekte ve aslında “nesnelerin interneti” kavramını tam olarak açıklayabilmektedir.

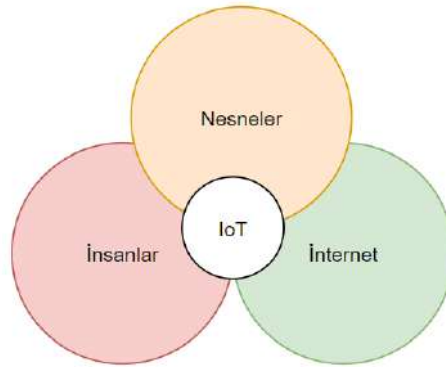
Nesnelerin ve internetin ortak paydada buluştuğu bu kavram nesnelerin internet üzerinde aldıkları verileri aslında kaynaklar arasında iletilmesidir. Nesnelerin internet ile ilgili raporlar incelendiğinde 2025 yılına kadar 75 milyar üzerinde nesnenin internete bağlı olabileceği ve bunun ekonomiye tanınması ise trilyon dolarları bulabileceği tahmin edilmektedir (Lund, 2014). Nesnelerin internetinin başta kişisel olmak üzere endüstriyel ortamlarda da bu denli kullanılmanın yaygınlaşması aslında teknolojinin de altyapısı ve donanımsal anlamda gelişim göstereceğini de öngörüler arasında bulundurmaktadır.

Nesnelerin interneti, yazılımın uzun soluklu çalışabilmesi için cihazların başta pil ömrü, donanımsal olarak bellek ve işlemci kullanımı gibi kaynak tüketimini göz önünde bulundurması gerekmektedir. Nesnelerin interneti ve Geleneksel ağlar incelendiğinde temel farkın son cihazlardaki kaynak seviyeleri olduğu görülmektedir (Jing, 2014).

Nesnelerin interneti üzerine yapılan çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Başta iletişim olmak üzere güvenlik ve yeni metotların geliştirilmesi, protokoller, etkinleştirme teknolojileri üzerine birçok araştırma geliştirilmiştir. Al-Fuqaha vd., (2015), Nesnelerin interneti mimarisinin çeşitli iletişim ve unsurlarının yanı sıra karşılıklı zorluklara değinmiştir. Nesnelerin interneti, güvenliği ve gizliliği ile ilgili güncel sorunları ve çözümler ise başka bir çalışmada yine detaylı bir şekilde incelenmiştir (Ogonji, Okeyo, ve Wafula, 2020). Benzer bir çalışmada uygulamaların analizi yapılmış ve büyük veri araştırması yapılarak zorlukları ve bakış açıcısı ele alınmıştır (Cai vd., 2017). Bazı çalışmalarda ise hizmet verme sistemi olarak geliştirilmiştir. Kullanıcının her hangi bir yerden istediği zaman sıcaklık, hareket, nem ve yangın gibi parametreleri grafiksel olarak görüntülemesine olanak tanır (Çeltek vd., 2017). Penetrasyon

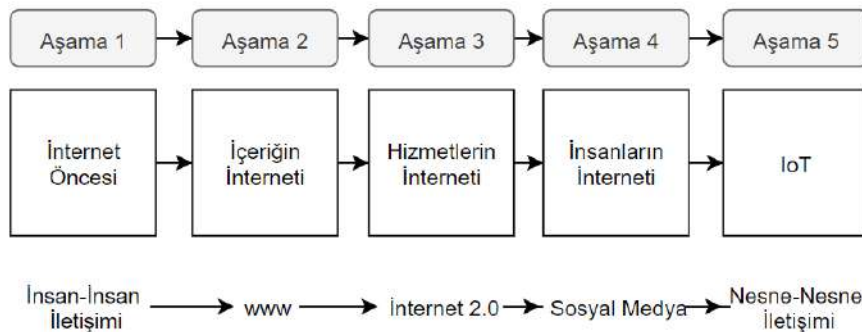
testlerinin de geliştirilmesi, geliştirilecek araçlar için modülerleştirme yapılması için yapay zekâ destekli metotların geliştirilmesi çalışılmıştır. (Chen vd., 2018). Ölçeklenebilirlik problemlerinin giderilmesi sistem üzerinde yük dağıtımının sağlanması için de benzer çalışmaların yürütüldüğü gözlenmiştir (Lyu vd., 2018). Villa – Henriksen vd., (2020), tarım alanında bu teknolojinin kullanılabilirliğine, zorluklarına ve uygun çözümlerine yönelik sonuçlar sunmaktadır.

Nesnelerin İnterneti, bileşen anlamında incelendiğinde Nesne, insan ve internet kavramlarının tam ortasında yer almaktadır. Şekil 1’de üç kavram arasındaki ilişki gösterilmiştir.



Şekil 1. Nesnelerin İnterneti’ nin Bileşenleri (Erdal ve Ergüzen, 2020).

Bu 3 kavram incelendiğinde aslında insanların nesnelere aracılığıyla internete olan ihtiyaçları oldukça değişiklik göstermektedir. İnternet kavramı günlük yaşamımızın değişilmez bir parçasını oluşturmaktadır. Artık internet üzerinden milyarlarca cihazın kontrol edilebildiği rahatlıkla söylenebilir. Tabii gelinen noktaya bir anda ulaşılmadı. Yaşanan gelişmeler ve geçirilen evrimler sonucunda sürekli yeni kavramlarla karşılaşıldı ve her seferinde yeni teknolojilere geçiş yapıldı. Nesnelerin internetinin, teknolojik gelişmelere ayrılması Şekil 2’ te gösterilmektedir.



Şekil 2. Nesnelerin İnterneti’ nin Dönüşüm Süreci (Erdal ve Ergüzen, 2020)

Bu kavramla birlikte akıllık binalar, şehirler, cihazlarının yanı sıra sağlık, tarım, çevre ve bilişim gibi farklı disiplinler arasında çözümler geliştirilmesi anlamında çalışmalar yapılmaya devam edilmektedir. Nesnelerin internetiyle birlikte geçmiş ve günümüzde ve gelecekte bağlı olan ve olabilecek cihaz sayıları yıllar içinde önemli artış gösterecektir.

Nesnelerin interneti bağlamında çok fazla nesnenin internet üzerinde birbirine bağlı olduğu söylenebilir. Bu nesnelere haberleşebilmek adına mevcut temel iletişim sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler:

- RFID
- IEEE 802.15.4
- Z-Wave
- LTE
- LoRa
- NFC
- UWB
- M2M
- 6LoWPAN (IPv6 Low-power Wireless Personal Area Network) dır.

Bu alt yapı sistemlerinin başta standartları olmak üzere, bağlantı hızı, menzil ve çalışma frekansları birbirinden farklıdır.

Bu çalışmada, nesnelerin interneti kapsamında blok zincir uygulama alanlarının analiz edilmiştir. Bu amaçla nesnelerin internetinin temeli, blokzinciri teknolojisinin nasıl işlediği ve literatürde blok zinciri teknolojisinin nesnelerin interneti uygulamalarında çözüm olarak neler önerildiği analiz edilmiştir.

## 2. BLOKZİNCİR

Bilgi ve iletişim teknolojilerinde kullanıcılar arasında gerçekleşen veri transferi oldukça önemlidir. Bu sistemlerde verilerin karmaşık bir denetleme ve doğrulama mekanizma kullanılması istenmektedir. Günümüzde başta finans alanında olmak üzere bu sistemi kökünden değiştirebilecek 2 kavram önerilmiştir (Kösesoy, 2019). İlki, finansal kuruluş veya merkezi bir otoriteden destek almadan değeri koruyan bir sanal para birimidir. Geliştirilen sanal para biriminin peer to peer (P2P) ağ üzerinden, merkezi olmaması doğrulanabilir ve denetlenebilir yapısının yanı sıra güvenli ve toplu bir şekilde saklanması sağlanmıştır. İkincisi ise blokzincir (blockchain) algoritmasıdır. Blokzinciri algoritmasının en önemli özelliği birbirine tanımayan kişiler arasında güvenli bir iletişim ve paylaşımın sağlanmasıdır. Blokzinciri, bir ağın katılımcıları arasında dağıtık bir veri yapısıdır (Christidis ve Devetsikiotis, 2016). Başta finans sektörü olmak üzere günümüzde gelindiğinde müzik, sigortacılık sağlık, kamu hizmeti ve dijital oylama gibi birçok farklı alanda bir çok farklı uygulaması geliştirilmektedir.

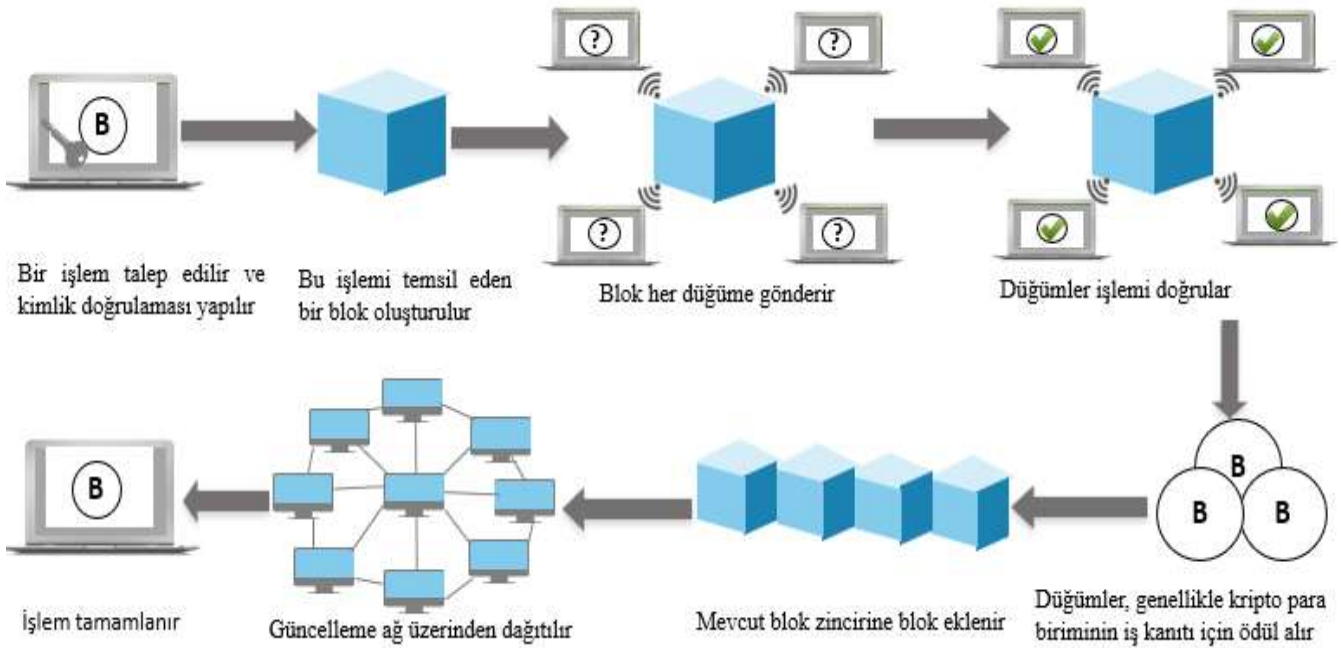
Blokzincir, dağıtılmış defter teknolojisi (Distributed Ledger Technology-DLT) olarak da ifade edilmektedir. Blokzincir, farklı şifreleme ve kriptografik yöntemleri kullanarak kayıt ve işlemlerin kişiler tarafından saldırılara karşı koruma sağlayan merkezi olmayan, doğrulanabilir ve dağıtılmış bir veri tabanı teknolojisidir olarak geliştirilmiştir. Yapılan işlemlerde ve gönderilen mesajlarda yer alan zaman damgası kullanılarak kaydın varlığının veya yokluğunun veritabanı içinde doğrulanabilmesi için kanıt sunmaktadır (Faber vd., 2019). İstenildiği herhangi bir zaman diliminde doğrulanabilir ve denetlenebilir. Sistemin temel yapısı blok mekanizmalarından oluşmakta ve önceki bloğun sonraki bloğa bağlı olmasından dolayı blokzinciri adını almaktadır. Blok zinciri, bir bağlı liste yapısının özelleşmiş halidir. Sistem veritabanında depolanan bilgilerden meydana gelmektedir (Vurgun ve Akpınar, 2020). Sistem içerisinde kayıt olan bütün veriler ağın tamamında tutulduğundan dolayı verinin güvenliği



sağlanmış olmaktadır. Ağın tamamında saklanmış veriler ortak payda bulunmadan silinemez yada değiştirilemez. Dolayısıyla blokzinciri, verilerin aracısız güvenli bir şekilde saklanması ve yönetilmesi için şeffaf bir teknolojisi olarak geliştirilmiştir (Özkan, 2019). Blokzinciri temelinde merkezi olmayan, dağıtık ve kamuya açık bir veritabanıdır (Diri, 2022). Blokzinciri sisteminin temsili çalışma yapısı Şekil 3’ te gösterilmiştir.

Şekil 3. Blokzinciri uygulama yapısı (Diri, 2022)

## 2.1.Temel Kavramlar



Blok zinciri, aslında bir veritabanı gibidir. Veri tabanı içerisinde veriler satır ve sütunlar içerisinde kayıt altında tutulmaktadır. Verilerin anlamlı bir bilgi oluşturabilmesi içinse tabloların birbiriyle ilişki kurması gerekmektedir. Veritabanındaki temel amaçlar başta verilere erişebilmek akabinde ise yeni kayıtlar ekleme, güncelleme ve silme işlemlerinin yapılabilmesidir.

Blokzinciride bu noktada verileri bloklar halinde saklandığı ve birbirine bağlanabildiği bir veritabanı olarak düşünülebilir. Ancak veritabanına göre verilere erişim esnasında ve verilerin saklanmasında farklı bir yöntem uygulanmaktadır. Çünkü blokzincir merkezi bulunmayan, düşük gecikme ve yüksek verim, güvenlik ve değişmez veri özelliklerini sunmaktadır. Sistemin merkezinin bulunmaması ise en önemli faktördür. Yani veriler bir sunucu tarafından değil de dağıtık bir yapıda saklanmaktadır. Ağa bağlı bulunan her düğüm bu blokzincirini güncellemektedir. Bu güncellemeler ise kriptografik eylemler içermektedir. Bu eylemler bloğa yeni bir işlemin eklenmesini sağlamaktadır. Ağ içinde eylemi gerçekleştiren düğüm, ağdaki blokzincir yapısını tutan bütün araçlara bilgi gönderir. Düğümler, kriptografik ve matematiksel işlemler sunarak veriyi ekler ancak verinin blokzincir içerisinde onaylanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Onaylama eylemi ise ağdaki düğümlerin mutabakatı (consensus) ile gerçekleşir. İki düğümünde mutabık kalması sonucunda veri ekleme işleminin başarımında söz edilir. Ancak zaman zaman farklı algoritmalar kullanılabilir. PoW (Prof of Work), bu sistemde ağa bağlı düşümlerin çoğunluğunun (%51) onay vermesi veri ekleme işlemini onaylamaktadır.

Aksi takdirde verinin eklenme süreci reddedilir. Blokzinciri kapsamında temel kavramlar blok, işlem, madencilik ve anlaşma mekanizmasıdır.

### 2.1.1. Blok

Blok kavramı blokzinciri teknolojisinin temelini oluşturmaktadır. Genel olarak verilerin saklandığı veri listesi ve başlık bölümünden oluşmaktadır. Şekil 6’ da blok yapılarının birbirine hash kodu ile nasıl bağlandığı gösterilmiştir. Hash, herhangi bir verinin şifrelenerek okunamaz veya tahmin edilemez hale getirilmesi için uygulanan şifreleme algoritmasıdır. Bu algoritmaların içerisinde en güvenilir olanların bir tanesi SHA-256 algoritmasıdır. 256 ifadesi, şifreleme sonucu oluşan 256 bitlik sayısal dizeyi göstermektedir. Bu duruma göre algoritma içerisinde 2256 farklı ikili sayı oluşturulabilir. Veri içerisindeki her karakterin sabit uzunlukta ve aynı sonucu döndürebileceği şekilde şifreleme yapmaktadır. Dolayısıyla hash ifadesinden yola çıkılarak istenen veriye erişmek imkânsızdır.

Blok içinde yer alan bazı kısımlar açıklaması aşağıda verilmiştir.

*Hash:* Şifreleme sonucunda ortaya çıkan 32 baytlık bloğun temsili kimlik bilgisidir.

*Versiyon numarası:* 4 baytlık bloğun numarasıdır.

*Önceki Hash:* blok bağlantılarının gerçekleşmesi için önceki blokta yer alan 32 baytlık bilgisidir.

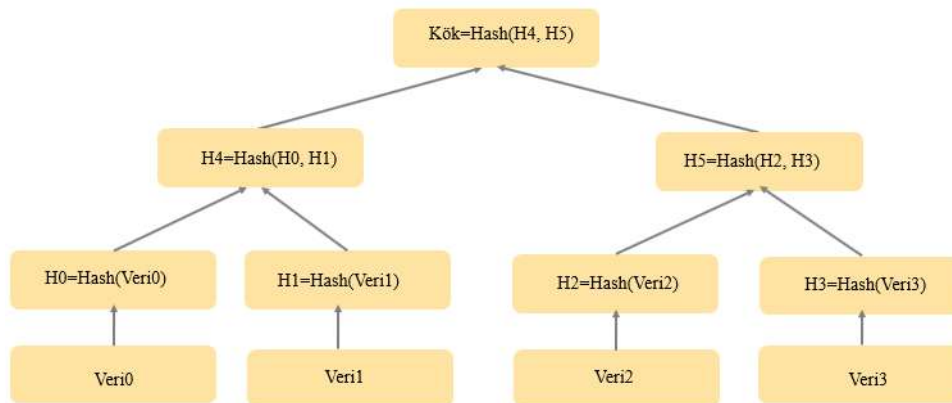
*Zaman Damgası:* 4 baytlık zaman bilgisidir.

*Merkle Ağacı:* 32 baytlık hash bilgisidir. İşlemlerin tamamı hash kodu üretilerek gerçekleşir ve ikili bir ağaca yerleştirilir. Bu ağaç içerisinde düğümler birleşerek tekrar hash oluşur.

*Nonce:* Farklı hash ve blok oluşturmak için 4 baytlık bilgidir.

### 2.1.2. İşlem

İşlem, aslında sistem içerisindeki kayıtları ifade eder. Kullanıcılar arasında iletilen bilgiler bütünüdür. Blokzincir, matematiksel fonksiyonlar ve kriptografi özellikleri sayesinde bu bilgilerin değişimini önlemektedir. Bu süreç ise sistem içerisinde 2 aşamalı kontrole tabidir. İlk olarak, blok içerisinde tüm bilgilerin birleşmesiyle oluşturulan hash kodudur. İkincisi ise, Merkle Ağacı içinde işlemde elde edilen hash ifadesidir. Bu iki hash kodu verinin güvenliğinde kullanılmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Merkle Ağacı gösterimi (Diri, 2022)

### 2.1.3. Madencilik

Madencilik, bloğa veri ekleme ve sonrasında ağdaki düğümlerin onaylaması için yayınlama işlemi olarak bilinmektedir. Buradaki temel amaç matematiksel fonksiyonların ve kriptografik işlemlerin çözümlenmeye çalışılmasıdır. Dolayısıyla bu eylem yoğun bir hesaplama sürecidir. Bu süreç kapsamında gerçekleştirilen eylemler için bahşiş (transaction fee) alınmaktadır. Bu bahşiş sayesinde sistem içerisinde birçok madencinin yer almasını ve dolayısıyla sistemin daha güvenli çalışmasını sağlamaktadır.

### 2.1.4. Konsensüs Mekanizması

Ağ üzerinde dağıtık blokzinciri kopyalarının herkes tarafından onaylanması için kullanılmaktadır. Eğer bir değişim söz konusu ise ağdaki herkese bir veri iletilir ve gelecek olan yanıtta göre onaylama yada onaylamama durumu ortaya çıkmaktadır. Blokzinciri için geliştirilen birçok konsensüs mekanizması bulunmaktadır (Sikorski, Haughton, ve Kraft, 2017). PoS (Proof of Stake) ve PoW (Proof of Work) en çok tercih edilen yöntemlerdendir. Bu yöntemlerin temel farkları ise sistem içerisinde oylama ve ödüllendirme mekanizmalarındaki değişikliklerdir. PoW daha çok finans kısmında kullanılmaktadır. PoW yönteminde işlem süreci ve yüksek enerji tüketimi ön plana çıkmaktadır. PoS ise PoW' a göre düşük enerji tüketimi ve düşük maliyet sunmaktadır.

## 3. IOT VE BLOK ZİNCİRİ

Alan yazın incelendiğinde blokzinciri teknolojisinin nesnelerin interneti ortamına uygulanması için birçok araştırma yürütülmektedir. Bu gelişmelerin birlikte değerlendirilerek daha büyük etkiler yaratabileceği ifade edilmektedir (Tapscott ve Tapscott, 2016; Short, 2016; Huckle vd., 2016). Bu çalışmalar incelendiğinde ise güvenlik başta olmak üzere kimlik doğrulama, akıllı sözleşmeler, veri bütünlüğü, kriptografik güvenlik ve değişmezlik gibi başlık daha fazla ön plana çıkmaktadır.

Nesnelerin interneti bağlamında daha güvenli bir iletişim sağlayabilmek adına akıllı şehir nesnelerinin iletişimi için bir framework önerilmiştir. Araştırmacılar, geliştirdikleri framework sayesinde tüm cihazların güvenli bir iletişim sağlamanın yanında mevcut saldırılara karşı veri bütünlüğü ve veri erişimini koruyabileceğini belirtmiştir (Biswas ve Muthukkumarasamy, 2016).

Benzer bir çalışma akıllı evler için blokzincir tabanlı güvenlik mimarisi önerilmiştir (Dorri, Kanhere, ve Jurdak, 2016). Geliştirilen sistem finans sektörünün yerleştirilmesi ile gerçekleşmiştir. Yerel bir blok zinciri oluşturularak, sistemin evin sahibi merkeziyetçiliğinde yönetilmesi ve ayrıca ağ sahibinin tüm işlemleri kontrol etmesini sağlamaktadır.

Araştırmacılar, blok zincirinin endüstriyel ortamlarda kullanılması için bir arayüz önermiştir (Bahga, ve Madisetti, 2016). Geliştirilen sistemin temel amacı nesnelerin blokzinciri yönteminde haberleşmesini sağlamaktır. Cihazların, hem blokzinciri hem de bulut sisteminde iletişimi ve kontrolü sağlayan bir bilgisayar donatılmıştır. İşlemlerin blokzincirindeki ağa gönderilmesi ve akıllı sözleşmeleri harekete geçirmek üzere tasarlanmıştır.

Nesnelerin internetinin blokzincir kapsamındaki araştırmaların en önemlilerinden birisi IOTA' dır. IOTA, komisyon ücretleri olmadan, ölçeklenebilir ve dağıtık bir altyapı sunmaktadır. Bu

yapıda, ağın her bileşeninin, yeni bir işlem yapabilmek için daha önce yapılmış iki işlemi onaylaması gerekmektedir (Popov, 2018).

“ControlChain” ise cihaz erişimi için blokzincir tabanlı geliştirilen bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Blokzincir prensipleri kullanılarak nesnelerin interneti kontrolünde çoklu blok zincirinin kullanılabilmesi önerilmektedir (Pinno, Gregio, ve De Bona, 2017).

Nesnelerin interneti çözümlerindeki veri erişimi, transferi ve gizliliği kapsamında blokzincir uygulamalarından yararlanıldı (Huang vd., 2017). Bu kapsamda Ethereum platformu kullanılarak farklı güvenlik çözümleri sunulmuştur.

#### 4. SONUÇ

Nesnelerin iletişim kurmasıyla küreselleşme artık farklı bir boyut kazanmıştır. Nesnelerin internetinin gelişimi ve birçok farklı yönden ele alınışı incelenen makaleler ile görülmektedir. Blokzinciri teknolojisi sadece finans sektörü için geliştirilmiş bir teknolojinin yanı sıra aynı zamanda her verinin güvenli bir merkeze ihtiyaç duymadan değiştirilebilmesini ve yapılan tüm işlemlerin bütün paydaşlar tarafından takip edilebilmesini sağlayacak bir yapıdır. İşlemlerde şeffaflık, takip edilebilirlik, ölçeklenebilirlik ve verinin değiştirilememesi gibi özellikler işlem güvenliğini artırıcı unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada, son yıllarda günlük hayatımızın bir parçası haline gelen nesnelerin interneti kavramındaki blokzincir uygulamalarının incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda araştırmaların bu konuda hız kazandığı rahatlıkla söylenebilir. Birçok farklı disiplin içerisinde uygulanan nesnelerin interneti çözümleri blokzinciri teknolojisiyle birlikte daha güvenli çözümler üretebileceği görülmüştür. Özellikle nesnelerin interneti kapsamında güvenlik sorunlarının bu bağlamda çözüm üretmesi sistemin geliştirilebilirliğini ve sürdürülebilirliğini daha da artırmaktadır. Bu çalışmanın özellikle nesnelerin interneti bağlamında uygulamalar kullanılan blokzincir teknolojisinin önerileri doğrultusunda iki alanda öncülük edeceği düşünülmektedir.

#### 5. KAYNAKÇA

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE communications surveys & tutorials*, 17(4), 2347-2376.

Bahga, A., & Madiseti, V. K. (2016). Blockchain platform for industrial internet of things. *Journal of Software Engineering and Applications*, 9(10), 533-546.

Biswas, K., & Muthukkumarasamy, V. (2016). Securing smart cities using blockchain technology. In *2016 IEEE 18th international conference on high performance computing and communications; IEEE 14th international conference on smart city; IEEE 2nd international conference on data science and systems (HPCC/SmartCity/DSS)* (pp. 1392-1393).

Cai, H., Xu, B., Jiang, L., & Vasilakos, A. V. (2016). IoT-based big data storage systems in cloud computing: perspectives and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(1), 75-87.

Çeltek, S. A., Durgun, M., Gökrem, L., & Durgun, Y. (2017). Nesnelerin İnterneti Tabanlı Yangın Alarm Sistemi Tasarımı ve Uygulaması. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6(3), 66-72.

- Chen, C. K., Zhang, Z. K., Lee, S. H., & Shieh, S. (2018). Penetration testing in the iot age. *Computer*, 51(4), 82-85.
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the internet of things. *Ieee Access*, 4, 2292-2303.
- Diri, N. (2022). Blokzincir uygulamasında kişisel verilerin tutulması. (Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Dorri, A., Kanhere, S. S., & Jurdak, R. (2016). Blockchain in internet of things: challenges and solutions. *arXiv preprint arXiv:1608.05187*.
- Erdal, E., & Ergüzen, A. (2020). Nesnelerin İnterneti (IoT). *International Journal of Engineering Research and Development*, 12(3), 24-34.
- Faber, B., Michelet, G., Weidmann, N., Mukkamala, R.R., Vatrappu, R. (2019) BPDIMS: A Blockchain-based Personal Data and Identity Management System, *In proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Huang, Z., Su, X., Zhang, Y., Shi, C., Zhang, H., & Xie, L. (2017, December). A decentralized solution for IoT data trusted exchange based-on blockchain. In *2017 3rd IEEE International Conference on Computer and Communications (ICCC)* (pp. 1180-1184). IEEE.
- Huckle, S., Bhattacharya, R., White, M., & Beloff, N. (2016). Internet of things, blockchain and shared economy applications. *Procedia computer science*, 98, 461-466.
- Jing, Q., Vasilakos, A. V., Wan, J., Lu, J., & Qiu, D. (2014). Security of the Internet of Things: perspectives and challenges. *Wireless Networks*, 20(8), 2481-2501.
- Kösesoy, İ. (2019). Nesnelerin İnterneti Güvenliğinde Blok Zinciri Uygulamaları. *Veri Bilimi*, 2(1), 1-9.
- Lund, D., MacGillivray, C., Turner, V., & Morales, M. Worldwide and Regional Internet of Things (IoT) 2014-2020 Forecast: A Virtuous Circle of proven Value and Demand. 2014 May.
- Lyu, X., Tian, H., Jiang, L., Vinel, A., Maharjan, S., Gjessing, S., & Zhang, Y. (2018). Selective offloading in mobile edge computing for the green internet of things. *IEEE network*, 32(1), 54-60.
- Ogonji, M. M., Okeyo, G., & Wafula, J. M. (2020). A survey on privacy and security of Internet of Things. *Computer Science Review*, 38, 100312.
- Özkan, Ö. (2019). Kişisel Verilerin Korunması Hukuku Ve Blokzinciri Teknolojisi Raporu. *Türkiye Bilişim Vakfı. İstanbul: Blockcahin Türkiye*.
- Pinno, O. J. A., Gregio, A. R. A., & De Bona, L. C. (2017, December). Controlchain: Blockchain as a central enabler for access control authorizations in the iot. In *GLOBECOM 2017-2017 IEEE Global Communications Conference* (pp. 1-6). IEEE.
- Popov, S. (2018). The tangle. *White paper*, 1(3), 30
- Reyna, A., Martín, C., Chen, J., Soler, E., & Díaz, M. (2018). On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities. *Future generation computer systems*, 88, 173-190.

Short, T. (2016). *Blockchain: The Comprehensive Guide to Mastering the Hidden Economy:(Blockchain Technology, Fintech, Financial Technology, Smart Contracts, Internet Technology*. CreateSpace Independent Publishing Platform).

Sikorski, J. J., Haughton, J., & Kraft, M. (2017). Blockchain technology in the chemical industry: Machine-to-machine electricity market. *Applied energy*, 195, 234-246.

Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world*. Penguin.

Villa-Henriksen, A., Edwards, G. T., Pesonen, L. A., Green, O., & Sørensen, C. A. G. (2020). Internet of Things in arable farming: Implementation, applications, challenges and potential. *Biosystems engineering*, 191, 60-84.

Vurgun, Ş., & Akpınar, G. M. (2020). BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİ VE UNUTULMA HAKKI. *Journal of International Social Research*, 13(74).



## MONOMETALİK KATALİZÖR YAPISINDA PERLİTİN DESTEK MALZEMESİ OLARAK KULLANIMININ İNCELENMESİ

**Dr. Erhan ONAT<sup>1</sup>, Taha TURAL<sup>2</sup>, Doç. Dr. Mehmet Sait İZGİ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Batman Bilim ve Sanat Merkezi, erhonat@gmail.com - 0000-0003-1638-0151

<sup>2</sup>Batman Allalçı Fernas Alçı San tic. A.Ş., turaltaha@gmail.com – 0000-0001-5050-0482

<sup>3</sup>Siirt Üniversitesi, Kimya Mühendisliği, saitizgi@siirt.edu.tr-0000-0003-3685-3219

### ÖZET

Destekli katalizör teknolojisi sağladığı avantajlardan dolayı son yıllarda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Destekli katalizörün kullanıldığı alanlardan biri de hidrojen yakıt teknolojisi katalitik tepkimeleridir. Bu çalışma özgün bir şekilde perlit destekli monometalik katalizör sentezini ve sentezlenen katalizör yapısının katalizlediği sodyum borhidrür hidrolizinin incelenmesini konu almaktadır. Kullanılan destek malzemeleri farklı özellikte olabilmektedir. Bu çalışmada doğal bir mineral olan perlitin destek malzemesi olarak kullanılmasıyla sentezlenen katalizör yapısının katalizlediği sodyum borhidrür hidrolizinin incelenmesi amaçlanmıştır. Böylece hem uygun maliyetli çevre dostu ürün elde edilmesi sağlanacak hem de perlit için katma değeri yüksek bir teknoloji geliştirilmiş olacaktır.

Perlitin destek malzemesi olarak kullanıldığı bu çalışmada, katalizör yapısı için kullanılan metal kobalt (Co) elementidir. Asidik yıkama ve kalsine işlemlerinden sonra destek malzemesi olarak kullanılan perlitten monometalik destekli katalizör sentezi sağlanmıştır. Sentezlenen katalizör yapısı FITR, SEM ve BET ile karakterize edilmiştir. Karakterizasyon işlemlerinden sonra katalitik hidroliz tepkimesinin optimizasyonu yapılmıştır. Hidroliz tepkimesi için destek miktarı, çözelti ortamı, katalizör miktarı, hidrojen kaynağı olarak kullanılan sodyum borhidrür (NaBH<sub>4</sub>) konsantrasyonu, sıcaklık ve tekrarlanabilirlik parametreleri incelemesi gerçekleştirilmiştir.

Katalizör sentezinden sonra 298 K' de gerçekleştirilen katalitik hidroliz tepkimeleri sonucunda optimum veriler için en iyi çözelti ortamı % 7.5 NaOH, en iyi katalizör miktarı için 7.5 mg Co içeren katalizör yapısı, en iyi NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonu olarak kütlece % 3 NaBH<sub>4</sub> kullanımı belirlenmiştir. Söz konusu değerlerde ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 10715 mL/g.dk iken en iyi TOF değeri 1420.2 sa<sup>-1</sup> dir. Tepkime kinetiği incelemeleri sonucunda tepkimenin 0. dereceden, aktivasyon enerjisinin 40.19 kJ/mol, aktivasyon entalpisinin 42.77 kJ/mol, aktivasyon entropisinin -28.46 J/mol olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında destek malzemesi olarak kullanılan perlitin çok yüksek katalitik etki sağladığı belirlenmiştir. Benzer çalışmalarda kullanılmaya başlanması beklenen perlitin, sağladığı avantajlarla kısa sürede katma değeri yüksek ürüne dönüşmesi beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler :** Hidrojen, Co@Perlit, Perlit, Sodyum borhidrür.

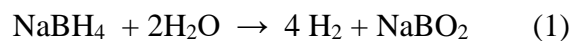
## 1. GİRİŞ

Enerji, insanların yaşamını devam ettirmek için en fazla ihtiyaç duyduğu temel gereksinimlerin başında gelmektedir. Evsel ya da sanayi kullanımlarda vazgeçilmez güç kaynağı özelliğindeki enerji, çeşitli kaynaklardan üretilmektedir. Kömür, doğal gaz, petrol, güneş, rüzgar vb. birçok kaynaktan üretilebilen enerjinin, alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarından üretimi son yıllarda artmıştır. Fakat bu artış olması gereken seviyede değildir. Yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarındaki çeşitli sınırlılıklardan dolayı enerji üretimi günümüzde hâlâ en fazla fosil kaynaklıdır (Abas ve ark.,2015).

Fosil kaynaklı yakıtların enerjiye dönüşümünde son ürün olarak doğaya karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve diğer bazı zararlı son ürünler bırakılmaktadır. CO<sub>2</sub> ve diğer bir kısım gazlar güneşten dünyamıza gelen kızılötesi ışınların atmosferde daha fazla tutunmasına sebep olmaktadır. Bu durum Dünya'nın ortalama sıcaklığının artmasıyla sonuçlanmaktadır. Küresel ısınma olarak adlandırılan bu durum, başta iklim değişikliği olmak üzere canlı yapısı ve çevre üzerinde olumsuz sorunlara neden olmaktadır. Söz konusu sorunlar başta insan sağlığı olmak üzere dünyada yaşayan tüm canlıları olumsuz yönde etkilemektedir (Sims ve ark., 2003; Davis ve ark., 2011; Boden ve ark., 2009).

Fosil yakıt kullanımını sınırlamak ve dünyayı artan küresel ısınmadan kurtarmak üzere; güneş, rüzgar, jeotermal, hidroelektrik enerjisi, gelgit, ve hidrojen enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekmektedir. Bununla beraber hidrojen dışındaki diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında çeşitli sınırlılıklar mevcuttur. Hidrojen, diğer enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında geleceğin enerji kaynağı olma potansiyeline sahiptir. Çünkü hidrojeni enerjiye dönüştürmek istediğimizde karşımıza herhangi bir sınırlama çıkmamaktadır (Lamichaney ve ark., 2020).

Bu kadar avantaja rağmen hidrojen yüksek hacim kaplayan bir gaz olmasından dolayı taşınma ve depolanma sorunuyla karşı karşıyadır. Bu sorun hidrojenin bor bileşiklerinde kimyasal olarak depolanmasıyla ortadan kalkmaktadır. Bu durum ülkemiz için büyük bir avantaj durumundadır. Çünkü ülkemiz bor minerali bakımından dünyanın en zengin ülkesidir. Bor bileşiklerinde depolanan hidrojenin geri kazanımı katalitik sistemler aracılığıyla olmaktadır. Hidrojenin depolandığı bor bileşiklerinin başında sodyum borhidrür gelmektedir. Sodyum borhidrür bileşiğinde depolanan hidrojenin dehidrojenasyonu sırasında bileşik yapısı kadar hidrojen Eşitlik 1' de görüldüğü gibi çözücünden de elde edilmektedir. Bu tepkimenin önemli bir diğer avantajı hidrojen üretiminin katalizör kontrollü olmasıdır (Özkar ve Zahmakıran, 2005; Şahin ve ark., 2016; Onat, 2016).



Katalizörün kullanıldığı katalitik tepkimelerin önemli parametrelerinden biri katalitik çevrim frekansı olarak ifade edilen TOF (Turnover Frequency) değeridir. Katalitik çevrim frekansı ölçümü, birim zamanda katalizörün molüne karşın oluşan ürünün mol sayısını belirtir. Özetle TOF değeri, birim zamanda bir mol katalizörün çevirdiği ürün miktarıdır. TOF değeri hesaplamasında kullanılan formül Eşitlik 2' de verilmiştir (Goodwin ve ark., 2004).

$$TOF = \frac{\text{Ürünün mol miktarı}}{\text{Katalizörün mol miktarı} \times \text{zaman}} \quad (2)$$

Katalitik süreçte incelenen önemli parametrelerin başında Arrhenius (3) ve Eyring (4) eşitlikleri gelmektedir. Tepkime kinetiğinin önemli parametrelerinden olan aktivasyon enerjisi, aktivasyon entalpisi ve aktivasyon entropisi değişimleri gibi önemli değerler bu iki eşitlikten faydalanılarak hesaplanmaktadır.

$$k = Ae^{-Ea/RT} \quad (3)$$

$$\ln \frac{k}{T} = \frac{-\Delta H}{R} \frac{1}{T} + \ln \frac{kB}{h} + \frac{\Delta S}{R} \quad (4)$$

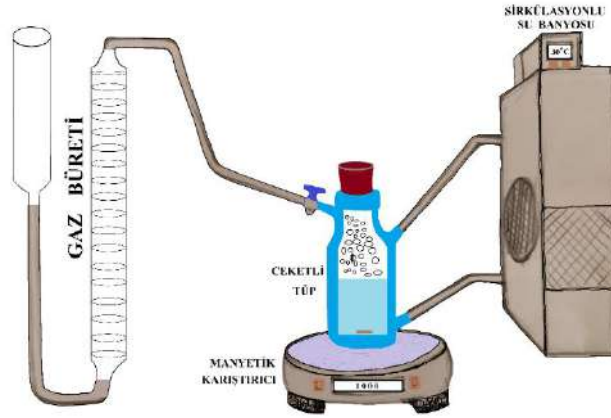
Katalitik proseslerin en önemli ögesi katalizördür. Katalizörlü uygulamalar incelendiğinde bir çok alanda uygulama olduğu görülecektir. Katalizörlü sistemlerin sağladığı avantajlardan dolayı son yıllarda kullanılmaya başlanan destekli katalizör teknolojisi hızlı bir şekilde gelişimini sürdürmektedir. Destekli katalizör yapısında aranan en temel özellik destek malzemesinin katalizöre sağladığı yüksek yüzey alanıdır (Hagen, 2015; Taştaban, 2019; Li ve ark., 2022).

Katalizör destek malzemesi için aranan yüksek yüzey alanı perlitte fazlasıyla bulunmaktadır. Çünkü perlit genişletildiği sıcaklığa bağlı 20 katın üzerindeki genişleme derecelerine çıkarak çok yüksek yüzey alanı sunabilmektedir (Erdoğan, 2022) bununla birlikte destek malzemesi olarak kullanılan diğer yapılar incelendiğinde perlit yapısına benzer özellikte maddeler oldukları görülecektir. Perlitin sağladığı yüksek yüzey alanı ve kararlı yapısıyla katalizör destek malzemesi olarak kullanılabilir mi? Hipoteziyle başladığımız çalışmamızda hidrojen yakıt teknolojisine hitap edecek perlit destekli yüksek katalitik etkisi olan katalizör yapısının üretilmesi amaçlanmıştır.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışma laboratuvar ortamında gerçekleştirilen deneysel verilere dayanmaktadır. Çalışma kapsamında öncelikle perlitin destek malzemesi olarak kullanılması için geliştirme işlemi gerçekleştirildi. Daha sonra güçlü asit varlığında istenemeyen safsızlıklardan giderim işlemi gerçekleştirildi. Perlit için yapılan son işlem ise azot gazı varlığında kalsine etme işlemidir. Perlitin hazırlanmasının ardından destek malzemesi olarak kullanımı sağlanmıştır. Perlitin destek malzemesi olarak farklı oranlarının kullanımı incelendi. Destek malzemesine emdirme yöntemiyle metal yüklemesi gerçekleştirildi. Oda koşullarında 24 saat süreyle destek malzemesi ve metal manyetik karıştırıcı aracılığıyla karıştırılarak yükleme işlemi gerçekleştirildi (White ve ark., 2009). Yükleme işleminden sonra indirgenme ile katalizör sentezi sağlandı. Sentezlenen katalizör yapıları süzme ve yıkama işlemlerinden sonra azot atmosferinde kurutuldu. Kuruyan katalizör yapıları ufalanarak hidroliz tepkimelerinde kullanıldı. Çalışmanın en yoğun kısmını oluşturan hidroliz aşaması Şekil 1' deki görselde verilmiştir. Şekilde görülen sirkülasyonlu su banyosu ortam sıcaklığını ayarlarken, ceketli tüp hidrolizin gerçekleştiği ortamı oluşturmaktadır. Manyetik karıştırıcı hidrolizin belirli bir değerde gerçekleşmesinde görev almaktadır. Gaz büreti ise açığa çıkan gazın zamana bağlı not

edilmesinde kullanılmaktadır.



Şekil 1. Hidroliz deney düzeneği

Hidroliz işlemlerinden sonra elde edilen veriler bilgisayara işlenerek yorumlandı. Çalışmanın son aşamasında ise yapılan tüm uygulamalar raporlaştırıldı.

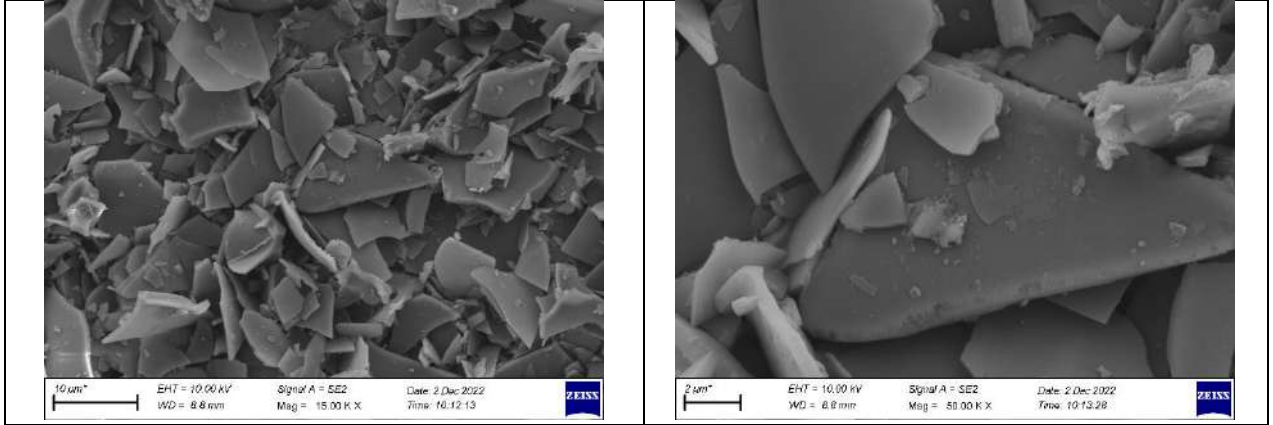
### 3. BULGULAR

Perlit 950 oC’ de gaz fırınında genişletildi. Genleştirme işlemi sonucunda öz kütleden yola çıkarak perlit hacminin 21 kat genişlediği hesaplandı. Perlit yapısındaki metal safsızlıklar, perlitin % 98 saflıktaki H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ‘ te bekletilmesiyle giderildi. Metal safsızlık giderilme işleminden sonra perlit gaz fırınında 500 °C’ de azot gazı altında kalsine edildi. Daha sonra katalizör destek malzemesi olarak kullanılan malzemelerin yapısı incelenerek hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi.

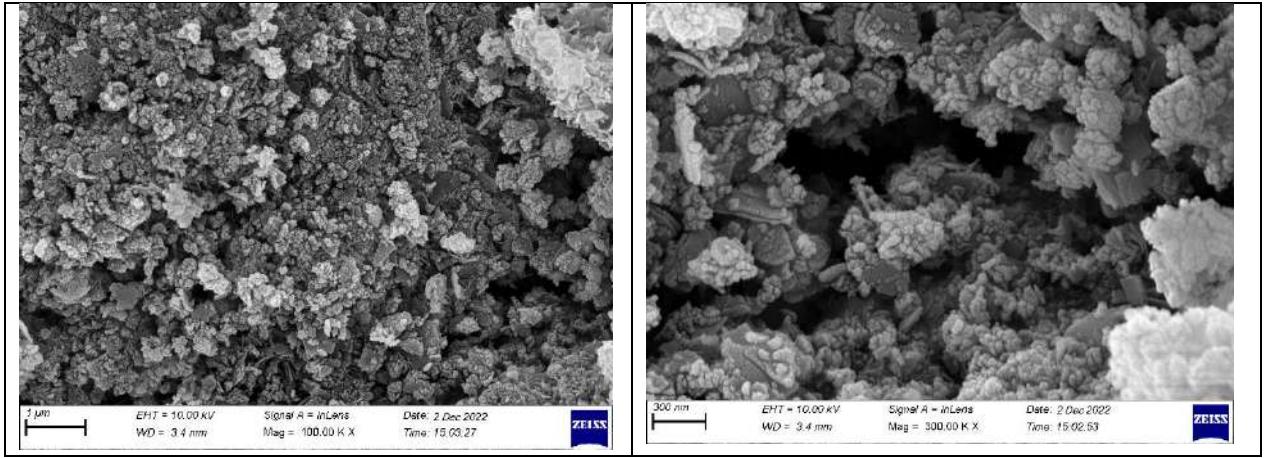
#### Sentezlenen malzeme yapılarının karakterizasyonu

Çalışma kapsamında sentezlenen malzeme yapılarının aydınlatılmasının için malzemelerin FTIR, SEM ve BET analizi yapıldı. SEM analizler görüntüleri Şekil 2’ de verilmiştir. Bu görüntülerden Şekil 2 a) Perlitin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü, Şekil 2 b) Co desteksiz katalizörün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü, Şekil 8 c) perlit destekli Co katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsüdür. SEM analizleri incelendiğinde desteksiz katalizör yapısına göre perlit destekli katalizör yapısının yüksek yüzey alanına sahip olduğu görülecektir. Bu durum BET analizlerinde net bir şekilde kendini göstermiştir. Desteksiz katalizörün BET yüzey alanı 7,214 m<sup>2</sup>/g iken Perlitin BET yüzey alanı 11,301 m<sup>2</sup>/g, perlit destekli Co katalizörün BET yüzey alanı 15,648 m<sup>2</sup>/g olarak ölçülmüştür. Bu değerler katalitik hidroliz tepkimelerinin etkinliğini net bir şekilde göstermektedir.

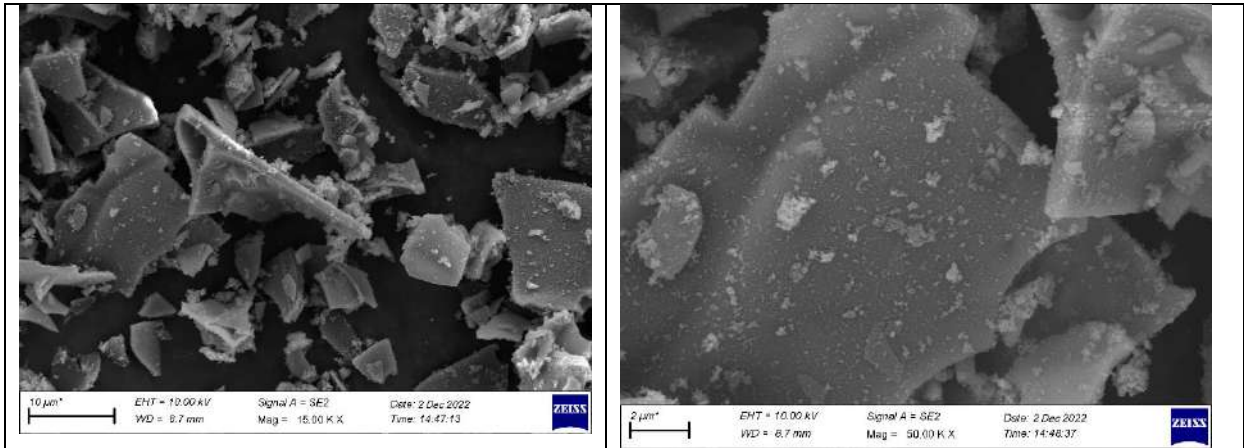




a) Perlitin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü



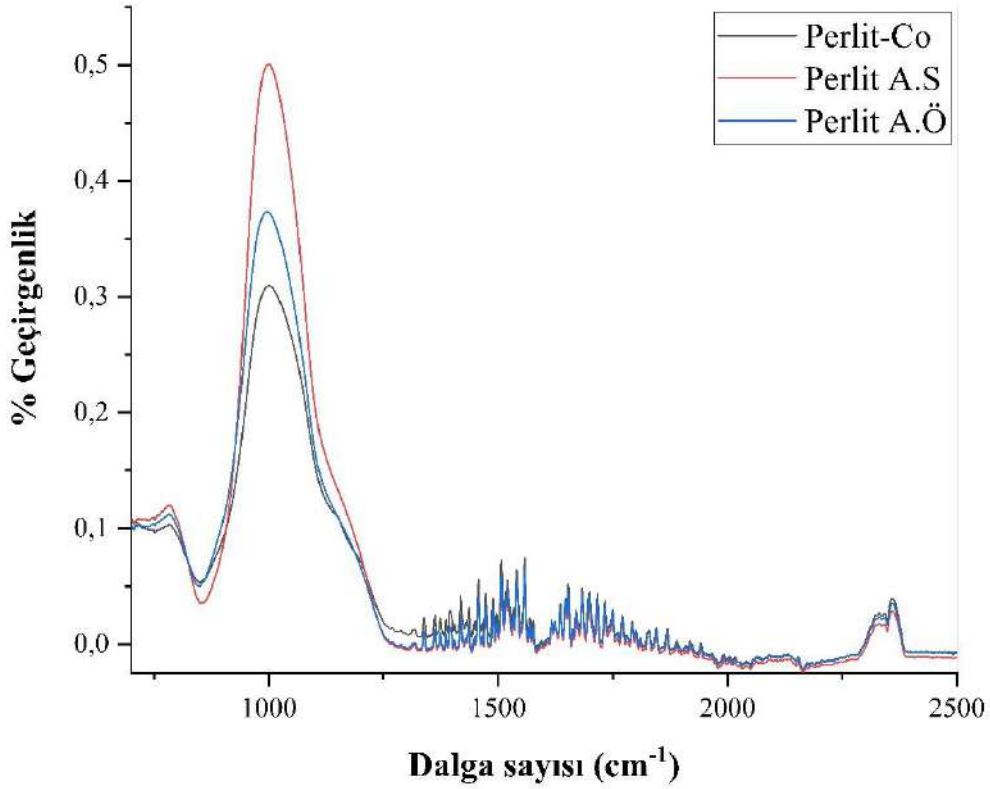
b) Co katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü



c) Perlite desteklenmiş Co katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü

Şekil 2. Çalışma kapsamında sentezlenen malzeme analizlerine ilişkin SEM görüntüleri

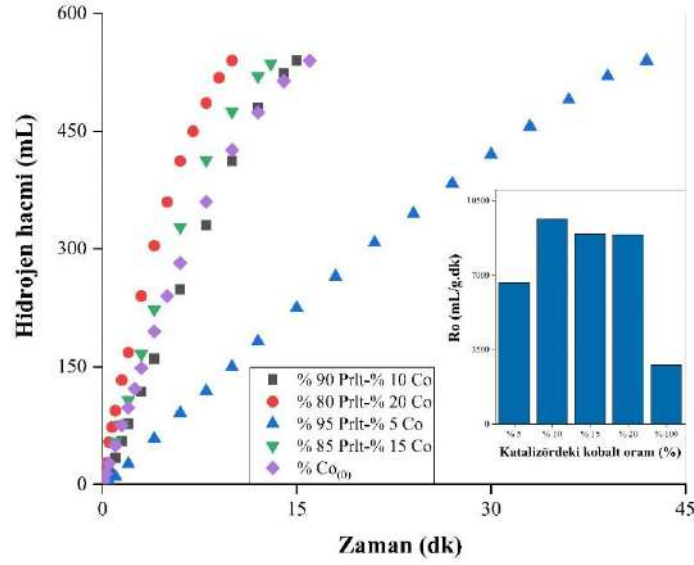
Katalizör yapısında bulunan bileşenlere ait FTIR spektrum analizi Şekil 3' te verilmiştir. Spektrum bantları incelendiğinde perlit bandının net bir şekilde gözüktüğü görülecektir. Perlite uygulanan işlemler belirgin olan SiO<sub>2</sub> pikinin kısmi olarak sönmesine neden olmuştur. Bu durum perlit yüzeyinin yüklenen metal atomlarınca kaplandığı anlamına gelmektedir. Bu da Şekil 2 c)' deki SEM görüntüsünü desteklemektedir.



Şekil 3. Çalışma kapsamında sentezlenen malzemelerin FTIR analizi

Öğütülen perlit destek malzemesi olarak kullanıldı. Katalizör yapısına destek malzemesi olarak kullanılan perlitin katalizlediği sodyum borhidrür hidroliz verileri Şekil 4’ te gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en iyi hidrojen üretim hızının % 90 perlit kullanımında olduğu görülecektir. Oda koşullarında (298 K) gerçekleştirilen tepkime 50 mg katalizör, 02 g NaBH<sub>4</sub> ve % 5 NaOH varlığında gerçekleştirilmiştir. En iyi destek yüklem oranında yakalanan hidrojen başlangıç hızı 9627 mL/g.dk’ dır. Karşılaştırma yapmak üzere saf Co(0) metalinin katalitik hidroliz tepkimesi sonucunda ölçülen hidrojen başlangıç hızı 2785 ml/g.dk’ dır. Hidrojen başlangıç hızlarından anlaşılacağı üzere destekli katalizör yapısı yüksek katalitik etki göstermiştir.

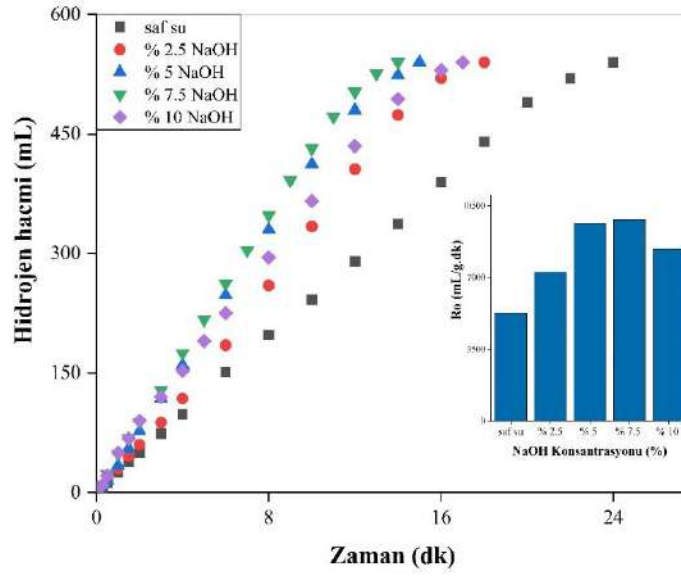




Şekil 4. Farklı destek maddesi oranlarına karşılık elde edilen hidroliz verileri

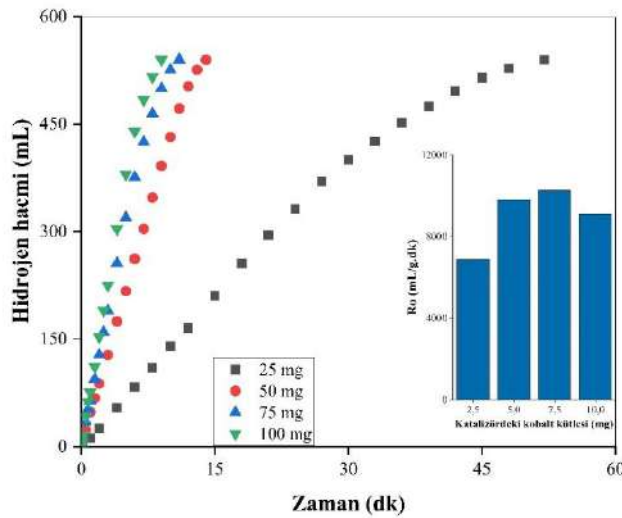
Destek yükleme oranının belirlenmesinin ardından hidroliz optimum verileri incelemesi gerçekleştirildi. Optimum veri incelemesi oda koşullarındaki sıcaklıkta (298 K) gerçekleştirildi. Optimum veriler için incelenen parametreler sırasıyla; çözelti ortamı, katalizör miktarı, hidrojen kaynağı sodyum borhidrür konsantrasyonu, sıcaklık ve katalizörün tekrarlı kullanımınıdır.

Çözelti ortamı olarak ortak iyon içeren NaOH derişimi incelenmiştir. Bilindiği üzere az da olsa sodyum borhidrür (NaBH<sub>4</sub>) kendiliğinden bozunmaktadır. Bu bozunmanın önüne yüksek pH' ta geçilebilir. Farklı NaOH derişimlerinde (% 0-%10) yapılan katalitik hidroliz bozunma tepkimeleri sonucunda elde edilen hidroliz verileri Şekil 5' te verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi en iyi katalitik bozunma % 7.5 NaOH derişiminde gerçekleşmektedir. Çalışmanın devamında çözelti ortamı derişimi % 7.5 NaOH olacak şekilde katalitik bozunma tepkimeleri incelemesine devam edilmiştir.



Şekil 5. Farklı NaOH derişimlerine karşılık elde edilen hidroliz verileri

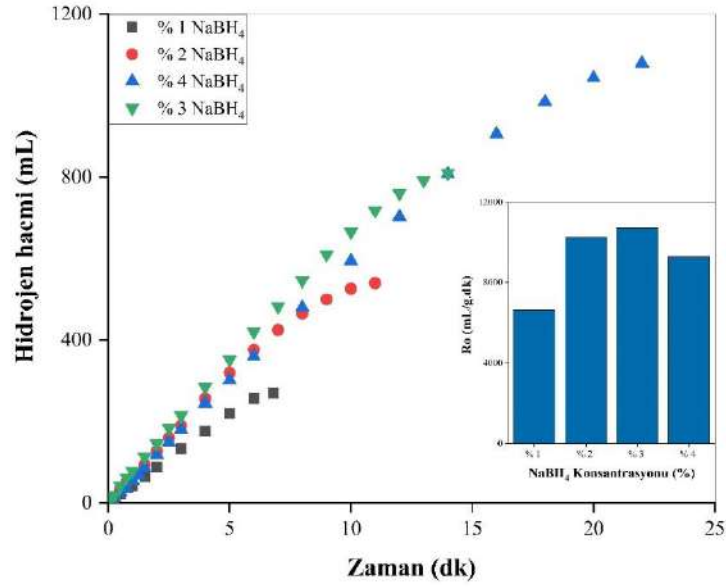
Çözelti ortamı için en iyi derişimin belirlenmesinin ardından farklı kobalt (Co) içeren katalizör miktarlarıyla hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi. 2.5 – 10 mg Co içeren farklı katalizör miktarlarıyla gerçekleştirilen katalitik hidroliz tepkimelerinden elde edilen veriler Şekil 6’ da verilmiştir. Şekil incelendiğinde 7.5 mg Co içeren katalizör yapısının yüksek katalitik etki gösterdiği görülecektir. Dolayısıyla katalizör miktarı olarak 7.5 mg Co içeren katalizör miktarıyla çalışmaya devam edilmiştir.



Şekil 6. Farklı miktarlarda kobalt içeren katalizör kullanımına karşılık elde edilen hidroliz verileri

Katalizör miktarı olarak en iyi Co kullanımının belirlenmesinin ardından hidrojen kaynağı olarak kullanılan sodyum borhidürün farklı konsantrasyonlarıyla katalitik hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi. Farklı NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonlarıyla gerçekleştirilen katalitik hidroliz verileri

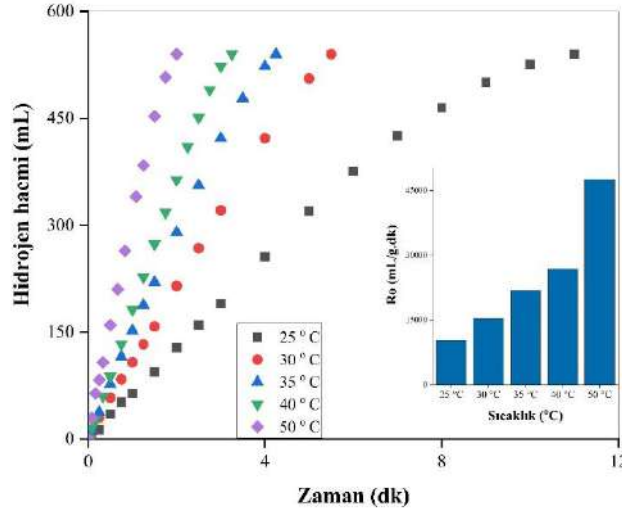
Şekil 7’ de verildiği gibidir. Şekil incelendiğinde artan  $\text{NaBH}_4$  konsantrasyonuna karşılık hidrojen başlangıç hızında artma olduğu görülecektir. % 3’ lük  $\text{NaBH}_4$  kullanımından sonra hidrojen başlangıç hızındaki artmanın gerilemeye başladığı görülmektedir. Bu durum katalizör başına substart yoğunluğunun artmasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir (Onat, 2016). Optimum şartlar olarak belirlenen değer 298 K, % 7.5 NaOH derişimi, 7.5 mg Co içeren katalizör yapısı ve % 3  $\text{NaBH}_4$  konsantrasyonudur. Söz konusu optimum şartlarda ölçülen hidrojen başlangıç hızı 10715 mL/g.dk’ dır.



Şekil 7. Farklı sodyum borhidrür ( $\text{NaBH}_4$ ) destek maddesi oranlarına karşılık elde edilen hidroliz verileri

Katalizör etkinliği için ölçülen önemli parametrelerden biri katalitik çevrim frekansı olarak adlandırılan TOF değeridir. Çalışma kapsamında sentezlenen katalizör yapısının etkinliğini belirlemek üzere optimum şartlarda üretimi sağlanan hidrojen için farklı  $\text{NaBH}_4$  konsantrasyonlarına karşılık TOF hesaplamaları Eşitlik 2’ ye göre yapılmıştır. Farklı  $\text{NaBH}_4$  konsantrasyonları için TOF değerinde hidrojen başlangıç hızına paralel bir değişim olduğu görülmektedir. En iyi şartlarda ölçülen TOF değeri  $1420.2 \text{ sa}^{-1}$ ’ dir. Bu değer Co metalinin katalizlediği sodyum borhidrür için oldukça yüksek bir değerdir (Zhu ve ark., 2013).

Katalitik hidroliz tepkimesi için optimum verilerin belirlenmesinin ardından tepkime kinetiği incelemeleri ve farklı sıcaklıklardaki ürün oluşumunun gözlemlenmesi için 25, 30 35 ve 40 oC’ ta katalitik hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi. Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen katalitik hidroliz tepkime verileri Şekil 8’ de verilmiştir. Şekil incelendiğinde sıcaklık artışına paralel hidrojen başlangıç hızlarında artma olduğu görülecektir. Bu durum sıcaklık artışına paralel taneciklerin artan kinetik enerjileri ile etkin çarpışma sayısında artma oluştuğu anlamına gelir. Başka bir deyişle sıcaklık artışına paralel aktivasyon enerjisini aşan tanecik sayısının arttığı söylenebilir.

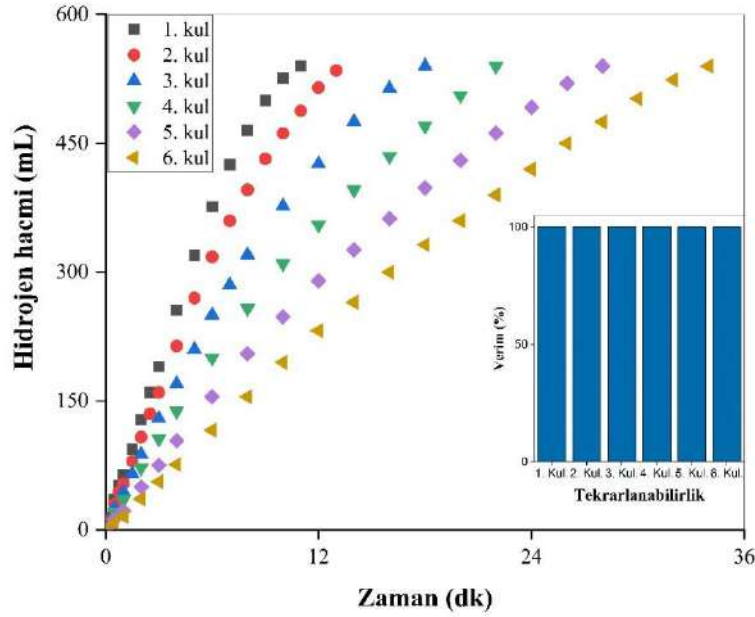


Şekil 8. Farklı sıcaklıklara karşılık elde edilen hidroliz verileri

Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen katalitik tepkimelerin derişim değışimi verileri Eşitlik 1' de verilen reaksiyon için farklı reaksiyon dereceleriyle (0., 1. ve n. derece) ilişkilendirildi. Yapılan ilişkilendirme işlemleri sonucunda perlit destekli kobalt katalizörünün (Co@Perlit) katalizlediği sodyum borhidrür hidroliz tepkimesinin 0. derece tepkime denklemine uyduğu belirlendi. 0. derece tepkime verilerinden  $\ln(k)$ ' ya karşı  $1/T$  grafiğı çizildiğinde elde edilen grafik denklemi eğiminden faydalanılarak Eşitlik 3' te verilen Arrhenius denkleminde veriler yerine yazıldığında katalitik tepkimenin aktivasyon enerjisi ( $E_a$ ) 40.19 kJ/mol olarak bulunur.

Katalitik tepkimenin aktivasyon enerjisi belirlendikten sonra aktivasyon entalpisi ve aktivasyon entropisi hesaplamaları için 0. derece denklemi verilerinden yararlanıldı. Söz konusu veriler Eşitlik 4' te verilen Eyring denkleminde yazıldığında aktivasyon entalpisi ( $\Delta H^\ddagger$ ) 42.77 kJ/mol, aktivasyon entropisi ( $\Delta S^\ddagger$ ) -28.46 J/mol olarak ölçüldü.

Katalitik tepkimenin önemli parametrelerinden biri de katalizörün tekrarlı kullanımıdır. Bu çalışma kapsamında sentezi sağlanan Co@Perlit katalizörü için sodyum borhidrür hidrolizi tekrarlı kullanımı incelenmiştir. Tekrarlı kullanım uygulamalarında hidroliz işlemlerinden sonra katalizör yapısının iyice çökmesi beklendikten sonra çözeltinin sıvı kısmının % 90' ı dekantasyonla başka bir kaba alınarak yeni hidrojen kaynağı ilavesi gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde katalizörün art arda altı kez kullanımı tekrarlanmıştır. Tekrarlı kullanımlara ilişkin hidroliz verileri Şekil 9' da verilmiştir. Şekil incelendiğinde 6. Kullanım sonunda bile % 100 verim sağlandığı görülecektir. Bu durum katalizörün etkinliğinin tekrarlı kullanıma karşı dayanıklı olduğu anlamına gelmektedir. Tekrarlı kullanıma paralel az da olsa performans düşüklüğü oluşan metaborat yapısının katalizör etkin yüzeyini kapatması ve kısmi deformelerin oluştuğunu göstermektedir.



Şekil 9. Katalitik hidroliz tepkimesi katalizör tekrarlı kullanım verileri

#### 4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışma kapsamında geliştirilen perlitin 900 °C' ta 21 kat genişlediği belirlendi. Bu çok yüksek bir hacim artışı yani yüzey alanı demektir. Destekli katalizör üretiminde destek malzemesinde aranan en temel özellik yüksek yüzey alanı sağlamasıdır (Taştaban, 2019). Bu özellik çalışma bulgularında görüldüğü gibi perlitte fazlasıyla mevcuttur.

Kobalt metal atomlarının oluşturduğu katalizör yapısının sağladığı hidrojen başlangıç hızı ile perlit destekli katalizör yapısının sağladığı hidrojen başlangıç hızları Şekil 2' de verilmiştir. Şekil incelendiğinde destekli katalizör yapısının desteksiz katalizöre göre 3-4 katı civarında hidrojen başlangıç hızında artma sağladığı görülecektir. Bu durum katalitik etkinliği yüksek katalizör yapısının sentezlendiğini göstermektedir. Bununla beraber çok düşük maliyetlerle temin edilebilen perlitin bazı destek malzemelerine (Özdemir, 2015; Sahiner ve Sagbas,2014) göre çok yüksek katalitik etki sağladığı görülmektedir. Halbuki diğer destek malzemesi olarak kullanılan maddeler (Zhu ve ark., 2013; Shi ve ark., 2019) ya yüksek maliyetli ya da uzun prosesler sonucunda elde edilebilmektedir. Bu durum destek malzemesi olarak kullanılan perlitin katma değeri yüksek ürüne dönüştüğü anlamına gelmektedir.

Çalışma kapsamında incelenen katalitik hidroliz tepkimesi optimizasyonu sonucunda 298 K' de gerçekleştirilen tepkimelerde en iyi çözelti ortamı % 7.5 NaOH, en iyi katalizör miktarı için 7.5 mg Co içeren katalizör yapısı, en iyi NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonu olarak kütlece % 3 NaBH<sub>4</sub> olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerlerde ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 10715 mL/g.dk iken en iyi TOF değeri 1420.2 sa<sup>-1</sup>' dir. Tepkime kinetiği incelemeleri sonucunda

tepkimenin 0. dereceden, aktivasyon enerjisinin 40.19 kJ/mol, aktivasyon entalpisinin 42.77 kJ/mol, aktivasyon entropisinin -28.46 J/mol olduğu belirlenmiştir.

Bor bileşiklerinde kimyasal olarak depolanan hidrojenin geri kazanımı için kullanılan katalizör yapısında perlit kullanılması durumunda katalitik etkinliği yüksek katalizör yapısının elde edileceği çalışma sonucundan anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada perlitin hidrojen üretimine yönelik katalitik hidroliz etkisi ölçülmüştür. Benzer katalitik proseslerde perlit destekli malzeme çalışılması ile daha geniş bir etki ölçümü sağlanabilir. Çalışma sonuçlarından yola çıkarak perlit destekli katalizörün fosil kaynaklı yakıtlara alternatif yenilenebilir enerji özelliğindeki hidrojen üretiminde kullanılabileceği söylenebilir. Ülkemizin bor minerali bakımından zenginliği göz önünde bulundurulduğunda bora yönelik yapılacak çalışmalar ülkemizin teknolojik ve ekonomik gelişimine doğrudan katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abas, N., Kalair, A., ve Khan, N. 2015. Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures*, 69, 31-49.
- Boden, T. A., Marland, G., ve Andres, R. J. 2009. Global, regional, and national fossil-fuel CO<sub>2</sub> emissions. Carbon dioxide information analysis center, Oak ridge national laboratory, US department of energy, Oak Ridge, Tenn., USA doi, 10.
- Davis, S. J., Peters, G. P., ve Caldeira, K. 2011. The supply chain of CO<sub>2</sub> emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(45), 18554-18559.
- Erdoğan, G. 2022. Yüksek Sıcaklık Etkisine Maruz Kalan Perlit Ve Uçucu Kül Esaslı Geopolimer Harçların Mekanik Ve Mikroyapı Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Nevşehir.
- Goodwin, J. R. J. G., Kim, S., ve Rhodes, W. D. 2004. Meanings, Functionalities and Relationships. *Catalysis*, 17, 320.
- Hagen, J. 2015. *Industrial catalysis: a practical approach*, Wiley-VCH, Weinheim, Germany.
- Lamichaney, S., Baranwal, R. K., Maitra, S., Majumdar, G., 2020. *Clean Energy Technologies: Hydrogen Power and Fuel Cells*.
- Li, R., Zhang, F., Zhang, J., Dong, H. 2022. Catalytic hydrolysis of NaBH<sub>4</sub> over titanate nanotube supported Co for hydrogen production. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(8), 5260-5268.
- Onat, E., 2016. Farklı Şartlarda Katalitik Aktivitesi Artırılan Co-B, Co-Ti-B, Ni-B Katalizörleri Varlığında Sodyum Borhidrür Hidrolizinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitlis.



- Özdemir, E., 2015. Enhanced catalytic activity of Co–B/glassy carbon and Co–B/graphite catalysts for hydrolysis of sodium borohydride. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(40), 14045-14051.
- Özkar, S., ve Zahmakıran, M. 2005. Hydrogen generation from hydrolysis of sodium borohydride using Ru (0) nanoclusters as catalyst. *Journal of alloys and compounds*, 404, 728-731.
- Sahiner, N., ve Sagbas, S. 2014. The use of poly (vinyl phosphonic acid) microgels for the preparation of inherently magnetic Co metal catalyst particles in hydrogen production. *Journal of Power Sources*, 246, 55-62.
- Shi, L., Xie, W., Jian, Z., Liao, X., ve Wang, Y. 2019. Graphene modified Co–B catalysts for rapid hydrogen production from NaBH<sub>4</sub> hydrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(33), 17954-17962.
- Sims, R. E., Rogner, H. H., ve Gregory, K., 2003. Carbon emission and mitigation cost comparisons between fossil fuel, nuclear and renewable energy resources for electricity generation. *Energy policy*, 31(13), 1315-1326.
- Şahin, Ö., İzgi, M. S., Onat, E., ve Saka, C. 2016. Influence of the using of methanol instead of water in the preparation of Co–B–TiO<sub>2</sub> catalyst for hydrogen production by NaBH<sub>4</sub> hydrolysis and plasma treatment effect on the Co–B–TiO<sub>2</sub> catalyst. *International journal of hydrogen energy*, 41(4), 2539-2546.
- Taştaban, M. 2019. Katalitik Islak Peroksit Oksidasyonu Yoluyla Azo Boyar Madde Gideriminde Kullanılmak Üzere Bentonit Destekli Katalizör Sentezi ve Karakterizasyonu, Doktora tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- White, R. J., Luque, R., Budarin, V. L., Clark, J. H., & Macquarrie, D. J. 2009. Supported metal nanoparticles on porous materials. *Methods and applications. Chemical Society Reviews*, 38(2), 481-494.
- Zhu, J., Li, R., Niu, W., Wu, Y., ve Gou, X. 2013. Fast hydrogen generation from NaBH<sub>4</sub> hydrolysis catalyzed by carbon aerogels supported cobalt nanoparticles. *International journal of hydrogen energy*, 38(25), 10864-10870.

## PERLİT DESTEKLİ KOBALT BAZLI BİMETALİK NANOKATALİZÖR YAPISININ SODYUM BORHİDRÜR HİDROLİZİNE ETKİSİ

**Dr. Erhan ONAT<sup>1</sup>, Taha TURAL<sup>2</sup>, Doç. Dr. Mehmet Sait İZGİ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Batman Bilim ve Sanat Merkezi, erhonat@gmail.com - 0000-0003-1638-0151

<sup>2</sup>Batman Allalçı Fernas Alçı San tic. A.Ş., turaltaha@gmail.com – 0000-0001-5050-0482

<sup>3</sup>Siirt Üniversitesi, Kimya Mühendisliği, saitizgi@siirt.edu.tr-0000-0003-3685-3219

### ÖZET

İnsanların ihtiyaç duydukları temel gereksinimlerin başında enerji gelmektedir. Mevcut durumda enerji, genellikle fosil kaynaklı yakıtlardan üretilmektedir. Fakat fosil kaynaklı yakıtların sınırlılığı ve son ürünlerinin çevre üzerindeki olumsuz etkisi, insanlığı alternatif enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. Hidrojen sağladığı avantajlarla geleceğin enerji kaynağı olma potansiyeline sahiptir. Hidrojenin yüksek hacminden kaynaklı depolanma ve taşınma sorunu bor bileşiklerinde depolanmasıyla ortadan kalkmaktadır.

Bor bileşiklerinde depolanan hidrojen katalitik bozunma tepkimeleriyle geri kazanılmaktadır. Katalitik tepkimelerin en önemli bileşeni katalizör yapısıdır. Bu çalışmada son yıllarda kullanılmaya başlanan destekli katalizör teknolojisine uygun bir şekilde perlitin destek malzemesi olarak kullanımının araştırılması amaçlanmıştır. Bu işlem için sodyum borhidrürün katalitik bozunma tepkimesi incelenmiştir.

Çalışma kapsamında öncelikle bimetalik katalizör yapısı için en iyi kobalt (Co) ve krom (Cr) birleşme oranları belirlenmiştir. Daha sonra destek malzemesi olarak kullanılan perlit için destek miktarı belirlenmesi yapılmıştır. Katalizör yapısı için metal ve destek oranı belirleme işlemlerinden sonra sentezlenen katalizör yapısının FTIR, SEM ve BET analizleri ile katalizör yapısı karakterize edilmiştir. Karakterizasyon işleminden sonra katalitik hidroliz tepkimesinin optimizasyonu yapılmıştır. Hidroliz tepkimesi için çözelti ortamı, katalizör miktarı, hidrojen kaynağı olarak kullanılan sodyum borhidrür (NaBH<sub>4</sub>) konsantrasyonu, sıcaklık ve tekrarlanabilirlik parametreleri incelenmiştir.

Katalitik bozunma için 298 K' de gerçekleştirilen hidroliz tepkimeleri sonucunda en iyi çözelti ortamı % 7.5 NaOH, en iyi katalizör miktarı olarak 6 mg Co-Cr içeren katalizör yapısı, en iyi NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonu olarak kütlece % 3 NaBH<sub>4</sub> kullanımı optimum verileri olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerlerde ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 12624 mL/g.dk iken en iyi TOF değeri 1666.7 sa<sup>-1</sup> dir. Tepkime kinetiği incelemeleri sonucunda tepkimenin n. dereceden, aktivasyon enerjisinin 49.85 kJ/mol, aktivasyon entalpisinin 52.44 kJ/mol, aktivasyon entropisinin -1465.8 J/mol olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında destek malzemesi olarak kullanılan perlitin yüksek katalitik etki sağladığı belirlenmiştir. Bu çalışmada olduğu gibi perlitin benzer çalışmalarda kullanılmaya

başlanmasıyla kısa sürede perlitte elde edilen katma değeri yüksek ürün miktarında artma olması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler :** Co-Cr@Perlit, Hidrojen, Perlit, Sodyum borhidrür

## 1. GİRİŞ

Fosil yakıtlarının zamanla azalmasının yanı sıra bu yakıtların kullanımı sonucu çevreye yayılan; yanmamış hidrokarbon, is (kurum), koku, karbon monoksit (CO) ve sera etkisi yapan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gibi zehirli atıklar, ekolojik dengeyi bozarak insan sağlığına zarar vermektedir. Gelecekte çevre ve çevrenin enerji sorunlarını aşacak alternatif temiz enerji kaynakları araştırmacılarca en fazla araştırılan konuların başında gelmektedir. Günümüzde araştırılan bu enerji kaynaklarının en önemlilerinden birisi olarak hidrojen (H<sub>2</sub>) ön plana çıkmaktadır (İzgi ve ark. 2017; Zandalinas ve ark., 2021). Hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılmasını sağlayan sistemler, Proton Değişim Membranı (PEM) yakıt pilleri (hücreleri) olarak tanımlanmaktadır. Bu hücrelerde hidrojen gaz olarak sisteme alınarak elektrik üretimi sağlanmaktadır (Linden ve Reddy 2001).

Hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılmasını gerektiren temel gerekliliklerin başında hidrojenin birçok kaynaktan elde ediliyor olması gelmektedir. Bu kaynakların sıralanması gerekirse; fosil kaynaklardan termokimyasal yöntemlerle, sudan elektroliz, hidroliz vb. yöntemlerle, güneş enerjisinden fotoelektrokimyasal yöntemlerle, yeşil alg ve bitki dokusundan fotobiyolojik yöntemlerle, bor kaynaklı bileşiklerden kimyasal yöntemlerle elde edilebilir olması gelmektedir. (Tutar ve Eren 2011). Hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılması için gerekli şartlar araştırıldığında birkaç tane temel sorun karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; hidrojenin gaz olarak depolanması ve taşınması sorunu, hidrojen yakıt teknolojisinin yüksek maliyetli olması gelmektedir. Taşınma ve depolanma sorunu hidrojenin bor bileşiklerinde kimyasal olarak depolanmasıyla büyük oranda giderilmektedir (Şahiner ve Demirci 2017, Onat 2016, Taşcı 2015). Katalizörün destekli malzeme yüklemesiyle sentezlenmesi yine maliyeti oldukça aşağılara çekmektedir. (Chia ve ark. 2012)

Hidrojen depolamada kullanılan bor kaynaklı bileşiklerin başında sodyum bor hidrür gelmektedir. Sodyum bor hidrür yüksek hidrojen depolayabilme özelliğinin yanında hidroliz edilmesi sonucunda kendi yapısında barındırdığı kadar hidrojenin sudan ayrıştırılmasıyla yüksek oranda hidrojen verimini mümkün kılmaktadır. Hidrojen ayrışma tepkimesi Eşitlik 1’ de verilmiştir.



Eşitlik 1’de verilen tepkime hızı katalizörle ayarlanabilmektedir. Bu durum hidrojenin enerji taşıyıcısı olarak kullanımında taşınma ve depolanma sorununu ortadan kaldıran büyük avantajlar sağlamaktadır.

## 1.1 PEM Yakıt Teknolojisi

Hidrokarbonlar ve fosil yakıtlar içeren yanıcı maddelerden kaynaklanan hava kirliliği, kısa bir zaman içinde keskin bir şekilde artmıştır. Bu sorunu çözmek için yeni temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları geliştirilmek gerekmektedir. Hidrojenin, proton değişim membranı (PEM) yakıt hücreleri yoluyla temiz enerji sağlamak için tercih edilen yakıt kaynağı olarak kullanılması fosil kaynaklı yakıtların neden olduğu çevresel sorunların ortadan kalkmasını sağlamaktadır. PEM yakıt hücrelerinde hidrojen ve havadaki oksijen kullanılmaktadır. Atık ürün olarak su oluşmaktadır. Sadece yan ürün olan su aynı zamanda PEM yakıt hücreleri için anodik bir yakıttır (Zhang, 2008).

Hidrojen üretimi için kullanılan bileşik kaynaklarının başını bor kaynaklı bileşikler çekmektedir. Bor kaynaklı bileşiklerden metal hidrür bileşikleri en fazla araştırılan hidrojen kaynağı bileşikler arasında yer almaktadır. Bu bileşikler kontrol edilebilir hidrojen üretimi ve saflığı ile kimyasal hidritlerin hidrolizini geniş çapta araştırılmasını sağlamıştır. Kimyasal hidritler arasında,  $\text{NaBH}_4$ , ağırlık olarak % 10,8'lik bir teorik hidrojen içeriğine sahiptir. Sodyum borhidrür alkalin çözeltide yanmaz ve geri dönüştürülmüş yan ürünler dahil olmak üzere birçok avantaja sahiptir.  $\text{NaBH}_4$ 'ün katalizör varlığında hidrolizi ile suda kendiliğinden hidrojen salınmasıyla gerçekleşmektedir (Chia ve ark. 2012). Sodyum borhidrür kendi yapısındaki hidrojen salınımı yanında Eşitlik 1' de görüldüğü gibi su yapısındaki hidrojenin kazanımını da mümkün kılmasıyla hidrojen kaynağı olarak kullanımının önemini daha da arttırmaktadır.

## 1.2 PEM Yakıt Teknolojisinde Katalizörün Yeri

Metal hidrürlerden hidrojen üretimini genel olarak Eşitlik 1' de olduğu gibi özetlemek mümkündür. Bu tepkime katalizör kontrollü bir tepkimedir. Hidrojen ihtiyacının tepkimedeki karşılandığı göz önünde bulundurulduğunda ve tepkimenin katalizör kontrollü olduğu değerlendirildiğinde hidrojen üretimi için katalizörün ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır. Yapılan literatür tarama çalışmaları bu ifadenin ne kadar yerinde olduğunu açıkça göstermektedir.

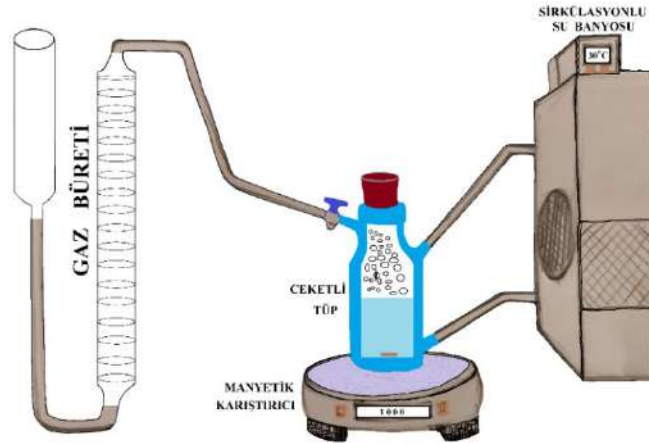
Katalizör olarak kullanılan metaller genellikle Rh, Ru, Pd ve Pt gibi değerli metallerdir. Bu metallerin maliyet arttıran yüksek değerlerinden dolayı son zamanlarda etkinliği artırılmış Co, Cu, Ni, Mn içeren metal karışımlarından katalizör üretimi sağlanmaktadır. Yine diğer bir önemli katalizör sentez yöntemi destekli katalizör sentezidir (Huynh ve ark. 2013, Özsaçmacı 2016, İzgi ve ark. 2017, Feyiso 2019). Son yıllarda uygulamaya başlanan bu yöntemlerle yakın bir gelecekte hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılma yüzdeliğinin artacağı beklenmektedir.

## 2. YÖNTEM

Çalışma kapsamında katalizör sentezinde kullanılan malzemeler; kimyasallar, etüv, dijital hassas terazi, azot tüpü, vakumlu süzme aparatları, büret, çeşitli cam malzemelerdir. Sentez aşamasından sonra hidrolizde kullanılan malzemeler; su banyosu, kimyasallar, gaz ölçüm seti, kronometre, dijital hassas terazi ve yine çeşitli cam malzemedir.

Çalışma kapsamında katalizör literatüre göre (White ve ark. 2009) öncelikle her hangi bir destek malzemesi kullanılmadan sentezlendi. Daha sonra destek malzemesi yüklemesiyle katalizöre son şekli verildi. Sentez işlemi için belirlenen oranlarda kimyasal tartılarak manyetik karıştırıcıda 30 dakika 500 rpm de karıştırıldı. Daha sonra destek malzemesi eklendi. Yine 30 dakika 500 rpm de karıştırıldı ve belirlenen oranlarda sodyum bor hidrürle indirgeni. İndirgenme işleminden sonra elde edilen katalizör vakumlu süzme ile süzülerek azot gazı altında 60 °C' ta 6 saat süreyle etüvde kurumaya bırakıldı. Tamamen kuruduğu gözlemlenen katalizör kullanılarak sodyum bor hidrürün hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi.

Sodyum bor hidrürden hidrolizle hidrojen üretimine ilişkin deneysel çalışma sistemi Şekil 1' de verilmiştir. Hidroliz deney sistemi sıcaklık kontrolünü sağlamak için kullanılan sirkülasyonlu su banyosu, manyetik karıştırıcı, ceketli tüp, dereceli büret ve bağlantı hortumlarından oluşmaktadır. Şekilde görülen ceketli tüp deney ortamını sağlamaktadır. Manyetik karıştırıcı reaksiyonun belirli bir değerde takip edilmesini sağlamada görev almaktadır. Gaz büreti ise açığa çıkan H<sub>2</sub> gazı ölçümünde kullanılır.



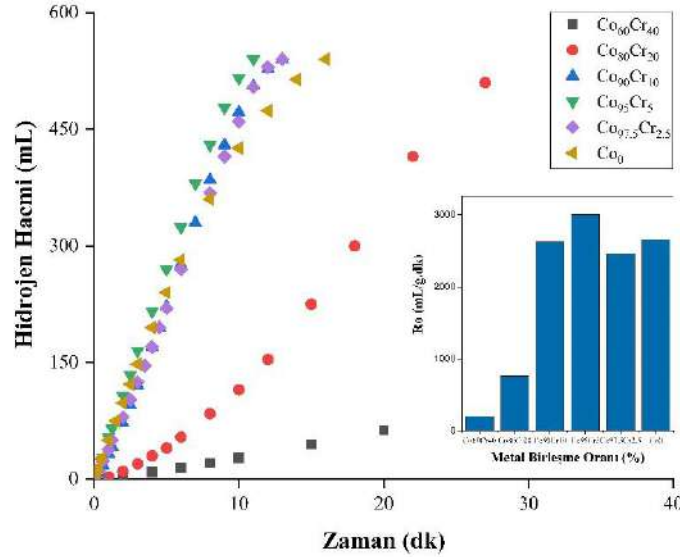
Şekil 1. Hidroliz tepkimesi reaksiyon düzeneği

### 3. BULGULAR

Çalışma kapsamında sentezlenen perlit destekli Co-Cr katalizörü ile sodyum borhidrür hidrolizi her seferinde tüm parametreler sabit kalmak koşulu ile bir parametre değiştirilerek, katalitik tepkime için optimum şartlar belirlenmiştir. Değiştirilen bu şartlar sırasıyla; NaOH etkisi, katalizör miktarı, NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonu, sıcaklık ve tekrarlanabilirlik değerleridir. Sıcaklık değerlerine bakılmasının sebebi hem sıcaklığa bağlı hidrojen üretim hızını belirlemek hem de reaksiyonun aktivasyon enerjisini hesaplamaktır. Perlit destekli Co-Cr katalizörümüzün etkinliğinin saf katalizörle yapılan karşılaştırılması; destek malzemesi kullanılmadan elde edilen (Fernandes ve ark. 2009) ve yine bu çalışma kapsamında sentezlenen Co-Cr katalizörü ile yapılan karşılaştırma sonucundan yola çıkarak elde edilmiştir.

### 3.1 Desteksiz Katalizörün Hidrojen Üretimi

Desteksiz katalizörün hidrojen üretimi incelendiğinde Şekil 2 de görüldüğü 20 mg katalizör kullanılarak yapılan hidroliz tepkimesi sonucunda hidrojen üretim hızı 3008,1 ml/ g.dak olarak belirlenmiştir. Bu karşılaştırmada kullanılan değerler destekli katalizör için belirlenen en iyi sonuçlardan yola çıkarak yapılmıştır.

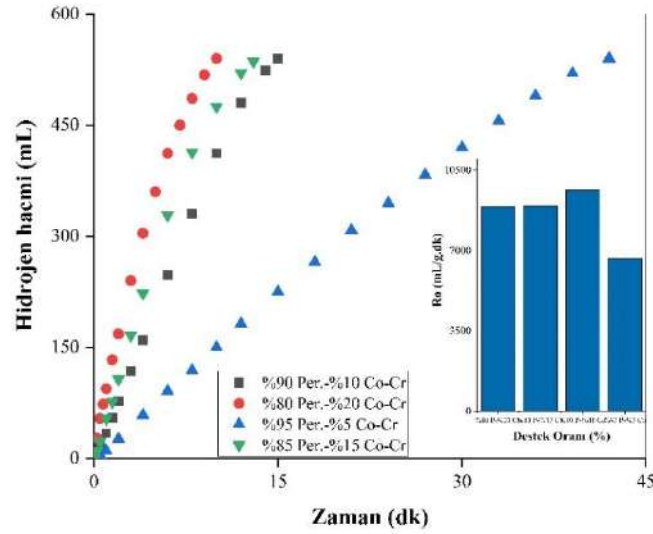


Şekil 2. 25 ° C, 20 mg desteksiz Co-Cr katalizörü, % 2 lik NaBH<sub>4</sub>, % 5 NaOH çözeltisi katalitik tepkimesi

### 3.2 Destek miktarı etkisi

Desteksiz katalizör yapısı için en iyi metal birleşme oranının belirlenmesinin ardından farklı perlit destek miktarları ile sodyum bor hidrür hidrolizi katalitik tepkimesi incelemesine geçildi. Farklı destek miktarlarıyla yapılan hidroliz tepkime sonuçları Şekil 3' te verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi en iyi hidrojen üretimi başlangıç hızı % 90' lık perlit destek miktarı kullanımında yakalanmıştır. Çalışmanın devamında perlit destek oranı % 90 olacak şekilde katalizör sentezi gerçekleştirilerek hidroliz parametreleri incelenmiştir.

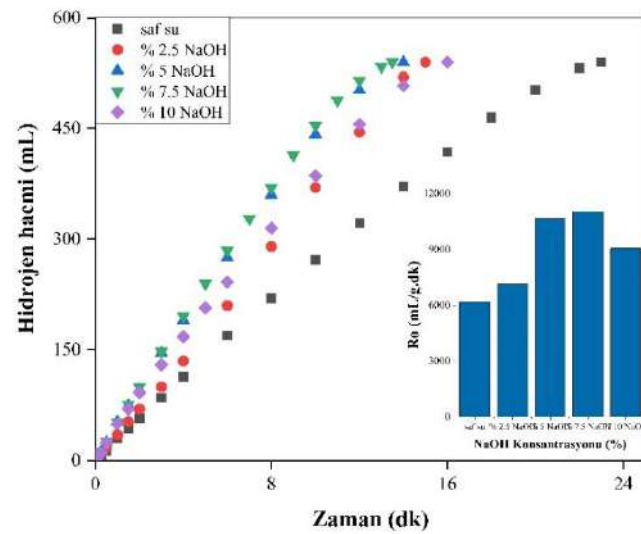




Şekil 3. 25 ° C, 50 mg perlit destekli Co-Cr katalizörü, %2 lik  $\text{NaBH}_4$ , %2,5 NaOH çözeltisi katalitik tepkimesi

### 3.3 NaOH Etkisi

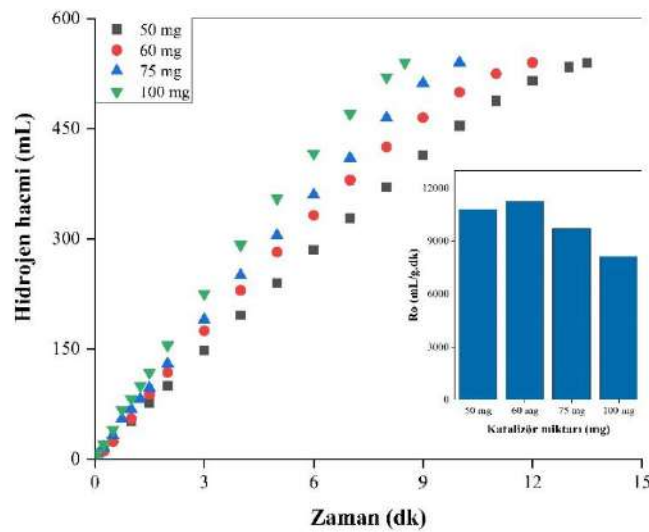
Katalitik tepkimelerde optimum veri belirlemede incelenen ilk parametre etkin tepkime ortamıdır. Bu çalışmamızda da sodyum borhidrür katalitik tepkimesi için ölçülen ilk parametre ortak iyon içeren ve ayrışmaya olumlu etki sağlayan sodyum hidroksit etkisidir. İncelenen sodyum hidroksit parametreleri kütlece; %0 - % 10 NaOH içeren ortamlardır. Bu ortamların hidrojen üretimini gösteren değerlere ilişkin grafik Şekil 4' te verilmiştir. Şekil 4' te görüldüğü gibi hidrojen üretimi için en iyi çözelti ortamı % 7,5 NaOH çözeltisinin bulunduğu ortamdır.



Şekil 4. 25 ° C, 50 mg perlit destekli Co-Cr katalizörü, %2 lik  $\text{NaBH}_4$  çözeltisine NaOH etkisi

### 3.4 Katalizör Miktarı Etkisi

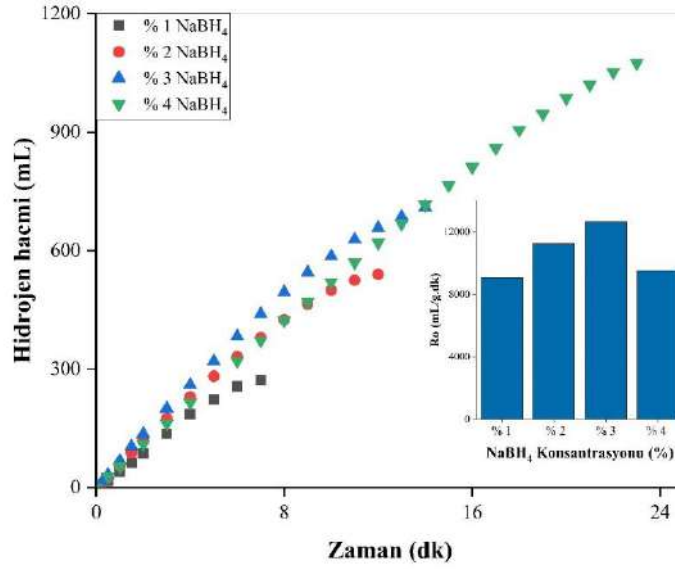
Çözelti ortamı için en iyi NaOH konsantrasyonu değeri belirleme işleminden sonra katalizör miktarlarına bağlı hidrojen üretimi hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi. Katalizör miktarına bağlı açığa çıkan hidrojen miktarına ilişkin grafik Şekil 5' te verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi katalizör miktarının artmasına bağlı hidrojen üretim başlangıç hızı başta artmıştır. Bu durum substrata etki eden katalizör miktarının artmasıyla açıklanabilir. Belirli bir değerden sonra hidrojen başlangıç hızının azalmaya başladığı şekilden anlaşılmaktadır. Bu durum en iyi katalizör substrat yoğunluğunun 60 mg lık katalizör kullanımında yani 6 mg Co-Cr içeren katalizör yapısında elde edildiği şekilden anlaşılmaktadır.



Şekil 5. 25 ° C, perlit destekli Co-Cr katalizörü %2 lik NaBH<sub>4</sub> çözeltisi, % 7,5 NaOH çözelti ortamına katalizör miktarı etkisi

### 3.5 Sodyum Borhidrür (NaBH<sub>4</sub>) Konsantrasyonu Etkisi

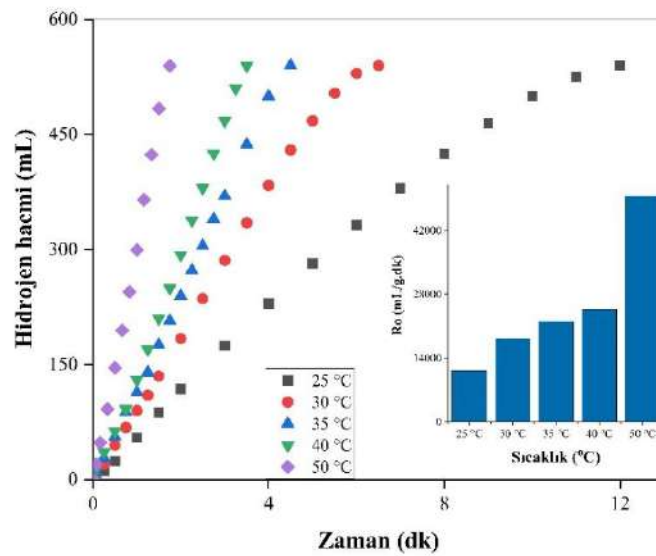
Katalizör miktarı ve çözeltinin NaOH değerlerinin belirlenmesinden sonra hidroliz tepkimesi üzerindeki en önemli etkilerden birine sahip olan substrat konsantrasyonu gelmektedir. Çalışmanın bu aşamasında katalizör etkinliğinin en iyi olduğu substrat konsantrasyonunu belirlemek için farklı NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonları ile hidroliz tepkimeleri gerçekleştirilmiştir. Kütlece %1, %2, %3, ve %4 NaBH<sub>4</sub> konsantrasyon değerlerinde gerçekleştirilen hidroliz tepkimelerine ilişkin hidrojen üretimi Şekil 6' da verilmiştir. Şekil incelendiğinde en iyi hidrojen başlangıç hızının % 3 sodyum bor hidrür kullanımında yakalandığı görülecektir. Bu değerde ölçülen hidrojen başlangıç hızı 12624 mL/g.dk' dır. Söz konusu en iyi hidrojen başlangıç hızı için katalizör çevrim frekansı (TOF) hesaplaması sonucunda TOF değeri 1666.7 sa<sup>-1</sup> olarak ölçüldü.



Şekil 6. 25 ° C, 60 mg perlit destekli Co-Cr katalizörü %7,5 NaOH, NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonu etkisi

### 3.6 Sıcaklık Etkisi

Katalitik tepkimeler için incelenen en önemli parametrelerden biri de tepkimeye olan sıcaklık etkisidir. Çalışmamızda Perlit destekli Co-Cr katalizörünün NaBH<sub>4</sub> hidrolizine olan sıcaklık etkisi için farklı sıcaklıklarda yapılan incelemelerine ilişkin grafik Şekil 7’de verilmiştir. Şekil 7’ de görüldüğü gibi sıcaklık artışına bağlı hidrojen üretimi artmaktadır. Etkin Çarpışma teorisine göre sıcaklığı artan taneciklerin daha fazla etkileşmesi ile bu durum açıklanabilir.



Şekil 7. Perlit destekli Co-Cr katalizörü 60 mg, %2 lik NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonlu, %7,5 NaOH çözeltisine sıcaklık etkisi

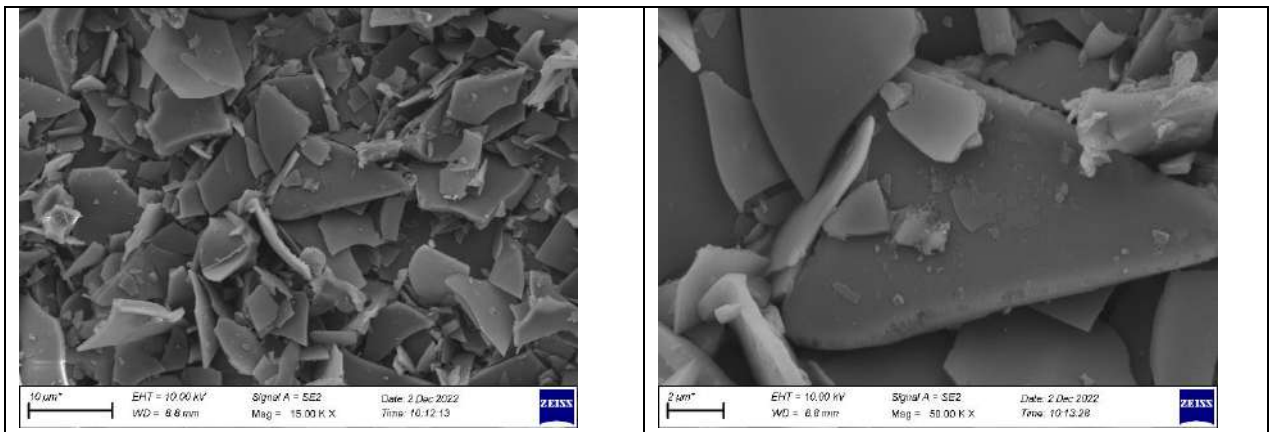
Sıcaklık artışına bağlı katalizör başına hidrojen üretim hızı incelendiğinde 12600 mL/g.dk seviyesindeki başlangıç hızının 50 o' ta 45000 mL/g.dk' yı aştığı görülmektedir. Sıcaklık değerlerinden yola çıkarak elde edilen temel parametrelerden biri de Arrhenius eşitliğinden yola çıkarak belirlenen aktivasyon enerjisidir. Katalizör tarafından katalize edilen  $\text{NaBH}_4$  hidrolizinin hidrojen üretim oranı, aşağıdaki Arrhenius denklemi (Eşitlik 2) ile tarif edilebilir:

$$\ln k = \ln A - E_a / RT \quad (2)$$

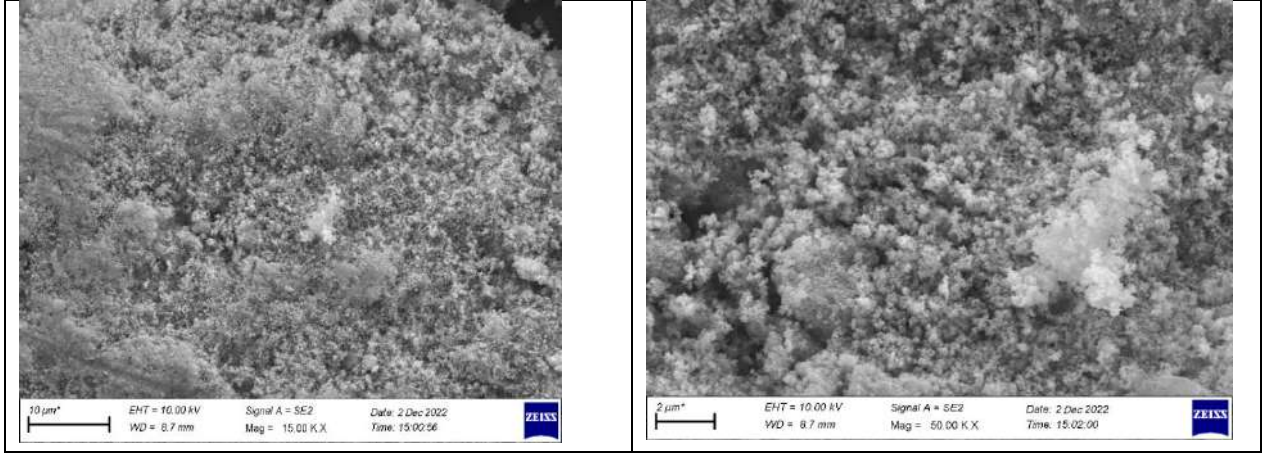
Burada R, evrensel gaz sabiti ( $8.314 \text{ kJ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ), k, oran sabiti ( $\text{dak}^{-1}$ ), A, Arrhenius faktörü olarak bilinen bir sabittir ve T, mutlak sıcaklıktır (K). Şekil 7' de elde edilen verilerden yola çıkarak  $\ln k$ ' ya karşı  $1/T$  grafiği çizildiğinde elde edilen eğim değeri Eşitlik 2' de verilen Arrhenius denkleminde yerine yazıldığında tepkimenin aktivasyon enerjisi ( $E_a$ )  $49,86 \text{ kJ mol}^{-1}$  olarak bulunur.

### 3.7 Sentezlenen katalizörün Karakterizasyonu

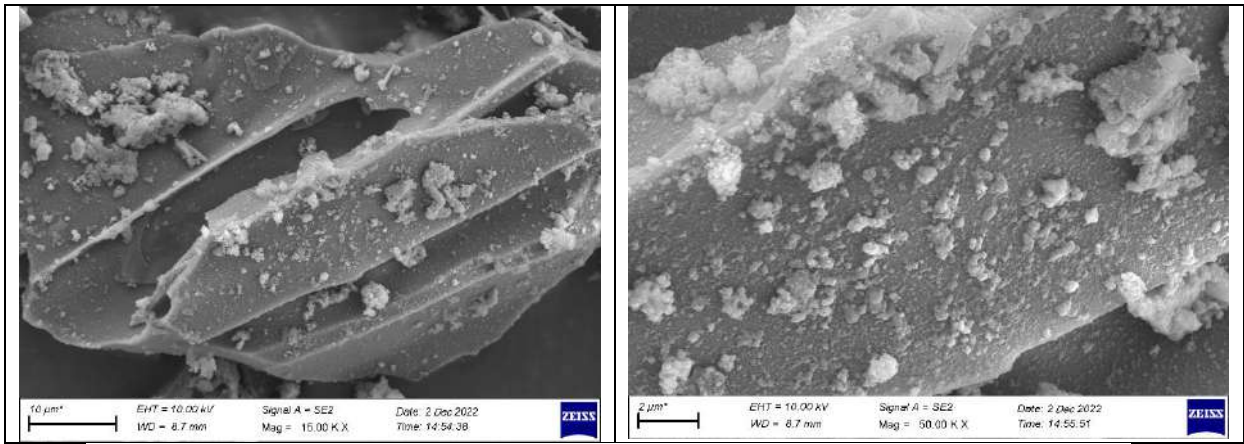
Çalışma kapsamında sentezlenen malzeme yapılarının aydınlatılmasının için malzemelerin FTIR SEM ve BET analizi yapıldı. SEM analizler görüntüleri Şekil 8' de verilmiştir. Bu görüntülerden Şekil 8 a) Perlitin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü, Şekil 8 b) Co-Cr desteksiz katalizörün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü, Şekil 8 c) perlit destekli Co-Cr katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsüdür. SEM analizleri incelendiğinde desteksiz katalizör yapısına göre perlit destekli katalizör yapısının yüksek yüzey alanına sahip olduğu görülecektir. Bu durum BET analizlerinde net bir şekilde kendini göstermiştir. Desteksiz katalizörün BET yüzey alanı  $6,917 \text{ m}^2/\text{g}$  iken Perlitin BET yüzey alanı  $11,301 \text{ m}^2/\text{g}$ , perlit destekli Co-Cr katalizörün BET yüzey alanı  $23,070 \text{ m}^2/\text{g}$  olarak ölçülmüştür. Bu değerler katalitik hidroliz tepkimelerinin etkinliğini net bir şekilde göstermektedir.



a) Perlitin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü



b) Co-Cr katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü

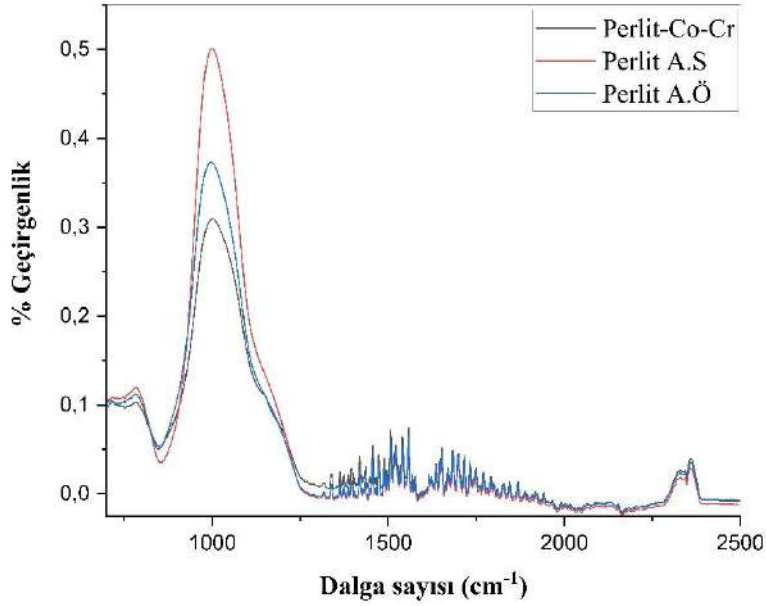


c) Perlite desteklenmiş Co-Cr katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü

**Şekil 8.** Çalışma kapsamında sentezlenen malzeme analizlerine ilişkin SEM görüntüleri

Katalizör yapısında bulunan bileşenlere ait FTIR spektrum analizi Şekil 9’ da verilmiştir. Spektrum bantları incelendiğinde perlit bandının net bir şekilde gözükteği görülecektir. Perlite uygulanan işlemler belirgin olan SiO<sub>2</sub> pikinin kısmi olarak sönmesine neden olmuştur. Bu durum perlit yüzeyinin yüklenen metal atomlarınca kaplandığı anlamına gelmektedir. Bu da Şekil 8 c)’ deki SEM görüntüsünü desteklemektedir.



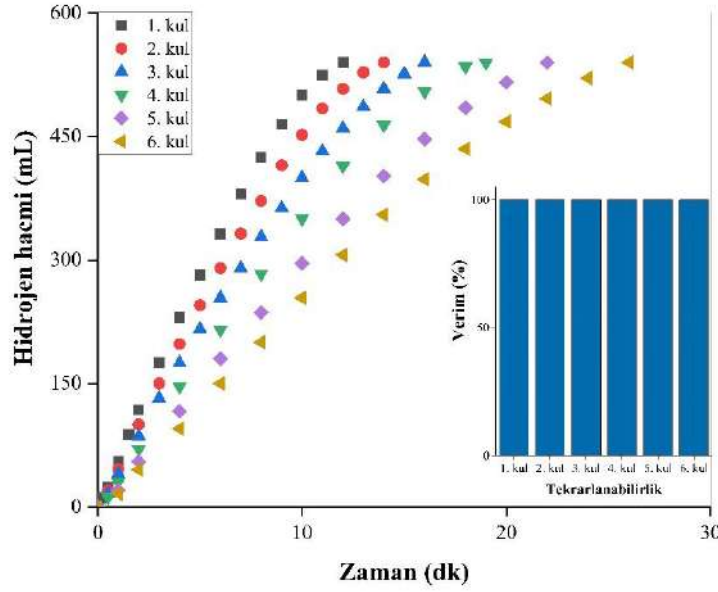


Şekil 9. Çalışma kapsamında sentezlenen malzemelerin FTIR analizi

### 3.8 Katalizörün Tekrarlı kullanımı

Katalitik tepkimenin önemli parametrelerinden biri de katalizörün tekrarlı kullanımınıdır. Bu çalışma kapsamında sentezi sağlanan Co-Cr@Perlit katalizörü için sodyum borhidür hidrolizi tekrarlı kullanımı incelenmiştir. Tekrarlı kullanım uygulamalarında hidroliz işlemlerinden sonra katalizör yapısının iyice çökmesi beklendikten sonra çözeltinin sıvı kısmının % 90' ı dekantasyonla başka bir kaba alınarak yeni hidrojen kaynağı ilavesi gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde katalizörün art arda altı kez kullanımı tekrarlanmıştır. Tekrarlı kullanımlara ilişkin hidroliz verileri Şekil 10' da verilmiştir. Şekil incelendiğinde 6. Kullanım sonunda bile % 100 verim sağlandığı görülecektir. Bu durum katalizörün etkinliğinin tekrarlı kullanıma karşı dayanıklı olduğu anlamına gelmektedir. Tekrarlı kullanıma paralel az da olsa performans düşüklüğü oluşan metaborat yapısının katalizör etkin yüzeyini kapatması ve kısmi deformelerin oluştuğunu göstermektedir.





Şekil 10. Katalitik hidroliz tepkimesi katalizör tekrarlı kullanım verileri

#### 4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Sodyum borhidrür hidrolizine perlit destekli Co-Cr katalizörünün etkisinin ölçüldüğü bu çalışmamızda desteksiz katalizör için ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 3008,1 mL/g.dak olarak belirlenmiştir. Perlit destekli katalizör yapısı için 298 K’ de gerçekleştirilen hidroliz tepkimeleri sonucunda en iyi çözelti ortamı % 7.5 NaOH, en iyi katalizör miktarı olarak 6 mg Co-Cr içeren katalizör yapısı, en iyi NaBH<sub>4</sub> konsantrasyonu olarak kütlece % 3 NaBH<sub>4</sub> kullanımı optimum verileri olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerlerde ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 12624 mL/g.dk iken en iyi TOF değeri 1666.7 sa<sup>-1</sup> dir. Bu sonuçlar perlit malzemesinin literatürde kullanılan birçok destek malzemesine (Li ve ark., 2022; Shi ve ark., 2019) göre yüksek katalitik etki sağladığını açıkça göstermektedir. Tepkime kinetiği incelemeleri sonucunda tepkimenin n. dereceden, aktivasyon enerjisinin 49.86 kJ/mol, aktivasyon entalpisinin 52.44 kJ/mol, aktivasyon entropisinin -1465.8 J/mol olduğu belirlenmiştir.

Perlit destekli katalizör bu çalışmada görüldüğü gibi saf üretim ve literatürle (Fernandes ve ark. 2009) ile karşılaştırıldığında hem düşük aktivasyon enerjisinde tepkimeyi katalizlediği hem de yüksek oranda hidrojen üretimi sağladığı belirlenmiştir. Katalizör sentezinde son yıllarda kullanılmaya başlanan destekli katalizör sentezi sağladığı avantajlarla bundan sonraki süreçte çokça karşımıza çıkması beklenmektedir.

Katalizör sentezinde destek malzemesinin kullanımı hem katalizör etkinliğini artırma hem de maliyet düşürme avantajlarıyla hidrojen üretimi ve diğer katalitik tepkimelerde kullanımı

gerektiği değerlendirilmektedir. Destek malzemesi olarak doğal mineral kullanımı ilk defa bu çalışmada denenmiştir. Bundan sonraki süreçte doğal minerallerin katalizör destek malzemesi olarak kullanımı katma değeri yüksek ürün geliştirmenin yanında maliyet düşüren teknolojilerin gelişmesini de sağlayacaktır. Destek malzemesi olarak araştırılacak ürünlerin zengin doğal kaynaklarından seçilmesi ülke ekonomisine olumlu katkı sağlayacaktır. Literatürdeki doğal mineral kullanım boşluğunun bu konuda yapılacak çalışmalarla hızlı bir şekilde doldurulacağı değerlendirilmektedir.

## KAYNAKLAR

Chia-C. S. , Ming-C. L. , Shu-L. W. Yao-H. H. 2012. Ruthenium immobilized on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pellets as a catalyst for hydrogen generation from hydrolysis and methanolysis of sodium borohydride: 2, 2073-2079

Fernandes, R., Patel, N., Miotello, A. 2009. *Hydrogen generation by hydrolysis of alkaline NaBH<sub>4</sub> solution with Cr-promoted Co-B amorphous catalyst*. Applied Catalysis B: Environmental 92: 68-74

Feyiso, j.E. 2019. “*Bor minerallerinden PEM yakıt pili uygulamaları için sodyum borhidrür sentezi ve karakterizasyonu*” Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Samsun.

Huynh, K., Napolitano, K., Wanga, R., Jessop, P.G., Davis, B.R. 2013. “*Indirect hydrolysis of sodium borohydride: Isolation and crystallographic characterization of methanolysis and hydrolysis by-products*”, international journal of hydrogen energy 38:5775-5782

İzgi, M.S., Şahin, Ö., Onat, E., Horoz, S., 2017. “*Metanolde sentezlenen Co-B katalizörünün sodyum hidrolizi üzerine etkisi*”, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(4): 151-160.

İzgi, M.S., Şahin, Ö., Onat, E., Horoz, S., 2017. “*Effect of Co-B Catalyst Synthesized in Methanol on the Hydrolysis of Sodium Borohydride*”, *Journal of the Institute of Science and Technology*,04(07), 151-160.

Li, R., Zhang, F., Zhang, J., Dong, H. 2022. Catalytic hydrolysis of NaBH<sub>4</sub> over titanate nanotube supported Co for hydrogen production. International Journal of Hydrogen Energy, 47(8), 5260-5268.

Linden, D., Reddy, T.B. 2001. “*Handbook of Batteries and Fuel Cells*”, Third Edition, McGraw-Hill Publishing Company.

Onat, E. 2016. “*Farklı Şartlarda Katalitik Aktivitesi Artırılan Co-B, Co-Ti-B, Ni-B Katalizörleri Varlığında Sodyum Borhidrür Hidrolizinin İncelenmesi*”, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı, Bitlis.

Özsaçmacı, G. 2016. *Tekli, çoklu ve bimetalik katalizörler ile borhidrür bileşiklerinin parçalanması*” Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Çorum.

Shi, L., Xie, W., Jian, Z., Liao, X., ve Wang, Y. 2019. Graphene modified Co–B catalysts for rapid hydrogen production from  $\text{NaBH}_4$  hydrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(33), 17954-17962.

Taşçı, K. 2015. “*Sodyum borhidrür ( $\text{NaBH}_4$ ) temelli hidrür kompozitlerin hazırlanması ve hidrojen depolama özelliklerinin incelenmesi*”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Tutar, F, Eren, M.V. 2011. “*Geleceğin Enerjisi: Hidrojen Ekonomisi ve Türkiye*”, Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi. Cilt:3, Sayı:6, İSSN:1307-9832,

Sahiner, N., Demirci, S. 2017. “*Natural microgranular cellulose as alternative catalyst to metal nanoparticles for  $\text{H}_2$  production from  $\text{NaBH}_4$  methanolysis*”, *Applied Catalysis B: Environmental*, 202: 199-206.

White, R.J., Luque, R., Budarin, V.L., Clark, J.H., Macquarrie, D.J., 2009. *Supported metal nanoparticles on porous materials, Methods and applications*. *Chemical Society Reviews*, DOI: 10.1039/b802654h, 38, 481–494.

Zandalinas, S. I., Fritschi, F. B., & Mittler, R. 2021. Global warming, climate change, and environmental pollution: recipe for a multifactorial stress combination disaster. *Trends in Plant Science*, 26(6), 588-599.

Zhang, J. 2008. *PEM Fuel Cell Electrocatalysts and Catalyst Layers: Fundamentals and Applications*, Springer, London.

## AFYONKARAHİSAR İLİ DOĞAL ALANINA SALINAN ANADOLU YABAN KOYUNU (*OVIS GMELINI ANATOLICA*)’NİN POPULASYON DURUMU

Dr. Öğr. Üyesi. YASİN ÜNAL<sup>1</sup>, Orm. Yük. Müh. MEVLÜT ZENBİLCİ<sup>2</sup> Yasin AYALP<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, yasinunal@isparta.edu.tr - 0000-0001-7180-133X

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, zenbilci1907@gmail.com- 0000-0002-9329-0419

<sup>3</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar 5.Bölge Müdürlüğü, yasin.ayalp@tarimorman.gov.tr - 0000-0002-7041-6103

### ÖZET

Yerleştirme; tür içerisinde genetik çeşitliliğin korunup sürdürülmesi, türün taşıma kapasitesini aşmasından dolayı neslinin azalma eğilimine geçmesi, nesli tehlikeye giren türlere ait yeni rezerv alanları oluşturulması, türlerin yeni habitatlarda popülasyon oluşturabilmelerinin sağlanması, herhangi bir sebeple boşalmış fakat zaman içerisinde elverişli hale gelen yeni habitatların veya çökmüş popülasyonların canlandırılması gibi amaçlarla yapılmaktadır.

2020 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar 5. Bölge Müdürlüğü tarafından Afyon İli Şuhut İlçesi Anadolu yaban koyunu Üretim İstasyonu’nda bulunan 30 Anadolu yaban koyunu (*Ovis gmelini anatolica*) Afyonkarahisar İli Kumalar Dağı Mevkine yeniden yerleştirme çalışması yapılmıştır.

Bu çalışmada, yeniden yerleştirme yöntemiyle doğal alanlarına bırakılan Anadolu yaban koyunlarının mevcut durumu hakkında bilimsel bilgiler sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler :** Yeniden yerleştirme, Planlama, Habitat, Anadolu yaban koyunu

### 1. GİRİŞ

Yeniden yerleştirme, yaban hayatında taşıma kapasitesi üzerine çıkan popülasyonları eski yayılış alanlarına ya da yaşama ortamlarına uygun yeni sahalara taşıma olarak değerlendirilebileceği gibi kritik türler için yeni koruma alanları oluşturmak amacıyla da yapılabilmektedir (Oğurlu, 1995) .

Yerleştirme çalışmalarında öncelikle çalışılacak türün besin, su, örtü ve mekân gibi habitat unsurları açısından tercihleri üzerinde durulması gerekmektedir. Yerleştirmeden sonra ise bu unsurlardaki değişimler takip edilmeli ve ihtiyaç halinde restorasyon çalışmalarının yapılması çalışmalarına başlanmalıdır (Oğurlu, 2001).

Dünya literatüründe, yeniden yerleştirme çalışmaları incelendiğinde günümüzde en teknik ve güncel izleme araçlarından ikisinin GPS’li tasma ve fotokapanlar olduğu görülmektedir (Saltz vd. 2011). GPS’li tasma ile izleme sistemi, Global Konumlandırma Sisteminin (GPS) kullanılmasıyla hedef türün konumunun uzaktan gözetimi şeklinde tanımlanmaktadır (Brown vd., 1995; Rouse, 2019). Gelişen teknolojik sistemler kullanılarak hedef türün boylam, enlem, hareket hızı ve seyir yönü tam olarak belirlenebilmektedir. GPS İzleme sistemi ve biyolojik-kayıt cihazları uzaktan veri aktarması ve canlılarla ilgili daha fazla bilgi elde edilmesini sağlayan önemli bir araç ve yaban hayatı çalışmalarında da sıklıkla kullanılan izleme yöntemlerinden biridir (Clark vd., 2006). Bu sistemle hedef türün boylam, enlem, hareket hızı ve seyir yönü tam olarak belirlenebilmektedir. Uydudan takip sistemi ile, türün mobilitesi, mesken alanı, konumu gibi bilgiler bu teknoloji sayesinde takip edilebilmektedir (Badger-Tal ve Saltz, 2014). GPS tasmaları özelliklerine göre değişmekle birlikte kullanımları tercihe göre belirlenebilmektedir. Örneğin, planladığımız projeye örnek oluşturabilecek bir çalışmada, (Zabransky, vd. 2016), 3 yıl boyunca 2 farklı alanda yaptıkları yerleştirme ve izleme çalışmasında geyikleri ağ kullanarak yakalamışlardır. Her çalışma alanında 20 dişi ve 15–16 erkek geyik yakalanmış ve her bir geyiğe bir “Lotek GPS 3300L tasması (Lotek, Newmarket, Ontario, Kanada) ve plastik hayvan kulak küpeleri (Allflex, Dallas, TX, ABD) takmışlardır. GPS verileri sonucunda hedef tür dolaşma alanı, mesken alan, habitat tercihi, aktivite deseni, habitat içerisindeki faktörlere bağlı (besin, yırtıcı vb.) hareketleri de takip edilebilmektedir. Fotokapan Yöntemi ise, belli bir noktaya kurulmakta ve üzerlerinde bulunan hareket algılayıcıları sayesinde görüş açısı içerisinde geçen bireyleri fotoğraf yoluyla ya da hareketli görüntü yoluyla kayıt altına almaktadırlar (Trolle and Kery, 2003). Fotokapanlar; türlerin yayılış alanları ve hakimiyet alanı (teritori) tespiti, varlık yokluk sörveyleri, türler arası etkileşimi, birey teşhisi (çoğunlukla desenli türlerde), türlerin habitat tercihini belirlemede-tür çeşitliğinin tespiti, türe göre mesken alan saptanmasında-hedeflenen türlerin mevsimsel ve günlük aktivite değişimini izleme, populasyon büyüklüğü ve daha ziyade yoğunluğunun tespiti amaçlarına yönelik olarak kullanılmaktadır (Ünal ve Çulhacı, 2018).

Yaban hayvanı yeniden yerleştirme çalışması, doğrudan ve tedricen olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Doğaya doğrudan yapılan yerleştirmede türün biyolojik ve ekolojik istekleri incelendikten sonra doğal ortamdan yakalanan bireyleri türün yayılış alanı içerisinde tespit edilen uygun yerlere salıverme ve bunların takibi şeklinde gerçekleşmektedir. Tedrici yerleştirmede ise yeni habitatta türün habitatu ve dolaşma alanına uygun bir alan çevrilmekte ve bu alana yerleştirme işlemi yapılmaktadır. Burada, hayvanların üremesi sağlanmakta ve habitat taşıma kapasitesine ulaşıldığında alanın sınırları genişletilerek yerleştirmenin tüm bölgeye yayılması sağlanmaktadır (Saltz, 1998). Sipko ve Gruzdev, (2006)’ün tavsiye ettiği farklı bir tedrici salım yönteminde ise yeniden yerleştirme işlemi öncesi küçük bir alan, tel çit ile çevrilerek düzenlenmesini takiben salıverilen yaban hayvanı türünün alışması açısından 10–15 gün bekletildikten sonra bu tel-çit alanı genişletilmektedir. Bu alanın büyütülmesinde, dikkat edilmesi gerekli nokta; türün ortalama dolaşma alan genişliğini bilmektir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Afyon ili Şuhut, Afyonkarahisar iline bağlı, İç Ege Bölgesi'nin en doğusunda yer alan bir ilçedir. İl merkezine uzaklığı 29 km'dir. Şuhut ilçesi, İç Ege Bölgesinin en Doğusunda ve Afyonkarahisar'ın Güneyindedir. Batı Anadolu'yu İç Anadolu Bölgesi'ne bağlayan eşik arazi üzerinde olup, 1151 m rakımıyla Afyonkarahisar'ın en yüksek yerleşim merkezlerinden biridir. İlçenin kuzeyinde Afyonkarahisar ili, batısında Dinar, Sandıklı, Sinanpaşa ilçeleri, doğusunda Çay, güneyinde ise Isparta ilinin Yalvaç ve Senirkent ilçeleriyle çevrilidir. 1 Merkez ve 6 Belde Belediyesi ile 31 köyü mevcuttur. Yüzölçümü ise 1182 km<sup>2</sup>'dir (Kandır, vd 2020).

Afyon'un yaklaşık 25 km. güneyinde yer alan Şuhut Ovası, Orta Anadolu'nun batısındaki Akarçay Kapalı Havzasının güney bölümündedir. Şuhut Ovası ve yakın çevresinin oluşumunda, tektonik hareketler birinci derecede etkili olmuştur. Ova ve çevresinde Üst Kretase - Paleosen arasında meydana gelen tektonik hareketler, ovanın oluşumunda büyük bir paya sahiptir. Neojen'de başlayan tektonik hareketler sonucunda da ova şekillenmeye başlamıştır. Bu tektonik hareketlilik, yörede volkanizmaya da sebep olmuş ve Şuhut Ovası'nın batısı Afyon Volkanitleri adı verilen volkanik örtü ile kaplanmıştır. Alpin tektonik hareketlerinden de etkilenen yörede, çökme - yükselme hareketleri meydana gelmiş ve ova ana hatları ile ortaya çıkmıştır . Bu hareketlerden sonra erozyon olayları başlamış ve yüksek alanlardan taşınan malzemeler çöken alanlarda birikmiştir. Daha sonra yörede drenaj ağının gelişmesiyle birlikte, ovada alüvyon kalınlığı artmıştır. Şuhut Ovası' run batısı engebeli ve dağlık bir görünüme sahipken, doğusu az eğimli ve sade bir görünüme sahiptir. Bu farklılığın temel sebebi, batıdaki KumalarDağı'nın volkanizma sonucunda oluşmasıdır. Batıda litolojik olarak volkanik malzemeler çoğunlukta iken, doğuda kalkerler hakimdir. Ovanın batısında bulunan volkanitler derelerin epijenik boğazlar açmalarına neden olmuştur. Doğuda ise daha çok aşınım düzlükleri hakimdir ve az engebeli bir görünüm vardır. Güneydoğuda bulunan Kah Çayı eski mecrasına gömülerek bir boğaz oluşturmuştur. Ovanın kuzeyinde tüfler ve kalkerler aratabakalı olarak buldukları için burada yeralan dereler, vadilerini kolayca derinleştirmişler ve kuestalann oluşumuna neden olmuşlardır. Bu dereler ovaya karıştıkları yerlerde birikinti koni ve yelpazeleri oluşturmuşlardır. Güneyde tektonik hareketler sonucunda Kayrakdağ ve Kocaçal Tepe adında iki antiklinal oluşmuştur. Yörenin iklim özellikleri incelendiğinde ise yağışların yetersiz olduğu ve kurak geçen yaz aylarında yağışların çok az düştüğü görülür. Yağışların büyük bir kısmı kış aylarında düşmektedir. Yıllık ve günlük sıcaklık farkları fazladır. Yörede kurak Mim koşullarının uzun sürmesi ve tahrip nedeniyle doğal bitki örtüsü çok seyrek. Genelde antropojen stepler hakimdir. Ancak yüksek kesimlerde dar ve sınırlı olarak ormanlık alanlar mevcuttur. İklim nedeniyle ovadaki mevcut akarsular yaz aylarında kurumakta, akımları oldukça azalmaktadır (Barış, vd. 2009).

### 2.2. Yöntem

Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 5. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Afyonkarahisar Şuhut Anadolu Yaban Koyunu Üretim İstasyonunda üretilen Anadolu Yaban Koyunları tarafından Afyon İli Şuhut İlçesi Yaban Koyunu Üretim İstasyonunda bulunan 15 koç (erkek)



ve 15 dişi olmak üzere 30 Anadolu yaban koyunu bireyi 2020 yılında doğal alanına yeniden yerleştirme esasları çerçevesinde salıverilmiştir.



Görsel 1. Afyon İli Şuhut İlçesi Anadolu yaban koyunu salım noktası

Salıverme işleminden önce bireylerin sağlık kontrolleri yapılmış ve sağlıklı olduklarına kanaat getirilmiştir. İki bireye izleme çalışmalarının yürütülmesi, yeni mesken alanları ile mobilite alanlarının tespiti, habitat tercihlerinin araştırılması gibi amaçlarla GPS'li tasma takılmıştır.



Görsel 2. Anadolu yaban koyunu yeniden yerleştirme işlemi

### 3. BULGULAR

Çalışmanın yeniden yerleştirme arazi çalışmalarında 4\*4 pikap, fotoğraf makinesi, GPS'li tasmalardan yararlanılmıştır.

Yeniden yerleştirme esasları çerçevesinde doğal alanına salınan 30 adet yaban koyununun 2 tanesinde GPS'li tasma işlevini yerine getirmekte ve grupların takibinde önemli veriler

göndermektedir. Elde edilen bilgilerden salıverilen türlerden 5 adedinin Afyon ili Sandıklı İlçesi Kocaçal Mevkinde sağlıklı bir şekilde yaşamına devam ettiği görülmüştür (Görsel 3).



Görsel 3. Afyon/Sandıklı tarafında Kocaçal Mevkiinde yayılmaya devam eden 5 adet koç birey

Salıverilen gruba ait 5 erkek ve 9 dişinin de Afyon ili Sandıklı İlçesi Meteoroloji İstasyonu bölgesinde tek bir grup halinde dolaşmaya ve beslenmeye devam ettiği görülmüştür (Görsel 4).



Görsel 4. Sandıklı Meteoroloji İstasyonu bölgesinde yayılış gösteren Anadolu yaban koyunu bireyleri

2021 yılı Haziran ayından tarihinde Şuhut Balçıkhisar köyü arazisinde drone ile yapılan arazi çalışmasında 10 dişi birey 3 tane yavru 2 tane genç erkek toplam 15 adet Yaban Koyunu görüntülendi (Görsel 5).





Görsel 5. Balçıkhisar Köyü habitatlarında mesken alan oluşturan Anadolu yaban koyunu bireyleri

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 5. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Afyonkarahisar Şuhut Anadolu Yaban Koyunu Üretim İstasyonunda üretilen Anadolu Yaban Koyunları tarafından Afyon İli Şuhut İlçesi Yaban Koyunu Üretim İstasyonunda bulunan 15 koç (erkek) ve 15 dişi olmak üzere 30 Anadolu yaban koyunu bireyi 2020 yılında doğal alanına yeniden yerleştirme esasları çerçevesinde salıverilen Anadolu yaban koyunu bireylerinden 2022 yılı itibarıyla 10 adet yavru meydana gelmesi, çalışmanın başarılı olduğunun göstergesi olmuştur. Dolayısıyla, doğaya salıverilen Anadolu yaban koyunu bireylerinin nispeten adapte olduğu görülmektedir. Çalışmanın başarısının ölçülmesi amacıyla alanda Noktada sayım yöntemi ve Dronla gözlem teknikleriyle populasyon izleme ve envanter çalışmaları Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Yaban Hayatı Eklojisi ve Yönetimi Bölümü işbirliğinde devam etmektedir.

#### KAYNAKÇA

Barış, T. A. Ş., & Yakar, M. (2009). Afyonkarahisar ilinde yerleşmelerin yükselti basamaklarına göre dağılışı. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(2), 145-162.

Berger-Tal, O., Polak, T., Oron, A., Lubin, Y., Kotler, B. P., & Saltz, D. (2011). Integrating animal behavior and conservation biology: a conceptual framework. *Behavioral Ecology*, 22(2), 236-239.

Clark, P. E., Johnson, D. E., Kniep, M. A., Jermann, P., Huttash, B., Wood, A., ... & Titus, K. (2006). An advanced, low-cost, GPS-based animal tracking system. *Rangeland Ecology & Management*, 59(3), 334-340.

Kandır, E. H., & Koçak, H. (2020). Afyonkarahisar İlinde Yırtıcı Kuşların Ateşli Silah Yaralanmaları Üzerine Bir Araştırma. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(3), 340-347.

Oğurlu, İ., 2001. Yaban Hayatı Ekolojisi, SDÜ Yayınları, Yayın no:19,296 s., Isparta.

Oğurlu, İ. 1995. Ormancılık ve Yaban Hayatı Koruma-Üretme Çalışmalarının Koordinasyonu Üzerine Bir Deneme, Karadeniz Ormancılık Kongresi, Trabzon.

Saltz, D., 1998. A long-term systematic approach to planning reintroductions: the Persian fallow deer and the Arabian oryx in Israel. *Animal Conservation*. Volume 1 Issue 04 - Nov 1998, p245-252.

Sipko, T. P., Gruzdev, A. R., Ukraintseva, V. V., & Egorov, S. S. (2006). On Studies of Hoofed Animals Nourishment on Wrangel Island. *Vestnik Okhotovedenia*, 2(3), 231-240.

Trolle, M., & Kéry, M. (2003). Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of mammalogy*, 84(2), 607-614.

Yasin, Ü. N. A. L., & ÇULHACI, H. (2018). Investigation of fallow deer (*Cervus dama* L.) population densities by camera trap method in Antalya Düzlerçamı Eşenadası Breeding Station. *Turkish Journal of Forestry*, 19(1), 57-62.

Zabransky, C. J., Hewitt, D. G., Deyoung, R. W., Gray, S. S., Richardson, C., Litt, A. R., & Deyoung, C. A. (2016). A detection probability model for aerial surveys of mule deer. *The Journal of Wildlife Management*, 80(8), 1379-1389.

## ANTALYA DÜZLERÇAMI YABAN HAYATI GELİŞTİRME SAHASINDAKİ BÜYÜK MEMELİ YABAN HAYVANLARININ YAYILIŞI VE DAĞILIMI

Dilek ARSLAN HİSARKAYA<sup>1</sup>, Mevlüt ZENBİLCİ<sup>2</sup>, Yasin ÜNAL<sup>3</sup>, Ahmet KOCA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, [d.arslan-55@hotmail.com-0000-0003-0489-8033](mailto:d.arslan-55@hotmail.com)

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,  
zenbilci1907@gmail.com- 0000-0002-9329-0419

<sup>3</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi, yasinunal@isparta.edu.tr –  
0000 0001-7180-133X

<sup>4</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Sütçüler Meslek Yüksek Okulu ,  
ahmetkoca09@yahoo.com- /0000-0002-9567-6542

### ÖZET

Karasal ekosistemde büyük memeli türleri, tür çeşitliliğinin şekillenmesinde önemli kilit taşı tür olarak kabul edilmektedirler. Bu nedenle değerlendirmenin etkin bir şekilde yapılabilmesi için alanda bulunan büyük memeli türlerinin ekolojik özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Büyük memeli türlerinin gösterdikleri saklanma davranışı, genelde nokturnal olmaları ve ulaşılması zor habitatlarda yaşamaları gibi nedenler bu türlerin çalışılması özellikle de arazi çalışmalarının yapılmasını oldukça güçleştirmektedir. Memeli türler üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda kullanılan yöntemler, doğrudan yöntemler ve dolaylı yöntemler olmak üzere iki ana başlıkta toplanmaktadır. Son yıllarda özellikle fotokapan yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalarla birlikte büyük memeli türler üzerinde araştırmalar hızlı bir artış göstermiştir.

Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası (YHGS), alanın biyolojik çeşitliliğini oluşturan hedef tür alageyik ve yaban keçisi dışında, gerek bitkiler ve yaban hayvanları açısından gerekse jeomorfolojik yapısı itibarıyla ayrıcalıklı bir konuma sahiptir. 28.972 ha lık bir alanı kapsamaktadır. Tür zenginliği ve arazi yapısıyla Türkiye'deki en önemli YHGS sahalarının başında gelmektedir. Yaban Hayatı geliştirme sahası içinde Türkiye'nin en büyük milli parklarından birisi olan Termessos Milli Parkı bulundurmaktadır.

Bu araştırmada, 2015-2017 yılları arasında fotokapan yöntemi ile Düzlerçamı YHGS'de yayılış gösteren büyük memeli türlerin tespiti yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Memeli, Fotokapan, Düzlerçamı

### Giriş

Karasal ekosistemde büyük memeli türler, tür çeşitliliğinin şekillenmesinde önemli bir rol almakta ve tür çeşitliliğinin şekillenmesinde kilit taşı tür olarak kabul edilmektedir (Sinclair, 2003; Soyumert, 2010). Bu nedenle değerlendirmenin etkin bir şekilde yapılabilmesi için alanda bulunan ve tür çeşitliliğinin şekillenmesinde önemli bir yere sahip olan büyük memeli türlerinin ekolojik özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir (Cavallini adn Lovari, 1994; Hargis et al., 1999; Chamberlain and Leopold, 2000; Virgos, 2001, Palomares, 2001; Roddini and Boitani, 2002; Soyumert, 2010). Ülkemiz ve dünya genelinde de sayılarının gün geçtikçe azalması ve popülasyon büyüklerinin küçük olması çalışmayı güçleştiren başka etmenlerdir. Bunların haricinde artan insan etkileri yani sanayileşme ve orman yangınları gibi habitat tahribatına neden olan etmenler ile kaçak ve bilinçsiz avcılık gibi faktörler memeli hayvanlar üzerinde tüm dünyada giderek artan tehditlerdir (Soyumert, 2010).

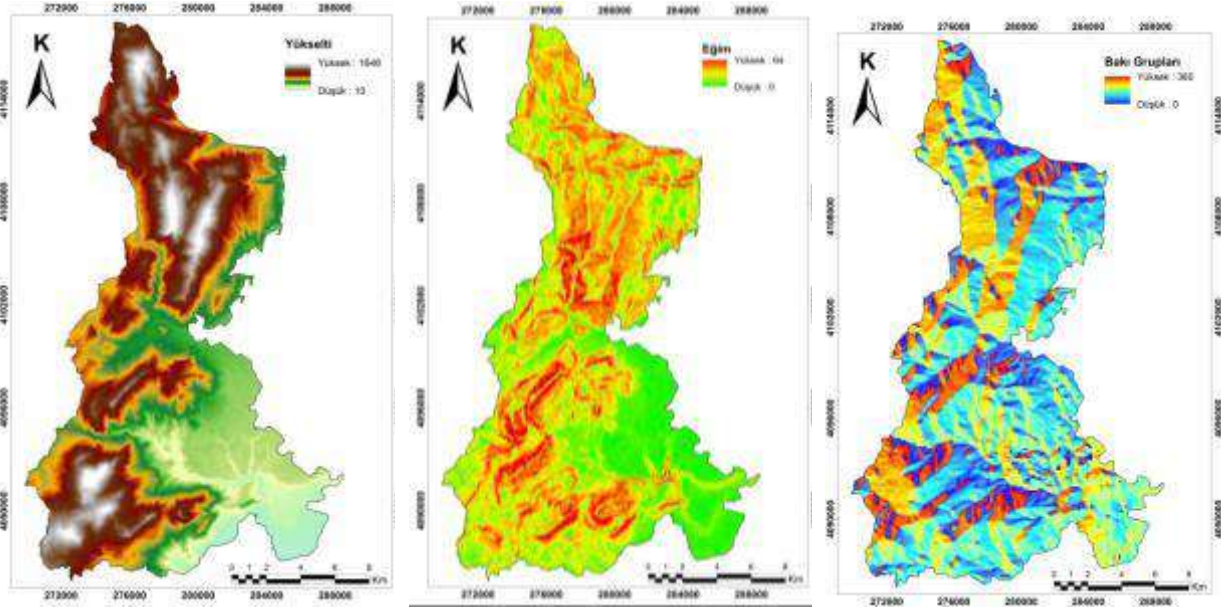
Ülkemizde bulunan 85 adet yaban hayatı geliştirme sahasının 8'i Antalya sınırları içinde yer almaktadır. Bunlardan biri olan Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası; Antalya ilinin Korkuteli, Döşemealtı, Kepez ve Konyaaltı ilçeleri mülki hudutları içinde kalmakta olup Antalya şehir merkezinden karayolu ile alanın güney sınırına uzaklığı 15 km'dir. Doğusunda Güver Uçurumu Kanyonu, Yukarı Karaman yerleşim alanı ve Korkuteli asfaltı, kuzeyinde Korkuteli asfaltını takiple Termessos Milli Parkı, Yeşilkayrak ve Akkaya, batısında Gürkavak, Mecene Kanyonu ve Kozdağ, güneyinde ise Doyran, Aşağı Karaman ve Antalya ili yerleşim alanları bulunmaktadır. Alan, sahip olduğu zengin florası, su kaynakları ve arazi yapısı ile alageyik ve diğer memeli türler için uygun yaşama ortamına sahiptir. Alanın toplam yüzölçümü 29.033 hektar, deniz seviyesinden yüksekliği ise 150 - 1663 metre (Eren tepe) arasındadır.

## **Materyal Metot**

### **Araştırma alanının tanıtımı**

Arazi çalışmaları Antalya-Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda 2015-2017 yılları arasında yürütülmüş, Araştırmada fotokapan teknikleri uygulanmış, yaklaşık 29000 hektar genişliğindeki bir sahada çalışılmıştır. Araştırma sahası, kapalılığı düşük kızılçam (*Pinus brutia*) ve yer yer kızılçam-ardıç (*Juniperus spp.*) karışık meşcerelerinden oluşan "iğne yapraklı ormanlar" ile maki elemanlarının ağırlıklı olduğu seyrek kızılçam ve ardıç ağaçlarını bulunduran "kaya vejetasyonu" olmak üzere başlıca iki vejetasyon tipinden meydana gelmektedir (Saribaşak vd., 2011). Türkiye'deki en önemli YHGS sahalarının başında yer alan Düzlerçamı Yaban Hayatı geliştirme sahası içinde Türkiye'nin en büyük milli parklarından birisi olan Termessos milli parkını içinde bulundurmaktadır. Bu nedenle bu araştırmada, çalışma bölgesi olarak Düzlerçamı seçilerek, bölgedeki büyük memeli türlerinin tespiti ve mevcut koşullar altında gösterdikleri ekolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.





Düzlerçamı YHGS ölçeğinde oluşturulmuş sayısal yükselti, eğim ve bakı haritaları

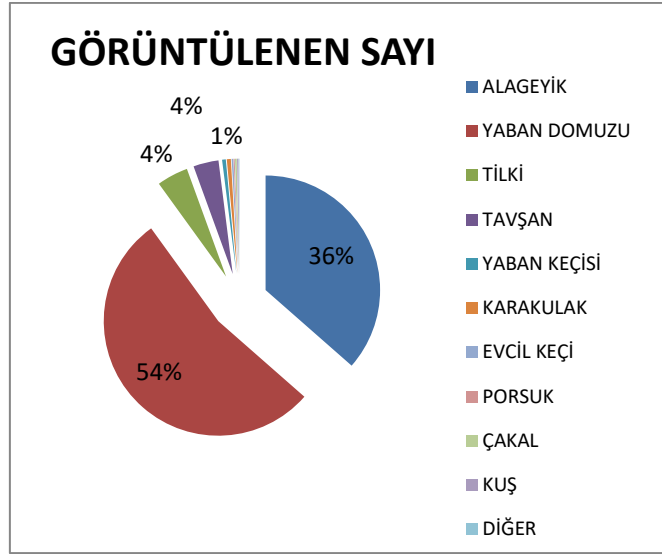
## Fotokapan yöntemi

Araştırmada, Cuddeback marka fotokapanlar kullanılmıştır. Bu fotokapanlar, kızıl ötesi çekim, 0.25 saniye tetikleme süresi, 15 metre gece görüş mesafesi ve 20 megapiksel çözünürlük, 1-5 arası fotoğraf çekim ayarı, değiştirilebilir siyah ve beyaz flash, renkli çekim ve aynı anda hem fotoğraf hem video çekme gibi özelliklere sahiptir (Fort, 2016).

Fotokapanlar sahaya yerleştirmeden önce memelilere ait iz ve belirtilerin tespit edilebilmesi için ön etüt çalışmaları yürütülmüştür. Yapılan bu çalışmada alageyik (*Dama dama*), yaban keçisi (*Capra aegagrus*), domuz (*Sus scrofa*), tavşan (*Lepus europaeus*), çakal (*Canis aureus*), karakulak (*Caracal caracal*), ve porsuk (*Meles meles*) izlerine rastlanmıştır. Gerçekleştirilen fotokapan çalışmasında Cuddeback Black Flash E3 marka 34 adet pasif fotokapan cihazı kullanılmıştır. Arazi çalışmaları 2015-2016 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Sistemik ve opportunist yöntemlere göre fotokapanlar kurulmuştur. Fotokapanlardan elde edilen veriler elektronik ortama aktarılarak saklanmış ve ofis çalışmaları yapılarak yoğunluk hesabı yapılmıştır.

## Bulgular

Çalışma alanında yapmış olduğumuz ön etüt arazi çalışmalarında var-yok yöntemiyle yaban hayvanlarına ait iz ve dışkıların bulunduğu bölgeler tespit edilerek bu bölgelere fotokapanlar kurulmuş ve alanın faunası, yaban hayvanlarının popülasyon durumu, tehdit faktörleri ve alanın kullanım durumu belirlenmeye çalışılmıştır. YHGS'nin güney kısmının daha düz olması, yükseltinin düşük olması ve habitat çeşitliliğinin fazla olması nedeniyle başta alageyik olmak üzere yaban hayvanları tarafından daha çok tercih edildiği tespit edilmiştir.



### **Alageyik (*Dama dama*)**

Alageyik (*Cervus dama* L.) cervidae familyasından ülkemizde doğal yayılış göstermektedir. BERN ve Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmelerinde belirtilen esaslar dâhilinde mutlak surette popülasyonlarının habitatu ile birlikte korunması ve geliştirilmesi gereken çok önemli bir memeli hayvan türüdür. Türkiye’de Alageyiğin doğal olarak bulunduğu tek bölge olan Düzlerçamı YHGS, bu türün gen merkezi durumundadır. Yani türün bu bölgeden orijin aldığı ve yayıldığı da dikkate alındığında bölgenin bu tür açısından son derece önemli olduğu görülmektedir. Düzlerçamı YHGS’nin en önemli kaynak değerlerinden birisi olmasının yanında Güney, güney-batı Anadolu, Akdeniz sahilleri alageyiğin ana vatanıdır. Çalışma sahasının güney kısmındaki tarım alanlarında , kızılçam ormanlarında ve maki sahalarında yayılış göstermektedir.

### **Yaban domuzu (*Sus scrofa*)**

Yaban domuzu (*Sus scrofa*), domuzgiller (Suidae) familyasından çift toynaklı memeli bir türdür. IUCN’ye göre yaban domuzu (*Sus scrofa* L.) en az risk ‘LC’ (Least Concern) grubundadır (IUCN Red List, 2018). Yaban domuzu, ülkemizin hemen her tarafında görülmekle birlikte, bazı bölgelerde ise daha yoğun olarak görülmektedir. (Atlı,2019)

### **Tilki ( *Vulpes vulpes*)**

Tilki (*Vulpes vulpes* ) canidae familyasına ait dünyada ve Türkiye’de geniş yayılış alanına sahip bit türüdür. Ergin bireylerin vücut ağırlığı, 3 ile 14 kg arasında değişmektedir (Center, 2001). Kızıl tilki türlerinin erkek bireyleri, genellikle dişilerden daha büyüktür. Kızıl tilkilerin çöl, orman, bozkır, tundra ve şehir merkezleri gibi çok çeşitli habitatlarda yaşadıklarına dair kayıtlar verilmiştir. Doğal habitatu, kurak, makiliği bol olan karışık ve ağaçlık bölgelerdir (carter, 2010).

Bu tür mevsimsel besin değişimine de son derece adaptasyon göstermektedirler (Perrine vd, 2010).

### **Yaban tavşanı (*Lepus europaeus*)**

Yaban tavşanı; leporidae familyası ait 2 ile 7 kg arasında ağırlığa sahip olabilen memeli bir yaban hayvanı türüdür. Yabani tavşanlar çok hızlı hareket edebilir. Orman içi açıklık alanlar ve ziraat alanları beslenme için tercih ettikleri ilk alanlardır. Yaşam alanı olarak insanlardan uzak alanları seçmektedirler (Ertuğrul vd., 2017). Ülkemizdeki kaçak ve bilinçsiz bir şekilde devam eden avlanma yüzünden bazı bölgelerdeki yoğunluğu iyice azalmıştır (Mert,2019)

### **Yaban keçisi ( *Capra aegagrus* )**

Yaban keçisi bovidae familyasına ait Ülkemizde denizden 3700 m yükseltiye kadar sarp kayalıklar, ormanla kaplı sarp yerler, bodur çalılarla kaplı kayalıklarda yaşarlar. Gündüz aktif olan bir hayvandır. Çalışma sahasının Kuzey kısmındaki 1500 m veya daha yüksek kısımların kayalık alanlarında yayılış gösterdiği görülmüştür.

### **Karakulak ( *Caracal caracal* )**

Ülkemizde bulunan Felidae familyasına ait 5 kedi türünden biri olan karakulak (*Caracal caracal*) biyoçeşitlilik ve gen değeri açısından Anadolu'nun en önemli karnivor memeli hayvan türlerinin başında gelmektedir. Çalışma alanında yer yer seyrek ağaçlıklı düz ve rakımı düşük habitatlarda yayılış gösterdiği tespit edilmiştir.

### **Porsuk (*Meles meles*)**

Mustelidae familyasında yer alan *Meles meles*, Meles cinsi içinde bulunan tek türdür. Proje alanında tespit edilen porsuk, genel itibariyle proje alanının nispeten eğimli habitatlarının yer aldığı güney kısımlarda tespit edilmiş. Yer yer kızılçam ağaçlıklı habitatları ile Termessos Milli Parkı civarındaki dağlık arazilerde yayılış gösterdiği tespit edilmiştir.

### **Çakal (*Canis aureus*)**

Carnivora (Etçiller) takımının, Canidae(köpekgiller) familyasına aittir. Ülkemizde en çok bütün sahil şeritlerinin sık ormanlık, çalılık, maki ve fundalıklarda, derin vadilerde ve alçak yamaçlardaki meşeliklerde yaşar.

### **Tartışma Sonuç**

2016 yılında 24299 fotokapan görüntüsü ve video elde edilmiştir. Bu görüntülerden 1182 adedinde 1639 alageyik görüntülenmiştir. 2017 yılında gerçekleştirilen çalışmalarda da 8888 adet fotokapan görüntüsü ve video görüntüsü elde edilmiştir. Bu görüntülerden 828 adedinde 1010 alageyik görüntülenmiştir. Bu tespite göre alageyikler genel itibariyle gruplar halinde görüntülenmiştir. Fotokapana takılan diğer yaban hayvanı türleri (Çakal (*Canis aureus*), tilki (*V. vulpes*), yaban tavşanı (*L. europaeus*), kaya sansarı (*M. foina*), yaban domuzu (*S. scrofa*), yaban keçisi (*C. aegagrus*), porsuk (*M.*

meles) ve karakulak (*C. I. caracal*) dikkate alındığında alageyiğin % 28 lik oranla yaban domuzu ile birlikte en fazla görüntülenen yaban hayvanı türü olduğu görülmüştür.

## Kaynaklar

Carter, A. 2010. Improving red fox (*Vulpes vulpes*) management for bush stonecurlew (*Burhinus grallarius*) conservation in south-eastern Australia.

Cavallini, P., Lovari, S., 1994. Home range, habitat selection and activity of red fox in a Mediterranean coastal ecotone. *Acta Theriologica* 39(3), 279-287

Center, U. o. R. C. P. R. 2001. Selected Mammals of Saskatchewan. University of Regina Press,

Chamberlain, M.J., Leopold, B.D., 2000. Spatial use patterns, seasonal habitat selection, and interactions among adult gray foxes in Mississippi. *Journal of Wildlife Management* 64(3), 742-751.

Ertuğrul, E.T., Mert, A., Oğurlu, İ., 2017. Mapping habitat suitabilities of some wildlife species in Burdur Lake Basin. *Turkish Journal of Forestry*, 18(2): 149-154. DOI: 10.18182/tjf.330950

Hargis, C.D., Bissonette, J.A., Turner, D.L., 1999. The influence of forest fragmentation and landscape pattern on American Martens. *Journal of Applied Ecology* 36, 157-172.

Mert, A. 2019. Göller Yöresinde Yaban Tavşanı (*Lepus europaeus*)'nın Var-Yok Verilerine Dayalı Bulunma Olasılıkları İle Uydu Verileri Arasındaki İlişkiler.

Palomares, F., 2001. Vegetation structure and prey abundance requirements of the Iberian lynx: implications for the design of reserves and corridors. *Journal of Applied Ecology* 38, 9-18.

Perrine, J. D., Campbell, L. A. and Green, G. A. 2010. Sierra Nevada red fox (*Vulpes vulpes necator*): a conservation assessment.

Randinini, C., Boitani, L., 2002. Habitat use by beech martens in a fragmented landscape. *Ecography* 25, 257-264.

Sarıbaşak, H., Kaçar, M.S., Başaran, M.A., Cengiz Y., Köker, A., Sert, A., 2005. Alageyik (*Dama dama* L. 1758), Üretim ve Yerleştirme Teknikleri, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 267, Müdürlük Yayın No : 027 Teknik Bülten No:23, 80 s. Antalya

Sinclair, A.R.E., 2003. Mammal population regulation, keystone processes and ecosystem Dynamics. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 358, 1729-1740

Soyumert, A., 2010. Kuzeybatı Anadolu Ormanlarında Fotokapan Yöntemiyle Büyük Memeli Türlerinin Tespiti Ve Ekolojik Özelliklerini Belirlenmesi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Virgos, E., 2001. Role of isolation and habitat quality in shaping species abundance: a test with badgers (*Meles meles* L.) in a gradient of forest fragmentation. *Journal of Biogeography* 28, 381-389

## TAHIL VE BAKLAGİLLERİN BESİNSEL ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE ALTERNATİF BİR YÖNTEM: ÇİMLENDİRME

**Arş. Gör. Betül OSKAYBAŞ EMLEK<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÖZBEY<sup>2</sup>, Doç. Dr. Kevser KAHRAMAN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, betuloskaybas@ohu.edu.tr, 0000-0002-0238-8948

<sup>2</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, ayse.ozbey@ohu.edu.tr, 0000-0003-3210-4077

<sup>3</sup>Abdullah Gül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, kevser.kahraman@agu.edu.tr, 0000-0002-2786-3944

### ÖZET

Tahıllar ve kuru baklagiller içerdikleri makro besinler ve mikro besinler ile özellikle gelişmekte olan ülkeler için en önemli besin kaynaklarıdır. Fakat hayvansal gıdalara göre daha az protein içermeleri, bazı temel aminoasitlerin eksikliği, meyve ve sebzelere göre daha az diyet lifi ve antioksidan özelliğe sahip daha az bileşen içermesi ve bazı antibesinsel özelliklere sahip bileşenlere sahip olması nedeniyle besin kalitesi düşüktür. Özellikle baklagillerde bulunan antibesinsel özelliklere sahip proteaz inhibitörleri protein sindirilebilirliğini kısıtlarken, tahıllarda bulunan fitik asit mineral emiliminde azalmaya sebep olmaktadır. Bu antibesinsel bileşenler pişirme, suda bekletme, ekstrüzyonla pişirme, kabuk ayırma, fermantasyon gibi işlemler ile azaltılabilir. Çimlendirme işlemi de bu bileşenleri azaltmada aktif rol oynayan uygulamalardan biridir. Çimlendirme işlemi tahıl ve kuru baklagilde bulunan antibesinsel bileşenlerin etkisini azaltmanın yanı sıra makro bileşenlerin (karbonhidrat, protein, yağ) kompozisyonunda değişime sebep olarak gıdanın besleyici özelliğinin artmasını sağlar. Ayrıca, çimlendirme ile vitamin ve mineral biyoyararlılığında artış sağlanır, fenolik bileşenlerde gerçekleşen artış ile de gıdanın antioksidan özellikleri gelişir. Son yıllarda, çimlenmiş tahıl ve baklagillerin kullanımı sahip oldukları sağlık için faydalı biyoaktif bileşenler nedeniyle oldukça popülerlik kazanmıştır, aynı zamanda fonksiyonel gıda üretiminde de çimlenmiş taneler ingredien olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Çimlendirme işleminin gıda kompozisyonunda değişime sebep olması, gıda teknolojisi açısından gıdanın işlenebilirliğini etkiler. Bu durum, gıda uygulamalarında gıdaya istenilen tekstürel ve duyuşsal özelliklerin kazandırılmasında çimlendirilmiş tane kullanımını arttırmıştır. Çimlendirme işleminin kolay uygulanabilirliği, ekonomik açıdan ucuz bir yöntem olması ve besinsel değerleri geliştirme açısından etkili bir yöntem olması kullanımını yaygınlaştırmıştır. Bitkinin yapısal özellikleri, ışık, nem, sıcaklık gibi faktörler çimlendirme işleminin etkinliğini etkiler. Bu derlemenin amacı, son yıllarda oldukça popülerlik kazanan çimlendirme işleminin tahıl ve kuru baklagillerin yapısında meydana getirdiği değişiklikleri biyokimyasal açıdan incelemektir. Çimlendirme koşullarının bu değişikliklere etkisi de incelenecektir. Çimlendirilmiş tahıl ve kuru baklagil kullanımının



insan sağlığı üzerine etkisi ve gıda endüstrisi için gıda uygulamalarında kullanılabilirliği de literatürde yapılan araştırmalar çerçevesinde değerlendirilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** çimlendirme, tahıl, baklagil, besinsel özellik

## 1.GİRİŞ

Tahıllar ve kuru baklagiller, nispeten düşük maliyetleri, uzun süre bozulmadan depolanabilmeleri ve yüksek besin değerleri nedeniyle özellikle gelişmekte olan ülkelerde günlük beslenme rutininde önemli ve hayvansal proteinlere alternatif temel gıdalar arasında yer almaktadır (Trugo vd., 2000; Kılınçer ve Demir, 2019). Bunlara ilaveten tahıl ve kuru baklagillerin sahip oldukları diyet lif ve mineral içerikleri, besleyici değerlerine ek olarak önemli miktarda polifenolik bileşik içermeleri bu gıdaların dünya genelinde hemen hemen her diyetle yer almasını sağlamaktadır (Lin ve Lai, 2006).

Toplumumuzun beslenmesinde günlük kalori ihtiyacının %58'inin tahıl ve tahıl ürünlerinden karşılandığı, bu sebeple bu ürünlerden alınan besin ögesi miktarının mümkün olduğunca yüksek tutulması gerektiği belirtilmiştir (Bilgiçli, 2002). Kuru baklagillerin ise gelişmiş ülke üreticilerinin deyimiyle "yoksul adamın eti" olarak nitelendirilmesi, baklagillerin insan beslenmesindeki önemini belirtmektedir (Duranti ve Gius, 1997). Yemeklik tane baklagillerin %18–31,6 oranında protein içermesi baklagillerin beslenme açısından önemini desteklemektedir (Ertaş, 2007). Bununla birlikte, tahıl ve kuru baklagillerin sahip olduğu bazı antibesinsel bileşenler bu gıdaların kullanımını sınırlandırmaktadır. Proteaz inhibitörleri, lektinler, fitatlar ve  $\alpha$ -galaktozidler antibesinsel özelliklere sahip antibesinsel bileşenlere örnek olarak verilebilir (Duranti ve Gius, 1997; Lestienne vd., 2005). Örneğin bu bileşenlerden, tahıl ve kuru baklagillerde bulunan fitat ve oksalatların mineral biyoyararlanımını azalttığı belirtilmiştir (Lestienne vd., 2005). Bu bileşenlerden rafino sükrozun  $\alpha$ -galaktozidler olarak bilinen rafinoz oligosakkaritlerin ise memelilerin sindirim enzimleri tarafından sindirilemediği, bağırsak bakterileri tarafından fermente edildiği ve midede gaz oluşumuna sebep olduğu belirtilmiştir (Ertaş, 2007). Proteaz (trypsin, kimotrypsin) inhibitörlerinin ise baklagillerde protein sindirilebilirliğinin düşmesine sebep olduğu ifade edilmiştir (Pekşen ve Artık, 2005).

Çimlendirme işlemi, hububat ve baklagillerin besinsel değerleri üzerinde etkili olup onları besinsel açıdan daha faydalı hale gelmesini sağlayan işlemlerden biridir (Oskaybaş-Emlek vd., 2021). Genel olarak, çimlenme, gıdaların fenolik içeriğini ve antioksidan kapasitesini geliştirmenin yanı sıra besin emilimini engelleyen beslenme karşıtı faktörleri azaltabilen basit ve ekonomik açıdan ucuz bir yöntemdir (Salgado vd., 2022). Besinsel açıdan olumlu etkilerinin yanı sıra çimlenme ile tohumların endojen enzimleri aktive olduğu için tanede bulunan temel bileşenlerin (protein, nişasta, yağ) miktarı da değişir. Sonuç olarak, tohumun biyokimyasal, morfolojik, fonksiyonel ve işlenebilirlik özellikleri değişir (Oskaybaş-Emlek vd., 2021). Bu durum ise, otomatik olarak tohumların gıda uygulamalarında kullanılabilirliğine etki eder.

Çimlenmenin başlayabilmesi için tanelere sadece belirli miktar su verilmesi gerekmektedir. Bu sebeple ev ortamında dahi kolaylıkla uygulanabilir olması çimlenme işleminin popülerliğini artırmaktadır (Salgado vd., 2022). Bununla birlikte çevresel faktörler (çimlenme süresi, sıcaklık ve ışık) çimlenmeye etki etmektedir (Ding ve Feng, 2019), bu faktörlerin optimizasyonu ile çimlenme sonucu elde edilen ürünün besinsel faydasını arttırmak mümkün olmaktadır.



Bu derleme, çimlendirme işleminin tahıl ve kuru baklagillerin yapısında meydana getirdiği değişiklikleri biyokimyasal açıdan incelemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, çimlendirme koşullarının çimlenme üzerine etkisi de incelenecektir. Çimlendirilmiş tahıl ve kuru baklagil kullanımının insan sağlığı üzerine etkisi ve gıda endüstrisi için gıda uygulamalarında kullanılabilirliği de literatürde yapılan araştırmalar çerçevesinde değerlendirilecektir.

## 2. TAHIL VE BAKLAGİLLERDE ÇİMLENDİRME

### 2.1. Çimlendirme İşleminin Tahıl ve Baklagillerin Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Çimlendirme işlemi tahıl ve kuru baklagilin başta nişasta, protein, yağ gibi büyük moleküllerinin morfolojisinde ve miktarında değişikliğe sebep olurken, bunlara ilaveten tohum içerisinde bulunan antibesinsel özelliklere sahip (tripsin, tanen, fitat vb.) bileşenlerde de değişikliğe sebep olur. Ayrıca çimlendirme işleminin tohumun içerdiği polifenolik maddeler üzerinde de etkisi vardır. Aşağıda çimlendirme işleminin tahıl ve kuru baklagillerde bulunan belirli bileşenler üzerine etkisi sıralanmaktadır.

Çimlenme sırasında amilaz enzimi tohuma enerji sağlamak için depo makromoleküllerini daha basit moleküllere hidrolize eder (Guzmán-Ortiz vd., 2019). Diğer bir deyişle, amilaz enzimi depolanmış halde bulunan nişasta molekülünü basit şekerlere (glikoz, maltoz ve daha az miktarda sakkaroz) hidrolize ederek, hem tohumun büyümesi için enerji kaynağı oluşturur, hem de sindirilebilirliği artırır (Şenlik ve Alkan, 2021). Çimlenme esnasında amilaz enziminin aktivitesi ile granül morfolojisi de değişir (Oskaybaş-Emlek vd., 2021). Çimlendirme ile birlikte nişasta granül yüzeyinin yapısı bozulur ve protein yapılarını içeren sürekli matriks hafifçe kaybolmaya başlar. Xing vd. (2021)'e göre çimlenme sırasında enzimin nişasta üzerine aktivitesi üç aşamadan oluşur. İlk olarak enzim nişasta yüzeyine adsorbe olur ve nişasta hidrolizi başlar. İkinci aşamada hidroliz artar ve granül yüzeyinde birçok küçük delik oluşur, böylece enzimin granül merkezine yayılmasını sağlayan kanallar genişler. Son aşamada, granül yüzeyi katalitik enzim etkisiyle bozulur ve değişir.

Tohum çimlenmesi sırasında nişasta parçalanması ile oluşan şeker miktarlarının (maltoz, glikoz vb.) oranları tohuma göre farklılık göstermektedir. Bu durumun ise, çimlenme esnasında  $\alpha$ -amilaz ve  $\beta$ -amilaz enzimlerinin oransal farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Kılınçer ve Demir, 2019).

Çimlendirme tahıl ve kuru baklagil toplam diyet lif üzerine etkisinin değerlendirildiği pek çok çalışma mevcuttur. Literatürde bazı çalışmalarda çimlenmenin tohumun diyet lif içeriğinde azalmaya sebep olduğu belirtilmiş, bu durum ise çimlenme boyunca tohumun selülozik glikoz içeriğinin metabolik reaksiyonlar ile azalmasına bağlanmıştır (Dueñas vd., 2016). Gunenc vd. (2017)'e göre bu azalma, çimlenmenin karbonhidrattaki yapısal değişiminden kaynaklı hemiselülozun azalmasına bağlanır. Singh vd. (2017) ise, çimlendirme ile gerçekleşen metabolik reaksiyonların hücre duvarında degradasyona sebep olduğunu böylece diyet lif miktarında azalma meydana gelebileceğini belirtmiştir. Diğer taraftan, bazı çalışmalarda ise çimlendirme işlemi tohumdaki diyet lif miktarında artış oluşturmuştur (Chauhan vd., 2015; Jan vd., 2016). Bu artış miktarı ise, çimlenmenin birincil hücre duvarı ve dirençli nişasta oluşturduğuna bağlanmıştır (Jan vd., 2016). Benzer şekilde Domínguez-Arispuro vd. (2018), çimlenme ile tohumların hücre duvarı polisakkaritlerinin yapısının değiştiğini ve hücre duvarı biyosentezinin yanı sıra yeni diyet lifi oluşumunun gözlenebileceğini belirtmiştir.

Çimlendirme işlemi tohumdaki protein miktarına da etki eder. Tahıl ve kuru baklagillerin yapısında bulunan proteinler (albümin, globülin, glutelin, prolamin) çimlendirme esnasında proteolitik enzimler tarafından daha küçük moleküllere (oligopeptit, peptitler ve aminoasitler) hidrolize olmaktadır. Bu durum ise protein biyoyararlılığında artış meydana getirmektedir (Şenlik ve Alkan, 2021). Pal vd. (2017) yeşil mercimeğin çimlendirmesi ile protein miktarında gözlenen artışı proteaz enzimine bağlamıştır. Diğer taraftan, Oskaybaş-Emlek vd. (2021) ise yeşil mercimeğin çimlendirilmesi ile protein miktarında artış gözlemlenmiş olup bu durumu çimlenme süresince enzimatik faaliyetlerle yeni amino asit sentezlenebileceğine atfetmiştir.

Lipitler, tahıl ve kuru baklagillerde triaçilgliseroller (TAG) şeklinde bulunmaktadır. Çimlenme esnasında lipaz enzimi aktif olur ve TAG'ın ester bağlarını hidrolize ederek serbest yağ asitleri ve gliseroller oluşur (Şenlik ve Alkan, 2021). Bu serbest yağ asitleri, tohumların büyümesini desteklemek için gerekli enerjiyi üretmek üzere hem sitozolde hem de mitokondride  $\beta$ -oksidasyona uğrar, sonuç olarak, çimlenme süresince ham yağ içeriğinde bir azalma beklenir (Xu vd., 2019). Literatürde çimlendirme işlemi ile tohumdaki yağ miktarının azalmasına yönelik birçok çalışma bulunmaktadır (Chauhan vd., 2015; Jan vd., 2016; Xu vd., 2019)

Fitatlar, tahıl ve baklagillerde fosforun en önemli depo formunu oluşturan bileşiklerdir. Fakat insanlarda fitaz enziminin yetersizliğinden dolayı fitat fosforunun bir kısmı vücutta sindirilemez. Aynı zamanda fitatlar şelat yapma kapasitelerinden dolayı Zn, Mn, Fe, Mg, Ca gibi minerallerle çözünmez tuzlar oluşturarak bu minerallerin emilimini engellerler (Şenlik ve Alkan, 2021). Çimlenmemiş tahıl ve baklagil tanelerinde çok az endojen aktivite bulunduğu, ancak çimlenme sırasında fitatın parçalayıcı aktivitesinde belirgin bir artış gözlemlendiği belirtilmiştir (Gupta vd., 2015). Azeke vd. (2011) ise, pirinç, mısır, darı, sorgum ve buğdayda çimlenme esnasında fitaz aktivitesini incelemiş olup, çimlenme ile aktivitenin arttığını ve fitat miktarının önemli derece azaldığını belirtmiştir.

Diğer bir antibesinsel özellik gösteren tanenler, tohumlardaki protein, karbonhidrat ve minerallere bağlanıp bu yapıların sindirilebilirlik oranını ve aminoasit biyoyararlılığını azaltır (Pal vd., 2017; Şenlik ve Alkan, 2021). Pal vd. (2017), çimlenme ile mercimekteki tanen miktarının düştüğünü göstermiştir. Benzer şekilde Megat Rusydi ve Azrina (2012) çimlenme ile soya fasulyesinde tanen miktarının düştüğünü göstermiştir. Çimlenmeden sonra tanen içeriğindeki azalma, tanenlerin tohumdaki protein ve enzimlerle hidrofobik etkileşime girmesi ile ilgilidir (Megat Rusydi ve Azrina, 2012).

Tripsin inhibitörleri de antibesinsel bileşenlerden olup, sindirim enzimi olan tripsine bağlanabilen ve onu etkisiz hale getirebilen proteaz inhibitörleridir (Pal vd., 2017). Çimlendirme işlemi tripsin inhibitörlerinin etkisini azaltan önemli bir işlemdir (Pal vd., 2017). Çimlenme ile meydana gelen fiziksel değişiklikler ve enzimler disülfür bağlarında ve proteinin diğer yapılarında tripsin inhibitörlerini etkisiz hale getiren değişikliklere sebep olmaktadır (Megat Rusydi ve Azrina, 2012). Kumar vd. (2006) çimlenme ile soya fasulyesinde bulunan tripsin inhibitöründe azalma, Pal vd. (2017) da mercimekte bulunan tripsin inhibitörünün çimlenme ile azaldığını göstermiştir.

Tanelerin vitamin içerikleri de çimlendirme işleminden etkilenmektedir. Örneğin, Fernandez-Orozco vd. (2006) çimlenmiş acı baklanın (lupin), çığ tohumlarından daha fazla C ve E vitamini içerdiğini göstermiştir. Başka bir çalışmada ise, çimlenmiş sorgum tanelerinde çimlenmemiş

tanelere göre B vitamininin arttığı, bu artışın ise en fazla riboflavinde (B2) gerçekleştiği belirtilmiştir (Pinheiro vd., 2021).

Tahıllar ve baklagiller aynı zamanda önemli miktarda polifenol adı verilen biyolojik aktif bileşenlere sahiptir. Polifenoller ise, fenolik asitler, flavonoidler ve fitoöstrojenler gibi alt gruplara ayrılmaktadır (Şenlik ve Alkan, 2021). Baklagil ve tahıllarda çimlenmenin etkisinin araştırıldığı çalışmalarda çimlenmenin tohumun polifenolik içeriği üzerinde önemli artışlara sebep olduğu gözlenmektedir. Örneğin, Zhang vd. (2015) karabuğday tanesinde, Oskaybaş-Emlek vd. (2021) yeşil mercimekte, Pajak vd. (2019) ise chia tohumunda çimlenme ile tohumun toplam fenolik miktarında artış gözlemlemiştir. Wu vd. (2012) ise çimlenmiş nohuttaki flavonoid miktarını çimlenmemiş örneğe göre yaklaşık 100 kat daha fazla bulmuştur. Toplam polifenolik miktarında gözlemlenen bu artış, çimlenme ile enzimatik aktivitedeki artışın (proteolitik, amilolitik ve hücre duvarı indirgeyici enzimler) hücre duvarını parçalaması, bu parçalanmadan kaynaklı da hücre duvarına bağlı fenoliklerin serbest kalması ile ilgilidir (Jan vd., 2016; Oskaybaş-Emlek vd., 2021). Ayrıca çimlenme esnasında fenilalanin amonyak liyaz (PAL) enzimi aktif olur ve bu enzim fenolik bileşiklerin biyosentezini artırır (Şenlik ve Alkan, 2021). Ayrıca tahıl ve baklagillerde bulunan polifenolik bu bileşikler antioksidan etkiye sahiptir. Polifenolik bileşiklerin çimlenme ile artması tahıl ve baklagilin antioksidatif etkisinin de artmasını sağlamaktadır. Literatürde yapılan birçok çalışmada tahıl ve baklagillerde çimlenme ile polifenolik içeriğinde gerçekleşen artış ile antioksidan özelliğinin de arttığı gözlenmiştir (Chauhan vd., 2015; Jan vd., 2016; Gunenc vd., 2017; Oskaybaş-Emlek vd., 2021; Oskaybaş-Emlek vd., 2022).

## 2.2. Çimlendirme Koşullarının Tahıl ve Baklagillerin Çimlenmesi Üzerine Etkisi

Farklı ortam koşulları (nem, sıcaklık, aydınlık/karanlık ortam, çimlendirme süresi, vb.) tahıl ve baklagil tanelerinin çimlenme etkinliğini, yani çimlenme sürecince tohumda meydana gelen biyokimyasal değişimleri etkilemektedir (Şenlik ve Alkan, 2021). Bu koşulların tohuma etkisi, tohumun genetiğine, yapısına göre değişmektedir. Uygun çimlenme koşulları sağlanarak, çimlenme ile tahıl ve baklagilin beslenme açısından beklenen faydası da artırılabilir. Çimlenme koşullarının tahıl ve baklagil üzerinde etkisinin araştırıldığı çalışmaların bir kısmı aşağıda verilmiştir.

Çimlenme ile nişasta molekülünde meydana gelen değişimin derecesi ortam sıcaklığı, nemi, çimlendirme süresi ve çimlendirmeden önce tohuma uygulanan işleme bağlanmıştır (Şenlik ve Alkan, 2021).

Sorgum, farklı sıcaklıklarda (25, 30 ve 35 °C) farklı sürelerde (12, 24, 36 ve 48 saat) çimlendirilmiş ve çimlendirilmiş sorgum ununun besinsel ve fonksiyonel özelliklerindeki değişimler değerlendirilmiş ve doğal sorgum unuyla karşılaştırılmıştır. Çimlenme süresi ve sıcaklığındaki artış, sorgum ununun protein çözünürlüğünü artırmıştır (Singh vd., 2017).

Maş fasulyesinde çimlenme süresinin, antioksidan ve besinsel aktivitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, antioksidan kapasitedeki artış maksimum seviyeye 5. gün ulaşırken, diğer biyoaktif bileşikler çoğunlukla çimlenmenin 3-4. gününde maksimum içeriğe ulaşmış ve daha uzun çimlenme ile azalmaya başlamıştır (Huang vd., 2014).

Çimlenme süresi (12, 24, 36 ve 48 saat) ve sıcaklığının (25, 30 ve 35 °C) bezelyenin toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise, daha yüksek

sıcaklık ve çimlenme süresi, hücre duvarında daha fazla parçalanmaya ve serbest fenoliklerin salınması yoluyla daha fazla biyoaktif bileşenin birikmesine neden olmuş, bu da daha yüksek antioksidan kapasite ve fenolik içeriği ile sonuçlanmıştır (Sharma vd., 2019).

Kuo vd. (2004) ise fasulye, mercimek ve bezelye tohumlarını 2, 4 ve 6 gün boyunca sürekli ışıkta veya sürekli karanlıkta çimlendirerek ortam koşullarının serbest aminoasit miktarı üzerine etkisini incelemiştir. Işıklı ortamda çimlenme, fasulye ve mercimekte en yüksek serbest aminoasit miktarını verirken, bezelyede en düşük miktarı vermiştir. Soya fasulyesi tohumlarının çimlenmesi sırasında ışığın fenolik bileşikler ve antioksidan aktiviteler üzerindeki etkileri incelendiği başka bir çalışmada ise, ışık, soya fasulyesi filizlerinde fenolik bileşiklerin miktarını ve antioksidan aktiviteleri artırmıştır (Yuan vd., 2015).

Khatakk vd. (2007), çimlenme süresi ve aydınlatma tipinin nohutun fitik asit ve polifenollerini üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmada, mavi ışıkla çimlenen örneklerde önemli ölçüde daha yüksek suda ekstrakte edilebilir polifenol içeriği, sarı ışık altında ise daha düşük polifenol içeriği elde etmiştir. Ayrıca, mavi ışık aydınlatması ile fitik asit içeriğinde önemli bir azalma gözlemlendiğini, diğer tüm aydınlatmaların bu parametre üzerinde etkisi olmadığını belirtmiştir. Domínguez-Arispuro vd. (2018), çimlenmiş nohutta en yüksek polifenol içeriği ve en yüksek antioksidan aktivitenin gözlenebilmesi için yaptığı optimizasyonda, çimlenmiş nohutta yüksek antioksidan aktiviteyi ve daha yüksek fenolik içeriği elde etmek için en iyi çimlenme koşullarında sıcaklığı 33,7 °C ve süreyi 171 saat olarak bulmuştur.

### 2.3. Çimlendirilmiş Tahıl ve Baklagillerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi

Tahıl ve kuru baklagillerin çimlendirme işlemi yukarıda bahsedildiği gibi birçok biyokimyasal değişime sebep olur. Gerçekleşen bu biyokimyasal değişimler ise insan sağlığına etkileyecek yeni bileşenlerin oluşumuna veya var olan bileşenlerde çeşitli değişikliklerin oluşmasına sebep olur. Literatürde verilen insan sağlığını etkileyen bu değişimlerden bir kısmı aşağıda verilmiştir. Baklagil tohumlarının çimlenmesi sırasında oluşan proteinler ve peptitler vücuttaki biyolojik süreçleri doğrudan etkileyebilir. Örneğin, çimlenmiş nohut, çimlenmemiş tohumlarla karşılaştırıldığında, sağlığa yararlı özellikleri bilinen daha yüksek biyoaktif peptit içeriğine sahip olduğu, çimlenmiş nohut protein konsantrasyonunun bağırsak iltihabı hastalıklarının önlenmesine katkıda bulunabilecek şekilde anti-enflamatuar etkiler gösterme potansiyeli olduğu bildirilmiştir (Milán-Noris vd., 2018; Ohanenye vd., 2020).

Benzer şekilde soya fasulyesi tohumlarının çimlenmesi,  $\beta$ -konglisinin ve glisininden antikanser ve anti-inflamatuar özelliklere sahip peptitleri açığa çıkarmıştır (González-Montoya vd., 2018). Yukarıda bahsedildiği gibi, çimlenme, vücuttaki çeşitli minerallerin biyoyararlanımını doğrudan artıran ve dolayısıyla gıda ürününün besin değerinin artmasına neden olan tanen ve fitik asit gibi çeşitli güçlü anti-besinlerin konsantrasyonunu düşürmektedir (Budhwar vd., 2020).

Bitki tohumlarının çimlenmesi, genellikle bitkiyi çeşitli zorluklardan koruyan biyoaktif fitokimyasalların sentezine neden olur. Bu fitokimyasallar, sağlığı iyileştirici bileşenler olarak kabul edilebilir. Sonuç olarak, çimlenmiş tohumlar, çimlenmemişe kıyasla daha fazla besleyici özellik gösterir ve sağlık açısından daha yararlıdır (Wang vd., 2016).

Epidemiyolojik çalışmalar, fenolik bileşik açısından zengin diyetlerin, kronik ve dejeneratif hastalık riskinin azalmasıyla ilişkili olduğunu göstermiştir (Wang vd., 2016).

Vanilik, ferulik, kersetin, gallik ve p-kumarik asitler gibi çeşitli fenolik asitlerin göz merceği kataraktını baskılamaktan sorumlu olduğu bildirilmiştir (Budhwar vd., 2020). Bu fenolik asitler ise çimlendirme ile arttırılabilir.

C vitamini, oksidatif hasardan koruyan suda çözünen önemli bir vitamindir. E vitamini ise, lipid peroksidasyonuna karşı ana savunma antioksidanı olarak kabul edilir ve serbest radikal saldırısının erken aşamasında hücre zarlarını korur. Her iki vitamin de dejeneratif hastalıkların oksidatif sürecinde önemli bir rol oynar. Çimlenme ile bu iki vitaminde artış sağlanabilir (Fernandez-Orozco vd., 2006).

Çimlendirilmiş kahverengi pirincin, antihiperlipidemi ve antihipertansiyonun yanı sıra kanser, diyabet, kardiyovasküler hastalık ve Alzheimer hastalığı riskini azaltma dahil olmak üzere birçok fizyolojik etkiye sahip olduğu ve bu nedenle fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilebileceği belirtilmiştir (Wu vd., 2013).

Çimlendirilmiş arpa ve sorgum,  $\alpha$ -glukosidaz aktivitesini inhibe ederken.  $\alpha$ -amilaza karşı yüksek inhibitör aktivite sergilemesi, glukoz emilimini azaltarak diyabetin kontrolü için etkili bir yöntem olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, çimlendirilmiş tahılların, obezite ve şeker hastalıkları için mücadelede önleyici olarak kullanılabilme ve kolon kanseri riskini azaltma potansiyeline sahip olduğu da belirtilmiştir (Donkor vd., 2012).

Çimlendirilmiş kinoada antioksidan aktivitenin, mineral ve vitamin miktarının artması, bunlara ilaveten çimlenmiş filizlerdeki antibesinsel faktörlerin içeriğinin azalmasına bağlı olarak besinlerin biyoyararlanımının artması, Dawley albino fareleri üzerinde yapılan deneyde antianemik fayda göstermesi ile sonuçlanmıştır (Darwish vd., 2021).

Çimlenmenin tohumdaki kalsiyum, bakır, manganez, çinko, riboflavin, niasin ve askorbik asit içeriğini artırdığı da bulunmuştur (Megat Rusydi ve Azrina, 2012).

Çimlendirilmiş kahverengi pirinç, çimlendirilmemiş kahverengi pirinçle karşılaştırıldığında, Sprague-Dawley erkek fareleri üzerinde daha yüksek hiperkolesterolemi aktivite yani kalp-damar sağlığı için daha yüksek koruyucu etki gösterdiği bulunmuştur (Roohinejad vd., 2010).

Çimlenmiş soyanın hipoglisemik etkiyi güçlendirdiği, böylece, diyabet farelerde diyabet hastalığından kaynaklı komplikasyonlarını önlediği ve hatta azalttığı rapor edilmiştir (Mahmoud vd., 2016). Benzer şekilde çimlendirilmiş bezelye özütü tüketimi, diyabet sıçanlarda açlık kan şekeri seviyesinin düşmesini sağlamıştır (Uchegbu ve Ishiwu, 2016).

#### **2.4. Çimlendirilmiş Tahıl ve Baklagillerin Gıda Uygulamalarında Kullanımı**

Çimlendirme işlemi tahıl ve baklagillerde bulunan büyük makro-moleküllerin miktarında ve morfolojik özelliklerinde değişime sebep olmaktadır. Aynı zamanda, anti-besinsel maddelerin azalması ve polifenolik madde miktarının artması çimlendirilmiş tahıl ve baklagillerin duyusal özelliklerinin değişmesine de sebep olmaktadır. Literatürde çimlendirilmiş tahıl ve kuru baklagillerden elde edilen unların gıda uygulamalarında kullanımı ile birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Tekstürel özellikler bisküvi ve kurabiyenin kalite kriterini etkileyen en önemli parametrelerden biridir (Chauhan vd., 2015). Çimlenmiş taneden elde edilen un kullanılarak üretilen bisküvi ve kurabiyelerin, çimlenmiş unlarda büyük makromoleküllerin yıkımı gerçekleştiği için tekstürel açıdan daha yumuşak olması beklenir (Oskaybaş-Emlek vd., 2021). Literatürde de çimlenmiş amaranth (Chauhan vd., 2015), çimlenmiş yeşil mercimek (Oskaybaş-Emlek vd., 2021) ve



çimlenmiş mısır (Oskaybaş-Emlek vd., 2022) kullanılarak üretilen bisküvilerde besinsel kalitenin iyileşmesine ilaveten tekstürel açıdan daha yumuşak yapı gözlenmiştir. Ayrıca çimlenmiş amarant kullanılarak elde edilen bisküvilerin duyuşal değerlendirmede renk, görünüm, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından çimlenmemiş amarant ve buğday unu kullanılarak elde edilenden daha yüksek puan almıştır (Chauhan vd., 2015).

Isı-nem uygulanmış çimlenmiş esmer pirincin buğday ununa ikame edilmesi ile ilgili yapılan çalışmada, çimlenmiş esmer pirinç kullanımı kurabiyelerin besleyici ve fiziksel niteliklerini ve depolama stabilitesini iyileştirmede etkili olduğunu göstermiştir (Chung vd., 2014).

Çimlendirilmiş unlarda yığın yoğunluğunu azaldığı için, bebek mamalarının hazırlanmasında çimlendirilmiş un kullanımı çimlenmemişe göre daha çok potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir (Singh vd., 2017)

Çimlenmiş esmer pirinç ununun eklenmesi ile üretilen keklerde, keklerin besinsel değerinin iyileştiği ve depolama sırasında bayatlamının önleendiği belirtilmiştir (Yun vd., 2015).

Ekmekçilikte çimlendirilmiş tahılların belirli miktarlarda kullanımının, ekmek hacmi, son fermantasyon süresi ve hamur stabilitesi gibi özellikleri olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Beyza ve Büşra, 2019). Sadowska vd. (2003) %12,5 çimlenmiş bezelye unu ilaveli ekmek hamurların reolojik özelliklerinin, ekmek iç doku ve kalitesinin aynı orandaki çimlenmemiş bezelye ununa kıyasla daha iyi olduğunu belirtmiştir.

Cornejo ve Rosell (2015) çimlendirilmiş pirinç ununun, glutensiz ekmek yapımında ham madde olarak kullanılmaya uygun olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, 24 saatlik çimlenmeden sonra elde edilen unların, ekmek dokusunda iyileşmeye yol açtığını belirtmiş; nedenini ise, amilaz aktivitesi ile nişasta bozunmasının artmasına atfetmiştir.

Pudinglere çimlendirilmiş baklagil eklenmesi ile yapılan çalışmada, pudinge çimlendirilmiş baklagil unu eklemenin puding lezzetini olumsuz etkilemeden fenolik içeriğini arttırmada etkili yol olduğu belirtilmiştir (Sattar vd., 2017).

Çimlendirilmiş bezelye ununun makarna kalitesine etkisinin değerlendirildiği çalışmada, çimlendirilmiş bezelye ununun makarna yapımına (%10'a kadar) katılması makarnada daha iyi kabul edilebilirlik ve daha yüksek miktarda protein, diyet lifi ve vitamin içeriği ile sonuçlanmıştır (Torres vd., 2007).

Nijerya'ya özgü ve undan yapılan bir gıda olan "Fura"ya çimlendirilmiş, fermente edilmiş ve çimlendirilip fermente edilmiş darı ununun etkisi besinsel ve duyuşal açıdan değerlendirilmiş, bütün örneklerde kontrole göre (sadece darı) besinsel açıdan iyileşme sağlanırken, duyuşal değerlendirme de ise en beğenilen örnek çimlendirilmiş darı katılan Fura'da bulunmuştur (Inyang ve Zakari, 2008).

Çimlendirilmiş soya kullanımının soya sosuna etkisinin araştırıldığı çalışmada, çimlendirilmiş soya fasulyesi sosunun, kontrolden daha iyi bir aroma ve tat sergilediği bildirilmiştir (Zhao vd., 2021).

### 3. SONUÇ

Günümüzde tüketicilerin sağlık konusunda bilincinin artması gıda açısından da daha sağlıklı yiyecek arayışını beraberinde getirmiştir. Çimlendirme işlemleri tahıl ve baklagilleri daha sağlıklı hale getiren, son yıllarda oldukça öne çıkan bir yöntemdir. Bunlara ilaveten, gıda üreticilerinin filizlenmiş gıdalara olan yatırımlarını her geçen gün artırmaları, çimlendirme işleminin popüler



olmasını kanıtlar niteliktedir. Çimlendirme tahıl ve baklagilde bulunan anti-besinsel özellikteki bileşenleri azaltırken, gıdayı besinsel ve antioksidan açısından oldukça zengin hale getiren ucuz ve kolaylıkla uygulanan bir işlemdir. Bu derlemede ise, çimlendirme işleminin tahıl ve kuru baklagillerin yapısında meydana getirdiği değişiklikler biyokimyasal açıdan incelenmiştir. Ayrıca farklı çimlendirme koşullarının tohumun biyokimyasal yapısına etkisi de incelenmiştir. Çimlendirilmiş tahıl ve kuru baklagil kullanımının insan sağlığı üzerine etkisi ve gıda endüstrisi için gıda uygulamalarında kullanılabilirliği de literatürde yapılan araştırmalar çerçevesinde değerlendirilmiştir.

## REFERENCES

- Azeke, M. A., Egielewa, S. J., Eigbogbo, M. U. , Ihimire, I. G. Effect of Germination on The Phytase Activity, Phytate and Total Phosphorus Contents of Rice (*Oryza sativa*), Maize (*Zea mays*), Millet (*Panicum miliaceum*), Sorghum (*Sorghum bicolor*) and Wheat (*Triticum aestivum*), Journal of Food Science and Technology, 48, 724-729, 2011.
- Beyza, O. , Büşra, A. Çiğ Beslenme (Raw Food) Akımında Çimlendirilmiş Hububat ve Baklagillerin Önemi, Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 664, 675, 2019.
- Bilgiçli, N. Fitik Asitin Beslenme Açısından Önemi ve Fitik Asit Miktarı Düşürülmüş Gıda Üretim Metotları, Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 16, 79-83, 2002.
- Budhwar, S., Sethi, K. , Chakraborty, M. Efficacy of Germination and Probiotic Fermentation on Underutilized Cereal and Millet Grains, Food Production, Processing and Nutrition, 2, 1-17, 2020.
- Chauhan, A., Saxena, D. , Singh, S. Total Dietary Fibre and Antioxidant Activity of Gluten Free Cookies Made from Raw and Germinated Amaranth (*Amaranthus spp.*) Flour, LWT-Food Science and Technology, 63, 939-945, 2015.
- Chung, H.-J., Cho, A. , 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.
- Cornejo, F. , Rosell, C. M. Influence of Germination Time of Brown Rice in Relation to Flour and Gluten Free Bread Quality, Journal of food science and technology, 52, 6591-6598, 2015.
- Darwish, A. M., Al-Jumayi, H. A. , Elhendy, H. A. Effect of Germination on The Nutritional Profile of Quinoa (*Cheopodium quinoa* Willd.) Seeds and Its Anti-anemic Potential in Sprague–Dawley Male Albino Rats, Cereal Chemistry, 98, 315-327, 2021.
- Ding, J. , Feng, H. 2019. Controlled germination for enhancing the nutritional value of sprouted grains. *Sprouted grains*. Elsevier.
- Domínguez-Arispuro, D., Cuevas-Rodríguez, E., Milán-Carrillo, J., León-López, L., Gutiérrez-Dorado, R. , Reyes-Moreno, C. Optimal germination condition impacts on the antioxidant activity and phenolic acids profile in pigmented desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds, Journal of food science and technology, 55, 638-647, 2018.
- Donkor, O., Stojanovska, L., Ginn, P., Ashton, J. , Vasiljevic, T. Germinated grains–Sources of bioactive compounds, Food chemistry, 135, 950-959, 2012.
- Dueñas, M., Sarmiento, T., Aguilera, Y., Benitez, V., Mollá, E., Esteban, R. M. , Martín-Cabrejas, M. A. Impact of cooking and germination on phenolic composition and dietary fibre fractions in dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentils (*Lens culinaris* L.), LWT-Food Science and Technology, 66, 72-78, 2016.
- Duranti, M. , Gius, C. Legume seeds: protein content and nutritional value, Field Crops Research, 53, 31-45, 1997.
- Ertas, N. Yemeklik baklagiller ve antibesinsel faktörler, Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 21, 85-95, 2007.

- Fernandez-Orozco, R., Piskula, M. K., Zielinski, H., Kozłowska, H., Frias, J. , Vidal-Valverde, C. Germination as a process to improve the antioxidant capacity of *Lupinus angustifolius* L. var. Zapaton, *European Food Research and Technology*, 223, 495-502, 2006.
- González-Montoya, M., Hernández-Ledesma, B., Silván, J. M., Mora-Escobedo, R. , Martínez-Villaluenga, C. Peptides derived from in vitro gastrointestinal digestion of germinated soybean proteins inhibit human colon cancer cells proliferation and inflammation, *Food Chemistry*, 242, 75-82, 2018.
- Gunenc, A., Yeung, M. H., Lavergne, C., Bertinato, J. , Hosseinian, F. Enhancements of antioxidant activity and mineral solubility of germinated wrinkled lentils during fermentation in kefir, *Journal of Functional Foods*, 32, 72-79, 2017.
- Gupta, R. K., Gangoliya, S. S. , Singh, N. K. Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains, *Journal of food science and technology*, 52, 676-684, 2015.
- Guzmán-Ortiz, F. A., Castro-Rosas, J., Gómez-Aldapa, C. A., Mora-Escobedo, R., Rojas-León, A., Rodríguez-Marín, M. L., Falfán-Cortés, R. N. , Román-Gutiérrez, A. D. Enzyme activity during germination of different cereals: A review, *Food Reviews International*, 35, 177-200, 2019.
- Huang, X., Cai, W. , Xu, B. Kinetic changes of nutrients and antioxidant capacities of germinated soybean (*Glycine max* L.) and mung bean (*Vigna radiata* L.) with germination time, *Food Chemistry*, 143, 268-276, 2014.
- Inyang, C. , Zakari, U. Effect of germination and fermentation of pearl millet on proximate, chemical and sensory properties of instant “Fura”-a Nigerian cereal food, *Pakistan journal of Nutrition*, 7, 9-12, 2008.
- Jan, R., Saxena, D. , Singh, S. Physico-chemical, textural, sensory and antioxidant characteristics of gluten-Free cookies made from raw and germinated *Chenopodium* (*Chenopodium album*) flour, *LWT-Food Science and Technology*, 71, 281-287, 2016.
- Khattak, A. B., Zeb, A., Bibi, N., Khalil, S. A. , Khattak, M. S. Influence of germination techniques on phytic acid and polyphenols content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) sprouts, *Food chemistry*, 104, 1074-1079, 2007.
- Kiliñçer, F. N. , Demir, M. K. ÇİMLENDİRİLMİŞ BAZI TAHİL VE BAKLAGİLLERİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ, *Gıda*, 44, 419-429, 2019.
- Kumar, V., Rani, A., Pandey, V. , Chauhan, G. Changes in lipoxygenase isozymes and trypsin inhibitor activity in soybean during germination at different temperatures, *Food Chemistry*, 99, 563-568, 2006.
- Kuo, Y.-H., Rozan, P., Lambein, F., Frias, J. , Vidal-Valverde, C. Effects of different germination conditions on the contents of free protein and non-protein amino acids of commercial legumes, *Food chemistry*, 86, 537-545, 2004.
- Lestienne, I., Icard-Vernière, C., Mouquet, C., Picq, C. , Trèche, S. Effects of soaking whole cereal and legume seeds on iron, zinc and phytate contents, *Food chemistry*, 89, 421-425, 2005.
- Lin, P.-Y. , Lai, H.-M. Bioactive compounds in legumes and their germinated products, *Journal of agricultural and food chemistry*, 54, 3807-3814, 2006.
- Mahmoud, M. H., Taha, M. M. , Shahy, E. M. Germination of *Glycine max* seeds potentiates its antidiabetic effect in streptozotocin induced diabetic rats, *International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 8, 1429-37, 2016.
- Megat Rusydi, M. , Azrina, D. A. Effect of germination on total phenolic, tannin and phytic acid contents in soy bean and peanut, *International Food Research Journal*, 19, 2012.
- Milán-Noris, A. K., Gutiérrez-Urbe, J. A., Santacruz, A., Serna-Saldívar, S. O. , Martínez-Villaluenga, C. Peptides and isoflavones in gastrointestinal digests contribute to the anti-inflammatory potential of cooked or germinated desi and kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.), *Food chemistry*, 268, 66-76, 2018.
- Ohanenye, I. C., Tsopmo, A., Ejike, C. E. , Udenigwe, C. C. Germination as a bioprocess for enhancing the quality and nutritional prospects of legume proteins, *Trends in Food Science & Technology*, 101, 213-222, 2020.

- Oskaybaş-Emlek, B., Özbey, A. , Kahraman, K. Effects of germination on the physicochemical and nutritional characteristics of lentil and its utilization potential in cookie-making, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-11, 2021.
- Oskaybaş-Emlek, B., Özbey, A. , Kahraman, K. Characteristics of germinated corn flour and influence of germination on cookie properties, *Acta Alimentaria*, 2022.
- Pająk, P., Socha, R., Broniek, J., Królikowska, K. , Fortuna, T. Antioxidant properties, phenolic and mineral composition of germinated chia, golden flax, evening primrose, phacelia and fenugreek, *Food chemistry*, 275, 69-76, 2019.
- Pal, R., Bhartiya, A., Yadav, P., Kant, L., Mishra, K., Aditya, J. , Pattanayak, A. Effect of dehulling, germination and cooking on nutrients, anti-nutrients, fatty acid composition and antioxidant properties in lentil (*Lens culinaris*), *Journal of food science and technology*, 54, 909-920, 2017.
- Pekşen, E. , Artik, C. Antibesinsel maddeler ve yemeklik tane baklagillerin besleyici değerleri, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20, 110-120, 2005.
- Pinheiro, S. S., Anunciação, P. C., De Moraes Cardoso, L., Della Lucia, C. M., De Carvalho, C. W. P., Queiroz, V. a. V. , Sant'ana, H. M. P. Stability of B vitamins, vitamin E, xanthophylls and flavonoids during germination and maceration of sorghum (*Sorghum bicolor L.*), *Food Chemistry*, 345, 128775, 2021.
- Roohinejad, S., Omidzadeh, A., Mirhosseini, H., Saari, N., Mustafa, S., Mohd Yusof, R., Meor Hussin, A. S., Hamid, A. , Abd Manap, M. Y. Effect of pre-germination time of brown rice on serum cholesterol levels of hypercholesterolaemic rats, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 245-251, 2010.
- Sadowska, J., Błaszczak, W., Fornal, J., Vidal-Valverde, C. , Frias, J. Changes of wheat dough and bread quality and structure as a result of germinated pea flour addition, *European Food Research and Technology*, 216, 46-50, 2003.
- Salgado, V. D. S. C. N., Zago, L., Antunes, A. E. C. , Miyahira, R. F. Chia (*Salvia hispanica L.*) Seed Germination: a Brief Review, *Plant Foods for Human Nutrition*, 1-10, 2022.
- Sattar, D. E. S., Ali, T. M. , Hasnain, A. Effect of nongerminated and germinated legumes on antioxidant, functional, and sensory characteristics of rice puddings, *Cereal Chemistry*, 94, 417-423, 2017.
- Sharma, S., Singh, A. , Singh, B. Characterization of in vitro antioxidant activity, bioactive components, and nutrient digestibility in pigeon pea (*Cajanus cajan*) as influenced by germination time and temperature, *Journal of food biochemistry*, 43, e12706, 2019.
- Singh, A., Sharma, S. , Singh, B. Effect of germination time and temperature on the functionality and protein solubility of sorghum flour, *Journal of Cereal Science*, 76, 131-139, 2017.
- Şenlik, A. S. , Alkan, D. Çimlendirilmiş Bazı Tahıl ve Baklagillerin Kimyasal Özellikleri ve Çimlendirmeye Açığa Çıkan Biyoaktif Bileşenlerin Sağlık Üzerine Etkileri, *Akademik Gıda*, 19, 198-207, 2021.
- Torres, A., Frias, J., Granito, M. , Vidal-Valverde, C. Germinated *Cajanus cajan* seeds as ingredients in pasta products: Chemical, biological and sensory evaluation, *Food chemistry*, 101, 202-211, 2007.
- Trugo, L., Donangelo, C., Trugo, N. , Bach Knudsen, K. Effect of heat treatment on nutritional quality of germinated legume seeds, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2082-2086, 2000.
- Uchegbu, N. N. , Ishiwu, C. N. Germinated Pigeon Pea (*Cajanus cajan*): a novel diet for lowering oxidative stress and hyperglycemia, *Food science & nutrition*, 4, 772-777, 2016.
- Wang, H., Wang, J., Guo, X., Brennan, C. S., Li, T., Fu, X., Chen, G. , Liu, R. H. Effect of germination on lignan biosynthesis, and antioxidant and antiproliferative activities in flaxseed (*Linum usitatissimum L.*), *Food Chemistry*, 205, 170-177, 2016.
- Wu, F., Yang, N., Touré, A., Jin, Z. , Xu, X. Germinated brown rice and its role in human health, *Critical reviews in food science and nutrition*, 53, 451-463, 2013.
- Wu, Z., Song, L., Feng, S., Liu, Y., He, G., Yioe, Y., Liu, S. Q. , Huang, D. Germination dramatically increases isoflavonoid content and diversity in chickpea (*Cicer arietinum L.*) seeds, *Journal of agricultural and food chemistry*, 60, 8606-8615, 2012.



- Xing, B., Teng, C., Sun, M., Zhang, Q., Zhou, B., Cui, H., Ren, G., Yang, X. , Qin, P. Effect of germination treatment on the structural and physicochemical properties of quinoa starch, *Food Hydrocolloids*, 115, 106604, 2021.
- Xu, M., Jin, Z., Lan, Y., Rao, J. , Chen, B. HS-SPME-GC-MS/olfactometry combined with chemometrics to assess the impact of germination on flavor attributes of chickpea, lentil, and yellow pea flours, *Food chemistry*, 280, 83-95, 2019.
- Yuan, M., Jia, X., Ding, C., Zeng, H., Du, L., Yuan, S., Zhang, Z., Wu, Q., Hu, C. , Liu, J. Effect of fluorescence light on phenolic compounds and antioxidant activities of soybeans (*Glycine max* L. Merrill) during germination, *Food science and biotechnology*, 24, 1859-1865, 2015.
- Yun, H.-R., Kim, J. M. , Shin, M. Quality and storage characteristics of gluten-free rice pound cakes with different ratios of germinated brown rice flour, *Korean journal of food and cookery science*, 31, 781-790, 2015.
- Zhang, G., Xu, Z., Gao, Y., Huang, X., Zou, Y. , Yang, T. Effects of germination on the nutritional properties, phenolic profiles, and antioxidant activities of buckwheat, *Journal of food science*, 80, H1111-H1119, 2015.
- Zhao, G., Li, J., Zheng, F. , Yao, Y. The fermentation properties and microbial diversity of soy sauce fermented by germinated soybean, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101, 2920-2929, 2021.

**FIXED-CIRCLE RESULTS ON  $G$ -METRIC AND  $S$ -METRIC SPACES****Assoc. Prof. Dr. NİHAL TAŞ<sup>1</sup>, Asst. Prof. Dr. ELİF KAPLAN<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Balıkesir University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics,  
nihaltas@balikesir.edu.tr - 0000-0002-4535-4019<sup>2</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Science, Department of Mathematics,  
elifaydinkaplan@gmail.com - 0000-0002-7620-3387**ABSTRACT**

Recently, generalized metric spaces and fixed-circle problem have been studied as generalizations of the fixed-point theory. In this talk, we investigate new solutions to the fixed-circle problem on both  $G$ -metric and  $S$ -metric spaces. For this purpose, we define the notions of a generalized  $\beta$ - $\psi$ -Geraghty contraction  $G_{x_0}$ -mapping and a generalized  $\beta$ - $\psi$ -Geraghty contraction  $S_{x_0}$ -mapping. Using these notions, we prove two fixed-circle theorems.

**Keywords:**  $G$ -metric,  $S$ -metric, fixed-circle problem.**1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES**

The metric fixed-point theory has been extensively studied on different generalized metric spaces such as  $G$ -metric spaces,  $S$ -metric spaces etc. The notions of a  $G$ -metric space and an  $S$ -metric space were defined for this purpose as follows:

**Definition 1.1** [1] A nonempty set  $X$  together with a function  $G : X \times X \times X \rightarrow [0, \infty)$  is called  $G$ -metric space denoted by  $(X, G)$  satisfies

$$(G1) \quad G(x, y, z) = 0 \text{ if and only if } x = y = z,$$

$$(G2) \quad 0 < G(x, x, y) \text{ for all } x, y \in X \text{ with } x \neq y,$$

$$(G3) \quad G(x, x, y) \leq G(x, y, z) \text{ for all } x, y, z \in X \text{ with } y \neq z,$$

$$(G4) \quad G(x, y, z) = G(x, z, y) = G(z, y, x) = \dots \text{ (symmetry in all three variables),}$$

$$(G5) \quad G(x, y, z) \leq G(x, a, a) + G(a, y, z) \text{ for all } x, y, z, a \in X \text{ (rectangle inequality).}$$

**Definition 1.2** [1] A  $G$ -metric space  $(X, G)$  is called symmetric if  $G(x, y, y) = G(y, x, x)$  for all  $x, y \in X$ .**Definition 1.3** [2] Let  $X$  be a nonempty set. A function  $S : X \times X \times X \rightarrow [0, \infty)$  is called an  $S$ -metric on  $X$  if it satisfies the following conditions for each  $x, y, z, a \in X$ 

$$(S1) \quad S(x, y, z) \geq 0,$$

$$(S2) \quad S(x, y, z) = 0 \text{ if and only if } x = y = z,$$

$$(S3) \quad S(x, y, z) \leq S(x, x, a) + S(y, y, a) + S(z, z, a).$$

A nonempty set  $X$  together with an  $S$ -metric is called  $S$ -metric space and denoted by  $(X, S)$ .

**Lemma 1.1** [2] Let  $(X, S)$  be an  $S$ -metric space and  $x, y \in X$ . Then we have  $S(x, x, y) = S(y, y, x)$ .

The class of  $G$ -metrics and  $S$ -metrics are distinct as seen in the following examples:

**Example 1.1** [1,3] Let  $X = \{x, y\}$  and the function  $G : X \times X \times X \rightarrow [0, \infty)$  be defined as

$$G(x, x, x) = G(y, y, y) = 0,$$

$$G(x, x, y) = 1, \quad G(x, y, y) = 2$$

and extend  $G$  to all of  $X \times X \times X$  by symmetry in the variables. Then the function  $G$  is a  $G$ -metric but it is not  $S$ -metric on  $X$ .

**Example 1.2** [3,4] Let  $X = \square$  and the function  $S : X \times X \times X \rightarrow [0, \infty)$  be defined as

$$S(x, y, z) = |y + z - 2x| + |y - z|,$$

for all  $x, y, z \in \square$ . Then the function  $S$  is an  $S$ -metric but it is not  $G$ -metric on  $X$ .

Recently, fixed-point theory has been generalized with geometric approaches. To do this, fixed-circle problem was introduced in [5]. This problem is also studied on generalized metric spaces (for example, see [6] and [7]).

**Definition 1.4** [6] Let  $(X, G)$  be a  $G$ -metric space and  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping.

(i) The circle centered at  $x_0$  with radius  $r$  is defined by

$$C_G(x_0, r) = \{x \in X : G(x, x, x_0) = r\}.$$

(ii) If  $Tx = x$  for all  $x \in C_G(x_0, r)$  then the circle  $C_G(x_0, r)$  is called a fixed circle of  $T$ .

**Definition 1.5** [7] Let  $(X, S)$  be a  $S$ -metric space and  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping.

(i) The circle centered at  $x_0$  with radius  $r$  is defined by



$$C_s(x_0, r) = \{x \in X : S(x, x, x_0) = r\}.$$

(ii) If  $Tx = x$  for all  $x \in C_s(x_0, r)$  then the circle  $C_s(x_0, r)$  is called a fixed circle of  $T$ .

**Definition 1.6** Let  $(X, G)$  be a  $G$ -metric space and  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping.

(i) The disc centered at  $x_0$  with radius  $r$  is defined by

$$D_G(x_0, r) = \{x \in X : G(x, x, x_0) \leq r\}.$$

(ii) If  $Tx = x$  for all  $x \in D_G(x_0, r)$  then the circle  $D_G(x_0, r)$  is called a fixed disc of  $T$ .

**Definition 1.7** [2,7] Let  $(X, S)$  be a  $S$ -metric space and  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping.

(i) The disc centered at  $x_0$  with radius  $r$  is defined by

$$D_s(x_0, r) = \{x \in X : S(x, x, x_0) \leq r\}.$$

(ii) If  $Tx = x$  for all  $x \in D_s(x_0, r)$  then the circle  $D_s(x_0, r)$  is called a fixed disc of  $T$ .

From the above motivation, we investigate new solutions to the fixed-circle problem on both  $G$ -metric spaces and  $S$ -metric spaces. For this purpose, we modify a notion of generalized  $\beta - \psi$ -Geraghty contraction type map given in [8]. Then, we introduce the conceptes of a generalized  $\beta - \psi$ -Geraghty contraction type  $G_{x_0}$ -mapping and a generalized  $\beta - \psi$ -Geraghty contraction type  $S_{x_0}$ -mapping on  $G$ -metric spaces and  $S$ -metric spaces, respectively. Using new contractions, we prove two fixed-circle theorems and give two fixed-disc corollaries.

## 2. MAIN RESULTS

In this section, we prove two fixed-circle theorems with some corollaries on  $G$ -metric and  $S$ -metric spaces.

At first, we recall the following function families given in [8] and [9], respectively:

Let  $\Omega$  be the family of all functions  $\theta : [0, \infty) \rightarrow [0, 1]$  which satisfy the following conditions:

- (1)  $\theta(t) < 1$  for  $t > 0$ ;

$$(2) \lim_{n \rightarrow \infty} \theta(t_n) = 1 \text{ implies } \lim_{n \rightarrow \infty} t_n = 0.$$

Let  $\Psi$  denote the class of functions  $\psi : [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$  which satisfy the following conditions:

- (a)  $\psi$  is nondecreasing;
- (b)  $\psi$  is subadditive, that is,  $\psi(s + t) \leq \psi(s) + \psi(t)$ ;
- (c)  $\psi$  is continuous;
- (d)  $\psi(t) = 0 \Leftrightarrow t = 0$ .

Now, we give the following definition.

**Definition 2.1** Let  $(X, G)$  be a  $G$ -metric space and  $\beta : X \times X \times X \rightarrow (1, \infty)$  be a function. Then a self-mapping  $T : X \rightarrow X$  is called a generalized  $\beta$ - $\psi$ -Geraghty contraction type  $G_{x_0}$ -mapping if there exist  $x_0 \in X$  and  $\theta \in \Omega$  such that

$$G(Tx, Tx, x) > 0 \Rightarrow \beta(x, x, x_0)\psi(G(Tx, Tx, x)) \leq \theta(\psi(N(x, x_0)))\psi(N(x, x_0))$$

for all  $x \in X$ , where

$$N(x, y) = \max \{G(x, x, y), G(Tx, Tx, x), G(Ty, Ty, y)\}$$

and  $\psi \in \Psi$ .

Using this contraction, we prove the following fixed-circle theorem.

**Theorem 2.1** Let  $(X, G)$  be a  $G$ -metric space,  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping and

$$r = \inf \{G(Tx, Tx, x) : x \in X, x \neq Tx\}.$$

If  $T$  is a generalized  $\beta$ - $\psi$ -Geraghty contraction type  $G_{x_0}$ -mapping with  $x_0 \in X$  then

- (i)  $Tx_0 = x_0$ ;
- (ii)  $C_G(x_0, r)$  is a fixed circle of  $T$ .

Proof. (i) Let  $G(Tx_0, Tx_0, x_0) > 0$ . Then using the main hypothesis, we find

$$\begin{aligned} \beta(x_0, x_0, x_0)\psi(G(Tx_0, Tx_0, x_0)) &\leq \theta(\psi(N(x_0, x_0)))\psi(N(x_0, x_0)) \\ &\leq \psi(N(x_0, x_0)) \\ &= \psi(G(Tx_0, Tx_0, x_0)), \end{aligned}$$

a contradiction with  $\beta(x_0, x_0, x_0) > 1$ . Hence we get

$$Tx_0 = x_0.$$

(ii) Case 1: Let  $r = 0$ . Then we have  $C_G(x_0, r) = \{x_0\}$  and using (i), we say that  $C_G(x_0, r)$  is a fixed circle of  $T$ .

Case 2: Let  $r > 0$  and  $x \in C_G(x_0, r)$  such that  $x \neq Tx$ . Using the hypothesis, we get

$$\begin{aligned} \beta(x, x, x_0)\psi(G(Tx, Tx, x)) &\leq \theta(\psi(N(x, x_0)))\psi(N(x, x_0)) \\ &\leq \psi(N(x, x_0)) \\ &= \psi(\max\{G(x, x, x_0), G(Tx, Tx, x), G(Tx_0, Tx_0, x_0)\}) \\ &= \psi(\max\{r, G(Tx, Tx, x)\}) \\ &= \psi(G(Tx, Tx, x)), \end{aligned}$$

a contradiction with  $\beta(x, x, x_0) > 1$ . Therefore,  $C_G(x_0, r)$  is a fixed circle of  $T$ .  $\square$

As a natural consequence of Theorem 2.1, we obtain the following corollary.

**Corollary 2.1** Let  $(X, G)$  be a  $G$ -metric space,  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping and  $r$  be defined as in Theorem 2.1. If  $T$  is a generalized  $\beta$ - $\psi$ -Geraghty contraction type  $G_{x_0}$ -mapping with  $x_0 \in X$  then

- (i)  $Tx_0 = x_0$ ;
- (ii)  $D_G(x_0, r)$  is a fixed disc of  $T$ .

Proof. (i) By the similar approaches used in the proof of the condition (i) of Theorem 2.1, we get

$$Tx_0 = x_0.$$

(ii) Case 1: Let  $r = 0$ . Then we have  $D_G(x_0, r) = \{x_0\}$  and using (i), we say that  $D_G(x_0, r)$  is a fixed disc of  $T$ .

Case 2: Let  $r > 0$  and  $x \in D_G(x_0, r)$  such that  $x \neq Tx$ . Using the hypothesis, we get

$$\begin{aligned}
 \beta(x, x, x_0)\psi(G(Tx, Tx, x)) &\leq \theta(\psi(N(x, x_0)))\psi(N(x, x_0)) \\
 &\leq \psi(N(x, x_0)) \\
 &= \psi(\max\{G(x, x, x_0), G(Tx, Tx, x), G(Tx_0, Tx_0, x_0)\}) \\
 &\leq \psi(\max\{r, G(Tx, Tx, x)\}) \\
 &= \psi(G(Tx, Tx, x)),
 \end{aligned}$$

a contradiction with  $\beta(x, x, x_0) > 1$ . Therefore,  $D_G(x_0, r)$  is a fixed disc of  $T$ .  $\square$

Finally, we introduce a new contraction and prove a fixed-circle theorem with a corollary on  $S$ -metric spaces.

**Definition 2.2** Let  $(X, S)$  be an  $S$ -metric space and  $\beta : X \times X \times X \rightarrow (1, \infty)$  be a function. Then a self-mapping  $T : X \rightarrow X$  is called a generalized  $\beta$ - $\psi$ -Geraghty contraction type  $S_{x_0}$ -mapping if there exist  $x_0 \in X$  and  $\theta \in \Omega$  such that

$$S(Tx, Tx, x) > 0 \Rightarrow \beta(x, x, x_0)\psi(S(Tx, Tx, x)) \leq \theta(\psi(E(x, x_0)))\psi(E(x, x_0))$$

for all  $x \in X$ , where

$$E(x, y) = \max\{S(x, x, y), S(Tx, Tx, x), S(Ty, Ty, y)\}$$

and  $\psi \in \Psi$ .

**Theorem 2.2** Let  $(X, S)$  be an  $S$ -metric space,  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping and

$$\mu = \inf\{S(Tx, Tx, x) : x \in X, x \neq Tx\}.$$

If  $T$  is a generalized  $\beta$ - $\psi$ -Geraghty contraction type  $S_{x_0}$ -mapping with  $x_0 \in X$  then

- (i)  $Tx_0 = x_0$ ;
- (ii)  $C_S(x_0, \mu)$  is a fixed circle of  $T$ .

Proof. (i) Let  $S(Tx_0, Tx_0, x_0) > 0$ . Then using the main hypothesis, we find

$$\begin{aligned}
 \beta(x_0, x_0, x_0)\psi(S(Tx_0, Tx_0, x_0)) &\leq \theta(\psi(E(x_0, x_0)))\psi(E(x_0, x_0)) \\
 &\leq \psi(E(x_0, x_0)) \\
 &= \psi(S(Tx_0, Tx_0, x_0)),
 \end{aligned}$$

a contradiction with  $\beta(x_0, x_0, x_0) > 1$ . Hence we get

$$Tx_0 = x_0.$$

(ii) Case 1: Let  $r = 0$ . Then we have  $C_S(x_0, \mu) = \{x_0\}$  and using (i), we say that  $C_S(x_0, \mu)$  is a fixed circle of  $T$ .

Case 2: Let  $r > 0$  and  $x \in C_S(x_0, \mu)$  such that  $x \neq Tx$ . Using the hypothesis, we get

$$\begin{aligned} \beta(x, x, x_0)\psi(S(Tx, Tx, x)) &\leq \theta(\psi(E(x, x_0)))\psi(E(x, x_0)) \\ &\leq \psi(E(x, x_0)) \\ &= \psi(\max\{S(x, x, x_0), S(Tx, Tx, x), S(Tx_0, Tx_0, x_0)\}) \\ &= \psi(\max\{\mu, S(Tx, Tx, x)\}) \\ &= \psi(S(Tx, Tx, x)), \end{aligned}$$

a contradiction with  $\beta(x, x, x_0) > 1$ . Therefore,  $C_S(x_0, \mu)$  is a fixed circle of  $T$ .  $\square$

As a natural consequence of Theorem 2.2, we obtain the following corollary.

**Corollary 2.2** Let  $(X, S)$  be an  $S$ -metric space,  $T : X \rightarrow X$  be a self-mapping and  $\mu$  be defined as in Theorem 2.2. If  $T$  is a generalized  $\beta$ - $\psi$ -Geraghty contraction type  $S_{x_0}$ -mapping with  $x_0 \in X$  then

- (i)  $Tx_0 = x_0$ ;
- (ii)  $D_S(x_0, \mu)$  is a fixed disc of  $T$ .

Proof. (i) By the similar approaches used in the proof of the condition (i) of Theorem 2.2, we get

$$Tx_0 = x_0.$$

(ii) Case 1: Let  $r = 0$ . Then we have  $D_S(x_0, \mu) = \{x_0\}$  and using (i), we say that  $D_S(x_0, \mu)$  is a fixed disc of  $T$ .

Case 2: Let  $r > 0$  and  $x \in D_S(x_0, \mu)$  such that  $x \neq Tx$ . Using the hypothesis, we get

$$\begin{aligned}
 \beta(x, x, x_0)\psi(S(Tx, Tx, x)) &\leq \theta(\psi(E(x, x_0)))\psi(E(x, x_0)) \\
 &\leq \psi(E(x, x_0)) \\
 &= \psi(\max\{S(x, x, x_0), S(Tx, Tx, x), S(Tx_0, Tx_0, x_0)\}) \\
 &\leq \psi(\max\{\mu, S(Tx, Tx, x)\}) \\
 &= \psi(S(Tx, Tx, x)),
 \end{aligned}$$

a contradiction with  $\beta(x, x, x_0) > 1$ . Therefore,  $D_S(x_0, \mu)$  is a fixed disc of  $T$ .  $\square$

**Remark 2.1** Since the classes of G-metrics and S-metrics are independent, therefore the notions of a generalized  $\beta$ - $\psi$ -Geraghty contraction type  $G_{x_0}$ -mapping and a generalized  $\beta$ - $\psi$ -Geraghty contraction type  $S_{x_0}$ -mapping are different. Hence, the obtained fixed-circle and fixed-disc results are distinct and new in the literature.

## REFERENCES

- [1] Mustafa, Z. and Sims, B. A new approach to generalized metric spaces, J. Nonlinear Convex Anal. 7 (2), 289-297 (2006).
- [2] Sedghi, S., Shobe, N. and Aliouche, A. A generalization of fixed point theorems in S-metric spaces, Mat. Vesnik 64 (3), 258-266 (2012).
- [3] Dung, N.V., Hieu, N.T. and Radojevic, S. Fixed point theorems for g-monotone maps on partially ordered S-metric spaces, Filomat 28(9), 1885-1898 (2014).
- [4] Dung, N.V. On coupled common fixed points for mixed weakly monotone maps in partially ordered S-metric spaces, Fixed Point Theory Appl. 2013 (48), 1-17 (2013).
- [5] Özgür, N. Y. and Taş, N. Some fixed-circle theorems on metric spaces, Bull. Malays. Math. Sci. Soc. 42 (4), 1433-1449 (2019).
- [6] Kaplan, E. and Taş, N. Non-unique fixed points and some fixed-circle theorems on G-metric spaces, accepted in Appl. Math. E-Notes.
- [7] Özgür, N.Y. and Taş, N. Fixed-circle problem on S-metric spaces with a geometric viewpoint, Facta Univ., Ser. Math. Inf. 34 (3), 459-472 (2019).
- [8] Singh, K.A. and Singh, M.R. Fixed point theorems for generalized  $\beta$ - $\psi$ -Geraghty contraction type maps in S-metric space, Electron. J. Math. Anal. Appl. 8 (1), 273-283 (2020).
- [9] Karapınar, E.  $\alpha$ - $\psi$ -Geraghty contraction type mappings and some related fixed point results, Filomat 28, 37-48 (2014).



## INVESTIGATION OF TiO<sub>2</sub> IN GLASS FIBER REINFORCED CONCRETE MIXTURES ON MOLECULAR BONDING AND THERMAL PROPERTIES

**B.Sc. BEDIRHAN USTA<sup>1</sup>, Dr. FATİH DOĞAN<sup>2</sup>, Prof. Dr. SERKAN SUBAŞI<sup>3</sup>,  
Dr. HEYDAR DEHGHANPOUR<sup>4</sup>, Msc. MUHAMMED MARASLI<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Fibrobeton Company, R&D Center, bedirhanustq@gmail.com - 0000-0002-8214-9727

<sup>2</sup>Munzur University, Rare Earth Elements Application & Research,  
fatihdogan@munzur.edu.tr - 0000-0002-4234-4034

<sup>3</sup>Duzce University, Engineering Faculty, serkansubasi@duzce.edu.tr - 0000-0001-7826-1348

<sup>4</sup>Fibrobeton Company, R&D Center, heydar.dehghanpour@fibrobeton.com.tr -  
0000-0001-7801-2288

<sup>5</sup>Fibrobeton Company, R&D Center, muhammed@fibrobeton.com.tr - 0000-0003-2684-1003

### ABSTRACT

The use of glass fibers as reinforcement material in cement mixtures is preferred to increase the strength of the concrete material. In this study, researchers were carried out on both mechanical properties and bond structures of composite concrete samples obtained by using different ratios of IKSA and TiO<sub>2</sub> components in cement mixture with glass fiber reinforcements. The mechanical properties of the samples were analyzed by the bending strength test method. Then, the chemical interaction of the composite mixtures containing IKSA and TiO<sub>2</sub> with the glass fiber reinforcement component was investigated by FTIR. The roughness analyzes on the surface of the composite material were measured with a profilometer device and investigations were made on the hydrophobic properties of IKSA and TiO<sub>2</sub> components. With TGA/DTA analysis, the mass losses in the samples depending on the temperature were analyzed and the effect of the sample on the strength relationship was examined. The results show that both strength and interaction with glass fibers are high when the IKSA and TiO<sub>2</sub> content is 1%. It was observed that the IKSA and TiO<sub>2</sub> contents were higher than 1%, the flexural strength and the tendency to form bonds decreased. The inclusion of IKSA and TiO<sub>2</sub> in the cement mixture positively affected the viscosity of the mixtures and improved the properties of GFRC. The results of this study showed that the addition of IKSA and TiO<sub>2</sub> to the cement mixture contributes to the high strength concrete and the bond interaction between the components in the mixture is important for the hydrophobic surface.

**Keywords:** Glass fiber, TiO<sub>2</sub>, concrete, FTIR, TGA

### 1. INTRODUCTION

Research is being carried out for different types of applications such as durability, waterproofing and lightness for concrete materials that are widely used in the construction industry. Cracks in concrete materials reduce the service life of concrete. Because repairing cracks in concrete is both an expensive and time-consuming task, reinforcing components are added to concrete mixes that prevent cracks or cracks from propagating. Since fiber-reinforced concrete materials are reinforced with alkali-resistant

fibers, they are widely used in cement-based mixtures. Among these, glass fiber reinforcements are preferred in cement-based composite materials due to their low cost and excellent strength properties. Also, glass fiber reinforced concrete materials are preferred in the construction industry because they can be easily applied at architectural scale and can be adjusted to the desired dimensions before production [1]. In addition, glass fiber reinforcement elements are highly added in cement/water mixtures, they can reduce the spread of cracks that may occur in concrete [2]. It has been stated that the use of high glass fiber in the concrete mixture adversely affects the alkalinity of the concrete, and accordingly, the decreasing filament diameter reduces the strength of the composite concrete material [3]. In fact, it is stated that the glass fiber reinforcement component is in perfect harmony between the cement matrix and the glass fiber, which increases the performance of the concrete material. The presence of fibers in the cement mixture contributes to improving the tensile-flexural strength and ductility of the material [4]. It is stated that the use of glass fiber reinforced concrete (GFRC) in cement-based mixtures improves the design of reinforced concrete structures with low costs [5]. In the study by Enfedaque et al., it was reported that the glass fiber reinforcement in the concrete matrix has a significant effect on the mechanical properties of the concrete material. It has been reported that glass fibers improve the flexural and ductility values of concrete [4]. The fracture toughness of glass fiber reinforced concrete materials was correlated with crack propagation and toughness of the material. However, the fracture energy is expressed as the area under the load-strain curve in the tensile test. It has been stated that fiber reinforcement components have a softening function against breaking strength when loads are applied in vertical and parallel directions to fiber reinforced materials [4]. Anandaraj et al. extensively studied the durability of concrete material by adding glass fiber and pozzolanic additives to the cement mixture. They explained that the additives in the mixture significantly reduce the formation of porous structure in the matrix and the fibers provide a denser environment [6]. In addition, it has been reported that the addition of kaolin in the cement mixture causes the glass fiber components to separate from the matrix. Dey and Mobasher reported that glass fibers can increase the bond strength in the mixture but show brittle properties in humid environments. Thus, they explained that cement-based concrete material will lose its hardness in the long run [7]. However, it has been stated in the literature that there are problems with the use of GFRC in practice. It has been explained that as the usage time of GRFC reinforced concrete materials increases, glass fibers lose their properties. In addition, it has been stated that there are deficiencies in the evaluation of the mechanical properties of glass fibers. It has been reported that as GFRC ages, the ductility of the composite material decreases, and the material becomes brittle. This has been associated with corrosion of the cement matrix in an alkaline environment. To solve this problem, it has been proposed to change the chemical composition of the cement matrix by adding chemical products such as silica fume and kaolin to the cement mixture [8]. It is stated that calcined kaolin mineral, which is preferred in low-cost concrete material production, improves the mechanical properties of concrete materials. It is stated that CK affects the viscosity properties of the cement-based matrix and prevents the formation of defective structures in the composite material. It is also reported that CK prevents crack propagation in composite materials and contributes to the flexural strength of the composite [9]. The effect of CK on concrete strength is associated with compressive strength and flexural strength, which vary depending on the CK content in the mixture [10].  $\text{TiO}_2$  is widely preferred for photocatalytic applications due to its low cost and chemical stability [11].  $\text{TiO}_2$  is used in cementitious materials, building coatings, photocatalytic applications to reduce the negative effects of cementitious materials. It is also used as a catalyst in the matrix, considering the light transmittance and diffusion effect in cement-based mixtures [12]. It is stated that  $\text{TiO}_2$  added to the mixture to increase the light transmittance of cement pastes improves the activity of the material by creating a large contact area. Also, it has been explained that active  $\text{TiO}_2$  fields provide high photocatalytic efficiency by providing light and gas diffusion [13]. It is stated that  $\text{TiO}_2$  at the interface of the cementitious substrate increases the photocatalytic effect in the material with the catalyst effect. Thus, the production of cement-based materials with a high surface

area and providing light and gas diffusion is mentioned [14]. Li et al. reported that  $TiO_2$  was effective on the compressive strength of cementitious composites [15]. However, not much research has been done on the mechanical properties of cement-based composites modified with  $TiO_2$ .

In this study, the effects of GFRC, IKSA, and  $TiO_2$  added to the cement mixture on the mechanical properties of the concrete material were evaluated depending on their distribution and suitability in the mixture. The effects of the components in the mixture on the composite material were investigated to produce low-cost and sustainable materials with the desired mechanical properties. Moreover, not much research has been done on the mechanical properties of cement-based composites modified with IKSA and  $TiO_2$ . In this context, the mechanical and photocatalytic effect of IKSA and  $TiO_2$  in cementitious mixtures and the strength effects of GFRC components on the composite material were investigated.

## 2. MATERIAL AND METHODS

### 2.1. Used Materials

In the production of glass fiber reinforced concrete (GFRC), two different methods are used as premix and spray method. In this study, the shell GFRC samples produced for the purpose of examination were produced with the spray method in 110 x 110 cm dimensions and then cut into beam samples of 15 x 50 x 270 mm dimensions. The materials used in the spray method are almost the same as those in the premix method, but the aggregate size cannot exceed 1 mm. White cement called Çimsa white 42.5 R was used as the binder material in the mixtures. Calcined kaolin with 70.45%  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  and  $Fe_2O_3$  ratios was used as pozzolanic material. Silica sand with a grain size of 0-1 mm, suitable for the spray method, was used as the filling material. Alkali resistant glass fiber (AR-GF) of 25 mm length and 14 mm diameter was used as fiber. Vinyl acrylic copolymer (VA-CP) solution was used as an additive material in order to provide a homogeneous mixture and to obtain a denser composite. VA-CP is generally used in many areas such as self-leveling concretes, sealing compounds and repair mortars [16]. VA-CP provides color integrity in cementitious composite materials and also contributes to strength increase. Polycarboxylate ether based plasticizer was used in all mixtures. All of the main materials used in GFRC mixtures were used in [17] and their positive properties were confirmed. Types and quantities of materials are given in Table 1. By using these materials, 6 different mixtures are produced within the scope of the study, according to the variety ratios of the additives in Table 2. Two different chemicals, IKSA K1 and  $TiO_2$ , were used as additives. IKSA K1 is a liquid chemical and is widely used as a waterproof in GFRCs. Due to the company's privacy policy, there is no information about the content of IKSA K1. Use of  $TiO_2$  in hydrophobic cementitious products has been seen in the literature [18].

**Table 1. Type and proportions of materials used.**

Material	Type	Amount (kg)	
1	Cement	Çimsa white 42.5 R	11.25
2	Silica sand	AFS NO: 30-35	12.50
3	Water	Tap water	4.00
4	Polymer	Betton Bettolatex	0.41
5	Plasticizer	Fibro WR-78	30 g
6	Mineral additive	Calcined Kaolin-Silica Fume-Fly Ash	1.25
7	Additive	IKSA K1 + $TiO_2$	112.5-450 g
8	Fiber	NIPPON AR 2500 H-200/S 32 mm	1.09

**Table 2. IKSA and  $TiO_2$  ratios and sample codes.**

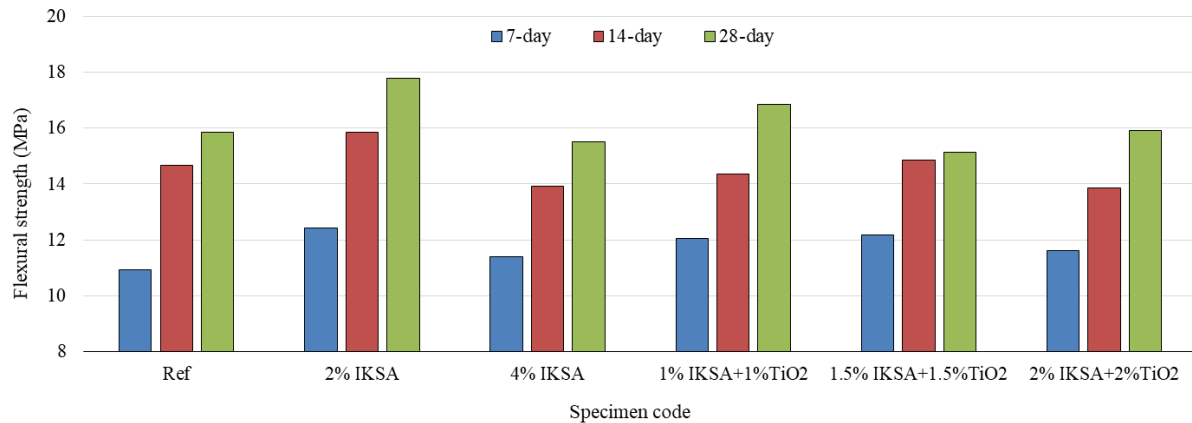
1	2	3	4	5	6
Ref	2% IKSA	4% IKSA	1% IKSA+1% $TiO_2$	1.5% IKSA+1.5% $TiO_2$	2% IKSA+2% $TiO_2$
0 g	225 g	450 g	112.5 +112.5 g	168.8+168.8 g	225+225 g

### 2.2. Test Methods

This study is part of another study that has waterproof properties. However, molecular bond and surface roughness properties were investigated on 6 different mixtures produced by adding IKSA K1 and  $\text{TiO}_2$  chemicals in their current form. Flexural tests were performed according to TS EN 1170-4 [19]. 15 x 50 x 270 mm prismatic specimens were used for flexural tests. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) analyses were performed to examine the molecular bond properties of the samples. In order to examine how the chemicals used affect the surface topography, a profilometer surface measurement was made. Topographic morphologies of the samples were carried out in a 1.25 mm  $\times$  1.25 mm scanning area. Thermogravimetric analysis (TGA) and differential scanning calorimetry (DSC) measurements were performed with Shimadzu DTG 60H - DSC 60 Thermal Gravimetric Analyzer with high purity nitrogen and 50 mL/min flow rate.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

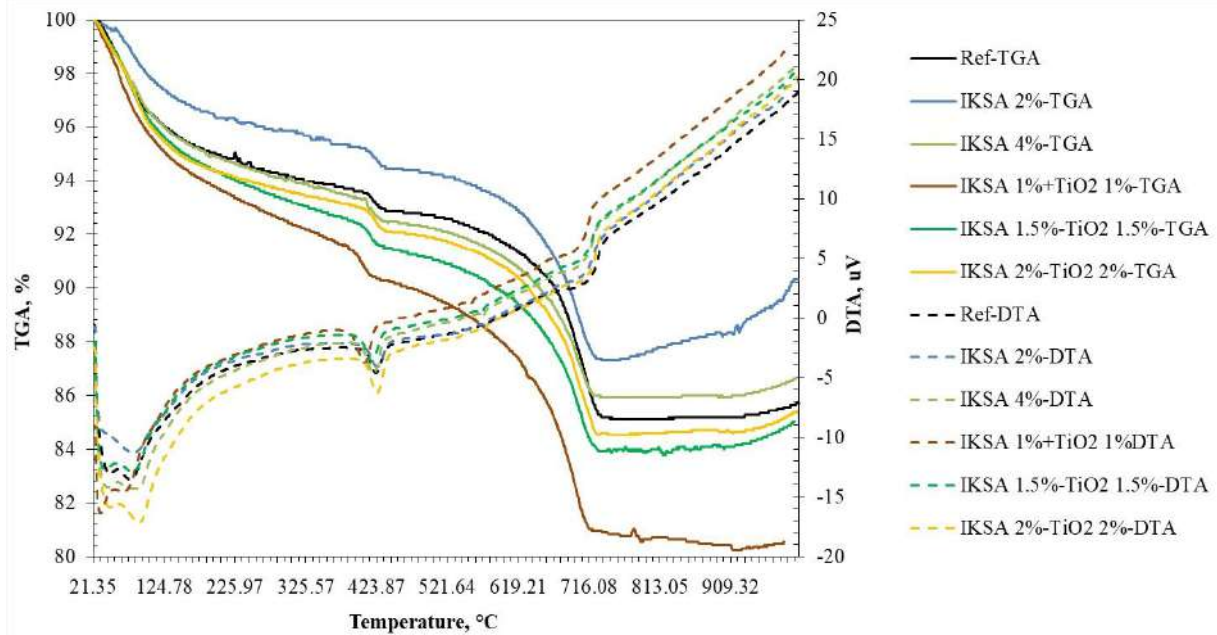
The 7, 14 and 28-day flexural strengths of the samples obtained from 6 different mixtures containing IKSA and  $\text{TiO}_2$  are summarized in figure 1. As expected, flexural strengths increased in all mixtures depending on the sample age. However, while a significant difference was observed between the 7 and 14 days strength of the 1.5%IKSA+1.5% $\text{TiO}_2$  sample, no significant improvement was observed in the strength of the 28-day sample. For, Ref 2%IKSA, 4%IKSA, 1%IKSA+1% $\text{TiO}_2$ , 1.5%IKSA+1.5% $\text{TiO}_2$  and 2%IKSA+2% $\text{TiO}_2$  samples, the rate of increase between 7-14 days, Calculated as 34.34%, 27.59%, 22.02%, 18.99%, 22.20% and 19.47%, respectively. Likewise, the increases between 14-28 were obtained as 8.04%, 12.11%, 11.57%, 17.42%, 1.82% and 14.64%, respectively. Considering the 28-day flexural strengths, the maximum value is 17.78 MPa for 2%IKSA and the minimum value is 15.13 MPa for 1.5%IKSA+1.5% $\text{TiO}_2$ . However, no significant difference was observed between the strength of 4%IKSA, 1.5% IKSA+1.5% $\text{TiO}_2$  and 2%IKSA+2% $\text{TiO}_2$  samples. In study [20], as the content of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles is increased up to 4 wt%, the flexural strength of concrete specimens is increased. This is due to more formation of hydrated products in presence of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles.  $\text{TiO}_2$  nanoparticles up to 4 wt% could accelerate the appearance of the first peak in conduction calorimetry test which is related to the acceleration in formation of hydrated cement products. According to the report in study [21], to increase the dosage of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles not necessarily enhanced the strength development of cement mortar, and the optimal addition was 2 wt.% in this study, and the strength showed a downward trend when the dosage of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles was over 2 wt.%. With the addition of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles, no new hydrate was generated in the cement pastes, but compared with ordinary cement pastes, the diffraction peaks of hydration products were more intense. In the [22] study, it was reported that when the content of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles was increased up to 4% by weight, the compressive strength, splitting tensile strength and bending strength of concrete samples increased. The reason for this was stated to be related to the formation of more hydrated products in the presence of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles.



**Figure 1. 7, 14 and 28-day flexural strength results.**

Thermogravimetric curves (TGA/DTA) of glass fiber reinforced concrete samples containing IKSA and  $\text{TiO}_2$  are shown in figure 2. The initial mass loss in the samples occurred at a temperature of about  $400^\circ\text{C}$ . Then, TGA curves showed a sharp slope at a temperature of about  $715^\circ\text{C}$ . Molecular chains in the matrix were broken with the loss of mass at a temperature of about  $715^\circ\text{C}$  [23]. It is seen that the sample with the highest mass loss (about 20%) is IKSA 1% +  $\text{TiO}_2$  1%. It can be attributed to the loss of chemically adsorbed O-H molecules. In addition, higher mass loss of the IKSA 1% +  $\text{TiO}_2$  1% sample compared to the other samples can be attributed to the highly degraded inorganic components [24]. On the other hand, the mass loss in the reference sample was approximately 15%. Mass losses close to each other in Reference, IKSA 1.5% +  $\text{TiO}_2$  1.5%, IKSA 2% +  $\text{TiO}_2$  2% and IKSA 4% samples can be associated with thermal degradation in the samples. The mass loss in the IKSA 2% sample is approximately 12%, proving that the GFRC reinforced concrete sample shows the lowest mass loss. The reduction in mass loss indicates that chemical degradation is less in the sample matrix and contributes to the material strength. The effects of the samples obtained by adding IKSA and  $\text{TiO}_2$  to the cement matrix at high temperatures were determined by the DTA analyzes shown in figure ... Physical changes with similar thermal behavior were observed in the samples. The initial mass loss can be attributed to ettringite weathering at about  $90^\circ\text{C}$  [25]. Dehydration of condensed cement pastes and the loss of mass at a temperature of about  $400^\circ\text{C}$  can be associated with hydrated calcium silicate (CSH). In addition, it is stated that portlandite formation corresponds to the temperature range of  $350^\circ\text{C}$  to  $450^\circ\text{C}$ . It shows the lime content remaining in the sample because of the reaction of portlandite (calcium hydroxide) with water. It was observed that the portlandite consumption in the samples was relatively close to each other. The pozzolanic reaction in the cement paste causes a decrease in the amount of water in the ettringite and portlandite compounds, thus reducing the mass loss in the sample. In addition, degradation in the cement paste may adversely affect the mechanical properties of the material. Considering the above-mentioned flexural strength results, the low mass loss in the IKSA 2% sample can be associated with the increase in material strength.





**Figure 2. TGA and DTA curves of samples including IKSA, TiO<sub>2</sub> and, glass fiber reinforced component.**

FTIR spectrograms of IKSA and TiO<sub>2</sub> reinforced composite samples prepared in different ratios are shown in figure 3. While Ti-O-Si vibration is observed in the band ~ 950 cm<sup>-1</sup>, Ti-O-Ti vibrations are revealed in the band ~ 1400 cm<sup>-1</sup>. The bands at 790 cm<sup>-1</sup> and 114 cm<sup>-1</sup> are attributed to Si-O-Si vibrations. In addition, the absence of an O-H vibration band around 1600 cm<sup>-1</sup> indicates that there is no chemical absorption between the glass fiber and reinforcement components. Also, the absorption band around 3400 cm<sup>-1</sup> could be attributed to stretching of the free O-H bond [26]. Absorption peaks in the range of 600 cm<sup>-1</sup> to 1400 cm<sup>-1</sup> confirm that the glass fibers react chemically with IKSA and TiO<sub>2</sub> additives. The formation of intense and severe peaks in the IKSA 4% sample can be explained by the contribution of glass fibers to the bending strength. Similarly, in the IKSA 1% + TiO<sub>2</sub> 1% sample, adding TiO<sub>2</sub> to the mixture by decreasing the IKSA percentage ratio explains that the glass fibers are in chemical interaction with both IKSA and TiO<sub>2</sub>. On the other hand, it can be said that increasing the IKSA and TiO<sub>2</sub> weight percent ratios in the cement mixture reduces the chemical interaction between the glass fibers and the reinforcement components, thus making a negative contribution to the flexural strength of the sample. The fact that the above-mentioned samples, which were kept for 7, 14 and 28 days, exhibited relatively lower strength with the increase in the percentage of IKSA and TiO<sub>2</sub> additive components in the flexural strength tests confirms the IKSA and TiO<sub>2</sub> interactions of the glass fibers [27]. Ti-O-Si bond formation, which occurs around 950 cm<sup>-1</sup>, can be attributed to the unsaturated O atoms and the absorption of more O-H groups. It can be said that with the increase in the hydroxyl group, the degree of bonding between the glass fibers and the reinforcement components decreases. Decreased absorption intensities due to the increase in IKSA and TiO<sub>2</sub> content (1.5% and 2%) confirm that the interaction of reinforcement components with glass fibers decreases.



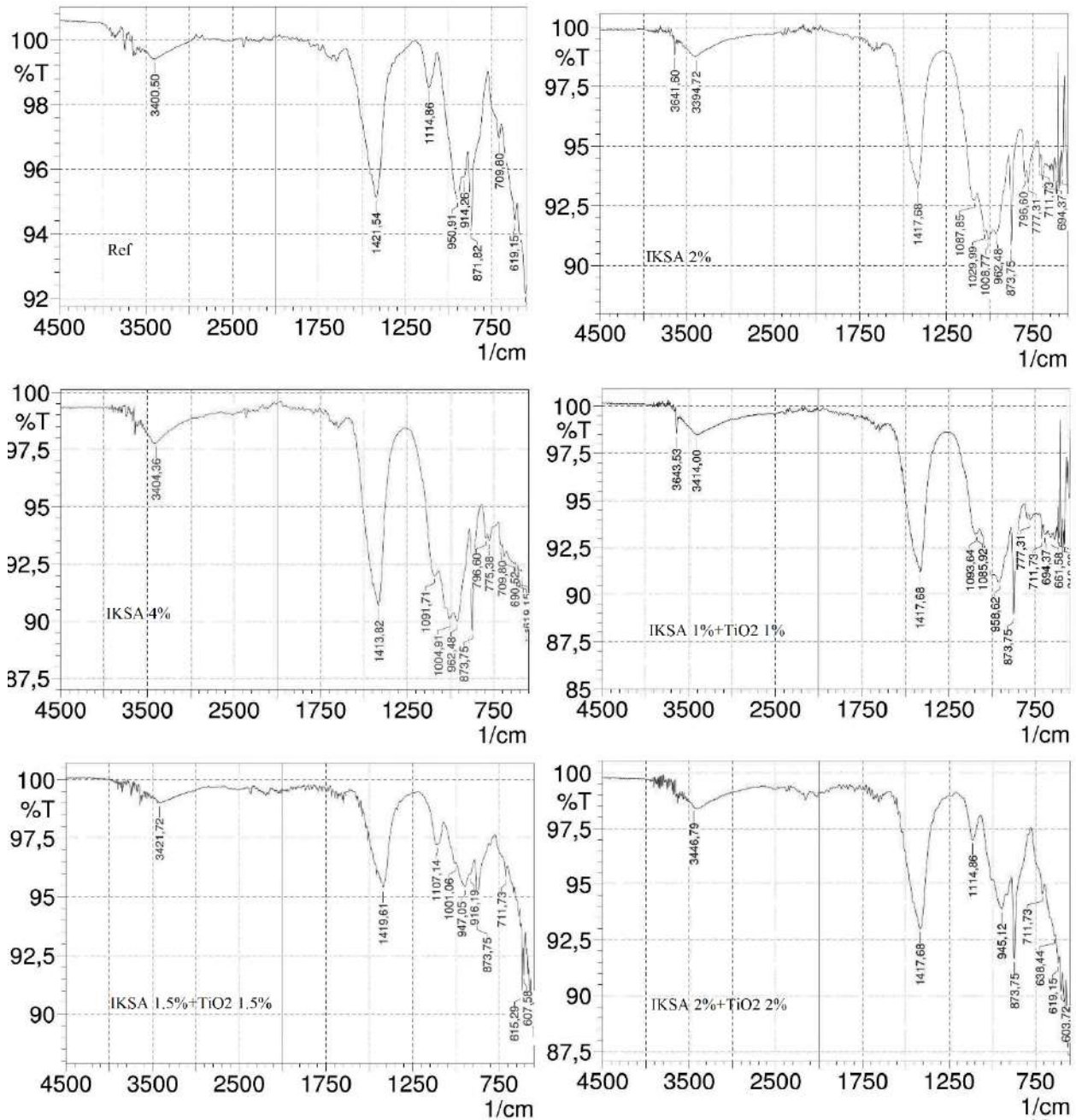


Figure 3. FTIR analysis results of samples containing IKSA and TiO<sub>2</sub> reinforced components.

Profilometer morphology analyzes showing the differences in roughness values of composite samples are shown in figure 4. It is seen that IKSA (2%, 4%) reinforcement component added to the mixture increases the roughness of the sample compared to the reference sample. 1% TiO<sub>2</sub> added to the cement mixture with IKSA relatively affected the roughness of the sample. On the other hand, the addition of 1.5% IKSA and TiO<sub>2</sub> increased the rough surface formation. When the ratio of reinforcement components in the mixture was increased to 2%, a decrease in surface roughness was observed. The rough structures formed on the sample surface can be explained by contributing to the hydrophobic property of the material. Since the formation of porous structures on the surface of the material together with the roughness will cause air retention in the material, there may be a decrease in the strength of the sample [28]. When the bending strength results are evaluated together with the profilometer results, it is seen that they are compatible with each other. As a result, it is clearly seen that IKSA and TiO<sub>2</sub> additive

components affect the surface roughness of the composite concrete sample. It has been understood that the use of low proportion of IKSA reinforcement compound gives positive results to obtain high roughness and high strength results.

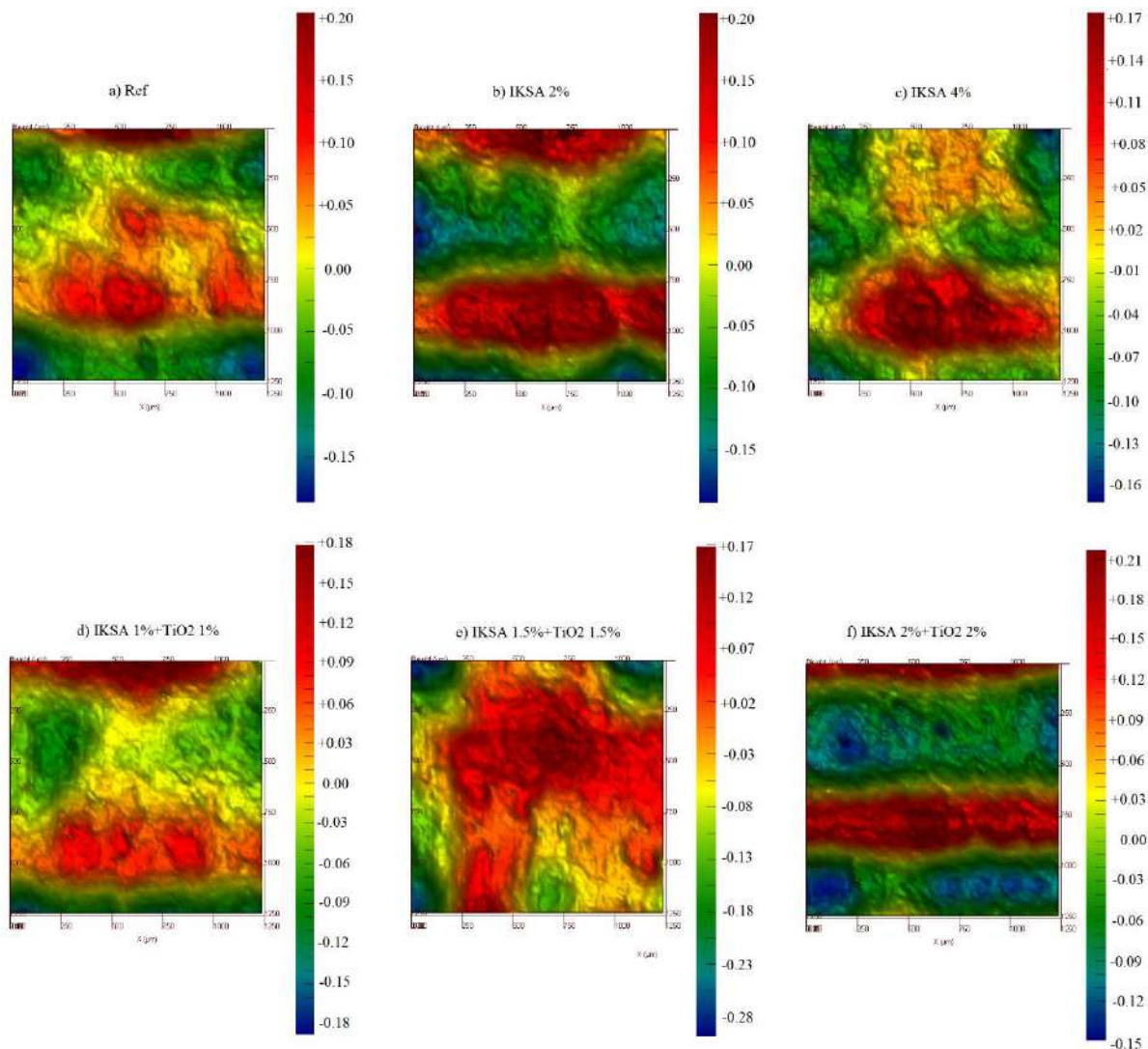


Figure 4. Profilometer images of composite concrete samples.

#### 4. CONCLUSIONS

Flexural strengths increased in all mixtures depending on the sample age. Considering the 28-day flexural strengths, the maximum value is 17.78 MPa for 2%IKSA and the minimum value is 15.13 MPa for 1.5%IKSA+1.5%TiO<sub>2</sub>. According to the TGA/DTA analysis results, the low mass loss in the IKSA 2% sample was explained by the increase in material strength. Also, lowest mass loss of the IKSA 2% sample explains that the chemical degradation is less in the sample matrix. Stable bond formation between glass fiber/IKSA/TiO<sub>2</sub> was analyzed by FTIR spectra. The 1% content of IKSA and TiO<sub>2</sub> was explained by the increase in the absorption density and the increase in the interaction of IKSA and TiO<sub>2</sub> with glass fibers. It was stated that the surface roughness of the composite concrete sample changed with IKSA and TiO<sub>2</sub> components. IKSA component can create a hydrophobic surface in the sample by providing high roughness and contributing to high strength in the material.

## REFERENCES

- [1] Marasli, M., Subasi, S., & Dehghanpour, H. (2022). Development of a maturity method for GFRC shell concretes with different fiber ratios. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/19648189.2022.2028190>
- [2] Reddy, T. C. S. R., Theja, A. R., & Sashidhar, C. (2018). Self-Healing Ability of High-Strength Fibre-Reinforced Concrete with Fly Ash and Crystalline Admixture. *Civil Engineering Journal*, 4(5), 971. <https://doi.org/10.28991/cej-0309149>
- [3] Genovés, V., Gosálbez, J., Miralles, R., Bonilla, M., & Payá, J. (2015). Ultrasonic characterization of GRC with high percentage of fly ash substitution. *Ultrasonics*, 60, 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2015.02.016>
- [4] Enfedaque, A., Alberti, M. G., Gálvez, J. C., & Domingo, J. (2017). Numerical simulation of the fracture behaviour of glass fibre reinforced cement. *Construction and Building Materials*, 136, 108–117. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.130>
- [5] Bartos, P. J. M. (2017). Glassfibre Reinforced Concrete: a Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 246, 012002. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/246/1/012002>
- [6] Anandaraj, S., Rooby, J., Awoyera, P. O., & Gobinath, R. (2019). Structural distress in glass fibre-reinforced concrete under loading and exposure to aggressive environments. *Construction and Building Materials*, 197, 862–870. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.06.090>
- [7] Dey, V., & Mobasher, B. (2018). Quantitative characterization of accelerated aging in cement composites using flexural inverse analysis. *Cement and Concrete Composites*, 89, 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2018.02.019>
- [8] Enfedaque Díaz, A., Sánchez Paradela, L., & Sánchez-Gálvez, V. (2010). El efecto del humo de sílice y el metacaolín en el proceso de envejecimiento de los morteros de cemento reforzados con fibras de vidrio (GRC). *Materiales de Construcción*, 60(300), 67–82. <https://doi.org/10.3989/mc.2010.52009>
- [9] Gödek, E., Tosun Felekoğlu, K., Keskinates, M., & Felekoğlu, B. (2017). Development of flaw tolerant fiber reinforced cementitious composites with calcined kaolin. *Applied Clay Science*, 146, 423–431. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2017.06.029>
- [10] Mermerdaş, K., Gesoğlu, M., Güneyisi, E., & Özturan, T. (2012). Strength development of concretes incorporated with metakaolin and different types of calcined kaolins. *Construction and Building Materials*, 37, 766–774. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.07.077>
- [11] Aïssa, A. H., Puzenat, E., Plassais, A., Herrmann, J.-M., Haehnel, C., & Guillard, C. (2011). Characterization and photocatalytic performance in air of cementitious materials containing TiO<sub>2</sub>. Case study of formaldehyde removal. *Applied Catalysis B: Environmental*, 107(1–2), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2011.06.012>
- [12] Ruot, B., Plassais, A., Olive, F., Guillot, L., & Bonafous, L. (2009). TiO<sub>2</sub>-containing cement pastes and mortars: Measurements of the photocatalytic efficiency using a rhodamine B-based colourimetric test. *Solar Energy*, 83(10), 1794–1801. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2009.05.017>
- [13] Subrahmanyam, M., Boule, P., Durga Kumari, V., Naveen Kumar, D., Sancelme, M., & Rachel, A. (2008). Pumice stone supported titanium dioxide for removal of pathogen in drinking water and recalcitrant in wastewater. *Solar Energy*, 82(12), 1099–1106. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2008.05.007>
- [14] Folli, A., Pade, C., Hansen, T. B., De Marco, T., & Macphee, D. E. (2012). TiO<sub>2</sub>



- photocatalysis in cementitious systems: Insights into self-cleaning and depollution chemistry. *Cement and Concrete Research*, 42(3), 539–548. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2011.12.001>
- [15] Li, Z., Han, B., Yu, X., Zheng, Q., & Wang, Y. (2019). Comparison of the mechanical property and microstructures of cementitious composites with nano- and micro-rutile phase TiO<sub>2</sub>. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 19(3), 615–626. <https://doi.org/10.1016/j.acme.2019.02.002>
- [16] Kharazian, H. A., Zare, M. R., Noktehdan, M., & Sedaghatdoost, A. (2019). Effect of water-based acrylic copolymer on void systems of cementitious repair mortar. *Case Studies in Construction Materials*, 11, e00261. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2019.e00261>
- [17] Marasli, M., Subasi, S., & Dehghanpour, H. (2022). Development of a maturity method for GFRC shell concretes with different fiber ratios. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 26(15). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/19648189.2022.2028190>
- [18] Doğan, F., & Dehghanpour, H. (2021). Characterization and hydrophobic surface study of silicon-based TiO<sub>2</sub>, ZnO and recycled carbon additives on cementitious materials surface. *Journal of Building Engineering*, 40, 102689. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2021.102689>
- [19] TS EN 1170-4. (1999). Precast concrete products-test method for glass-fibre reinforced cement-part 4: Determination of Flexural Strength. Turkish Standard.
- [20] Nazari, A., & Riahi, S. (2011). RETRACTED: The Effects of TiO<sub>2</sub> Nanoparticles on Flexural Damage of Self-compacting Concrete. *International Journal of Damage Mechanics*, 20(7), 1049–1072. <https://doi.org/10.1177/1056789510385262>
- [21] Wang, L., Zhang, H., & Gao, Y. (2018). Effect of TiO<sub>2</sub> Nanoparticles on Physical and Mechanical Properties of Cement at Low Temperatures. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2018, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2018/8934689>
- [22] Nazari, A., & Riahi, S. (2010). The effect of TiO<sub>2</sub> nanoparticles on water permeability and thermal and mechanical properties of high strength self-compacting concrete. *Materials Science and Engineering: A*, 528(2), 756–763. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2010.09.074>
- [23] Borsoi, C., Zattera, A. J., & Ferreira, C. A. (2016). Effect of cellulose nanowhiskers functionalization with polyaniline for epoxy coatings. *Applied Surface Science*, 364, 124–132. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.12.140>
- [24] de Araújo Moura, R. C., Lima, P. R. L., & Ribeiro, D. V. (2022). Effect of Temperature on Mechanical Behavior of Concrete Reinforced with Different Types of GFRP Bar. *Polymers*, 14(17), 3437. <https://doi.org/10.3390/polym14173437>
- [25] Hoppe Filho, J., Gobbi, A., Pereira, E., Quarcioni, V. A., & Medeiros, M. H. F. de. (2017). Atividade pozolânica de adições minerais para cimento Portland (Parte I): Índice de atividade pozolânica (IAP) com cal, difração de raios-X (DRX), termogravimetria (TG/DTG) e Chapelle modificado. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 22(3). <https://doi.org/10.1590/s1517-707620170003.0206>
- [26] Wang, J., Lu, C., & Xiong, J. (2014). Self-cleaning and depollution of fiber reinforced cement materials modified by neutral TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> hydrosol photoactive coatings. *Applied Surface Science*, 298, 19–25. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.12.171>
- [27] Dou, H., Bai, J., Lu, H., Zhang, T., Kong, L., Bai, Z., & Li, W. (2023). Effect of TiO<sub>2</sub> on preparation condition, mechanical properties and alkali resistance of continuous basalt fibers. *Cement and Concrete Composites*, 136, 104861. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2022.104861>



- [28] Ramirez, A. M., Demeestere, K., De Belie, N., Mäntylä, T., & Levänen, E. (2010). Titanium dioxide coated cementitious materials for air purifying purposes: Preparation, characterization and toluene removal potential. *Building and Environment*, 45(4), 832–838. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.09.003>

## GELENEKSEL BİR TÜRK LEZZETİ: DİYARBAKIR BURMA KADAYIF TATLISI

Gıda Yüksek Mühendisi Derya BULUTDAĞ<sup>1</sup>, Gıda Yüksek Mühendisi/Doktora Öğrencisi Mustafa DEDEOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, dbulutdag@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0002-8822-5241>

<sup>2</sup>Manisa Celâl Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, mdedeoglu.2177@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0001-7866-5350>

### ÖZET

Yemek kültürünün, bireyin yaşam tarzından, bulunduğu coğrafi konumdan, kültürel ve sosyo-demografik özelliklerinden etkilendiği ve bu kültürün temelinde geleneksel gıdaların olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda özellikle son yıllarda herhangi bir gıdanın farklı kriterler (tarihi, kültürel, teknolojik, besleyicilik ve duyuşal özellikler) bakımından optimizasyonunu esas alan Gastronomi Bilimi'nin gelişmesiyle, yenilikçi ve geleneksel gıdalara/lezzetlere olan ilgi artmaktadır. Coğrafi konum itibarıyla gastronomi turizmi açısından oldukça önemli olan ve farklı gıda gruplarında geniş yelpazede geleneksel lezzetleri bünyesinde barındıran Türk mutfağı, Türkiye'nin gastronomi şehirlerinden seçilen ürünlerin bir araya getirilmesiyle oluşmuş olup, bu şehirlerin başında da Diyarbakır ili gelmektedir. Birçok lezzete ev sahipliği yapan şehrin en meşhur geleneksel tatlısı, Diyarbakır Burma Kadayıf (DBK)'ıdır. İmalatı 19. yüzyıla dayanan DBK, ulusal ve uluslararası düzeyde oldukça yoğun ilgi görmekte ve ihracat potansiyeli her geçen gün artmaktadır. Coğrafi işarete sahip DBK, Diyarbakır Valiliği tarafından yapılan başvuru neticesinde 29.11.2013 tarihi itibarıyla koruma altına alınmış ve 30.10.2017 tarihli 6769 sayılı (Sınai Mülkiyet Kanunu) kanun kapsamında ise Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından tescillenmiştir. Osmanlılarda "kātā'if" ve Arapçada ise "Kadife" sözcüğünün çoğulu şeklinde isimlendirilen kadayıf ile tel kadayıf anlaşılmakta olup, aralarında bazı yöresel farklar bulunmakla birlikte pek çok çeşitte (burma, düz, sütlü, kaymaklı, cevizli, fıstıklı vb.) üretim yapılmaktadır. Kalite (proses, teknolojik ve duyuşal) karakteristikleri bakımından oldukça hassas olan DBK, ustaların el marifetlerinden, formülasyondaki ingredientlerden ve proses şartlarından son derece etkilenmektedir. Bu nedenle, gerek kullanılan bileşenlerin organik materyaller olması gerek de arzu edilen teknolojik ve duyuşal kalitenin farklı ellerden etkilenmesi sonucunda nihai üründe her zaman aynı kalitenin yakalanamaması en büyük problemlerden biridir. Dolayısıyla, formülasyonda kullanılan bileşenlerin özellikleri ve üretim parametreleri optimize edilerek geleneksel DBK tatlısının standardizasyonunun sağlanması ve bilinirliğinin artırılması gerekmektedir. Bu derlemede, yüksek ihracat potansiyeline sahip DBK tatlısı ile ilgili literatür bilgilerinin bilimsel perspektifle irdelenerek bir araya getirilmesi ve bu şekilde konuya genel bir bakış açısının kazandırılması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Diyarbakır Burma Kadayıf, Geleneksel Gıdalar, Kalite



## A TRADITIONAL TURKISH TASTE: DIYARBAKIR BURMA KADAYIF DESSERT

### ABSTRACT

It is known that traditional foods are affected by food culture, individual life, geographical regions, cultural and socio-demographic characteristics and include them. In this context, especially in recent years, with the results of Gastronomy Science, which is based on the optimization of any food on different criteria (historical, cultural, technological, nutritional and sensory characteristics), the interest in consuming and traditional data / flavors is increasing. Turkish cuisine, which is very important in terms of gastronomy tourism due to its geographical location and contains a wide range of traditional flavors in different food environments, has been brought together by the selection of the gastronomy group of Turkey, and Diyarbakir is one of these cities. The city's most famous traditional dessert, which hosts many flavors, is Diyarbakir Burma Kadayif (DBK). DBK, whose manufacture dates back to the 19th century, attracts great attention at the national and international level and its export expectations are increasing day by day. The geographical indication DBK has been registered by the Turkish Patent and Trademark Office as the application made by the Governorship of Diyarbakir is under protection as of 29.11.2013 and the scope of the law numbered 6769 (Industrial Property Law) dated 30.10.2017. Kadayif and wire kadayif, which are named as “kātā’if” in the Ottomans and “Velvet” clothes in the plural form, are understood, and although there are some regional differences between them, many types (burmese, plain, milky, creamy, walnut, Yuvalı etc.) are produced. DBK, which is very sensitive in terms of quality (process, technological and sensory) features, is highly affected by the craftsmanship of the craftsmen, the ingredients used and the process conditions. For this reason, it is one of the biggest problems that the same quality cannot always be achieved in the final product as a result of both the organic materials used and the results of the desired technological and sensory quality from different hands. From this point of view, it is necessary to optimize the features and production parameters used in the past, to ensure the standardization of the traditional DBK dessert and to continue its awareness. In this installation, DBK dessert with high export potential and information about the literature are brought together by examining them with a scientific perspective and thus providing a general perspective.

**Keywords:** Diyarbakir Burma Kadayif, Traditional Foods, Quality

### 1. GİRİŞ

Günümüzde modernleşme adı altında çeşitli nedenlerden dolayı ev dışında geçirilen zamanın artması, toplumun beslenme alışkanlıklarını değiştirmektedir. Ayrıca, gösterişli ambalajlar ve güçlü pazarlama stratejileri de modern toplumlarda endüstriyel (hazır) gıdalara yönelimi artırarak sağlıksız beslenme kültürü oluşturmaktadır (Kocatepe ve Tırıl, 2015; Dedeoğlu, 2020). Ancak buna rağmen son yıllarda gıdaları farklı kriterler (tarihi, kültürel, teknolojik, besleyicilik ve duyuşal özellikler) bakımından inceleyen Gastronomi Biliminin gelişmesiyle (Sarılışık ve Özbay, 2015) birlikte beslenme alışkanlıkları çeşitli perspektiflerden sorgulanarak beslenmeye farklı anlamlar yüklenmekte ve çeşitli gıda grupları ortaya çıkmaktadır (Altuntaş ve Gülçubuk, 2014). Kuşkusuz ki bu gıda grupları arasında geleneksel (yöresel, kültürel)

gıdalar, sağlık, güvenilirlik ve kültürel geçmiş bakımından toplumda özel bir yere sahip olup, bilinirliği de günden güne artmaktadır (Kocatepe ve Tırıl, 2015).

Geleneksel gıdalar, bir üretim prosesi ve ekonomik faaliyet neticesinde meydana gelen yöresel, kültürel ve ticari bir değerdir. Oldukça uzun bir zamanda uygun bilgi, beceri ve tekniklerin harmanlanarak gelişmesiyle ün ve nitelik kazanan bu ürünler, menşei olan bölgenin adıyla bilinmekte ve pazarlanmaktadır (Altuntaş ve Gülçubuk, 2014).

Bu anlamda coğrafi konum, yöresel, kültürel ve iklim özellikleri nedeniyle Türkiye, oldukça yüksek bir geleneksel gıda potansiyeline sahiptir. Bu potansiyeli ortaya çıkarmak için ise, ilk defa Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Bursa Gıda Kontrol ve Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından 2004 yılında oluşturulan “Türkiye’nin Geleneksel Gıda Ürünleri Projesi” kapsamında toplamda 64 ilin 459 geleneksel gıda ürünü keşfedilmiştir. Ayrıca, 2015-2018 yılları arasında ihracat potansiyeli olan ürünlerin, “Ulusal Coğrafi İşaret Strateji Belgesi ve Eylem Planı” adı altında sosyal ve ekonomik analize tabii tutulması hedeflenmiştir. Avrupa Birliği, geleneksel gıdaların pazar büyüklüğü bakımından ilk sırada olup, pazarın büyüklüğü 2017 yılı sonunda 75 milyar Euro olarak rapor edilmiştir. Türkiye ise 2019 yılı sonunda Avrupa Birliğine 18 ürün ile coğrafi işaret başvurusunda bulunmuş ve sadece Aydın İnciri, Malatya Kayısı ve Antep Baklavası olmak üzere toplam 3 üründe olumlu sonuç alabilmiştir (Anonim, 2017a; Duru ve ark., 2021). Oysa, Türkiye’nin coğrafi işaret olarak tescillenmesi gereken geleneksel gıda ürünleri bakımından son derece zengin olduğu ve bu konuda ivedilikle ileri düzeyde çalışmaların yapılması gerektiği görülmektedir.

Birçok tescilli geleneksel ürüne ev sahipliği yapmasıyla Türkiye’nin en önemli şehirlerinden olan Diyarbakır’ın, geleneksel lezzetleri arasında uluslararası düzeyde ün yapmış Diyarbakır Burma Kadayıf (DBK) tatlısı bulunmaktadır. Tüm bireylerin damak zevkine hitap eden DBK’nın, fıstıklı, cevizli, peynirli, kaymaklı vb. çeşitleri bulunmaktadır. DBK, yıllık 3200 ton tüketim miktarıyla tatlı tüketiminin %30.35’ini tek başına karşılamaktadır. Bu durum, DBK’nın kent imajı, gastronomi turizmi ve ihracat potansiyeli konularındaki önemini ziyadesiyle ortaya koymaktadır (Anonim, 2017b).

Bu çalışmada, son yıllarda tüketim miktarı ve ihracat potansiyeli bakımından oldukça önem arz eden DBK ile ilgili bazı bilgiler derlenmiş ve DBK’nın tarihçesi, gastronomik açıdan önemi, üretim prosesi, kimyasal kompozisyonu ve konu ile ilgili gerçekleştirilmiş çalışmalar sonuçlarıyla ele alınarak konuya genel bir perspektifin kazandırılması hedeflenmiştir.

## **2. DİYARBAKIR BURMA KADAYIFININ TARİHÇESİ**

Türk mutfağı, dünyanın en büyük mutfak kültürlerinden biri olup, kökeni oldukça eskiye uzanmaktadır (Akkuş ve Akkuş, 2016). Osmanlı İmparatorluğu döneminde değişerek gelişen mutfak kültürüyle birlikte kadayıf, baklava ve lokma gibi çeşitli şerbetli tatlıların üretimi ve tüketimi oldukça yaygınlaşmıştır (Diker ve ark., 2017). Bir şehrin kent imajında sahip olduğu tarihi, kültürel değerleri, lezzetleri, gelenek ve görenekleri oldukça önem arz etmektedir. Böyle bir kent imajı bulunan Diyarbakır ili, burma kadayıf, sütlü nuriye, kaburga, keşkek ve cartlak kebabı gibi çok sayıda kendine has geleneksel lezzeti bünyesinde barındırmaktadır (Dinç, 2020).

Kadayıf, geçmişten günümüze kadar aktarılmış önemli bir geleneksel tatlıdır. Türkiye'nin farklı şehirlerinde (Diyarbakır, Antalya, Mersin, Hatay, Erzurum ve Gaziantep vb.) üretilen ve severek tüketilen eşsiz bir lezzettir (Cheraghi ve ark., 2019; Davulcu ve ark., 2015; Cengiz, 2010). Osmanlılarda “kātā’if” ve Arapçada ise “Kadife” sözcüğünün çoğulu şeklinde isimlendirilmekte ve Türkçeye kadayıf şeklinde yerleşen, hamuru daha önceden hazırlanarak şekil verilen ve yağda veya fırında kızartılmasının ardından üzerine şerbet dökülerek üretilen bir tatlıdır (Cengiz, 2010; Başpınar, 2011; Davulcu ve ark., 2015; Cheraghi ve ark., 2019).

Tel kadayıflardan üretilen burma kadayıf, DBK olarak tanınmaktadır (Başar, 2017). Son yıllarda, artan DBK üretimi sayıları 500’ü geçen işletme tarafından yapılmaktadır. İlk kadayıf üretiminin, “Ermeni Agop Usta” olarak tanınan kişiye ait olduğu ve tarih olarak 1900’lü yılların başına denk geldiği belirtilmektedir. Agop usta, savaş (Rus Harbi) nedeniyle Diyarbakır iline göçen Bingöllü bireyleri, işletmesinde çalıştırarak kadayıf üretimini öğretmiştir. Ardından, yetişen ustalar kadayıfı Diyarbakır ili ile bağdaştırarak tatlının, “Diyarbakır Burma Kadayıf” adıyla yaygınlaşmasına neden olmuşlardır (Eroğlu ve Pıçak, 2018). Ayrıca, Agop ustanın yanında yetişen ustalardan Hacı Muhammed Oktay ve Hacı Levent Altunhan’ın Diyarbakır ili merkezinde ilk işletmelerini kurdukları da bildirilmektedir (Yıldız, 2014).

### **3. DİYARBAKIR BURMA KADAYIFININ GASTRONOMİ TURİZMİ BAKIMINDAN ÖNEMİ**

Bireylerin alım gücüyle doğrudan ilişkili turizmden, değişen bakış açısıyla birlikte beklentiler de değişmektedir. Artık sadece deniz, güneş ve doğa değil, farklı kültürleri tanımak için de seyahat edilmektedir. Kuşkusuz ki, bir kültürü tanımanın en iyi yolu geleneksel lezzetlerini öğrenmektir. Bu nedenle, son yıllarda turizm alanında “Gastronomi Turizmi” adında yeni bir kavram ortaya çıkmıştır (Aksoy ve Sezgi, 2015).

Gastronomi kavramı, yiyecek ve içeceklerin sanat, kültür ve bilim dallarıyla birlikte sahip olduğu özelliklerin (tarihçe, teknolojik, besinsel, organoleptik vb.) derinlemesine kavranmasıdır. Ayrıca, Ar-ge ve Ür-ge neticesinde günümüz koşullarına adapte edilme çalışmalarını ve konu üzerinde geniş bir bakış açısı barındıran bir bilim dalını da ifade etmektedir (Aksoy ve Sezgi, 2015; Sarıışık ve Özbay, 2015). Gastronomi Turizmi ise, bireyin yiyecek ve içeceklerle ilgili deneyim ve gözlemlerini tanımlayan oldukça yeni bir literatür kavramıdır (Sarıışık ve Özbay, 2015). Tanımdan da anlaşılacağı üzere Gastronomi Turizmi, Gastronomi ve Turizm sektörlerinin ortak çalışmasından ortaya çıkan multidisipliner bir alan olarak düşünülebilir.

Bu konuda Türkiye, zengin geleneksel gıda portföyü ile oldukça stratejik ve avantajlı bir konumda olsa da arzu edilen düzeyde gelişim sağlayamamıştır (Bucak ve Aracı, 2013; Duru ve ark., 2021). Bu durumun nedeni olarak turizm sektöründeki tanıtım ve pazarlama stratejilerinde sadece mevsimlik (güneş, deniz ve kum vb.) avantajlara odaklanılması görülmektedir. Oysa Gastronomi turizmi, farklı topluluklar arasında kültür alışverişine olanak tanırken, bir yandan da kentlerin yerel ekonomisine de büyük bir katkıda bulunmaktadır (Bucak ve Aracı, 2013). Dolayısıyla, Türkiye’de Gastronomi turizminin tanıtım ve gastronomik etkinlikler altında çeşitli faaliyetlerle geliştirilmesi gerektiği unutulmamalıdır (Eren, 2011). Ayrıca, Gastronomi

turizminin geliştirilmesi yolunda atılacak en önemli adımlar ise bölgenin geleneksel lezzetlerinin araştırılması, coğrafi işaret adı altında koruma altına alınması ve turistik bir ürün haline dönüştürülmesi olarak sıralanabilir (Aksoy ve Sezgi, 2015).

Coğrafi işaret, belirli yasalar çerçevesinde bir yöreye özgü herhangi bir değer veya ürünün koruma altına alınmasıdır (Aksoy ve Sezgi, 2015). Coğrafi işaretli ürün potansiyeli bakımından oldukça geniş bir ürün yelpazesine sahip olan Diyarbakır'ın en önemli tatlı lezzeti, DBK'dır (Anonim, 2022). Coğrafi işaretli DBK, Diyarbakır Valiliği tarafından yapılan başvuru neticesinde 29.11.2013 tarihi itibarıyla koruma altına alınmıştır. Ayrıca, 30.10.2017 tarihli 6769 sayılı (Sınai Mülkiyet Kanunu) kanun kapsamında ise Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından tescillenmiştir (Anonim, 2017b).

DBK, coğrafi işaret ile Diyarbakır iline tescillenmiş ve böylece gastronomi turizmi yolunda büyük bir mesafe kat etmiştir. DBK'nın, yıllık tüketim miktarı değerlendirildiğinde büyük bir ihracat potansiyeline sahip olduğu, bildirilen tüketim miktarlarından ve gerçekleştirilen literatür taramalarından anlaşılmaktadır. Birçok çeşidi (fıstıklı, cevizli, sütlü, peynirli, kaymaklı, düz, burma ve çubuk) bulunan DBK'nın, günlük üretim ve tüketim miktarı 6 ton olup, bu miktar turizm sezonunun en canlı olduğu yaz aylarında ise günlük 9 tona kadar çıkmaktadır. Şehre gelen yerli ve yabancı turistlerin kentin simgesi haline gelen DBK tatlısını almadan şehri terk etmediği belirtilirken, yıllık tüketim miktarının turizm sezonu dahil 3200 ton olduğu vurgulanmaktadır (Anonim, 2022). DBK'nın bu potansiyeli düşünüldüğünde, bölge ve ülke ekonomisine katkısı yadsınamaz bir gerçektir.

#### 4. DİYARBAKIR BURMA KADAYIF ÜRETİMİ VE KİMYASAL KOMPOZİSYON

Tarihi Selçuklular dönemine dayanan ve oldukça beğenilerek tüketilen kadayıf, aynı zamanda son derece zorlu bir üretim prosesine sahiptir (Görsel 1). Kadayıf, Türkiye'ye özgü geleneksel bir tatlı olup, ana hammaddesini un ve su bileşenleri oluşturmaktadır (Cheraghi, 2014). Yarı hazır bir gıda olan kadayıf, yoğurma, hamur dövme (inceltme), şekil verme ve pişirme aşamalarının bulunduğu bir üretim prosesine sahiptir. Kadayıf hamuru %80 su içeren un-su karışımından oluşmakta olup, oldukça akışkan (viskoz) bir yapıya sahiptir. Prosesin hamur dövme aşamasında ise paletler yardımıyla gluten matriksi deforme edilmekte ve gluten-nişasta arasındaki interaksiyon zayıflatılarak hamur inceltilmektedir. Bu şekilde hamurun akışkanlığı artırılarak nihai ürünün teknolojik ve duyu kalite özelliklerinin yakalanması amaçlanmaktadır. Akışkan hamur, stildeki nozullardan geçirilerek ısıtılmış bakır tepsiye dökülmekte ve belli bir süre bekletilerek elde edilen kadayıf tellerinin kuruması sağlanmaktadır. Kadayıf tellerinin kurumasında dikkat edilmesi gereken en önemli husus, nozullardan çıkan hamurun akış hızı ve bakır tepsinin sıcaklığıdır (Pekak, 2006; Yeyinli Savlak, 2011; Cheraghi, 2014).

Kadayıf bulamacı/hamur (un+su) hazırlanır.



Bulamaç ısıtılan (170-200 °C) ve dönen bakır tepsiye, gözenekli stil yardımıyla dökülür.



Bakır tepsiye şekil verilerek dökülen bulamaç kuruyarak tel kadayıf şeklini alır ve toplanır.



Kadayıf tepsisi yağ ve pekmezden oluşan karışımla yağlanır.

**Not:** 1 kg kadayıf için 33-38 gr sadeyağ, 190-220 ml sıvı ayçiçek yağı ve 7-10 ml pekmezden oluşan karışım kullanılmaktadır.



Kadayıf içi hazırlanır (belli oranda parçalanmış fıstık veya ceviz+ufalanmış kadayıf telleri karıştırılır).



Kadayıf tellerinin içerisine iç harç konularak sarma şeklinde sarılır ve kadayıf tepsisine dizilir.

**Not:** 1 kg kadayıf için 120-150 gr fıstık veya ceviz içi kullanılmaktadır.



Kadayıf tepsisi pişirme tablasının üzerine alınarak pişirme işlemi gerçekleştirilir. Bir yüzeyi pişen kadayıf ters çevrilerek diğer yüzeyinde pişmesi sağlanır.

**Not:** Pişirme işleminde en kritik nokta sıcaklığın kadayıfın her yerinde eşit olmasıdır.



Pişirme işleminden sonra kadayıf tepsisindeki fazla yağ ayrıştırılır ve kadayıf dinlendirilir (10-15 dk).



Dinlendirilmiş kadayıfın üzerine önceden hazırlanmış şerbet dökülür ve servise hazır hale gelir.

**Not:** Şerbet 1 litre suya 1300-1500 gr şeker ilave edilir ve şekerli su kaynatma işlemine tabi tutularak yoğunlaştırılır. 1 kg kadayıf için 300-350 ml şerbet kullanılmaktadır.

**Görsel 1.** Diyarbakır burma kadayıf tatlısının üretim akış şeması (Yıldız, 2014).

Yarı hazır bir mamul olan tel kadayıf, elenmiş buğday ununa içme suyunun katılmasıyla elde edilen viskoz (akıcı) hamurun tekniğine uygun bir şekilde dökülüp pişirilmesi ve istenildiği takdirde kızartılmasıyla hazırlanan bir gıda ürünüdür (Pekak, 2006; Yeyinli Savlak, 2011). Tel kadayıf denilince kadayıf çeşitleri anlaşılabilirse de, bu tanımla standardizasyon sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca, başta DBK tatlısı olmak üzere tüm kadayıf çeşitleri arasında üretim prosesi, teknolojik, besinsel ve duyu kalite özellikleri bakımından bazı farklar bulunmaktadır.

Bu anlamda DBK tatlısı üretimde kullanılan bileşenler, şekil ve pişirme tekniği açısından diğer kadayıf çeşitlerinden oldukça farklılık göstermekte olup, bu farklılıklar aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir (Yıldız, 2014).

- ✓ DBK, diğer kadayıf çeşitlerinin aksine fırın yerine ocak üzerinde her iki yüzeyi de eşit düzeyde pişecek şekilde pişirilmektedir.



- ✓ DBK'nın üretiminde sadece tereyağı kullanmak yerine sadeyağ, sıvı yağ ve pekmez içeriğinden oluşan bir karışım kullanılmaktadır.
- ✓ Tüm kadayıf çeşitleri içerisinde sadece DBK tatlısında burma şekli bulunmaktadır. Ayrıca, kadayıf iç harcı da yine burma şeklinin içerisinde yer almaktadır.
- ✓ Tüketicinin organoleptik özellikteki isteklerinin karşılanması amacıyla, DBK'nın her iki yüzeyine de sertlik kazandırılarak gevrek bir yapıda olması sağlanır. Diğer kadayıf çeşitlerinde ise böyle bir durum söz konusu değildir.



**Görsel 2.** Diyarbakır burma kadayıf tatlısına ait görseller

Türkiye’de çeşitli kadayıf türleri bulunmakta olup, bireyin damak zevki ve toplumun kültürel alışkanlıkları bu çeşitliliğin oluşmasında en büyük etkenlerden biridir. Tepsi kadayıf, burma kadayıf (Görsel 2), kadayıf dolması, ekmekli kadayıf bu çeşitlerin sadece bazılarıdır (Cheraghi, 2014). Kadayıf tatlısındaki çeşitlilik, tel kadayıfların üretimine de yansımaktadır. Kadayıf telleri, üretildiği yörenin adıyla anılmakta ve kimyasal kompozisyon bakımından da farklılıklar barındırmaktadır (Çizelge 1). Buna göre Diyarbakır tel kadayıfı, vitamin ve mineral kompozisyonu (riboflavin, demir, fosfor, kalsiyum, magnezyum ve potasyum) açısından diğer tel kadayıflarından daha üstün özelliklere sahiptir. Toplam yağ içeriği ise, diğer tel kadayıflarına kıyasla daha düşüktür. Ayrıca, toplam diyet lif içeriğinin de Bingöl ve Antakya tel kadayıflarına göre yüksek olduğu görülmektedir. Diyarbakır tel kadayıfı, besin öğeleri bakımından karşılaştırıldığında genel olarak daha dengeli ve sağlıklı bir besin profili çizdiği anlaşılmaktadır.



**Çizelge 1:** Türkiye’deki tel kadayıfların besin bileşenleri (Türkomp, 2022).

Bileşen	Diyarbakır	Bingöl	Erzurum	Antakya
	Tel	Tel	Tel	Tel
	Kadayıf	Kadayıf	Kadayıf	Kadayıf
Enerji (kcal)	305	315	301	314
Enerji (kJ)	1276	1317	1261	1312
Su (g)	23,63	21,42	24,73	22,22
Kül (g)	0,89	0,85	0,86	0,91
Protein (g)	8,27	8,27	8,32	8,78
Azot (g)	1,45	1,45	1,46	1,54
Yağ (toplam, g)	2,02	2,08	2,21	2,44
Karbonhidrat (g)	61,66	64,17	60,26	62,63
Toplam diyet lif (g)	3,54	3,22	3,62	3,02
Nişasta (g)	53,36	52,24	58,13	50,26
Sakaroz (g)	0	-	0	-
Glukoz (g)	0	-	0	-
Fruktoz (g)	0	-	0	-
Laktoz (g)	0	-	0	-
Maltoz (g)	0	-	0	-
Tuz (mg)	17	18	17	18
Demir (Fe) (mg)	1,25	1,18	1,11	1,22
Fosfor (P) (mg)	95	92	88	88
Kalsiyum (Ca) (mg)	17	16	16	15
Magnezyum (Mg) (mg)	37	36	34	34
Potasyum (K) (mg)	127	124	119	119
Sodyum (Na) (mg)	7	7	7	7
Çinko (Zn) (mg)	0,66	0,71	0,73	0,68
Selenyum (Se) (µg)	0	0	0	0
Tiamin (mg)	0,219	0,334	0,408	0,324
Riboflavin (mg)	0,043	0,034	0,038	0,028
Niasin eşdeğerleri, toplam (NE)	2,559	2,293	4,123	3,578
Niasin (mg)	1,119	0,817	2,760	2,228
B <sub>6</sub> vitamini, toplam (mg)	0,086	0,116	0,084	-
Triptofan (mg)	86	89	82	81

## 5. DİYARBAKIR BURMA KADAYIF KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

### 5.1. Buğday Kalitesi

Ülkemizde buğdaylar makarnalık (*Triticum Durum*), ekmeklik (*Triticum Aestivum*) ve bisküvilik (*Triticum Compactum*) olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır. Kadayıf üretim prosesinde kullanılan kadayıflık un, bisküvilik (*Triticum Compactum*) buğdaylardan elde edilmektedir. Ancak, ekmeklik (*Triticum Aestivum*) buğdaydan da kadayıflık un oluşturulabilmektedir. “Kadayıflık Unun Bazı Teknolojik Kalite Parametreleri” başlığında da detaylandırıldığı üzere, kadayıflık unun sahip olması gereken nitelikler yumuşak, düşük proteinli, öğütme sisteminde un randımanı yüksek ve irmiklenmenin ise olabildiğince az olduğu bisküvilik buğday unları optimum özelliktedir (Pekak, 2006).

### 5.2. Kadayıflık Unun Bazı Teknolojik Kalite Parametreleri

Kadayıf hamuru, un ve su olmak üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır. Oldukça akışkan (viskoz) bir hamur ile gerçekleştirilen üretimin en önemli kalite parametrelerini, unun fiziksel ve kimyasal özellikleri (Çizelge 2) oluşturmaktadır (Pekak, 2006; Yeyinli Savlak, 2011; Cheraghi, 2014). Kadayıflık unun (%14,5 nem ve %8-10 protein) reolojik özellikleri ise, su kaldırma %54, stabilite 2 dk ve yumuşama derecesi 150 BU şeklinde olmalı ve bu değerler üst limitler olarak belirtilmektedir (Pekak, 2006). Kadayıflık unun, bisküvilik un kriterlerine yakın

olduğu ve üretimde destekleyici ajanlar yardımıyla bisküvilik unların kullanıldığı söylenebilir. (Pekak, 2006; Yeyinli Savlak, 2011; Cheraghi, 2014).

**Çizelge 2:** Kadayıflık unun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Pekak, 2006; Yeyinli Savlak, 2011).

	Kalite Parametresi	İstenilen Nitelikler
FİZİKSEL ÖZELLİKLER	<b>Randıman</b>	Unun kepek ve kül içeriğiyle ilgili olan randıman, un kalitesinin bir göstergesi olup, kadayıflık unlarda genellikle %60-70 düzeyindedir.
	<b>Partikül Boyutu (Granülasyon)</b>	Küçük partikül boyutlu un, kadayıf hamuruna viskoz ve nihai ürüne de pürüzsüz ve parlak bir görüntü katmaktadır. Dolayısıyla, unun ince fraksiyonlu ve nişasta zedelenmesinin ise düşük olması istenmektedir.
	<b>Renk</b>	Kadayıf üretiminde beyaz un kullanılmaktadır. Bu nedenle, yeni öğütülmüş un yerine dinlenmiş ve ağarmış un tercih edilmektedir.
	<b>Nişasta</b>	Kadayıflık un düşük su absorpsiyonu, düşük yapışma ve yüksek viskoz özellikte olmalıdır. Ayrıca, yapısındaki suyu hızlı evapore etmelidir. Buna bağlı olarak da zedelenmiş nişasta içeriği düşük un kullanılmalıdır.
KİMYASAL ÖZELLİKLER	<b>Protein</b>	Undaki en önemli protein gluten proteinleridir. Kadayıfın tel yapısının muhafazasından sorumlu olan gluten, unda optimum oranda olmalıdır. Çünkü fazlalığı kıvamlı bir hamur yapısına neden olarak akmayan ve yapışkan bir hamur ile ıslak bir ürün elde edilmesine yol açacaktır. Tüm bunlara bağlı olarak düşük protein içerikli unlar kadayıf üretiminde kullanılmaktadır.
	<b>Pentozanlar</b>	Kadayıflık unun randıman ile doğrudan ilişkili olan pentozan içeriği, düşük olmalıdır.
	<b>Lipitler</b>	Nihai üründe arzu edilen yapısal (sorthening ve emülgatör) özelliklerin gelişebilmesi için kadayıflık unda belli bir oranda (~ %1.2) lipit gereklidir.
	<b>Kül</b>	Undaki kül miktarı arttıkça protein-nişasta arasındaki interaksyon zayıflamaktadır. Bu nedenle, üniform, elastik ve dağılmayan yapıda bir kadayıf üretimi için kadayıflık unda kül içeriğinin düşük olması istenmektedir.
	<b>Enzimatik aktivite</b>	Unlarda doğal olarak bulunan enzimlerin aktivasyonu, bazı koşullarda ve süne-kımlı zararı görmüş unlarda artmaktadır. Enzim aktivitesi artmış unlardan üretilen kadayıfın, renk, yapışkanlık, tat, dağılma gibi teknolojik ve duyuşsal kalite bozukluklarının görüldüğü rapor edilmekte ve üretimde enzim aktivasyonu yüksek bir un istenmemektedir.

## 6. KADAYIF KALİTESİ ÜZERİNE YAPILMIŞ BAZI ÇALIŞMALAR

Bilinirliği ve tüketimi oldukça eskiye uzanan kadayıf, çeşitli şekil ve içerikte üretilmektedir (Cheraghi, 2014). Denli (2018) tarafından 1060 panelistin katılımıyla gerçekleştirilen bir anket çalışmasında, Diyarbakırlı olmayıp Diyarbakır’da yaşayan bireyler üzerinde kent imajının etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, katılımcılara çeşitli sorular yöneltilmiştir. Bu sorulardan ikisi “Diyarbakır denildiğinde ilk akla gelen şey nedir?”, “Deneklerin gözünde Diyarbakır’ın en önemli özelliği” şeklinde olup, sorulara verilen cevaplar arasında sırasıyla %32,6 ve %13,4 oranıyla kadayıf gelmektedir. Bu çalışmadan da anlaşılacağı üzere kent imajı bakımından oldukça önemli bir yere sahip olan DBK’nın popülerliği, gıda, beslenme, turizm ve ekonomi alanlarında yaygınlaştırılmalıdır.

Kadayıf üzerine gerçekleştirilen bilimsel araştırma faaliyetleri, oldukça sınırlı olmasına rağmen son yıllarda konu ile ilgili bilimsel yayın sayısında bir artış gözlemlenmektedir. Bu durum, gerek insan sağlığı gerek de ekonomik gelişim bakımından turizm sektörü açısından sevindirici bir gelişme olsa da, kadayıfın teknolojik, besinsel ve duyuşsal özellikler bakımından daha çok

geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Çizelge 3’de kadayıf üzerine gerçekleştirilen bazı bilimsel çalışmaların, amacı, proses şartları ve elde edilen kazanımları gösterilmiştir.

**Çizelge 3: Kadayıf üretimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesine yönelik bazı çalışmalar.**

Ürün	Amaç	Proses	Alınan Sonuçlar	Referans
<b>Suriye Burma Tatlısı (Mebruma)</b>	Mebruma’nın teknolojik, besinsel ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi.	4 farklı ticari Mebruma örneği ile kontrol numunesi kıyaslanmıştır.	Duyusal değerlendirmede genel beğeni bakımından kontrol örneği en yüksek skoru elde etmiştir. Örneklemlerin teknolojik ve besinsel özellikler bakımından kıyaslanmasıyla net bir kalitenin belirlenebilmesi için standart bir üretim formülasyonunun oluşturulması gerekmektedir. Ayrıca, Mebruma’nın birçok özellik bakımından DBK’ya benzediği belirtilmiştir.	Satouf ve ark., 2020
<b>Tel Kadayıf</b>	Bağımsız değişken (sıcaklık ve süre) parametrelerinin tel kadayıfın teknolojik, duyuşal ve anti-besinsel özellikleri üzerine etkisini belirlemek.	Pişirme sıcaklığı (175, 200 ve 225 °C) ve pişirme süresi (40, 50 ve 60 dk) çalışmadaki bağımsız değişken parametrelerdir.	Pişirme sıcaklığı ve süre arttıkça örneklemlerin anti-besinsel (HMF) içeriği ile bazı duyuşal (tat, koku, aroma ve genel kabul edilebilirlik) ve teknolojik (dış görünüş ve iç renk) özelliklerinde yükselişin, nem, pH ve parlaklık değerlerinde ise düşüşün olduğu rapor edilmiştir.	Cheraghi ve ark., 2019
<b>Özel Amaçlı Un</b>	Ticari özel amaçlı (baklavalık, böreklik, simitlik, yufkalık ve kadayıflık) unların teknolojik kalite karakteristiklerinin belirlenmesi.	Türkiye’deki un fabrikalarından ve mamul üreticilerinden toplamda 15 adet kadayıflık un örneği temin edilerek çalışma gerçekleştirilmiştir.	Özel amaçlı unlar arasında en düşük protein miktar ve kalitesi kadayıflık unlarda bulunmaktadır. Hamurun su kaldırma, gelişme süresi, stabilitesi, enerjisi, uzamaya karşı direnci ve uzama ile en yüksek yumuşama ve yoğurma tolerans derecesine sahiptir. Ayrıca, özel amaçlı unlar arasında üretim teknolojisi nedeniyle sadece kadayıflık unlarda askorbik asit takviyesi tespit edilmemiştir.	Yeyinli Savlak, 2011
<b>Kadayıf</b>	Bağımsız değişken (protein oranı ve randıman) parametrelerinin unların ve kadayıfın teknolojik, reolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisini araştırmak.	Protein (%11.1, 11.6 ve 12.2) ve randıman (%60, 65, 70 ve 77) oranı çalışmadaki proses parametrelerini oluşturmaktadır.	Yüksek protein içeriği unların protein, sedimantasyon ve kül içeriğini ve kadayıfın renk değerlerini olumlu etkilemiştir. Düşük protein içeriği ise kadayıf verimini ve şerbet absorpsiyonunu artırmıştır. Ayrıca, un randımanını arttıkça kadayıf verimini ve işlenebilirliğini artırırken, parlaklık (L) ve kırmızılık (a) renk değerlerini ise düşürmüştür.	Pekak, 2006
<b>Bazı İşlenmiş Gıdalar</b>	Diyarbakır Burma Kadayıf (DBK) tatlısı gibi piyasadaki işlem görmüş bazı gıda gruplarında akrilamid oluşum ve miktarının tespit edilmesi.	Diyarbakır ilinde faaliyet gösteren iki farklı kadayıfçıdan temin edilen şerbetli (cevizli ve fıstıklı) ve şerbetsiz (cevizli ve fıstıklı) olmak üzere toplamda 8 örnek incelenmiştir.	DBK’nın akrilamid içeriğine ait referans bir gösterge bulunmadığından örneklere ait sonuçlar, ekmek (150 µg/kg) ve bisküvi, kraker ve çörek (500 µg/kg) örneklemleriyle kıyaslanmıştır. Buna göre, DBK örneklemlerinde akrilamid miktarının ekmek örneklemlerini geçtiği ve bisküvi, kraker ve çörek örneklemlerinden ise düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca, şerbet	Yıldız, 2014

			ilavesinin akrilamid miktarını düşürdüğü tespit edilmiştir.	
<b>Tepsi Kadayıf</b>	Farklı yağların (ayçiçek ve fındık yağı) ve şeker (sakkaroz ve glukoz) şurubunun tepsi kadayıfının yapısal ve organoleptik özellikleri üzerine etkisini belirlemek.	Tereyağlı kontrol örneğine karşı farklı (%0, 25 ve 50) seviyelerde ayçiçek ve fındık yağı ile şeker (sakkaroz ve glukoz) şurubu kullanılarak üretim gerçekleştirilmiştir.	Prosesteki değişken (ayçiçek ve fındık yağı ile şeker şurupları) parametreler, nihai ürünün renk değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayçiçek yağı ve glukoz şurubunun tepsi kadayıfının sertlik değerini artırdığı ve glukoz şurubunun ayrıca yapışkanlığı azalttığı belirtilmektedir. Genel değerlendirmeye bakıldığında ise, panelist tercihinin tereyağı ile sıvı yağın birlikte ve şeker şuruplarından da sakkaroz şurubunun kullanıldığı formülasyonlardan yana olduğu ifade edilmiştir.	Başar, 2017
<b>Bazı Geleneksel Gıdalar</b>	Toplumda yaygın olarak tüketilen bazı (leblebi, tarhana, simit, bulgur, baklava, lokum, pişmaniye ve kadayıf) geleneksel gıdaların in vitro glisemik indekslerini (GI) ve beslenme etkilerini belirlemek.	Çalışmaya ait örnekler İstanbul ilinde faaliyet gösteren satış noktalarından tedarik edilmiştir.	Çalışmadaki örneklerin glisemik indeksleri değerlendirilirken beyaz ekmeğin GI'si (70) referans alınmıştır. GI yüksek (>70), orta (55-70) ve düşük (<55) şeklinde sınıflandırılmaktadır. Buna göre, kadayıf örnekleri 89.3-95 GI arasında değişen değerlerle oldukça yüksek bir GI değerine sahiptir.	Köseoğlu ve Çelikel, 2022
<b>Tel Kadayıf</b>	Peynir altı suyunun tel kadayıfın teknolojik, besinsel, duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisini belirlemek.	Ham tel kadayıf üretimi, su yerine 5 farklı (%0, 25, 50, 75 ve 100) seviyede peynir altı suyunun ikame edilmesiyle gerçekleştirilmiştir.	Kızartılmamış tel kadayıf örneklerinde artan peynir altı suyu ikamesi ile gelişen mikroorganizmalar arasında istatistiki olarak önemli bir fark görülmezken, depolama süresi toplam mikroorganizma yükünde artışa neden olmuştur. Katkı renk, tekstür, ağızda kalan his, tatlılık derecesi ve genel kabul edilebilirliği büyük ölçüde artırmıştır. Ayrıca, %50 peynir altı suyu ilavesi, duyuşal değerlendirmede en yüksek skoru elde etmiştir.	Çakmakçı ve Aydın, 2001
<b>Tel Kadayıf</b>	Peynir altı suyunun tel kadayıfın teknolojik, besinsel, duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisini belirlemek.	Ham tel kadayıf üretimi, su yerine 3 farklı (%0, 25 ve 50) seviyede peynir altı suyunun ikame edilmesiyle gerçekleştirilmiştir.	Tel kadayıf örneklerinde artan peynir altı suyu oranına bağlı olarak besin değerinin ve tatlılık derecesinin arttığı, pişme süresinin ise azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca, optimum kalite özelliklerinin %25 peynir altı suyu ilavesi ve vakum paketlenme ile elde edildiği vurgulanmaktadır.	Aydın ve Çakmakçı, 2014

## 7. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Günümüzde dünya genelinde geleneksel gıdalara olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Bu durum, geleneksel gıda pazarının küresel çapta büyümesine ve buna bağlı olarak da geleneksel gıda üretim ve tüketim oranlarının da artmasına neden olmaktadır. Bu anlamda, oldukça avantajlı bir konumda olan Türkiye'de farklı gıda kategorilerinde çeşitli geleneksel gıdalar

bulunmaktadır. Geleneksel tatlılar, bu kategorilerin önemli bir bölümünü oluşturmakta olup, bu tatlı çeşitlerinin başında da coğrafi işaret ve tescil alan Diyarbakır Burma Kadayıf tatlısı gelmektedir. Geleneksel gıdalara olan ilgi arttıkça Diyarbakır Burma Kadayıf tatlısına olan talep de her geçen gün artmakta ve bununla birlikte büyük miktarlarda üretim zorunlu hale gelmektedir. Ancak, uluslararası düzeyde bir bilinirliğe sahip olan bu lezzetin, tanıtımının gerçekleştirilen literatür taramalarında son derece yetersiz olduğu görülmüştür. Ayrıca, akademi camiasında da Diyarbakır Burma Kadayıf tatlısının bilimsel olarak hak ettiği değeri bulamadığı ve yeterli düzeyde bilimsel araştırma konusu olarak değer görmediği tespit edilmiştir. Unutulmamalıdır ki son yıllarda geleneksel gıda ürünleri turizm sektöründe iyi bir tanıtım materyali haline gelmektedir. Bu konuda ilgili yetkililer, ivedilikle harekete geçerek tanıtım stratejilerini güncellemelidir. Ayrıca, değerli bir tescilli ürün olan Diyarbakır Burma Kadayıf tatlısına, akademik araştırma konularında teknolojik, besinsel ve duyuşsal özellikler bakımından daha fazla yer verilmeli ve akademik anlamda daha ileriki çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

### KAYNAKÇA

- 1) Kocatepe, D. and Tırıl, A. (2015). Sağlıklı Beslenme ve Geleneksel Gıdalar (Healthy Nutrition and Traditional Foods). *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3(1): 55-63.
- 2) Dedeoğlu, M. (2020). Glutensiz Makarna Üretim Parametrelerinin Optimizasyonu. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Karaman, Türkiye, 145 s.
- 3) Sarıışık, M. and Özbay, G. (2015). Gastronomi Turizmi Üzerine Bir Literatür İncelemesi. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 26(2): 264-278.
- 4) Altuntaş, A. and Gülçubuk, B. (2014). Yerel Kalkınmada Yaygınlaşan Bir Araç Olarak Geleneksel Gıdalar ve Geleneksel Gıda Mevzuatının Yaygınlaştırılabilirliği. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(3): 72-80.
- 5) Anonim, 2017a. Esnaf ve Sanatkarlar Özelinde Sektör Analizleri Projesi Gıda Sektörü. Ticaret Bakanlığı Esnaf ve Sanatkarlar Genel Müdürlüğü. ISBN: 978-605-5254-24
- 6) Duru, S., Hayran, S. and Gül, A. (2021). Türkiye’de Geleneksel Gıdaların Üretim ve İhracat Potansiyelinin Değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(2): 439-449.
- 7) Anonim, 2017b. T.C. Diyarbakır Valiliği (2017). Diyarbakır Burma Kadayıfı. Mahreç İşareti No:220. Diyarbakır.
- 8) Akkuş, G. and Akkuş, Ç. (2016). Erzurum İli Potansiyel Turistik Arz Kaynaklarının İncelenmesi. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 1(1): 99-120.
- 9) Diker, O., Türker, N., Çetinkaya, A. and Kaya, F. B. (2017). Geleneksel Türk Tatlısı Olarak Lokum ve Safranbolu Lokumu (Turkish Delight As a Traditional Dessert and Safranbolu Turkish Delight). *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 5(2): 333-344.
- 10) Dinç, H. (2020). Yerli Turistlerin Destinasyon Risk Algısı ile Destinasyon İmajı Algısı İlişkisi: Diyarbakır Örneği. *Batman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Batman, Türkiye*, 104 s.
- 11) Cheraghi, S. K., Kotancılar, H.G. and Karaoğlu, M.M. (2019). Determination of Acrylamide and Hydroxymethylfurfural (HMF) Values as Affected by Frying Duration and

- Temperature Levels During the Preparation of Tray Kadayıf Dessert. *Applied Ecology And Environmental Research*, 17(2): 4007-4017.
- 12) Davulcu, M., Tokat, M. ve Yörür, S. (2015). Antalya’da Yaşayan Geleneksel Meslek, Sanat ve Zanaatlar. *İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yayınları*, Antalya-Türkiye, 30-34.
  - 13) Cengiz, O. (2010). 14-15. Yüzyıl Dîvânlarında Mutfak Kültürü. *Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Sakarya, Türkiye, 307 s.
  - 14) Başpınar, F. (2011). Basîrî’nin Bengînâme adlı eseri. *Turkish Studies (Elektronik)*.
  - 15) Başar, B. (2017). Farklı Yağ ve Şeker Şurubunun Tepsi Kadayıfın Duyusal ve Dokusal Özelliklerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Erzurum, Türkiye, 55 s.
  - 16) Eroğlu, O. and Pıçak, M. (2018). The Historical Adventure of Diyarbakır’s Kadayıf: A Look by the Perspective of Business History. *Politico Economic Evaluation of Current Issues*, 100-105.
  - 17) Yıldız, A. (2014). Katı Faz Ekstraksiyon Metodu ile LC/MSMS Cihazı Kullanılarak İşlenmiş Gıdalarda Akrilamid Tayini ve Çeşitli Ön İşlemlerin Patates Kızartmasındaki Akrilamid Oluşumu Üzerindeki Etkisi. *Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Diyarbakır, Türkiye, 159 s.
  - 18) Aksoy, M. and Sezgi, G. (2015). Gastronomi Turizmi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi Gastronomik Unsurları. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3(3): 79-89.
  - 19) Bucak, T. and Aracı, Ü. E. (2013). Türkiye’de Gastronomi Turizmi Üzerine Genel Bir Değerlendirme. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(30), 203-216.
  - 20) Eren, D. (2011). Alternatif Bir Turizm Çeşidi Olarak Mutfak Turizminin Değerlendirilmesine İlişkin Sektör Temsilcilerinin Görüşlerinin İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Düzce Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Düzce, Türkiye, 144 s.
  - 21) Anonim, 2022. <https://www.mynet.com/diyarbakir-in-geleneksel-lezzeti-burma-kadayifigunde-6-ton-tuketiliyor-1196499-myyemek>. (Erişim Tarihi: 18.12.2022)
  - 22) Cheraghi, K. S. (2014). Farklı Süre ve Sıcaklıklarda Kızartılan Tepsi Kadayıfının Akrilamid, HMF ve Duyusal Özelliklerinin Tespiti. *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Erzurum, Türkiye, 66 s.
  - 23) Pekak, R. (2006). Bir Ticari Değirmende Kadayıflık Un Üretiminin Optimizasyonu Üzerine Bir Çalışma. *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Konya, Türkiye, 59 s.
  - 24) Yeyinli Savlak, N. (2011). Bazı Özel Amaçlı Unların Fiziksel, Kimyasal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Manisa, Türkiye, 399 s.
  - 25) Türkomp (2022). Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. <http://www.turkomp.gov.tr/main> (Erişim Tarihi: 15.12.2022).
  - 26) Denli, K. (2018). Halkın Gözünde Diyarbakır Kent İmajı ve Marka Şehir Olarak Diyarbakır: Diyarbakır Örneği. *İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Malatya, Türkiye, 96 s.



- 27) Satouf, M., Köten, M., Hatib, B., Alkayari, R. and Şeyhahmet, A. (2020). Suriye Burma Tatlısının Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(1): 271-279.
- 28) Köseoğlu, S. Z. A. and Çelikel, S. (2022). In Vitro Digestibility and Predicted Glycemic Index of Commonly Consumed Some Turkish Traditional Foods. Food Science and Technology, 42.
- 29) Çakmakçı, S. and Aydın, F. (2001). Farklı Oranlarda Peyniraltı Suyu Katkısı ile Üretilen Taze ve Depolanmış Tel Kadayıfların Bazı Kalite Özelliklerinin Tespiti I. Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32(2): 181-188.
- 30) Aydın, F. and Çakmakçı, S. (2014). Possibilities for The Use of Whey in Tel Kadayıf (A Turkish Dessert) Production. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 38(2): 250-257.

## AKIŞ SİTOMETRİSİNİN (FLOW CYTOMETRY) BAKTERİYOLOJİDE KULLANIM ALANLARI

**Kadriye Aslıhan ONAT TAŞDELEN<sup>1</sup>, Hatice ÖZTÜRKEL KABAKAŞ<sup>1</sup>,  
Merve SEZER KÜRKCÜ<sup>2</sup>, Bekir ÇÖL<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı,  
kadriyeaslihanonat@posta.mu.edu.tr- ORCID ID 0000-0002-5893-5728

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı,  
haticeozturkel@posta.mu.edu.tr- ORCID ID 0000-0002-2882-0401

<sup>2</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Araştırma Laboratuvarları Merkezi,  
mervesezer@mu.edu.tr- ORCID ID 0000-0003-0947-2912

<sup>3</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Anabilim Dalı, bcol@mu.edu.tr-  
ORCID ID 0000-0001-8997-4116

### ÖZET

Geçmişten günümüze sağlık bilimleri alanı, yaşam bilimleri alanı, yiyecek endüstrisi, içecek endüstrisi, ilaç endüstrisi, çevre ve su sistemleri, biyoteknoloji gibi alanlarda mikrobiyallerin tespiti büyük öneme sahiptir. Bu hedefe ulaşmak için kullanılan yöntemler her geçen gün değişmekte ve yeni metotlar geliştirilmektedir. Günümüzde halen daha numunelerden mikrobiyallerin tespit edilmesi, incelemek istenilen mikrobiyallerin yetiştirilmesi için geleneksel olarak sıvı ve katı ortamlarda büyütme tekniği kullanılmaktadır. Fakat geleneksel yöntemler ile, katı besi ortamlarında bu mikrobiyallerin yetiştirilmesi için hem özel koşullar istenmekte hem de uzun zaman almaktadır. Bu sebeplerden dolayı geliştirilen metotlar, analizlerin daha fazla numune ile daha hızlı ve etkin sonuçlar elde edilmesini hedeflemektedir. Floresan işaretli antikorlar ve floresan boyaların geliştirilmesi ile hücrelerin spesifik analizleri daha da kolaylaşmış ve hız kazanmıştır. Bu antikorlar ve boyalar ile hücrelerin görsel olarak mikroskobik ve sayısal ve grafik olarak akış sitometrisindeki kullanımları geliştirilmiştir. Her geçen gün daha da geliştirilen bir metot olan akış sitometrisi (Flow Cytometry) akan bir sıvı içerisindeki hücrelerin çeşitli analizlerini gerçekleştirmede kullanılmaktadır. Akış sitometrisi bakteriyolojide, hücre süspansiyonlarında, boyut, şekil, DNA ve RNA içeriği, sitoplazmik granül içeriği, membran bütünlüğü, metabolik aktivite, total proteinlerin belirlenmesi, lipidlerin belirlenmesi, sitoplazmik Ca<sup>2+</sup> belirlenmesi, hücre içi pH tespiti, canlı/ölü hücrelerin tespiti gibi amaçlar için kullanılabilir. Floresan işaretli antikor veya floresan boya propları ile analizler hızlı ve güçlü bir teknolojinin gelişmesine neden olmuştur. Tek hücre düzeyinde çeşitli parametrelerin, hücre popülasyonlarının dağılımının belirlenmesi biyoteknoloji gibi alanlarda önemli bilgilerin elde edilmesinde etkili olmuştur. Bu derleme çalışmasında akış sitometrisi tekniğinin bakteriyolojide kullanım alanları ve kullanılan floresan boyaları derlenmiştir. Analiz edilmek istenilen yöntem için ticari olarak üretilen floresan işaretli antikor veya floresan boyaların kullanım alanları ve yapılan literatürdeki örnek çalışmalar anlatılmıştır.

**Teşekkür:** Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, proje no:122Z018) tarafından desteklenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Flow cytometry (akış sitometri), bakteriyoloji, floresan boyalar

## THE USE OF FLOW CYTOMETRY IN BACTERIOLOGY

### ABSTRACT

Detection of microbials has had great importance in fields such as health sciences, life sciences, food industry, beverage industry, pharmaceutical industry, the environment, water systems, and biotechnology. With this aim, the methods used are changing day by day and new methods are being developed. Today, the traditional solid media growth technique is still used to detect microbial from samples and to grow microbials that are desired to be examined. However, traditional methods require special conditions and take a long time to grow these microbes in solid media. For these reasons, the developed methods aim to obtain faster and more effective results with more samples. With the development of fluorescently labeled antibodies and fluorescent dyes, specific analyzes of cells have become easier and faster. With these antibodies and dyes, the use of cells in visual microscopic and numerical, and graphic flow cytometry has been improved. Flow cytometry, a method that is being developed day by day, is used to perform various analyzes of cells in a flowing liquid. Flow cytometry can be used in bacteriology, cell suspensions, size, shape, DNA, and RNA content, cytoplasmic granularity, membrane integrity, metabolic activity, determination of total proteins, determination of lipids, determination of cytoplasmic  $Ca^{+2}$ , determination of pH for the cell, determination of live/dead cells. It is a fast and powerful technology with fluorescently labeled antibody or fluorescent dye probes. Determining the distribution of various parameters and cell populations at the single-cell level is a technique that can be used to obtain important information in fields such as biotechnology. In this review, the usage areas of flow cytometry technique in bacteriology and the fluorescent dyes used were compiled. The usage areas of commercially produced fluorescent-labeled antibodies or fluorescent dyes for the method to be analyzed and sample studies in the literature are explained.

**Acknowledgment:** This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK, project no:122Z018).

**Keywords:** Flow cytometry, bacteriology, fluorescent dyes

### 1. GİRİŞ

Akış sitometrisi bakteriyolojide, hücre süspansiyonlarında, boyut, şekil, DNA ve RNA içeriği, sitoplazmik granül içeriği, membran bütünlüğü, metabolik aktivite, total proteinlerin belirlenmesi, lipidlerin belirlenmesi, sitoplazmik  $Ca^{+2}$  belirlenmesi, hücre içi pH tespiti, canlı/ölü hücrelerin tespiti gibi çok çeşitli amaçlar için kullanılabilir. İncelenmesi hedeflenen özellik tespit edildikten sonra hücrenin floresan işaretli antikor veya boya ile işaretlenmesi ile analizler yapılmaktadır. Bu teknik ile çeşitli parametreler gerek tek hücre düzeyinde gerek ise hücre popülasyonlarında ışık saçılımı ve floresan ölçümü yoluyla değerlendirilebilmektedir (Demirel, 1995; Díaz vd., 2010; Kanev ve Muranlı 2016).

Örneğin, geleneksel yöntemler ile yapılan çalışmalarda mikrobiyallerin canlılıkları sadece katı ve/veya sıvı ortamlarda kültür çalışmaları sonucunda değerlendirilebilmektedir. Fakat son zamanlarda yapılan çalışmalar ile organizmanın koloni oluşturmaya da canlılığını devam ettirdiği, kültürlenemeyen VBNC (Viable But Non Culturable) formuna geçtiğini göstermiştir. Bu durum hücreler için bir nevi uyku durumu olarak betimlenebilir. Bu forma geçen bakterilerin tespit edilmesinde klasik yöntemlerin yetersiz kaldığı görülmektedir. Çeşitli stres faktörleri ile bu forma geçen mikroorganizmaların tespit edilmesi gıda, içecek, ilaç endüstrisi gibi alanlarda önem taşımaktadır. Hücre kültürlenemediği için, canlı hücrelerin tespit edilmesinde ek yöntemler gerekmektedir (Karaboz vd., 2008; Díaz vd., 2010; Robinson, 2018). Tüm bunların yanı sıra mikrobiyallerin büyümesi, biyoproseslerinin değerlendirilmesi, hücresel parametrelerin analizi uzun zaman alan süreçlerdir. Bu değerlendirmelerin yapılması ve sonuç eldesi için daha pratik, uygulanabilir, kısa sürelerde analiz yapılabilecek bir yöntem ihtiyacı vardır. Akış sitometrisi tüm bu ihtiyaçları karşılayan güçlü bir yöntemdir. Akış sitometrisi bitki biyolojisi, deniz biyolojisi, mikrobiyoloji, protein mühendisliği, patoloji, viroloji, immünoloji, hematoloji, tümör immünolojisi, kemoterapi, genetik alanlarında, gıda endüstrisi, içecek endüstrisi, ilaç endüstrisinde, doğal çevre ve su sistemlerinde kullanılmaktadır (Fouchet vd., 1993; Díaz vd., 2010).

## 2. AKIŞ SİTOMETRİSİ TEKNİĞİ

Akış sitometrisinde, hücreler bir lazer ışını tarafından aydınlatıldığında meydana gelen optik sinyallerin yoğunluğu ölçülmektedir. Bir akış sitometri cihazı, ışık kaynağı, hidrolik akışkan sistem, belirli dalga boylarını seçmek için birkaç optik filtre, sinyalleri tespit etmek için dedektör ve son olarak bir veri işleme biriminden oluşmaktadır. Hücre süspansiyonu hidrolik akışkan bir kılcal içinden geçmekte, ışık kaynağı da hücre numunesini aydınlatan bir ışık demeti üretmektedir. Uygulama alanlarına göre farklı dalga boylarında ışık yayan lazerler kullanılmaktadır. Lazer seçimi kullanılan floresan boyalara göre belirlenmektedir. Yanal olarak dağılan ışık ve floresan, lazer 90°'ye ayarlanmış bir lens tarafından toplanmakta, ardından toplanan ışın foto çarpan tüpüne iletilmektedir. Işınları toplayan cihaz birkaç diyotik ayna ve filtreden oluşmaktadır. Uzun, kısa ve bant geçişli filtreler olmak üzere üç çeşit filtre bulunmaktadır. Uzun geçirgen filtreler 520 nm'den büyük, kısa geçirgen filtreler 575 nm'den küçük, bant geçişli filtreler ise 620-640 nm ışığı iletmektedir. Son olarak dedektörler saçılan ışığın veya floresanın yoğunluğunu, derecesini ölçmektedir. Veriler dijitalleştirilir ve elektronik sinyallere dönüştürülerek yazılım tarafında analiz edilmektedir. Veriler monoparametrik, biparametrik veya izoparametrik histogramlar olarak ifade edilmektedir (Rieseberg vd., 2001; Díaz vd., 2010; McKinnon, 2018).

## 3. AKIŞ SİTOMETRİSİ İLE BAKTERİYOLOJİDE GERÇEKLEŞTİRİLEN ANALİZLER

Akış sitometrisi tekniğinde floresan boyalar ile hücrenin metabolik aktivitesi, membran bütünlüğü, makromoleküllerin biyosentezi, hücre popülasyonu, canlı, ölü veya VBNC formunda hücrelerin tespiti, total proteinlerin ölçülmesi, lipidlerin ölçülmesi, hücre içi pH'nın

ölçülmesi, sitoplazmik  $Ca^{+2}$ 'nin ölçülmesi gibi analizler yapılabilmektedir. Bu analizler için kullanılan floresan boyalar ve floresan işaretli antikörlerin listesi ve hangi nanometrede ölçülebileceklerine dair veriler Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1. Akış sitometrisinde hücre bileşen türüne göre kullanılan floresan boyalar ve nanometre değerleri (Díaz vd., 2010)**

Hücre Bileşeni veya Substrat		Floresan Boya	Nanometre
Nükleik Asitler	DNA ve RNA	Ethidium Bromide (EB)	510/595
		Propidium Iodide (PI)	536/623
		TO-PRO	TO-PRO 1 515/533 TO-PRO 3 462/661
		TOTO	TOTO 1 514/533 TOTO 3 642/660
		SYTO	485-508/498-527
		SYBR	Sybr Green 497/520
	DNA	DAPI	350/470
		Hoechst 33342	350/461
		DRAQ5	647/700
	Total Protein		FITC
Lipidler		Nile Red	551/636
Florojenik Substrat	ChemChrome Dyes (CY, CB, CV6)		488/520
	FDA, CFDA, CFDA/SE, CFDA-AM		492/519
	Calcein-AM		494/517
	CTC		450/630
	FUN-1		480/580
Hücre içi pH	BCECF-AM		482/520
	SNARF-1		510-580/587-635
Membran Enerjilendirme	Rh123		507/529
	DiOC <sub>6</sub>		484/501
	DiOC <sub>2</sub>		482/497
	DiBAC <sub>4</sub>		488/525
	JC-1		498,593/525,585
Sitoplazmik $Ca^{+2}$		Indo-1	361,330/405,480
Antikorlar veya Oligonükleotidler	BODIPY		503/512
	PE, PE-Cy5		490/575,690
	Alexa Fluor 488		495/519
	Oregon Green		496/524
Otofloresan Proteinler		GFP ve Türevleri	489/508

Bir hücrenin canlı olup olmadığının tespit edilmesi için hücredeki metabolik aktivitelere bakılabilir. Enzimatik aktiviteler bunlardan bir tanesi olup bu aktiviteyi ölçen yöntemler analizlerde tercih edilmektedir. Örneğin dehidrogenaz aktivitesi hücrenin canlılığının gösteren

enzim aktiviteleri arasındadır. Akış sitometrisinde de dehidrogenazlar tarafından indirgenen CTC (5-Cyano-2,3-ditoly tetrazolium chloride) boyası kullanılmaktadır. Bu boya indirgenmiş floresan bir ışımaya veren CTC-formazan çökeltisi oluşturur. Akış sitometrisinde CTC boyasının bu özelliğini kullanarak hücre içerisindeki metabolik aktivitenin tespit edilmesi ve hücrenin canlılığı hakkında bilgi sağlamaktadır. Mikrobiyallerin enzimatik aktivitesini ölçerek analiz yapılmasını sağlayan bir diğer boya örneği de FDA (Fluorescein Diacetate) boyasıdır. Hücre hidroliz aktivitesi göstererek FDA'yı sarı-yeşil floresan yayan forma dönüştürür. Aynı şekilde Calcein Acetoxymethyl esterazların hidroksi aktivitesi ile Acetoxymethyl uzaklaştırıldığında yeşil floresan ışımaya vermektedir (Adam ve Duncan, 2001; Díaz vd., 2010; Buyschaert vd., 2016).

Oksidatif stres akış sitometrisi yoluyla belirlenebilir. Süperoksit anyon radikali ( $O_2^{\cdot-}$ ), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) ve hidroksil radikali ( $HO^{\cdot}$ ) gibi reaktif oksijen (ROS) solunum ve oksidasyonun doğal olarak oluşan yan ürünleridir. Aerobik organizmalar kendilerini bu bileşiklerden korumak için süperoksit dismutaz (SOD) gibi enzimler veya ROS seviyesini kontrol etmek için glutatyon (GSH) gibi enzimatik olmayan antioksidanlar kullanırlar. UV ışınlaması veya klorlama gibi çevresel oksitleyiciler, hücre içi ROS seviyelerini artırarak oksidatif stresin artmasına ve sonunda hücre ölümüne neden olabilirler. Dihydroetidyum (DHE) olarak adlandırılan hidroetidin (HE), ROS artışını ölçmek için en yaygın kullanılan floresan boyalardan biridir. DHE, canlı hücreler tarafından alınır, Etidyum<sup>+</sup> 'a yükseltgenir ve kırmızı floresan ışımaya verir (Herrera vd., 2002; Baatout vd., 2005; Arku vd., 2011; Buyschaert vd., 2016).

Hücre canlılığının analizinde kullanılan parametrelerden bir diğeri de hücrenin membran bütünlüğüdür. Hücre içi ortamı sabit tutmak, korumak için membran bütünlüğü hayati önem taşımaktadır. Membran bütünlüğü ATP sentezini desteklemekte, hayati moleküllerin taşınmasında rol oynamaktadır. Propidium Iodide (PI), Ethidium Boromide (EB) gibi hücre geçirimsiz boyalar analizde kullanılan floresan boyalardan biridir. Boyut ve yükünden dolayı zarı geçemezler. Nükleik asitlere bağlanır ve kırmızı renk verirler. DAPI çift sarmallı DNA'ya bağlanabilen, mavi, floresan veren, canlı ve sabitlenmiş hücreleri boyamaktadır. DiBAC4 (Bis(1,3-dibutylbarbituric acid)trimethine oxonol) depolarize membranlardan geçen, hücre içi proteinlere bağlanan anyonik bir boyadır. Rhodamine 123 aktif membran bütünlüğüne sahip hücrelerde biriken katyonik bir boyadır. SYTOX, TOTO ve TO-PRO, boya benzer etki tarzına sahip diğer boyalardır (Shapiro, 2005; Müller ve Nebe-von-Caron 2010; Buyschaert vd., 2016). Canlı/ölü hücre analizlerinde Propidium Iodide ve SYTO 9 gibi boya kombinasyonları kullanılmaktadır. Bu amaçla ticari kitler üretilmiştir.

Akış sitometrisi tekniği ile proteinler ve lipidler gibi biyomoleküllerin mevcudiyeti ve miktarları analiz edilebilmektedir. Örneğin, Floresan İzotiyosiyanat (FITC), immünoglobulinleri, lektinleri ve protein, peptidleri, nükleik asitleri, nükleotidleri; oligo- ve polisakaritleri boyayabilir. FITC, bir kovalent amid bağı oluşturmak için protein üzerindeki birincil amin ile reaksiyona girer. FITC-işaretli protein substratları, peptitler, antikorlar, peptit hormonları, hedef hücreler üzerindeki reseptörlerin tanımlanmasında spesifik problemler olarak kullanılır (Chaganti vd., 2018). Nile Red, lipidlere bağlanarak floresan ışımaya veren, hidrofobik



ve metakromatik bir boyadır. Metakromatik özelliği sebebiyle, hidrofobik ortamlarda koyu kırmızıdan altın sarısına kadar değişen renk emisyonuna sahiptir (Rumin vs., 2015).

Hücre içi pH, hücre fonksiyonlarını incelemede önemli bir parametredir. Çeşitli metabolik reaksiyonlar ve hücresel organellerin işleyişi, hücre içi H<sup>+</sup> iyon konsantrasyonundaki değişikliklerden etkilendiğinden, fizyolojik koşullar altında pH'yı doğru ve kesin olarak ölçebilmek çok önemlidir. BCECF-AM hücre içi pH belirlemek için kullanılan bir floresan boyadır. Yüksüz olduğu için hücre zarından kolayca ve hızla difüze olur ve hücreye girer. İçeri girdikten sonra, hücre içi esterazlar, hücre içi pH'a göre flüoresan saçan BCECF' yi serbest bırakan ester bağını ayırır (Ozkan ve Mutharasan, 2002). Kalsiyum iyonu, hücre içi ve hücreler arası sinyalleşmede çok sayıda önemli rol oynayan her yerde bulunan bir habercidir. Hücre zarını geçebilen kalsiyuma duyarlı bir floresan boya olan Indo-1 hücre içine salınan kalsiyumu bağlar ve floresan yoğunluğu artar (Bannwarth vs., 2009).

Literatürde akış sitometrisi kullanılarak yapılan bakteri çalışmalarına bakıldığında, örneğin, Berney ve arkadaşlarının (2006) yaptıkları bir çalışmada, birçok parametrenin farklı boyalar kullanarak analiz edildiği görülmektedir. Bu çalışmada, güneş ışığına veya yapay UVA ışığına maruz bırakılan *Escherichia coli* K-12 MG1655 suşunun dışa akış pompası aktivitesini SYTO 9 ve Etidyum Bromür boyasını kullanarak, zar potansiyelini DiBAC4 boyasını kullanarak, zar bütünlüğünü LIVE/DEAD BacLight kiti kullanarak, glukoz alım aktivitesini 2- [N -(7-nitrobenz-2-oksa-1,3-diazol-4-il) amino]-2-deoksi-d-glikoz; 2-NBDG boyasını kullanarak, toplam ATP konsantrasyonunu BacTiter-Glo kullanarak analiz etmişlerdir. Dışa akış pompası aktivitesi ve ATP sentezinin önemli ölçüde azaldığını, hücrelerin %80'inden fazlasında membran potansiyeli kaybının gerçekleştiğini, glikoz alım aktivitesinin olduğunu ve hücrelerinin sitoplazmik zarının geçirgen hale geldiğini belirtmişlerdir. Bir diğer çalışmada Lee ve arkadaşları, (2013) *Escherichia coli*'de polihidroksialkanoat türevi olan poli(3-hidroksibütirat) [P(3HB)] birikimini tespit etmek için BODIPY ve Nile Red kullanmışlardır. İki boya kıyaslanmıştır. Nile Red ile karşılaştırıldığında, BODIPY daha yüksek bir duyarlılığa sahip olduğunu belirlemiştir.

Guo ve arkadaşları (2019) yaptıkları çalışmada, iki adet çevresel izolatu (*Aeromonas sp.* ve *Pseudomonas sp.*) ve iki adet model suşu (*Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*) UV ışınları ile VBNC durumuna indüklemişlerdir. Metabolik aktivitelerini hem tek hücre seviyesinde hem de popülasyon seviyesinde 5-siyano-2,3-ditolil tetrazolyum klorür kombinasyon akış sitometrisi (CTC-FCM) ve D20-işaretleli Raman spektroskopisi kullanarak analiz etmişlerdir. CTC-FCM analizlerinde her suşun popülasyon seviyesinde metabolik aktivitesinin UV dozu 200 mJ/ cm<sup>2</sup>'ye ulaşmadığı sürece önemli ölçüde değişmediğini belirtmişlerdir.

Ye ve arkadaşları (2020) içme sularında kullanılan 0,5 mg/ml klor konsantrasyonunun bakterilerde VBNC durumunu indüklediğini bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada VBNC durumuna indüklenen bakterileri akış sitometrisi yoluyla tespit ederek, gen ekspresyonu varyasyonlarını değerlendirmişler ve taramalı elektron mikroskobu ile morfolojik

değerlendirmelerini gerçekleştirmişlerdir. *Escherichia coli* CMCC44103 suşu 0,5 mg/ml klor ile VBNC durumuna indüklenmiştir. VBNC durumunun tespiti için, kültürlenebilir hücreler Nutrient Agar üzerinde plaka sayımı ile tanımlanmıştır. Canlı hücre sayısı akış sitometrisi ile sayılmıştır. Total hücre sayısı hem canlı hem ölü hücreleri boyaya bilen Sybr Green ile belirlenmiş, canlı hücre sayısı CTC ile belirlenmiştir. VBNC hücrelerinin sayısı, canlı ve kültürlenebilir hücre sayıları arasındaki fark olarak hesaplanmıştır.

#### 4. SONUÇ

Analiz edilmek istenilen hücrelerin çeşitli özelliklerini inceleme imkânı sunan akış sitometrisi, geleneksel analiz yöntemlerine kıyasla daha hızlı sonuçların elde edilebildiği, uygulanabilir güçlü bir tekniktir. Akış sitometrisinde kullanılabilir birçok floresan işaretli antikor ve floresan boyalar geliştirilmiştir. Akış sitometrisi tekniği ve geliştirilen bu boyalar ile gerçekleştirilen bakteriyoloji çalışmaları literatüre sunulmuştur. Literatür taraması yapıldığında hücre içerisindeki biyolojik bileşiklerin, hücresel yapıların, moleküllerin, hücre canlılığının akış simetrisi ile detaylı bir şekilde analiz yapılabildiği görülmektedir. Gerçekleştirilen çalışmalar, geliştirilen floresan boya ve antikorlar, akış sitometrisi tekniği kullanılarak yapılacak olan çalışmalar için yeni bakış açıları sunmaktadır.

#### TEŞEKKÜR

122Z018 numaralı proje ile çalışmalarımızı destekledikleri için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

#### KAYNAKÇA

- Adam, G., & Duncan, H. (2001). Development of a sensitive and rapid method for the measurement of total microbial activity using fluorescein diacetate (FDA) in a range of soils. *Soil biology and biochemistry*, 33(7-8), 943-951.
- Arku, B., Fanning, S., & Jordan, K. (2011). Flow cytometry to assess biochemical pathways in heat-stressed *Cronobacter* spp.(formerly *Enterobacter sakazakii*). *Journal of applied microbiology*, 111(3), 616-624.
- Baatout, S., De Boever, P., & Mergeay, M. (2005). Temperature-induced changes in bacterial physiology as determined by flow cytometry. *Ann Microbiol*, 55(1), 73-80.
- Bannwarth, M., Corrêa Jr, I. R., Sztretye, M., Pouvreau, S., Fellay, C., Aebischer, A., ... & Johnsson, K. (2009). Indo-1 derivatives for local calcium sensing. *ACS chemical biology*, 4(3), 179-190.
- Berney, M., Weilenmann, H. U., & Egli, T. (2006). Flow-cytometric study of vital cellular functions in *Escherichia coli* during solar disinfection (SODIS). *Microbiology*, 152(6), 1719-1729.
- Buyschaert, B., Byloos, B., Leys, N., Van Houdt, R., & Boon, N. (2016). Reevaluating multicolor flow cytometry to assess microbial viability. *Applied microbiology and biotechnology*, 100(21), 9037-9051.
- Chaganti, L. K., Venkatakrishnan, N., & Bose, K. (2018). An efficient method for FITC labelling of proteins using tandem affinity purification. *Bioscience reports*, 38(6).

- D. Demirel, “Flow sitometrik DNA analizinin temel prensipleri”, *Türk Patoloji Dergisi*,11(2), 1995.
- Díaz, M., Herrero, M., García, L. A., & Quirós, C. (2010). Application of flow cytometry to industrial microbial bioprocesses. *Biochemical engineering journal*, 48(3), 385-407.
- Fouchet, P., Jayat, C., Héchard, Y., Ratinaud, M. H., & Frelat, G. (1993). Recent advances of flow cytometry in fundamental and applied microbiology. *Biology of the Cell*, 78(1-2), 95-109.
- Guo, L., Ye, C., Cui, L., Wan, K., Chen, S., Zhang, S., & Yu, X. (2019). Population and single cell metabolic activity of UV-induced VBNC bacteria determined by CTC-FCM and D2O-labeled Raman spectroscopy. *Environment International*, 130, 104883.
- Herrera, G., Martinez, A., Blanco, M., & O'Connor, J. E. (2002). Assessment of *Escherichia coli* B with enhanced permeability to fluorochromes for flow cytometric assays of bacterial cell function. *Cytometry: The Journal of the International Society for Analytical Cytology*, 49(2), 62-69.
- Kanev, M., & Muranlı, F. G. (2016). Flow sitometri ve kullanım alanları. *Sakarya University Journal of Science*, 20(1), 33-38.
- Karaboz, İ., Kayar, E., & Akar, S. (2008). Flow sitometri ve kullanım alanları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 6(2), 1-18.
- Lee, J. H., Lee, S. H., Yim, S. S., Kang, K. H., Lee, S. Y., Park, S. J., & Jeong, K. J. (2013). Quantified high-throughput screening of *Escherichia coli* producing poly (3-hydroxybutyrate) based on FACS. *Applied biochemistry and biotechnology*, 170(7), 1767-1779.
- McKinnon, K. M. (2018). Flow cytometry: an overview. *Current protocols in immunology*, 120(1), 5-1.
- Müller, S., & Nebe-von-Caron, G. (2010). Functional single-cell analyses: flow cytometry and cell sorting of microbial populations and communities. *FEMS Microbiology reviews*, 34(4), 554-587.
- Ozkan, P., & Mutharasan, R. (2002). A rapid method for measuring intracellular pH using BCECF-AM. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1572(1), 143-148.
- Rieseberg, M., Kasper, C., Reardon, K. F., & Scheper, T. (2001). Flow cytometry in biotechnology. *Applied microbiology and biotechnology*, 56(3), 350-360.
- Robinson, J. P. (2018). Overview of flow cytometry and microbiology. *Current protocols in cytometry*, 84(1), e37.
- Rumin, J., Bonnefond, H., Saint-Jean, B., Rouxel, C., Sciandra, A., Bernard, O., ... & Bougaran, G. (2015). The use of fluorescent Nile red and BODIPY for lipid measurement in microalgae. *Biotechnology for biofuels*, 8(1), 1-16.
- Shapiro, H. M. (2005). *Practical flow cytometry*. John Wiley & Sons.
- Sklar, L. A. (Ed.). (2005). *Flow cytometry for biotechnology*. Oxford University Press.
- Ye, C., Lin, H., Zhang, M., Chen, S., & Yu, X. (2020). Characterization and potential mechanisms of highly antibiotic tolerant VBNC *Escherichia coli* induced by low level chlorination. *Scientific reports*, 10(1), 1-11.

## ***Escherichia coli*'DE *yhbE* GENİNİN NAKAVT OLMASI TRANS SİNAMİK ASİT TOLERASINI DÜŞÜRÜR**

**Kadriye Aşlıhan ONAT TAŞDELEN<sup>1</sup>, Hatice ÖZTÜRKEL KABAKAŞ<sup>1</sup>,**

**Merve SEZER KÜRKÇÜ<sup>2</sup>, Bekir ÇÖL<sup>2,3</sup>, Esra DİBEK<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı,  
kadriyeaslihanonat@posta.mu.edu.tr- ORCID ID 0000-0002-5893-5728

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı,  
haticeozturkel@posta.mu.edu.tr- ORCID ID 0000-0002-2882-0401

<sup>2</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Araştırma Laboratuvarları Merkezi,  
mervesezer@mu.edu.tr- ORCID ID 0000-0003-0947-2912

<sup>3</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Anabilim Dalı, bcol@mu.edu.tr-  
ORCID ID 0000-0001-8997-4116

<sup>4</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,  
Eczacılık Hizmetleri Anabilim Dalı, esradibek@mu.edu.tr- ORCID ID 0000-0002-8110-5466

### **ÖZET**

İnsanlar günlük beslenmesi ile bünyelerine çeşitli faydalar gösteren bileşikler almaktadırlar. Tüketilen besinler geçmişten günümüze dek geleneksel tıpta kullanılmaktadır. Bitkilerde savunma, adaptasyon, iletişim, korunma gibi işlevler gören sekonder metabolitlerin geleneksel tıpta yeri büyüktür. Sekonder metabolitler oldukça geniş bir ailedir. Tanenler, ligninler, stilbenler, flavonoidler, fenolik bileşikler ve fenolik asitler sekonder metabolitler ailesinin birer üyeleridir. Bir benzen halkasına hidroksil grubu (-OH) veya grupları eklenmesi ile oluşan fenolik asitler 7 karbon atomu (C6-C1) içeren hidroksibenzoik asitler ve 9 karbon atomu (C6-C3) içeren hidroksi sinnamik asitler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bir hidroksi sinnamik asit olan trans-sinamik asit (trans-cinnamic acid) de diyetlerde yer alan besinlerde bulunan faydalı bileşiklerden biri olarak görülmektedir. Günlük olarak tüketilen birçok besinin içerisinde bulunan trans-sinamik asitin literatüre sunulmuş, antimikrobiyal, antifungal, antibiyofilm, antiviral, antikanser, antioksidan, antiinflamatuvar gibi biyolojik aktiviteleri mevcuttur. Gıda, kozmetik, temizlik, boya sanayisi, ilaç endüstrisi, parfümeriye kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Diyetle yaygın olarak görülen, oldukça geniş etki alanına sahip bu bileşiğin çalışılması açısından avantajları var olsa da bakteriler üzerindeki etkilerine dair moleküler mekanizmaları henüz aydınlatılabilmemiş değildir.

Bu çalışmada *Escherichia coli*'nin tek gen bakımından nakavt edilmiş mutant suşları kullanılmıştır. 96 adet mutant hücrenin artan trans sinamik asit konsantrasyonu içeren ortamlarda büyütülmesi sonucu, *yhbE* geninin nakavt edilmiş olduğu mutant *E. coli* suşunun yabancı tipe ve diğer suşlara göre, trans-sinamik asite göreceli olarak daha duyarlı olduğu görülmüştür. *yhbE* geninin literatür bilgileri incelendiğinde “putative transporter YhbE” olduğu ve bilinen kadarıyla daha önce trans sinamik asit ile bir ilişkisi olduğu tespit edilmemiştir. Bu

nedenle yapılan çalışma sonucu *Escherichia coli* bakterisinde *yhbE* geni, trans sinnamik asit duyarlılığı-toleransında potansiyel olarak yer aldığı önerilmektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, proje no:122Z018) tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Escherichia coli*, trans-sinamik asit, *yhbE*, mutant

## ***KNOCKOUT OF yhbE GENE IN Escherichia coli DECREASES TRANS CINNAMIC ACID TOLERANCE***

### **ABSTRACT**

With their daily diet, people take compounds that show various benefits to their bodies. Various food sources have been utilized in conventional medication from past to present. Secondary metabolites, which have functions such as defense, adaptation, communication, and protection in plants, have a great place in traditional medicine. Secondary metabolites are a very large family. Tannins, lignins, stilbenes, flavonoids, phenolic compounds, and phenolic acids are members of the secondary metabolites family. Phenolic acids formed by adding a hydroxyl group (-OH) or groups to a benzene ring are divided into two as hydroxybenzoic acids containing 7 carbon atoms (C6-C1) and hydroxycinnamic acids containing 9 carbon atoms (C6-C3). Trans-cinnamic acid, a hydroxycinnamic acid, is also seen as one of the beneficial compounds found in foods in diets. Trans-cinnamic acid, which is found in many foods consumed daily, has biological activities such as anti-microbial, antifungal, anti-biofilm, antiviral, anticancer, antioxidant, and anti-inflammatory. It is used in many areas such as food, cosmetics, cleaning, the paint industry, the pharmaceutical industry, and perfumery. Although this compound is widely seen in the diet and has a wide range of activities, its molecular mechanisms regarding its effects on bacteria have not yet been elucidated.

*Escherichia coli* mutant strains with single gene mutations were used in this study. When 96 mutant cells were grown in the media with increasing concentrations of trans-cinnamic acid, it was found that the mutant *E. coli* strain with *yhbE* gene deletion mutant was somewhat more sensitive than the wild type and surrounding strains in the plate. Based on the literature, *yhbE* is predicted to encode "putative transporter YhbE," but its function is unknown. This study reveals the information that *yhbE* deficient cells are sensitive to trans-cinnamic acid at certain concentrations. Therefore, we suggest that *yhbE* gene is potentially involved in trans-cinnamic acid sensitivity-tolerance in *Escherichia coli*.

**Acknowledgment:** This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK, project no:122Z018).

**Keywords:** *Escherichia coli*, trans-cinnamic acid, *yhbE*, mutant



## 1. GİRİŞ

Sekonder metabolitler bitkiye savunma, adaptasyon, stres ile mücadele, patojen ve böcek gibi organizmalara karşı korunma gibi özellikler kazandırmaktadır (Zaynab vd., 2018). Sekonder metabolitler tanenler, ligninler, stilbenleri flavonoidler, fenolik bileşikler ve fenolik asitlerden oluşmaktadır (Onat vd., 2021; Adisakwattana, 2017; Öztürkel vd., 2020). Hidroksi-sinnamik asit türevi olan trans-sinnamik asit sekonder metabolitlerin, fenolik asitler grubuna ait bir fenolik bileşiktir (Kot ve ark., 2015).

Doğal olarak şikimik asit yolağından sentezlenen trans sinnamik asit elma, üzüm, kakao, tarçın, narenciyeler, patates, enginar, kahve, domates, kereviz, tahıl, zeytinler, yaban mersini, kırmızı kuş üzümü, kırmızı ahududu, kişniş, kekik, rezene, nar, kızılıcık gibi besinlerde bulunmaktadır (Guzman, 2014; Onat vd., 2021; foodb.ca).

İnsanlar her gün tükettikleri besinler aracılığıyla geniş biyolojik aktivitelere sahip trans-sinnamik asit ile fayda sağlanmaktadır. Literatürde sinnamik asidin antibakteriyel, antikanser, antienflamatuar, antidiyabetik, antibiyofilm, antioksidan, antifungal aktiviteleri olduğu bildirilmiştir (Rastogi vd., 2008; Scherer vd., 2009; Hafızur vd., 2015; Kot vd., 2015; Matejczyk vd., 2017; Min vd., 2018).

Geniş biyolojik aktivitesi bulunan ve doğal olarak bulunan bu bileşik aynı zamanda aroma verici, tatlandırıcılarda aspartam öncüsü olarak üretim sanayisinde, sakızlarda, diş macunlarında, gargaralarda, temizlik malzemelerinde, deterjanda, şampuanlarda, parfümlerde, kozmetik saniyesinde, metil, etil ve benzil esterlerinin üretimi için, boya sanayisinde İndigo üretiminde kullanılmaktadır (Matejczyk ve ark., 2017; Gunia-Krzyżak ve ark., 2018; Yilmaz ve ark., 2018; acs.org).

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1. Kimyasallar, Besiyeri ve Kullanılan Suşlar

Tarama çalışmasında kullanılan trans-sinnamik asit (133760-100G,  $\geq 97$ ) Sigma Aldrich'ten satın alınmıştır. 125 mg/ml stok çözeltisi olacak şekilde, %100 etil alkol ile hazırlanmıştır. Hücreler 50  $\mu\text{g}/\text{ml}$  kanamisin, artan konsantrasyonlarda trans-sinnamik asit içeren Luria Bertani (LB) besiyerlerinde yetiştirilmiştir. Mutant suşlar KEIO Koleksiyonundan temin edilmiştir (Baba vd., 2006).

### 2.2. Mutantların Taranması

6 farkı artan trans-sinnamik asit içeren besiyerinde 96 adet mutant duyarlılıkları bakımından taranmıştır (Görsel 1).  $-80^{\circ}\text{C}$ 'de, mikropalakalarda, stok olarak saklanan mutantlar taze LB broth içeren mikropalakalara ekilmiştir. Gece boyunca  $37^{\circ}\text{C}$ 'de inkübe edilmiştir. Ertesi gün taze LB broth ve 50  $\mu\text{g}/\text{ml}$  kanamisin içeren besiyerlerine 96 pinli replikatör ile ekilmiş, 3 saat  $37^{\circ}\text{C}$ 'de inkübe edilmiştir. 6 adet artan konsantrasyonda trans-sinnamik asit içeren LB agar kanamisinli besi yerlerine 96 pinli replikatör ile ekilmiştir. 24 saat boyunca agar petri 37 $^{\circ}\text{C}$ 'de inkübe edilmiştir. Mutant suşların trans-sinnamik aside duyarlı olup olmadıkları değerlendirilmiştir.

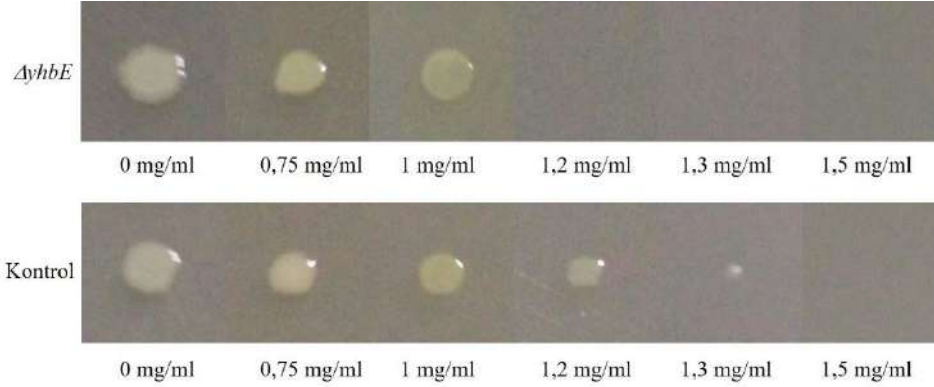


Keio Collection (Plate No.25)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	JW3147 yhbY	JW3170 yhbH	JW3208 yhcD	JW3235 yhdV	JW3316 yheT	JW3344 yhfX	JW3397 yhgN	JW3432 yhhM	JW3476 hdeA	JW3491 yhfE	JW3532 yhbB	JW3568 yhbA
B	JW3151 yhbE	JW3172 yhbJ	JW3209 zeeB	JW3241 yrbB	JW3317 yheU	JW3351 demX	JW3403 yhhK	JW3433 yhhN	JW3479 hdeD	JW3503 yhfR	JW3533 yhbH	JW3570 yhbQ
C	JW3159 yhbD	JW3174 yhbL	JW3217 yhcA	JW3245 smg	JW3318 pkfB	JW3356 yfbB	JW3405 yhhY	JW3432 mdtF	JW3492 mdtF	JW3506 bcaG	JW3553 bax	JW3571 yhbH
D	JW3160 yhbD	JW3182 yhcA	JW3217 yhdE	JW3255 yhdN	JW3319 yhfA	JW3357 yfcG	JW3406 yhhZ	JW3459 yhhN	JW3484 gaaX	JW3508 yhbY	JW3546 yhbJ	JW3576 yhbT
E	JW3161 yhbE	JW3188 yhcF	JW3222 yhdH	JW3305 yhcL	JW3325 yhdG	JW3360 nudE	JW3411 yhbB	JW3459 yhhN	JW3484 gaaX	JW3508 yhbY	JW3549 yhbM	JW3577 yhbL
F	JW3163 yhbG	JW3189 yhcG	JW3225 yhdT	JW3308 yhcM	JW3327 tagA	JW3365 yhcE	JW3413 yhbA	JW3463 yhhP	JW3486 yhbA	JW3519 yhcC	JW3551 yhbO	JW3579 yhbC
G	JW3164 kdsD	JW3190 yhcH	JW3228 dusB	JW3307 yhcN	JW3332 yhfL	JW3374 yhcA	JW3424 yhhK	JW3466 yhhR	JW3488 yhbB	JW3557 yhbD	JW3558 yhbV	JW3619 yhcC
H	JW3165 kdsC	JW3201 yhcM	JW3231 yhdU	JW3310 sbyX	JW3339 yhfS	JW3377 gntY	JW3430 yhhF	JW3475 yhbF	JW3490 yhbD	JW3524 yhbG	JW3559 yhbW	JW3630 yhbH

Görsel 1. Taraması yapılan mutant suşların içerdiği genlerin isim ve konumlarını gösteren tablo ve petri görüntüsü

### 3. BULGULAR

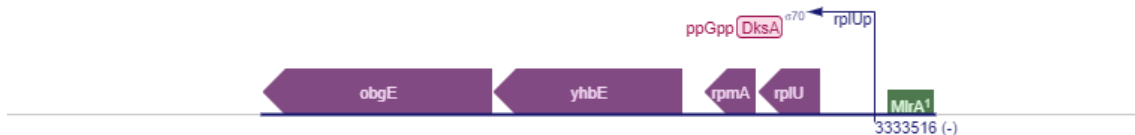
Artan konsantrasyonlarında kontrole kıyasla, trans-sinamik aside duyarlı mutantlar belirlenmesi hedeflenmiştir. Sonuçlar farklı saat dilimlerinde, gün gün gözle değerlendirilmiş, fotoğrafları çekilmiştir. Çalışmalarımızın sonucunda, kontrol 1,5 mg/ml'ye kadar büyürken, *yhbE* geni bakımından mutant suş 1,2 mg/ml trans-sinamik asit ortamında büyümediği belirlenmiştir (Görsel 2).



Görsel 2. Artan trans-sinamik asit konsantrasyonlarında *E. coli*  $\Delta yhbE$  suşunun kontrole kıyasla üreme durumu

### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Gerçekleştirilen tarama çalışmasında *yhbE* geninin kontrole kıyasla, artan konsantrasyonlarında, trans-sinamik aside daha duyarlı olduğu görülmüştür. *yhbE* 321 aminoasitten oluşan, inner membranda bulunan, işlevi bilinmeyen bir bütünleyici iç zar proteini, transporter olarak bildirilmiştir (Maouche vd., 2016; EcoCyc).



Görsel 3. *yhbE* geninin *Escherichia coli* genomundaki lokasyonu (EcoCyc).

*yhbE* geni *rplU*, *rpmA* ve *obgE* genleri ile birlikte bir operondan, *rplU* promotörünün kontrolü altında ifade edilmektedir (Görsel 3). Dolaylı olarak ppGpp/DksA tarafından düzenlenmektedir (EcoCyc). Transporter Classification Database'de 2.A.7.3.18'e ait bir transporterdir (tcdb.org).

2.A.7. transporter ailesi İlaç/Metabolit Taşıyıcı Üst Aile (DMT) olarak sınıflandırılmıştır. 2.A.7.3 ailesi ilaç/metabolit transporterlardır. Tanımlanmış 102 prokaryotik adet üyesi bulunmaktadır. İlaç/Metabolit Taşıyıcı Üst Ailesi ilaçların dışarı taşınımında, besin alımında, besin, metabolit akışında ve ökaryotik hücrelerde organların iç zarı boyunca metabolitlerin değişiminde rol oynamaktadırlar (Jack vd., 2001).

Aktivitesi tam olarak aydınlatılamamış olsa da Transporter Classification Database’de üye olduğu ailenin ilaçların dışarı atılması özelliği, *yhbE* geni bakımından mutant suşun trans-sinamik asidi hücreden uzaklaştırmayarak kontrole kıyasla daha duyarlı olduğunu düşünülmüştür. Bu çalışma ile elde edilen *E. coli ΔyhbE* suşunun trans-sinamik aside duyarlı olduğunun belirlenmesi, literatüre yeni bir katkı sağlamaktadır.

Çalışmalarımızı 122Z018 numaralı proje ile destekleyen TÜBİTAK’a teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

- Adisakwattana S, 2017. Cinnamic acid and its derivatives: mechanisms for prevention and management of diabetes and its complications. *Nutrients*, 9(2), 163.
- Baba, T., Ara, T., Hasegawa, M., Takai, Y., Okumura, Y., Baba, M., Datsenko, K.A., Tomita, M., Wanner, B.L., Mori, H. (2006) Construction of Escherichia coli K-12 in-frame, single-gene knockout mutants: the Keio collection, *Mol Syst Biol*, 2: 2006.0008.
- Gunia-Krzyżak A, Słoczyńska K, Popiół J, Koczurkiewicz P, Marona H, Pękala E, 2018. Cinnamic acid derivatives in cosmetics: current use and future prospects. *International Journal of Cosmetic Science*, 40(4), 356-366.
- Guzman JD, 2014. Natural cinnamic acids, synthetic derivatives and hybrids with antimicrobial activity. *Molecules*, 19(12), 19292-19349
- Jack, D. L., Yang, N. M., & H. Saier Jr, M. (2001). The drug/metabolite transporter superfamily. *European Journal of Biochemistry*, 268(13), 3620-3639.
- Kot B, Wicha J, Piechota M, Wolska K, Gruzewska A, 2015. Antibiofilm activity of transcinamaldehyde, p-coumaric, and ferulic acids on uropathogenic Escherichia coli. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 45(4), 919-924.
- Maouche, R., Burgos, H. L., My, L., Viala, J. P., Gourse, R. L., & Bouveret, E. (2016). Coexpression of Escherichia coli obgE, encoding the evolutionarily conserved Obg GTPase, with ribosomal proteins L21 and L27. *Journal of bacteriology*, 198(13), 1857-1867.
- Matejczyk M, Swislocka R, Kalinowska M, Widerskp G, Lewandowsk W, Jablonska-Trypao A, Rosochacki SJ, 2017. In vitro evaluation of biological activity of cinnamic, caffeic, ferulic and chlorogenic acids with use of escherichia coli k-12 reca: gfp biosensor strain. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 74(3), 801-808.
- Yilmaz S, Sova M, Ergün S, 2018. Antimicrobial activity of trans-cinnamic acid and commonly used antibiotics against important fish pathogens and nonpathogenic isolates. *Journal of Applied Microbiology*, 125(6), 1714-1727.

- Zaynab M, Fatima M, Abbas S, Sharif Y, Umair M, Zafar MH, Bahadar K, 2018. Role of secondary metabolites in plant defense against pathogens. *Microbial Pathogenesis*, 124, 198-202
- Onat K.A, Sezer Kürkçü M, Çöl B, 2021. Fenolik Bileşiklerden Sinamik Asit, Kafeik Asit ve p-kumarik Asit'in Bazı Biyolojik Aktiviteleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(4): 2587-2598.
- Öztürkel, H., Sezer Kürkçü, M., Çöl, B. (2020). Fenolik bileşiklerden benzoik asit, ferulik asit ve kuersetinin canlı organizmalar üzerindeki biyolojik aktiviteleri, *International Turkic World Congress on Science and Engineering*, 14-15 November 2020, Nur-Sultan (Astana)- Kazakhstan. ISBN 978-975-8062-37-9.
- <https://ecocyc.org/gene?orgid=ECOLI&id=EG11499>
- <https://www.tcdb.org/search/index.php?query=yhbe&type=system>
- <https://www.acs.org/molecule-of-the-week/archive/c/trans-cinnamicacid.html#:~:text=trans%20Cinnamic%20acid%20is%20used,precursor%20to%20the%20sweetener%20aspartame.>
- <https://foodb.ca/compounds/FDB008784#:~:text=Trans%20cinnamic%20acid%20is%20characterized,%20red%20raspberries%20and%20corianders.>

## AĞIR METAL VE GIDA KONTAMİNASYONU

**Mehmet PİŞKİN<sup>1, 2, 3</sup>**

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

<sup>3</sup> İstanbul Gedik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

mehmetpiskin@comu.edu.tr

ORCID ID: 0000-0002-4572-4905

### ÖZET

Ağır metaller, orantılı olarak yüksek yoğunluğa sahip ve düşük konsantrasyonlarda zehirli olan herhangi bir metalik elementtir. Ayrıca, ağır metaller doğal ortamlarda biyolojik olarak parçalanamaz ve iki gruba ayrılır: toksik metaller (yani Pb, Cd, As, vb.) ve temel metaller (yani Cu, Zn, Mn, Fe, Ni ve Cr, vb.). Ağır metallerin salınım kaynakları, doğal ve antropojenik kaynaklar olarak ikiye ayrılır. Kentleşme ve sanayileşmedeki artış, gıdaların metal kontaminasyonunda artışa neden olmaktadır. Toksik metaller, sulama suyu, tarım toprağı, tarımsal uygulamalar, hava kirliliğı, hayvan yemi ve ambalaj malzemeleri gibi farklı kaynaklar yoluyla farklı gıdalara taşınabilmektedir. Toksik metaller biyolojik olarak parçalanamaz, ısıl olarak parçalanamaz ve çevrede son derece kalıcıdır; bu nedenle farklı yiyeceklerde kolayca birikirler. Mahsuller, et, balık, süt ve yumurta gibi farklı gıdaların metal kontaminasyonu hem gıda güvenliğini hem de güvenliğini tehdit etmektedir. Tarım topraklarının, sulama sularının, bitki ve hayvanların toksik metallerle kirlenmesi bunların besin zincirine katılmasına neden olmakta ve insan sağığı için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Metallerin çoğı insan sağığı üzerinde toksik etkilere sahiptir ve iskelet, karaciğer, dalak, böbrek gibi farklı organlarda birirmektedir. Metallerin bitkisel ve hayvansal üretim üzerinde olumsuz etkileri vardır. Bu nedenle, toksik ağır metallerin gıda zincirine ve insan vücuduna giden yolunu azaltmak için farklı iyileştirme tekniklerinin uygulanması gerekli hale geldi. Metal nanoparçacıklar faydalı uygulamalarda kullanılır, ancak bazı riskleri olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır metal, gıda güvenliğı, metal kontaminasyonu,

## 1. GİRİŞ

Ağır metaller soluma yoluyla insan vücudunda birikebilmektedir [1]. Veteriner ilaçları gibi toksik maddelerin çoğu genellikle insan vücuduna alınmalarından önce veya sonra bozunur ve daha sonra zararsız metabolitlere metabolize edilebilirken ağır metaller gibi bazı toksik maddeler kalıcıdır, metabolize edilmez ve gıdada kalır, sonra kemikte Pb ve böbreklerde Cd gibi vücut organlarına geri dönüşümsüz olarak bağlanır [1]. Tarım toprakları hem doğal hem de antropojenik kaynaklardan birçok toksik metal alır [2]. Tarımsal mahsullerin sulanması için atık suların kullanılması, gıda zincirindeki toksik metal seviyelerinin artmasına ve daha sonra insan ve hayvanlara geçerek potansiyel sağlık riskine neden olmasına neden olmuştur [2]. Metallerle kirlenmiş su ve toprak, topraktaki metallerin biyoyararlanımını azaltmak ve ardından ekili ürünlerde toksik metallerin transferini azaltmak için bazı işlemler gerektirmektedir [3]. Biyokömür, zeolit, maya ve bakteriler, yüzey yüklerinin doğasına göre topraktan ve sudan toksik metalleri adsorbe edebilen fonksiyonel gruplara sahiptir [4]. Farklı gıdalardaki metallerin seviyesini azaltmak için çeşitli yöntemler uygulandı [5]. Metallerin nanoparçacıkları, su ve toprak arıtma gibi çok çeşitli teknolojik ve çevresel uygulamalara sahiptir [5]. Genel olarak ağır metaller doğal ortamda biyolojik olarak parçalanamazlar ve iki grupta toplanırlar. Birinci grup istenmeyen, insan sağlığına biyolojik faydaları olmayan ve her türlü konsantrasyonda toksik olan toksik metallerdir (Pb, Cd ve As vb.). İkinci grup, arzu edilen ve düşük konsantrasyonlarda insan sağlığı için biyolojik fayda sağlayan, ancak yüksek konsantrasyonlarda toksik hale gelen esansiyel metallerdir (yani Cu, Zn, Mn, Fe, Ni ve Cr vb.) [6].

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, ağır metal ve gıda kontaminasyonu ile ilgili gerçekleştirilen orijinal bilimsel çalışmaların Sistemik İncelemeler ve Meta-Analizler kriterleri için Tercih Edilen Raporlama Ögeleri metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

## 3. AĞIR METALLERİN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİSİ

Tarım topraklarının, sulama sularının, bitki ve hayvanların toksik metallerle kirlenmesi bunların besin zincirine katılmasına neden olmakta ve insan sağlığı için büyük bir tehdit oluşturmaktadır [5].

### 3.1. Ağır Metal Kaynakları

Toprak, hava ve su gibi farklı çevresel ortamlarda ağır metal salınım kaynakları, doğal ve antropojenik kaynaklar olarak ikiye ayrılır [7]. Volkanik patlamalar, deniz tuzu serpintileri, orman yangınları, kaya ayrışması, biyojenik kaynaklar ve rüzgarla taşınan toprak parçacıkları gibi doğal kaynaklardır. Endüstriyel prosesler, tarım prosesleri, atık su deşarjı, madencilik prosesleri, metalurjik prosesler ve ayrıca baca ve motor emisyonları gibi antropojenik

kaynaklardır. Ana metal kaynakları, pestisitler, boya üretimleri, tekstil baskıları, yer kabuğu, saç boyaları ve kurşun (Pb) için Polivinil klorür (PVC) borulardır. Kadmiyum (Cd) için şarj edilebilir piller, tütün, fosfatlı gübreler, pigmentler, endüstriyel atıklar ve zirai kimyasal atıklardır. Krom (Cr) için paslanmaz çelik, alaşım üretimi, ağaç tasarrufu, tekstil boyaları, deri tabaklama ve galvanik kaplamadır. Nikel (Ni) için mutfak gereçleri, makine parçaları, piller, yer kabuğu, sigara ve paslanmaz çeliktir. Civa (Hg) için volkanik faaliyetler, biyokütlenin pirolizi, madencilik, gemi boyaları, atık su deşarjları ve orman yangınlarıdır. Arsenik (As) için volkanik faaliyetler, arsenik kimyasallarının bertarafı, altın ve bakır madenciliği, maden eritme ve gübrelerdir [8].

Pb<sup>2+</sup> iyonlarının boyutu Ca<sup>2+</sup> iyonları ile benzer olduğu için Pb iyonları kemikte birikir ve Ca'nın yerini alarak [9]

- Hafıza edinimi için özel olan ve öğrenme becerilerinin sınırlandırılmasına yol açan hipokampus bölgesini bozar [9];
- Merkezi sinir sistemi bozukluğuna neden olur [9];
- Enzimlerin normal işlevine müdahale eder [9];
- karsinogenez, mutagenez ve böbrek hasarına neden olur [9];
- Hemoglobin oluşumu üzerindeki etkisi ve anemiye yol açar [9];
- Kırmızı kan hücrelerinin sentezinin ve dolayısıyla hayati oksijen taşınmasının inhibe eder [9].

Cd'nin oksidasyon durumları Zn'ye benzer, bu nedenle Cd, metallotiyoneinde bulunan Zn'nin yerini alarak [10],

- Hücre içinde bir serbest radikal temizleyici olarak aktivitesini inhibe eder [10];
- Alkalın fosfataz ve ATPazlar gibi bazı enzimleri inhibe eder [10];
- Akciğer, prostat, pankreas ve böbrek kanserlerine neden olan DNA onarım süreçlerini inhibe eder [10];
- Böbrek yetmezliğine neden olan proksimal renal tübüler fonksiyon üzerindeki etkisi mevcuttur [10];
- Kemiklerin yumuşamasına ve kemik şekil bozukluklarına neden olur [10];
- Karaciğer fibrozuna neden olur [10];
- Beyin hücrelerinde oksidatif strese neden olur [10].

Hg'nin toksisitesi, metil cıva (MeHg) gibi organik cıvanın inorganik cıvadan çok daha toksik ve alınan cıva formuna bağlıdır. Böbrek, inorganik cıva için kritik hedef organdır, MeHg ise sinir sistemi için daha toksik [11];

- Cıva iyonları, amino asitlerin metabolizmasını ve membran fosfolipidinin parçalanmasını bozar [11];
- Mitokondriden kontrolsüz Ca iyonlarının salınması ve mitokondri aktivitesini bozar [11];
- Glutasyon peroksidaz aktivitesinin inhibisyonu ve lipid peroksidasyonunun artmasına neden olur [11];
- Minamata bozukluğuna yol açar [11];
- Alzheimer [109] gibi nörodejeneratif hastalıklara yol açar [11];
- Amino asitlerdeki sülfidril ve disülfid gruplarına bağlanarak ilgili enzimlerin ve kofaktör hormonların inaktivasyonuna neden olur [11];
- Sinir sistemi, böbrek sistemi ve bağışıklık sistemi üzerinde etkisi mevcuttur [11].

As'ın inorganik formları, organik formlara kıyasla oldukça toksiktir [12];

- İnorganik arseniğin solunması mide bulantısı ve cilt tahrişine neden olur [12];



- Akciğer, mesane, karaciğer ve böbrek kanseri gibi iç kanserlere neden olur [12];
- Cilt kanseri ve cilt lezyonları gibi dış kanserlere neden olur [12];
- Asetilkolin gibi sinir-impuls ileticilerinin metabolizması üzerinde etkisi mevcuttur [12].

Üç değerlikli krom  $Cr^{3+}$  iyonları, zayıf zar geçirgenlikleri nedeniyle zararsızdır. Altı değerlikli krom  $Cr^{6+}$  iyonları, hücre zarına nüfuz etmede daha aktiftir ve güçlü oksitleyici ajandır [13].  $Cr^{6+}$  iyonları mutajenik özelliklere sahiptir ve insanlar için 1. grup kanserojen olarak kategorize edilir [13].

- İnsanın Cr'a maruz kalması dermatite, alerjilere ve ülserlere yol açar .
- Ayrıca Cr, solunum sistemini, gastrointestinal sistemi ve nörolojik sistemi etkileyebilir [13];
- Cr, üreme ve kansere neden olur [13].

Ni'ye kronik maruz kalma akciğer fibröz, kardiyovasküler ve böbrek hastalıklarına yol açarak [14];

- Kalp kasında ve beyin, akciğer, karaciğer ve böbrek dokularında dejeneratif değişikliklere [14];
- Solunum yolu ve akciğer karsinomasına [14];
- Kemik, bağ dokusu ve kas Sarkomuna neden olur [14].

### 3.2. Toksik Metaller Tarafından Gıda Kontaminasyonu Kaynakları

#### 3.2.1. Sulama Suyu

Gelişmekte olan bazı ülkelerde nüfusun artması, gıda talebi ve tatlı su eksikliği, tarımsal ürünlerin kirliliği su ile sulanmasına yol açmaktadır. Böylece sulama sularının ağır metallerle kirlenmesi yerel ve küresel bir sorun haline gelmiştir. Tarımsal ürünlerin sulanması için düzenli olarak atık su kullanımı, ürünlerdeki ağır metal konsantrasyonlarının artmasına ve ardından besin zinciri yoluyla insan ve hayvanlara geçmesine neden olarak uzun vadede potansiyel sağlık riskine neden olur [15].

Meyve, sebze ve tarımsal ürünler gibi gıdaların ağır metallerle kirlenmesi, endüstriyel atık suların ve kanalizasyon atık sularının kanallar, yakındaki akarsular ve nehirler gibi sulama suyu kaynaklarını kirletmesi nedeniyle olabilir. Kirlenmiş suyun tarımsal kullanımlarda kullanılması, çevreyi ve halk sağlığını korumak için su kirletici maddelerin, özellikle zehirli metallerin seviyeleri ve türleri hakkında bilgi sahibi olmayı gerektirir. Ağır metaller, farklı kullanımlar için su kalitesini tehdit eden en önemli kimyasal kirleticilerdir. Sulama sularındaki metal seviyelerinin izlenmesi, toksik etkileri ve kalıcılığı nedeniyle ekolojik ve insan sağlığını korumak için gereklidir [15].

#### 3.2.2. Tarım toprakları

Tarım toprakları, bitki yaşamı için tek besin kaynağı olmakla kalmayıp, ağır metaller gibi birçok kirleticiyi de kökleri aracılığıyla kültür bitkilerine aktarmaktadır. Tarım

topraklarının Pb, Cd, Cu ve Ni gibi ağır metallerle kirlenmesi son yıllarda önemli ölçüde artmıştır [16]. Tarımsal topraklar hem doğal hem de antropojenik kaynaklardan birçok toksik metal alır. Ağır metallerin tarımsal toprakta birikmesi, endüstriyel faaliyetler, petrokimya, atıksu sulama, atmosferik çökeltme ve gübre ve böcek ilaçları gibi tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan emisyonlar yoluyla olabilir [16]. Ağır metaller, kirlenmiş topraktan besin zincirinin farklı kısımlarına birikebilir [16].

Tarımsal ürünlerin metal kontaminasyonu, tarımsal uygulamalar sırasında gübre veya metal bazlı pestisitlerin kullanılmasından kaynaklanabileceği gibi, metal kontaminasyonu da hasat prosedürü, nakliye veya depolamadan kaynaklanabilir [16].

### 3.2.3. Tarımsal uygulamalar

Gübreler, gübreler ve kanalizasyon çamuru gibi tarımsal uygulamalar önemli ağır metal kaynaklarıdır [16]. Arıtma çamurunun bitki besin maddeleri ve organik maddenin ana kaynağı olarak kullanıldığını ancak ağır metaller gibi zararlı maddelere sahiptir [17]. Süperfosfat gibi fosfatlı gübreler topraktaki önemli Ni ve Pb kaynaklarıdır, ayrıca toprak üzerinde önemli ölçüde asitleştirici etkiye sahiptirler ve bu nedenle tarımsal ürünlerde toksik metallerin birikimini artıran metallerin mobilizasyonunu ve bitki alımını artırırlar [17]. Konvansiyonel tarımın sürdürülebilirliği için uygulanan fosfatlı gübreler gibi tarımsal kimyasallar kullanılmaktadır. [18]. Kaya fosfat, diamonyum fosfat ve süperfosfatın sırasıyla 10.1, 29.7, 29.2, 89, 17.9 ve 12.2 ppm gibi yüksek seviyelerde Cd, Cr, Cu, Zn, Ni ve Pb'ye sahiptir [18]. Fosfat kayasının değişken düzeylerde kalıtsal Cd'ye sahip olduğunu ortaya çıkardı. Ayrıca Cd, üretim sürecinde gübre ürünlerine geçebilir [19]. Fosfat ve üre gübrelerinin uygulanmasının, tarımsal toprakta metal (Cr, Cu, Cd, Mn, Zn, Ni ve Pb) seviyelerini arttırabilir [3]. Tarımda kullanılan herbisitler de bitkideki Cu seviyesini arttırmada rol oynayabilir [20]. Uzun süreli gübre ve hayvan gübresi uygulamalarından dolayı toprakta ve kültür bitkisinde Cd, Pb ve As düzeylerini arttırır. Örneğin, topraktaki ortalama Cd, Pb ve As seviyeleri (ekimden önce) sırasıyla 1.3, 3.6 ve 4.1  $\text{mg} \times \text{kg}^{-1}$ , topraktaki ortalama seviyeleri (hasattan sonra) aynı sırayla 1.4, 6.8 ve 9.1  $\text{mg} \times \text{kg}^{-1}$  'e ulaştığı bildirilmiştir [21]. Fosforlu gübrelerin marul bitkisinde metal birikimi üzerindeki etkisi incelendiğinde marulda Cd, Pb ve As düzeylerinin sırasıyla 0.03, 0.12 ve 0.013  $\text{mg} \times \text{kg}^{-1}$  olduğu bildirilmiştir [22].

### 3.2.4. Hava kirliliği

Toksik metallerin neden olduğu hava kirliliğinin başlıca kaynağının otomobil egzozları, özellikle otoyol çevresindeki alanlarda Pb içeren hava kirliliği oluşabilir (Organik kurşun bileşikler, yani tetra etil kurşun ve tetrametil kurşun benzine eklenir) [23].

Havadaki metaller otoyolları çevreleyen topraklarda çökeler ve daha sonra ekili bitkilerde birikir. Tarım karayolunun yakınında yetişen bitkilerde bazı ağır metallerin birikimini incelenen bir çalışmada narenciye ve lahanada Pb, Ni, Co ve Cd düzeylerinin tarım yolundan uzaklaştıkça azaldığını ayrıca toplanan tarım topraklarındaki Pb ve Cd düzeylerinin sırasıyla 29.15 ile 50.6 ve 1.25 ile 3.15  $\text{mg} \times \text{kg}^{-1}$  arasında değişip yoldan uzaklaştıkça topraktaki düzeylerinin azalmıştır [23]. Yol kenarında yetişen meyve ve sebzeler, özellikle araç

emiyonlarından kaynaklanan zehirli metalleri biriktirdiği, havadaki ağır metallerin farklı bitkilerin yapraklı kısımlarında birikebileceğini ve emilebilir [23]. Cd, Cu, Fe ve Pb gibi ağır metallerin yol kenarı bitkilerinin farklı kısımlarında alımının ve translokasyonunun kirlenmemiş alanlarda yetiştirilenlerden daha yüksek olduğu rapor edilmiştir [23].

### 3.2.5. Hayvan Yemi

Hayvan yemi ve içeriklerinin metal kontaminasyonu, hayvan sağlığı ve et, yumurta ve süt gibi insan besin zincirinde toksik metallerin birikmesi için büyük bir sorun teşkil etmektedir. Farklı hayvan yemlerinde metal kontaminasyon oranları, kanatlı yem örneklerinin sırasıyla yaklaşık %19, %24 ve %15'inin As, Cd ve Pb ile kontamine olduğu ve ruminant yem örneklerinin As, Cd ve Pb ile kontaminasyon oranları sırasıyla %27, %21 ve %16 olmuştur [24]. Kümes hayvanı yemindeki ağır metaller ile yumurtadaki birikimleri arasında yemdeki Pb, Cr ve Se seviyeleri sırasıyla 2.59, 1.30 ve 0.94 ppm, yumurta beyazında biriken Pb, Cr ve Se seviyeleri sırasıyla 0.658, 0.180 ve 0.216 ppm, ve yumurta sarısında daha yüksek birikmiş Pb, Cr ve Se sırasıyla 0.701, 0.262 ve 0.266 ppm'dir [24]. Sığır ve kümes hayvanı yemlerindeki bazı metallerin seviyeleri ise sığır yeminde tespit edilen ortalama metal seviyeleri 26.0, 114.9, 0.8, < dl. ve Cu, Zn, As, Cr ve Cd için sırasıyla 2,0 mg×kg<sup>-1</sup> iken aynı metallerin kümes hayvanı yemlerindeki ortalama seviyeleri aynı sıra ile 21.9, 103.7, 1.22, 25.7 ve 1.03 mg×kg<sup>-1</sup>'dir [24]. Cr, Cu, Pb, Cd, Zn ve Ni gibi ağır metallerin besi hayvanı yemlerinden inek ve koyunların kas dokuları, karaciğer ve böbrek gibi organlarına transferi, Cu, Zn ve Cd'nin daha yüksek birikimi sırasıyla karaciğer, kas dokuları ve böbrekte olduğu ve tüm hayvan organlarında Cr, Pb ve Ni seviyeleri 0,02 mg×kg<sup>-1</sup>'in altındadır [24].

### 3.2.6. Metal kutular, paketler ve ekipman malzemeleri

Konserveleme işlemi gibi gıda sanayileşmesi, konserve gıdaların metal kontaminasyonuna yol açar. Pb ile gıda kontaminasyonunun ana kaynağı, teneke kutu imalatında kullanılan lehimdir [25]. Bazı konserve sebzelerde Pb seviyelerinin konserve banya, konserve dilimlenmiş konserve domates ve ambalaj domates salçası için sırasıyla 0.524, 0.372 ve 0.838 mg×kg<sup>-1</sup>'dir [25]. Konserve yiyeceklerde (ton balığı, konserve sığır eti, sardalya ve salça) toksik metallerin (Cr, Pb ve Cd) karşılık gelen taze yiyeceklerden nispeten yüksek konsantrasyonlara sahiptirler [25]. Öğütme ekipmanının buğday unu, soya fasulyesi unu, mısır unu ve manyok unu gibi gıda maddelerine Pb, Ni ve Fe yaymıştır [25].

Pb ve Cd gibi bazı metaller PVC'nin stabilizatörü olarak kullanılır. Plastik ambalaj malzemelerinde bulunan Cd ve Pb kaynakları inorganik pigmentler ve stabilizatörlerdir Plastik torbalarda ve kaplarda saklanan sıcak gıdalara Pb, Cd ve Zn migrasyonu belirlenmiştir [26]. Ayrıca Zn, Ni, Cu, Cr, Mn ve Pb gibi ağır metallerin plastik gıda ambalaj kaplarından %3 asetik asit ve %0.9 NaCl'ye geçtiği bildirilmiştir [27].

Kâğıt, ucuz bir gıda ambalajı kaynağı ve plastiğe kıyasla yüksek kalite güvenlik standartlarına sahiptir [28]. Ayrıca, tatlı kutuları, pizza kutuları, kahve fincanları ve pasta kutuları gibi gıda ambalaj kağıtları, değişken seviyelerde ağır metallere sahiptir [28]. Örneğin

pizza kutusundaki Cr, Cu, Fe, Mn, Ni ve Pb seviyeleri sırasıyla 0,45, 0,83, 37,21, 0,44, 0,20 ve 0,34 ppm olduğu bildirilmiştir [28].

Gıda paketleme için kullanılan geri dönüştürülmüş polietilen tereftalatın Cr, Pb ve Ni'nin önceden kesilmiş meyve ve sebzelerin yanı sıra yüksek asitli gıdalara (salata sosu ve gazlı içecekler) sızmasına yol açabileceğini bildirmiştir [29]. Gelecekte, gıda ile temas eden malzemeleri seçerken Pb, Cd, Cr ve Hg gibi toksik metaller içeren ekipman ve malzemelerden kaçınılmalıdır.

#### 4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Evsel arıtmaların gıdadaki metal seviyelerine etkisi üzerine, Enterococcus cinsinden Gram pozitif, gama hemolitik veya hemolitik olmayan bir bakteri olan Enterococcus faecium'un (E. Facium) süttten Cd ve Pb giderimi üzerindeki etkinliğini değerlendirilmiştir [30]. Cd azalması %79,4 ila %82,8 arasında değişirken, Pb daha düşük bir azalma oranına (%72 ila %75) sahip ve E. faecium'un Pb'ye kıyasla Cd bağlama için daha yüksek bir yeteneğe sahiptir [30].

E. faecium ile süspanse edilmiş kıymadaki Pb ve Cd azalma oranları, 8 saatlik inkübasyondan sonra sırasıyla %66,4 ve %59,0, ardından 24 saatlik inkübasyondan sonra aynı sırayla %82,6 ve %71,0'a yükseldiği bildirilmiştir [31].

Izgara, marine etme ve kaynatma işlemlerinin tavuk etindeki Cd, Cu, Fe ve Pb seviyeleri üzerindeki etkisi incelenen çalışmada, pişirme işlemlerinin çoğu, pişmiş ette metal seviyeleri üzerinde çok az bir etkiye sahip olduğu örnek olarak çiğ tavuk etindeki ( $0,30 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Pb düzeyi ızgara tavukta 0,25, marine edilmiş tavukta 0,18 ve haşlanmış tavuk etlerinde  $0,10 \text{ mg kg}^{-1}$ e azaldığı bildirilmiştir [32].

Sarımsak, nar kabuğu ve Coriandrum sativum'dan ekstrakte edilen sulu solüsyonlar Kefal balıklarında metal indirgeme için kullanılan bir çalışmada kişniş maddesine batırılmış balık dokularında Pb, Cd ve Hg için azalma yüzdeleri sırasıyla %76, %89 ve %86 bulunduğu bildirilmiştir. [33]. Balık dokularının sarımsak maddesine batırılması metallerin aynı sırayla %72, %100 ve %96 oranında indirgenmesine neden olduğu balık dokularındaki Pb, Cd ve Hg seviyeleri, bir nar maddesine batırıldıktan sonra sırasıyla %99, %92 ve %58 oranında azaldığı rapor edilmiştir [33].

Musluk suyunun ve farklı solüsyonların (%5 ve %10) limon ekstraktı, sodyum karbonat, sitrik asit ve hidrojen peroksitin ıspanaktaki (çözelti içinde 10 dakika ısıtılmış) metal seviyeleri üzerindeki etkisi incelenen bir çalışmada, sitrik asit (%10) sırasıyla %23, %28, %22 ve %54 ile Hg, Pb, As ve Zn'de en yüksek azalmayı kaydederken en düşük azalmalar sırasıyla musluk suyuyla yıkanan ıspanakta 7, 7, 6 ve 15 olarak belirlendiği rapor edilmiştir. [34].

Evdeki uygulamaların patates, domates ve hıyardaki metal seviyeleri üzerindeki etkisi belirlenen bir çalışmada yıkama işlemi tüm sebzelerde Cd, Cu, Pb, Cr ve Ni düzeylerini azaltmış, ardından sirkede bekletildikten sonra (5 dakika %5) daha da azalttığı bildirilmiştir. [35]. Sebzelerin asetik asitle (%10) yıkanmasının metallerin uzaklaştırılmasında musluk suyu ve sodyum klorürden (%10) daha etkili olduğu rapor edilmiştir. [35]. Zencefil solüsyonu (%8) ile yıkanan sebzelerin, musluk suyu ve turp solüsyonuna (%8) kıyasla Cd, Cr ve Pb için maksimum uzaklaştırmayı gerçekleştirdiği rapor edilmiştir [36].

## 5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Ağır metaller düşük konsantrasyonlarda toksiktir ve biyolojik olarak parçalanamaz. Metaller, doğal veya antropojenik kaynaklardan farklı ortamlara salınır. Toksik metaller tarımsal topraktan, kirli sudan, kirli havadan, teneke kutulardan ve ambalaj malzemelerinden besin zincirine geçerek insan organlarında birikerek insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Zehirli metaller süt, balık, et, yumurta ve tarımsal ürünler gibi farklı yiyeceklerde bulunabilir. Biyokömür, zeolit, maya, bakteri, Jatropha bitkisi, Jojoba bitkisi gibi gıda zincirine aktarılan metalleri azaltmak ve ev tedavileri için farklı uygulamalar kullanılabilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Mitra, S., Chakraborty, A. J., Tareq, A. M., Emran, T. B., Nainu, F., Khusro, A., Idris, A. M., Khandaker, M. U., Osman, H., Alhumaydhi, F. A., & Simal-Gandara, J. (2022). Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity. *Journal of King Saud University - Science*, 34(3), 101865. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.101865>
- [2] Xin, X., Shentu, J., Zhang, T., Yang, X., Baligar, V. C., & He, Z. (2022). Sources, Indicators, and Assessment of Soil Contamination by Potentially Toxic Metals. *Sustainability*, 14(23), 15878. <https://doi.org/10.3390/su142315878>
- [3] Xin, X., Shentu, J., Zhang, T., Yang, X., Baligar, V. C., & He, Z. (2022). Sources, Indicators, and Assessment of Soil Contamination by Potentially Toxic Metals. *Sustainability*, 14(23), 15878. <https://doi.org/10.3390/su142315878>
- [4] López, Y. C., Ortega, G. A., & Reguera, E. (2022). Hazardous ions decontamination: From the element to the material. *Chemical Engineering Journal Advances*, 11, 100297. <https://doi.org/10.1016/j.ceja.2022.100297>
- [5] Rai, P. K., Lee, S. S., Zhang, M., Tsang, Y. F., & Kim, K.-H. (2019). Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management. *Environment International*, 125, 365–385. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.067>
- [6] Balali-Mood, M., Naseri, K., Tahergorabi, Z., Khazdair, M. R., & Sadeghi, M. (2021). Toxic Mechanisms of Five Heavy Metals: Mercury, Lead, Chromium, Cadmium, and Arsenic. *Frontiers in Pharmacology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.643972>
- [7] Briffa, J., Sinagra, E., & Blundell, R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 6(9), Article e04691. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691>
- [8] Saleh, H.E.M. & Aglan, R.F., (Eds.). (2018). *Heavy Metals*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.71185>



- [9] Bradl, H. B. (2005). Chapter 1 Sources and origins of heavy metals. *Interface Science and Technology*, 1–27. doi:10.1016/s1573-4285(05)80020-1.
- [10] Nordberg, M., & Nordberg, G. F. (2022). Metallothionein and Cadmium Toxicology—Historical Review and Commentary. *Biomolecules*, 12(3), 360. <https://doi.org/10.3390/biom12030360>
- [11] Park, J.-D., & Zheng, W. (2012). Human Exposure and Health Effects of Inorganic and Elemental Mercury. *Journal of Preventive Medicine & Public Health*, 45(6), 344–352. <https://doi.org/10.3961/jpmp.2012.45.6.344>
- [12] Camacho, J., de Conti, A., Pogribny, I. P., Sprando, R. L., & Hunt, P. R. (2022). Assessment of the Effects of Organic vs. Inorganic Arsenic and Mercury in *Caenorhabditis elegans*. *Current Research in Toxicology*, 100071. <https://doi.org/10.1016/j.crttox.2022.100071>
- [13] DesMarias, T. L., & Costa, M. (2019). Mechanisms of chromium-induced toxicity. *Current Opinion in Toxicology*, 14, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.cotox.2019.05.003>
- [14] Genchi, G., Carocci, A., Lauria, G., Sinicropi, M. S., & Catalano, A. (2020). Nickel: Human Health and Environmental Toxicology. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 679. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030679>
- [15] Balkhair, K. S., & Ashraf, M. A. (2016). Field accumulation risks of heavy metals in soil and vegetable crop irrigated with sewage water in western region of Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23(1), S32—S44. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.09.023>
- [16] Alengebawy, A., Abdelkhalik, S. T., Qureshi, S. R., & Wang, M.-Q. (2021b). Heavy Metals and Pesticides Toxicity in Agricultural Soil and Plants: Ecological Risks and Human Health Implications. *Toxics*, 9(3), 42. <https://doi.org/10.3390/toxics9030042>
- [17] Seleiman, M. F., Santanen, A., & Mäkelä, P. S. A. (2020). Recycling sludge on cropland as fertilizer – Advantages and risks. *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 104647. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104647>
- [18] Tang, X., Li, X., Liu, X., Hashmi, M. Z., Xu, J., & Brookes, P. C. (2015). Effects of inorganic and organic amendments on the uptake of lead and trace elements by *Brassica chinensis* grown in an acidic red soil. *Chemosphere*, 119, 177–183. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.05.081>
- [19] Roberts, T. L. (2014). Cadmium and Phosphorous Fertilizers: The Issues and the Science. *Procedia Engineering*, 83, 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.09.012>
- [20] Tudi, M., Daniel Ruan, H., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., Chu, C., & Phung, D. T. (2021). Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1112. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>
- [21] Lan, W., Yao, C., Luo, F., Jin, Z., Lu, S., Li, J., Wang, X., & Hu, X. (2022). Effects of Application of Pig Manure on the Accumulation of Heavy Metals in Rice. *Plants*, 11(2), 207. <https://doi.org/10.3390/plants11020207>



- [22] Demirezen, D., & Aksoy, A. (2006). Heavy metal levels in vegetables in Turkey are within safe limits for Cu, Zn, and Ni and exceeded for Cd And Pb. *Journal of Food Quality*, 29(3), 252–265. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2006.00072.x>
- [23] Antisari, L. V., Orsini, F., Marchetti, L., Vianello, G., & Gianquinto, G. (2015). Heavy metal accumulation in vegetables grown in urban gardens. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 1139–1147. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0308-z>
- [24] Korish, M. A., & Attia, Y. A. (2020). Evaluation of Heavy Metal Content in Feed, Litter, Meat, Meat Products, Liver, and Table Eggs of Chickens. *Animals*, 10(4), 727. <https://doi.org/10.3390/ani10040727>
- [25] Korfali, S. I., & Hamdan, W. A. (2013). Essentail and Toxic Metals in Lebanese Marketed Canned Food: Impact of Metal Cans. *Journal of Food Research*, 2(1), 19. <https://doi.org/10.5539/jfr.v2n1p19>
- [26] Hahladakis, J. N., Velis, C. A., Weber, R., Iacovidou, E., & Purnell, P. (2018). An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal, and recycling. *Journal of Hazardous Materials*, 344, 179–199. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.10.014>
- [27] Khan, S., & Khan, A. R. (2015). Contamination of Toxic Heavy Metal in Locally Made Plastic Food Packaging Containers. *Global Journal of Science Frontier Research*, 15(1). [https://globaljournals.org/GJSFR\\_Volume15/3-Contamination-of-Toxic-Heavy.pdf](https://globaljournals.org/GJSFR_Volume15/3-Contamination-of-Toxic-Heavy.pdf)
- [28] Deshwal, G. K., Panjagari, N. R., & Alam, T. (2019). An overview of paper and paper based food packaging materials: health safety and environmental concerns. *Journal of Food Science and Technology*, 56(10), 4391–4403. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03950-z>
- [29] Whitt, M., Vorst, K., Brown, W., Baker, S., & Gorman, L. (2012). Survey of heavy metal contamination in recycled polyethylene terephthalate used for food packaging. *Journal of Plastic Film & Sheeting*, 29(2), 163–173. <https://doi.org/10.1177/8756087912467028>
- [30] Gołaś-Prądyńska, M., Łuszczynska, M., & Rola, J. G. (2022). Dairy Products: Potential Source of Multidrug-Resistant *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* Strains. *Foods*, 11(24), 4116. <https://doi.org/10.3390/foods11244116>
- [31] Hassan, M., Amin, R., El-Taher, O., & Meslam, E. (2018). Heavy Metals in some Meat Products and Its Biocontrol by Probiotic Strain *Enterococcus Faecium* (M74) in Minced Meat. *Benha Veterinary Medical Journal*, 35(1), 66–75. <https://doi.org/10.21608/bvmj.2018.38126>
- [32] O'Neill, C. M., Cruz-Romero, M. C., Duffy, G., & Kerry, J. P. (2019). Comparative effect of different cooking methods on the physicochemical and sensory characteristics of high pressure processed marinated pork chops. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 54, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.03.005>
- [33] Hasan, F. M., & Abdelhamid, A. M. (2019). Effect of aqueous solutions of pomegranate peel, garlic and *Coriandrum sativum* on some heavy metals from Grey Mullet (*Mugilcephalus*). *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 10(4), 55–60. <https://doi.org/10.33887/rjpbcs/2019.10.4.8>

- [34] Amir, R. M., Randhawa, M. A., Nadeem, M., Ahmed, A., Ahmad, A., Khan, M. R., Khan, M. A., & Kausar, R. (2019). Assessing and Reporting Household Chemicals as a Novel Tool to Mitigate Pesticide Residues in Spinach (*Spinacia oleracea*). *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37936-2>
- [35]. Bora, F. D., Bunea, A., Pop, S. R., Baniță, S. I., Dușa, D. T., Chira, A., & Bunea, C. I. (2022). Quantification and Reduction in Heavy Metal Residues in Some Fruits and Vegetables: A Case Study Galați County, Romania. *Horticulturae*, 8(11), 1034. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8111034>
- [36]. Getaneh, A., Guadie, A., & Tefera, M. (2021). Levels of heavy metals in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) from selected districts of Central Gondar Zone, Ethiopia and associated health risk. *Heliyon*, 7(4), e06924. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06924>

## FİZİKSEL MODELLER YARDIMIYLA SINIF ÖĞRETMENLERİNE TEMEL ASTRONOMİ KONULARININ ÖĞRETİMİ

Yunus ERİŞGİN<sup>1</sup>, Prof. Dr. Hüseyin KALKAN

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, yunuserisgin@gmail.com

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, kalkanh@omu.edu.tr

### ÖZET

Astronomi binlerce yıllık geçmişi ile en eski temel bilimler arasında yer almaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda ilköğretim öğrencilerinin en çok merak ettiği ve en çok öğrenmek istediği konular arasında astronomi kavramlarının olduğu belirtilmiştir. Dünya genelinde bakıldığında, astronomi eğitiminin öğretim programlarında nasıl verilmesi ile ilgili tartışmaların olduğu görülmektedir. Ülkemizde ise astronomi konularının öğretimi okul öncesinden başlayarak lisans seviyesine kadar devam etmektedir. Literatüre bakıldığında, astronomi konularına yönelik kavram yangılarının tüm sınıf seviyelerinde görülmesi eğitim-öğretim sürecinde yanlışlık yapıldığını göstermektedir. Özellikle sınıf öğretmenleri üzerinde yapılan araştırmalar temel astronomi konularında büyük eksiklerin olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın amacı sınıf öğretmenlerinin temel astronomi konularındaki eksikliklerini belirlenmesi ve İlköğretim Hayat Bilgisi ve İlköğretim Fen Bilgisi derslerinin Öğretim Programında yer alan temel astronomi konularının Fiziksel modeller kullanılarak sınıf öğretmenlerinin astronomi temel konularındaki başarılarının değişiminin araştırılmasıdır. Uygulanan bu eğitim modeli ile sınıf öğretmenleri, temel astronomi konularını yaparak ve yaşayarak öğrenmiş ve sürece aktif bir şekilde katılmışlardır. Kolay ulaşılabilir örneklem tekniği kullanılarak yapılan eğitim Samsun ilinde MEB'e bağlı bir ilköğretim okulunda gönüllü sınıf öğretmenlerine verilmiştir. Sınıf öğretmenlerinden bazıları ile yüz yüze görüşme yapılmış ve görüşme soruları yöneltilmiştir. Sorulara verdikleri cevaplar ses kaydına alınmıştır. Karma araştırma yöntemi tercih edilen bu çalışmada önceden hazırlanmış yarı yapılandırılmış görüşme formu ve Astronomi Başarı Testi kullanılarak veri toplama işlemleri yapılmıştır. Araştırmada birleştirme deseni tercih edilmiştir. Bu desenle uygulanacak olan eğitim modelinin etkisi ve kalıcılığı tek bir grup üzerinde yapılan çalışmayla test edilmeye çalışılmıştır. Tek gruba ait yapılan çalışmada ön test-son test değerleri arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Astronomi Başarı Testi ile elde edilen nicel veriler SPSS 21.0 paket programı ile analiz edilmiştir. Elde edilen nitel veriler ise içerik analizi tekniği ile analiz edilmiştir. Modellerle yapılan etkinlik öğretmenlerin akademik başarısını arttırdığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Astronomi eğitimi, Fiziksel Modeller, Sınıf Öğretmenleri

## 1. GİRİŞ

İnsanoğlu var olduğu günden bu güne kadar doğayı ve evreni merak etmiş, onu tanımlamaya, temel işleyiş mekanizmasını anlamlandırmaya ve edindiği deneyimi kendi yaşamını kolaylaştıracak şekilde kullanmak için çalışmıştır. Gök bilimi olarak da adlandırılan astronomi, “yıldızların yasası” anlamına gelmektedir. Dünyamızın da içinde bulunduğu evreni ve içinde yer alan bütün gök cisimlerinin yapılarını, hareketlerini, meydana gelişlerini, günümüze kadar olan değişimleri ve bundan sonraki olabilecek olayları araştıran ve inceleyen bilim dalına astronomi denir (Kurnaz, ve diğerleri, 2021).

Astronomi birçok bilim dalıyla iç içedir. Bu sebeple astronomi biliminin gelişimi diğer bilim dallarında da gelişmelere yol açmış, hatta yeni bilim dallarının ortaya çıkmasında rol oynamıştır. Ayrıca astronomi, evrensel nitelik taşıyan görsel olarak ortaya konduğu, deneyler ile sınındığı ve en büyük uygulama alanı olması bakımından diğer bilim dalları ile büyük birliktelikte olmaya devam etmektedir (Keçeci, 2012). Yapılan araştırmalara bakıldığında, ilköğretim öğrencilerinin en çok merak ettiği ve en çok öğrenmek istediği konular arasında astronominin olduğu görülmüştür (Bishop, 2003). Benzer bir çalışma ülkemizde yapılmış ve öğrencilerin en çok merak ettiği ve ilgi duyduğu alanın astronomi olduğu yapılan çalışmalarla görülmüştür (Kalkan, Akdemir, & Semercioğlu, 2018). Uluslararası literatür incelendiğinde, astronomi eğitiminin öğretim programlarında nasıl verilmesi gerektiği yönünde tartışmalar olduğu görülmektedir. Bu tartışmalar, astronominin ayrı bir ders olarak mı yoksa diğer alanların bir parçası olarak mı öğretilmesi gerektiği üzerine yoğunlaşmıştır. Astronomi eğitimiyle ilgili Uluslararası Astronomi Birliği, “Astronomi eğitimi ayrı bir ders ya da başka bir alanın içeriğinde olsun tüm ülkelerin ilk ve ortaöğretim müfredatlarında bulunmalıdır” tavsiyesinde bulunmuştur. (Trumper, 2006). Ülkemizde ise astronomi konularının öğretimi okul öncesinden başlayarak lisans seviyesine kadar devam etmektedir. Literatüre bakıldığında, astronomi konularına yönelik kavram yangılarının tüm sınıf seviyelerinde karşılaşılabileceği, eğitim-öğretim sürecinin bazı noktalarında yanlışlık yapıldığını göstermektedir. Yapılan tüm araştırmalarda temel astronomi konularının öğretiminde bazı zorlukların olduğu ortaya konulmuştur. Özellikle sınıf öğretmenleri üzerinde yapılan araştırmalar temel astronomi konularında büyük eksikliklerin olduğu görülmüştür (Kalkan vd, 2014).

### 1.1.Araştırmanın Amacı ve Problem Cümlesi

Türkiye’ de Astronomi konularının öğretimi, ilköğretim birinci kademedan başlayarak lisans seviyesine kadar devam etmektedir. Astronomi konuları İlköğretim birinci kademe Hayat Bilgisi ve Fen Bilimleri derslerinin içeriğinde bulunmaktadır. Hayat Bilgisi ve Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018) içerisinde yer alan astronomi konularının dağılımı Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1.1.1. İlköğretim 1. Kademe öğretim Programındaki Kazanımlar( MEB 2018)

Ders	Sınıf Seviyesi	Kazanım
Hayat Bilgisi	1. sınıf	1.6.6 Güneş, Ay, Dünya ve Yıldızları gözlemler 1.6.7. Mevsimleri ve özelliklerini araştırır. 1.6.8. Mevsimlere göre doğada meydana gelen değişiklikleri kavrar.

Hayat Bilgisi	2. Sınıf	2.3.7 Mevsim şartlarına uygun kıyafet seçer. 2.6.8. Güneş’i gözlemleyerek yönleri gösterir. 2.6.9. Dünyanın şekli ve hareketlerinin insan yaşamına etkilerini araştırır.
Hayat Bilgisi	3. Sınıf	3.6.3 Doğadan yararlanarak yönleri bulur.
Fen Bilimleri	3. Sınıf	F.3.1.1.1. Dünyanın şeklinin küreye benzediğinin farkına varır. F.3.1.2.1. Dünyanın yüzeyinde karaların ve suların yer aldığını kavrar. F.3.1.2.2. Dünya’da etrafımızı saran bir hava katmanının bulunduğunu açıklar. F.3.1.2.3. Dünya yüzeyinde kara ve suların kapladığı alanı model üzerinde karşılaştırır.
Fen Bilimleri	4. Sınıf	F.4.1.2.1. Dünyanın dönme ve dolanma hareketleri arasındaki farkı açıklar. F.4.1.2.2. Dünyanın hareketleri sonucu gerçekleşen olayları açıklar. F.4.5.3.2. Işık kirliliğinin, doğal hayata ve gök cisimlerinin gözlenmesine olan olumsuz etkilerini açıklar

Tablo 1.1. de Hayat Bilgisi ve Fen Bilimleri Dersi öğretim programlarında yer alan astronomi konuları gösterilmiştir. Astronomi konu ve kavramları üç boyutlu ve referans sistemini değiştirerek düşünmeyi, bir başka deyişle uzayın başka bir noktasından astronomi olaylarını yorumlayarak düşünmeyi gerektirmektedir (Shen, 2006); (Türk & Kalkan, The effect of planetariums on teaching specific, 2015).

Literatüre bakıldığında, soyut kavramlar içeren bazı fen konularında olduğu gibi astronomi konularında da kavram yanlışlarının bol miktarda olduğu görülmektedir. Astronomi, anlatılması ve anlaşılması zor bir bilim olarak nitelendirilmektedir. Astronomi konularında görülen kavram yanlışlarının tüm sınıf seviyelerinde görülmesi eğitim-öğretim sürecinde bir yerlerde yanlışlık yapıldığını göstermektedir (Emrahoğlu & Öztürk, 2009); (İyibil & Sağlam Arslan, 2010).

Fen eğitiminde kavram yanlışları oldukça yaygındır. Kavram yanlışlığı genel itibariyle bireyin bir kavram hakkındaki bilimsel geçerliliği olmayan yanlış düşünceleri olarak tanımlanabilir (Posner & Strike, 1982). Kavram yanlışları, günlük kullanılan dil ve önceki deneyimlerle

pekiştirilirse bilimsel geçerliliği olmayan bu bilgiyi değiştirmek oldukça güç bir hal almaktadır (Dole & Smith, 1989); (Vosniadou, 1994). Bu nedenden dolayı öğrencilerin sıkı sıkıya sahip oldukları kavram yanlışlarını geleneksel öğretim yöntemleriyle gidermek zor bir durum olmakla birlikte yeni kavram yanlışlarına da sebep olabilmektedir (Osborne, 1983); (Pines & West, 1986)

Öğrenenlerin zihinlerinde bilimsel olarak doğru kavramların yapılar oluşturabilmesi için, önceki hayatlarında öğrendikleri temel astronomi kavramlarını bilimsel olarak sorgulaması gerekmektedir. Bunun için kullanılabilir en iyi yöntemlerden biri de 3 boyutlu fiziksel modeller kullanmaktır. Astronomi konularının soyut ve karmaşık yapısı modeller kullanmayı zorunlu hale getirmiştir. Modeller bilim insanının çalışırken izlediği doğal süreçler ve bu süreçlerin sonucunda ortaya konan bilimsel ürünler olarak tanımlanabilir (Cartier, Rudolph, & Stewart, 2001). Bunun için Bilimsel modeller öğrenenlerin zihninde yer edebilir, problemle ortaya konan konuyu açıklayabilir ve konuyla ilgili öğrenen kişiye yordamlar yaptırabilir (Şen, ve diğerleri, 2021). Bilimsel modellerin bir faydası da kullanıldıkça daha iyi açıklama yapabilmeleri ve geliştirilebilir olmalarıdır (Ünal, 2005).

Ulusal ve Uluslararası literatür incelendiğinde astronomi eğitimi alanında yapılan çalışmaların çalışma gruplarına bakıldığında, yurtiçi tezlerde en fazla çalışma grubunun ortaokul öğrencileri oluşturmaktadır. En az sıklıkta kullanılan çalışma grubunu ise öğretmenler oluşturmaktadır. Yurtdışı tezlerin de ise en fazla çalışma grubunu ortaokul öğrencileri oluşturmaktadır. En az sıklıkta kullanılan çalışma grubunu ise lise ve yüksek lisans öğrencileri oluşturmaktadır (Doğru, Satar, & Çelik, 2019). Bu durumda astronomi eğitimi alanının çalışma gruplarında öğretmenler ile yapılan çalışmaların az olması bizi bu çalışmayı yapmaya itmiştir.

Bu çalışmanın amacı sınıf öğretmenlerinin temel astronomi konularındaki eksikliklerinin belirlenmesi ve İlköğretim Hayat Bilgisi ve İlköğretim Fen Bilgisi derslerinin Öğretim Programında yer alan "Güneş-Dünya-Ay'ın Hareketleri, Mevsimler, Yönler, Dünyanın şekli, Ay'ın Evreleri" gibi temel astronomi konularının Fiziksel modeller kullanılarak sınıf öğretmenlerinin temel astronomi konularındaki başarılarının değişiminin araştırılmasıdır

## 1.2. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışma, 2021-2022 eğitim-öğretim yılı Samsun ilinde görev yapan Sınıf Öğretmenlerini kapsamaktadır. Araştırmaya Samsun ilinin birçok ilçesinde görev yapan 30 sınıf öğretmeni katılmıştır. "Fiziksel Modeller Yardımıyla Sınıf Öğretmenlerine Temel Astronomi Konularının Öğretimi" eğitimine sınıf öğretmenleri Samsunakademi.com İnternet adresinden başvuru yapmışlardır. Samsunakademi.com internet adresi Samsun ilinde görev yapan öğretmenlerin birçok yönden gelişimini destekleyen ve hizmet içi eğitimlerin ve diğer çalışmaların yapıldığı bir platformdur. Uygulanacak eğitim modelindeki astronomi konuları İlköğretim Hayat Bilgisi ve İlköğretim Fen Bilimleri derslerinin Öğretim Programında yer alan "Güneş-Dünya-Ay'ın Hareketleri, Mevsimler, Yönler, Dünyanın şekli, Ay'ın Evreleri" gibi temel astronomi konularını kapsamaktadır. Çalışma 1 günlük eğitim ile sınırlıdır.

## 2.ARAŞTIRMADA KULLANILAN YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli/deseni, evren ve örneklem, veri toplama süreci ve elde edilen nicel ve nitel verilerin analizinde kullanılan yöntemlerle ilgili bilgi verilmiştir.

### 2.1. Araştırma Deseni

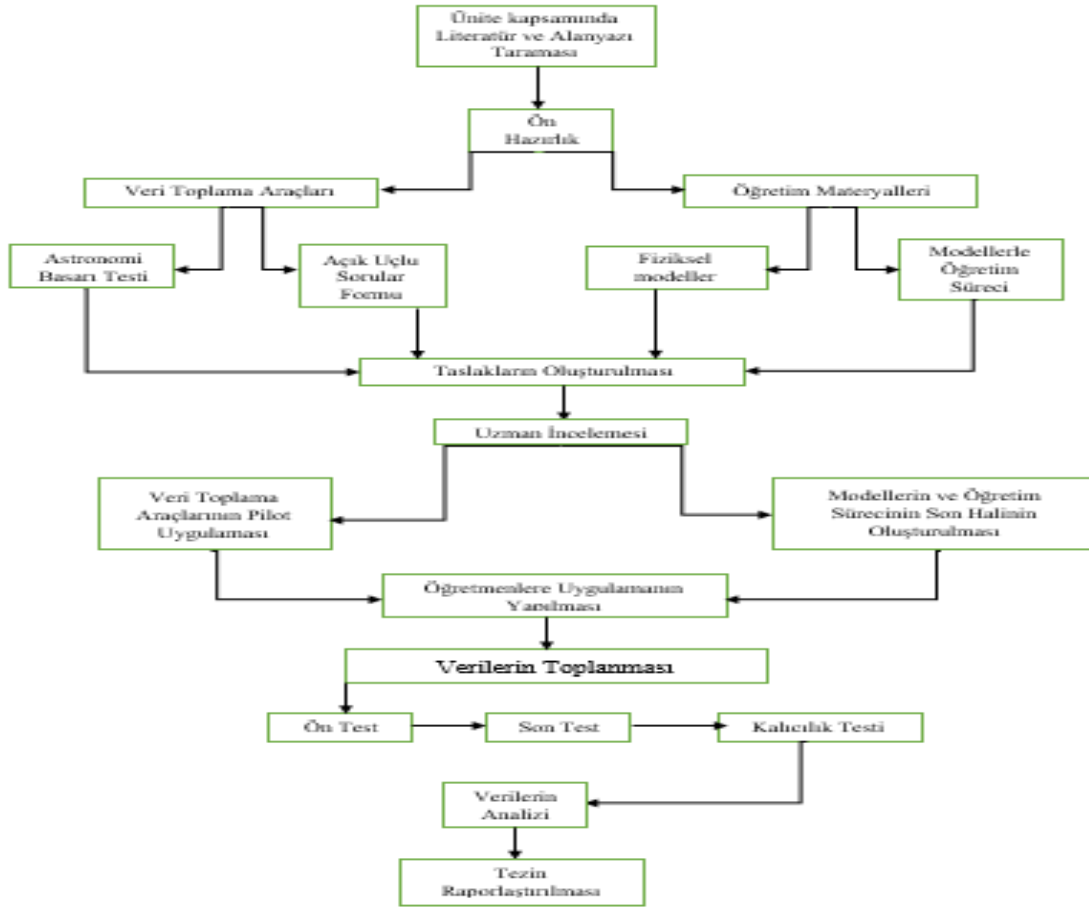
Bu çalışmada, uygulanan eğitim modelinin öğretimdeki etkisini incelemek amacıyla karma yöntem kullanılmıştır. Karma yöntem yaklaşımı, araştırmacının araştırma problemlerine



cevaplar bulabilmek için, araştırma sürecinde hem nicel veriler hem de nitel veriler topladığı, elde ettiği verileri birleştirerek analiz ettiği ve bütünleştirerek bulgular ışığında sonuçlar çıkardığı sağlık, sosyal ve eğitim bilimlerinde kullanılan araştırma yöntemidir (Creswell, 2021). Araştırmada nicel boyut olarak, tek gruplu tekrarlı ölçümler zayıf deneysel desen yöntemi kullanılmıştır. Sınıf öğretmenleri için, araştırma kapsamında geçerlik/güvenirligi test edilmiş olan başarı testi, etkinlik öncesinde ön test olarak uygulanmış, etkinlikten sonra tekrar aynı test uygulanmıştır. Ayrıca son testten sekiz hafta sonra kalıcılık testi uygulanarak öğretimde kullanılan modellerin etkililiği belirlenmiştir. Bu desende iç geçerliliği kontrol edememe, örneklem seçimi seçkisiz atama ile yapılamadığı ve kontrol grubunun bulunmaması sebebiyle zayıf deneysel desen olarak adlandırılan araştırma deseni tercih edilmiştir (Büyüköztürk, Karadeniz, Akgün, Kılıç Çakmak, & Demirel, 2020). Nitel boyut olarak ise, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Durum çalışmaları, bilimsel sorulara cevap aramada kullanılan ayırt edici bir desen olarak görülmektedir (McMilan, 2000). Araştırmaya katılan sınıf öğretmenlerine önceden hazırlanan Astronomi Başarı Testi (ABT) uygulanmış ve buna ek olarak 1,4,6 ve 8. Sorularda yer alan “Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız” sorusu eklenerek açık uçlu sorulara cevap vermeleri istenmiştir. Nitel verilerin desteklenmesi için araştırmaya katılan sınıf öğretmenlerinden 9 gönüllü sınıf öğretmeni ile önceden hazırlanmış yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak görüşme yapılmıştır. Görüşmelere 5 kadın 4 erkek öğretmen katılmıştır. Araştırmada katılımcıların isimleri saklı tutularak “Öğretmen” ifadesi ile kodlanmıştır.

Yapılan bu çalışmada karma çalışma yöntemlerinden yakınsayan paralel desen kullanılmıştır. Yakınsayan paralel desen, nicel ve nitel verilerin eş zamanlı toplanmasını içerir. Bu desende, bulgular karşılaştırılarak birbirilerini destekleyip desteklemediklerine bakılır (Oral & Çoban, 2020).

Araştırmanın deseninin uygulama basamakları aşağıdaki görselde verilmiştir.



**Görsel 2.1.1. Araştırmanın Süreci**

## 2.2. Araştırmanın Evreni ve Çalışılan Örneklemi

Araştırmanın evrenini Samsun il Milli Eğitim Müdürlüğü' ne (MEM) bağlı okullarda görev yapan sınıf öğretmenleri oluşturmaktadır. Araştırma verileri toplanırken tüm sınıf öğretmenlerine ulaşılması amaçlanmıştır. Bunun için Samsun akademi platformu üzerinden öğretmen eğitimi semineri için duyuru yapılmış ve gönüllü öğretmenler için başvuru sayfası hazırlanmıştır. Başvuru sayfası Şekil 2.2.1.' de verilmiştir.



Prof. Dr. Hüseyin KALKAN  
Erkan AKDEMİR - Zeynep ÖZŞEN - Uğur BAY - Yunus ERİŞÇİN

Fiziksel Modeller Yardımıyla  
Sınıf Öğretmenlerine  
Astronomi Konularının Öğretimi

SAMSUN  
AKADEMİ

SAMSUN  
İL MİLLİ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ

Fiziksel Modeller Yardımıyla Sınıf  
Öğretmenlerine Astronomi Konularının  
Öğretimi

Eğitmen: Samsun AKADEMİ

İlçe: Atakum

Başvurunun bitmesine ~ 3 gün kaldı.

Tarih: 15.01.2022 Saat: 09:00-15:30  
Başvur >> Kontenjan: 30 Başvuru: 25

### Görsel 2.2.1. Öğretmen Eğitimi Davet Görseli

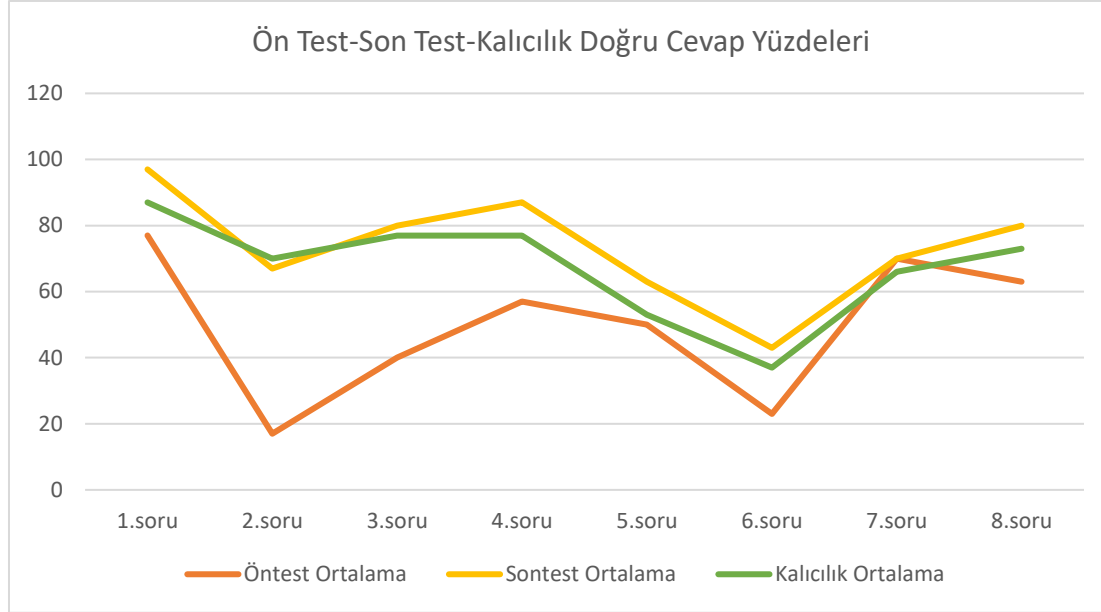
Samsunakademi.Meb.gov.tr platformu Samsun İl Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı bir kuruluştur. Samsun ilinde görev yapan öğretmen ve idarecilerin kişisel ve mesleki gelişimlerine katkı sağlayabilmek, eğitimlere gönüllü olarak katılmak isteyen öğretmenlerin başvurularını alarak en verimli şekilde planlamasını ve uygulamasını sağlamak amacıyla kurulan bir platformdur. Çalışmanın örneklemini ise Samsun ilinde görev yapan öğretmenlerden 30 gönüllü öğretmen oluşturmaktadır. Örneklem seçilirken kolay örnekleme türü kullanılmıştır. Kolay örnekleme, araştırmanın en kolay ulaşılabilen deneklerle yapılan tekniktir. Kolay örnekleme, örnekleme teknikleri arasında evreni temsil etmede en az olan tekniklerdendir. Ancak, özellikle okullara ilişkin bazı araştırmalarda ve alışveriş merkezlerine yönelik araştırmada bu yöntemin seçilmesinde görüldüğü gibi büyük sapmalara neden olmadığı bilindiğinden sıklıkla tercih edilen bir örnekleme yöntemidir (Yıldırım & Şimşek, 2003).

### 2.3. Veri Analizi

Çalışmada elde edilen nicel verilerin analizi için, ABT öğretmenlere ön test, son test ve kalıcılık testi olmak üzere 3 kez uygulanmıştır. Elde edilen nicel verilerin analizinde SPSS 21.0 istatistik programı kullanılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterdiğine karar verilmiş ve parametrik testler yapılmıştır. Çalışmanın nitel verilerini ise, öğretmenlerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve açık uçlu soru formlardan elde edilen veriler oluşturmaktadır. Nitel veri analizi sürecinde ilk olarak ABT'nin her bir maddesinin kendi içinde sorulan "Neden bu cevabı verdiniz?" sorusuna verilen cevaplar analiz edilmiştir. Ardından ses kayıt cihazı ile kaydedilen yarı yapılandırılmış görüşme verileri, öğretmenlerin ifadeleri hiç değişiklik yapılmadan bilgisayar ortamına aktararak yazılı doküman haline getirilmiştir. Öğretmenler arasından rastgele seçilen dokuz öğretmen ile gerçekleştirilen ses kayıtları tekrar tekrar dinlenerek yazılı dokümanlar üzerinde öğretmenlerin söylemleri korunacak şekilde gerekli kontrol ve düzeltmeler gerçekleştirilmiştir.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

2021-2022 eğitim-öğretim yılı Samsun ilinde 30 sınıf öğretmeniyle yapılan bu çalışmada, ilköğretim Hayat Bilgisi ve Fen Bilimleri derslerinin öğretim programında yer alan temel astronomi konularının öğretilmesinde 3 boyutlu fiziksel modellerin akademik başarı üzerinde etkisinin olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Ön test, son test ve kalıcılık testine ait doğru cevap yüzdelerini içeren grafik Çizelge3.1.'de verilmiştir.



Çizelge 3.1. Sorulara verilen doğru cevap yüzdeleri

Şekildeki grafik incelendiğinde, 30 öğretmenin her bir sorunun doğru yanıt verme oranlarının yüzdeler olarak grafikteki gösterimine göre, öğretmenlerin doğru yanıt verme oranları son testte yükselme gösterirken, kalıcılık testinde son teste göre bazı sorularda azalma, bazı sorularda ise nispeten artma gösterdiği belirlenmiştir. Grafik incelendiğinde öğretmenlerin en az hazır bulunuşluğa sahip olduğu sorunun % 17 oranıyla 2. Soru olduğu belirlenmiştir. 2. soru Güneş'in gökyüzündeki konumuna bağlı olarak ve bunun sonucunda oluşan gölge boyunu kullanarak gün içerisindeki zamanı tahmin etme bilgilerinin ölçülmesini hedefleyen sorudur. Daha sonra % 23 oranıyla mevsimlerin oluşmasını sağlayan eksen eğikliğiyle birlikte Dünya üzerindeki değişik bölgelerdeki sıcaklık değişimlerinin nedenlerinin ne kadar kavranıp kavranmadığını ölçen 6. soru olmuştur. Bununla birlikte öğretmenlerin en fazla hazır bulunuşluğa sahip olduğu soruların % 77 oranıyla gece ve gündüzün oluşma sebeplerini ölçen 1. soru ve %70 oranı ile Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesi, dönme süresi ve dönme yönüyle ilgili kavramları ve bunlar arasındaki ilişkilerin ne derecede bilinip bilinmediğini ölçen 7. soru olduğu görülmektedir. Diğer sorular incelendiğinde bu rakamlar arasında değiştiği görülmektedir.

Sınıf öğretmenleri ile araştırmadan önce hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır. Öğretmenlerin arasından gönüllülük esasına göre seçilen 9 sınıf öğretmeni ile eğitimden sonra yüz yüze olarak görüşmeler yapılmıştır. Yapılan görüşme ses kayıt cihazına kayıt edilmiş ve sonrasında yazılı doküman haline getirilmiştir. Sorulara verilen yanıtlar kavramlar değiştirilmeden toparlanarak ve düzenlenerek tabloya eklenmiştir. Görüşme esnasında tüm öğretmenlere aynı sorular sorulmuş ve yaptıkları açıklamaların doğruluğuna ya da yanlışlığına yönelik herhangi bir açıklama yapılmamıştır. Görüşme aşamasında öğretmenlere görüşme formunun dışında soru yöneltilmemiştir. Öğretmenlere sorulan

görüşme sorularından biri olan “Mevsimlerin Nasıl Oluştugu Hakkında Fikriniz Nedir?” sorusu ve görüşmeye katılan öğretmenlerin cevapları Çizelge 3.2.’ de verilmiştir.

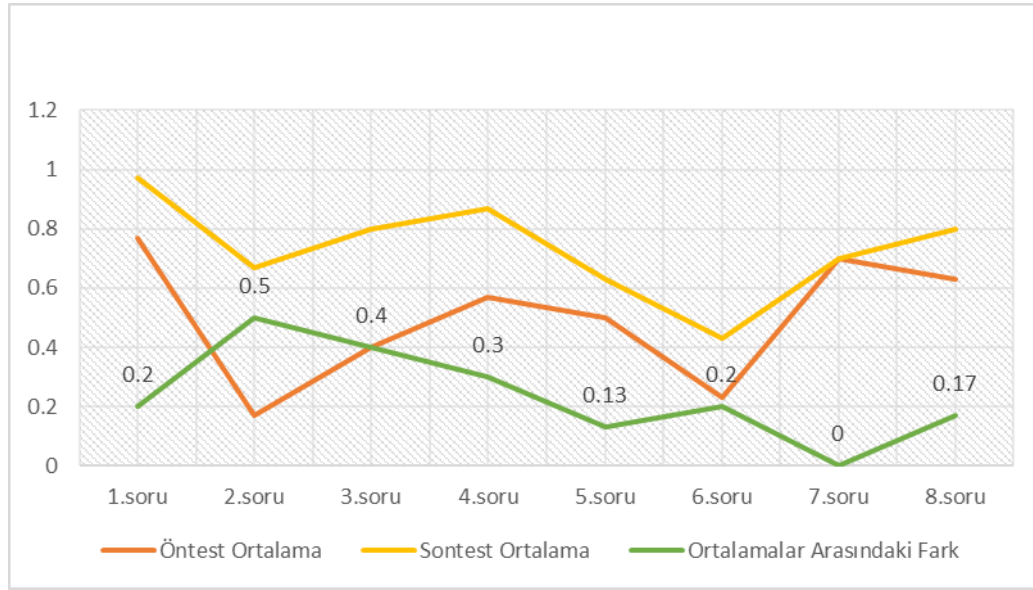
Çizelge 3.2. Mevsimlerin Oluşma sebepleri Hakkında Öğretmen Görüşleri

<b>Mevsimlerin Nasıl Oluştugu Hakkında Fikriniz Nedir?</b>	
<b>Öğr.</b>	<b>Açıklamalar</b>
<b>Ö1</b>	Mevsimler, Dünyanın Güneş etrafında dolanması ve Dünyanın sahip olduğu eksen eğikliği ile olur. Bu durum Dünya üzerine düşen Güneş ışınlarının gelme açısını değiştirir. Bu durumda mevsimleri oluşturur.
<b>Ö4</b>	Mevsimlerin oluşumundaki temel neden Dünya ile Güneş arasındaki mesafe değildir. Temel neden Dünyanın sahip olduğu eksen eğikliğidir.
<b>Ö5</b>	Mevsimler Güneş ışığının Dünyaya düşmesi sonucu birim alana düşen ışık miktarının yoğunluğuna bağlıdır. Birim alana düşen ışık miktarı yoğun olursa yaz, düşük olursa kış olur. Bunun sebebi Dünyanın sahip olduğu eksen eğikliğidir.
<b>Ö8</b>	Mevsimlerin oluşmasına Dünyanın sahip olduğu eksen eğikliği sebep olur.
<b>Ö9</b>	Mevsimler, Dünya Güneş etrafında dolanırken, sahip olduğu 23.5 derecelik eğimle Güneşten gelen ışığın farklı bölgelere farklı açılarla gelmesinden kaynaklıdır.
<b>Ö16</b>	Mevsimlerin oluşmasındaki sebep, Dünyanın sahip olduğu eksen eğikliğidir
<b>Ö17</b>	Mevsimlerin oluşmasındaki ana sebep Dünyanın sahip olduğu 23,5 derecelik eksen eğikliğidir.
<b>Ö18</b>	Mevsimlerin oluşmasındaki temel neden Dünyanın sahip olduğu eksen eğikliğidir
<b>Ö23</b>	Temel neden Dünyanın sahip olduğu 23,5 derecelik eksen eğikliğidir.

Bilimsel olarak, Mevsimlerin oluşmasındaki temel nedenler, Dünyanın Güneş etrafında dolanma hareketi ve Dünyanın sahip olduğu 23.5 derecelik eksen eğikliğidir. Bu ikisinin sonucunda Dünya üzerine düşen Güneş ışınları farklı yıl boyunca farklı açılarla düşmesine sebep olmaktadır. Bu durumda Dünya üzerinde birim alana düşen Güneş ışığı miktarı yıl boyunca değişkenlik göstermektedir. Birim alana düşen Güneş ışığı miktarı yoğun olursa sıcak olur, düşük olursa soğuk olur. Sıcak olan mevsime Yaz mevsimi, soğuk olan mevsime ise kış mevsimi denir. Çizelge 3.2. incelendiğinde, öğretmenlerin bilimsel olarak doğru ya da bilimsel olarak kısmen doğru cevap verdikleri görülmüştür. Ö1, Ö5 ve Ö9 soruya bilimsel olarak doğru cevap verdikleri görülürken, diğer öğretmenlerin bilimsel olarak kısmen doğru cevap verdikleri görülmüştür.

Yapılan analizler sonucunda, öğretmenlerin bazı temel astronomi konularına yönelik hazır bulunuşluklarının yeterli olmadığı ve bununla birlikte birtakım kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Tez için hazırlanan 3 boyutlu fiziksel modellerin eğitimde kullanılması sonucunda temel astronomi konularının birçoğunda öğretmenlerin yeterince başarılı olduğu

görülürken bir kısmında ise bu başarının istenen düzeye ulaşmadığı gözlenmiştir. Öğretmenlerin başarı durumlarındaki değişim Çizelge 3.3.' de gösterilmiştir.



Çizelge 3.3. Ön test-son teste ait soru soru başarı yüzdesindeki değişim grafiği

Çizelge 3.3. incelendiğinde ön test ve son test ortalamaları puanlarının arasındaki en çok farkın olduğu sorunun 2.soru olduğu, sonrasında ise 3.soru, 4.soru, 6.soru, 1.soru, 8.soru ve 5.sorunun takip ettiği görülmüştür. 7.soruda ise ön test ve son test ortalama puanları arasında bir farkın olmadığı görülmüştür. Buradan da anlaşılacağı gibi öğretmenlere verilen “Fiziksel Modeller Yardımıyla Sınıf Öğretmenlerine Temel Astronomi Konularının Öğretimi” eğitiminin başarılı bir şekilde tamamlandığı ve öğretmenlerin akademik başarılarına fayda sağladığı görülmüştür. Öğretmen görüşleri incelendiğinde modellerin hem öğretmenlerin öğretim yöntemlerine hem de öğrencilerin öğrenmelerine uygun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmenlere göre uygulamada kullanılan modeller astronominin ilgili kavramları için uygulaması mümkün, taşınması kolay, saklanabilir ve tercih edilebilir modeller olduğu belirlenmiştir.

## KAYNAKÇA

### Başvurular

- Bishop, J. (2003). *Pre-college astronomy education in the United States in the twentieth century*. Dordrecht: Information Handling in Astronomy-Historical Vistas.
- Büyüköztürk, Ş., Karadeniz, Ş., Akgün, Ö. E., Kılıç Çakmak, E., & Demirel, F. (2020). *Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Cartier, J., Rudolph, J., & Stewart, J. (2001). The Nature and Structure of Scientific Models. *The National Center for Improving Student Learning and Achievement*.
- Creswell, J. W. (2021). *Karma Yöntem Araştırmalarına Giriş*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Doğru, M., Satar, C., & Çelik, M. (2019). Astronomi Eğitiminde Yapılan Çalışmaların Analizi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 241-244.
- Dole, J. A., & Smith, E. L. (1989). Prior knowledge and learning from science text: An instructional study. *Cognitive and social perspectives for literacy research and instruction*.



- Kalkan, H., Akdemir, E., & Semercioğlu, M. G. (2018). PROJE TEMELLİ ASTRONOMİ MODELLERİYLE ÖĞRETMEN. *V. ULUSLARARASI MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALAR SEMPOZYUMU* (s. 94). Ankara: Gece Kitaplığı.
- Kalkan, H., Kırışoğlu, K., Türk, C., Bolat, M., Kalkan, S., & Aslantürk, A. (2014). Basic astronomy concepts in the footsteps of Eratosthenes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116.
- Keçeci, T. (2012). İlköğretim öğrencilerinin astronomiyle ilgili kavramları anlama düzeyi ve astronomi dersinin eğitim için önemi. *Pegem Akademi Yayıncılık*, 1-12.
- Kurnaz, M. A., Şenel Çoruhlu, T., Ezberci Çevik, E., Kırındı, T., Şimşek, Ü., Bektaşlı, B., . . . Hasan, K. (2021). *Astronomi*. Ankara: Pegem Akademi Yayınevi.
- McMilan, J. H. (2000). Fundamental assessment principles for teachers and school administrators. *Educational Research*.
- MEB. (2018). *Fen Bilimleri Öğretim Programı*. Ankara.
- MEB. (2018). *Hayat Bilgisi Dersi Öğretim Programı*. Ankara.
- Oral, B., & Çoban, A. (2020). *Kuramdan Uygulamaya Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Osborne, R. J. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of research in Science Teaching*.
- Pines, L. A., & West, L. H. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science Education*.
- Posner, G., & Strike, K. A. (1982). Bir kavramsal değişim teorisine doğru. *Science Education*.
- Şen, A. İ., Ünal Çoban, G., Ayvacı, H. Ş., Taner, M. S., Uçar, S., Erdoğan, T., . . . Kıvılcın Doğan, Ö. (2021). *Fen Öğretiminde Model ve Modelleme*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Shen, j. (2006). Teaching strategies and conceptual change in a professional development program for Science teachers of K-8 (Yayımlanmamış Doktora Tezi). *Washington University in St. Louis*.
- Trumper, R. (2006). *Teaching future teachers basix astronomy concepts-seasonal*. Journal of Research in Science Teaching.
- Türk, C., & Kalkan, H. (2015). The effect of planetariums on teaching specific. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 1-15.
- Ünal, G. (2005). Fen Öğretiminde Derinliğe Öğrenme: Basınç Konusunda Modelleme. *Dokuz Eylül Üniversitesi*.
- Vosniadou, S. (1994). Kavramsal değişim sürecini yakalamak ve modellemek. Öğrenme ve öğretim. *Contemporary Educational Psychology*.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2003). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınları.

### **Ekler**

- Ek1: Fiziksel Modeller Yardımıyla Sınıf Öğretmenlerine Temel Astronomi konularının Öğretimi ile ilgili görseller  
Ek2: Astronomi Başarı Testi  
Ek 3: Görüşme soruları



Görsel 1.Eğitimden Resimler

Ek2: Astronomi Başarı Testi

**ASTRONOMİ BAŞARI TESTİ**

Adı Soyadı:.....	Görev Yeriniz: ...../.....		
Cinsiyeti:	Kadın( )	Erkek( )	
Eğitim Durumu:	Lisans( )	Yüksek Lisans( )	Doktora( )
Mesleğinizde kaçınıcı yılımız ?	1-3( )	4-6( )	7-9( ) 10 ve üzeri( )

**1. Gecenin ve gündüzün oluşmasının sebebi aşağıdakilerden hangisidir?**

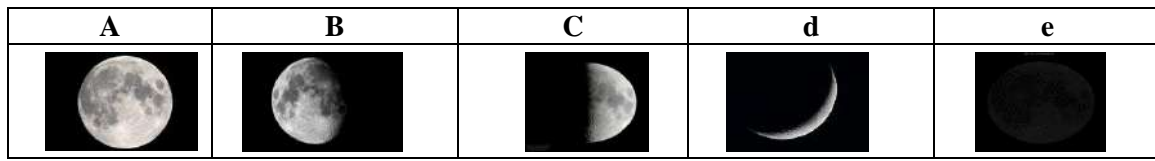
- Dünya'nın Güneş etrafında dolanması
- Güneş'in Dünya etrafında dolanması
- Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesi
- Dünya'nın dönme ekseninin 23.5° lik bir eğime sahip olması
- Dünya'nın, uzayın karanlık ve aydınlık bölgesine girmesi ve çıkması

Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

2. Güneş ışınları yeryüzündeki cisimlere dik geldiği zaman, cismin gölgesi oluşmaz. Örneğin, Güneş bayrak direğinin tam üzerindeyken direğin gölgesinin oluşmaması gibi. Bu durumu bulduğunuz yerden (Samsun'dan) ne zaman gözlemlenebilir?

- Her gün öğlen vakti
- Sadece yaz mevsiminin ilk gününde
- Sadece kış mevsiminin ilk gününde
- Bulduğunuz yerden hiçbir zaman
- Hem sonbahar hem de ilkbaharın ilk gününde

3. Akşam Ay doğu ufkunda doğarken, Şekil-1'deki gibi görünüyor. Buna göre, 6 saat sonra, gökyüzünün yaklaşık olarak en yüksek noktasına ulaştığında Ay'ın yeni görüntüsü nasıl olur?



Şekil-1



4. Mevsimlerin oluşmasının temel sebebi nedir?

- Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesi
- Dünya'nın dönme ekseninin  $23.5^\circ$  lik bir eğime sahip olması
- Güneş'in her mevsimde, yaydığı enerji miktarının farklı olması
- Yaz mevsiminde Dünya'nın Güneş'e daha yakın, kış mevsiminde ise daha uzak olması
- Kışın, yaz mevsimine göre daha bulutlu olması

Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız

5. Ay'ın daima aynı yüzünü görmemizin temel nedeni nedir?

- Ay'ın her yedi günde yeni bir evreye sahip olması
- Ay'ın Dünya etrafında dolanırken kendi etrafında dönmemesi
- Ay bir aylık biz zaman süresinde ilk başladığı evreye geri dönmesi
- Ay'ın Dünya etrafındaki dolanma süresiyle, kendi eksenini etrafındaki dönme süresinin eşit olması
- Ay, Dünya etrafında dolanırken Güneş tarafından hep yüzeyinin yarısı aydınlatılması,

6. Dünya, Güneş'in etrafında Şekil I'de görüldüğü üzere elips şeklindeki bir yörüngede dolanmaktadır. Dünya'nın, Güneş etrafındaki yörüngesini Şekil II'de gösterildiği gibi, tam bir daire biçimine dönüştürdüğünüzü varsayın. Bu durumda bütün yıl boyunca Dünya ile Güneş arasındaki uzaklık hiç değişmeyecektir. Böyle bir durum mevsimleri nasıl etkilerdi?

- Sadece yaz ve kış mevsimleri oluşurdu.
- Sadece ilkbahar ve sonbahar mevsimleri oluşurdu.
- Tek bir mevsim oluşurdu.
- Mevsimler bugünkü gibi dört mevsim olarak oluşurdu
- Dört mevsimden daha fazla mevsim oluşurdu



Şekil I

Şekil II

Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

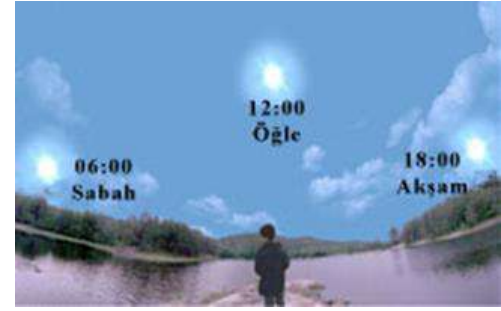
7. Çin'in başkenti Pekin, Samsun'un 90° doğusundadır. Dünya'nın dönme yönü göz önüne alındığında, Samsun'da öğlen iken, Pekin'de vakit ne olur?

- Gece yarısı
- Öğlen vakti
- Gün doğumu (Sabah vakti)
- Gün batımı (Akşam vakti)
- Ertesi gün öğle vakti



8. Bir öğrenci, sabah, öğlen ve akşam saatlerinde gözlem yaptığında, Güneş'i yandaki şekildeki gibi farklı konumlarda görmüştür. Güneş'in farklı konumlarda görülmesinin sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

- Güneş'in Dünya etrafında dolanması
- Dünya'nın kendi etrafında dönmesi
- Dünya'nın Güneş etrafında dolanması
- Bulutların hareket etmesi
- Hiçbiri



Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

Ek 3: Görüşme Soruları

1. Dünya, Ay ve Güneş'in dönme yönü nedir?

- Dünya, Ay ve Güneş'in dolanma yönü nedir?
- Bu hareketlerin sonuçları var mıdır? Varsa nelerdir?
- Güneş'in ve Dünya'nın dönme ve dolanma süreleri ne kadardır?

2. Mevsimlerin oluşumu hakkında neler biliyorsunuz?

- 23,5 derecelik eksen eğikliğinin mevsimlerin oluşmasına etkisi nedir?
- Eksen eğikliği olmasaydı ne olurdu?
- Neden iki yarım kürede farklı mevsimler yaşanır? Bunu öğrencilerinize nasıl aktarabilirsiniz?
- Gün öte ve gün beri noktalarının mevsimlerin oluşması üzerinde herhangi bir etkisi olabilir mi?
- Niçin yaz mevsimi kış mevsiminden daha sıcaktır?

3. Ayın evreleri hakkında bilgi verebilir misiniz?

- Ayın farklı evrelerde görünmesinin nedeni nedir?
- Ay'ın tüm yüzeyleri Dünya'dan gözlenir mi?



- c. Ay'ın kendi eksenini etrafında dönme süresi Dünya etrafında dolanma süresi ve Güneş etrafında dolanma sürelerini açıklayabilir misiniz?
- d. Ayın kendi eksenini etrafında dönme süresi ve Dünya etrafında dolanma süresi yaklaşık olarak aynıdır? Bu eşitlik neye sebep olabilir?

## AKUT LÖSEMİLERDE YENİ NESİL DİZİLEME (YND) YÖNTEMİ İLE TESPİT EDİLEN MUTASYONLARIN DAĞILIMLARI

**Biyolog Kübra YILDIZ KAYACI<sup>1</sup>, Dr. Öğrt. Üyesi Seda EREN KESKİN<sup>2</sup>, Prof. Dr. Hakan Savlı<sup>3</sup>, Prof. Dr. Abdullah HACİHANİFİOĞLU<sup>4</sup>, Doç. Dr. Naci ÇİNE<sup>5</sup>, Uzm. Biyolog Buket DOĞRUOĞLU<sup>6</sup>, Uzm. Biyolog Zeynep İLKAY<sup>7</sup>, Biyolog Işıl AKALIN YILDIRIM<sup>8</sup>**

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi Tıbbi Genetik ve Moleküler Biyoloji AD, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, e mail: kubrayildizkayaci@gmail.com - ORCID ID : 0000-0002-9844-8377

<sup>2</sup> Kocaeli Üniversitesi Tıbbi Genetik ve Moleküler Biyoloji AD, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, e mail: seda.eren@kocaeli.edu.tr - ORCID ID : 0000-0002-8315-646X

<sup>3</sup> Kocaeli Üniversitesi Tıbbi Genetik ve Moleküler Biyoloji AD, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, e mail: hakan.savli@kocaeli.edu.tr - ORCID ID : 0000-0003-2836-9881

<sup>4</sup> Kocaeli Üniversitesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü, Tıp Fakültesi, e mail: a.hanefioglu@kocaeli.edu.tr – ORCID ID: 0000-0001-5164-6301

<sup>5</sup> Kocaeli Üniversitesi Tıbbi Genetik ve Moleküler Biyoloji AD, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, e mail: naci.cine@kocaeli.edu.tr- ORCID ID : 0000-0001-9063-1073

<sup>6</sup> Kocaeli Üniversitesi Tıbbi Genetik ve Moleküler Biyoloji AD, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, e mail: buket\_eng@hotmail.com - ORCID ID : 0000-0002-1138-7680

<sup>7</sup> Kocaeli Üniversitesi Tıbbi Genetik ve Moleküler Biyoloji AD, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, e mail: zeynepunall@hotmail.com- ORCID ID : 0000-0001-7256-6992

<sup>8</sup> Kocaeli Üniversitesi Tıbbi Genetik ve Moleküler Biyoloji AD, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, e mail: 225320002@kocaeli.edu.tr- ORCID ID : 0000-0001-7587-6865

### ÖZET

#### 1.Amaç

Akut lösemilerde prognostik önemi bilinen genlerdeki mutasyonların tespiti, hastalığın tedavisi ve prognozu açısından büyük önem taşımaktadır.



Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onayı alınarak yaptığımız bu retrospektif çalışma, Akut Lösemi -Akut myeloid lösemi (AML), Akut lenfoblastik lösemi (ALL)- ön tanısı ile yönlendirilen hastalardan alınan kan/kemik iliği örneklerinden izole edilen DNA'ların Yeni Nesil Dizileme (YND) yöntemi ile çalışılarak elde edilen mutasyonların dağılımı hakkında bilgi vermeyi amaçlamaktadır.

## 2. Yöntem

Kocaeli Üniversitesi Hastanesi Tıbbi Genetik ve Moleküler Biyoloji Anabilim Dalına başvuran toplamda 52 Akut Lösemi hastasına mutasyon taraması Yeni Nesil Dizileme Yöntemi ile yapılmıştır. YND yöntemini uygulamak için öncelikle DNA izolasyonu yapılmıştır. Yeterli miktarda DNA konsantrasyonu elde edilince QIAseq Targeted DNA panel prosedürü uygulanmıştır. MiniSeq MiSeq cihazında yükleme protokolü uygulanarak varyant analizi ve değerlendirmesi için CLC Genomics Workbench 20.0.4, Qiagen Clinical Insight Interpret analiz programı kullanılmıştır.

YND yöntemi ile çalışılarak analizi yapılmış hastaların raporlarının retrospektif olarak incelenmesi ile mutasyon dağılımlarına ulaşılmıştır.

## 3. Bulgular

Çalışmada her hasta için eş zamanlı şekilde 42 gen (Tablo 3.1.) bölgesine mutasyon taraması yapılmıştır. Toplamda 19 hastada hiç varyant saptanmamıştır. Saptanan varyantlara ait gen bölgeleri ve sıklıkları tablolardaki gibi belirtilmiştir (Tablo 3.2. ,Tablo 3.3.).

**Tablo 3.1.** YND yöntemi ile taranan mutasyonlar.

1	FLT3	10	CBL	19	RAB27A	28	ABL1	37	SRP72
2	TET2	11	CEBPA	20	NRAS	29	CSF3R	38	PRF1
3	MFSD11	12	IDH1	21	ETV6	30	GATA1	39	JAK2
4	SRSF2	13	SF3B1	22	SETBP1	31	PKM	40	SAMD9L
5	HAX1	14	NF1	23	DNMT3A	32	IDH2	41	KIT
6	CALR	15	TP53	24	U2AF1	33	ASXL1	42	WT1
7	ZRSR2	16	SH2B3	25	G6PC3	34	GATA2		
8	SAMD9	17	NPM1	26	SH2D1A	35	RUNX1		
9	ELANE	18	EZH2	27	PTPN11	36	KRAS		

Mutasyon Taraması Sonucu	Ön Tanı	Kişi Sayısı
ASXL1	ALL	4
DNMT3A	ALL	2
SF3B1	ALL	2

IDH2	ALL	2
RUNX1	ALL	2
PRF1	ALL	1
TET2	ALL	1
U2AF1	ALL	1
ABL1	ALL	1
IDH1	ALL	1

**Tablo 3.2.** ALL hastalarında görülen mutasyonlar ve sıklıkları.

**Tablo 3.3.** AML hastalarında görülen mutasyonlar ve sıklıkları.

Mutasyon Taraması Sonucu	Ön Tanı	Kişi Sayısı
NRAS	AML	6
DNMT3A	AML	5
WT1	AML	3
RUNX1	AML	3
SF3B1	AML	2
FLT3	AML	2
NPM1	AML	2
GATA	AML	1
ASXL1	AML	1
IDH1	AML	1
TET2	AML	1
U2AF1	AML	1

ABL1	AML	1
ZRSR2	AML	1
CEBPA	AML	1
KRAS	AML	1
KIT	AML	1

#### 4. Sonuç

Onkogenik RAS mutasyonlarından NRAS, reseptör tirozin kinazları aktive edici mutasyonlardan FLT3, DNMT3A, RUNX1 ve WT1 mutasyonlarının AML hastalarında en sık rastlanan mutasyon oldukları gözlemlenmiştir. ALL hastalarında ise en çok ASXL1, SF3B1, IDH2 mutasyonları gözlemlenmiştir. Literatür incelendiğinde de elde ettiğimiz bu sonuçlara benzer sonuçlar olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler-** Akut Lösemi, AML, ALL, Yeni Nesil Dizileme.