PROCEEDINGS BOOK

EGE 8. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

İZMİR
2 - 4 HAZİRAN 2023

EGE
8. ULUSLARARASI
UYGULAMALI
BİLİMLER
KONGRESİ



EGE
8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2-4 , 2023 – IZMIR

ISBN : 978-625-6393-88-2
Academy Global Publishin House

EGE
8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2-4, 2023
IZMIR

Edited By
PROF. DR. HÜLYA ÇİÇEK

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

All rights of this book belong to Academy Global Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.
Academy Global–2022 ©

Issued: 25.06.2023
ISBN: 978-625-6393-88-2

CONFERENCE ID

EGE
8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE
JUNE 2-4, 2023
IZMIR

ORGANIIZATION
ACADEMY GLOBAL CONFERENCES& JOURNALS

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

PARTICIPATING COUNTRIES
Turkey – Azebaijan- Malaysia- Nigeria – India – Algeria – Italy –Indonesia– Lebanon – Egypt – Poland –Canada – Japan –Cyprus – France – Iran –Thailand – Nepal –Czech Republic - Saudi Arabia – China– Pakistan –

PRESENTATION
Oral presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION
45% FROM Turkey And 55% From Other Counteries

LANGUAGES
Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

Scientific & Review Committee

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

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

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Join Zoom Meeting
https://us02web.zoom.us/j/88193707664?pwd=M09qM1hyRnE3a3RJOUdkNUpIM0tWdz09

Meeting ID: 881 9370 7664
Passcode: 192102523



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.

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
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023 - IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Face to Face - Ramada Plaza by Wyndham Izmir Kongre Salonunda

3 Haziran/ 3 June 2023 /9:30-11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 1	Doç Dr. Gökhan OFLUOĞLU	1	DRAMATİK GÖÇLERİN MEDYATİK YANSIMASI	Doktorant Anıl SUNA Prof. Dr. Sedat CERECİ
		2	DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE KURUMSAL BİR KAVRAM OLARAK ETİĞİN İNCELENMESİ	Doç Dr. Gökhan OFLUOĞLU
		3	KÜRESELLEŞME VE MESLEKİ TÜKENMİŞLİK İLİŞKİSİ	Doç Dr. Gökhan OFLUOĞLU
		4	SANAT PRATİĞİNDE BEDEN VE MEKAN İLİŞKİSİ: TOPLUMSAL CİNSİYET OLGUSU	Arş. Gör. Gülçin GÜNDÜZ, Prof.Dr. Birnur ERALDEMİR,
		5	A SCALE DEVELOPMENT STUDY TO COMPARE DISTANCE EDUCATION AND FACE-TO-FACE EDUCATION IN TERMS OF SOCIAL AND ACADEMIC LIFE	Res. Asst. Dr., ÖZGÜR DANIŞMAN Assoc. Prof. Dr., İBRAHİM DALBUDAK
		6	LOCAL METHODS USED BY BEREAVED WOMEN IN SOUTHEASTERN AND CENTRAL ANATOLIA TO COPE WITH GRIEF	Mebruke BEKLER Fatime YILDIRIM Asst. Prof. Ekrem Sedat ŞAHİN
		7	THE REFLECTİON OF THE CHARACTER OF LILITH FROM SUMERIAN MYTHOLOGY TO RELIGIOUS-CANONICAL TEXTS AND COSTUME DESIGN	Dr. Öğr. Üyesi Minara GULIYEVA JAMSHIDI
		8	OTTOMAN PERIOD HIL'AT TRADITION	Dr. Öğr. Üyesi Minara GULIYEVA JAMSHIDI
		9	LOL" OYUNU REPLİKLERİ ÖRNEĞİNDE DİJİTAL OYUN KÜLTÜRÜNÜN İŞLETTİĞİ İDEOLOJİK SÖYLEM YAPILARI VE GENÇLERİN KİMLİK İNŞASI"	Dr. Berna Küçük KALAYLAR Doç. Dr. Özgehan ÖZKAN

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023 - IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Face to Face - Ramada Plaza by Wyndham Izmir Kongre Salonunda

3 Haziran/ 3 June 2023 /11:30 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	/ Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 2	Prof. Dr., Nalan Tekin	1	Bazı Astragalus L. Türlerinin Morfolojik ve Palinolojik Yönden İncelenmesi	Hasan AKAN
		2	ALKANNA STRIGOSA Boiss.&Hohen. (HAVACİVA OTU) BİTKİSİNİN POLİNATÖRLERİ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA	Mehmet Maruf Balos, Hasan Akan
		3	Grafen Oksitle Modifiye Edilmiş Perlitin Katalitik Etkisinin Ölçülmesi	Dr. Öğr. Üyesi Erhan ONAT Taha TURAL Doç. Dr. Mehmet Sait İZGİ
		4	HİDROJEN ÜRETİMİNDE KULLANILMAK ÜZERE PERLİT-GRAFEN OKSİT DESTEK MALZEMELİ KATALİZÖR GELİŞTİRİLMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Erhan ONAT Zehra SAKINÇ Doç. Dr. Mehmet Sait İZGİ
		5	IMPROVING OF THE FLAME RESISTANCE OF RIGID AND SEMI-RIGID POLYURETHANE FOAM WITH CHITOSAN ADDITIVES	Royal Guliyev Prof. Dr., Nalan Tekin Doç. Dr., Mustafa Özgür Bora Dr., Yavuz Emre Yağci
		6	INVESTIGATION OF THE FLAME RESISTANCE OF RIGID AND SEMI-RIGID POLYURETHANE FOAM WITH CLINOPTILOLITE ADDITIVES BY EXPERIMENTAL METHODS	Royal Guliyev Prof. Dr., Nalan Tekin Dr., Yavuz Emre Yağci Doç. Dr., Mustafa Özgür Bora
		7	THERMOWOOD YÖNTEMİ İLE ISIL İŞLEMİN YABANİ KİRAZ ODUNUNDA DİNAMİK EĞİLME DİRENCİ ÜZERİNE ETKİSİ	Doç.Dr. Ayhan AYTİN Prof. Dr. Süleyman KORKUT Prof. Dr. Öner ÜNSAL Prof. Dr. Nusret AS Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER

8	THERMOWOOD YÖNTEMİ İLE ISIL İŞLEMİN YABANİ KİRAZ ODUNUNDA SERTLİK DEĞERİ ÜZERİNE ETKİSİ	Doç.Dr. Ayhan AYTİN Prof. Dr. Süleyman KORKUT Prof. Dr. Öner ÜNSAL Prof. Dr. Nusret AS Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023 - IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 1	Assoc. Prof. Dr. Mehmet Selim ASLAN	1	THE INTERCHANGEABLE USE OF MUFRED (SİNGULAR), TESNİYE (DUAL) AND CEM' (PLURAL) STRUCTURES İN ARABİC LANGUAGE -A STUDY ON THE HOLY QUR'AN-	Assist. Prof. Dr. HÜSEYİN ERSÖNMEZ
		2	ANALYSİS OF IBN USFUR'S APPROACH TO REDUNDANT LETTERS İN AL-MUQARRİB: A QUALİTATİVE STUDY	Dr. Öğr. Ü. Yusuf SELLER
		3	INVOCATION OF THE HERITAGE IN THE ARABIC STORY	MAHMOUD ESSAM SAAD HUSSEİN
		4	İSLAM HUKUKUNA GÖRE MUKAVELE SÖZLEŞMESİ (İNŞAAT SÖZLEŞMESİ) VE HAKKINDAKİ GÖRÜŞLER	Assoc. Prof. Dr. Mehmet Selim ASLAN
		5	İSLAM HUKUKUNA GÖRE TEVRÎD SÖZLEŞMESİ (TEDARİK SÖZLEŞMESİ) VE HAKKINDAKİ GÖRÜŞLER	Assoc. Prof. Dr. Mehmet Selim ASLAN
		6	MUSLİHİDDİN EL-GIRNATEVÎ'NİN İSTİVÂ-YI TARÎK-İ MUHAMMEDİYYE ADLI ESERİNDE HALVETİYYE'NİN ESASLARINDAN OLAN RÜYA VE YORUMUNA DAİR BİR DEĞERLENDİRME	Dr. Mahmut Ulu
		7	PROSOSYAL BİR DAVRANIŞ VE DİNİ BİR DEĞER OLARAK DİĞERKÂMLIK	Dr. Öğr. Üyesi Fatma BALCI ARVAS
		8	YUSUF HAS HÂCİB'İN KUTADGU BİLİG ESERİNDE SÜNNÎ İNANÇ ESASLARI	Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Ömer YAVUZ Yüksek Lisans Öğrencisi, İlias ALİEV
		9	OSMANLI ÂLİMLERİNİN KABİR ZİYARETLERİNE BAKIŞINDA MEZHEBÎ FARKLILAŞMA	Dr., Ali DURMUŞ
		10	MORİTANYA'DA DİN EĞİTİMİ VE MAHDARA	Fatih YAVUZ Prof. Dr. Saadettin ÖZDEMİR

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023 - IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 2	Doç. Dr. CUMHUR ŞAHİN	1	INFECTİON'S MANAGEMENT NOSOCOMİAL İN HOSPİTALS IN ALGERIA	BERRACHED Amina SENOUCI BEREKSI Imane
		2	SMART BEEKEEPING MANAGEMENT SYSTEMS FOR PRECISION MONITORING AND ENHANCED PRODUCTIVITY	Bendaoudi Zeid
		3	A BENEFICIAL FUNDING METHOD FOR STARTUPS: CROWD FUNDING	Doç. Dr. CUMHUR ŞAHİN
		4	TURİZM İŞLETMELERİNİN WEB SİTESİ PERFORMANSLARININ BÜTÜNLEŞİK MEREC VE OCRA YÖNTEMLERİYLE SIRALANMASI	Assist. Prof. Dr. MEHMET AKİF KARA
		5	RESEARCH ON THE IMPACT OF SERVICE EXPORTS ON INCOME PER CAPITA IN SOME ASIAN AND EUROPEAN COUNTRIES	Öğr. Gör. Dr. Ramazan YILDIZ
		6	1950 SONRASI KOCAELİ İLİNDE SANAYİLEŞME VE KENTLEŞMENİN TARIM ALANLARI ÜZERİNE ETKİSİ	Meryem ARGÜÇ
		7	SOSYAL ZEKÂNIN KARİYER GELECEĞİNE ETKİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Meltem GÖKSU Doç. Dr. Canan YILDIRAN
		8	İÇ HAT HAVA KARGO TAŞIMACILIĞI AÇISINDAN HAVALİMANI BAĞLANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ: TÜRKİYE UYGULAMASI	Dr. Öğr. Üyesi, Umut AYDIN
		9	CUSTOMER INCIVILITY RESEARCH IN THE HOSPITALITY AND TOURISM LITERATURE: ITS PAST AND PRESENT	Öğr. Gör. Dr. ALİ DOĞANTEKİN

		10	PERCEPTION OF ORGANIZATIONAL SUPPORT OF WORKING WOMEN: ANTECEDENTS, OUTCOMES AND SUGGESTIONS	Yüksek Lisans Öğrencisi İLAYDA SOYDAN Dr. Öğretim Üyesi BANU AÇIKGÖZ

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 3	Prof. Dr. CANAN NAKİBOĞLU	1	İKİ DİLLİ VE TEK DİLLİ ÇOCUKLARIN ERKEN OKURYAZARLIK BECERİLERİNİN BAZI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ	Shahima İSMAYİLOVA Dr. Öğr. Üyesi Asya ÇETİN
		2	AN INVERSTIGATION OF TEOG EXAM ENGLISH TESTS APPROPRIATENESS' TO THE CURRICULUM ON THE BASIS OF ELT TEACHERS' WIEVS	Koray KAÇAR
		3	MATEMATİK DERSİ CEBİR ÖĞRENME ALANINDA ORTAOKUL ALTINCI SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME SÜRECİ VE BECERİLERİNİN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Mine ÇAKIRTEKİN Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN Prof. Dr. M. Emin ÖZDEMİR
		4	INVESTIGATION OF SCIENTIFIC STUDIES RELATED TO TEACHING OF SUPRASEGMENTAL PHONEMES (PROSODY) IN TEACHING TURKISH TO FOREIGNERS	Master Student DİLEK CİNGÖZ Doç. Dr. GÖNÜL ERDEM NAS
		5	YABANCI DİL OLARAK TÜRKÇENİN ÖĞRETİMİNDE KULLANILAN YEDİ İKLİM TÜRKÇE Z-KİTABI İLE YENİ İSTANBUL TÜRKÇE Z-KİTABININ İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Tayfun KARADAĞ Doç. Dr. Esin Yağmur ŞAHİN
		6	ÖĞRENCİLERİN PISA TÜRÜNDEKİ PROBLEMLERİ ÇÖZME SÜRECİNDE MATEMATİK OKURYAZARLIĞI BECERİLERİNİ UYGULAMADA KARŞILAŞTIKLARI ZORLUKLAR	Edanur Günaydın Doç. Dr. Menekşe Seden Tapan Broutin Prof. Dr. Dilek Sezgin Memnun
		7	OKUL ÖNCESİ ÇAĞDAKİ ÇOCUKLARA UYGULANAN MARSHMALLOW (ZEVKİ ERTELEME) TESTİ'NİN TÜRK AİLE YAPISINDA GÖRÜLEN EBEVEYN TUTUMLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ	Ayten YILMAZ Dr, Lütfiye Cicerali
		8	MESLEK LİSELERİNDE ÖĞRENCİLERİN DERS İÇİ DİNLEME SORUNLARI (Gaziantep İli Örneği)	Öğretmen, Burhan AKIL

		9	BIBLIOMETRIC PROFILE OF SCIENTIFIC ARTICLES ON THE SUBJECT OF PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE	Dr. Arş. Gör., AYŞE CEREN ATMACA AKSOY
		10	9. SINIF KİMYA DERSLERİNDE ETKİLEŞİMLİ POWERPOINT SUNUM TEKNOLOJİSİYLE DESTEKLENEN GRAFİK DÜZENLEYİCİ KULLANIMI	Prof. Dr. CANAN NAKİBOĞLU
		11	KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ "SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK" İLE İLGİLİ ALGILARI VE SÜRDÜREBİLİRLİĞİN 2018 YILI KİMYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMINDAKİ YERİ	Prof. Dr. CANAN NAKİBOĞLU, Prof. Dr. NURİ NAKİBOĞLU

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 4	Prof. Dr. Nurettin GÜLMEZ	1	MİLLİ MÜCADELE YILLARINDA AZINLIK MENSUPLARI VE YUNAN DESTEKÇİLERİ TARAFINDAN YAPILAN MİTİNGLER	Prof. Dr. Nurettin GÜLMEZ
		2	MİLLİ MÜCADELE İLE İLGİLİ OLARAK YABANCI ÜLKELERDE YAPILAN MİTİNGLER	Prof. Dr. Nurettin GÜLMEZ
		3	EXILE PUNISHMENT IN THE OTTOMAN EMPIRE IN THE XVI TH CENTURY: AN EVALUATION IN TERMS OF PUBLIC ORDER AND SOCIAL HARMONY	Assoc. Prof. Dr. ÖZLEM BAŞARIR
		4	KAFKAS İPEK YOLU GÜZERGÂHINDA BİR KURGAN: MOŞÇEVAYA BALKA	Yüksek Lisans Öğrencisi, SENA NUR DURGUT
		5	AN ANALYSIS ON THE REFLECTIONS OF SPORTS AND ATHLETICS COMPETITIONS ON VASE PAINTINGS IN ANCIENT GREECE	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet KOCAİSPİR Arş. Gör. Sefa KÖSE
		6	ÇARLIK RUSYASI DÖNEMİNDE GÜNEY KAFKASYA TÜRK-MÜSLÜMAN ASILZADE ZÜMRESININ HUKUKLARININ TANZIMINDE ŞECERE ASPEKTI	İsmayıl UMUDLU
		7	OTTOMAN PERİOD METAL KİTCHEN UTENSİLS İN THE HACIBEKTAŞ MUSEUM	Yüksek Lisans Öğrencisi, SELİM ÇETİN
		8	HAYDAR ALIYEV ABOUT JAFAR JABBARLI'S DRAMATURGY	Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade
		9	Terör Örgütlerine Karşı Paradigma Değişikliği	Mustafa ÇAYIR
		10	KONYA-DOĞANHİSAR İLÇESİNDE HALK HEKİMLİĞİ UYGULAMALARI BAĞLAMINDA TESPİT EDİLEN AYDAŞ OCAĞI ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	Öğr. Gör. Dr., HASAN SAVAŞ

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 5	Doç. Dr. Funda ÖZŞENER	1	TIYATRO VE ÇOCUK : ÇOCUK KALBİNİ ONARMAK	Assoc. Prof. Dr. Funda ÖZŞENER
		2	SANAT ESERİNDE MOTİFİN DOĞASI	Doç. Dr. Funda ÖZŞENER
		3	A STUDY ON JAN VAN EYCK, ONE OF THE MOST IMPORTANT REPRESENTATIVES OF NORTHERN RENAISSANCE PAINTING: CHANCELLOR ROLYN AND MARY	Graduate Student, Halil Ender ERMİŞ Assoc. Prof. Dr., Esra YILDIRIM
		4	İLLÜSTRASTİF YAKLAŞIMLI ÜRÜN TASARIMININ MARKAYA ETKİSİ	Doç. EMEL YURTKULU Öğr. Gör. Dr. AYŞE SARITAŞ
		5	BİYOMEKANİK ve GÜNDELİK-DIŞI ENERJİ	Öğr. Gör. EZGİ UZŞEN
		6	AVRUPA SANATINDA BİZANS TASVİR SANATININ ETKİLERİ	Assist. Prof. Dr. Gül AYDIN
		7	SANATTA YENİ DÖNEM, YENİ TANIM ARAYIŞLARI : POST-POST MODERNİZM	Dr. Öğr. Üyesi, YASEMİN ERENGEZGİN KAFKAS
		8	OBJECTIONS TO THE NARRATOR TYPES	Dr. Öğr. Gör. Kaan TANYERİ
		9		

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023 - IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 6	Yrd. Doç. Dr. ASRA BABAYİĞİT	1	"UYGUN KENDİNİ AÇMA" DAVRANIŞININ ÖZELLİKLERİ VE PSİKOLOG OLARAK UYGUN KENDİNİ AÇMA DAVRANIŞI	Doç. Dr., MERYEM KARAAZİZ Kl. Psk., TÜRKAN SERT KÖZ
		2	YAŞANTISAL GRUP PSİKOTERAPİSİNDE YALOM PERSPEKTİFİNDEN "ŞİMDİ VE BURADA" İLKESİ ÜZERİNE BİR DERLEME	Doç. Dr., MERYEM KARAAZİZ Kl. Psk., TÜRKAN SERT KÖZ
		3	"UYGUN KENDİNİ AÇMA" DAVRANIŞI, BU KAVRAMIN ÖZELLİKLERİ, ÖNEMİ VE BİR PSİKOLOG OLARAK NASIL KULLANILABİLECEĞİ ÜZERiNE	Kl. Psk. Ebru BAĞCI Doç. Dr. Meryem KARAAZİZ
		4	SENSE OF RESPONSIBILITY AND RESPONSIBLE BEHAVIORS IN ADOLESCENTS	Prof. Dr. Arzu ÖZYÜREK Bilim Uzmanı Ruveyda TAŞKAYA
		5	POZİTİF PSİKOTERAPİ BAĞLAMINDA MADDE BAĞIMLILIĞI	Yrd. Doç. Dr. ASRA BABAYİĞİT
		6	ÇATIŞMALARDA ÇİFTLERİN TUTUMLARININ İNCELENMESİ: TOPLUMSAL CİNİSYET EŞİTLİĞİ YAKLAŞIMIYLA DERLEME ÇALIŞMASI	HAMZA YORMUK PINAR AYDIN, Doç. Dr. ZEYNEP TURHAN
		7	A STUDY OF THE PERSONALITIES OF 18-30 YEAR OLD INDIVIDUALS AND THEIR ATTITUDES RELATED TO SEEKING PSYCHOLOGICAL HELP	Graduate Student, ELİF İREM ERDEMİR
		8	HEXACO KİŞİLİK ÖZELLİKLERİNİN ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN İYİ OLUŞLARINI YORDAYICI ROLÜ	BERRENUR KAVAS
		9	FIBROMIYALJIDE EMDR TEDAVISI: VAKA ÜZERINE BIR ÇALIŞMA	Y L. Öğrencisi Merve YILMAZ PEKER Dr. Öğretim Üyesi Ezgi ÖKAN

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 7	Dr. Öğr. Üyesi, Cemzade KADER DÜŞGÜN	1	CHARLES DARWİN'İN EVRİM TEORİSİ'NDE DOĞAL SEÇİLİM VE YAPAY SEÇİLİM ANALOJİSİNİN YÖNTEMSEL BAKIMDAN İNCELENMESİ	Nefise Barak
		2	REVOLT TO EXIST OR EXIST TO REVOLT: ON ALBERT CAMUS' NARRATIVE OF REVOLT	PhD Student KENAN MUTLUER
		3	TAYLOR AND MARX IN THE CONTEXT OF MODERN MALAISES	PhD Student KENAN MUTLUER
		4	TÜRK HÜMANİZMASI FELSEFESİ ve "YÜCELCİLER"	Dr. Lütfi Arslan
		5	HERBERT MARCUSE'S ONE-DIMENSIONAL MAN THESIS WITHIN THE RAMEWORK OF CLAUS OFFE'S CRITICISM	Eylem YILDIZER
		6	A VIEW TO IDEALISM FROM PLATO'S PHILOSOPHICAL PERSPECTIVE	Gül Şeyma KAPLAN
		7	Değer-Olgu Problemi ve Ahlak Felsefesindeki Durumu	Dr. Öğr. Üyesi, Cemzade KADER DÜŞGÜN
		8	"KARŞI BİLİM" VE ONUN NE OLMADIĞI ÜZERİNE	Arş. Gör., HÜSEYİN KÜÇÜKOĞLU

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 8	Dr. Öğr. Üyesi Serkan ÖZTÜRK	1	VOICES OF CHANGE: EXPLORING THE IMPACT OF DIGITAL MEDIA IN JAMMU AND KASHMIR	Dr. Monisa Qadiri Dr. Muzafar Rasool Bhat Dr. Mohd Asif Bashir Naqeshbandi Umer Iqbal
		2	EXPLORING THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON YOUTH ENGAGEMENT IN POLITICS IN JAMMU AND KASHMIR	Dr. Monisa Qadiri Dr. Muzafar Rasool Bhat Dr. Mohd Asif Bashir Naqeshbandi Umer Iqbal
		3	YAKIN DÖNEM TÜRK SİNEMASINDA ANNE ve KIZ İLİŞKİLERİ ÜZERİNE BİR FİLM ANALİZİ: ANA YURDU	Öğr. Gör. Dr. ELİF BAŞ
		4	BİYOGRAFİK FİLMLERDE ULUSAL NOSTALJİK TEMSİLLER: CEP HERKÜLÜ NAIM SÜLEYMANOĞLU	Dr. Öğr. Üy. DİLARA BALCI GÜLPINAR
		5	SOMUT OLMAYAN KÜLTÜREL MİRAS ÖGELERİNİN ÇİZGİ FİLMLERDE TEMSİLİ: MAYSA VE BULUT ÖRNEĞİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, TUTKU MELİS ÖZŞAN Doç. Dr., DAVUT GÜREL
		6	Z KUŞAĞINDA SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIĞI VE INSTAGRAM ÖRNEĞİ	Dr. Öğr. Üyesi Serkan ÖZTÜRK
		7	A CONCEPTUAL STUDY ON THE VIRTUAL FAIRS	Prof. Dr. Emet Gürel Res. Assist. Azra Nazlı

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 9	**Rossi A. Hassad**	**1**	BEHAVIORAL ANALYSIS OF TEAM MEMBERS IN VIRTUAL ORGANIZATION BASED ON TRUST DIMENSION AND LEARNING	Indiramma M., K. R. Anandakumar
		2	IMPROVED AUTOMATED CLASSIFICATION OF ALCOHOLICS AND NON-ALCOHOLICS	Ramaswamy Palaniappan
		3	RHETORICAL COMMUNICATION IN THE COGSCI DISCOURSE COMMUNITY: THE COGNITIVE NEUROSCIENCES (2004) IN THE CONTEXT OF SCIENTIFIC DISSEMINATION	Lucia Abbamonte Olimpia Matarazzo
		4	MORAL REASONİNG AND BEHAVİOUR İN ADULTHOOD	O. Matarazzo, L. Abbamonte, G. Nigro
		5	A COGNITIVE MODEL FOR FREQUENCY SIGNAL CLASSIFICATION	Rui Antunes, Fernando V. Coito
		6	PROBABILITY AND INSTRUCTION EFFECTS IN SYLLOGISTIC CONDITIONAL REASONING	Olimpia Matarazzo Ivana Baldassarre
		7	AN INVESTIGATION INTO KANJI CHARACTER DISCRIMINATION PROCESS FROM EEG SIGNALS	Hiroshi Abe, Minoru Nakayama
		8	Reform-Oriented Teaching of Introductory Statistics in the Health, Social and Behavioral Sciences – Historical Context and Rationale	Rossi A. Hassad
		9	EXPLORATIONS IN THE ROLE OF EMOTION IN MORAL JUDGMENT	Arthur Yan

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – I **Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523**				
3 Haziran/ 3 June 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 10	**Juliana Panova**	**1**	A COMPUTATIONAL MODEL OF MINIMAL CONSCIOUSNESS FUNCTIONS	Nabila Charkaoui
		2	EXPLORING LIFE MEANINGFULNESS AND ITS PSYCHOSOCIAL CORRELATES AMONG RECOVERING SUBSTANCE USERS – AN INDIAN PERSPECTIVE	Fouzia Alsabah Shaikh, Anjali Ghosh
		3	DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL JUSTICE IN INCENTIVE ALLOCATION OF THE THAI PUBLIC SECTOR	Kalayanee Koonmee
		4	AUTOBİOGRAPHİCAL MEMORY AND FLEXİBLE REMEMBERİNG: GENDER DİFFERENCES	A. Aizpurua, W. Koutstaal
		5	CULTURAL ANXIETY AND ITS IMPACT ON STUDENTS- LIFE: A CASE STUDY OF INTERNATIONAL STUDENTS IN WUHAN UNIVERSITY	Nadeem Akhtar Shan Bo
		6	TREATMENT OR RE-VICTIMIZING THE VICTIMS	Juliana Panova
		7	THE STORY OF MERGERS AND ACQUISITIONS: USING NARRATIVE THEORY TO UNDERSTAND THE UNCERTAINTY OF ORGANIZATIONAL CHANGE	Philip T. Roundy
		8	ATTACHMENT STYLES OF CHILDREN RAISED IN NURSERY VS. THOSE WHO ARE RAISED IN THE FAMILY IN IRAN	Narges Razeghi
		9	A NEW MEASURE OF HERDING BEHAVIOR: DERIVATION AND IMPLICATIONS	Amina Amirat Abdelfettah Bouri

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 11	**Antonios Maniatis**	**1**	ANALYSIS OF DRIVING CONDITIONS AND PREFERRED MEDIA ON DIVERSION	Yoon-Hyuk Choi
		2	AN ANALYTICAL STUDY ON THE POLITICS OF DEFECTION IN INDIA	Diya Sarkar, Prafulla C. Mishra
		3	POSITION OF THE CONSTITUTIONAL COURT OF THE RUSSIAN FEDERATION ON THE MATTER OF RESTRICTING CONSTITUTIONAL RIGHTS OF CITIZENS CONCERNING BANKING SECRECY	A. V. Shashkova
		4	RECOGNİTİON AND PROTECTİON OF INDİGENOUS SOCİETY İN INDONESİA	Triyanto, Rima Vien Permata Hartanto
		5	NEED OF NATIONAL SPACE LEGISLATION FOR SPACE FARING NATIONS	Muhammad Naveed Yang Caixia
		6	HUMAN RIGHTS IN ARMED CONFLICTS AND CONSTITUTIONAL LAW	Antonios Maniatis
		7	FORENSIC MEDICAL CAPACITIES OF RESEARCH OF SALIVA STAINS ON PHYSICAL EVIDENCE AFTER WASHING	Saule Mussabekova
		8	TOWARDS A PROOF ACCEPTANCE BY OVERCOMING CHALLENGES IN COLLECTING DIGITAL EVIDENCE	Lilian Noronha Nassif
		9	THE ROLE OF EUROPEAN UNION IN GLOBAL GOVERNANCE	Yrfet Shkreli
		10	MEASURES FOR LIMITING CORRUPTION UPON MIGRATION WAVE IN EUROPE	Jordan Georgiev Deliversky

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 12	**Aleksandra Chiniaeva**	**1**	PROMOTING GENDER EQUALITY WITHIN ISLAMIC TRADITION VIA CONTEXTUALIST APPROACH	Ali Akbar
		2	BA'ALBAKĪ'S INFLUENCE ON 1950S AND 1960S LEBANESE WOMEN WRITERS	Khaled Igbaria
		3	THE INTERACTION BETWEEN HUMAN AND ENVIRONMENT ON THE PERSPECTIVE OF ENVIRONMENTAL ETHICS	Mella Ismelina Farma Rahayu
		4	PROTECTİON OF HUMAN RİGHTS İN EUROPE: THE PARLİAMENTARY DİMENSİON	Aleksandra Chiniaeva
		5	EISENHOWER'S FAREWELL SPEECH: INITIAL AND CONTINUING COMMUNICATION EFFECTS	B. Kuiper
		6	HUMAN SECURITY PROVIDERS IN FRAGILE STATE UNDER ASYMMETRIC WAR CONDITIONS	Luna Shamieh
		7	DEVELOPING NEW MEDIA CREDIBILITY SCALE: A MULTIDIMENSIONAL PERSPECTIVE	Hanaa Farouk Saleh
		8	GENDER DIFFERENCES IN RESEARCH OUTPUT, FUNDING AND COLLABORATION	Ashkan Ebadi Andrea Schiffauerova
		9	SWISS SCIENTIFIC SOCIETY FOR DEVELOPING COUNTRIES: A CONCEPT OF RELATIONSHIP	Jawad Alzeer
		10	BARRIERS TO MARITAL EXPECTATION AMONG INDIVIDUALS WITH HEARING IMPAIRMENT IN OYO STATE	Adebomi M. Oyewumi, Sunday Amaize

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 13	**Aishath Shakeela**	**1**	NARRATING IRISH IDENTITY: RETRIEVING 'IRISHNESS' IN THE WORKS OF WILLIAM BUTLER YEATS AND SEAMUS HEANEY	Rafik Massoudi
		2	NATURAL DISASTER TOURISM AS A TYPE OF DARK TOURISM	Dorota Rucińska
		3	DEMOCRATIZATION, MARKET LIBERALIZATION AND THE RAISE OF VESTED INTERESTS AND ITS IMPACTS ON ANTI-CORRUPTION REFORM IN INDONESIA	Ahmad Khoirul Umam
		4	ART AND CULTURE İN THE DEVELOPMENT PERİOD TO MODERNİZATİON İN THE REİGN OF KİNG RAMA VI	Weena Eiamprapai
		5	DESIGNING CREATIVE EVENTS WITH DECONSTRUCTIVISM APPROACH	Maryam Memarian, Mahmood Naghizadeh
		6	DE-SECURITIZING IDENTITY: NARRATIVE (IN)CONSISTENCY IN PERIODS OF TRANSITION	Katerina Antoniou
		7	EFFECT OF ORGANIZATIONAL RESOURCES ON IMPROVING INDEPENDENCY OF PEOPLE WITH SEVERE DISABILITIES: VOCATIONAL REHABILITATION FACILITIES IN SOUTH KOREA	Soungwan Kim
		8	CAPITAL ACCUMULATION AND UNEMPLOYMENT IN NAMIBIA, NIGERIA, AND SOUTH AFRICA	Abubakar Dikko
		9	WATER CRISIS MANAGEMENT IN A TOURISM DEPENDENT COMMUNITY	Aishath Shakeela
		10	AN APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM TO SELECT AREAS FOR SANITARY LANDFILL IN BANG NOK- KHWAEK MUNICIPALITY	Musthaya Patchanee

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 14	**Shorena Tsiklauri**	**1**	IMPACT OF REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES ON WOMEN'S LIVES IN NEW DELHI: A STUDY FROM FEMINIST PERSPECTIVE	Zairunisha
		2	CURBING ABUSES OF LEGAL POWER IN THE SOCIETY	Tajudeen Ojo Ibraheem
		3	SOCIAL STRUCTURE, INVOLUNTARY RELATIONS, AND URBAN POVERTY	Mahmood Niroobakhsh
		4	KNOWLEDGE TRANSFER AND THE TRANSLATİON OF TECHNİCAL TEXTS	Ahmed Alaoui
		5	THE INFLUENCE OF ISLAMIC ARTS ON OMANI WEAVING MOTIFS	Zahra Ahmed Al-Zadjali
		6	HANDLING COMPLEXITY OF A COMPLEX SYSTEM DESIGN: PARADIGM, FORMALISM AND TRANSFORMATIONS	Hycham Aboutaleb Bruno Monsuez
		7	UNDERSTANDING EUROPE'S ROLE IN THE AREA OF LIBERTY, SECURITY AND JUSTICE AS AN INTERNATIONAL ACTOR	Sarah Barrere
		8	THE METHODOLOGY OF OUT-MIGRATION IN GEORGIA	Shorena Tsiklauri
		9	AN IN-DEPTH ANALYSIS OF OPEN DATA PORTALS AS AN EMERGING PUBLIC E-SERVICE	Martin Lnenicka
		10	THE NATURE OF ORIGIN OF NEW CRIMINAL OCCURRENCES IN GJAKOVA REGION: CULTURAL AND CRIMINOLOGICAL "INTERSECTION" IN 1999-2009	Bekim Avdiaj

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 15	**Venugopal Kummamuru**	**1**	Education of Purchasing Professionals in Austria: Competence Based View	Volker Koch
		2	Developing an Audit Quality Model for an Emerging Marke	Bita Mashayekhi, Azadeh Maddahi, Arash Tahriri
		3	Determinants of Profitability in Indian Pharmaceutical Firms in the New Intellectual Property Rights Regime	Shilpi Tyagi, D. K. Nauriyal
		4	The Impact of Motivation, Trust, and National Cultural Differences on Knowledge Sharing within the Context of Electronic Mail	Said Abdullah Al Saifi
		5	A Study on the Determinants of Earnings Response Coefficient in an Emerging Market	Bita Mashayekhi, Zeynab Lotfi Aghel
		6	Accounting Information Systems of Kuwaiti Companies: Obstacles and Barriers	Haya Y Alobaid
		7	Planning a Supply Chain with Risk and Environmental Objectives	Ghanima Al-Sharrah, Haitham M. Lababidi, Yusuf I. Ali
		8	Corporate Governance in Network Marketing Organizations: The Role of Ethics and CSR	Venugopal Kummamuru
		9	Relationship between Financial Reporting Transparency and Investment Efficiency: Evidence from Iran	Bita Mashayekhi, Hamid Kalhornia

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

3 Haziran/ 3 June 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 16	**Osamah A. Alsayegh**	**1**	INFLUENCE OF A COMPANY'S DYNAMIC CAPABILITIES ON ITS INNOVATION CAPABILITIES	Lovorka Galetic, Zeljko Vukelic
		2	A HYBRID PARTICLE SWARM OPTIMIZATION-NELDER- MEAD ALGORITHM (PSO-NM) FOR NELSON-SIEGEL- SVENSSON CALIBRATION	Sofia Ayouche Rachid Ellaia, Rajae Aboulaich
		3	RAMIFICATION OF OIL PRICES ON RENEWABLE ENERGY DEPLOYMENT	Osamah A. Alsayegh
		4	LEAN HEALTHCARE: BARRİERS AND ENABLERS İN THE COLOMBİAN CONTEXT	Erika Ruiz, Nestor Ortiz
		5	IDENTIFICATION OF LEAN IMPLEMENTATION HURDLES IN INDIAN INDUSTRIES	Bhim Singh
		6	PROMOTING LOCAL PRODUCTS THROUGH ONE VILLAGE ONE PRODUCT AND CUSTOMER SATISFACTION	Wardoyo, Humairoh
		7	ANALYSIS OF THE REASONS BEHIND THE DETERIORATED STANDING OF ENGINEERING COMPANIES DURING THE FINANCIAL CRISIS	Levan Sabauri
		8	REVIEW OF MODELS OF CONSUMER BEHAVIOUR AND INFLUENCE OF EMOTIONS IN THE DECISION MAKING	Mikel Alonso López

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023 - IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /9:30-11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 1	Dr. Öğr. Üyesi Murat YILDIRIM	1	DETERMINING THE TARGET MARKETS BY USING SECONDARY DATA IN EXPORT MARKETING: A RESEARCH ON HOUSEHOLD COMPRESSOR REFRIGERATORS (841821)	Melike YILDIRIM
		2	BURDUR İLİ TARIMSAL ÜRETİM ÖZELİNDE TARIM MUHASEBESİ	Doç. Dr. Ali APALI Ebru MUTLU
		3	TARİHSEL PERSPEKTİFTEN TARIM MUHASEBESİ	Doç. Dr. Ali APALI Ebru MUTLU
		4	INTEGRATION POLICIES FOR IMMIGRANTS IN CANADA AND THE OUTLOOK OF IMMIGRANTS IN THE LABOR MARKET	Res. Asst. Olcay POYRAZ
		5	THREE LINES MODEL AND CORPORATE GOVERNANCE RELATIONSHIP: AN EVALUATION FROM CORPORATE GOVERNANCE THEORIES PERSPECTIVE	Dr. Kaan Ramazan ÇAKALI Öğr.Gör.Dr. Nazan GÜNGÖR KARYAĞDI
		6	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF DIGITAL MARKETING ARTICLES IN HEALTH	Prof. Dr. Özgür Demirtaş Lect. See. Etem Hizaler
		7	THE MEDIATING ROLE OF INTRINSIC MOTIVATION IN THE EFFECT OF PSYCHOLOGICAL RESILIENCE ON JOB SATISFACTION: A STUDY ON TEACHERS	Doç. Dr., Ahmet YILDIRIM Arş. Gör., Ramazan Furkan ÖZKUL Arş. Gör., Nesrin KAPLAN Arş. Gör., Muhammed Yusuf ERTEK
		8	THE EFFECT OF LEADERSHIP STYLES ON PERCEPTION OF ORGANIZATIONAL POWER: A RESEARCH ON EDUCATIONAL MANAGERS	Doç. Dr., Ahmet YILDIRIM Arş. Gör., Ramazan Furkan ÖZKUL

		9	SOSYAL BİLİMLER ALANINDA ÜRETİLEN KAYNAK TABANLI YAKLAŞIM ÇALIŞMALARININ SON 10 YILLIK GELİŞİM PATERNLERİ	Dr. Öğr. Üyesi., HAZAL DUMAN ALPTEKİN Arş. Gör., BEYZA AKSOY
		10	THE RELATIONSHIP BETWEEN BURNOUT AND INTENTION TO LEAVE THE JOB: MODERATING VARIABLE ANALYSIS	Dr. Öğr. Üyesi Murat YILDIRIM

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

4 Haziran/ 4 June 2023 /9:30-11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	/ Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 2	Assoc. Prof. Dr. Müge MANGA	1	AN EMPIRICAL ANALYSIS ON SECTORAL CARBON EMISSIONS: THE CASE OF TURKIYE	Assoc. Prof. Dr. Müge MANGA
		2	RELATIONSHIP BETWEEN TOURISM SECTOR and CARBON EMISSION in MINT COUNTRIES	Assoc. Prof. Dr. Müge MANGA
		3	OECD ÜLKELERİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMAYA ETKİSİ	Arş. Gör. Emre AKUSTA
		4	ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ENDEKSİNİN GELİŞTİRİLMESİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ	Arş. Gör. Emre AKUSTA
		5	ÇEVRE TEKNOLOJİLERİ VE YEŞİL BÜYÜME İLİŞKİSİ: E-7 ÜLKELERİ İÇİN AMPİRİK KANITLAR	Prof. Dr. OKYAY UÇAN Arş. Gör. EMİNE DİLARA AKTEKİN-GÖK Arş. Gör. HİLAL BUDAK
		6	SAVUNMA HARCAMALARI VE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: G-8 ÜLKELERİ ÖRNEĞİ	Prof. Dr. OKYAY UÇAN Arş. Gör. HİLAL BUDAK Arş. Gör. EMİNE DİLARA AKTEKİN GÖK
		7	YABANCI YATIRIMCI ORANINDAKI DEĞIŞIMLERIN BORSA İSTANBUL ÜZERINE ETKISI	Adil Güzel
		8	SEED AS AN ECONOMIC VALUE	Doktor Öğretim Üyesi, FARUK SEZER
		9	TÜRKİYE'NİN DENİZ YETKİ ALANLARININ PAYLAŞIMI KONUSUNDA KONUMU VE OLMASI MUHTEMEL İNİSİYATİFLERİ	Günay KILIÇ Durmuş Alper Maraşlıoğlu
		10	GÜNEY DENİZLERİNİN TÜRKİYE İÇİN ÖNEMİ	Durmuş Alper Maraşlıoğlu Günay KILIÇ
		11	TEDARİK ZİNCİRİ ÜYELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİSEL BAĞIMLILIĞIN VE YEŞİL İNSAN SERMAYESİNİN EKONOMİK PERFORMANSA ETKİSİ	Dr. YEŞİM CAN SAĞLAM

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 - IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – I **Meeting ID: 881 9370 7664** **Passcode: 192102523**				
4 Haziran/ 4 June 2023 /9:30-11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 3	Dr.Öğr. Üyesi DİĞDEM GÖÇ GÜRBÜZ	1	TÜRKİYE'DEKİ ENTEGRE RAPORLAMA UYGULAMALARINA SEKTÖREL BİR BAKIŞ	Dr. Gökçe Sinem ERBUĞA Doç.Dr. Ayşegül GÜRSOY
		2	PİYASA DEĞERİ EN YÜKSEK 10 BIST ŞİRKETLERİNİN TOPSİS YÖNTEMİYLE FİNANSAL PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	Prof. Dr, FERİŞTAH SÖNMEZ YL. Öğrencisi, MEHMET BADEMCİOĞLU YL. Öğrencisi, BERFİN BABATLI YL. Öğrencisi, FERDA YILDIRIM
		3	GIDA TEDARİK ZİNCİRİNDE BLONZİNCİR UYGULAMASI: TÜRKİYE ÖRNEĞİ	UĞUR DEMİREL FEHMİ ACAR TAYFUR AYAS
		4	TÜKETİCİ SENETLERİ VE UYGULAMASI	Dr.Öğr. Üyesi NAZMİ OCAK
		5	TİCARİ UYUŞMAZLIKLARDA ARABULUCULUK VE GÜNCEL GELİŞMELER	Dr.Öğr. Üyesi DİĞDEM GÖÇ GÜRBÜZ
		6	TÜKETİCİLER OLARAK NE KADAR ETİK DAVRANIYORUZ?	Dr. Öğr. Üyesi SEMRA DOĞAN
		7	BLOCKCHAİN TABANLI AKILLI KONTRATLARIN DIŞ TİCARETE ETKİLERİ	OSMAN YILMAZ Dr. Öğr. Üyesi HAMİDE SELÇUK
		8	PARADİPLOMASİNİN KENT MARKALAŞMASINA ETKİSİ BAĞLAMINDA BİR ARAŞTIRMA	Doç. Dr. Yavuz ACUNGİL Doktora Öğrencisi Aslıhan ÇİÇEK
		90		
		10	PAZARLAMA NEDİR, NE DEĞİLDİR? PAZARLAMANIN KAPSAMI, ÇEŞİTLİLİĞİ VE ÖNEMİ HAKKINDA BİR İNCELEME	Dr. Öğr. Üyesi GÜNAY KURTULDU

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 - IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – I **Meeting ID: 881 9370 7664** **Passcode: 192102523**				
4 Haziran/ 4 June 2023 /9:30-11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 4	Doç. Dr. Ebru SÖNMEZ KARAPINAR	1	SECTORAL PLACE AND EVALUATION OF FINANCIAL LEASING APPLICATIONS IN THE AGRICULTURAL SECTOR IN TURKEY	Öğr. Gör. Dr., Ümmühan MUTLU Öğr. Gör. Dr. Bahar AYDIN CAN
		2	İŞE ALMA VE SEÇME SÜRECİNDE YAPAY ZEKÂ TEKLOJİLERİNİN KULLANIMININ ORGANİZASYONEL SONUÇLARA ETKİLERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Aykut YARDIM Doç.Dr.Ebru SÖNMEZ KARAPINAR
		3	JENERİK REKABET STRATEJİLERİNİN İŞLETME PAZAR PERFORMANSINA ETKİSİ	Doktora Öğrencisi Öğr. Gör. Mehmet PEKMEZCİ Dr. Öğr. Üyesi Hasan AKSOY
		4	PERCEPTION OF SATISFACTION AND QUALITY IN HEALTH SERVICES	Dr. Hakan GÜVENER Emine AYHAN Doç.Dr. Mehmet AYTEKİN
		5	THE CRITERIA AFFECTING HOSPITAL SUPPLY INTEGRATION IN HEALTHCARE	Emine AYHAN Doç.Dr. Mehmet AYTEKİN Dr. Hakan GÜVENER
		6	THE RELATIONSHIP BETWEEN ORGANIZATIONAL SILENCE AND EMPLOYEE PERFORMANCE IN NURSES	Prof. Dr. Özgür DEMİRTAŞ Ayşegül SOYKÖK
		7	THE EFFECT OF ETHICAL LEADERSHIP BEHAVIOR ON JOB SATISFACTION: A CASE STUDY IN KAYSERI	Prof. Dr. Özgür DEMİRTAŞ Gülşah YILDIRIM BUDAK Dr. Özge ÜSTÜN
		8	MUSHROOM MANAGEMENT PERCEPTION OF HEALTHCARE PROFESSIONALS: A PUBLIC HOSPITAL EXAMPLE	Yüksek Lisans Öğrencisi, Hava AYDIN

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – I **Meeting ID: 881 9370 7664** **Passcode: 192102523**				
4 Haziran/ 4 June 2023 /9:30-11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 5	Doç. Dr. Meral ÖZTÜRK	1	YOKSULLUK VE SOSYAL HİZMET	Dr. ELVAN YAVUZ
		2	TÜRKİYE'DE YAŞLANAN NÜFUS VE BAKIM İHTİYACININ GELECEĞİ	Doktora Öğrencisi, ÜNSAL UZAN Doktora Öğrencisi, HESNA KESEN Doç.Dr.,HARUN CEYLAN
		3	WHO IS THE SOCIAL MODEL OF DISABILITY?	Res. Asst. Özge ALTUNLU
		4	THE MEDIATING ROLE OF INTERNET USE ON THE RELATIONSHIP BETWEEN SELF-ESTEEM AND AGGRESSION IN THE YOUTH	Öğr. Gör. Ahmet TÜRK Doç. Dr. Meral ÖZTÜRK
		5	SOSYAL HİZMET EĞİTİMİNİN DÜNDEN BUGÜNE DEĞİŞİM VE SORUNLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	SHU, Fatma Gül Ertuğrul, SHU, Özge Bencik, Öğr.Gör. Gülizar Mollamehmetoğlu
		6	DARÜLACEZE: SOSYAL YARDIM KURUMU MU, İMAJ KURUMU MU ?	Ersin KAZLI

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 - IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – I **Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523**				
4 Haziran/ 4 June 2023 /9:30-11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 6	Prof. Dr. PAŞA YALÇIN	1	IS FOREIGN LANGUAGE LEARNING A NEUTRAL TOOL OR POWER STRUCTURE? A REVIEW ON CRITICAL PEDAGOGY AND SOCIAL JUSTICE IN ENGLISH LANGUAGE TEACHING	Dr. Gürcan Demiroğları
		2	OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU OLAN MÜZİK ÖĞRENCİLERİNİN MÜZİK EĞİTİMİ SÜRECİ İLE İLGİLİ AİLE GÖRÜŞLERİ	Senem SİPAHİ ŞİRİN Prof. Dr. Begüm AYTEMUR
		3	AMERİKA BİRLEŞİK DEVLERİ'NDE UYGULANMAKTA OLAN KARAKTER EĞİTİMİ PROGRAMLARININ ÖZELLİKLERİ	Doktora Öğrencisi, MERVE EROL,
		4	BAKIM ETİĞİ BAĞLAMINDA ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ	Yl. Öğr. MERT ÖZDEN Prof. Dr. OKTAY AKBAŞ
		5	TÜRKİYE'DE KAPSAYICI EĞİTİMİN ÖNÜNDEKİ ENGELLER	Şeyma AKINCI
		6	DETERMINING THE EFFECT OF MODEL USE ON SOME VARIABLES IN SCIENCE TEACHING	Graduate Students, AYŞENUR ÖZBİLİR Prof. Dr. PAŞA YALÇIN
		7	TÜRKİYE VE POLONYADA'Kİ OKUL ÖNCESİ EĞİTİMİN GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE TARİHSEL GELİŞİMİ	Dr. Katarzyna MİLEK Doç. Dr. Aylin MENTİŞ KÖKSOY
		8	SINIF ÖĞRETMENLERİNİN MATEMATİK ÖĞRETİMİNE YÖNELİK KAYGILARININ İNCELENMESİ	Dr Öğr. Üyesi Züleyha YILDIRIM YAKAR Dr. Emine TAYAN Dr. Elif ÇELİK
		9	EXAMINATION OF TEACHERS' CURRICULUM LEADERSHIP COMPETENCIES ACCORDING TO SOME VARIABLES	Hidayet Savaş TUNCAL

		10	OKUL ÖNCESİ DÖNEMDEKİ ÇOÇUKLARIN OYUN TERCİHLERİ VE EBEVEYN SERBEST ZAMAN TATMİN DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ	Reha BOZGÜNEY Doç. Dr. Hulusi ALP
		11	SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİNDE OKUYAN ÖĞRENCİLERİN ATATÜRK İLKELERİ ve İNKILAPLARI TARİHİ DERSİNE KARŞI TUTUMLARI	Alper YÜCE Doç. Dr. Hulusi ALP

GE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /10 : 00 – 12 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 7	**Dr. Nada Azhar**	**1**	WEB-CONTENT ANALYSIS OF THE MAJOR SPANISH TOURIST DESTINATIONS EVALUATION BY RUSSIAN TOURISTS	Natalia Polkanova, Sergey Kazakov
		2	DISABILITY DIVERSITY MANAGEMENT: A CASE STUDY OF THE BANKING SECTOR IN THE KSA	Nada Azhar
		3	CURSIVE HANDWRITING IN AN INTERNET AGE	Karen Armstrong
		4	THE IMPACT OF PARENT INVOLVEMENT İN PRESCHOOL DİSABLED CHİLDREN	Sheng-Min Cheng
		5	THE IMPORTANCE OF ISSUES FOR THE YOUTH IN VOTER DECISION MAKING: A CASE STUDY AMONG UNIVERSITY STUDENTS IN MALAYSIA	Sivamurugan Pandian
		6	JAPANESE ENGLISH IN TRAVEL BROCHURES	Premvadee Na Nakornpanom
		7	WAYS OF LIFE OF UNDERGRADUATE STUDENTS BASED ON SUFFICIENCY ECONOMY PHILOSOPHY IN SUAN SUNANDHA RAJABHAT UNIVERSITY	Phusit Phukamchanoad
		8	RESEARCH ANALYSIS IN ECLECTIC THEORY (KABOUDAN AND SFANDIAR)	arideh Alizadeh Mohd Nasir Hashim
		9	ONLINE METACOGNITIVE READING STRATEGIES USE BY POSTGRADUATE LIBYAN EFL STUDENTS	Najwa Alsayed Omar
		10	AUSPICIOUS MEANING FOR COMMUNITY SOUVENIR PRODUCTS	Somsakul Jerasilp, Jong Boonpracha

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /10 : 00 – 12 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 8	**Saowapa Phaithayawat**	**1**	TO CLOUDIFY OR NOT TO CLOUDIFY	Laila Yasir Al-Harthy Ali H. Al-Badi
		2	ZHOU ENLAI'S IMPACT TO THE FOREIGN FOLICY OF CHINA	Nazira B. Boldurukova
		3	FINGERPRINT ON BALLISTIC AFTER SHOOTING	Narong Kulnides
		4	THE DEVELOPMENT OF ONLİNE LESSONS İN INTEGRATİON MODEL	Chalermpol Tapsai
		5	THE SOCIAL AREA DISCLOSURE TO REDUCE CONFLICTS BETWEEN COMMUNITY AND THE STATE: A CASE OF MAHAKAN FORTRESS, BANGKOK	Saowapa Phaithayawat
		6	THE POTENTIAL OF DIGITAL TOOLS IN ART LESSONS AT JUNIOR SCHOOL LEVEL TO IMPROVE ARTISTIC ABILITY USING TAMAZIGHT FONTS	Aber Salem Aboalgasm, Rupert Ward
		7	THE DESIGN OF PICTURE BOOKS FOR CHILDREN FROM TALES OF AMPHAWA FIREFLIES	Marut Pichetvit

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – I **Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523**				
4 Haziran/ 4 June 2023 /10 : 00 – 12 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 9	**Dr. Maia Seturi**	**1**	THE CORRELATION OF ECONOMIC VARIABLES ON DOMESTIC INVESTMENT	Amirreza Attarzadeh
		2	AN ASSESSMENT ON THE EFFECT OF PARTICIPATION OF RURAL WOMAN ON SUSTAINABLE RURAL WATER SUPPLY IN YEMEN	Afrah Saad Mohsen Al-Mahfadi
		3	ARMED GROUPS AND INTRA STATE CONFLICT: A STUDY ON THE EGYPTIAN CASE	Ghzlan Mahmoud Abdel Aziz
		4	ROLE OF LEADERS İN MANAGİNG EMPLOYEES' DYSFUNCTİONAL BEHAVİOR AT WORKPLACE	Aya Maher, Pakinam Youssef
		5	FINANCIAL STATEMENT FRAUD: THE NEED FOR A PARADIGM SHIFT TO FORENSIC ACCOUNTING	Ifedapo Francis Awolowo
		6	CUSTOMER ADOPTION AND ATTITUDES IN MOBILE BANKING IN SRI LANKA	Prasansha Kumari
		7	THE SERVICE APPRAISAL OF SOLDIERS OF THE ARMY OF THE CZECH REPUBLIC IN THE CONTEXT OF PERSONAL EXPENSES	Tereza Dolečková
		8	PECULIARITIES OF IMPLEMENTATION OF BRANDING PRINCIPLES	Maia Seturi
		9	MARKET SEGMENTATION AND CONJOINT ANALYSIS FOR APPLE FAMILY DESIGN	Abbas Al-Refaie, Nour Bata

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /10 : 00 – 12 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 10	**Prof. Dr. Jamal Fathi Abu Hasna**	**1**	OPTIMAL CONTROL STRATEGIES FOR SPEED CONTROL OF PERMANENT-MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR DRIVES	Roozbeh Molavi, Davood A. Khaburi
		2	NSGA BASED OPTIMAL VOLT / VAR CONTROL IN DISTRIBUTION SYSTEM WITH DISPERSED GENERATION	P. N. Hrisheekesha, Jaydev Sharma
		3	SIGNATURE RECOGNITION USING CONJUGATE GRADIENT NEURAL NETWORKS	Jamal Fathi Abu Hasna
		4	SPECTRAL ANALYSİS OF SPEECH: A NEW TECHNİQUE	Neeta Awasthy, J.P.Saini, D.S.Chauhan
		5	STUDY AND ENHANCEMENT OF FLASH EVAPORATION DESALINATION UTILIZING THE OCEAN THERMOCLINE AND DISCHARGED HEAT	Sami Mutair, Yasuyuki Ikegami
		6	INTRODUCING AN IMAGE PROCESSING BASE IDEA FOR OUTDOOR CHILDREN CARING	Hooman Jafarabadi
		7	DEVICE DISCOVER: A COMPONENT FOR NETWORK MANAGEMENT SYSTEM USING SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL	Garima Gupta, Daya Gupta
		8	THEMATIC ROLE EXTRACTION USING SHALLOW PARSING	Mehrnoush Shamsfard, Maryam Sadr Mousavi
		9		

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /10 : 00 – 12 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 11	**Nabil A. Ahmed**	**1**	PSO-BASED PLANNING OF DISTRIBUTION SYSTEMS WITH DISTRIBUTED GENERATIONS	Amin Hajizadeh, Ehsan Hajizadeh
		2	THREE-PHASE HIGH FREQUENCY AC CONVERSION CIRCUIT WITH DUAL MODE PWM/PDM CONTROL STRATEGY FOR HIGH POWER IH APPLICATIONS	Nabil A. Ahmed
		3	A NEW MAXIMUM POWER POINT TRACKING FOR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS	Mohamed Azab
		4	IMPULSE RESPONSE SHORTENİNG FOR DİSCRETE MULTİTONE TRANSCEİVERS USİNG CONVEX OPTİMİZATİON APPROACH	Ejaz Khan, Conor Heneghan
		5	HYBRID ASSOCIATION CONTROL SCHEME AND LOAD BALANCING IN WIRELESS LANS	Chutima Prommak, Airisa Jantaweetip
		6	ESTIMATION OF BROADCAST PROBABILITY IN WIRELESS ADHOC NETWORKS	Bharadwaj Kadiyala, Sunitha V
		7	THEORETICAL ANALYSIS OF CAPACITIES IN DYNAMIC SPATIAL MULTIPLEXING MIMO SYSTEMS	Imen Sfaihi, Noureddine Hamdi
		8	FIBER OPTIC SENSORS	Bahareh Gholamzadeh, Hooman Nabovati
		9	INHIBITION KINETIC DETERMINATION OF TRACE AMOUNTS OF RUTHENIUM(III) BY THE SPECTROPHOTOMETRIC METHOD WITH RHODAMINE B IN MICELLAR MEDIUM	Mohsen Keyvanfard

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /10 : 00 – 12 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 12	**Assoc. prof. Pongchan Na-Lampang**	**1**	SEX DIFFERENCES IN THYROID GLAND STRUCTURE OF RABBITS	Parchami A., Fatahian Dehkordi RF.
		2	OLIVE LEAVES EXTRACT RESTORED THE ANTIOXIDANT PERTURBATIONS IN RED BLOOD CELLS HEMOLYSATE IN STREPTOZOTOCIN INDUCED DIABETIC RATS	Ismail I. Abo Ghanema, Kadry M. Sadek
		3	EFFECTS OF BEAK TRIMMING ON BEHAVIOR AND AGONISTIC ACTIVITY OF THAI NATIVE PULLETS RAISED IN FLOOR PENS	Pongchan Na-Lampang
		4	CHANGES İN BEHAVİOR AND LEARNİNG ABİLİTY OF RATS INTOXİCATED WİTH LEAD	Amira, A. Goma U. E. Mahrous
		5	THE EFFECTS OF GARLIC OIL (ALLIUM SATIVA), TURMERIC POWDER (CURCUMA LONGA LINN) AND MONENSIN ON TOTAL APPARENT DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS IN BALOOCHI LAMBS	Ahmad Khalesizadeh, Alireza Vakili, Mohsen Danesh Mesgaran, Reza Valizadeh
		6	TUBERCULIN, TETANUS IMMUNOGLOBULIN AND DPT VACCINE AS AN AVIAN IN VIVO T-LYMPHOCYTE MITOGENS	Ibrahim Mohammed Saeed Shnawa
		t	EMBRYO TRANSFER AS AN ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGY IN FARM ANIMALS	Diah Tri Widayati
		y	Effect of Polarization and Coherence of Optical Radiation on Sturgeon Sperm Motility	Nikolai V. Barulin, Vitaly Yu. Plavskii
		9	THE IMPACT OF COPPER AND ZINC DEFICIENCY ON MILK PRODUCTION PERFORMANCES OF INTENSIVELY GRAZED DAIRY COWS ON THE NORTH-EAST OF ROMANIA	Alina Anton, Gheorghe Solcan, Carmen Solcan

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /10 : 00 – 12 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 13	Gesine Hellwig	1	BREAST SKIN-LINE ESTIMATION AND BREAST SEGMENTATION IN MAMMOGRAMS USING FAST-MARCHING METHOD	Roshan Dharshana Yapa, Koichi Harada
		2	SCATTERER DENSITY IN EDGE AND COHERENCE ENHANCING NONLINEAR ANISOTROPIC DIFFUSION FOR MEDICAL ULTRASOUND SPECKLE REDUCTION	Ahmed Badawi J. Michael Johnson Mohamed Mahfouz
		3	T-WAVE DETECTION BASED ON AN ADJUSTED WAVELET TRANSFORM MODULUS MAXIMA	Samar Krimi, Kaïs Ouni, Noureddine Ellouze
		4	BRİDGİNG THE MENTAL GAP BETWEEN CONVOLUTİON APPROACH AND COMPARTMENTAL MODELİNG İN FUNCTİONAL IMAGİNG: TYPİCAL EMBEDDİNG OF AN OPEN TWO-COMPARTMENT MODEL İNTO THE SYSTEMS THEORY APPROACH OF INDİCATOR DİLUTİON THEORY	Gesine Hellwig
		5	ANALYSIS OF MEDICAL DATA USING DATA MINING AND FORMAL CONCEPT ANALYSIS	Anamika Gupta, Naveen Kumar, Vasudha Bhatnagar
		6	CASE BASED REASONING TECHNOLOGY FOR MEDICAL DIAGNOSIS	Abdel-Badeeh M. Salem
		7	DETECTION OF DIABETIC SYMPTOMS IN RETINA IMAGES USING ANALOG ALGORITHMS	Daniela Matei Radu Matei
		8	ARRIVING AT AN OPTIMUM VALUE OF TOLERANCE FACTOR FOR COMPRESSING MEDICAL IMAGES	Sumathi Poobal, G. Ravindran
		9	DATA MINING TECHNIQUES IN COMPUTER-AIDED DIAGNOSIS: NON-INVASIVE CANCER DETECTION	Florin Gorunescu

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /10: 00 – 12 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 14	**Dr. Achara Dholvitayakhun,**	**1**	A REVIEW ON APPLICATION OF CHITOSAN AS A NATURAL ANTIMICROBIAL	F. Nejati Hafdani, N. Sadeghinia
		2	NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT–A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY	Kiranmai S.Rai
		3	FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS	Sanae Kaewnopparat, Nattha Kaewnopparat
		4	ISOLATİON OF B-SİTOSTEROL DİARABİNOSİDE FROM RHİZOMES OF ALPİNİA GALANGA	N. K. Fuloria, S. Fuloria
		5	DATA MINING CLASSIFICATION METHODS APPLIED IN DRUG DESIGN	Mária Stachová, Lukáš Sobíšek
			SALBUTAMOL SULPHATE-ETHYLCELLULOSE TABLETTED MICROCAPSULES: PHARMACOKINETIC STUDY USING CONVOLUTION APPROACH	Ghulam Murtaza, Kalsoom Farzana
			ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ETHANOL EXTRACT FROM SOME THAI MEDICINAL PLANTS AGAINST CAMPYLOBACTER JEJUNI	Achara Dholvitayakhun, Nathanon Trachoo
		6	NEW SIMULTANEOUS HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHIC METHOD FOR DETERMINATION OF NSAIDS AND OPIOID ANALGESICS IN ADVANCED DRUG DELIVERY SYSTEMS AND HUMAN PLASMA	Asad Ullah Madni Mahmood Ahmad, Naveed Akhtar, Muhammad Usman
		7	EFFECT OF POLYVINYL PYRROLIDONE AND ETHYL CELLULOSE CONCENTRATION ON RELEASE PROFILE AND KINETICS OF GLIBENCLAMIDE EXTENDED RELEASE DOSAGE FORM SYSTEM	Amit Kumar Peeyush Sharma, Anil Bhandari

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I
Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

4 Haziran/ 4 June 2023 /10 : 00 – 12 : 00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 15	**Dr. Paul Osmond**	**1**	Assessing the Effects of Explosion Waves on Office and Residential Buildings	Mehran Pourgholi Amin Lotfi Eghlim
		2	Multipath Routing Sensor Network for Finding Crack in Metallic Structure Using Fuzzy Logic	Dulal Acharjee Punyaban Patel
		3	Advantages of Large Strands in Precast/Prestressed Concrete Highway Application	Amin Akhnoukh
		4	Torsion Behavior of Steel Fibered High Strength Self Compacting Concrete Beams Reinforced by GFRB Bars	Khaled S. Ragab Ahmed S. Eisa
		5	A Study on the Developing Method of the BIM (Building Information Modeling) Software Based On Cloud Computing Environment	Byung-Kon Kim
		6	Applications of Carbon Fibers Produced from Polyacrylonitrile Fibers	R. Eslami Farsani, R. Fazaeli
		7	The Establishment of Cause-System of Poor Construction Site Safety and Priority Analysis from Different Perspectives	Shirong Li, Xueping Xiang
		8	Application of “Streamlined” Material Accounting to Estimate Environmental Impact	Paul Osmond
		9	Lateral Torsional Buckling of Steel Thin-Walled Beams with Lateral Restraints	Ivan Balázs, Jindřich Melcher

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023 - IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 00 – 15 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 1	Doç. Dr. MEHMET ALİ GENÇ	1	SOCIAL AND POLITICAL POLICIES, EMIGRATION FLOWS AND 'HIGH SKILL WORKES DRAIN' IN ALBANIA: ALBANIAN YOUTH CASE STUDY	Ph.D. Ramiola KALEMI Ph.D. Matilda LIKAJ
		2	TESTOSTERON KULLANIMININ SES DEĞİŞİMİ VE VOKAL PERFORMANS ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, EKİN VERTOP Prof. Dr., ALAATTİN CANBAY
		3	TÜRK MÜZİĞİ SOLFEJ VE NAZARİYAT EĞİTİMİ ÜZERİNE YAPILMIŞ AKADEMİK ÇALIŞMALAR	Res. Assist. Çisil ÖZYAMAN Prof. Dr. Zeki NACAKCI
		4	ÇOCUKLARIN (0-6 YAŞ DÖNEMİ) DİN ve AHLAK EĞİTİMİNDE AİLE	Yüksek Lisans Öğrencisi, Erhan ONBAŞI Prof.Dr. Saadettin ÖZDEMİR
		5	GÖRSEL SANATLARDA ÖZEL YETENEKLİ BİREYLERİN SANAT UYGULAMALARINDA BİÇİM DİLİ	Doç. Dr. MEHMET ALİ GENÇ
		6	ÖZEL YETENEK EĞİTİMİ İÇİN GÖRSEL SANATLAR ALANI ÖĞRENCİ SEÇİMİNE YÖNELİK ELEŞTİREL BİR BAKIŞ	Doç. Dr. MEHMET ALİ GENÇ
		7	ÖZEL EĞİTİMDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI VE ETİK SORUNLAR	NİHAL ŞEN
		8	ÖZEL EĞİTİMDE YAPAY ZEKA VE ETİK	NİHAL ŞEN

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II
Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 00 – 15 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 2	Doç. Dr., FUNDA ÇOBAN	1	PERCEPTIONS OF LOCAL PEOPLE TOWARDS THE CONCEPT OF 'TOURISM' IN ARCHAEOLOGICAL SITES: THE CASE OF GÜLAĞAÇ	Yasin GÜNDEN, Ph. D. Burcu GÜNDEN, Ph. D. Candidate
		2	TARİHİ YAPILARIN TURİZM ROTASI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: NİĞDE İLİ ÖRNEĞİ	Doktora Öğrencisi Fatih AYDEMİR Doç. Dr. Ebru KEMER
		3	KAMUSAL MEKÂNLARDA VANDALİZM ETKİLERİ VE ÖNLEME YÖNTEMLERİ: ABBASAĞA PARKI ÖRNEĞİ	MEHTAP TEKİN Prof. Dr. NİLGÜN ÇOLPAN ERKAN
		4	DIGITALIZATION IN LOCAL GOVERNMENTS: E-MUNICIPALITY	Mehmet YILDIZ Prof. Dr. Erhan GÜMÜŞ
		5	SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE KONUT: TÜRKİYE İÇİN BİR İNCELEME	Dr. Öğr. Gör. Fehime GÜNBEGİ
		6	2023 TÜRKİYE GENEL SEÇİMLERİNDE "ALTILI MASA'NIN ORTAK" EĞİTİM POLİTİKALARI: MUTABAKAT METNİ İLE PARTİ PROGRAMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	İrem Derya, Mecit Yunus Öztürk, Murat Yardımcı Dr. Öğr. Üyesi Ebru Eren
		7	BÜYÜK PETRO, STALİN, PUTİN: RUS DEVLET GELENEĞİNDE DEVAMLILIKLAR	Doç. Dr., FUNDA ÇOBAN

		8	FRANCE'S INTERVENTION ON IVORY COAST (2002 – 2011): A CASE OF NEO-COLONIALISM?	Mohamed Mahfouz Akadiry Nzamba

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 00 – 15 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 3	Öğr. Gör. Dr. MEHMET SARIKAYA	1	FİTNESS EGZERSİZİ YAPAN BİREYLERİN FİZİKSEL AKTİVİTEYE KARŞI TUTUMLARI İLE SERBEST ZAMAN TATMİN DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Oğulcan KURU İsa SAĞIROĞLU
		2	REKREATİF SERBEST ZAMAN ETKİNLİKLERİNE KATILIMI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ (Gençlerin Üniversite Eğitim Sürecinde Yaşam Kalitesi)	Doç.Dr. Müberra ÇELEBİ Doç.Dr.Işıl Aktağ Selim SUNMAN Batuhan KILIÇASLAN Muhammed ÇELEBİ
		3	INVESTIGATION OF VIOLENT BEHAVIOR FREQUENCIES OF INDIVIDUALS ENGAGED IN COMBAT SPORTS AND OTHER SPORTS	Dr.Öğr.Üyesi, Alparslan Gazi AYKIN Lisans Öğrencisi, Hasan DEMİR Lisans Öğrencisi, Süleyman ALTIN
		4	INVESTIGATION OF EMOTIONAL INTELLIGENCE LEVELS OF ELITE YOUTH FOOTBALL PLAYERS IN TERMS OF SOME VARIABLES	Res. Asst. HAKKI MOR Asst. Prof. ŞABAN ÜNVER Prof. TÜLİN ATAN
		5	ANTRENÖRLERİN KARDİYOVASKÜLER HASTALIKLAR RİSK FAKTÖRLERİ BİLGİ DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ	Öğr. Gör. Dr. MEHMET SARIKAYA

		6	COMPARISON OF HEAD AND SHOULDER POSTURES OF TABLE TENNIS ATHLETES WITH SEDENTARY INDIVIDUALS	Ebrar Rana BARDAKÇI Aleyna GÖKDENİZ PT, Akile Damla ÇALIŞKAN PT, MSc , Gamze ÇOBANOĞLU PT, PhD, Prof, Nevin A. GÜZEL

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023 - IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 00 – 15 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 4	Prof. Dr. Hikmet yeter ÇOĞUN	1	APPLICATION OF ORGANIC FERTILIZERS FOR VEGETABLE PRODUCTION: A KEY ROLE IN MAINTAINING SOIL HEALTH AND PRODUCTIVITY	Assist. Prof. Dr. K.R.Padma K.R.Don
		2	AÇIK KALP AMELİYATLARI SONRASINDA GELİŞEN STERNAL DEHİSSENS OLGULARININ TİTANYUM PLAK İLE TEDAVİSİNDE ERKEN VE ORTA DÖNEM SONUÇLARIMIZ	DOÇ. DR. KAPTANIDERYA TAYFUR
		3	A RARE CASE: LOW GRADE APPENDIX MUCINOUS NEOPLASIA	Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Alperen AVCI Op. Dr. Kürşat YEMEZ
		4	ASSOCIATION BETWEEN PDYN VNTR POLYMORPHISM AND IMPULSIVITY IN METHAMPHETAMINE USERS AND HEROIN-METHAMPHETAMINE CO-USERS	Merve Ak Doç. Dr. Dilek Kaya-Akyüzlü Gizem Özer Dr. Öğr. Üyesi, Selin Özkan Kotiloğlu Uzm. Dr. Mustafa Danışman
		5	HASTANE ENFEKSİYONLARININ YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDEKİ HASTALARIN YATIŞ SÜRESİ VE MORTALİTE ÜZERİNE ETKİSİ	YL Öğrencisi BETÜL SARI Doç. Dr. POLAT TUNÇER

		6	DİSLEKSİNİN DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ VE LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	Araş. Gör. Dr. BARIŞ ERGÜL Prof. Dr. ARZU ALTIN YAVUZ
		7	STRES VE ANKSİYETE ARASINDAKİ İLİŞKİNİN SAĞLAM REGRESYON YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ	Araş. Gör. Dr. BARIŞ ERGÜL Prof. Dr. ARZU ALTIN YAVUZ
		8	DİYABET VE BEYİNDE FİZYOLOJİK HASARLAR	Deniz AYBACI Prof. Dr. Hikmet yeter ÇOĞUN
		9	MİTOKONDRİLERİN YAŞLANMA FİZYOLOJİLERİNE ETKİLERİ	Soniya Ebrahimi Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN
		10	DERİN ÖĞRENME MODELLERİYLE KALP YETMEZLİĞİ TAHMİNİ	Dr. Öğr. Üyesi, TALHA BURAK ALAKUŞ
		11	MANTAR ZEHİRLENMELERİ	Dr.Öğr.Üyesi Fatih KUTLUER

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023 - IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 00 – 15 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 5	Dr. Öğr. Üyesi Abdurrahman Yunus SARIYILDIZ	1	HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN DİYABET RİSK DÜZEYİ VE İLİŞKİLİ FAKTÖRLER	Dr. Ö. Üyesi HAFİZE ÖZDEMİR ALKANAT Doç. Dr. GÜLSÜM NİHAL ÇÜRÜK
		2	PANDEMİ DÖNEMİNDE SİSTEMİK ETKİLİ İMMÜNSUPRESİF ve İMMUNMODÜLATÖR TEDAVİ ALAN HASTALARDA COVID-19 FOBİSİ	Dr. Ö. Üyesi HAFİZE ÖZDEMİR ALKANAT Dr. Ö. Üyesi SEVGİ KULAKLI Dr. Ö. Üyesi NURÇE ÇİLESİZOĞLU YAVUZ
		3	KRİZ DÖNEMLERİNDE SAĞLIK ÇALIŞANLARINDA PERFORMANS YÖNETİMİ	Dr. Öğr. Üyesi Abdurrahman Yunus SARIYILDIZ
		4	DEPREM BÖLGESİNDE HALK SAĞLIĞI HEMŞİRESİNİN ROL VE SORUMLULUKLARI	Öğr. Gör. Dr, Müjde KERKEZ Dr. Öğr. Üyesi, Canan BİRİMOĞLU OKUYAN
		5	YAŞLI BİREYLERDE YAŞAM KALİTESİ, UMUT VE HEMŞİRENİN ROLÜ	Öğr. Gör. Dr, Müjde KERKEZ Dr. Öğr. Üyesi, Canan BİRİMOĞLU OKUYAN
		6	BIBLIOGRAPHIC ANALYSIS OF PHYSIOPATHOLOGICAL PATHWAYS RELATED TO DEPRESSION IN FORCED SWIMMING TEST WITH VOSVIEWER PROGRAM	Dr, Hasan Çalışkan
		7	KAHKAHA YOGASININ KADIN SAĞLIĞINDA KULLANIMI	Arş.Gör.Dr., ÖZGE TOPSAKAL
		8	FERTİLİTEYİ DESTEKLEMEDE KAHKAHA YOGASININ KULLANIMI	Arş.Gör.Dr., ÖZGE TOPSAKAL
		9	GENÇ KIZ VE ERKEK TAEKWONDOCULARIN ALT EKSTREMİTE FONKSİYONEL PERFORMANSLARI İLE DENGELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	Araştırmacı, BURCU AKTAŞ Doç. Dr. ALİ KERİM YILMAZ

		10	TRANSLOKATÖR PROTEİNİN BÜYÜK ENFARKT ALANINA SAHİP İSKEMİK İNME HASTALARININ TANI VE PROGNOZUNDAKİ ETKİNLİĞİ	Peray AYHAN Prof. Dr. Bahattin AVCI Öğr. Gör. Murat POLAT

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 00 – 15 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 6	Dr. Öğr. Üyesi Funda ÖZDEMİR DEĞİRMENCİ	1	INFERRING THE PHYLOGENETIC RELATIONSHIPS OF FOUR FABACEAE SPECIES USING RBCL GENE	Dr. Öğr. Üyesi Funda ÖZDEMİR DEĞİRMENCİ
		2	VEGETABLE CULTİVATİON İN URBAN AGRİCULTURAL PRACTİCES	PhD Student. Muhammed Loay ALİ Assoc. Prof. Dr. Sevinç BAŞAY
		3	PEYZAJ GENETİĞİ ÇALIŞMALARININ WOS TABANLI ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ	Betül Hümeyra ÇELİK Prof. Dr. Murat ZENCİRKIRAN
		4	FARKLI KONSANTRASYONLARDAKİ ZnO NANOPARTİKÜLÜNÜN SOYA (GLYCİNE MAX (L.) MERR.) BİTKİSİNİN ÇİMLENME VE KÖK UZUNLUĞU ÜZERİNE OLAN ETKİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, BURCU AKBAY Dr. Öğr. Üyesi, F. SEVİL YALÇIN
		5	PHILOSOPHY OF MINIMALISM IN ECOLOGY ORIENTED APPROACH	Öğr. Gör. Dr. Ahmet Erkan METİN
		6	ÇEŞİTLİ KATKI MADDELERİNİN ODUN PLASTİK KOMPOZİTLERİN YAŞLANMA ÖZELLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ	BÜŞRA AVCI Prof. Dr. FATİH MENGELOĞLU
		7	BUĞDAY SAPLARININ YALITIM AMAÇLI SANDVİÇ PANEL ÜRETİMİNDE KULLANILMASI ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR	Y. Müh. Fatma BOZKURT YALÇINKAYA Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU

		8	MOLECULAR IDENTIFICATION OF MORPHOLOGICALLY CLOSE WHEAT SPECIES BASED ON D GENOME	Dr. Öğr. Üyesi ASİYE ULUĞ

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 00 – 15 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 7	Assoc. Prof. Dr. ENGİN ERBAYRAK	1	FIREFIGHTING PUMP TEST SECTION DESIGN COMPLYING WITH EN-1028-A1 STANDARDS	Asst. Prof. SAHIN GUNGOR
		2	IMPLEMENTATION OF FINITE ELEMENT ANALYSES OF THE DOUBLE LEVER CRANE MECHANISM	Assoc. Prof. Dr. ENGİN ERBAYRAK
		3	EXPERIMENTAL OPTIMIZATION OF MINIMUM LUBRICATION METHOD IN HARD TURNING	Undergraduate Student Miraç DEMİRHAN Assoc. Prof. Dr. Fuat KARA
		4	ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜLLERİNİN TİLİA EKSTRAKTI KULLANILARAK BİYOLOJİK SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU	Yüksek Metalurji ve Malzeme Mühendisi Mine KIKBINAR Arş Gör. Erhan İBRAHİMOĞLU Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN
		5	BASINÇSIZ SİNTERLEME İLE ATIK MALZEMELERDEN CAM SERAMİK ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU	Yüksek Metalurji ve Malzeme Mühendisi Mine KIKBINAR Arş Gör. Erhan İBRAHİMOĞLU Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN
		6	BİYOUYUMLU GÖZENEKLİ APATİT-WOLLASTONİT CAM SERAMİKLERİN GELİŞTİRİLMESİ	Arş. Gör. Erhan İBRAHİMOĞLU Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN Prof. Dr. Zafer TATLI
		7	Mo KATKILI Si 3 N 4 :ZnO/p-Si MIS YAPILARININ ELEKTRİKSEL PERFORMANSININ İNCELENMESİ	Arş. Gör. Erhan İBRAHİMOĞLU Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN Prof. Dr. Zafer TATLI

		8	POMZA MİNERALİNİN ÖZELLİKLERİ VE POTANSİYEL BİYOMÜHENDİSLİK UYGULAMALARI	Dr. Öğr. Üyesi FATMA ZEHRA KOÇAK İREM NUR ERKAN SÜMEYRA USLU Dr. Öğr. Üyesi, Nilüfer KÜÇÜKDEVECİ
		9	SOĞUTUCU BORU İMALATINDA KULLANILAN MALZEMELER VE MEKANIK ÖZELLIKLERI	Emre GÜLGEN Recep Onur UZUN
		10	OPTIMIZATION OF TURNING PARAMETERS AND INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MINIMUM LUBRICATION TECHNIQUE IN MACHINING OF MOLD STEEL PROCESSING	Undergraduate Student Ethem KAYAALP Assoc. Prof. Dr. Fuat KARA

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – II **Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523**				
4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 30 – 15 : 30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 8	Jiří Barta	1	HYBRID CONTROL OF NETWORKED MULTI-VEHICLE SYSTEM CONSIDERING LIMITATION OF COMMUNICATION RANGE	Toru Murayama, Akinori Nagano, Zhi-Wei Luo
		2	SPREAD SPECTRUM IMAGE WATERMARKING FOR SECURED MULTIMEDIA DATA	Tirtha S. Das, Ayan K. Sau, Subir K. Sarkar
		3	AN APPROACH TO SECURE MOBILE AGENT COMMUNICATION IN MULTI-AGENT SYSTEMS	Olumide Simeon Ogunnusi, Shukor Abd Razak, Michael Kolade Adu
		4	IMPACT OF ELECTRONIC GUEST RELATIONSHIP MANAGEMENT (E-GRM) ON BRAND LOYALTY: THE CASE OF CROATIAN HOTELS	Marina Laškarin, Vlado Galičić
		5	EFFECTIVE RELAY COMMUNICATION FOR SCALABLE VIDEO TRANSMISSION	Jung Ah Park, Zhijie Zhao, Doug Young Suh, Joern Ostermann
		6	ANALYSIS AND DESIGN OF SECURITY ORIENTED COMMUNICATION SYSTEM	Jiří Barta
		7	INTRABODY COMMUNICATION USING DIFFERENT GROUND CONFIGURATIONS IN DIGITAL DOOR LOCK	Daewook Kim, Gilwon Yoon
		8		

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 30 – 15 : 30Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 9	Prof. Dr. Vladimíra Hornáčková	1	WEST AFRICAN ISLAMIC CIVILIZATION: SOKOTO CALIPHATE AND SCIENCE EDUCATION	Dr. Hassan Attahiru Gwandu
		2	TEACHERS' PERCEPTIONS OF THE NEGATIVE IMPACT OF TOBEPHOBIA ON THEIR EMOTIONS AND JOB SATISFACTION	Phd. Prakash Singh
		3	KNOWLEDGE MANAGEMENT AS TOOL FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM IMPLEMENTATION IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS	Natalia Marulanda Grisales
		4	UNDERGRADUATES LEARNING PREFERENCES: A COMPARISON OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIAL SCIENCE ACADEMIC DISCIPLINES IN RELATIONS TO TEACHING DESIGNS AND STRATEGIES	Salina Budin Assoc. Prof. Shaira Ismail
		5	INQUIRY ON THE IMPROVEMENT TEACHING QUALITY IN THE CLASSROOM WITH META-TEACHING SKILLS	Shahlan Surat Saemah Rahman Saadiah Kummin
		6	THE NEW EDUCATORS: THE REASONS FOR SAUDI ARABIA TO INVEST MORE IN STUDENT COUNSELING PROGRAMS	TURKI Afffralotaibi
		7	THE IMPACT OF DRAMA EDUCATION ON CREATIVITY DEVELOPMENT AT PRESCHOOL CHILDREN	Prof. Dr. Vladimíra Hornáčková
		8	IDEAL SCHOOL OF THE FUTURE FROM THE PARENTS´ VIEW: QUANTITATIVE RESEARCH OF FACULTY OF EDUCATION OF THE UNIVERSITY OF HRADEC KRÁLOVÉ	Yveta Pohnětalová

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 30 – 15 : 30Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 10	Assis. Prof. Ahmed Usman Egye	1	TOM STOPPARD: THE AMORALITY OF THE ARTIST	Majeed Mohammed Midhin Clare Finburgh
		2	ASSESSMENT ON COMMUNICATION STUDENTS' INTERNSHIP PERFORMANCES FROM THE EMPLOYERS' PERSPECTIVE	Yesuselvi Manickam Prof. Dr. Tan Soon Chin
		3	ANALYSIS OF POVERTY REDUCTION STRATEGIES AS MECHANISM FOR DEVELOPMENT IN NIGERIA FROM 1999-2019	Assis. Prof. Ahmed Usman Egye Assoc. Prof. Dr. Hamza Muhammad
		4	ANALYSIS OF STELES WITH LIBYAN INSCRIPTIONS OF GRANDE KABYLIA, ALGERIA	Samia Ait Ali Yahia
		5	SOCIAL WORK PRACTICE TO LABOUR WELFARE: A PROPOSED MODEL OF FIELD WORK PRACTICUM AND ROLE OF SOCIAL WORKER IN INDIA	Prof. Dr. Naeem Ahmed
		6	ADOPTION AND DIFFUSION OF E-GOVERNMENT SERVICES IN INDIA: THE IMPACT OF USER DEMOGRAPHICS AND SERVICE QUALITY	Sayantan Khanra Rojers P. Joseph
		7	FROM VICTIM TO ETHICAL AGENT: OSCAR WILDE'S THE BALLAD OF READING GAOL AS POST-TRAUMATIC WRITING	Mona Salah El-Din Hassanein
		8	TOM STOPPARD: THE AMORALITY OF THE ARTIST	Majeed Mohammed Midhin Clare Finburgh

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 30 – 15 : 30Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 11	Assoc. Prof. Dr. Ngono Mindzeng Terencia	1	COGNITIVE BEHAVIOUR THERAPY TO TREAT SOCIAL ANXIETY DISORDER: A PSYCHOLOGY CASE	Dr. Yasmin Binti Othman Mydin Assis. Prof. Mohd. Fadzillah Abdul Razak
		2	SERIOUS GAME FOR AUTISM CHILDREN: REVIEW OF LITERATURE	Helmi Adly Mohd Noor Faaizah Shahbodin Naim Che Pee
		3	IMPACT OF PERSONALITY AND LONELINESS ON LIFE: ROLE OF ONLINE FLOW EXPERIENCES	Asmita Shukla Soma Parija
		4	DYNAMIC OF AGGRESSIVE BEHAVIOR AT THE CONTEXT OF REFLECTIVE PROCESS	Prof. Dr. Elena Chernyshkova
		5	HOW DOES PSYCHOANALYSIS HELP IN RECONSTRUCTING POLITICAL THOUGHT? AN EXERCISE OF INTERPRETATION	Lecture Subramaniam Chandran
		6	ALIGNING IS DEVELOPMENT WITH USERS- WORK HABITS	Abbas Moshref Razavi Rodina Ahmad
		7	COMMUNITY BASED TOURISM AND DEVELOPMENT IN THIRD WORLD COUNTRIES: THE CASE OF THE BAMILEKE REGION OF CAMEROON	Assoc. Prof. Dr. Ngono Mindzeng Terencia
		8	CAREER COUNSELING PROGRAM FOR THE PSYCHOLOGICAL WELL-BEING OF FRESHMEN UNIVERSITY STUDENTS	Dr. Sheila Marie G. Hocson

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 30 – 15 : 30Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 12	Prof. Dr. Yen Chung-Ruey	1	ISOLATION AND IDENTIFICATION OF DIACYLGLYCEROL ACYLTRANSFERASE TYPE- 2 (GAT2) GENES FROM THREE EGYPTIAN OLIVE CULTIVARS	Yahia I. Mohamed Ahmed I. Marzouk Mohamed A. Yacout
		2	EFFECT OF VARIOUS POLLEN SOURCES TO ABILITY FRUIT SET AND QUALITY IN 'LONG RED B' WAX APPLE	Dr. Nguyen Minh Tuan prof. Dr. Yen Chung-Ruey
		3	ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON NANOTUBE BASED SUPERCAPACITOR	Jafar Khan Kasi Ajab Khan Kasi Muzamil Bokhari
		4	INHIBITORY EFFECT OF HELICHRYSUM ARENARIUM ESSENTIAL OIL ON THE GROWTH OF FOOD CONTAMINATED MICROORGANISMS	Assoc. prof. Dr. Ali Mohamadi Sani
		5	STATISTICAL MODELING FOR PERMEABILIZATION OF A NOVEL YEAST ISOLATE FOR B-GALACTOSIDASE ACTIVITY USING ORGANIC SOLVENTS	Shweta Kumari Parmjit S. Panesar Manab B. Bera
		6	ISOLATION AND IDENTIFICATION FIBRINOLYTIC PROTEASE ENDOPHYTIC FUNGI FROM HIBISCUS LEAVES IN SHAH ALAM	Mohd Sidek Ahmad Zainon Mohd Noor Zaidah Zainal Ariffin
		7	INFLUENCE OF THE FIELD TYPE (MOUNTAIN AND PLAIN) ON THE CUPRIC STATUS OF LAMBS	lecture Mouna Mallem, Assis. Prof. Dr. Majid Tlidjane
		8		

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II
Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 30 – 15 : 30Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 13	Dr. Yoko Namekata	1	A STUDY OF GENERAL ATTACKS ON ELLIPTIC CURVE DISCRETE LOGARITHM PROBLEM OVER PRIME FIELD AND BINARY FIELD	Tun Myat Aung Ni Ni Hla
		2	INTEGRATED ACOR/IACOMV-R-SVM ALGORITHM	Hiba Basim Alwan Ku Ruhana Ku-Mahamud
		3	SOLAR-INDUCTED CLUSTER HEAD RELOCATION ALGORITHM	Assis. Prof. Dr. Goran Djukanovic Prof. Dr. Goran Popovic
		4	AUTOMATED JAVA TESTING: JUNIT VERSUS ASPECTJ	Manish Jain, Dinesh Gopalani
		5	EFFECT OF MODIFICATION AND EXPANSION ON EMERGENCE OF COOPERATION IN DEMOGRAPHIC MULTI-LEVEL DONOR-RECIPIENT GAME	Tsuneyuki Namekata Yoko Namekata
		6	EFFECT OF MODIFICATION AND EXPANSION ON EMERGENCE OF COOPERATION IN DEMOGRAPHIC MULTI-LEVEL DONOR-RECIPIENT GAME	Dr. Tsuneyuki Namekata Dr. Yoko Namekata
		7	MODELING AND ANALYZING THE WAP CLASS 2 WIRELESS TRANSACTION PROTOCOL USING EVENT-B	Phd. Can. Rajaa Filali Assoc. Prof. Mohamed Bouhdadi
		8		

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 30 – 15 : 30Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 14	Assoc. Prof. Dr. Sanjeev Kumar	1	A COMPACT VIA-LESS ULTRA-WIDEBAND MICROSTRIP FILTER BY UTILIZING OPEN-CIRCUIT QUARTER WAVELENGTH STUBS	Muhammad Yasir Wadood Fatemeh Babaeian
		2	RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATOR BASED LOCALIZATION OF BLUETOOTH DEVICES USING TRILATERATION: AN IMPROVED METHOD FOR THE VISUALLY IMPAIRED PEOPLE	Muhammad Irfan Aziz Thomas Owens Uzair Khaleeq Uz Zaman
		3	12X12 MIMO TERMINAL ANTENNAS COVERING THE WHOLE LTE AND WIFI SPECTRUM	Mohamed Sanad Noha Hassan
		4	DEVELOPMENT OF MAINTENANCE SCHEDULE AND ROOT CAUSE ANALYSIS BASED ON COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM FOR A FERTILIZER PLANT	Assoc. Prof. Dr. Sanjeev Kumar
		5	AGENT/GROUP/ROLE ORGANIZATIONAL MODEL TO SIMULATE AN INDUSTRIAL CONTROL SYSTEM	Noureddine Seddari Assoc. Prof. Mohamed Belaoued Assis. Prof. Dr. Salah Bougueroua
		6	OPTIMIZING LOGISTICS FOR COURIER ORGANIZATIONS WITH CONSIDERATIONS OF CONGESTIONS AND PICKUPS: A COURIER DELIVERY SYSTEM IN AMMAN AS CASE STUDY	Nader A. Al Theeb Zaid Abu Manneh Ibrahim Al-Qadi
		7	REVISED TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL FRAMEWORK FOR M-COMMERCE ADOPTION	Prof. Dr. Manish Gupta
		8		

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – II **Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523**				
4 Haziran/ 4 June 2023 /13 : 30 – 15 : 30Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 15	Assoc. Prof. Dr. Maria Lubomira Kubica	1	THE PORTUGUESE FRAMEWORK OF THE PROFESSIONAL INTERNSHIP WITHOUT PUBLIC FUNDS	Ana Lambelho
		2	ORIGINS OF STRICT LIABILITY FOR ABNORMALLY DANGEROUS ACTIVITIES IN THE UNITED STATES, RYLANDS V. FLETCHER AND A GENERAL CLAUSE OF STRICT LIABILITY IN THE UK	Assoc. Prof. Dr. Maria Lubomira Kubica
		3	PRIVACY VS. NATIONAL SECURITY: WHERE DO WE DRAW THE LINE	Nooraneda Mutalip Laidey
		4	THE ROLE OF EUROPEAN UNION IN GLOBAL GOVERNANCE	Prof. Dr. Yrfet Shkreli
		5	CONTROLLING YOUTHS PARTICIPATION IN POLITICS IN SOKOTO STATE: A CONSTRUCTIVE INCLUSIVENESS FOR GOOD GOVERNANCE IN NIGERIA	Lecture Umar Ubandawaki
		6	JUDICIAL INSTITUTIONS IN A POST-CONFLICT SOCIETY: GAINING LEGITIMACY THROUGH A HOLISTIC REFORM	Abdul Salim Amin
		7	MILITARY COURT'S JURISDICTION OVER MILITARY MEMBERS WHO COMMIT GENERAL CRIMES UNDER INDONESIAN MILITARY JUDICIARY SYSTEM IN COMPARISON WITH OTHER COUNTRIES	Assoc. Prof. Dr. Dini Dewi Heniarti
		8	CLOSED WILL IN RUSSIAN CIVIL LAW: SPECIFIC ASPECTS	Dr. Farida Buniatova

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – III
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 00 – 18 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 1	Assist. Prof. Dr., Serkan Yaşar ERDİNÇ	1	EFFICIENT PHOTOVOLTAIC PANEL CLEANING USING ELECTRIC WIND TECHNOLOGY	Bendaoudi Zeid Namoune abdelhadi Kadous Nezha Yassine Bellebna Tilmatine Amar
		2	REVIEW OF COMPUTER TOOLS TO ANALYZE THE FEASIBILITY STUDIES OF VARIOUS RENEWABLE ENERGY SOURCES	Hasan Hüseyin ÇOBAN Furkan YILMAZ
		3	ANTHROPOGENIC POLLUTION: ACID MINING DRAINAGE	Assist. Prof. Dr. Nil YAPICI,
		4	THE IMPACT OF ‘’DIGITALIZATION’’ ON CREATIVE DESIGN THINKING IN ARCHITECTURE: APPROACHES, METHODS AND TOOLS	Assist. Prof. Dr., Ürün BİÇER Assist. Prof. Dr., Serkan Yaşar ERDİNÇ
		5	YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ DEPREM ALGILAMA VE ANLIK MÜDAHALE SİSTEMLERİ	Said ÖZDEMİR Dr. Öğr. Üyesi Derya PEKER Dr. Öğr. Üyesi Mehmet PEKER
		6	YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ARASINDA GÜNEŞ ENERJİSİNİN ÖNEMİ	Said ÖZDEMİR Dr. Öğr. Üyesi Derya PEKER Dr. Öğr. Üyesi Mehmet PEKER
		7	YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KONUT KİRA TAHMİNİ	Ece CEYHAN Bahri HATİP Doç. Dr. Tülay KORKUSUZ POLAT
		8	ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ	Elif Sena ERGÜN Doç. Dr. Tülay KORKUSUZ POLAT

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – III
Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 00 – 18 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 2	Dr. Öğr. Üyesi Funda AKAR	1	3 SERBESTLİK DERECELİ STEWART PLATFORMUNUN PARÇACIK SÜRÜ OPTİMİZASYON TEKNİĞİ İLE KİNEMATİK ANALİZLERİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ	Öğr. Gör. Dr. Beytullah BOZALİ Sebilenur TANAYDIN Rabia KAYMAK
		2	PLAKA TANIMA VE YÜZ TANIMA ENTEGRASYONU İLE OTOMATİK GÜVENLİK GİRİŞ KONTROL SİSTEMİ	Dr. Öğr. Üyesi Funda AKAR Berk GÜR Eren HAZİNE Batuhan BALI
		3	AN OVERVIEW OF THE POLLUTION PARAMETERS OF DENIM FABRIC PRODUCTION WASTEWATER AND APPLIED TECHNOLOGIES FOR REMEDY	Hayri ŞEN Muhammed ALHİLEL Nilgün BECENEN
		4	INDIVIDUALS WORKING IN TEXTILE SALES STORES IN EDİRNE PROVIDED THE PARTICIPATION OF INDIVIDUALS IN RECREATIVE ACTIVITIES	Hayri ŞEN İsa SAĞIROĞLU
		5	NANOTEKNOLOJİNİN ENERJİ VE BİYOLOJİK ETMENLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	Lisans Öğrencisi Gürol Gürkan GÜLBİTTİ Dr. Öğr. Üyesi Derya PEKER Dr. Öğr. Üyesi Mehmet PEKER
			CHANGES OF IMPORT AND EXPORT BALANCE IN THE EUROPEAN TROUT MARKET DURING THE COVID-19 PANDEMIC	Assist.Prof.Dr., ÜMÜT YİĞİT

		6	YAPAY ZEKANIN YENİLENEBİLİR ENERJİDEKİ ROLÜ	Lisans Öğrencisi Gürol Gürkan GÜLBİTTİ Dr. Öğr. Üyesi Derya PEKER Dr. Öğr. Üyesi Mehmet PEKER

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023 - IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – III
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 00 – 18 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 3	Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa YEĞİN	1	THE EVALUATION OF WOODY LANDSCAPE PLANTS IN ANKARA ALTINPARK IN TERMS OF AESTHETIC PROPERTIES	Öğr. Gör. Ali Cem Sönmez Prof. Dr. Murat Zencirkıran
		2	THE ESPALIER: DECORATIVE DESIGN OF LANDSCAPE PLANTS	Graduate Student. Çağla KORKMAZ Assoc. Prof. Dr. Nilüfer SEYİDOĞLU AKDENİZ
		3	THE FEBRUARY 6, 2023, KAHRAMANMARAS-TURKIYE EARTHQUAKES: SEISMO-TECTONIC EVALUATIONS AND EFFECTS ON REINFORCED CONCRETE BUILDINGS	Asst. Prof. Dr. Adnan Kiral Asst. Prof. Dr. Zeliha Tonyali
		4	USING THE CONCEPT OF “WEAKENING AND VISCOUS DAMPING” FOR RETROFTTING OF A STRUCTURE	Asst. Prof. Dr. Adnan Kiral Asst. Prof. Dr. Ali Gurbuz Prof. Dr. Ilker Ustabas
		5	SAHTE SÜNEK DAVRANIŞA SAHİP AHŞAP ÇEKİRDEKLİ CAM LİF TAKVİYELİ POLİMER SARGILI HİBRİT DONATILARIN GELİŞTİRİLMESİ	Doç. Dr. BOĞAÇHAN BAŞARAN Dr. Öğr. Üyesi ERKAN TÜRKMEN DÖNMEZ
		6	EĞİTİM YAPILARINDA MOBİLYA ERGONOMİSİ: SİSTEMATİK BİR İNCELEME	Arş. Gör. BEYZA NUR ÇALIŞKAN, Doç. Dr. YAVUZ ARAT
		7	EĞİTİM YAPISI TASARIMINDA ETKEN ÇEVRESEL FAKTÖRLERE YÖNELİK SİSTEMATİK BİR İNCELEME	Arş. Gör. BEYZA NUR ÇALIŞKAN Doç. Dr. HATİCE DERYA ARSLAN

		8	PRIVACY AND SPACE IN TRADITIONAL DIVRIGI HOUSING: A CULTURAL ASSESSMENT	Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa YEĞİN
		9	DİVRİĞİ TARİHİ KENT DOKUSU VE KÜLTÜREL KİMLİK: ABDULLAH PAŞA KONAĞI REKONSTRÜKSİYONUNUN ETKİLERİ	Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa YEĞİN

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – III
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 00 – 18 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 4	Doç.Dr. Ali İmran VAİZOĞULLAR,	1	PLATİN, PLATİN-NİKEL BİMETALİK KATALİZÖR DESTEK MALZEMESİ OLARAK POLİTİYOFENİN METANOL OKSİDASYON PERFORMANSININ İNCELENMESİ	Yağmur DUMLU Ömer Furkan COŞKUN Prof. Dr. Evrim HÜR
		2	MAGNETİK NANO PARTİKÜL KULLANILARAK BRILLIANT BLUE BOYAR MADDESİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ VE UV-VİS SPEKTROFOTOMETRE İLE TAYİNİ	Muhammet Enes BAYRAM Fatma ULUSAL Nalan ÖZDEMİR Aslıhan UZUN
		3	EFFECT OF Ag ON PHOTOCATALYTIC DEGRADATION PERFORMANCE OF COWO 4 : PREPARATİON, CHARACTERİZATION AND PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF 2,6 DICHOLOROPHENOL UNDER UV LİGHT IRRADIATION	Doç.Dr. Ali İmran VAİZOĞULLAR, Prof.Dr. Mehmet UĞURLU, Huseyn OSMAN
		4	ELEKTROOKSİDASYON YÖNTEMİYLE SULU ÇÖZELTİDEN FLUMEKUİN GİDERİMİ VE CCD-RSM MODELİ İLE OPTİMİZASYONU	Hüseyn OSMAN Gonca ERTÜRK Doç.Dr Ali İmran VAİZOĞULLAR Prof.Dr. Mehmet UĞURLU
		5	KEMOMETRİK HESAPLAMALARDA VERİ MADECİĞİ KULLANIMI	Gonca Ertürk Hüseyn Osman Prof.Dr. Mehmet Uğurlu Doç.Dr. Oğuz Akpolat

		6	SODYUM PERBORATE ($NaBO_3 .H_2 O.3H_2 O$) KULLANILARAK ZEYTIN KARASUYUNDAN LIGNIN GIDERIMI	Hüseyn OSMAN, Gonca ERTÜRK, Prof.Dr. Mehmet UĞURLU Doç.Dr Oğuz AKPOLAT, Doç.Dr Ali İmran VAİZOĞULLAR,

Bildiri Sunumları / Presentation Session – III
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 00 – 18 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 5	Assoc. Prof. Dr. M. Fırat BARAN	1	SİKLOSPORİN UYGULANAN RATLARDA BAZI KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE N-ASETİLSİSTEİNİN ETKİLERİ	Ali ÇINAR Dr. Öğr. Üyesi Özkan DURU
		2	POTASYUM DİKROMAT VERİLEN RATLARDA BAZI KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE KUERSETİNİN ETKİSİ	Arş. Gör. Hilal Özçiflikçi Prof. Dr. Miyase Çınar
		3	SIĞIRLARDA SÜRÜ SAĞLIĞI VE YÖNETİMİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Hüseyin YILMAZ
		4	NANO SELENYUM VE YERLEŞİM SIKLIĞININ ETLİK PİLİÇLERDE STRES GÖSTERGELERİ, BAĞIŞIKLIK VE DNA HASARI ÜZERİNE ETKİSİ	Ömer SEVİM Umair AHSAN Onur TATLI Eren KUTER Ehsan Karimiyan KHAMSEH Artun REMAN TEMİZ Özge SAYIN ÖZDEMİR Aybala KÜBRA AYDIN Hande Sultan ŞAHİNER Merve AVCIOĞLU Ece KOÇ YILDIRIM

		5	TÜRKİYE DENİZLERİNDE (EGE, KARADENİZ ve AKDENİZ) YAYILIŞ GÖSTEREN BARBUNYA BALIĞININ (Mullus barbatus, Linnaeus, 1758) OTOLİT KÜTLE ASİMETRİSİ	Arş. Gör. Dr., SEMRA SAYGIN Doç. Dr., MELEK ÖZPİÇAK
		6	TIBBI VE AROMATİK BİTKİLERDEN ELDE EDİLEN UÇUCU YAĞLARIN ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ	ECEM ÖZER Prof. Dr., BERNA KILINÇ
		7	USE OF BACTERIAL CELLULOSE COMPOSITES IN BIOMEDICAL APPLICATIONS	Araş. Gör . Dr., NERMİN HANDE AVCIOĞLU
		8	ADSORPTION STUDY OF ACTIVATED CARBON AND ANTIBIOTIC (CLAVULANIC ACID)AQUEOUS SOLUTION AND METHYLENE BLUE OBTAINED FROM SUNFLOWER (HELIANTHUS ANNUUS) SEED BARK WASTE	Assoc. Prof. Dr. M. Fırat BARAN
		9	BALIK KOMUNITESININ TROFIK YAPISINDAKI MEVSIMSEL VE ALANSAL FARKLILIKLARIN KARARLI İZOTOP ANALIZI ILE ORTAYA ÇIKARILMASI	Dr. Öğr. Üyesi NEHİR KAYMAK
		10		

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – III
Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 00 – 18 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 6	Assoc. Prof. Dr. NİHAL TAŞ	1	ESTIMATION FOR THE BOUNDS OF THE SPECTRAL NORMS OF r-circulant, symmetric r-CIRCULANT MATRICES WITH bi-PERIODIC PELL NUMBERS	Doç. Dr. Şükran UYGUN Hülya AYTAR
		2	QUASILINEAR HYPERBOLIC EQUATION WITH DISCONTINUOUS COEFFICIENTS	Shukurova G.D. Mammadova J.J.
		3	SOME FIXED-CIRCLE RESULTS WITH MODIFIED F_C -CONTRACTIONS VIA α_S - ADMISSIBLE MAPPINGS ON S-METRIC SPACES	Assoc. Prof. Dr. NİHAL TAŞ Asst. Prof. Dr. ELİF KAPLAN
		4	MIXED FORM OF SEMI*-OPEN SETS	Assoc. Prof. Dr. NİHAL TAŞ
		5	NORMAL PARAKONTAK METRİK MANİFOLDLARIN PSEUDOPARALEL İNVARYANT ALTMANİFOLDLARI ÜZERİNE	Prof. Dr. Mehmet ATÇEKEN Doç. Dr. Tuğba MERT
		6	MULTIPLE CRITERIA PERSONNEL SELECTION PROBLEM AND AN APPLICATION STUDY IN A PUBLIC INSTITUTION	Servet SOYGÜDER, Hatice Ceren ŞAHİN
		7	THE IMPORTANCE OF UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) IN TURKEY AND DETERMINATION OF THE BEST DOMESTIC UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR TURKEY BY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) METHOD	Servet SOYGUDER, Merve KARADUMAN

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – III
Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 00 – 18 : 00Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 7	Doç. Dr. Seniye Karakaya	1	COMPUTATIONAL STUDY FOR THE REACTION MECHANISM OF RADICAL CYCLIZATION OF ORTHO-CYANOARYLACRYLAMIDES WITH ALKYL NITRILES	Meryem FISTIKÇI
		2	ORGANIC–INORGANIC HYBRID MATERIALS	Dr. NİHAYET KOÇYİĞİT
		3	PLATİN KAPLI TUNGSTEN-SARMAL ATOM TUZAK HİDRÜR SİSTEMLİ ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROMETRİ YÖNTEMİ KULLANILARAK MUĞLA İLİNDEKİ BAZI BUĞDAY NUMUNELERİNDEKİ SELENYUM MİKTARLARININ BELİRLENMESİ	Öğr. Gör. Dr., Muhammet ATASOY
		4	OPTICAL, PHOTOCATALYTIC AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATIONS of Er and Ce co-doped ZnO FILMS PREPARED BY USP	Doç. Dr. Seniye Karakaya Leyla Kaba
		5	HİDROJEL ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU	Prof. Dr. Murat TEKER Gizem ÇETİNKAYA Dr. Ayşe USLUOĞLU Prof. Dr. Eyüp SABAH
		6	SYNTHESIS OF (2-(BENZO[D]THIAZOL-2-YLTHIO)PHENOXY) SUBSTITUTED ZINC PHTHALOCYANINE AND PROPERTIES	Dr. Öğr. Üyesi DERYA GÜNGÖRDÜ SOLĞUN

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – III **Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523**				
4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 30 – 18 : 30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 8	Doç. Dr. Seniye Karakaya	1	FAMILY COMMUNICATION PATTERNS BETWEEN MUSLIM AND SANTAL COMMUNITIES IN RURAL BANGLADESH: A CROSS-CULTURAL PERSPECTIVE	Md. Emaj Uddin
		2	INTEROPERABILITY IN COMPONENT BASED SOFTWARE DEVELOPMENT	M. Madiajagan, B. Vijayakumar,
		3	COMPARING DATA ANALYSIS, COMMUNICATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES EXPERTISE LEVELS IN UNDERGRADUATE PSYCHOLOGY STUDENTS	Ana Cázares
		4	CBCTL: A REASONING SYSTEM OF TEMPORALEPISTEMIC LOGIC WITH COMMUNICATION CHANNEL	Suguru Yoshioka, Satoshi Tojo
		5	MODELING LOW VOLTAGE POWER LINE AS A DATA COMMUNICATION CHANNEL	Eklas Hossain, Sheroz Khan, Ahad Ali
			BIOSIGNAL MEASUREMENT SYSTEM BASED ON ULTRA-WIDE BAND HUMAN BODY COMMUNICATION	Jonghoon Kim, Gilwon Yoon
		6	DETERMINANTS OF KNOWLEDGE-BASED IMPROVING WORKFLOW AND COMMUNICATION WITHIN SURGICAL TEAM	J. Bartnicka

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – III **Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523**				
4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 30 – 18 : 30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 9	Hyoung-Kyu Song	1	RELATIONSHIP BETWEEN COMMUNICATION EFFECTIVENESS AND THE EXTENT OF COMMUNICATION AMONG ORGANIZATIONAL UNITS	D. Charvatova
		2	IMPROVED WI-FI BACKSCATTER SYSTEM FOR MULTI-TO-MULTI COMMUNICATION	Chang-Bin Ha, Yong-Jun Kim, Dong-Hyun Ha, Hyoung-Kyu Song
		3	SOC COMMUNICATION ARCHITECTURE MODELING	Ziaddin Daie Koozekanani, Mina Zolfy Lighvan
		4	EMOTIONAL INTELLIGENCE: THE RELATIONSHIP BETWEEN SELF-REGARD AND COMMUNICATION EFFECTIVENESS	Hassan Jorfi, Saeid Jorfi, Hashim Fauzy Bin Yaccob,
		5	COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF COMMUNICATION BETWEEN THE TRADITIONAL LECTURE AND IELS	A. Althobaiti, M. Munro
			AN IMPROVED COOPERATIVE COMMUNICATION SCHEME FOR IOT SYSTEM	Eui-Hak Lee, Jae-Hyun Ro, Hyoung-Kyu Song
		6	AN EFFICIENT KEY MANAGEMENT SCHEME FOR SECURE SCADA COMMUNICATION	Sungjin Lee, Donghyun Choi, Choonsik Park, Seungjoo Kim

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – III **Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523**				
4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 30 – 18 : 30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 10	KIRANMAI S.RAI	1	TO DESIGN HOLISTIC HEALTH SERVICE SYSTEMS ON THE INTERNET	Åsa Smedberg
		2	PERVASIVE COMPUTING IN HEALTHCARE SYSTEMS	Elham Rastegari Amirmasood Rahmani Saeed Setayeshi
		3	SECURITY ARCHITECTURE FOR AT-HOME MEDICAL CARE USING SENSOR NETWORK	S.S.Mohanavalli Sheila Anand
		4	EXPLORING THE APPLICATION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT FACTORS IN ESFAHAN UNIVERSITY'S MEDICAL COLLEGE	Alireza Shirvani Shadi Ebrahimi Mehrabani
			ON THE ANALYSIS OF A COMPOUND NEURAL NETWORK FOR DETECTING ATRIO VENTRICULAR HEART BLOCK (AVB) IN AN ECG SIGNAL	Salama Meghriche, Amer Draa Mohammed Boulemden
		5	NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT–A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY	KIRANMAI S.RAI
			VALIDATION AND APPLICATION OF A NEW OPTIMIZED RP-HPLC-FLUORESCENT DETECTION METHOD FOR NORFLOXACIN	Mahmood Ahmad, Ghulam Murtaza Sonia Khiljee Muhammad Asadullah Madni

			FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS	Sanae Kaewnopparat Nattha Kaewnopparat
		6		

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – III **Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523**				
4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 30 – 18 : 30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 11	Mohsen Zahraei	1	NUMERICAL TREATMENT OF MATRIX DIFFERENTIAL MODELS USING MATRIX SPLINES	Kholod M. Abualnaja
		2	AIRPORT CHECK-IN OPTIMIZATION BY IP AND SIMULATION IN COMBINATION	Ahmad Thanyan Al-Sultan
		3	APPLICATION OF INTUITIONISTIC FUZZY CROSS ENTROPY MEASURE IN DECISION MAKING FOR MEDICAL DIAGNOSIS	Shikha Maheshwari Amit Srivastava
		4	PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF POLYANILINE (PANI)-PLATINUM NANOCOMPOSITE	Kumar Neeraj Ranjan Haldar
		5	ESTIMATION OF THE MEAN OF THE SELECTED POPULATION	Kalu Ram Meena Aditi Kar Gangopadhyay Satrajit Mandal
			A NEW MODIFICATION OF NONLINEAR CONJUGATE GRADIENT COEFFICIENTS WITH GLOBAL CONVERGENCE PROPERTIES	Ahmad Alhawarat Mustafa Mamat Mohd Rivaie Ismail Mohd
		6	SOME RESULTS ON THE GENERALIZED HIGHER RANK NUMERICAL RANGES	Mohsen Zahraei

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – III **Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523**				
4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 30 – 18 : 30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 12	Ahmad Khoirul Umam	1	GENDER DIFFERENCES IN RESEARCH OUTPUT, FUNDING AND COLLABORATION	Ashkan Ebadi Andrea Schiffauerova
		2	SWISS SCIENTIFIC SOCIETY FOR DEVELOPING COUNTRIES: A CONCEPT OF RELATIONSHIP	Jawad Alzeer
		3	ACADEMIC LOSS IN JAPANESE SOCIETY: SUICIDE AND HARASSMENT	Miho Tsukamoto
		4	DEMOCRATIZATION, MARKET LIBERALIZATION AND THE RAISE OF VESTED INTERESTS AND ITS IMPACTS ON ANTI-CORRUPTION REFORM IN INDONESIA	Ahmad Khoirul Umam
		5	ORGANIZATIONAL INVOLVEMENT AND EMPLOYEES' CONSUMPTION OF NEW WORK PRACTICES IN STATE-OWNED ENTERPRISES: THE GHANAIAN CASE	M. Aminu Sanda K. Ewontumah
			DE-SECURITIZING IDENTITY: NARRATIVE (IN)CONSISTENCY IN PERIODS OF TRANSITION	Katerina Antoniou
		6		

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – III
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 30 – 18 : 30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 13	Daud Salim Faruquie	1	THE EFFECTIVENESS OF COGNITIVE BEHAVIOURAL INTERVENTION IN ALLEVIATING SOCIAL AVOIDANCE FOR BLIND STUDENTS	Mohamed M. Elsherbiny
		2	THE EFFECTIVENESS OF METAPHOR THERAPY ON DEPRESSION AMONG FEMALE STUDENTS	Marzieh Talebzadeh Shoushtari
		3	FAMILY RELATIONSHIPS AND COPING WITH THE STRESS OF YOUNG PEOPLE FROM MIGRANT FAMILIES WITH CEREBRAL PALSY	A. Gagat-Matuła
		4	A QUASI-SYSTEMATIC REVIEW ON EFFECTIVENESS OF SOCIAL AND CULTURAL SUSTAINABILITY PRACTICES IN BUILT ENVIRONMENT	Asif Ali Daud Salim Faruquie
		5	JOB SATISFACTION AND MOTIVATION AS PREDICTORS OF LECTURERS' EFFECTIVENESS IN NIGERIA POLICE ACADEMY	Abdulkareem Hussein Bibire
			COGNITIVE EMOTION REGULATION IN CHILDREN IS ATTRIBUTABLE TO PARENTING STYLE, NOT TO FAMILY TYPE AND CHILD'S GENDER	Akm Rezaul Karim Tania Sharafat Abu Yusuf Mahmud
		6	IMPACT OF PERSONALITY AND LONELINESS ON LIFE: ROLE OF ONLINE FLOW EXPERIENCES	Asmita Shukla Soma Parija

EGE
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 2 - 4, 2023
IZMIR

Bildiri Sunumları / Presentation Session – III
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523

4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 30 – 18 : 30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 14	Andrew Jones	1	PUBLIC SQUARES AND THEIR POTENTIAL FOR SOCIAL INTERACTIONS: A CASE STUDY OF HISTORICAL PUBLIC SQUARES IN TEHRAN	Asma Mehan
		2	ORENSIC MEDICAL CAPACITIES OF RESEARCH OF SALIVA STAINS ON PHYSICAL EVIDENCE AFTER WASHING	Saule Mussabekova
		3	SEXUAL AND GENDER BASED CRIMES IN INTERNATIONAL CRIMINAL LAW: MOVING FORWARDS OR BACKWARDS?	Khadija Ali
		4	A METHOD TO ENHANCE THE ACCURACY OF DIGITAL FORENSIC IN THE ABSENCE OF SUFFICIENT EVIDENCE IN SAUDI ARABIA	Fahad Alanazi Andrew Jones
		5	CONTROLLING YOUTHS PARTICIPATION IN POLITICS IN SOKOTO STATE: A CONSTRUCTIVE INCLUSIVENESS FOR GOOD GOVERNANCE IN NIGERIA	Umar Ubandawaki
		6	MILITARY COURT'S JURISDICTION OVER MILITARY MEMBERS WHO COMMIT GENERAL CRIMES UNDER INDONESIAN MILITARY JUDICIARY SYSTEM IN COMPARISON WITH OTHER COUNTRIES	Dini Dewi Heniarti
		7	THE OMBUDSMAN: DIFFERENT TERMINOLOGIES SAME MISSIONS	Khodr Fakih
		8	THE LEGAL PROCEDURE OF ATTESTATION OF PUBLIC SERVANTS	Armen Yezekyan

EGE 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES JUNE 2 - 4, 2023 IZMIR				
Bildiri Sunumları / Presentation Session – III **Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 192102523**				
4 Haziran/ 4 June 2023 /16 : 30 – 18 : 30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 15	Marina Laškarin,	1	HYBRID CONTROL OF NETWORKED MULTI-VEHICLE SYSTEM CONSIDERING LIMITATION OF COMMUNICATION RANGE	Toru Murayama, Akinori Nagano, Zhi-Wei Luo
		2	SPREAD SPECTRUM IMAGE WATERMARKING FOR SECURED MULTIMEDIA DATA	Tirtha S. Das, Ayan K. Sau, Subir K. Sarkar
		3	AN APPROACH TO SECURE MOBILE AGENT COMMUNICATION IN MULTI-AGENT SYSTEMS	Olumide Simeon Ogunnusi, Shukor Abd Razak, Michael Kolade Adu
		4	IMPACT OF ELECTRONIC GUEST RELATIONSHIP MANAGEMENT (E-GRM) ON BRAND LOYALTY: THE CASE OF CROATIAN HOTELS	Marina Laškarin, Vlado Galičić
		5	EFFECTIVE RELAY COMMUNICATION FOR SCALABLE VIDEO TRANSMISSION	Jung Ah Park, Zhijie Zhao, Doug Young Suh, Joern Ostermann
			ANALYSIS AND DESIGN OF SECURITY ORIENTED COMMUNICATION SYSTEM	Jiří Barta
		6	INTRABODY COMMUNICATION USING DIFFERENT GROUND CONFIGURATIONS IN DIGITAL DOOR LOCK	Daewook Kim, Gilwon Yoon

ARTworld 1. ULUSLARARASI KARMA SERGİSİ 2 - 4 Haziran 2023 - İZMİR					
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Eser Adı / Art Work	Artist	Tema / Theme
			Tezhip	Dr. Öğr. Üyesi Yıldırım KARADENİZ	
			Maske	Dr Öğretim Üyesi Emel Uzuner	
			Mimari Doku/ Architectural Texture	Dr. Öğr. Üyesi SALİMEH AMANIANİ	
			Öteki-The Other	S. Çiğdem Koçak	
			Allah Lafzı	Koray KAÇAR	
			Elif	Koray KAÇAR	
			Prehistoric, Ceramic Wall Panel	Dr. Öğr. Üyesi Nur UYANIK ÇİRKİN	
			İsimsiz	HAMİDE SOYSAL DEMİRCİ	
			Aşkoluşum (the lovebeing) serisi no: 3	Öğr. Gör. Dr. Mehmet Aydın AVCI	
			Karar	Öğr. Gör. İhsan Tahir Erdal	
			“Umut adına Martı olmak”/ to be a seagull in the name of hope	Yüksel TOK	
			NEŞE /JOY	Doç. Dr. Nursel KARACA	
			UYUM / RAPPORT	Doç. Dr. Nursel KARACA	
			Çift	Doç. M. Çağatay Göktan	
			İşlevsiz Nesneler II /Nonfunctional Objects II	Arş. Gör. Emine ALTUN	
			Lilith/ Lilith	Dr. Öğr. Üyesi Minara GULİYEVA JAMSHIDI	
			Umacı / Umacı	Dr. Öğr. Üyesi Minara GULİYEVA JAMSHIDI	
			Kurgusal Denemeler 1	Fırat Çağrı Kırmızıgül	
			Kurgusal Denemeler 2	Fırat Çağrı Kırmızıgül	
			Deprem	Dr. Öğretim Üyesi Kainat ÖZPOLAT	
			Hayat Yolu Uzun Mu	Dr. Öğretim Üyesi Kainat ÖZPOLAT	
			Deprem	Doç. Dr. Feryal SÖYLEMEZOĞLU	
			Hatay Enkaz 1	Prof. Dr. Kafiye Özlem ALP	
			İzometrik Atölye	Dr. Umut Yağcı	
			Alt-Üst Oluş	Doç. Osman Yılmaz	
			Yara	Dr. Öğr. Ü. Zeynep KIRKINCIOĞLU	

			…Artakalan/ …Remaining	Doç. Burçin ÜNAL	
			Turnalı	Dr.Öğr.Üyesi Fulya SAVAŞ	
			İsimsiz	Arş. Gör. Tuba ŞEVGİN	
			Konfor	Dr. Yasemin ERENGEZGİN KAFKAS	
			Peace	Arş. Gör. Ecem HATİPOĞLU KİRİŞ	
			Dikkat	Bedran TEKİN	
			His Taşıyıcılar Bekliyor	Doç. Ayşegül Türk	
			Bitimsiz / Endless	Öğr. Gör. A.Didem ENGİN	
			Gelinlik	Öğr.Gör. Sayara YERGESHOVA	
			Beklenti	Dr. Öğretim Üyesi Aynur Karagöl	
			KİŞİSEL SERGİLER		
			‘’İÇERİDEN..’’	Öğr.Gör.(Doç.Dr.) Şeniz Kabadayı Yuvarlak	
			Zamanın Ruhu	Öğr.Gör.Dr. Pelin Güleda KARADENİZ	
			Kuantum Yansımalar Heykel Sergisi	Doç. Osman Yılmaz	
			Kültürel İzler	Pınar Yavuz Cartier	

FACE TO FACE CONFERENCE PHOTO GALERY





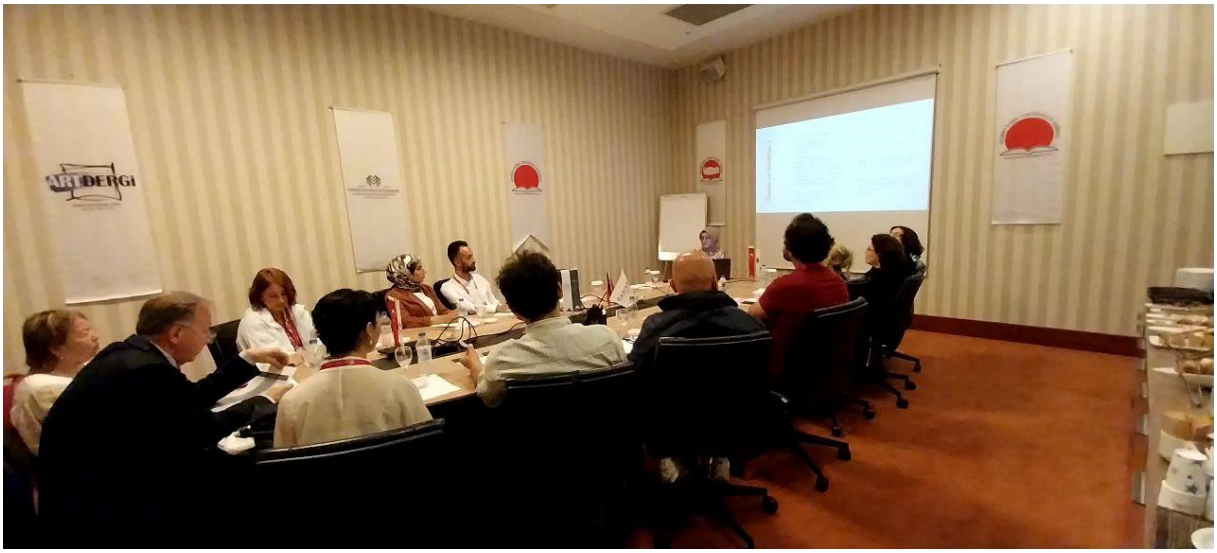

















www.akademikongre.org
ARTDERGi

Table of Contents

ALKANNA STRIGOSA Boiss.&Hohen. (HAVACİVA OTU) BİTKİSİNİN POLİNATÖRLERİ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA 1

BAZI *ASTRAGALUS* L. TÜRLERİNİN MORFOLOJİK VE PALİNOLOJİK YÖNDEN İNCELENMESİ 8

HİDROJEN ÜRETİMİNDE KULLANILMAK ÜZERE PERLİT-GRAFEN OKSİT DESTEK MALZEMELİ KATALİZÖR GELİŞTİRİLMESİ 13

GRAFEN OKSİTLE MODİFİYE EDİLMİŞ PERLİTİN KATALİTİK ETKİSİNİN ÖLÇÜLMESİ 29

KİTOSAN KATKILI RİJİT VE YARI-RİJİT POLİÜRETAN KÖPÜĞÜN YANMA DİRENCİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ 45

THERMOWOOD YÖNTEMİ İLE ISIL İŞLEMİN YABANİ KİRAZ ODUNUNDA DİNAMİK EĞİLME VE LİFLERE DİK ÇEKME DİRENCİ ÜZERİNE ETKİSİ 54

NADİR BİR OLGU: LOW GRADE APENDİKS MÜSİNÖZ NEOPLAZM 69

ASSOCIATION BETWEEN *PDYN* VNTR POLYMORPHISM AND IMPULSIVITY IN METHAMPHETAMINE USERS AND HEROIN-METHAMPHETAMINE CO-USERS 75

DİSLEKSİNİN DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ VE LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ 87

STRES VE ANKSİYETE ARASINDAKİ İLİŞKİNİN SAĞLAM REGRESYON YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ93

MİTOKONDRİLERİN YAŞLANMA FİZYOLOJİLERİNE ETKİLERİ 98

DİYABET VE BEYİNDE FİZYOLOJİK HASARLAR 102

DERİN ÖĞRENME MODELLERİYLE KALP YETMEZLİĞİ TAHMİNİ 106

DEPREM BÖLGESİNDE HALK SAĞLIĞI HEMŞİRESİNİN ROL VE SORUMLULUKLARI 120

YAŞLI BİREYLERDE YAŞAM KALİTESİ, UMUT VE HEMŞİRENİN ROLÜ 127

KAHKAHA YOGASININ KADIN SAĞLIĞINDA KULLANIMI 134

FERTİLİTEYİ DESTEKLEMEDE KAHKAHA YOGASININ KULLANIMI 147

VEGETABLE CULTİVATİON İN URBAN AGRİCULTURAL PRACTİCES 154

PEYZAJ GENETİĞİ ÇALIŞMALARININ WOS TABANLI ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ 165

EKOLOJİ ODAKLI YAKLAŞIMDA MİNİMALİZM FELSEFESİ 181

BUĞDAY SAPLARININ YALITIM AMAÇLI SANDVİÇ PANEL ÜRETİMİNDE KULLANILMASI ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR 187

ÇEŞİTLİ KATKI MADDELERİNİN ODUN PLASTİK KOMPOZİTLERİN YAŞLANMA ÖZELLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ 197

SERT TORNALAMA İŞLEMİNDE MİNİMUM MİKTARDA YAĞLAMA YÖNTEMİNİN DENEYSEL OPTİMİZASYONU 206

ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜLLERİNİN *TİLİA* EKSTRAKTI KULLANILARAK BİYOLOJİK SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU 218

BASINÇSIZ SİNTERLEME İLE ATIK MALZEMELERDEN CAM SERAMİK KOMPOZİTLERİN ÜRETİMİ 227

Mo KATKILI Si_3N_4:ZnO/p-Si MIS YAPILARININ ELEKTRİKSEL PERFORMANSININ İNCELENMESİ..... 233

BİYOUYUMLU GÖZENEKLİ APATİT-WOLLASTONİT CAM SERAMİKLERİN GELİŞTİRİLMESİ 241

POMZA MİNERALİNİN ÖZELLİKLERİ VE POTANSİYEL BİYOMÜHENDİSLİK UYGULAMALARI 246

KALIP ÇELİĞİNİN İŞLENMESİNDE TORNALAMA PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU VE MİNİMUM MİKTARDA YAĞLAMA TEKNİĞİNİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ 255

YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ DEPREM ALGILAMA VE ANLIK MÜDAHALE SİSTEMLERİ 265

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ARASINDA GÜNEŞ ENERJİSİNİN ÖNEMİ..... 275

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KONUT KİRA TAHMİNİ..... 291

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ..... 300

PLAKA TANIMA VE YÜZ TANIMA ENTEGRASYONU İLE OTOMATİK GÜVENLİK GİRİŞ KONTROL SİSTEMİ..... 306

DENİM KUMAŞ ÜRETİMİ ATIKSULARININ KİRLİLİK PARAMETRELERİNE VE ÇÖZÜM İÇİN UYGULANAN TEKNOLOJİLERE GENEL BAKIŞ..... 317

DENİM KUMAŞ ÜRETİMİ ATIKSULARININ KİRLİLİK PARAMETRELERİNE VE ÇÖZÜM İÇİN UYGULANAN TEKNOLOJİLERE GENEL BAKIŞ..... 328

NANOTEKNOLOJİNİN ENERJİ VE BİYOLOJİK ETMENLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ 339

YAPAY ZEKÂNIN YENİLENEBİLİR ENERJİDEKİ ROLÜ 346

ANKARA ALTINPARK'TA BULUNAN ODUNSU PEYZAJ BİTKİLERİNİN ESTETİK ÖZELLİKLERİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ 352

ESPALİER: PEYZAJ BİTKİLERİNİN DEKORATİF TASARIMI 367

THE FEBRUARY 6, 2023, KAHRAMANMARAS-TURKIYE EARTHQUAKES: SEISMO-TECTONIC EVALUATIONS AND EFFECTS ON RC BUILDINGS 381

USING THE CONCEPT OF "WEAKENING AND VISCOUS DAMPING" FOR RETROFTTING OF A STRUCTURE..... 393

EĞİTİM YAPISI TASARIMINDA ETKEN ÇEVRESEL FAKTÖRLERE YÖNELİK SİSTEMATİK BİR İNCELEME 401

GELENEKSEL DİVRİĞİ KONUTLARINDA MAHREMİYET VE MEKÂN: KÜLTÜREL BİR DEĞERLENDİRME 413

DİVRİĞİ TARİHİ KENT DOKUSU VE KÜLTÜREL KİMLİK: ABDULLAH PAŞA KONAĞI REKONSTRÜKSİYONUNUN ETKİLERİ 426

PLATİN, PLATİN-NİKEL BİMETALİK KATALİZÖR DESTEK MALZEMESİ OLARAK POLİTİYOFENİN METANOL OKSİDASYON PERFORMANSININ İNCELENMESİ 438

EFFECT OF Ag ON PHOTOCATALYTIC DEGRADATION PERFORMANCE OF $COWO_4$: PREPARATION, CHARACTERIZATION AND PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF 2,6 DICHOLOROPHENOL UNDER UV LİGHT IRRADIATION..... 452

ELEKTROOKSİDASYON YÖNTEMİYLE SULU ÇÖZELTİDEN FLUMEKUİN GİDERİMİ VE CCD-RSM MODELİ İLE OPTİMİZASYONU..... 458

KEMOMETRİK HESAPLAMALARDA VERİ MADENCİLİĞİ KULLANIMI..... 466

SİKLOSPORİN UYGULANAN RATLARDA BAZI KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE N-ASETİLSİSTEİNİN ETKİLERİ 473

POTASYUM DİKROMAT VERİLEN RATLARDA BAZI KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE KUERSETİNİN ETKİSİ 481

NANO SELENYUM VE YERLEŞİM SIKLIĞININ ETLİK PİLİÇLERDE STRES GÖSTERGELERİ, BAĞIŞIKLIK VE DNA HASARI ÜZERİNE ETKİSİ 491

TÜRKİYE DENİZLERİNDE (EGE, KARADENİZ ve AKDENİZ) YAYILIŞ GÖSTEREN BARBUNYA BALIĞININ (*Mullus barbatus*, Linnaeus, 1758) OTOLİT KÜTLE ASİMETRİSİ 506

TIBBI VE AROMATİK BİTKİLERDEN ELDE EDİLEN UÇUCU YAĞLARIN ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ 517

SOME FIXED-CIRCLE RESULTS WITH MODIFIED F_C -CONTRACTIONS VIA α_S -ADMISSIBLE MAPPINGS ON S-METRIC SPACES 524

MIXED FORM OF SEMI*-OPEN SETS 532

ON PSEUDOPARALLEL INVARIANT SUBMANIFOLDS OF NORMAL PARACONTACT METRIC MANIFOLDS 538

MULTIPLE CRITERIA PERSONNEL SELECTION PROBLEM AND AN APPLICATION STUDY IN A PUBLIC INSTITUTION 548

THE IMPORTANCE OF UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) IN TURKEY AND DETERMINATION OF THE BEST DOMESTIC UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR TURKEY BY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) METHOD 573

ORGANIC–INORGANIC HYBRID MATERIALS: METALLACALIXARENES, PEROVSKITES, BIOMINERALS AND APPLICATIONS 588

PLATİN KAPLI TUNGSTEN-SARMAL ATOM TUZAK HİDRÜR SİSTEMLİ ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROMETRİ YÖNTEMİ KULLANILARAK MUĞLA İLİNDEKİ BAZI BUĞDAY NUMUNELERİNDEKİ SELENYUM MİKTARLARININ BELİRLENMESİ 603

MASA TENİSİ SPORCULARININ BAŞ VE OMUZ POSTÜRLERİNİN SEDANTER BİREYLERLE KARŞILAŞTIRILMASI 611

REVIEW OF COMPUTER TOOLS TO ANALYZE THE FEASIBILITY STUDIES OF VARIOUS RENEWABLE ENERGY SOURCES 618

SODYUM PERBORATE ($NaBO_3.H_2O.3H_2O$) KULLANILARAK ZEYTİN KARASUYUNDAN LİGNİN GİDERİMİ 645

ALKANNA STRIGOSA Boiss.&Hohen. (HAVACİVA OTU) BİTKİSİNİN POLİNATÖRLERİ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Mehmet Maruf Balos[1], **Hasan AKAN***[2]

[1]Karaköprü İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü, Fatma Zehra Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi, Şanlıurfa

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9590-5237

[2]Harran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Şanlıurfa

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3033-4349

Özet

Bu çalışmada *Alkanna strigosa* türünün doğal ziyaretçileri olan böcek ve arı türleri tespit edilmiştir. *Alkanna strigosa*'nın ilkbaharda çiçek açma dönemi olan Nisan ve Mayıs ayları arasında bitkinin polinasyonu sağlayan böcek ve arıları incelenmiştir. Dişi arıların önce polenli çiçekleri ziyaret eden ve daha sonra nektar için çiçeklerin dişi fazında ziyaret eden ana tozlayıcılar olduğu belirlenmiştir. Diğer tozlaştırıcı arılar ve böcekler ise; *Andrena cineraria, Campsomeris sp., Bombylius major* (Arı sineği), *Eupeodes lapponicus*, *Apis mellifera, Carniola* (Carniola bal arısı) ve *Apis cerana*'dır. Arazi çalışması sırasında böcek ve arıların fotoğrafları çekilmiştir. *Alkanna* cinsi üzerinde tozlaşma biyolojisi üzerinde yapılan ilk çalışma olmasından dolayı orijinal bir çalışma niteliğindedir.

Anahtar kelimeler: Polinatör, tozlaştırıcı, *Alkanna strigosa*, havaciva otu

A RESEARCH ON THE POLYNATORS OF PLANT ALKANNA STRIGOSA BOISS.&HOHEN. (SPINY ALKANET)

Abstract

In this study, insect and bee species, which are natural visitors of *Alkanna strigosa*, were determined. Insects and bees pollinating the plant were investigated between April and May, which is the spring blooming period of *Alkanna strigosa*. It has been determined that female bees are the main pollinators that first visit the pollinated flowers and then visit the female phase of the flowers for nectar. Other pollinator bees and insects are; *Andrena cineraria, Campsomeris sp., Bombylius major* (Bee fly), *Eupeodes lapponicus, Apis mellifera, Carniola* (Carniola honey bee), *Apis cerana* and *Philoliche sp.* Photographs of insects and bees were taken during the fieldwork. It is an original work as it is the first study on pollination biology on the genus *Alkanna*.

Key words: pollinator, *Alkanna strigosa*, spiny alkanet

1.Giriş

Dünyadaki çiçekli bitki türlerinin yaklaşık %90'ının tozlaşabilmesi için böceklere ve diğer tozlaştırıcı canlılara ihtiyacı var. Polinasyon çiçekli bitkilerin tohumlarını ve gelişmelerini garantiye alan bir mekanizmadır. Döllenmenin olabilmesi için, polen tanelerinin herhangi bir araç ile erkek organın başçık (anter) kısmında dişi organın tepecik (stigma) kısmına taşınması gerekir. Bu taşınma olayına tozlaşma (polinasyon) adı verilir. Bir böcek, bal özü veya polen tanesi için bir çiçeğe konduğu zaman, erkek organların başçıklarındaki polen tanelerinden bazıları böceğin dokunması ile yerinden ayrılır ve böceğin tüylü vücuduna yapışır. Bundan sonra böcek bu çiçekten ayrılıp başka bir çiçeğe konunca vücuduna yapışmış olan polenlerde beraber taşınarak çiçeğin stigmasına gelerek tozlaşma sağlanmış olur. Bitkilerde tozlaşma üç yolla olmaktadır; Rüzgar ile (anemofili), su ile (hidrofili) ve böcekler ile tozlaşma (emtemofili)'dır.

Çiçekli bitkilerin büyük bir kısmında tozlaşma böcekler vasıtası ile olur. Bunlardan başlıcaları; arılar,kelebekler, sinekler ve diğer kın kanatlılardır. Bazı bitkilerde kuşlar tozlaşmayı sağlamaktadır. Bu çiçekler, parlak ve güzel renkleri, ihtiva ettikleri bal özleri sayesinde böceklerin uğrak yeri olmaktadırlar. Bazen böcekler bal özü yerine polen tanelerinden besin olarak istifade ederler (Özbek, 2003).

Bitkinin tohum oluşumu için tozlaştırıcılar arasındaki karşılıklı etkileşimi söz konusudur. Bunların her biri belirli bir fonksiyonel polinatör ile ilişkilendirilmiştir. Polinasyon için çiçeklerin ziyaretçileri için ergin böceklerin büyük bir kısmını arılar, sinekler, kelebekler, güveler ve kınkanatlılar oluşturmaktadır (Gilbert ve ark., 1999; Celep ve ark., 2014).

Alkanna cinsi Türkiye'de 45 tür ve tür altı taksona sahiptir (Huber-Morath, 1978). Bunların 30'u endemiktir. Endemizm oranı % 66,6'dır (Aktaş, 2012; Güner, 2000). *Alkanna strigosa* da Türkiye için yeni yeni keşfedilmiş bir tür kaydıdır (Yıldırım ve ark., 2017). Şanlıurfa'dan tanımlanması da ayrıca önem arz etmektedir. Endemik ve Nadir bitkilerin korunması tozlaşmasını sağlayan polinatörlerin de korunması gerektiği anlamına gelmektedir. Endemik ve nadir bitki birlikleri tehlikeye girdiklerinde, koruma önlemleri içerisine öncelikle polinatörlerinin de alınması gerekmektedir. Bitkiler ve onların polinatörleri arasındaki ilişkilerin korunmasıyla ekosistemin devamlılığına katkıda bulunulması mümkün olabilmektedir. Bitkileri korumanın ve doğal yayılışının devam etmesinin yolu onu tozlaştıran böcek ve arıların korunmasından geçmektedir. Onlara zarar verecek her türlü gereksiz ilaçlamalar tozlaştırıcıya zarar vereceği için doğrudan bitkilere de zarar verecektir.

Yapılan literatür çalışmalarında genel olarak tarımsal faaliyetlerde kullanılan bal arıları ve bombus arıları üzerinde yoğun bir çalışmanın olduğu doğal türler üzerinde ise polinatör arı ve böcek türleri üzerinde çalışmaların az olduğu görülmüştür.

Amacımız *Alkanna strigosa* türünün doğal ziyaretçisi olan böcek türlerini tespit etmektir. Bu çalışma *Alkanna* cinsi üzerinde tozlaşma biyolojisi üzerinde yapılan ilk çalışma olmasından dolayı orijinal bir çalışma niteliğinde olduğu kanaatindeyiz.

2. Materyal ve Metod: Çalışmamızın materyalini Havacivaotu olarak bilinen *Alkanna strigosa* oluşturmaktadır. Yakın zamana kadar Türkiye'de varlığı bilinmeyen bir bitki iken 2017 yılında yapılan floristik çalışmalarla Türkiye'deki varlığı kesinleştirilmiştir (Yıldırım ve ark., 2017). Çalışmada sinek ve böcek türlerinin bitkiyi ziyaret ettikleri görülmüştür. Arazi çalışması sırasında sinek ve arıların fotoğrafları çekilmiştir. Arazi çalışmaları bitkinin doğal yayılış gösterdiği çiçeklenme dönemi olan mart-mayıs ayları arasında yapılmıştır.

Ülkemizde Şanlıurfa ve Hatay'da doğal yayılış göstermektedir. Çiçekli periyot olan Mart-Mayıs arası gözlem yapılmış ve fotoğraf çekilmiştir.

Bitkinin çiçekli dönemi boyunca sabah 9-11 arası ve öğleden sonra 15-17 saatleri arasında böcek ve arıların tozlaşma için aktif oldukları saatlerde bitki gözlenmiştir. Bitkiden polen ve balözü almak amacıyla gelen böcek ve arılar tek tek fotoğraflanmıştır. Fotoğrafı çekilen polinatörler teşhis edilmiştir.

Bitkinin toplandığı lokaliteler: Şanlıurfa-Diyarbakır yolu, Yenice Köyü, step, 37° 19′ 48.73″K, 38° 59′ 34.81″ D, 619 m, 19 iv 2015, M.M. Balos 4000; Diyarbakır yolu sol tarafı, Maşuk Köyü civarı, step, 37° 13′ 48.12″ K, 38° 47′ 03.68″ D, 643 m, 16 v 2015, M.M. Balos 4001; Karaköprü Atatürk Ormanı civarı, step, 37° 14.404 N, 38° 48.519′ E, 727 m, 19 v 2016, M.M. Balos 4002; Germuş Köyü (Dağ eteği köyü), step, 37° 11′ 54.89″ K, 38° 50′ 36.23″ D, 621 m, 20 v 2016, M.M. Balos 4003; Karaköprü Badıllı Köyü tepelikleri, step, 37° 12′49.04″K, 38° 48′ 58.16″ D, 673 m, 15 vi 2016, M.M. Balos 4004; Şanlıurfa-Mardin yolu sol tarafı, Göbeklitepe civarı, step, 37° 11′ 43.52″ K, 38° 53′ 48.77″ D, 620 m, 16 vi 2016, M.M. Balos 4005.

Bilimsel Adı : *Alkanna strigosa* Boiss.&Hohen. (Boraginaceae)

Türkçe Adı : Havaciva

Genel özellikleri: 20-40 cm. boyunda, çok yıllık, sık tüylü bir bitkidir. Yapraklar dar eliptik, tüylü, kenarları dişsiz, yaprak sapı yok yapraklar gövdeye bitişik çıkar. Çiçekleri gövdenin tepesinde mavi renktedir.

Kullanılan Kısımları : Kökleri

Tıbbi Etkisi : Kabız ve yara iyileştirici etkisi vardır.

Etken maddesi: Tanen, mum ve kırmızı renkli boyar madde Naftokinon (alkannin) bulunur. Köklerinden elde edilen boyar maddede eczalıkta ve parfümeri sanayinde kullanılır.

3.Bulgular

Türe ait tozlaştırıcı toplamda 6 adet arı ve sinek tespit edilmiştir.

Alkanna strigosa'nın ilkbaharda çiçek açma dönemi olan Nisan ve Mayıs aylarında bitkinin polinasyonu sağlayan böcek ve arılar incelenmiştir. Dişi arılar, önce polenli çiçekleri ziyaret eden ve daha sonra nektar için çiçeklerin dişi fazında ziyaret eden ana tozlayıcılardır. Diğer tozlaştırıcı arılar ve böcekler şunlardır (Şekil 2.)

1) *Apis cerana*

2) *Apis mellifera carniyol* (Karniyol arısı)

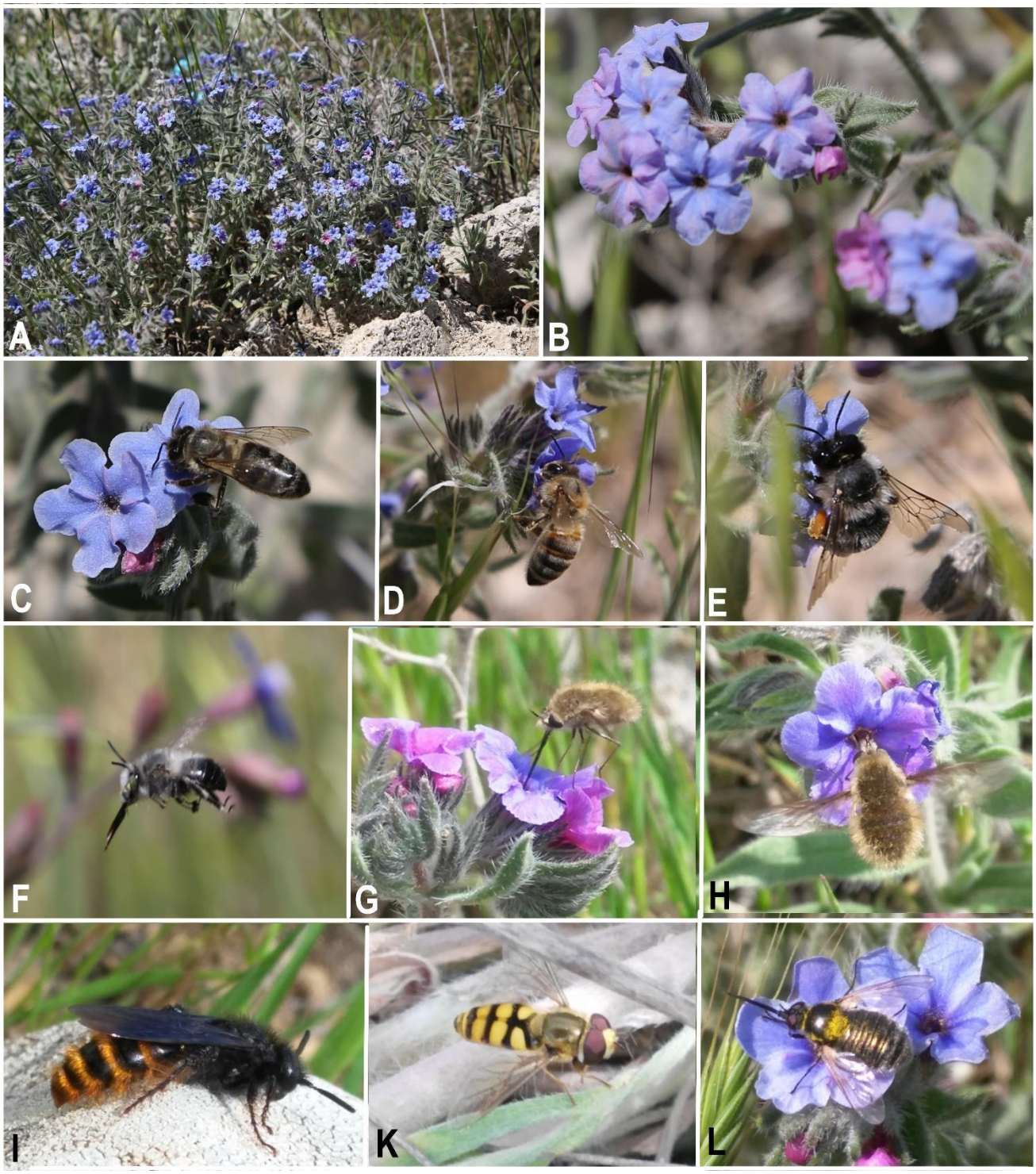
3) *Andrena cineraria*

4) *Bombylius major* (Arı sineği)

5) *Campsomeris sp.*

6) *Eupeodes lapponicus*

7) *Philoliche sp.*



Şekil 2. A-B) *Alkanna strigosa* doğal habitatında, **C)** *Apis cerana*, **D)** *Apis mellifera carniyol* (Karniyol arısı) **E-F)** *Andrena cineraria*, **G-H)** *Bombylius major* (Arı sineği), **I)** *Campsomeris sp.*, **K)** *Eupeodes lapponicus*, **L)** *Philoliche sp.*

4. Sonuç ve Tartışma

Bal arıları tüm dünya üzerindeki tozlaşma faaliyetlerinin %80'inden sorumludur. Dünyadaki çiçek açan bitki türlerinin yaklaşık %90'ının tozlaşabilmesi için böceklere ve diğer tozlaştırıcı hayvanlara ihtiyacı var. Tek bir arı kolonisi bile bir günde yaklaşık 300 milyon çiçekte tozlaşma gerçekleştirebiliyor. Yediğimiz meyve ve sebzelerin çoğunun içinde bal arıları veya yaban arıları tarafından taşınmış önemli polenler vardır. Küresel gıda arzının% 90'ını sağlayan 100 bitki türünden, 71'i arı tozlaşmasıyla elde edilmektedir.

Daha sağlıklı ve kaliteli ürün, pazar değeri yüksek ürün elde etmek için ve ülkemizde yoğun olarak kullanılan pestisitlerin sınırlandırılması için bombus arıları bir şans olup, kullanılması gerekmektedir. Dünya çapında böceklerin tozlaştırma hizmetinin yıllık ekonomik değerinin 200 milyar dolardan fazla olduğu, tozlaştırıcı böceklerin azalmasının özellikle sebze ve meyve üretimini etkileyeceği belirtiliyor. Tarımsal ürünlerin ve yabani bitkilerin çoğunun tozlaşmasında, yani polenlerin çiçeklerdeki dişi üreme hücrelerine ulaşmasında böcekler rol oynamaktadır.

Tozlaşma sorunlarının çözüm yollarından biri de, tarım ürünleri yetiştirilen tarlaların yakınlarındaki büyük alanlara farklı çiçekler ekip, tozlaşmayı sağlayan arıları bu alanlara çekmek ve onların farklı türler üretmesini sağlamaktır. Tozlayıcı nüfuslarının artırılmasının, yaban hayatı, kırsal alan ve gıda üreticilerinin karşılaşacağı tahribatın durdurulmasında fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Böceklerin ortadan kaybolmasıyla, insanoğlunun besin zincirinin de ekolojinin de önemli bir sekteye uğrayacağı düşünülmektedir.

Tarımda gelişigüzel pestisit/tarım ilaçları kullanımı sonucu arılar ve diğer tozlaştırıcı böcekler zarar görmektedir. Zehirli tarım ilaçlarının yasaklanması önerilmektedir (Çakmak, 2002).

Kaynaklar

Aktaş, K. (2012). *Alkanna* Tausch. Şu eserde: Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M.T. (edlr.). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), 220-223. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.

Celep, F., Atalay, Z., Dikmen, F., Doğan, M., & Classen-Bockhoff, R. (2014). Flies as pollinators of melittophilous *Salvia* species (Lamiaceae). *American journal of botany*, *101*(12), 2148-2159.

Çakmak, İ. (2002). Ekolojik Tarım ve Tozlaşma. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, *2002*(1).

Gilbert, F., Zalat, S., & Semida, F. (1999). Insect-plant coevolution in the mountains of Sinai. *Egyptian Journal of Biology*, *1*(1), 142-152.

Güner, A. (2000). *Alkanna* Tausch. Şu eserde: Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. ve Başer, K.H.C. (edlr). Flora of Turkey and the East Aegean Islands 11: 190-191. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.

Huber-Morath, A. (1978). *Alkanna* Tausch. Şu eserde: Davis P.H. (edr). Flora of Turkey and the East Aegean Islands 6: 414-434. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh

Özbek, H. (2003). Türkiye'de arılar ve tozlaşma sorunu. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, *3*(3), 41-44.

Yıldırım, H., Altıoğlu, Y., & Balos, M. M. (2017). Resimli Türkiye Florası'na Katkılar 3: *Alkanna strigosa B*oiss. & Hohen.(Boraginaceae) türünün Türkiye'de varlığı üzerine. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, *4*(3).

BAZI *ASTRAGALUS* L. TÜRLERİNİN MORFOLOJİK VE PALİNOLOJİK YÖNDEN İNCELENMESİ

Hasan AKAN
Harran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Şanlıurfa
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3033-4349

ÖZET
Bu çalışmada, Şanlıurfa ilinde yayılış gösteren bazı *Astragalus* taksonlarının morfolojik ve plainolojik yönden incelenmiştir. Palinolojik olarak polenleri ışık ve elektron mikroskoplarında incelenmiştir. Bu türlerin taksonomik problemlerine, palinolojik bilgilerle çözüm aranmıştır. Çalışmada; *Astragalus guttatus* Banks & Sol. ve *A. cretaceus* türleri çalışılmıştır. Palinolojik çalışma çerçevesinde polen şekilleri, ornamentasyonları, por ve kolpus uzunluk ve genişlikleri tespit edilmiş, ölçümleri yapılmıştır.
Anahtar kelimeler: *Astragalus*, Şanlıurfa, Morfoloji, Palinoloji

MORPHOLOGICAL AND PALYNOLOGICAL INVESTIGATİON OF SOME ASTRAGALUS L. SPECİES

ABSTRACT
In this study, some *Astragalus* taxa distributed in Şanlıurfa province were examined in terms of morphology and palynology. Palynologically, their pollen was examined under light and electron microscopes. Solutions to taxonomic problems of these species were sought with palynological information. In the study; *Astragalus guttatus* Banks & Sol. and *A. cretaceus* species were studied. Within the framework of the palynological study, pollen shapes, ornamentations, pore and colpus length and width were determined and their measurements were made.

Key words: *Astragalus,* Şanlıurfa, Morphology, Palynology

1. GİRİŞ

Dünya'nın en kapsamlı cinslerden biri olan *Astragalus* L. cinsi 3000'e yakın taksonla temsil edilmektedir (Podlech ve Zarre, 2013). Ülkemizdeki en yaygın cins olan *Astragalus* L. Türkiye Florasında 62 seksiyon ve 484 takson ile temsil edilmektedir (Karaman Erkul, 2022). Taksonların 245'si endemik olup, endemizm oranı % 51'dir (Podlech ve Zarre, 2013).

Halk tarafından "Geven" olarak adlandırılan *Astragalus* taksonları daha çok yaprak ekseni dikenli olan gruba aittir. *Astragalus* cinsi en yaygın olarak hayvancılıkta kullanılmakta ve yabani hayvanlar için yem görevi görmektedir (Amiri vd., 2020).

Bu çalışmada, *Astragalus* cinsine ait bazı taksonların polenleri incelenmiş ve taksonomik problemlerine palinolojik bilgilerle çözüm aranmıştır.

Astragalus cinsine ait bazı taksonların polen morfolojisi ile alakalı önceki çalışmalar arasında; Akan ve ark., 2005; Ekici ve ark., 2005; Pınar ve ark., 2009; Çeter ve ark., 2013'dır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma materyalini Şanlıurfa'da yayılış gösteren *Astragalus*, cinsine ait *Astragalus guttatus* türü oluşturmaktadır (Çizelge 1). Toplanan bu bitkilerin teşhisinde temel kaynak olarak; Davis (1965-1985) ve Podlech ve Zarre (2013)'den yararlanılmıştır. Toplanan bitki örnekleri Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü herbaryumu (HARRAN)'ndan saklanmaktadır.

Taksonların polen morfolojisi ışık ve taramalı elektron mikroskobu altında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan örneklerin toplandığı lokaliteler

Tür	Lokalite
Astragalus guttatus	C7 Şanlıurfa: Şanlıurfa-Viranşehir karayolu 40. km, 22.04.2008, 560 m, yol kenarıstep, MNM 1339 & Akan; C7 Şanlıurfa: Şanlıurfa – Viranşehir karayolu 43. km, 07.05.2008, 560 m, kayalık alanlar, MNM 1403 & Akan.

Palinolojik Yöntem

Işık Mikroskobu Yöntemi

Herbaryum materyali haline getirilen örneklerde çiçek anterlerinden alınan polenlerin Wodehouse metoduna (1935) göre polen preparatları hazırlanıp, bazik fuksin ile boyanarak ışık mikroskobunda incelenmiştir.

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) yöntemi

Polen örnekleri çift taraflı yapışkan bant yardımıyla uygun şekilde alüminyum staplar üzerine yerleştirilerek Cressington Sputter Coater cihazı ile altın ile kaplanmış ve Quanta FEG 250 model Skaning Elektron Mikroskobu (SEM) ile mikrofotoğrafları çekilmiştir. Taksonların polen yüzeyi morfolojisi ve ornamentasyon analizi SEM mikrofotoğraflarından ilgili literatürlerden yararlanılarak yapılmıştır (Faegri ve Iversen 1975, Ertdman 1969 ve Punt vd. 2007).

3. BULGULAR

Her bir taksonun yöresel adı, hayat formu, habitatı, çiçeklenme dönemi, dağılışı ve rakımı gibi genel bilgilere aşağıda yer verilmiştir.

1) *Astragalus guttatus* Banks et Sol. / sect. Aulacolobus Bunge

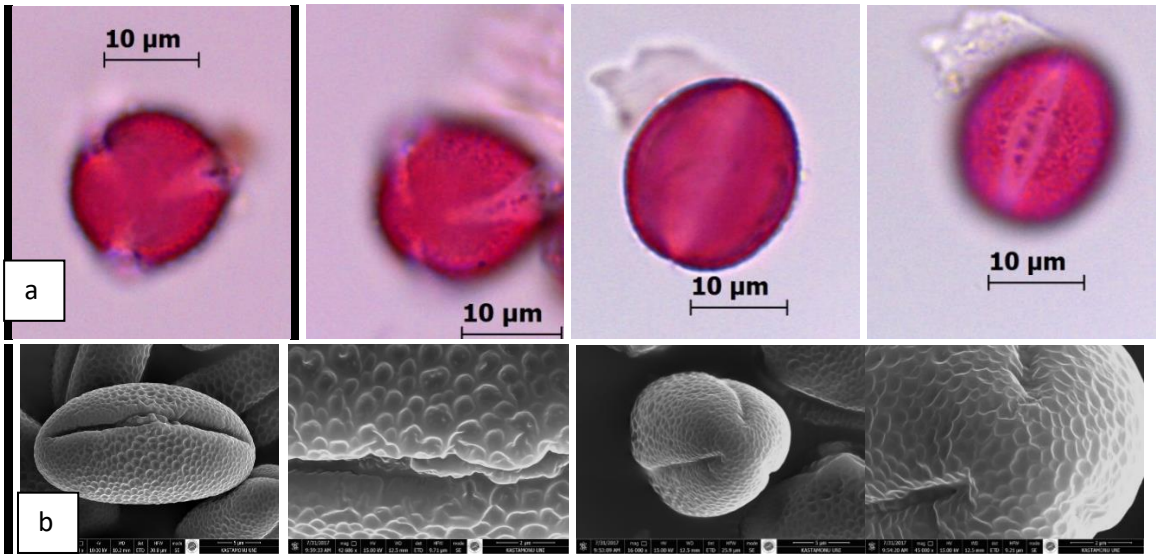
Yöresel adı: Benli geven
Hayat formu: Tek yıllık
Habitat: Yol kenarları, tahıl tarlaları ve kayalık alanlar
Çiçeklenme dönemi: Nisan–Mayıs
Türkiye Yayılışı: Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri
Rakım: 800-1400 metre

Palinolojik Bulgular

Astragalus guttatus Banks & Sol. /Görsel 1

Polenler radiyal simetrili, izopolar, trizonokolporattır. Polen şekli subprolat (P/E; 1.17 µm) olup, polar eksen 19.23 – 22,70 µm, ekvatoral eksen 13.76 – 20.14 µm olarak belirlenmiştir.

Amb şekli sirkülar olup, apokolpium çapı 12,25 µm, mezokolpium ise 11.99 µm olarak saptanmıştır ornamentasyon apertür çevresi ve polar bölgede psilat-mikroretikülat, ekvatoral bölgede mikroretikülat olarak belirlenmiştir. Kolpus ince, uzun (Clg 14-18 µm, Clt 3.8 - 8.6 µm) ve operkülattır. Operculum membranı granülat ornamentasyona sahiptir. Por lolongat olarak uzamış (Plg 3.79-8.6 µm , Plt 5.95-10.23 µm) prolat-sferoidal şekle sahiptir



Görsel 1. a: *A.guttatus* türünün ışık mikroskobu fotoğrafları, b: SEM fotoğrafları

Çalışılan *Astragalus* taksonlarının polen özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışılan *Astragalus* taksonlarının polen özellikleri

	Taksonlar	Polar eksen (P)			Ekvatoral eksen (E)			P / E oranı ve Polen şekli	Aperture tipi	Ornamentation		Kolpus(Cl)		Por (Pl)		Ekzin	İntin	Apokolpium	Mezokolpium
		Min.	Ort.	Max.	Min.	Ort..	Max.			Polar bölge ve Apertur çevresi	Ekvatoral bölge	Clg	Clt	Plg	Plt				
1	*A. guttatus*	19.23	20.38	22.70	14.95	17.30	20.14	1,17 / Subprolat	Trizonokolporat	Psilate-mikroretikülat	Mikroretikülat	16.5	3.11	7.5	6,9	0.53	0,513	12.25	11.99

* Clg: Colpus width, Plg: Pore width
* Clt: Colpus length, Plt: Pore length

SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışmayla *Astragalus guttaus*, taksonu palinolojik yönden araştırılmıştır.

Çalışmamızda hem saha çalışması yapılmış hem de Harran Üniversitesi Biyoloji bölümü herbaryumundaki bitkilerden de yararlanılmıştır.

Araştırdığımız *Astragalus* polenlerinin hepsi radyal simetrili, izopolar ve trizonokolporat'tır. Taksonların Polar eksenleri (P) 19.23- 31.48 µm, ekvator eksenleri (E) 14.95- 28.61 µm'dir. Amb şekilleri ise farklılık göstermektedir. Ekzin 0.53- 0.74 µm kalınlığında, intin ise 0.43- 0.69 µm kalınlığındadır. Genel olarak kolpus ince ve uzun Clg 16.5-27.62 µm, Clt 2.15- 4.16 µm dir. Plg 6.6- 9.3 µm , Plt 6.9- 11.44 µm. Apokolpium çapı 12.25-18.41 µm. Polen şekli subprolat ve polat-sferoidal, apertür tipi ise trizonokolporattır.

Pınar ve ark. (2009) ile Akan ve ark. (2005) inceledikleri *Astragalus* taksonlarında subprolat, prolat ve prolat-spheroidal polen şekli gözlenmiştir. Bu araştırıcılar inceledikleri taksonların trikolporat apertür tipine sahip olduğunu fakat Pınar ve ark. (2009) trikolporat polenlerin yanı sıra nadiren de olsa tetrakolporat ve spiraperturat polenleri de saptamışlardır.

Polar ekseni ve ekvatoral ekseni en küçük olan tür *A. guttatus* türüdür.

Çalışmamızda taksonların palinolojik özelliklerine ait farklılıklar ortaya konulmuştur. Çalışmamızın, ileride yapılacak revizyon çalışmalarında yol göstereceği kanaatindeyiz.

KAYNAKÇA

Akan H, Tatlıdil S, Bıçakçı A (2005). Pollen morphology of *Astragalus* L. Section *Alopecuroidei* DC. (Fabaceae) in Turkey. International Journal of Botany, 1(1): 50-58.

Davis, P. H. (1965-1985). Türkiye florası ve doğu Ege adaları, (Ek I). Edinburgh University Press, Yay. No: 10, Edinburgh. 166-169.

Ertdman, G. (1969). Handbook of palynology. Morphology, taxonomy and ecology. Copenhagen: Munksgaard.

Faegri, K., & Iversen, J. (1975). Textbook of pollen analysis. 295 pp. Munksgaard, Copenhagen.

Karaman Erkul, S., Duman, H., & Ateş, M. A. (2022). Astragalus oksutdagensis (Fabaceae), a new species from Turkey. *Nordic Journal of Botany*, *2022*(3).

Pınar, M. N., Ekici, M., Aytaç, Z., Akan, H., Çeter, T, Alan. (2009). "Pollen morphology of *Astragalus* L. sect. *Onobrychoidei* DC. (Fabaceae) in Turkey", *Turk. J. Bot.*, 33: 291-303.

Podlech, D., (1999). Papilionaceae III, *Astragalus* I. In: Rechinger KH (ed.) Flora Iranica, Vol. 174. Graz, Austria: Akademische Druck-u. Verlagsanstalt.

Podlech, D., Zarre, S., [with collaboration of Ekici, M., Maassoumi, A.A. andSytin, A.] 2013. A taxonomic revision of thegenus *Astragalus* L. (Leguminosae) in the Old World. Vols. 1-3. Natur historisches Museum Wien, 2439 pp.

Punt, W., Hoen, PP, Blackmore, S., Nilsson, S. ve Le Thomas, A. (2007). Polen sözlüğü ve spor terminolojisi. Paleobotany ve palinolojinin gözden geçirilmesi , 143 (1-2), 1-81.

HİDROJEN ÜRETİMİNDE KULLANILMAK ÜZERE PERLİT-GRAFEN OKSİT DESTEK MALZEMELİ KATALİZÖR GELİŞTİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Erhan ONAT [1], Zehra SAKINÇ [2], Doç. Dr. Mehmet Sait İZGİ [3]
[1]Bitlis Eren Üniversitesi, Tatvan Meslek Yüksekokulu, - 0000-0003-1638-0151
[2]Batman Allalçı Fernas Alçı San tic. A.Ş.,– 0000-0001-7856-5712
[3]Siirt Üniversitesi, Kimya Mühendisliği, -0000-0003-3685-3219

ÖZET

İnsanların en temel ihtiyaçlarından olan enerji, mevcut durumda ağırlıklı olarak fosil kaynaklı yakıtlardan üretilmektedir. Fakat fosil kaynaklı yakıtların sınırlılığı ve nihai ürünlerinin çevre üzerindeki zararlı etkisi, insanları alternatif enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. Hidrojen, enerji üretiminde sağladığı avantajlarla geleceğin enerji kaynağı olma potansiyeline sahiptir. Hidrojenin yüksek hacminden kaynaklı depolanma ve taşınma sorunu bor bileşiklerinde katı halde depolanmasıyla ortadan kalkmaktadır.

Bor bileşiklerinde depolanan hidrojenin geri kazanılması katalitik bozunma tepkimeleriyle gerçekleşmektedir. Katalitik tepkimelerin en önemli bileşeni katalizör yapısıdır. Bu çalışmada son yıllarda kullanılmaya başlanan destekli katalizör teknolojisine uygun bir şekilde grafen oksitle modifiye edilmiş perlitin destek malzemesi olarak kullanımının araştırılması amaçlanmıştır. Bu işlem için sodyum borhidrürün katalitik hidroliz bozunma tepkimesi incelenmiştir.

Çalışma kapsamında literatüre uygun bir şekilde kobalt (Co) ve krom (Cr) birleşim değerlerinden yararlanılarak desteksiz bimetalik katalizör sentezlenmiştir. Daha sonra destek malzemesi olarak kullanılan perlit, asitle yıkama ve yüksek sıcaklıktaki kalsine işleminden sonra Hummer yöntemine göre üretilen grafen oksitle modifiye edilmiştir. Modifiye edilen perlit-grafen oksit yapısı destek malzemesi olarak kullanımıyla destekli katlizör sentezi sağlanmıştır. Sentezlenen katalizör yapısının FTIR, SEM ve EDX 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 ($NaBH_4$) konsantrasyonu, sıcaklık ve tekrarlanabilirlik parametreleri incelenmiştir.

Katalitik bozunma için 303 K' de gerçekleştirilen hidroliz tepkimeleri sonucunda en iyi çözelti ortamı % 7.5 NaOH, en iyi katalizör miktarı 7.5 mg Co-Cr içeren katalizör yapısı, en iyi $NaBH_4$ konsantrasyonu olarak kütlece % 3 $NaBH_4$ kullanımı şeklindedir. Söz konusu değerlerde ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 16920 mL/g.dk dır. Tepkime kinetiği incelemeleri sonucunda tepkimenin 0. dereceden olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında destek malzemesi olarak kullanılın grafen oksit modifiyeli perlitin yüksek katalitik etki sağladığı belirlenmiştir. Söz konusu destek malzemesi sağladığı yüksek yüzey

alanı sayesinde çok düşük değerlerde metal kullanımlarında yüksek katalitik etki sağlamıştır. Bu durum perlit için katma değeri yüksek ürün oluşturmanın mükün olduğu anlamına gelmektedir.

Anahtar Kelimeler : Co-Cr@Perlit-garfen oksit, Grafen oksit, Hidrojen, Perlit, Sodyum borhidrür

1. GİRİŞ

Fosil yakıtlarının tükenmesi ve bu yakıtların kullanımıyla birlikte ortaya çıkan zararlı atıklar, çevrenin uzun vadede zarar görmesine ve insan sağlığına zarar veren etkilerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu zararlı atıklar arasında yanmamış hidrokarbonlar, kurum, koku, karbon monoksit (CO) ve sera etkisi yaratan karbondioksit (CO2) bulunmaktadır ve bu atıklar ekolojik dengenin bozulmasına katkıda bulunmaktadır. Gelecekte, araştırmacılar tarafından en çok araştırılan konuların başında, çevrenin ve enerji sorunlarının üstesinden gelecek alternatif temiz enerji kaynakları gelmektedir. Günümüzde araştırılan bu enerji kaynaklarının en önemlilerinden birisi olarak hidrojen (H_2) 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 kullanılması için gereken temel gereklilikler arasında, hidrojenin çeşitli kaynaklardan elde edilebilir olması önemli bir husus olarak öne çıkmaktadır. Bu kaynaklar aşağıdaki gibi sıralanabilir: fosil yakıtlardan termokimyasal yöntemlerle üretim, suyun elektroliz veya hidroliz gibi yöntemlerle ayrıştırılması, güneş enerjisinden faydalanarak fotoelektrokimyasal yöntemlerle üretim, yeşil alg ve bitki dokusundan fotobiyolojik yöntemlerle üretim, bor kaynaklı bileşiklerin kimyasal yöntemlerle dönüştürülerek üretim. Bu çeşitli kaynaklardan hidrojenin elde edilebilir olması, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve sürdürülebilir enerji üretimi açısından önemli bir adımdır. (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 depolamasında kullanılan bor kaynaklı bileşikler arasında, sodyum bor hidrür önemli bir bileşik olarak öne çıkmaktadır. Sodyum bor hidrür, yüksek hidrojen depolama kapasitesine sahip olmasının yanı sıra, hidroliz süreciyle kendi yapısında bulunan hidrojenin sudan ayrıştırılmasıyla yüksek bir hidrojen verimliliği sağlama potansiyeline sahiptir. Bu özellikleriyle, sodyum bor hidrür, hidrojen depolamada etkin bir şekilde kullanılabilen bir bileşiktir. Hidrojen ayrışma tepkimesi Eşitlik 1' de verilmiştir.

$$NaBH_4 + H_2O \rightarrow NaBO_2 + 4H_2 \qquad (1)$$

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 atmosferde bulunan oksijen kullanılmaktadır. Hücrede gerçekleşen reaksiyon sonucunda, su molekülleri oluşur. Bu nedenle, PEM yakıt hücrelerinin sadece suyu yan ürün olarak ürettiği belirtilebilir. Ancak, bu suyun anodik yanma reaksiyonunda PEM yakıt hücrelerinde kullanılan bir yakıt olarak da işlev gördüğü ifade edilebilir. (Zhang, 2008).

Hidrojen üretimi için kullanılan bileşik kaynakları arasında öncelikli olarak bor kaynaklı bileşikler yer almaktadır. Bu bileşikler içerisinde metal hidrür bileşikleri, hidrojen kaynağı olarak en yoğun araştırılan bileşikler arasında yer almaktadır. Metal hidrür bileşikleri, kontrol edilebilir hidrojen üretimi ve yüksek saflığıyla birlikte, kimyasal hidritlerin hidrolizinin geniş çaplı olarak araştırılmasını mümkün kılmıştır. Kimyasal hidritler arasında, $NaBH_4$, 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. Sodyum borhidrürün (NaBH4) katalizör varlığında gerçekleşen hidrolizi, su içinde kendiliğinden hidrojen salınımıyla gerçekleşir (Chia ve ark., 2012). Bu süreçte, sodyum borhidrür hem kendi yapısındaki hidrojeni salar hem de Eşitlik 1'de gösterildiği gibi su molekülündeki hidrojenin kazanımını mümkün kılar. Bu özellikleri, sodyum borhidrürün hidrojen kaynağı olarak kullanımının önemini daha da artırmaktadır.

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 tepkimeden 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 yaygın olarak kullanılan metaller genellikle Rh, Ru, Pd ve Pt gibi değerli metallerdir. Ancak, bu metallerin yüksek maliyeti nedeniyle son zamanlarda Co, Cu, Ni, Mn gibi metalleri içeren katalizör karışımlarıyla etkinliği artırılmış katalizörlerin üretimi tercih

edilmektedir. Bu yaklaşım, değerli metallerin maliyetini azaltarak daha ekonomik katalizörler elde etmeyi amaçlamaktadır.

Destekli katalizör sentezi ise katalizörlerin üretiminde önemli bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntemde, aktif madde destek malzemesi üzerine tutturularak stabil bir yapı oluşturulur. Destek malzemesi genellikle yüksek yüzey alanı ve poroziteye sahip katı bir malzeme olarak kullanılır. Destekli katalizörler, katalitik etkinliği artırma, katalizörün dayanıklılığını sağlama ve reaksiyon koşullarına uygunluğu optimize etme gibi avantajlara sahiptir. Bu nedenle, destekli katalizör sentezi, katalizör geliştirme çalışmalarında yaygın bir şekilde kullanılan bir yöntemdir. (Huynh ve ark. 2013, Özsaçmacı 2016, İzgi ve ark. 2017, Feyıso 2019). Son yıllarda uygulamaya başlanan bu yöntemlerle yakın bir gelecekte hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılma yüzdeliğinin artacağı beklenmektedir.

Katalizörlerde kullanılan destek malzemesinde aranan başlıca özellikler, malzemenin; inert, gözenekli bir madde olması kararlı yapıda bir bileşenlere sahip olması ve yüzey genişliğine imkan sağlayan bir madde olma özelliğinde olmasıdır (Hagen, 2015). Belirtilen özellikleri fazlasıyla taşıyan grafen oksit, destek malzemesi olarak kullanılan yapıların başında gelmektedir (Iris ve ark., 2019).

Grafen oksit, grafitin okside olması ile elde edilen Sp^2 bazal düzlemine sahip, fonksiyonel oksijen gruplarıyla grafenin oksitlenmiş halidir. Brodie, Staundenmaier, Offeman ve Hummers gibi farklı yöntemlerle sentezlenebilmektedir (Altuntepe, 2019; Chen ve ark., 2013). Sahip olduğu özelliklerle birçok avantaj sağlayan grafen oksit, birçok kullanım alanına sahip olan bir maddedir. Bu alanlardan bir tanesi de grafen oksidin katalizör destek malzemesi olarak kullanılması gelmektedir.

Perlit genleştiği sıcaklığa bağlı 20 katın üzerindeki değerlerde genleşebilmektedir. Ülkemiz perlit bakımından dünyanın en zengin ülkesidir (Sevindi, 2003; Erdoğan, 2022). Bu zenginliğimize rağmen perlitin kullanıldığı alanlar incelendiğinde ağırlıklı olarak konutlarda ısı yalıtımında kullanıldığı görülmektedir (Nayır, 2022). Bu da perlitin katma değeri düşük bir ürün olarak değerlendirildiğini göstermektedir. Halbuki destek malzemesi olarak kullanılan diğer yapılar incelendiğinde perlit yapısına benzer özellikte maddeler oldukları görülecektir (White ve ark., 2009).

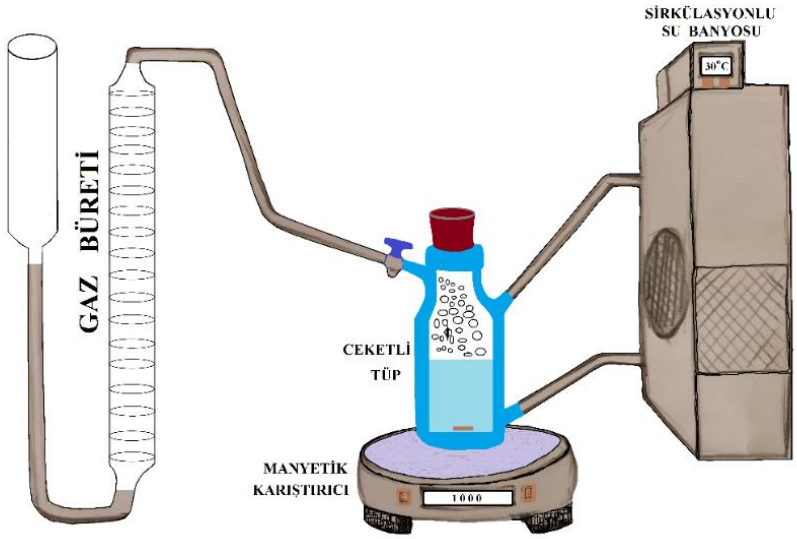
Katalizör destek malzemesi için aranan yüksek yüzey alanı perlitte fazlasıyla bulunmaktadır. Çünkü perlit genişletildiği sıcaklığa bağlı 20 katın üzerindeki genleşme derecelerine çıkarak çok yüksek yüzey alanı sunabilmektedir (Erdoğan, 2022) bununla birlikte destek malzemesi olarak kullanılan diğer yapılar incelendiğinde perlit yapısına benzer özellikte maddeler oldukları görülecektir. Bugüne kadar, perlit ve grafen oksit ayrı ayrı destek malzemesi olarak kullanılmış olmalarına rağmen, bu iki yapı birleşiminin nasıl bir etki göstereceği hala belirsizdir. Bu çalışmada, perlit-grafen oksit birleşiminin potansiyel olarak katalizör destek malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışma, hidrojen yakıt teknolojisine yönelik olarak yüksek katalitik etkiye sahip bir katalizör yapısının perlit destekli olarak üretilmesi amacıyla yapılmıştır.

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 öncelikle perlitin destek malzemesi olarak kullanılması için genleştirme 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 Hummer yöntemine göre (Gayen ve ark., 2023) grafen oksit sentezi gerçekleştirildi. Sentezlenen grafen oksit refluksla perlite yüklendi. Destek malzemesi üretiminin sağlanmasının ardından 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). Çalışma kapsamında katalizör literatüre göre 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 indirgendi. İndirgenme işleminden sonra elde edilen katalizör vakumlu süzme ile süzülerek azot gazı altında 70 ^{o}C' ta 8 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_2 gazı ölçümünde kullanılır.

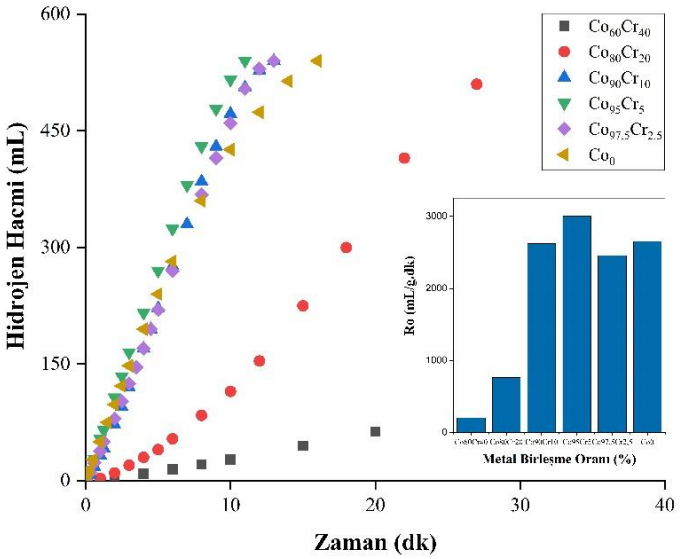


Şekil 1. Hidroliz tepkimesi reaksiyon düzeneği

3. BULGULAR

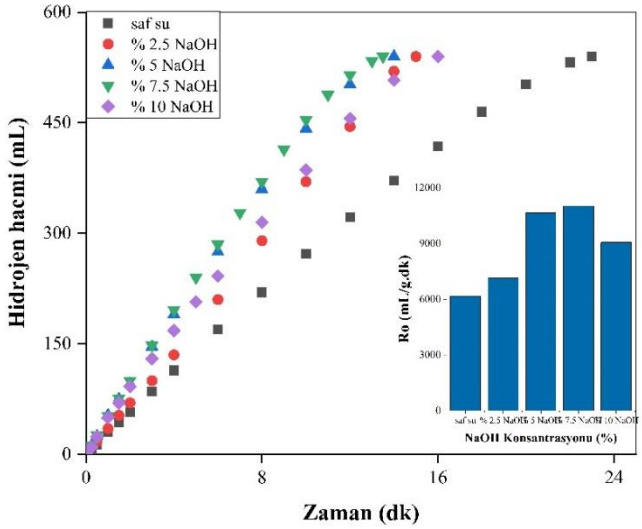
Çalışma kapsamında sentezlenen perlit-grafen oksit destekli Co-Cr katalizörü ile sodyum borhidrür hidrolizi her seferinde tüm parametreler sabit kalmak koşulu ile bir parametre değiştirilerek, katalitik tepkime için optimum şartlar belirlenmiştir. Değiştirilen bu şartlar sırasıyla; NaOH etkisi, katalizör miktarı, $NaBH_4$ konsantrasyonu, sıcaklık ve tekrarlanabilirlik değerleridir. Sıcaklık değerlerine bakılmasının sebebi hem sıcaklığa bağlı hidrojen üretim hızını belirlemek hem de reaksiyonun aktivasyon enerjisini hesaplamaktır. Perlit-grafen oksit destekli Co-Cr katalizörümüzün etkinliğinin desteksiz 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.

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 değerlerler destekli katalizör için belirlenen en iyi sonuçlardan yola çıkarak yapılmıştır.



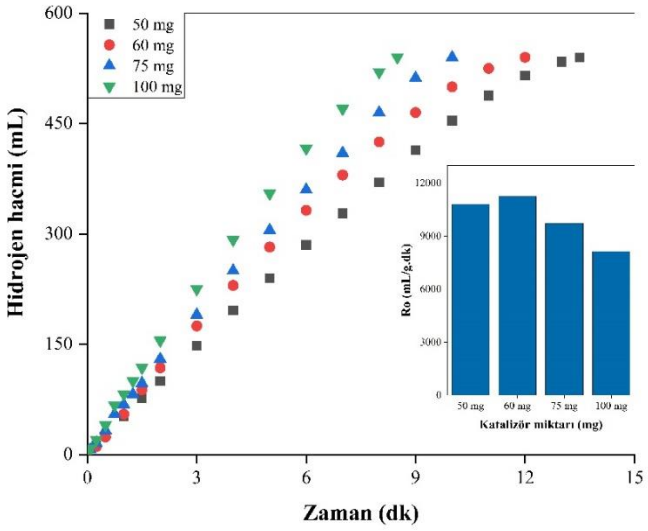
Şekil 2. 25 º C, 20 mg desteksiz Co-Cr katalizörü, % 2 lik $NaBH_4$, % 5 NaOH çözeltisi katalitik tepkimesi

Destekli katalizörün katalitik tepkimelerinde optimum veri belirlemesinde incelenen ilk parametre etkin tepkime ortamıdır. Bu çalışmamızda da sodyum borhidrür katalitik tepkimesi için ölçülen ilk parametre ortak iyon içeren ve hidrojenin ayrışmasına 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 3' te verilmiştir. Şekil 3' te görüldüğü gibi hidrojen üretimi için en içi çözelti ortamı % 7.5 NaOH çözeltisinin bulunduğu ortamdır.



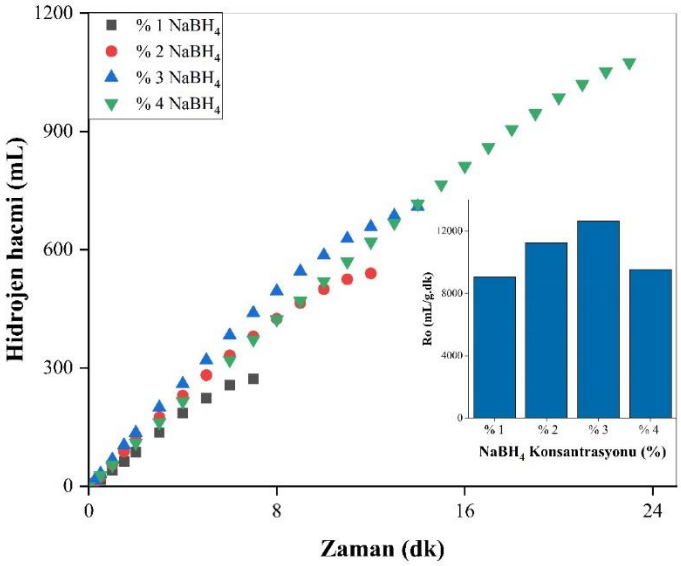
Şekil 3. 25 º C, 40 mg perlit-grafen oksit destekli Co-Cr katalizörü, %2 lik $NaBH_4$ çözeltisine NaOH etkisi

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 4' 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 50 mg' lık katalizör kullanımında yani 7.5 mg Co-Cr içeren katalizör yapısında elde edildiği şekilden anlaşılmaktadır.



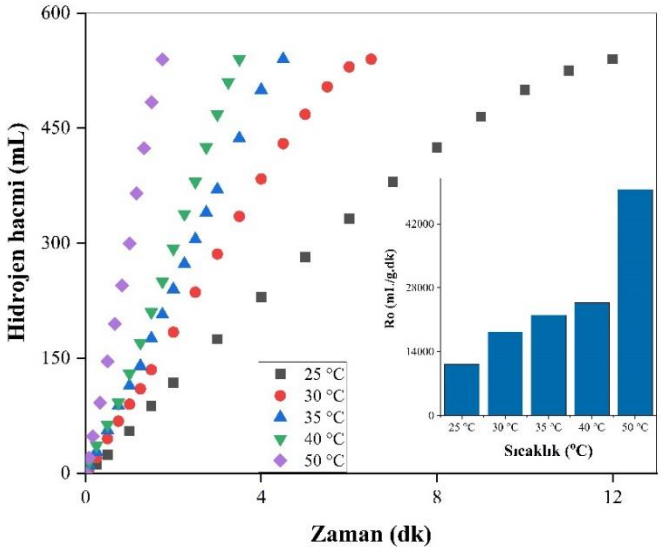
Şekil 4. 25 ° C, perlit-grafen oksit destekli Co-Cr katalizörü %2 lik $NaBH_4$ çözeltisi, % 7,5 NaOH çözelti ortamına katalizör miktarı etkisi.

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 $NaBH_4$ konsantrasyonları ile hidroliz tepkimeleri gerçekleştirilmiştir. Kütlece %1, %2, %3, ve %4 $NaBH_4$ konsantrasyon değerlerinde gerçekleştirilen hidroliz tepkimelerine ilişkin hidrojen üretimi Şekil 5' te verilmiştir. Şekil incelendiğinde en iyi hidrojen başlangıç hızının % 3 sodyum bor hidrür kullanımında yakalandığı görülecektir. Bu değerde 303 K' de ölçülen hidrojen başlangıç hızı 16920 mL/g.dk' dır.



Şekil 5. 25 º C, 50 mg perlit-grafen oksit destekli Co-Cr katalizörü %7,5 NaOH, $NaBH_4$ konsantrasyon etkisi

Katalitik tepkimeler için incelenen en önemli parametrelerden biri de tepkimeye olan sıcaklık etkisidir. Çalışmamızda Perlit destekli Co-Cr katalizörünün $NaBH_4$ hidrolizine olan sıcaklık etkisi için farklı sıcaklıklarda yapılan incelemelerine ilişkin grafik Şekil 6'da verilmiştir. Şekil 6' da görüldüğü gibi sıcaklık artışına bağlı hidrojen üretimi artmaktadır. Etkin Çarpışma teorisine göre sıcaklığı artan taneciklerin daha fazla etkileşmesi ile bu durum açıklanabilir.



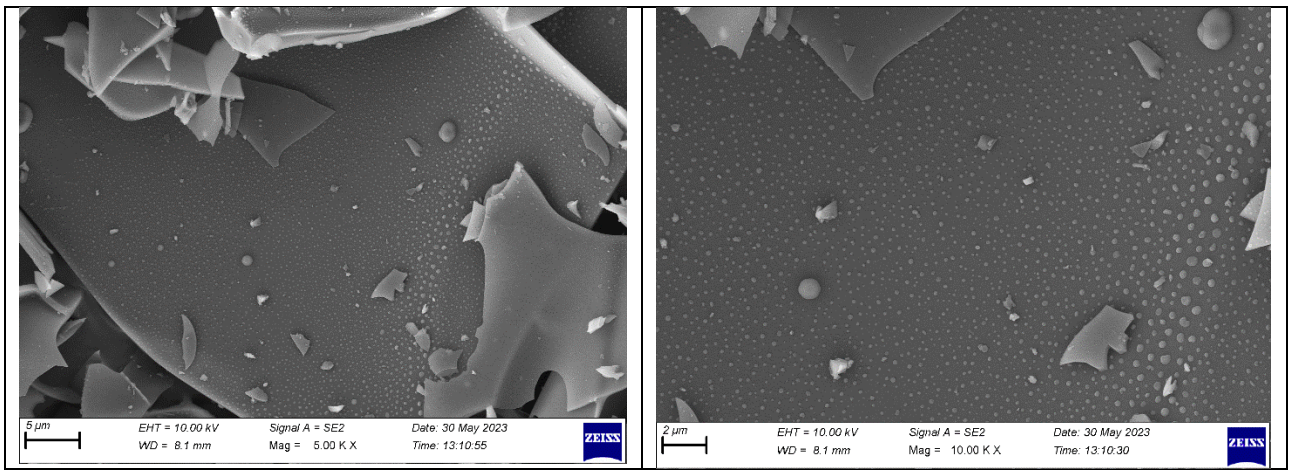
Şekil 6. Perlit destekli Co-Cr katalizörü 50 mg, %2 lik NaBH4 konsantrasyonlu, %7,5 NaOH çözeltisine sıcaklık etkisi

Sıcaklık artışına bağlı katalizör başına hidrojen üretim hızı incelendiğinde 16920 mL/g.dk seviyesindeki başlangıç hızının 50 o' ta 60460 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 $NaBH_4$ hidrolizinin hidrojen üretim oranı, aşağıdaki Arrhenius denklemi (Eşitlik 2) ile tarif edilebilir:

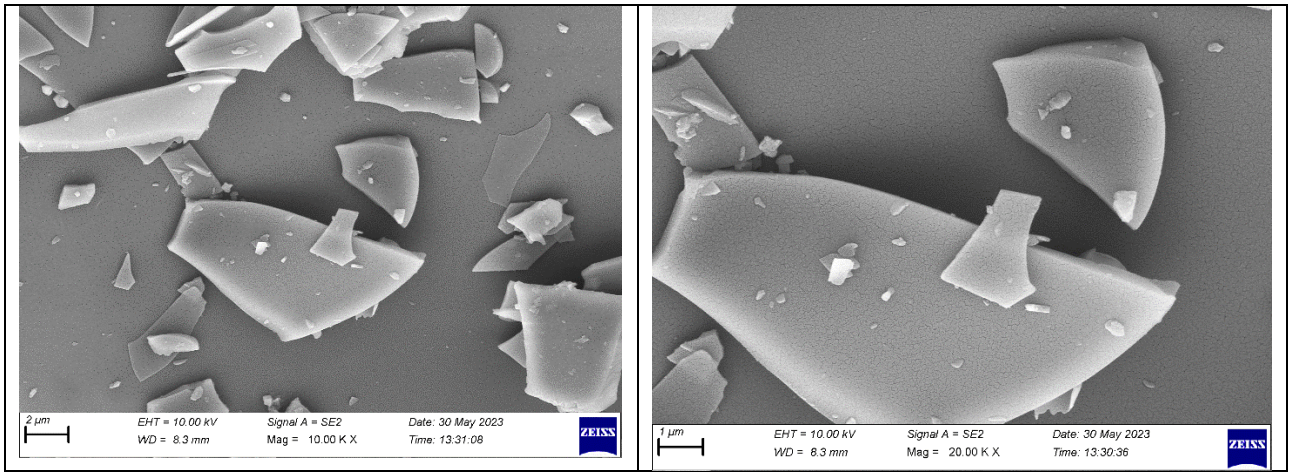
$$lnk = lnA\text{-}Ea \,/\, RT \qquad (2)$$

Burada R, evrensel gaz sabiti (8.314 kJ K^{-1} mol^{-1}), k, oran sabiti (dak^{-1}), A, Arrhenius faktörü olarak bilinen bir sabittir ve T, mutlak sıcaklıktır (K). Şekil 7' de elde edilen verilerden yola çıkarak lnk' ya karşı 1/T grafiği çizildiğinde elde edilen eğim değeri Eşitlik 2' de verilen Arrhenius denkleminde yerine yazıldığında tepkimenin aktivasyon enerjisi (Ea) 49.7 kJ mol^{-1} olarak bulunur.

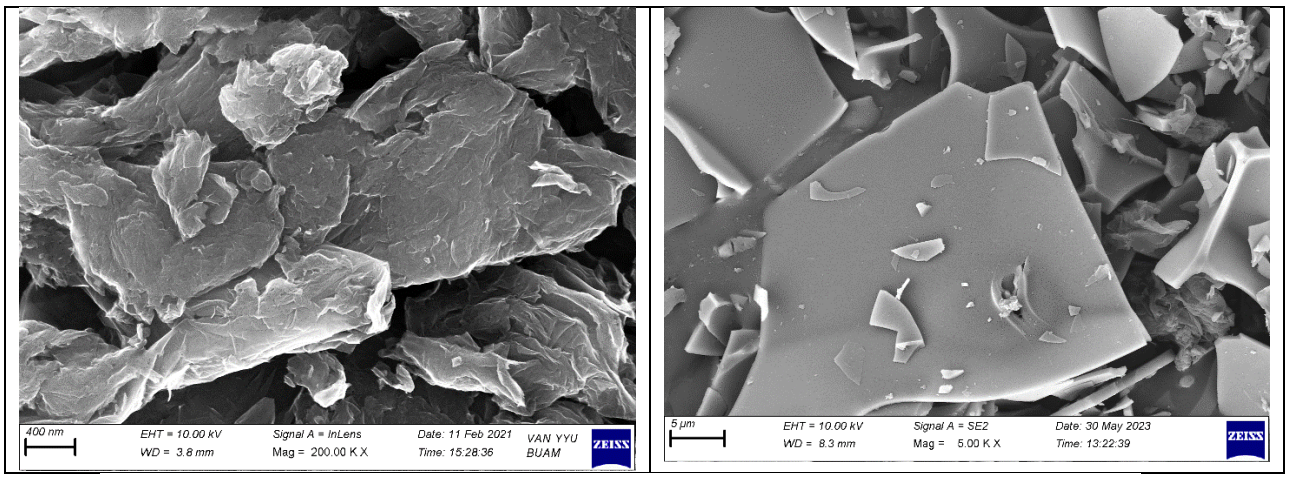
Çalışma kapsamında sentezlenen malzeme yapılarının aydınlatılması için malzemelerin FTIR, SEM ve EDX analizi yapıldı. SEM analizler görüntüleri Şekil 7' de verilmiştir. Bu görüntülerden Şekil 7 a) Perlitin herhangi bir işleme tabi tutulmamış halinin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü, Şekil 7 b) Perlitin asitle işlem görmüş halinin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü Şekil 7 c) Grafen oksit ve perlit-grafen oksit birleşiminin SEM görüntüsü, Şekil 7 d) Desteksiz Co katalizörün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü, Şekil 7 e) perlit-grafen oksit destekli Co katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsüdür. SEM analizleri incelendiğinde desteksiz katalizör yapısına göre perlit-grafen oksit destekli katalizör yapısının yüksek yüzey alanına sahip olduğu görülecektir (Jongsomjit ve ark., 2004). Bu değerler katalitik hidroliz tepkimelerinin etkinliğini net bir şekilde göstermektedir.



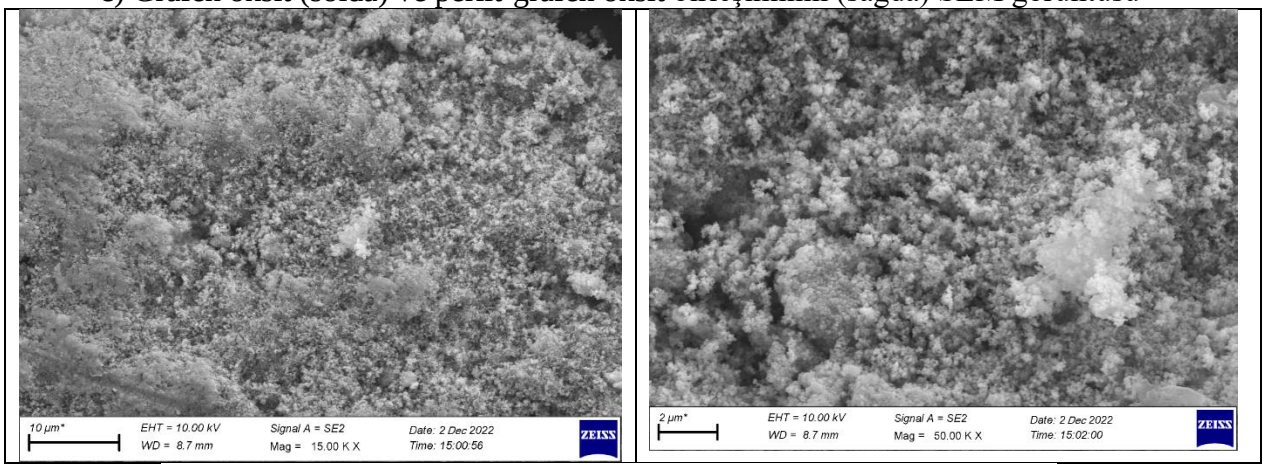
a) Perlitin ham halinin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü



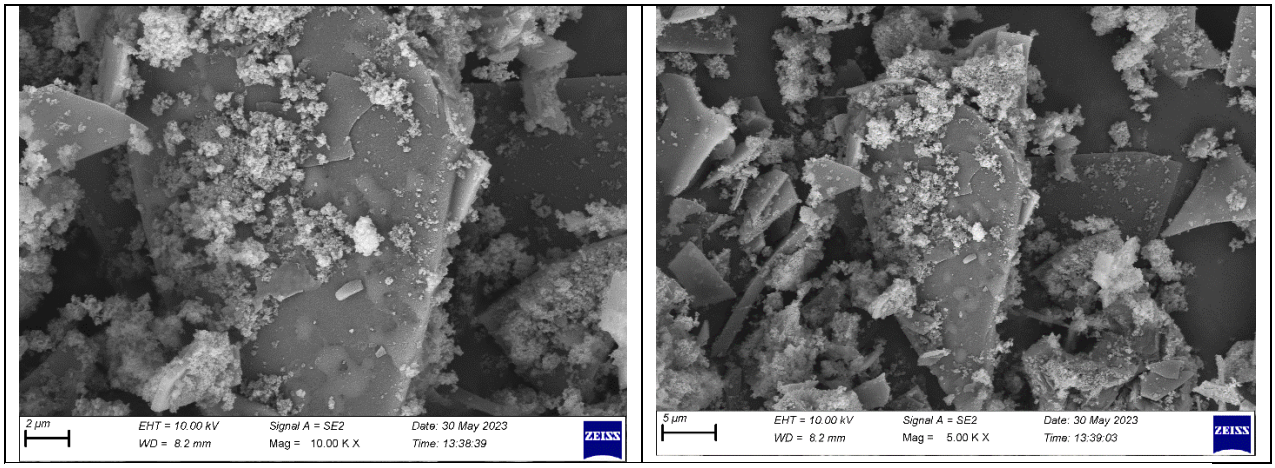
b) Asitle muamele edilmiş perlitin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü



c) Grafen oksit (solda) ve perlit-grafen oksit birleşiminin (sağda) SEM görüntüsü



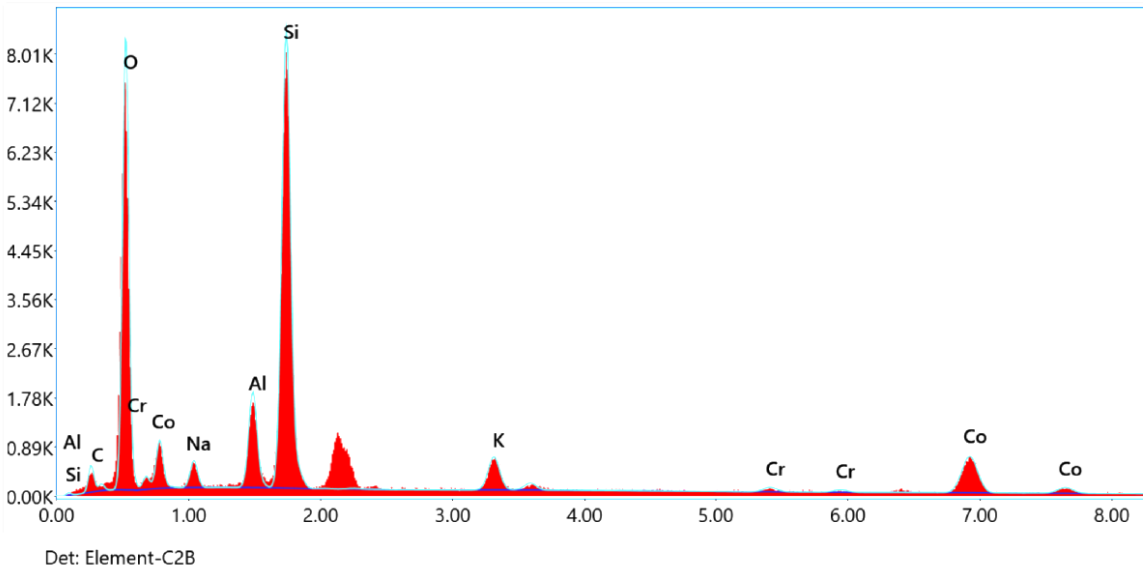
d) Desteksiz Co-Cr katalizörünün farklı büyüklerdeki SEM görüntüsü



e) Perlit-grafen oksitle desteklenmiş Co-Cr katakizörünün farklı büyüklerdeki SEM görüntüsü

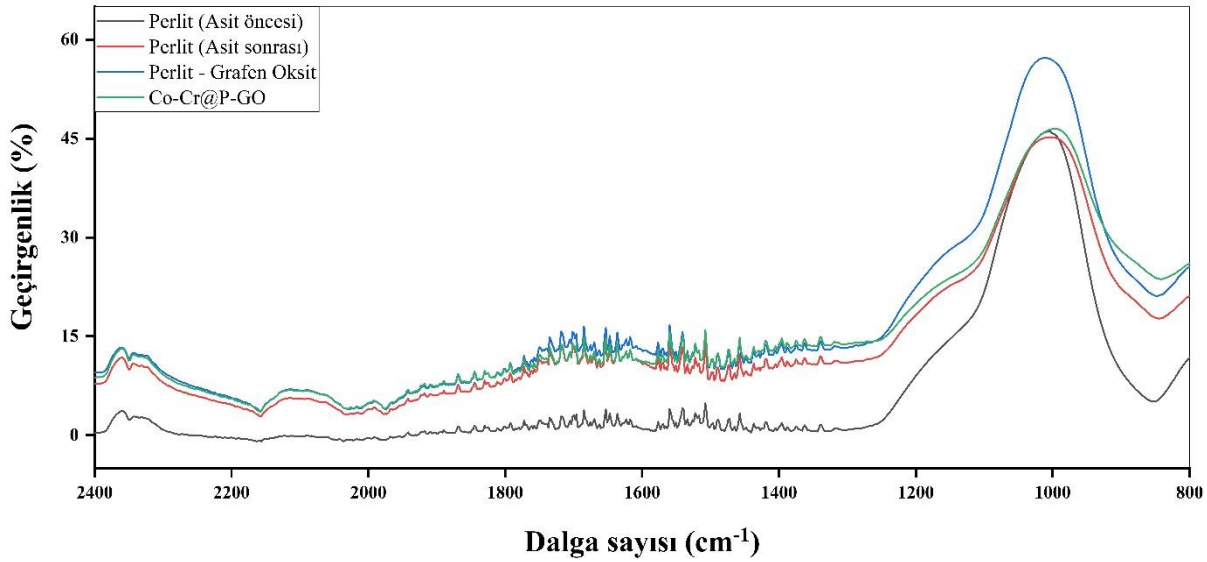
Şekil 7. Çalışma kapsamında sentezlenen malzeme analizlerine ilişkin SEM görüntüleri

Destek malzemesi yüzeyine kobalt ve krom metal atomlarının birleşme durumunun belirlenmesi için yapılan EDX analizine ilişkin sonuçlar Şekil 8' te verilmiştir. Şekil incelendiğinde kobalt ve krom metal atomlarının grafen oksit yapısındaki karbon ve oksijen ile başarılı bir şekilde destek malzemesi (perlit) yüzeyine tutunduğu görülecektir.



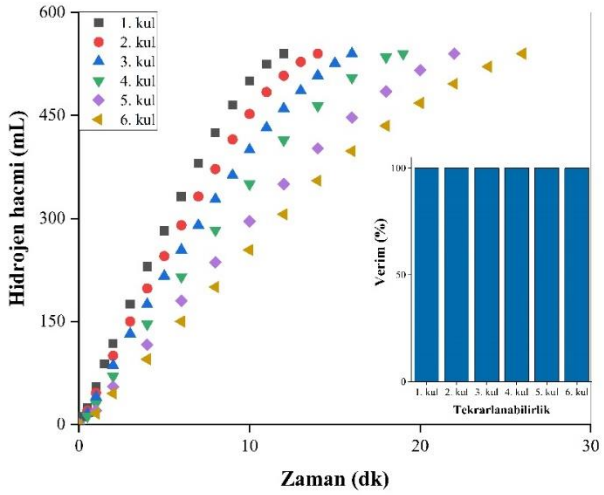
Şekil 8. Çalışma kapsamında sentezlenen katalizör yapısının EDX analizi

Katalizör yapısında bulunan bileşenlere ait FTIR spektrum analizi Şekil 9' da verilmiştir. Spektrum bantları incelendiğinde perlit bandının net bir şekilde gözüktüğü görülecektir. Asit uygulamasından sonra yüzeydeki metal oksitlerin ortamdan uzaklaştığı Şekil 9' dan anlaşılmaktadır. Bu durum Şekil 7 a ve 7 b' yi desteklemektedir.



Şekil 9. Çalışma kapsamında sentezlenen malzemelerin FTIR analizi

Katalitik tepkimenin önemli parametrelerinden biri de katalizörün tekrarlı kullanımıdır. Bu çalışma kapsamında sentezi sağlanan Co-Cr@Perlit-grafen oksit 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 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-grafen oksit 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-grafen oksit destekli katalizör yapısı için 303 K' de gerçekleştirilen hidroliz tepkimeleri sonucunda en iyi çözelti ortamı % 7.5 NaOH, en iyi katalizör miktarı olarak 7.5 mg Co-Cr içeren katalizör yapısı, en iyi $NaBH_4$ konsantrasyonu olarak kütlece % 3 $NaBH_4$ kullanımı optimum verileri olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerlerde ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 16920 mL/g.dk dır. Bu sonuçlar perlit-grafen oksit 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 0. dereceden, aktivasyon enerjisinin 49.7 kJ/mol, aktivasyon entalpisinin 47.2 kJ/mol, aktivasyon entropisinin -555.6 J/mol olduğu belirlenmiştir.

Perlit-grafen oksit 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 arttırma 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

Altuntepe, A., (2019). Katkılı Grafen Sentezi ve Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi*, Niğde

Chen, J., Yao, B., Li, C., & Shi, G. (2013). An improved Hummers method for eco-friendly synthesis of graphene oxide. *Carbon*, *64*, 225-229.

Chia-C. S. , Ming-C. L. , Shu-L. W. Yao-H. H. 2012. Ruthenium immobilized on Al2O3 pellets as a catalyst for hydrogen generation from hydrolysis and methanolysis of sodium borohydride: 2, 2073-2079

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.

Fernandes, R., Patel, N., Miotello, A. 2009. Hydrogen generation by hydrolysis of alkaline NaBH4 solution with Cr-promoted Co–B amorphous catalyst. Applied Catalysis B: Environmental 92: 68-74

Feyıso, 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.

Gayen, S., Bej, B., Boxi, S. S., & Ghosh, R. (2023). Synthesis of graphene oxide and its application for purification of river water. Materials Today: Proceedings, 72, 2630-2636.

Hagen, J. 2015. Industrial catalysis: a pratical approach, Wiley-VCH, Weinheim, Germany.

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

Iris, K. M., Xiong, X., Tsang, D. C., Ng, Y. H., Clark, J. H., Fan, J., ... & Ok, Y. S. (2019). Graphite oxide-and graphene oxide-supported catalysts for microwave-assisted glucose isomerisation in water. Green Chemistry, 21(16), 4341-4353.

Jongsomjit, B., Sakdamnuson, C., Goodwin, J. G., & Praserthdam, P. (2004). Co-support compound formation in titania-supported cobalt catalyst. Catalysis letters, 94, 209-215.

İzgi, M.S., Şahin, Ö., Onat, E., Horoz, S., 2017. "Metanolde sentezlenen Co-B katalizörün 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 NaBH4 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.

Nayır, S. 2022. Pomza ve Perlit Agregası İçeren Mineral Katkılı Taşıyıcı Hafif Betonların Enerji Performansı Açısından Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

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 $NaBH_4$ hydrolysis. International Journal of Hydrogen Energy, 44(33), 17954-17962.

Taşçı, K. 2015. "Sodyum borhidrür (NaBH4) 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 H2 production from NaBH4 methanolysis", Applied Catalysis B: Environmental, 202: 199-206.

Sevindi, C. 2003. Kars İli Perlit yataklarının ekonomik önemi ve değerlendirilmesi. Kars Sosyal Bilimler Dergisi, 3(30), 169-186.

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.

GRAFEN OKSİTLE MODİFİYE EDİLMİŞ PERLİTİN KATALİTİK ETKİSİNİN ÖLÇÜLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Erhan ONAT [1], Taha TURAL [2], Doç. Dr. Mehmet Sait İZGİ [3]
[1]Bitlis Eren Üniversitesi, Tatvan Meslek Yüksekokulu, - 0000-0003-1638-0151
[2]Batman Allalçı Fernas Alçı San tic. A.Ş., – 0000-0001-5050-0482
[3]Siirt Üniversitesi, Kimya Mühendisliği, -0000-0003-3685-3219

ÖZET

Destekli katalizör teknolojisi, avantajlarıdan dolayı son yıllarda kullanımı artmaya başlayan bir teknolojidir. Bu teknolojinin kullanıldığı önemli alanlardan biri de hidrojen yakıt teknolojisi katalitik tepkimeleridir. Bu çalışma, özgün bir şekilde grafen oksitle modifiye edilmiş perlit destekli monometalik katalizör sentezini ve sentezlenen katalizör varlığında sodyum borhidrür hidrolizinin incelenmesini konu almaktadır. Destekli katalizör üretiminde kullanılan destek malzemeleri farklı özellikte olabilmektedir. Doğal bir mineral olan perlitin grafen oksitle modifiye edilerek destek malzemesi olarak kullanımı ilk defa bu çalışma kapsamında uygulanmıştır. Bu uygulamadaki amaç uygun maliyetli, çevre dostu teknoloji geliştirmekle birlikte perlite yönelik katma değeri yüksek ürün oluşturulmasıdır.

Grafen oksitle modifiye edilmiş 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 perlit, Hummer yöntemine göre üretilen grafen oksitle refluksla birleştirilerek modifiye edilmiştir. Modifiye edilen malzeme katalizör destek malzemesi olacak şekilde monometalik destekli katalizör sentezi sağlanmıştır. Sentezlenen katalizör yapısı FTIR, SEM ve EDX ile karakterize edilmiştir. Karakterizasyon işlemlerinden sonra katalitik hidroliz tepkimesinin optimizasyonu yapılmıştır. Katalitik hidroliz tepkimesi için çözelti ortamı, katalizör miktarı, hidrojen kaynağı olarak kullanılan sodyum borhidrür ($NaBH_4$) konsantrasyonu, sıcaklık ve tekrarlanabilirlik parametreleri incelemesi gerçekleştirilmiştir.

Katalizör sentezinden sonra 303 K' de gerçekleştirilen katalitik hidroliz tepkimeleri sonucunda optimum veriler için en iyi çözelti ortamı % 10 NaOH, en iyi katalizör miktarı için 6 mg Co içeren katalizör yapısı, en iyi $NaBH_4$ konsantrasyonu olarak kütlece % 3 $NaBH_4$ kullanımı belirlenmiştir. Söz konusu değerlerde ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 13711 mL/g.dk dır. Tepkime kinetiği incelemeleri sonucunda tepkimenin 0. dereceden olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında modifiye edilerek destek malzemesi olarak kullanılın perlitin çok yüksek katalitik etki sağladığı belirlenmiştir. Çalışma konusunun benzer katalitik çalışmalarda kullanılmaya başlanmasıyla perlitin katma değeri yüksek ürüne dönüşümünün mümkün olduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler : Co@Perlit-grafen oksit, Grafen oksit, Hidrojen, Perlit, Sodyum borhidrür

1. GİRİŞ

Enerji, insan yaşamının devamı 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_2) ve diğer bazı zararlı son ürünler bırakılmaktadır. CO_2 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 çözücüden de elde edilmektedir. Bu tepkimenin önemli bir diğer avantajı hidrojen üretiminin katalizör kontrollü olmasıdır (Özkar ve Zahmakıran, 2005; Şahin ve ark., 2016; Onat, 2016).

$$NaBH_4 + 2H_2O \rightarrow 4\,H_2 + NaBO_2 \qquad (1)$$

Katalitik süreçte incelenen önemli parametrelerin başında Arrhenius (2) ve Eyring (3) eşitlilikleri gelmektedir. Tepkime kinetiğinin önemli parametrelerinden olan aktivasyon enerjisi, aktivasyon entalpisi ve aktivasyon entropisi değişimleri gibi önemli değerler bu iki eşitlikten faydalanılarak hesaplanmaktadır.

$$k = Ae^{-Ea/RT} \qquad (2)$$

$$ln\,\frac{k}{T} = \frac{-\Delta H}{R}\frac{1}{T} + ln\,\frac{kB}{h} + \frac{\Delta S}{R} \qquad (3)$$

Katalitik proseslerin en önemli öğesi 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).

Grafen oksit, grafitin okside olması ile elde edilen Sp^2 bazal düzlemine sahip, fonksiyonel oksijen gruplarıyla grafenin oksitlenmiş halidir. Brodie, Staundenmaier, Offeman ve Hummers gibi farklı yöntemlerle sentezlenebilmektedir (Altuntepe, 2019; Chen ve ark., 2013). Sahip olduğu özelliklerle birçok avantaj sağlayan grafen oksit, birçok kullanım alanına sahip olan bir maddedir. Bu alanlardan bir tanesi de grafen oksidin katalizör destek malzemesi olarak kullanılması gelmektedir.

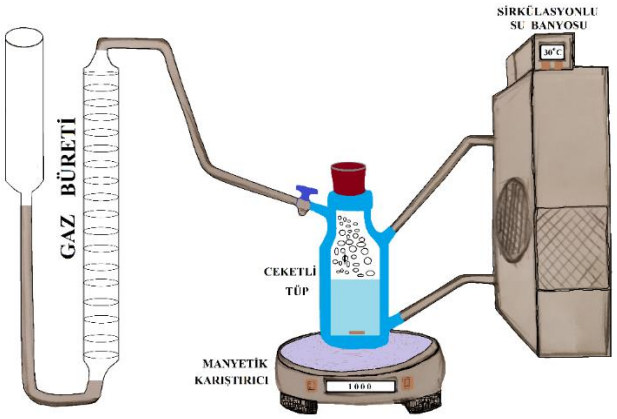
Katalizörlerde kullanılan destek malzemesinde aranan başlıca özellikler, malzemenin; inert, gözenekli bir madde olması kararlı yapıda bir bileşenlere sahip olması ve yüzey genişliğine imkan sağlayan bir madde olma özelliğinde olmasıdır (Hagen, 2015). Belirtilen özellikleri fazlasıyla taşıyan grafen oksit, destek malzemesi olarak kullanılan yapıların başında gelmektedir (Iris ve ark., 2019).

Perlit genleştiği sıcaklığa bağlı 20 katın üzerindeki değerlerde genleşebilmektedir. Ülkemiz perlit bakımından dünyanın en zengin ülkesidir (Sevindi, 2003; Erdoğan, 2022). Bu zenginliğimize rağmen perlitin kullanıldığı alanlar incelendiğinde ağırlıklı olarak konutlarda ısı yalıtımında kullanıldığı görülmektedir (Nayır, 2022). Bu da perlitin katma değeri düşük bir ürün olarak değerlendirildiğini göstermektedir. Halbuki destek malzemesi olarak kullanılan diğer yapılar incelendiğinde perlit yapısına benzer özellikte maddeler oldukları görülecektir (White ve ark., 2009).

Katalizör destek malzemesi için aranan yüksek yüzey alanı perlitte fazlasıyla bulunmaktadır. Çünkü perlit genişletildiği sıcaklığa bağlı 20 katın üzerindeki genleşme 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. Perlit ve grafen oksitte ayrı ayrı bulunan destek malzemesi olarak kullanılma özelliği, bu iki yapının birleşimlerinde nasıl bir etki göstereceği merak konusudur. Bu soruya bu güne cevap verilmemiştir. Bu çalışmada perlit-grafen oksit birleşiminin katalizör destek malzemesi olarak kullanılabilir mi? Hipotezine cevap aranmıştır. Çalışma kapsamında 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 genleştirme 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 Hummer yöntemine göre (Gayen ve ark., 2023) grafen oksit sentezi gerçekleştirildi. Sentezlenen grafen oksit refluksla perlite yüklendi. Destek malzemesi üretiminin sağlanmasının ardından 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

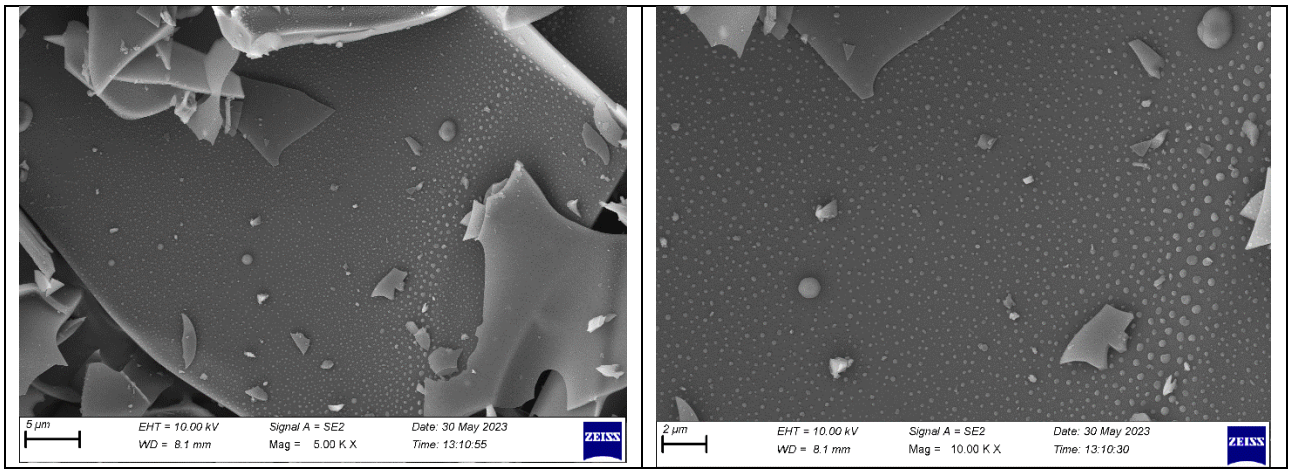
Hidroliz işlemlerinden sonra elde edilen veriler bilgisayara işlenerek yorumlandı. Çalışmanın son aşamasında ise yapılan tüm uygulamalar raporlaştırıldı.

3. BULGULAR

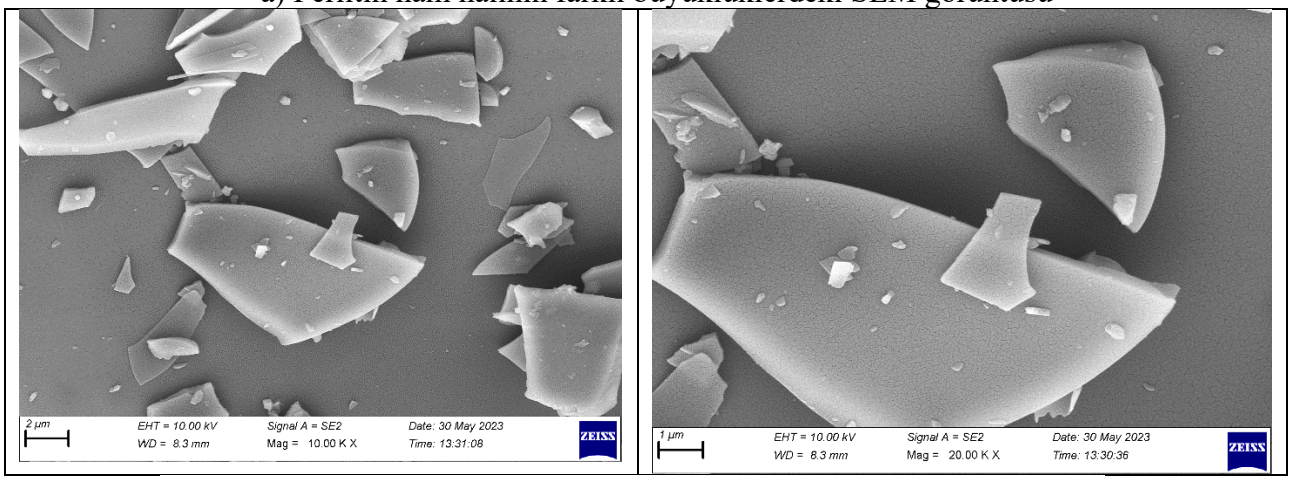
Perlit 950 oC' de gaz fırınında genleştirildi. Genleştirme işlemi sonucunda öz kütleden yola çıkarak perlit hacminin 21 kat genişlediği hesaplandı. Perlit yapısındaki metal safsızlıklar, perlitin % 98 saflıktaki H_2SO_4 ' te bekletilmesiyle giderildi. Metal safsızlık giderilme işleminden sonra perlit gaz fırınında 500 ^oC' de azot gazı altında kalsine edildi. Daha sonra refluks yöntemiyle perlit-grafen oksit birleşimi sağlandı. Katalizör destek malzemesi olarak kullanılan tüm malzemelerin yapısı incelendikten sonra hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi.

Sentezlenen malzeme yapılarının karakterizasyonu

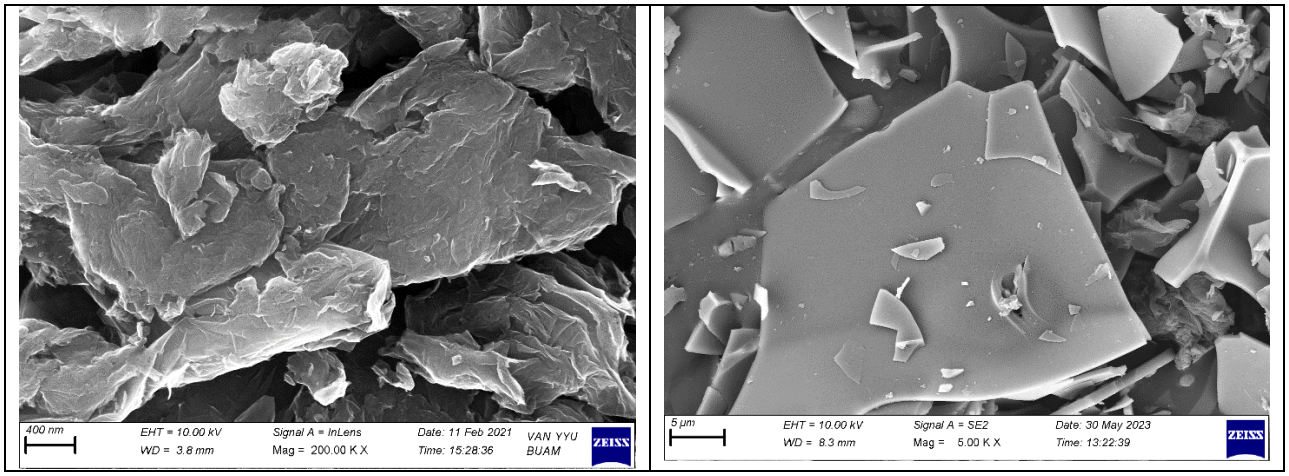
Çalışma kapsamında sentezlenen malzeme yapılarının aydınlatılması için malzemelerin FTIR, SEM ve EDX analizi yapıldı. SEM analizler görüntüleri Şekil 2' de verilmiştir. Bu görüntülerden Şekil 2 a) Perlitin herhangi bir işleme tabi tutulmamış halinin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü, Şekil 2 b) Perlitin asitle işlem görmüş halinin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü Şekil 2 c) Grafen oksit ve perlit-grafen oksit birleşiminin SEM görüntüsü, Şekil 2 d) Desteksiz Co katalizörün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü, Şekil 2 e) perlit-grafen oksit destekli Co katalizörünün farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsüdür. SEM analizleri incelendiğinde desteksiz katalizör yapısına göre perlit-grafen oksit destekli katalizör yapısının yüksek yüzey alanına sahip olduğu görülecektir (Jongsomjit ve ark., 2004). Bu değerler katalitik hidroliz tepkimelerinin etkinliğini net bir şekilde göstermektedir.



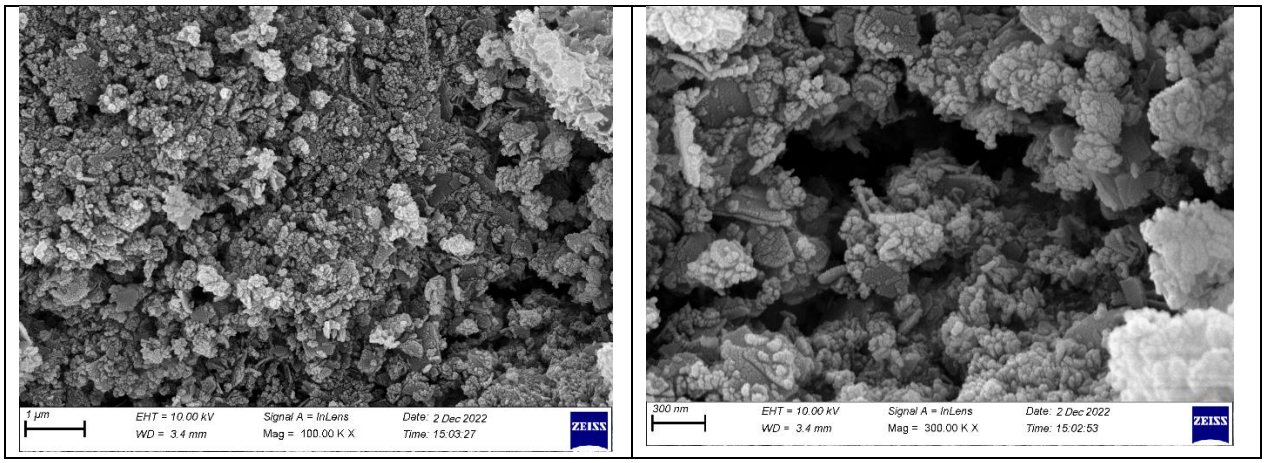
a) Perlitin ham halinin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü



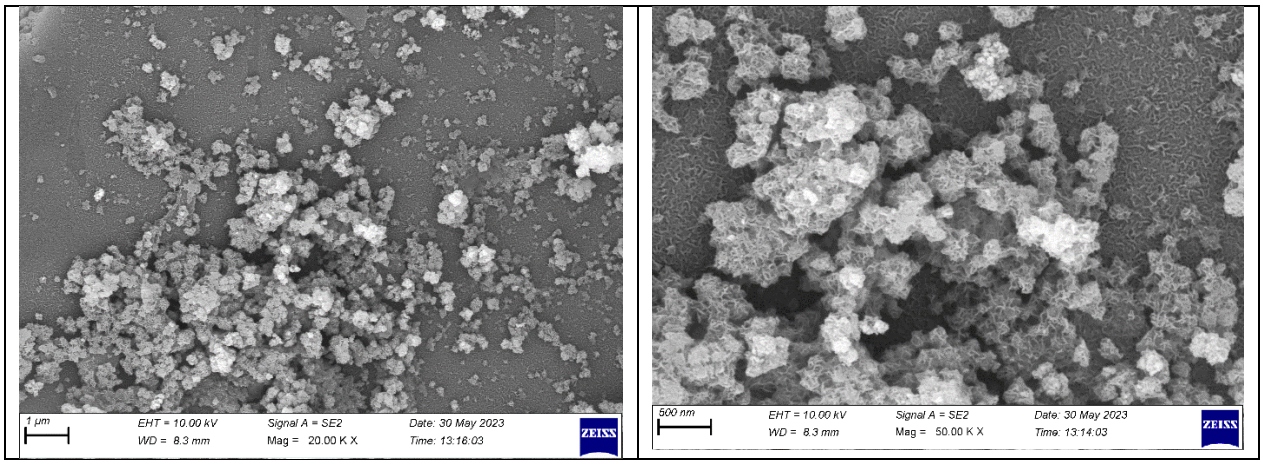
b) Asitle muamele edilmiş perlitin farklı büyüklüklerdeki SEM görüntüsü



c) Grafen oksit (solda) ve perlit-grafen oksit birleşiminin (sağda) SEM görüntüsü



d) Desteksiz Co katalizörünün farklı büyüklerdeki SEM görüntüsü

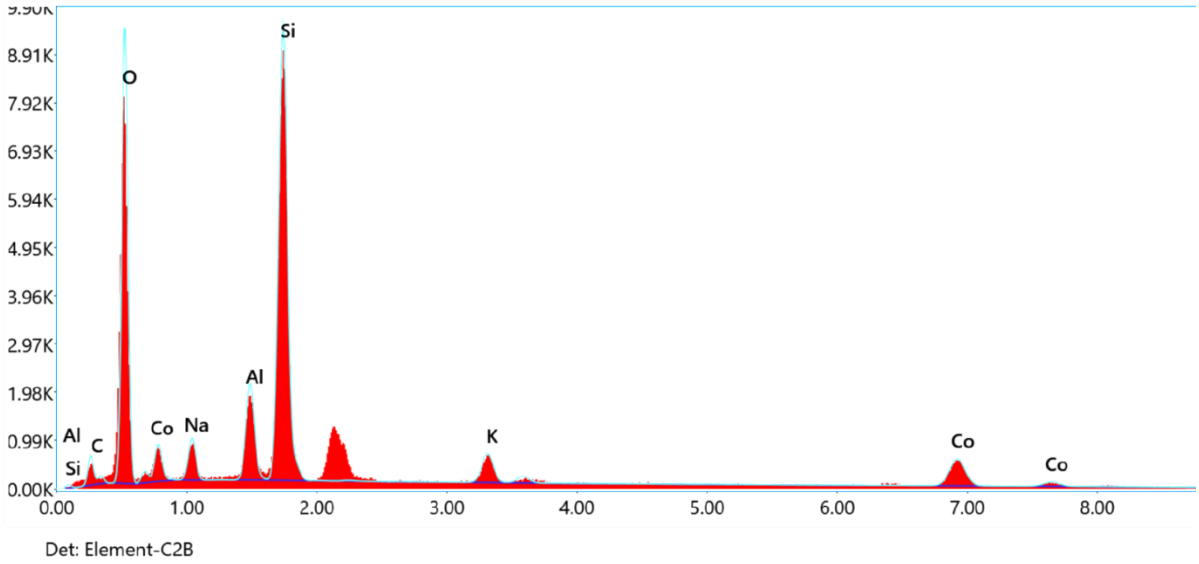


e) Perlit-grafen oksitle desteklenmiş Co katakizörünün farklı büyüklerdeki SEM görüntüsü

Şekil 2. Çalışma kapsamında sentezlenen malzeme analizlerine ilişkin SEM görüntüleri

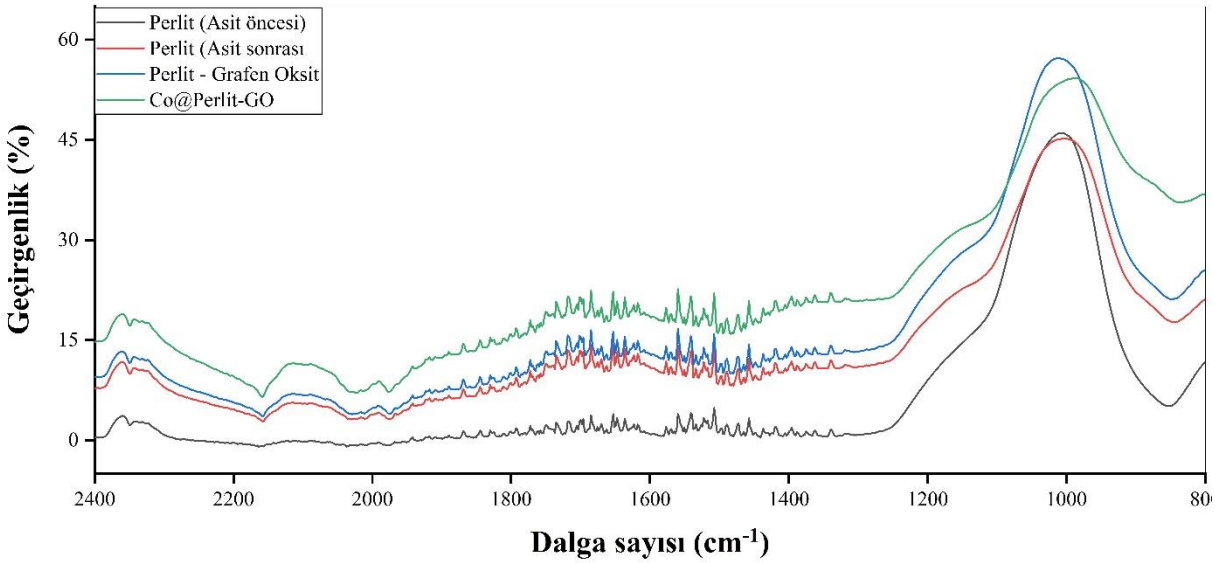
Destek malzemesi yüzeyine kobalt metal atomlarının birleşme durumunun belirlenmesi için

yapılan EDX analizine ilişkin sonuçlar Şekil 3' te verilmiştir. Şekil incelendiğinde kobalt metal atomlarının başarılı bir şekilde destek malzemesi yüzeyine tutunduğu görülecektir.



Şekil 3. Çalışma kapsamında sentezlenen katalizör yapısının EDX analizi

Katalizör yapısında bulunan bileşenlere ait FTIR spektrum analizi Şekil 4' te verilmiştir. Spektrum bantları incelendiğinde perlit bandının net bir şekilde gözüktüğü görülecektir. Asit uygulamasından sonra yüzeydeki metal oksitlerin ortamdan uzaklaştığı Şekil 4' ten anlaşılmaktadır. Bu durum Şekil 2 a ve 2 b' yi desteklemektedir.



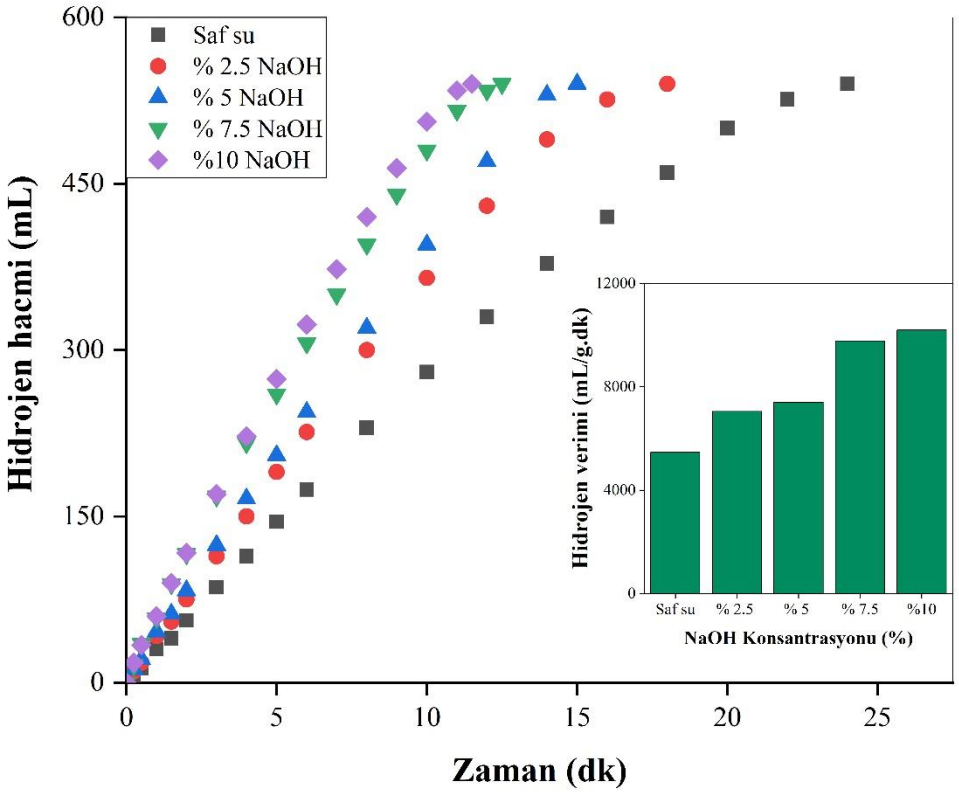
Şekil 4. Çalışma kapsamında sentezlenen malzemelerin FTIR analizi

Katalizör yapısına destek malzemesi olarak kullanılan perlit-grafen oksitin katalizlediği sodyum borhidrür hidroliz verilerinin ilki olan NaOH derişimine bağlı hidrojen üretimleri Şekil

5’ te verilmiştir. Oda koşullarında (298 K) gerçekleştirilen tepkime 40 mg katalizör, 0.2 g $NaBH_4$ ve % 5 NaOH varlığında gerçekleştirilmiştir. Desteksiz katalizör ile karşılaştırma yapmak için gerçekleştirilen katalitik hidroliz tepkimesi sonucunda 7392 mL/g.dk hidrojen verimi elde edilmiştir. Karşılaştırma yapmak üzere saf $Co_{(0)}$ metalinin katalitik hidroliz tepkimesi sonucunda ölçülen hidrojen başlangıç hızı 2785 mL/g.dk’ dır. Hidrojen verimlerinden anlaşılacağı üzere destekli katalizör yapısı yüksek katalitik etki göstermiştir.

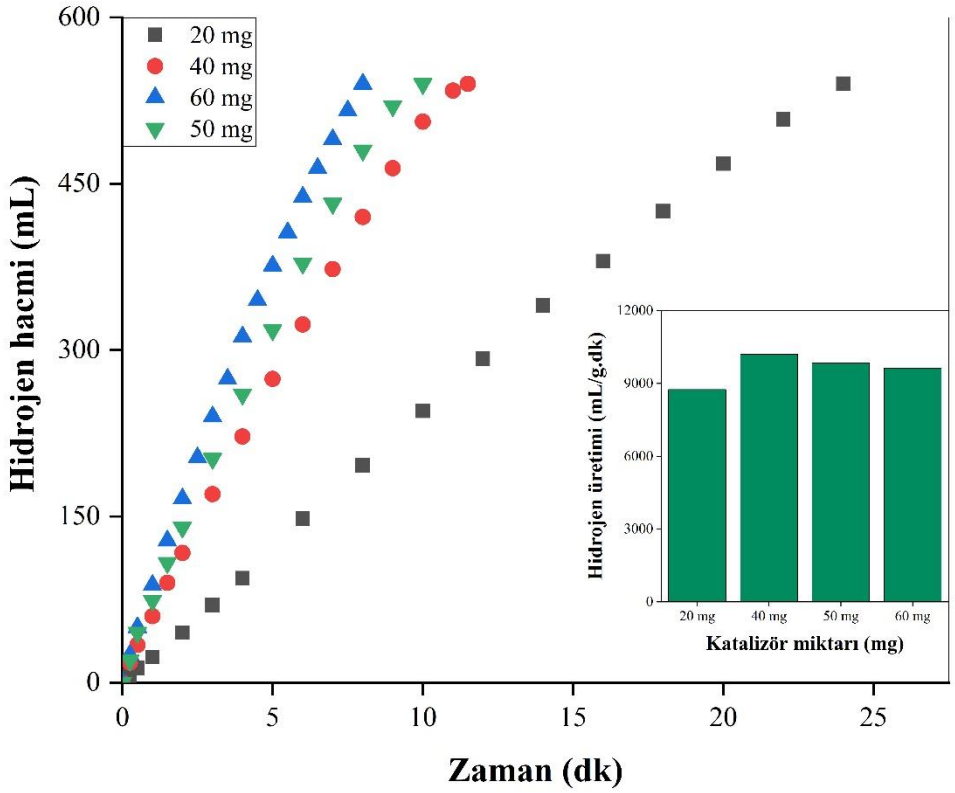
Perlit-grafen oksit destekli katalizör yapısının çok etkin olduğunun belirlenmesinin ardından hidroliz tepkimesi optimum verileri incelemesi gerçekleştirildi. Optimum veri incelemesi oda koşullarındaki sıcaklıkta (298 K) gerçekleştirildi. Optimum veriler için incelenen parametreler sırasıyla; çözelti ortamı, katalizör miktarı, hidrojen kaynağı sodyum borhidrür konsantrasyonu, sıcaklık ve katalizörün tekrarlı kullanımıdır.

Çözelti ortamı olarak ortak iyon içeren NaOH derişimi incelenmiştir. Bilindiği üzere az da olsa sodyum borhidrür (NaBH4) 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 % 10 NaOH derişiminde gerçekleşmektedir. Çalışmanın devamında çözelti ortamı derişimi % 10 NaOH olacak şekilde katalitik bozunma tepkimeleri incelemesine devam edilmiştir.



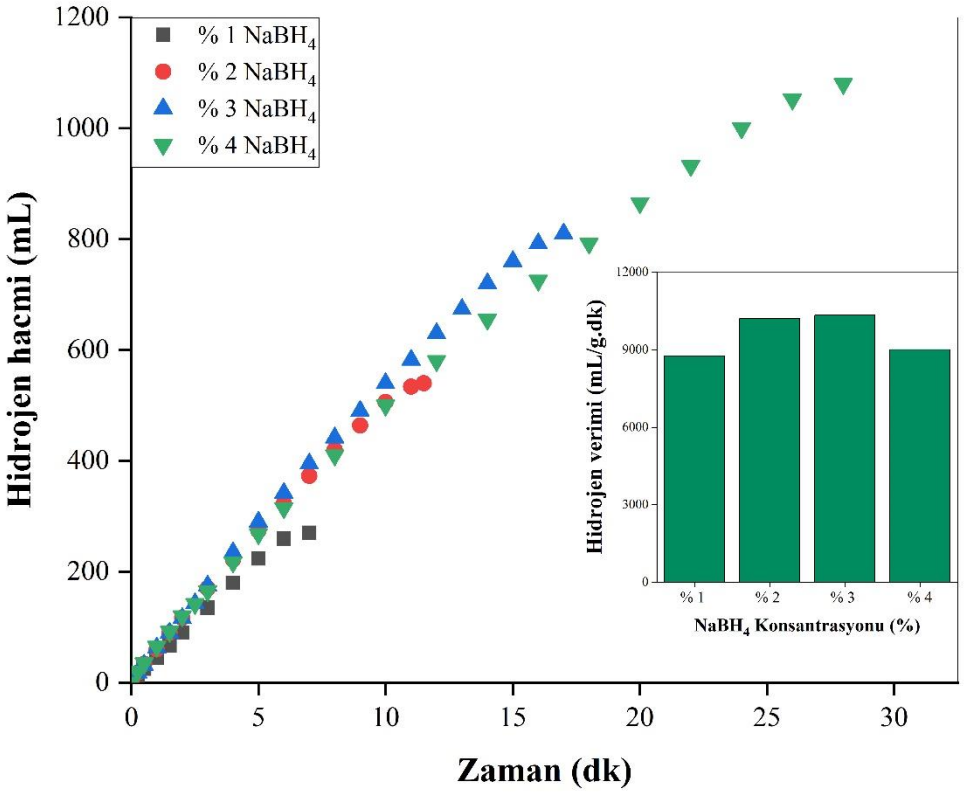
Şekil 5. Farklı NaOH derişimlerine karşılık elde edilen hidroliz verileri

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 6 mg Co içeren katalizör yapısının yüksek katalitik etki gösterdiği görülecektir. Dolayısıyla katalizör miktarı olarak 6 mg Co içeren katalizör miktarıyla çalışmaya devam edilmiştir.



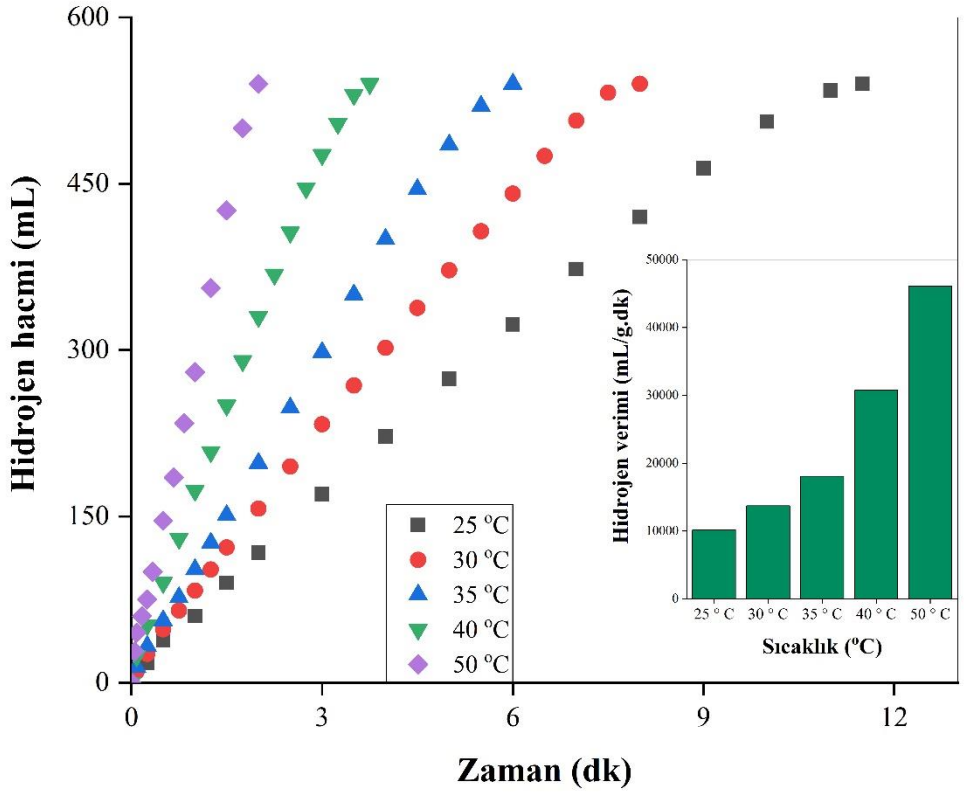
Şekil 6. Farklı miktarlarda kobalt içeren katalizör kullanımına karşılık elde edilen hidroliz verileri

Katalizör miktarı olarak en iyi Co kullanımının belirlenmesinin ardından hidrojen kaynağı olarak kullanılan sodyum borhidrürün farklı konsantrasyonlarıyla katalitik hidroliz tepkimeleri gerçekleştirildi. Farklı $NaBH_4$ konsantrasyonlarıyla gerçekleştirilen katalitik hidroliz verileri Şekil 7' de verildiği gibidir. Şekil incelendiğinde artan $NaBH_4$ konsantrasyonuna karşılık hidrojen başlangıç hızında artma olduğu görülecektir. % 3' lük $NaBH_4$ kullanımından sonra hidrojen başlangıç hızındaki artmanın gerilemeye başladığı görülmektedir. Bu durum katalizör başına substart yoğunluğunun artmasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir (Onat, 2016). Optimum şarlar olarak belirlenen değer 303 K, % 10 NaOH derişimi, 6 mg Co içeren katalizör yapısı ve % 3 NaBH4 konsantrasyonudur. Söz konusu optimum şartlarda ölçülen hidrojen başlangıç hızı 13711 mL/g.dk' dır. Bu değer Co metalinin katalizlediği sodyum borhidrür için oldukça yüksek bir değerdir (Zhu ve ark., 2013).



Şekil 7. Farklı sodyum borhidrür ($NaBH_4$) destek maddesi oranlarına karşılık elde edilen hidroliz verileri

Katalitik hidroliz tepkimesi için optimum verilerin belirlenmesinin ardından tepkime kinetiği incelemeleri ve farklı sıcaklıklardaki ürün oluşumunun gözlemlenmesi için 25, 30, 35, 40 ve 50 ^{o}C' de 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.



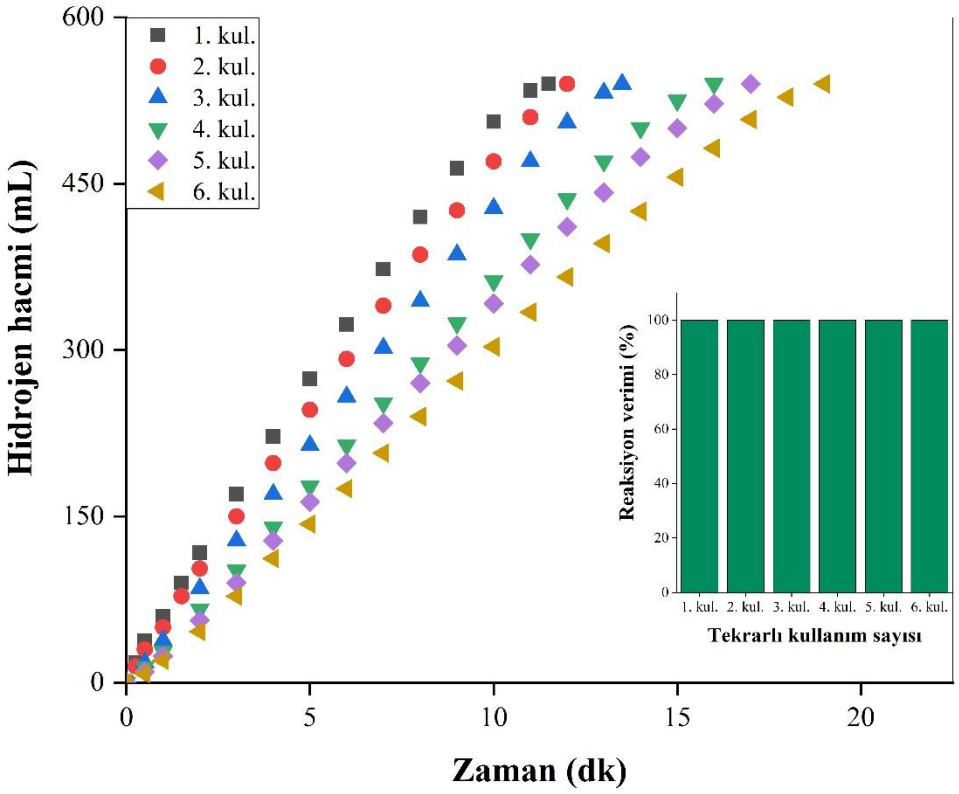
Şekil 8. Farklı sıcaklıklara karşılık elde edilen hidroliz verileri

Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen katalitik tepkimelerin derişim değişimi 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 grafiği çizildiğinde elde edilen grafik denklemi eğiminden faydalanılarak Eşitlik 2' de verilen Arrhenius denkleminde veriler yerine yazıldığında katalitik tepkimenin aktivasyon enerjisi (Ea) 53.4 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 3' te verilen Eyring denkleminde yazıldığında aktivasyon entalpisi (ΔH#) 50.8 kJ/mol, aktivasyon entropisi (ΔS#) -611.25 J/mol olarak ölçüldü.

Katalitik tepkimenin önemli parametrelerinden biri de katalizörün tekrarlı kullanımıdır. Bu çalışma kapsamında sentezi sağlanan Co@Perlit-grafen oksit 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 genleştirilen perlitin 900 ºC' ta 21 kat genleştiği 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. Bu yüksek yüzey alanıyla birlikte grafen oksitin sağladığı katalitik hareketlilik hidrojen verimini arttıran başlıca unsurların başında gelmektedir.

Çalışma kapsamında perlit-grafen oksit destekli katalizör yapısının, desteksiz kobalt metal

atomlarının oluşturduğu katalizör yapısının sağladığı hidrojen üretim miktarına göre 3 kattan fazla olduğu belirlendi. Destekli katalizörün desteksiz katalizöre göre 3-4 katı civarında hidrojen başlangıç hızı sağlaması 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 303 K' de gerçekleştirilen tepkimelerde en iyi çözelti ortamı % 10 NaOH, en iyi katalizör miktarı için 6 mg Co içeren katalizör yapısı, en iyi NaBH4 konsantrasyonu olarak kütlece % 3 NaBH4 olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerlerde ölçülen en iyi hidrojen başlangıç hızı 13711 mL/g.dk' dır. Tepkime kinetiği incelemeleri sonucunda tepkimenin 0. dereceden, aktivasyon enerjisinin 53.4 kJ/mol, aktivasyon entalpisinin 50.8 kJ/mol, aktivasyon entropisinin -611.3 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 perlit-grafen oksit birleşiminin hidrojen üretimine yönelik katalitik hidroliz etkisi ölçülmüştür. Benzer katalitik proseslerde perlit-grafen oksit destekli malzeme çalışılması ile daha geniş bir etki ölçümü sağlanabilir. Çalışma sonuçlarından yola çıkarak perlit-grafen oksit 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.

Altuntepe, A., (2019). Katkılı Grafen Sentezi ve Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi*, Niğde

Boden, T. A., Marland, G., ve Andres, R. J. 2009. Global, regional, and national fossil-fuel CO2 emissions. Carbon dioxide information analysis center, Oak ridge national laboratory, US department of energy, Oak Ridge, Tenn., USA doi, 10.

Chen, J., Yao, B., Li, C., & Shi, G. (2013). An improved Hummers method for eco-friendly synthesis of graphene oxide. *Carbon*, *64*, 225-229.

Davis, S. J., Peters, G. P., ve Caldeira, K. 2011. The supply chain of CO2 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.

Gayen, S., Bej, B., Boxi, S. S., & Ghosh, R. (2023). Synthesis of graphene oxide and its application for purification of river water. Materials Today: Proceedings, 72, 2630-2636.

Hagen, J. 2015. Industrial catalysis: a pratical approach, Wiley-VCH, Weinheim, Germany.

Iris, K. M., Xiong, X., Tsang, D. C., Ng, Y. H., Clark, J. H., Fan, J., ... & Ok, Y. S. (2019). Graphite oxide-and graphene oxide-supported catalysts for microwave-assisted glucose isomerisation in water. Green Chemistry, 21(16), 4341-4353.

Jongsomjit, B., Sakdamnuson, C., Goodwin, J. G., & Praserthdam, P. (2004). Co-support compound formation in titania-supported cobalt catalyst. Catalysis letters, 94, 209-215.

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 $NaBH_4$ over titanate nanotube supported Co for hydrogen production. International Journal of Hydrogen Energy, 47(8), 5260-5268.

Nayır, S. 2022. Pomza ve Perlit Agregası İçeren Mineral Katkılı Taşıyıcı Hafif Betonların Enerji Performansı Açısından Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

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.

Sevindi, C. 2003. Kars İli Perlit yataklarının ekonomik önemi ve değerlendirilmesi. Kars Sosyal Bilimler Dergisi, 3(30), 169-186.

Shi, L., Xie, W., Jian, Z., Liao, X., ve Wang, Y. 2019. Graphene modified Co–B catalysts for rapid hydrogen production from $NaBH_4$ 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_2 catalyst for hydrogen production by $NaBH_4$ hydrolysis and plasma treatment effect on the Co–B–TiO_2 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 $NaBH_4$ hydrolysis catalyzed by carbon aerogels supported cobalt nanoparticles. International journal of hydrogen energy, 38(25), 10864-10870.

KİTOSAN KATKILI RİJİT VE YARI-RİJİT POLİÜRETAN KÖPÜĞÜN YANMA DİRENCİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

ROYAL GULIYEV[1], Prof. Dr., NALAN TEKİN[1], Doç. Dr., MUSTAFA ÖZGÜR BORA[2], Dr., YAVUZ EMRE YAĞCI[3]

[1]Kocaeli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, – 0009-0006-5214-0023

[1]Kocaeli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi,– 0000-0002-2776-193X

[2]Kocaeli Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, 0000-0003-0921-418X

[3]Farplas Otomotiv A. Ş.,

ÖZET

Rijit ve yarı-rijit poliüretan köpüklerin otomotiv sektöründe istenmeyen özelliklerinden biri olan yanmaya karşı direncini arttırmak için günümüzde çeşitli organik ve inorganik katkılar kullanılmaktadır. Bu katkıların bazıları yanma sırasında zehirli gaz salınımı yapmaktadır. Bu çalışmadaki amaç rijit ve yarı-rijit poliüretan köpüklere kolaylıkla entegre edilebilecek ve zararlı kimyasalların yerine geçebilecek, doğal bazlı alev geciktirici katkıları belirlemektir. Bu amaçla, kabuklu deniz canlılarının kabuklarında bol miktarda bulunan kitosanın alev geciktirici etkisi rijit ve yarı-rijit poliüretan köpüklere sentez aşamasında ağırlıkça %0,4, %0,8 ve %1,2 oranlarında kitosan ilavesiyle gerçekleştirilmiştir. Ek olarak, kitosanın rijit ve yarı-rijit poliüretan köpükte homojen bir şekilde dağılıp dağılmadığı görsel olarak incelenmiştir. Deney sonucunda, rijit ve yarı rijit poliüretan köpük sentezinde kullanılan poliester(polieter) poliol içerisinde kitosanın topaklanma oluşturmadan homojen bir şekilde dağıldığı gözlemlenmiştir. Sentezlenen kitosan katkılı rijit ve yarı-rijit poliüretan köpük örneklerinin laboratuvar koşullarında bek alevinde dikey yanma testleri yapılmıştır. Elde edilen deneysel sonuçlara göre, rijit ve yarı-rijit poliüretan köpük içeriğinde bulunan kitosan miktarının artmasıyla alev geciktirici özelliğin iyileştiği tespit edilmiştir. Kitosanın eklenmesiyle rijit ve yarı rijit poliüretan köpüklerin yapısal özelliklerindeki değişmeler Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) analiz yöntemiyle incelenmiştir. FTIR analizleri sonucunda elde edilen spektrumlar karşılaştırıldığında kitosan katkısının temelde saf poliüretan köpüğün kimyasal yapısını bozmadığı belirlenmiştir. Eklenen kitosan miktarının artmasıyla rijit ve yarı rijit poliüretan köpüğün şişme, gözeneklilik ve sertlik gibi özelliklerinde tespit edilebilir bir değişiklik gözlenmemiştir.

Anahtar kelimeler: Kitosan biyobazlı alev geciktirici, Rijit ve yarı rijit poliüretan, Poliüretan köpük, Sürdürülebilirlik.

IMPROVING OF THE FLAME RESISTANCE OF RIGID AND SEMI-RIGID POLYURETHANE FOAM WITH KYTOSAN ADDITIVES

ABSTRACT

Various organic and inorganic additives are used today to increase the resistance of rigid and semi-rigid polyurethane foams to burn, which is one of the undesirable properties in the automotive industry. Some of these fillers release toxic gases during burning. The aim of this study is to determine natural-based flame-retardant fillers that can be easily integrated into rigid

and semi-rigid polyurethane foams and replace harmful chemicals. For this purpose, the flame-retardant effect of chitosan, which is abundant in the shells of crustaceans, was achieved by adding chitosan to rigid and semi-rigid polyurethane foams at the rate of 0.4%, 0.8% and 1.2% by weight in the synthesis phase. In addition, it was visually examined whether chitosan was homogeneously dispersed in rigid and semi-rigid polyurethane foam. As a result of the experiment, it was observed that chitosan was dispersed homogeneously without forming agglomeration in the polyester(polyether) polyol used in the synthesis of rigid and semi-rigid polyurethane foam. Vertical burning tests of the synthesized chitosan added rigid and semi-rigid polyurethane foam samples were carried out in the burner flame under laboratory conditions. According to the experimental results obtained, it was determined that the flame retardant property improved with the increase for chitosan contained in the rigid and semi-rigid polyurethane foam. The changes in the structural properties of rigid and semi-rigid polyurethane foams with the addition of chitosan were investigated by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) analysis method. When the spectra obtained because of the FTIR analyses were compared, it was determined that the chitosan filler basically did not spoil the chemical structure of the pure polyurethane foam. No detectable change was observed in the properties of rigid and semi-rigid polyurethane foam such as swelling, porosity and stiffness with the increase of the added chitosan amount.
Keywords: Chitosan, Bio-based flame retardant, Rigid and semi-rigid polyurethane, Polyurethane foam, Sustainability.

1.GİRİŞ

Poliüretan (PU), çeşitli endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılan çok yönlü bir polimer ailesidir. Kimyasal yapısı, ester, amit, karbamit ve üretan gruplarını içeren polimerlerdir [1,2]. Poliüretanlar, termoplastik veya termoset polimerler olarak sınıflandırılabilir. Termoplastik poliüretanlar, ısı ve basınç altında yeniden şekillendirilebilen elastik malzemelerdir. Diğer yandan, termoset poliüretanlar, bir kez oluşturulduktan sonra geri dönüşü olmayan bir sertleşme süreci geçirirler. Bu nedenle, yüksek performans gerektiren endüstriyel uygulamalarda kullanılırlar. Örneğin, otomotiv parçaları, yalıtım malzemeleri, köpük dolgu malzemeleri, vernikler ve kaplamalar poliüretanların termoset formunda bulunabilir [2-4].

Poliüretan köpükler, geniş bir uygulama yelpazesine sahip olan çok yönlü polimer malzemelerdir. Bu köpükler, inşaat sektöründen otomotiv sektörüne kadar birçok endüstriyel sektörde çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır [5,6]. Rijit ve yarı rijit poliüretan köpükler, poliüretan köpüklerin belirli bir alt grubunu oluşturur ve farklı özelliklere sahiptir [7,8].

Rijit poliüretan köpüklerin düşük ısı iletkenliği, yüksek mukavemeti ve yangına dayanıklılığı gibi avantajları vardır. Bu özellikleri, enerji tasarrufu sağlamak, ses izolasyonunu artırmak ve yapısal dayanıklılığı iyileştirmek için değerlendirilebilir [7,9,10]. Yarı rijit poliüretan köpükler, rijitlik ve esneklik arasında bir geçiş noktasında yer alır. Bu köpükler, daha düşük yoğunluk ve daha yüksek esneklik özelliklerine sahiptir [11]. Otomotiv endüstrisinde özellikle araç içi

döşemelerde, koltuk minderlerinde ve ses izolasyonu için uygulanan parçalarda yaygın olarak kullanılırlar [12]. Poliüretan köpükler, sahip oldukları birçok avantajla birlikte bazı dezavantajlara da sahiptir. Bu dezavantajlardan en önemlisi ateşe karşı direncinin zayıf olmasıdır [13]. Bu istenmeyen özelliği iyileştirmek için araştırmacılar literatürde farklı yöntemler denemişlerdir.

Aydoğan ve Usta, 2017 [14], amonyum polifosfat/pentaeritritolden (2/1) oluşan kabaran alev geciktiricinin ağırlıkça %5, 10 ve 15 oranlarında rijit poliüretan köpük malzemelere ilave edilmesinin yanma direnci ve zararlı emisyon oluşumuna etkilerini konik kalorimetre testleri ile incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, köpük malzeme içerisinde kabaran alev geciktirici miktarının artmasına bağlı olarak köpüğün yanma direncinde artma ve malzemenin yanması sırasında oluşan, insan sağlığı için zararlı is, karbon monoksit ve azot monoksit emisyonlarında farklı oranlarda azalma olduğu belirlenmiştir. Akar ve ark., 2023 [15], alüminyum trihidroksit (ATH), trikloroisopropil fosfat (TCPP), trikresil fosfat (TCP), Sb_2O_3, çinko borat ve bunların karışımlarını içeren polioller ve polimerik metilen diisosiyonat (PMDI) kullanarak tek adımda ve serbest yükselme yöntemiyle rijit poliüretan köpükleri (RPUF) üretmişlerdir. Toz olarak stearik asit ve hidroksi stearik asit-yüzey modifiye çinko borat ve poliamonyum diboratlar (PAB'ler) üretilmiş ve yangın geciktirici olarak kullanılmıştır. Elde edilen alev geciktirici poliüretan köpüklerin (FR-RPUF), yanabilirliği ve yoğunluğu belirlenmiştir. Sentezlenen poliamonyum boratların, çinko borattan daha iyi yangın geciktirici ve duman bastırıcı olduğu tespit edilmiştir.

Poliüretanın ateşe karşı direncinin zayıf olması nedeni ile alev geciktirici olarak sıklıkla tris(1-kloro-2-propil)fosfat (TCPP) gibi klorlu fosforlu alev geciktiriciler kullanılmaktadır. TCPP benzeri halojenli bileşenler alev geciktiriciler olarak oldukça etkiliyken, yanan dumanlardaki halojenlerden kaynaklanan ilgili toksisite ölümcüldür. Bu nedenle, yeni, zararsız ve çevre dostu alev geciktiricilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sorunun giderilebilmesi için son yıllarda, daha güvenli ve "daha yeşil" alternatif arayışları kapsamında doğal bazlı alev geciktiricilerin geliştirilmesi ve yangına dayanıklı PUF'lerin üretilmesinin kolay ve verimli yolları araştırılmaktadır [9, 14].

Zemła ve ark., 2021 [16], kolza yağından elde edilen bir biyo-polyol ve farklı fosfor bazlı alev geciktiriciler içeren sert poliüretan köpükler (RPURF) elde etmişlerdir. Çalışmada, kullanılan alev geciktiricilerin köpürme üzerindeki etkisi, hücre yapısı ve fiziksel-mekanik özelliklerinin yanı sıra RPURF'un yanıcılığını incelenmiştir. Biyo-bazlı RPURF malzemelerin araştırma sonuçları, biyo-polyol olmadan elde edilen köpüklerle karşılaştırılmıştır. Koni kalorimetre testinden sonra elde edilen parametrelerin analiziyle, modifiye edilmiş RPURF'de referans köpüklere kıyasla daha düşük bir yanma eğilimi olduğu belirlenmiştir. Miedzińska ve ark. (2021) [17], PU köpüklerin alev geciktirme özelliklerini geliştirmeyi hedeflemişlerdir. Bunun için vermikülit dolgu maddelerini kazein, kitosan ve patates proteini ile modifiye etmişlerdir. Modifiye dolgu maddelerinin PU kompozitlerinin reolojik, termal, alev geciktirici ve mekanik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Tüm modifiye poliüretan malzemeler arasında en büyük gelişme kazein ve kitosan ile modifiye edilmiş vermikülit ile katkılanmış PU köpüklerde

görülmüştür. Modifiye vermikülit dolgu maddelerinin eklenmesinden sonra, köpüklerin basınç dayanımı ~%6-18, eğilme dayanımı ~%2-10 ve tokluğu ~%1-5 oranında artmıştır.

Bu çalışmada, kitosan katkılı rijit ve yarı-rijit poliüretan köpükler sentezlenmiş ve laboratuvar koşullarında bek alevi kullanılarak yakma testleri gerçekleştirilmiştir. Kitosan, biyouyumlu, biyobozunur, toksik olmayan, antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelere sahip bir bileşiktir ve çalışmada bu özellikleri nedeni ile tercih edilmiştir [18-20]. Fourier-transform infrared spectroscopy **(**FTIR) analizi kullanılarak elde edilen saf ve alev geciktirici katkılı rijit ve yarı rijit poliüretan köpüğün yapısal karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1 Materyal

Poliüretan köpük hammaddeleri olarak kullanılan poliesterpoliol ve poli metil difenil isosianat (PMDI) Farplas Otomotiv A.Ş. (Çayırova/Kocaeli) firmasından ve Kitosan (deasetilasyon derecesi %85 ve molekül ağırlığı 10.000) Sigma'dan temin edilmiştir.

2.2 Saf ve Alev Geciktirici Katkılı Rijit ve Yarı-Rijit Poliüretan Köpüklerin Hazırlanması

Saf rijit ve yarı-rijit poliüretan köpüğün sentezinde 550 mL'lik polipropilen bir kaba 32 g poliesterpoliol ve 18 g metilen difenil diizosiyanat ilave edilerek karışım 2000 rpm devirde 3 dakika 30 saniye süresince karıştırmış ve daha sonra kenara alınarak köpürmenin oluşması beklenmiştir. Alev geciktirici katkılı rijit ve yarı-rijit poliüretan köpük örnekleri de benzer şekilde hazırlanmıştır. 550 mL'lik polipropilen bir kaba 32 g poliesterpoliol alınarak üzerine alev geciktirici olarak ağırlıkça %0,4, %0,8 ve %1,2 oranlarında kitosan eklenmiş ve daha sonra bu karışıma 18 g metilen difenil diizosiyanat ilave edilerek karışım 2000 rpm devirde 3 dakika 30 saniye süresince karıştırmış ve daha sonra kenara alınarak köpürmenin oluşması beklenmiştir. Köpürme işlemi yaklaşık olarak 30 dakika içerisinde tamamlanmıştır. Köpürme işlemi tamamlandıktan sonra numunenin oda sıcaklığına kadar soğuması beklenmiştir. Soğuma bittikten sonra 20 dakika daha beklenerek köpüğün küllenmesi tamamlanmış ve kaptan çıkarılarak sonraki testler ve analizler için saklanmıştır. Çalışmada sentezlenen kitosan katkılı rijit ve yarı-rijit poliüretan köpüklerin iç ve dış görünüşleri Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. Kitosan katkılı poliüretan köpüğün iç ve dış görüntüsü

2.3 Bek alevinde dikey yakma testleri

Çalışmada sentezlenen saf ve kitosan katkılı rijit ve yarı-rijit poliüretan köpüklerin iç kısmından 3 cm eninde, 1 cm kalınlığında ve 5 cm uzunluğunda olacak şekilde örnekler kesilerek yakma testleri için kullanılmıştır. Örnekler dikey pozisyonda sabitlenerek bek alevinde yakılmıştır. Örneğin tutuşabilirliğinin sağlanması amacı ile bek alevi ile temas süresi 10 s olarak uygulanmıştır.

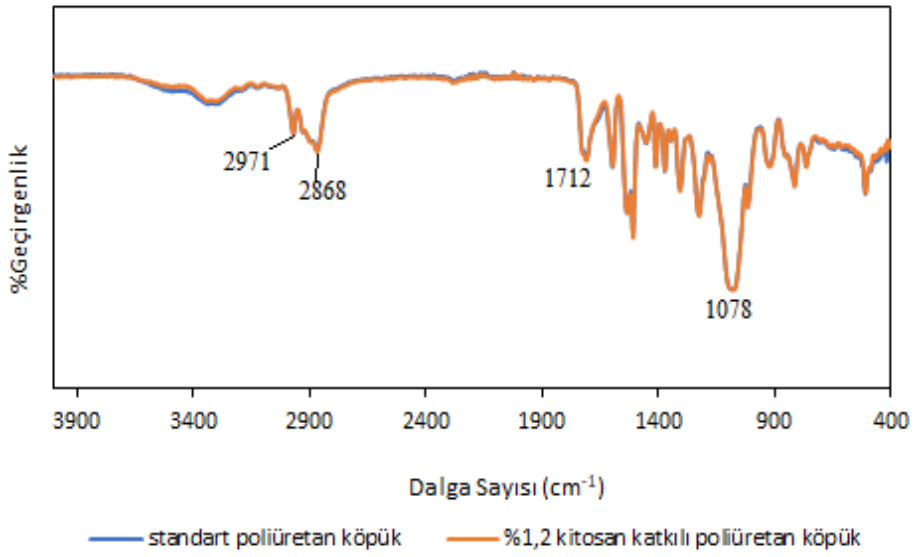
2.4. FTIR Analizi

Saf ve kitosan katkılı rijit ve yarı-rijit poliüretan köpüklerin yapısal karakterizasyonlarının araştırılması amacıyla FTIR spektrumları, 4000-400 cm^{-1} arasında 30 taramadan sonra Diamond ATR kullanılarak Bruker Tensor 27 spektrofotometre ile 2 cm^{-1} çözünürlükte elde edilmiştir.

3. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME

3.1 FTIR analizi

Rijit ve yarı-rijit poliüretan köpük içerisine kitosanın eklenmesiyle köpüğün yapısal özelliklerine etkisi FTIR analiz yöntemiyle incelenmiştir. FTIR analizi sonucu elde edilen spektrumlar Görsel 2'de verilmiştir.



Görsel 2. Saf ve kitosan katkılı rijit ve yarı-rijit poliüretan köpüklerin FTIR spektrumları

Görsel 2'de verilen spektrumlarda 2868 ve 2971 cm^{-1}'deki pikler $-CH_2$ ve $-CH_3$ gerilen titreşimlerinden kaynaklanmaktadır. 1712 ve 1078 cm^{-1}'deki pikler ise C=O ve C-O titreşimlerine atfedilmektedir. 2270 cm^{-1}'de görülen karakteristik izosiyonat pikine ise spektrumlarda rastlanmamıştır [3, 4, 11]. Bu sonuç reaksiyonun tamamen gerçekleştiğini göstermektedir. FTIR analizleri sonucunda elde edilen spektrumlar karşılaştırıldığında kitosan katkısının, saf rijit ve yarı-rijit poliüretan köpüğün kimyasal yapısını bozmadığı belirlenmiştir. Saf ve kitosan katkılı rijit ve yarı-rijit poliüretan köpükler için elde edilen spektrumların büyük bir uyum ile üst üste çakıştığı görülmektedir. Eklenen kitosan miktarının artmasıyla rijit ve yarı

rijit poliüretan köpüğün şişme, gözeneklilik ve sertlik gibi özelliklerinde tespit edilebilir bir değişiklik de gözlenmemiştir.

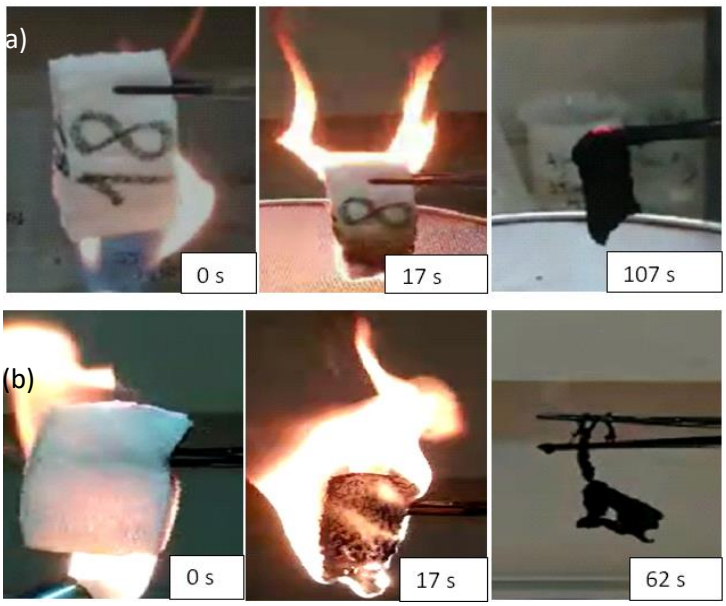
3.2 Yakma Testleri

Poliüretan köpük yakıldığında içeriğinde bulunan poliol, yanmaya başlamadan önce sıvı halde ayrışır, akarak veya damlayarak potansiyel olarak ikincil tutuşma olasılığı yaratır [21, 22]. Bu nedenle yakma testleri ile saf ve kitosan katkılı rijit ve yarı-rijit poliüretan köpüklerin tam yanma sürelerinin yanı sıra sıvı damlatmaya başlama süreleri belirlenmiş ve Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kitosan katkılı poliüretan köpüğün tam yanma ve sıvı damlatma süreleri

	Poliüretan Köpük İçerisinde Ağırlıkça %Kitosan Katkısı			
	-----	0,4	0,8	1,2
Tam Yanma Süresi (s)	62 s	85 s	80 s	107 s
Sıvı Damlatma Süresi (s)	10 s	25 s	23 s	32 s

Saf ve kitosan katkılı rijit ve yarı-rijit poliüretan köpük örneklerinin yakma testleri sırasında çekilen fotoğraflar Görsel 3'de verilmiştir.



Görsel 3. (a) Ağırlıkça %1,2 kitosan katkılı (b) saf yarı-rijit poliüretan köpüğün yakma testi fotoğrafları.

Rijit ve yarı-rijit poliüretan köpük içerisine katkılanan kitosanın ağırlıkça %1,2 olması durumunda elde edilen katkılı köpüğün tam yanma ve sıvı damlatma süresinin diğer örneklere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç kitosan yapısında bulunan -NH_2 ve –OH gruplarının varlığı sonucu hidrojen bağının oluşması ile açıklanabilir. Kitosanın bozunumu

sıcaklığın artması ile yavaşlama eğilimindedir ve bu da yüksek sıcaklıkta daha yüksek kalıntı kömür miktarının oluşumuna yol açar [23, 24]. Tüm bu sebepler saf rijit ve yarı-rijit poliüretan köpüğün yakma testinde görülen parçalanma ve dağılmanın olmamasına yol açmaktadır.

Yakma testi sonucunda kalıntılar incelendiğinde, kitosan katkılı rijit ve yarı-rijit poliüretan köpük örneklerinde saf rijit ve yarı-rijit poliüretan köpüğe göre karbon kalıntılarının miktar olarak önemli ölçüde daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuç kitosanın bir alev geciktirici olarak doğal kaynaklardan elde edilmesinin yanı sıra çevreye zararlı karbon salınımının azaltılması açısından da önemli bir işlev üstlendiğini göstermektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME ve SONUÇLAR

Yapılan yakma deneyleri sonucunda, kitosanın rijit ve yarı-rijit poliüretan köpüklerin ateşe karşı direncini artırdığı, yanma sonrası kalan kalıntılar nedeniyle karbon salınımını azalttığı ve malzeme içerisindeki köpük yapısına uyumlu bir davranış sergilediği gözlemlenmiştir. Bu nedenle, kitosanın biyobazlı potansiyel bir alev geciktirici olarak rijit ve yarı-rijit poliüretan köpük yapısında kullanılabileceği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tübitak 2244 Sanayi Doktora Programı kapsamında 119C082 kodlu “Otomotiv Sektöründe Yenilikçi Polimer Teknolojileri” konulu proje başlığı altında desteklenmiştir. (This study was supported by Tübitak 2244 Industrial PhD Program under the project title 119C082 "Innovative Polymer Technologies in Automotive Sector").

KAYNAKÇA

[1] Ulrich H. Polyurethanes. In: Mark HF, editor. Encyclopedia of Polymer Science and Technology. 3rd ed. Vol. 4. Hoboken: Wiley; 2003.
[2] Behrendt, G., Naber, B.W. The Chemical Recycling of Polyurethanes (Review), Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, 44(1), 3-23, 2009.
[3] Akindoyo, J.O., Beg, M.D.H., Ghazali, S., Islam, M.R., Jeyaratnama, N., Yuvarajc, A.R., Polyurethane types, synthesis and applications – a review, RSC Advances, 6(115), 114453-114482, 2016.
[4] Reghunadhan, A., Thomas, S. Polyurethanes: Structure, Properties, Synthesis, Characterization and Applications, Polyurethane Polymers, Blends and Interpenetrating Polymer Networks, Elsevier Inc. Pages 1-16, 2017.
[5] Ates, M., Karadag, S., Eker, A.A., Eker, B. Polyurethane foam materials and their industrial applications, Journal of Polymer International, 71(10), 1157-1163, 2022.
[6] Kausar, A. Polyurethane Composite Foams in High-Performance Applications: A Review, Polymer-Plastics Technology and Engineering, 57(4), 346-369, 2018.
[7] Demharter, A. Polyurethane rigid foam, a proven thermal insulating material for applications between +130°C and −196°C, Cryogenics, 38(1), 113–117, 1998.

[8] Yi, L., Jing, Z., Shengtai, Z., Yang, C., Huawei, Z., Mei, L., Wenzhou, L. Effect of expandable graphite particle size on the flame retardant, mechanical, and thermal properties of water-blown semi-rigid polyurethane foam. Journal of Applied Polymer Science, 131(3), 39885, (2014).
[9] Yuan, J., Shi, S.Q. Effect of the Addition of Wood Flours on the Properties of Rigid Polyurethane Foam, Journal of Applied Polymer Science, 113, 2902–2909, 2009.
[10] Hawkins, M.C., O'Tooley, B., Jackovich, D., Cell Morphology and Mechanical Properties of Rigid Polyurethane Foam, Journal of Cellular Plastics, 41(3), 267-285, 2005.
[11] Suleman, S., Khan, S.M., Jamil, T., Aleem, W., Shafiq, M., Gull, N. Synthesis and Characterization of Flexible and Rigid Polyurethane Foam, Asian Journal of Applied Sciences 02(05), 701-710, 2014.
[12] Suleman, S., Khan, S.M., Gull, N., Aleem, W., Shafiq, M., Jamil, T. A Comprehensive Short Review on Polyurethane Foam, International Journal of Innovation and Scientific Research, 12(1), 165-169, 2014.
[13] Das, A., Mahanwar, P. A brief discussion on advances in polyurethane applications, Advanced Industrial and Engineering Polymer Research, 3(3), 93-101, 2020.
[14] Aydoğan, B., Usta, N. Investigation into the effects of intumescent flame retardant addition on flame resistance and harmful emissions of rigid polyurethane foams, Pamukkale Univ Muh Bilim Derg, 23(8), 984-989, 2017.
[15] Akar, A., Değirmenci, B., Köken, N. Fire-retardant and smoke-suppressant rigid polyurethane foam composites. Pigment & Resin Technology, 52(2), 237–245, 2023.
[16] Zemła, M., Prociak, A., Michałowski, S. Bio-Based Rigid Polyurethane Foams Modified with Phosphorus Flame Retardants. Polymers, 14(1), 102, 2022.
[17] Miedzińska, K., Członka, S., Strąkowska, A., Strzelec, K. Vermiculite Filler Modified with Casein, Chitosan, and Potato Protein as a Flame Retardant for Polyurethane Foams. International Journal of Molecular Sciences, 22(19), 10825, 2021.
[18] Reshad, R.A.I., Jishan, T.A., Chowdhury, N.N. Chitosan and its Broad Applications: A Brief Review. Journal of Clinical and Experimental Investigations, 12(4), 145-151, 2021.
[19] R. Chatterjee, M. Maity, M.S. Hasnain, A.K. Nayak, Chapter 1 - chitosan: source, chemistry, and properties, M.S. Hasnain, S. Beg, A.K. Nayak (Eds.), Chitosan Drug Deliv, Academic Press (2022), pp. 1.
[20] Üçgül, İ., Aras, S., Küçükçapraz, D.Ö. Farklı Hammadde Kaynaklarından Kitinin Saflaştırılması ve Tekstil Uygulamaları. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1), 46-56, 2016.
[21] Chena, Y., Hea, H., Liu, Z. Research on the flow and dropping behaviour of droplets generated by burning of flexible polyurethane foam, Combustion Science and Technology, 2023.
[22] Prasad, K.R., Kramer, R., Marsh, N., Nyden, M.R., Numerical Simulation of Fire Spread on Polyurethane Foam Slabs, Fire Research Division, NIST, Gaithersburg, 2009.
[23] Liu, X., Gu, X., Sun, J., Zhang, S. Preparation and characterization of chitosan derivatives and their application as flame retardants in thermoplastic polyurethane, Carbohydrate Polymers 167, 356–363, 2017.

[24] Rao, T.N., Hussain, I., Koo, B.H. Enhanced thermal properties of silica nanoparticles and chitosan bio-based intumescent flame retardant Polyurethane coatings, Materials Today: Proceedings 27, 369–375, 2020.

THERMOWOOD YÖNTEMİ İLE ISIL İŞLEMİN YABANİ KİRAZ ODUNUNDA DİNAMİK EĞİLME VE LİFLERE DİK ÇEKME DİRENCİ ÜZERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Ayhan AYTİN[1], Prof. Dr. Süleyman KORKUT2[2], Prof. Dr. Öner ÜNSAL[3], Prof. Dr. Nusret AS[3], Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER[2]

[1] Düzce Üniversitesi, Düzce Meslek Yüksekokulu, ayhanaytin@duzce.edu.tr, 0000-0002-7938-1111

[2] Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, suleymankorkut@duzce.edu.tr, 0000-0002-4871-354X

nevzatcakicier@duzce.edu.tr, 0000-0001-6566-7541

[2] İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa, onsal@iuc.edu.tr, 0000-0001-7562-6727, nusretas@iuc.edu.tr, 0000-0002-5269-1574

ÖZET

Bu çalışmada Yabani Kiraz (Cerasus avium (L.) Monench) odununda termal modifikasyon sonrasında mekanik özelliklerinde meydana gelebilecek değişim araştırılmıştır. Bu amaçla Yabani Kiraz (Cerasus avium(L.) Monench) odunu ThermoWood yöntemi ile 190°C ve 212°C sıcaklıklarda 1 ve 2 saat ısıl işleme tabi tutulduktan sonra hazırlanan çalışma örneklerine Dinamik Eğilme Direnci ve Liflere Dik Çekme Direnci deneyleri uygulanmıştır. Test sonuçları her iki direnç değerinde ısıl işlem ile birlikte direnç değerlerinde değişim olduğu anlaşılmıştır. Buna göre ısıl işlem sıcaklığı arttıkça ve ısıl işlem süresi uzadıkça direnç değerlerinde %40 ile 60'lara kadar varan kayıplar ortaya çıkmıştır. Dinamik eğilme ve Liflere dik çekme direnci deneylerinde sırası ile olmak üzere en küçük değerler 212°C ve 2 saat test örneklerinde 0,5420 (kN/cm) ve 1,289 (N/mm2); en büyük değerler ise kontrol örneklerinde 1,0393 (kN/cm) ve 3,6890 (N/mm2) olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Thermowood yöntemi ile ısıl işlem uygulanmış Yabani Kiraz odununda dinamik eğilme ve liflere dik çekme direnci için gerekli olan sınır değerlere göre tercih yapılması ve kullanımı önemli bulunmaktadır.

ABSTRACT

In this study, the change in mechanical properties of Wild Cherry (Cerasus avium (L.) Monench) wood after thermal modification was investigated. For this purpose, after the Wild Cherry (Cerasus avium(L.) Monench) wood was heat treated with ThermoWood method at 190°C and 212°C for 1 and 2 hours, the samples prepared were given Dynamic Flexural Strength and Vertical Tensile Strength experiments were carried out. It was understood from the test results that there was a change in the resistance values with the heat treatment in both resistance values. Accordingly, as the heat treatment temperature increased and the heat

treatment time extended, losses of up to 40-60% in resistance values occurred. In the dynamic bending and tensile strength tests perpendicular to the fibers, the minimum values were 0.5420 (kN/cm) and 1,289 (N/mm2) in the test samples at 212°C and 2 hours, respectively; the highest values were determined as 1.0393 (kN/cm) and 3.6890 (N/mm2) in the control samples. According to these results, it is important to choose and use according to the limit values required for dynamic bending and tensile strength perpendicular to the fibers in Wild Cherry wood that has been heat treated with the Thermowood method.

Key words: Wild Cherry, Heat treatment, Dynamic Flexural Strength, Tensile Strength to Fibers.

1.GİRİŞ

Isıl işlem, ağaç malzemede hücre çeperinin polimer bileşiklerinin kimyasal kompozisyonunda kalıcı değişmelerle sonuçlanan fiziksel bir işlemdir. Metodun temel fikri kimyasal reaksiyonların hızlandığı yaklaşık 150°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ağaç malzemenin ısı ile muamele edilmesine dayanmaktadır [1]. Benzer bir şekilde TS CEN/TS 15679/2010'a göre ısıl işlem görmüş ağaç malzeme, hücre duvarı malzemesinin kompozisyonu ve fiziksel özellikleri 160°C'nin'den daha yüksek sıcaklığa ve oksijen mevcudiyeti azaltılmış şartlara maruz bırakılarak değiştirilmiş odun olarak tanımlanır [2].

Isıl işlem ağaç malzemenin yapısını termal yöntemler ile değiştirerek, ona daha fazla kullanım alanı açmak üzere gerçekleştirilmektedir. Termal yöntemler ile ağaç malzemenin yapısının değiştirilmesi üzerine 1920'li yıllarda ABD'de yapılan çalışmalardan sonra, 1930'larda Almanya'da Stamm ve Hansen ile 1940'lı yıllarda Amerikada White tarafından çalışıldı. 1950'li yıllarda Germans Bavendam, Runkel ve Buro konu üzerinde araştırmaya devam ettiler. 1960'lı yıllarda Kolman ve Schneider, 1970'li yıllarda Rusche ve Burmester elde ettikleri bulguları yayınladılar. Daha sonraki yıllarda Fransa ve Hollanda'da konu üzerinde pek çok çalışma yapılmakla birlikte en yoğun ve geniş kapsamlı araştırmalar eş zamanlı olarak Finlandiya'da gerçekleştirildi. Finlandiya'daki çalışmaların uygulamaya yönelik sonuçları Çevre Teknolojisi Enstitüsü (The Institute of Environmental Technology) tarafından yayınlandı [3].

Son yüz yıllık süreç içerisinde incelendiğinde ağaç malzemenin ısıl işleminde uygulanan metotlar, eski ve yeni metotlar olmak üzere ikiye ayrılabilir. Eski metotlar; Staybwood (odunun sıkıştırılmayarak yalnız ısı ile boyutsal stabilitesinin sağlanması) ve Staypak (şiddetli bir ısıtma

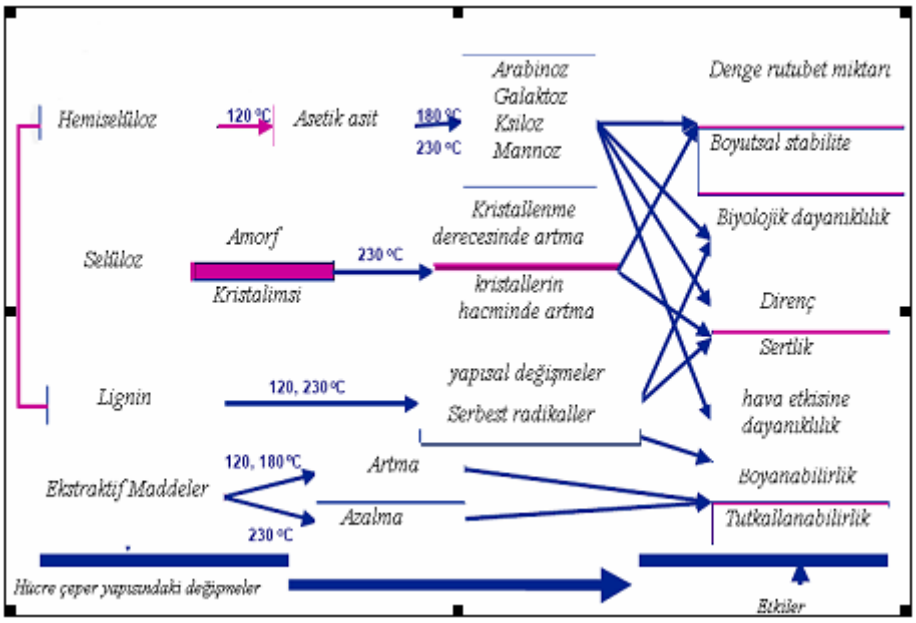
ile sıkıştırılarak stabilize edilen odun)'tır (Korkut ve Kocaefe 2008). Yeni metotlar ise; ThermoWood (Finlandiya), PlatoWood-Lignius-Lambowood (Hollanda), Retification process (Retiwood)-New Option wood-Le Bois Perdure (Fransa), Hot Oil treatment (OHT)-Menz Holz (Almanya), Calignum (İsveç), Thermabolite (Rusya), Huber Holz (Avusturya), Wood treatment technology (WTT) (Danimarka), Westwood (Amerika, Kanada, Rusya) şeklinde ifade edilebilir [4, 5].

Avrupa'da çeşitli araştırma grupları son yıllarda yalnız ısı, sıcak yağ, higrotermal (buhar, nem ve ısının aynı anda etki ettiği koşul) ve hidrotermal (sıcak su ile elde edilen ısı enerjisinin kullanımı) esaslı ısıl işlem metotları geliştirmişlerdir. Bu metotların arasındaki ana farklar ağaç türü, ağaç malzemenin yaş veya kuru olması, rutubet içeriği ve boyutlar gibi kullanılan materyale; bir veya iki işlem safhası, ısıtma ortamı, koruyucu gaz olarak nitrojen kullanımı, ısıtma ve soğutma safhaları ve uygulama süresi gibi uygulanan işlem şartlarına ve ısıl işlem kazanı ve fırını gibi ısıl işlem uygulaması için gerekli ekipmanlara dayandırılmaktadır [6]. Bazı ısıl işlem yöntemleri, temel uygulama karakteristikleri ve uygulanmış oldukları ülkeler Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Bazı ısıl işlem yöntemlerinin temel karakteristikleri

Isıl işlem metodları	Ortam	Rutubet durumu	Sıcaklık (°C)	Uygulama	Ülke
Thermo Wood	Buhar	Taze veya hava kurusu ağaç	150-240	1.Sıcaklık artışı 2.Isıl işlem 3.Soğutma ve kondisyonlama	Finlandiya
Plato Wood	Buhar ve hava	Taze veya hava kurusu ağaç	170-190	1.Ön kurutma 2.Hidrotermoliz 3.Kurutma 4.Isıl işlem 5.Denkleştirme ve soğutma	Hollanda
Oil Heat treatment	Sıcak yağ	Hava kurusu veya yaklaşık % 6	180-220	1.Isıtma ve kurutma 2.Isıl İşlem 3.Soğutma	Almanya
Retification	N_2	Hava kurusu	200-240	1 basamak	Fransa
Bois Perdure	Buhar	Taze ağaç	200-240	1 basamak	Fransa

Ağaç malzeme düşük moleküllü bileşiklerden polimerik bileşiklere kadar kompleks bir yapıya sahiptir. Isıl işlem uygulaması süresince yapısında çok sayıda değişim meydana gelmekte; kimyasal bileşimi ve fiziksel özellikleri değişime uğramaktadır. Isıl işlem uygulanmış bir ağaç malzemenin reaksiyon mekanizması Şekil 1'de verilmiştir [7].



Şekil 1. Isıl işlem uygulanmış kerestenin reaksiyon mekanizması [7].

Isıl işlem ile ağaç malzeme yapısında meydana değişiklikler onun birçok özelliğini etkilediği gibi, mekanik direnç değerlerinde de değişime neden olmaktadır. Bu değişim mekanik direnç türüne göre basınç ve elastikiyet modülünde olduğu gibi artış şeklinde veya eğilme direncinde olduğu gibi azalış yönünde olabilmektedir. Isıl işlem uygulanmış ağaç malzeme, nispeten daha büyük bir kuvvet ile çok kısa bir periyot sürecince yüklemeye tabi tutulduğu dinamik eğilme direnci (Şok direnci) özellikle eğilme direncindeki azalma ile karşılaştırıldığında daha fazla azalmaktadır. Davis ve Thompson (1964) şok direncinin azalmasından başlıca hemiselüloz bozunmasını sorumlu olarak göstermişlerdir [7].

Çekme direnci için öncelikli olarak selüloz sorumlu tutulmaktadır. Odunda çekme gerilmeleri meydana geldiği zaman selüloz mikrofibril ve/veya lifleri arasında kovalent bağlarının kırılması neticesinde kayma ve çekme meydana gelir. Selüloz polimerinin depolimerizasyonu ve polimerizasyon derecesinin azalması çekme direnci kayıplarının ana sebebidir. Isıl işlem uygulaması sonucu selüloz polimerinin depolimerizasyonuna sebep olan amorf selülozun az miktarda fakat dikkate değer bozunması gerçekleşmektedir. Bu durum ısıl işlem uygulanmış odunun çekme direncinin azalmasında önemli bir sebeptir. Ancak, Stamm (1964) göre iç gerilmeler selüloz mikrofibril/fibrilleri arasında dağıtılmıştır. Bunun yanında selüloz polimer uzunluğunun direnç üzerine etkisi, çekme direncinin polimerizasyon derecesi 300'ün üzerinde değişmemesi sebebiyle sınırlıdır. Amorf selülozun kristalleşmesinin çekme direncindeki azalmadan sorumlu olup olmadığı tam açık değildir. Kristalimsi selüloz yüksek derecede

düzenli ve rijit yapısı ile amorf selüloza göre daha kolay kırılabilir ve esnek bir yapı sergiler. Bu sebeple kristalimsi selüloz miktarının artması çekme direnci üzerine negatif bir etki yapmaktadır [7].

Isıl işlem uygulaması sonucu hemiselülozun bozunması da çekme direncinin azalmasında ayrıca etkilidir. Hemiselüloz bozunmasının ana etkileri; hemiselülozik polimeri içindeki hidrojen ve Van der Waals bağları gibi ikincil bağların kopması, hemiselüloz ve selüloz arasındaki ikincil bağların kopması ve hemiseülüloz ve lignin arasındaki kovalent bağların kopması şeklinde olmaktadır. Bu etkiler selüloz mikrofibril ve/veya fibrillerini örten lignin hemiselüloz matriksinin yük paylaşım kapasitesini bozmaktadır. Selüloz mikrofibril ve/veya fibrili bitişiğindeki mikrofibril ve/veya fibril ile ya hiç yada çok az kuvvet paylaşımı yapar [8]

Isıl işlem süresince ligninde değişmenin çekme direncini azaltması beklenmemektedir. Winandy ve Rowell (1984)'a göre lignin ağ direnci iç gerilmelere karşı yeterince karşı koyabildiği için önemli olan karbonhidrat çatısıdır ve buda kırılma sebebidir. Bundan başka lignin ağının çapraz bağlanması bu polimerin direncini arttırmaktadır. Ayrıca hücre çeperinin ana bileşenleri olan selüloz, hemiselüloz ve lignin odunun direncine farklı düzeylerde katkıda bulunmaktadır. Selüloz yüksek polimerizasyon derecesine sahip (selüloz zincirindeki anhidrid glukoz birimlerinin sayısı 5000-10000) olması ve kristalimsi (mikrofibril içersindeki selüloz uzun zincir moleküllerinin birbirine paralel uzandıkları kısım) yapısı nedeniyle odun lif direncinden öncelikli sorumlu tutulmaktadır [7].

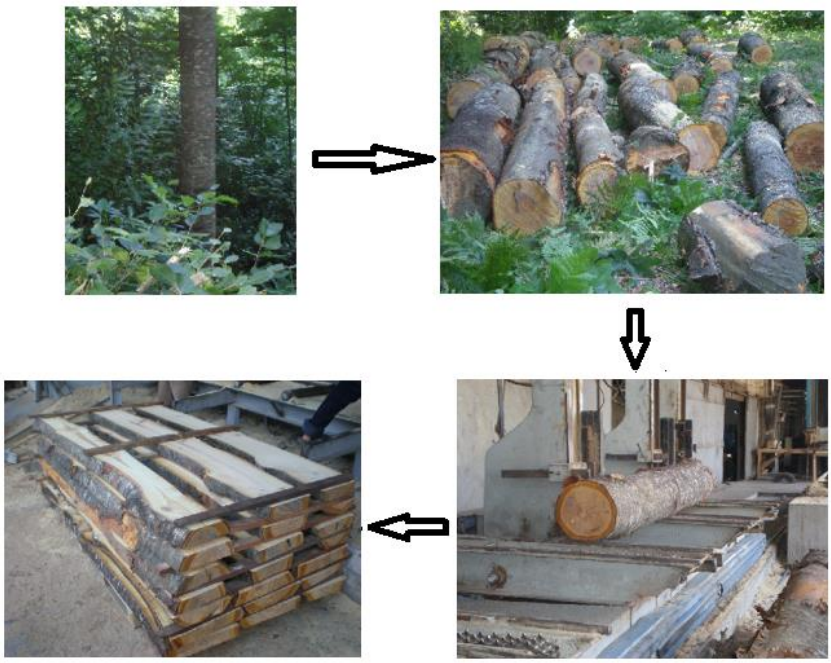
2. MATERYAL METOT

2.1. Örnek Ağaçların Seçimi ve Deney Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmada Batı Karadeniz Bölgesi'nde doğal olarak yetişen Yabani Kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monench ağacı tercih edilmiş, Düzce Orman İşletme Müdürlüğü Odayeri İşletme Şefliği 17 no'lu bölmesinden beş (5) adet Yabani Kiraz (Cerasus avium (L.) Monench ağacı temin edilmiştir. Yabani Kiraz (Cerasus avium (L.) Monench ağaçlarının alındığı 17 no'lu bölme kayın ve gürgen ağaçlarının hakim olduğu 800 metre rakım, %50-60 eğim ve kuzey bakı özelliklerine sahiptir.

Ağaçların seçiminde TS 4176/1984'e göre hareket edilmiş olup, herhangi bir doğal büyüme kusuru olmayan, alındıkları bölgeyi en iyi temsil edebilecek bireyler olmalarına dikkat

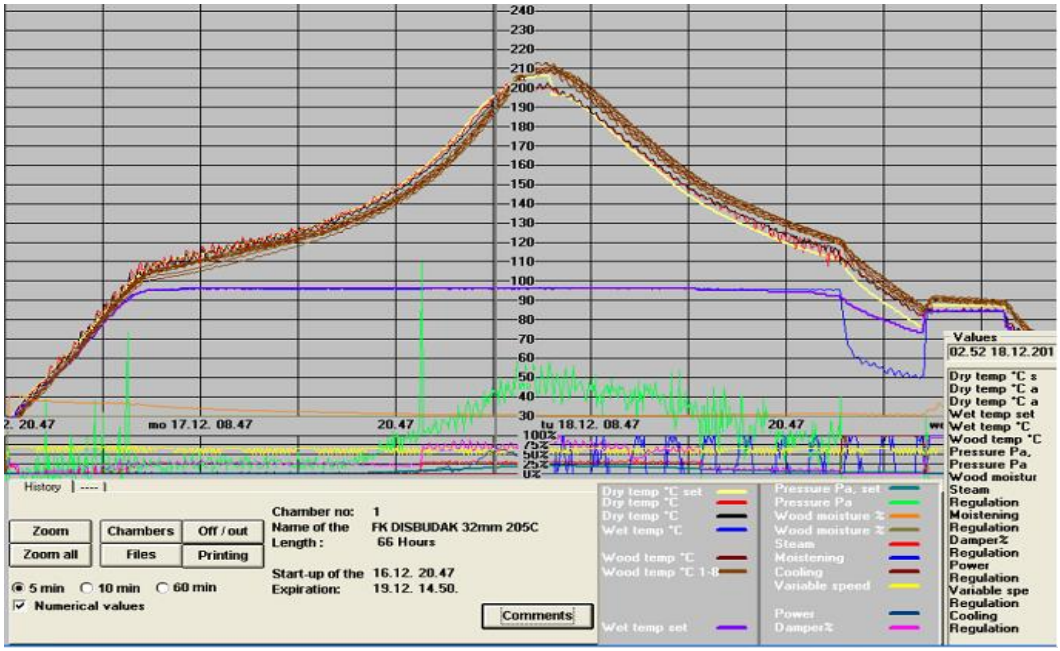
edilmiştir [9]. Seçilen ağaçlar dipten itibaren 1,30 m yükseklikten sonra 2 m'lik gövde kısımlarına ayrılmış ve her parça üzerinde gerekli işaretlemeler yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Yabani Kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monench) ağaçlarının seçimi ve hazırlanması

2.2. ThermoWood Metodu İle Isıl İşlem Uygulaması

Yabani Kiraz kalasları, Nova Orman Ürünleri San. Tic. A.Ş.'nin Gerede de bulunan fabrikasında ThermoWood yöntemi ile ısıl işleme tabi tutulmuştur. Fabrikada, taze ve hava kurusu ağaç malzemeye ısıl işlem uygulanmakta olup, çalışmada kullanılmış olan Yabani Kiraz (Cerasus avium(L.) Monench) kalasları hava kurusu haldeki ağaç malzemelerle birlikte ısıl işleme tabi tutulmuşlardır (Şekil 3).



Şekil 3. ThermoWood ısıl işlem grafiği

ThermoWood yöntemi ile ısıl işlem uygulamasında işletmenin üretim programına uygun olarak 190°C ve 212°C sıcaklıklarda 1 ve 2 saat süre ile ısıl işlem yapılarak 4 farklı varyasyon oluşturulmuş olup, ısıl işlem varyasyonlarının uygulandığı üretim program ve test örnekleri varyasyonları Çizelge 2'de görülmektedir.

Çizelge 2. Isıl işlem ve test varyasyonları

Isıl işlem varyasyonları			Test örnekleri	
Sıcaklık (°C)	Süre (dakika)	Kısaltma	Varyasyon	Kısaltma
			Kontrol örnekleri	KÖ
190	60	TW_1		TW_1
190	120	TW_2		TW_2
212	60	TW_3		TW_3
212	120	TW_4		TW_4

Isıl işlem uygulaması tamamlanan kalaslardan çalışma kapsamında kullanılacak olan ısıl işlem görmüş test örnekleri hazırlanarak, %20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl neme sahip iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa gelinceye kadar 2 ay bekletildikten sonra deneysel çalışmalara geçilmiştir. Deney örneklerinin sayısı TS CEN/TS 15679'a göre belirlenmiştir [2].

2.3. Dinamik Eğilme Direnci

Dinamik eğilme direncinin bulunmasında TS 2477/1976 esaslarına uyulmuştur [10]. Deneyde 20x20x300 mm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır. Her bir varyasyon için 32 adet olmak

üzere toplam 160 adet deney örneği hazırlanmıştır. Hazırlanan deney örnekleri 20±2°C ve % 65±5 bağıl neme sahip klima odasında 2 ay bekletildikten sonra dinamik eğilme direnci deneyi yapılmıştır. Deneyler yapılmadan önce örnekler ±0,01 mm duyarlılığa sahip olan dijital bir kumpasla genişliği ve kalınlığı ölçülmüştür. Deney parçalarının radyal yüzlerinde çarpma gerçekleştirilerek çarpma anında deney parçasının kırılmasını sağlayan enerji miktarı üzerinden dinamik eğilme direnci bulunmuştur. Dinamik eğilme direnci (Aw);

$$A_W = \frac{1000 \times Q}{b \times h} \text{ (kN/cm)}$$

eşitliği ile hesaplanmıştır.

Burada,

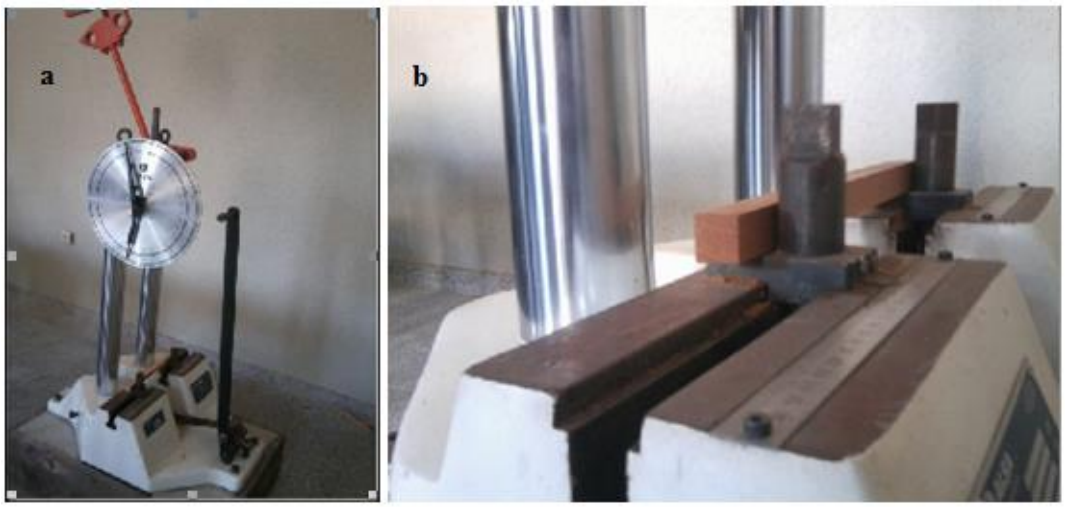
Aw : Dinamik eğilme direnci, (kN/cm)

Q : Deney parçasının kırılması için gerekli enerji, (kg.m)

b : Radyal ölçü, (mm)

h : Teğet ölçü, (mm)

Dinamik eğilme direncinin yapıldığı makine ve test düzeneği Şekil 4 a ve b'de verilmiştir.



Şekil 4. Dinamik eğilme direnci deneyi a) Deney makinesi b) Deney örneğinin pozisyonu

Dinamik eğilme direnci deneyinin ardından rutubet değerleri TS 2471/1976'e göre belirlenmiştir [11]. Rutubetleri % 12'den farklı olan KÖ için, dinamik eğilme direnci değerlerinin % 12'ye ayarlanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$A_{12} = A_W \times (1 + \alpha \times (R - 12)) \text{ (kN)}$$

Eşitlikte;

A_{12} : Hava kurusu rutubette dinamik eğilme direnci, (kN/cm)

R : Rutubet, (%)

Aw : R rutubetinde dinamik eğilme direnci, (kN/cm)

α : Düzeltme faktörü, (0,025)

2.4. Liflere Dik Çekme Direnci

Liflere dik çekme direnci TS 2476/1976 esaslarına göre tespit edilmiştir [12]. Deneyde 20x20x70 mm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır. Her bir varyasyon için 32 adet olmak üzere toplam 160 adet deney örneği hazırlanmıştır [2]. Hazırlanan deney örnekleri 20±2°C ve % 65±5 bağıl neme sahip klima odasında 2 ay bekletildikten sonra liflere dik çekme deneyi yapılmıştır. Deneyler yapılmadan önce örneklerin deney bölgesinin boyutları ±0,01 mm duyarlılığa sahip olan dijital bir kumpasla ölçülmüştür. Kırılma anındaki en büyük kuvvet(Pmax)' de göre liflere dik çekme aşağıdaki eşitlikle bulunmuştur;

$$\sigma_Z = \frac{P_{max}}{b \times h} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

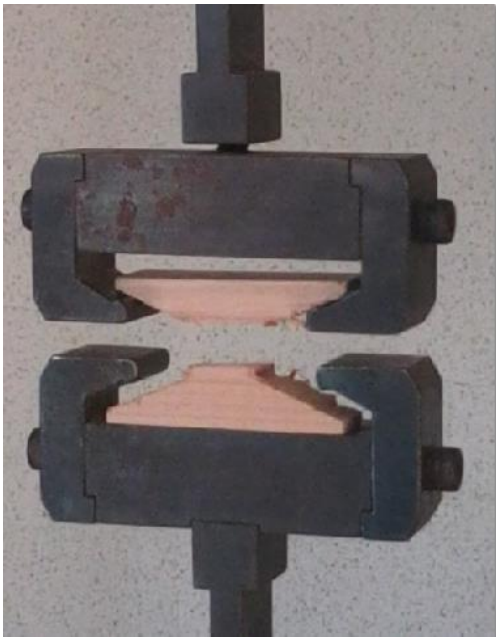
Eşitlikte, σZ : Liflere dik çekme direnci, (N/mm^2); Pmax : Kırılma anındaki maksimum kuvvet, (N); b ve h : Deney bölgesi boyutları, (mm) olarak verilmiştir.

Deney örneklerinin kırılma anındaki rutubetleri TS 2471(2476)'e göre belirlenmiştir [12]. Rutubetleri % 12'den farklı olan KÖ için, liflere dik çekme direnci değerlerinin % 12'ye ayarlanmasında aşğıdaki formülden yaralanılmıştır;

$$\sigma_{12} = \sigma_W \times \left[1 + \alpha \times (R - 12)\right] \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Eşitlikte, σZ :Liflere dik çekme direnci, (N/mm2); R : Rutubet, (%); σw : R rutubetinde dinamik eğilme direnci (kN); α: Düzeltme faktörü, (0.015) olarak verilmiştir.

Şekil 5'de liflere çekme deneyi yapılan bir test örneğinde kırılma sonrası görülmektedir.



Şekil 5. Liflere dik çekme direnci deneyi.

2.5. Değişim Oranlarının Hesaplanması

Başlangıç değerleri ile son değerler arasındaki değişim oranlarının hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmıştır;

$$D_o = \frac{K_Ö - S_Ö}{K_Ö} \times 100 \text{ (\% değişim)}$$

Eşitlikte, Do: Değişim oranı (%); Kö: Kontrol ölçümü değeri (değişimin hesaplanmasına esas teşkil eden ilk ölçüm); Sö: Son ölçüm değeri olarak verilmiştir.

2.6. Verilerin İstatistik Değerlendirmesi

Yapılan çalışmada verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi için SPSS paket programından faydalanılmıştır. Çalışmada faktörlerin elde edilen sonuçlar üzerinde anlamlı olup olmadığını belirleyebilmek için varyans analizine, anlamlı bulunan faktörler üzerinde farklılığın boyutunu belirleyebilmek için de Duncan testine başvurulmuştur.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Dinamik Eğilme Direncine İlişkin Sonuçlar ve Değerlendirme

Isıl işlem görmüş test örnekleri ile KÖ dinamik eğilme direncine ilişkin istatistikler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Dinamik eğilme direncine ilişkin istatistikler.

Test varyasyonu	$\overline{X}$ (kN/cm)	SH	ED	EY	R
KÖ	1.0393	0.018	0.90	1.36	11.84
TW_1	0.7024	0.025	0.53	1.16	7.43
TW_2	0.6679	0.037	0.01	1.01	7.09
TW_3	0.6270	0.031	0.38	0.95	5.49
TW_4	0.5420	0.027	0.34	0.85	4.87

$\overline{X}$: Aritmetik ortalama, SS: Standart sapma, ED: En küçük değer, EY: En yüksek değer, R: Deney anı rutubet miktarı (%).

Çizelge 3'e göre en yüksek dinamik eğilme direnci değeri KÖ'nde 1,03 (kN/cm), en düşük ise TW_2'de 0,54 (kN/cm) olarak belirlenmiştir. Yabani Kiraz odununda dinamik eğilme direnci değerlerine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Dinamik eğilme direnci BVA sonuçları.

Dinamik eğilme direnci BVA	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F hesap	P değeri*
Gruplar içi	4.647	4	1.162	43.126	0.000
Gruplar arası	4.175	155	0.027		
Toplam	8.822	159			

*) P≤0.05

Yabani Kiraz odununda dinamik eğilme direnci değerine ilişkin olarak elde edilen BVA sonuçlarına göre, dinamik eğilme direnci değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak (P≤0.05) düzeyinde anlamlı bulunduğu belirlenmiştir. Farklılıkların daha iyi anlaşılabilmesi için yapılan Duncan testi ve her bir kombinasyonun etkileşim değerleri Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Dinamik eğilme direnci duncan testi ve etkileşim değerleri.

Varyasyon	$\overline{X}$ (kN/cm)	HG	Varyasyonlar	Fark	Varyasyonlar	Fark
KÖ	1.0393	**c**	KÖ - TW_1	0.3368*	$TW_1 - TW_3$	0.0754
TW_1	0.7024	**b**	KÖ – TW_2	0.3713*	$TW_1 - TW_4$	0.1604*
TW_2	0.6679	**b**	KÖ – TW_3	0.4123*	TW_2 - TW_3	0.0409
TW_3	0.6270	**b**	KÖ – TW_4	0.4972*	$TW_2 - TW_4$	0.1259*
TW_4	0.5420	**a**	TW_1 - TW_2	0.0344	$TW_3 - TW_4$	0.0849

*)P≤0.05

Isıl işlem uygulanmış Yabani Kiraz odunu dinamik eğilme direnci değerleri arasında farklılık gösteren kombinasyonu belirlemek için yapılan duncan testi sonuçlarına göre KÖ ile ısıl işlem uygulanmış test örnekleri arasındaki değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

3.2. Liflere Dik Çekme Direncine İlişkin Sonuçlar ve Değerlendirme

Isıl işlem sonrasında liflere dik çekme direncine ilişkin istatistik veriler Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Liflere dik çekme direncine ilişkin istatistikler.

Test varyasyonu	$\overline{X}$ (N/mm²)	SS	ED	EY	R
KÖ	3.6890	0.9188	1.39	5.49	11.45
TW_1	2.3624	0.8430	0.65	3.64	7.28
TW_2	1.7214	0.6643	0.45	3.12	6.70
TW_3	1.3167	0.6211	0.46	2.65	5.54
TW_4	1.2489	0.4022	0.44	2.10	4.74

Isıl işlem sonrasında liflere dik çekme direnci değerinin KÖ'ne göre değişimine ait aritmetik ortalama değerleri incelendi. Elde olunan sonuçlara göre en yüksek liflere dik çekme değeri KÖ'nde 3,689 (N/mm2), en düşük değer TW_4'de 1,2489 (N/mm2) olarak belirlenmiştir.

Yabani Kiraz odununda IİGTÖ ile KÖ liflere dik çekme direnci değerlerine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Liflere dik çekme direnci değerlerine ilişkin BVA sonuçları.

Liflere dik çekme BVA	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F hesap	P değeri*
Gruplar içi	130.237	4	32.559	63.992	0.000
Gruplar arası	78.864	155	0.509		
Toplam	209.101	159			

*)P≤0.05

Yabani Kiraz odununda liflere dik çekme direnci değerine ilişkin olarak elde edilen BVA sonuçlarına göre farklı sıcaklık ve sürelerde varyasyonların liflere dik çekme direnci değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak (P≤0.05) düzeyinde anlamlı bulunduğu belirlenmiştir. Farklılıkların daha iyi anlaşılabilmesi için yapılan Duncan testi ve her bir kombinasyonun etkileşim değerleri Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Liflere dik yönde çekme direnci duncan testi ve etkileşim değerleri.

KÖ	$\overline{X}$ (N/mm²)	HG	Varyasyonlar	Fark	Varyasyonlar	Fark
TW_1	3.6890	**d**	KÖ - TW_1	1.3266*	$TW_1 - TW_3$	1.0456*
TW_2	2.3624	**c**	KÖ - TW_2	1.9675*	$TW_1 - TW_4$	1.1135*

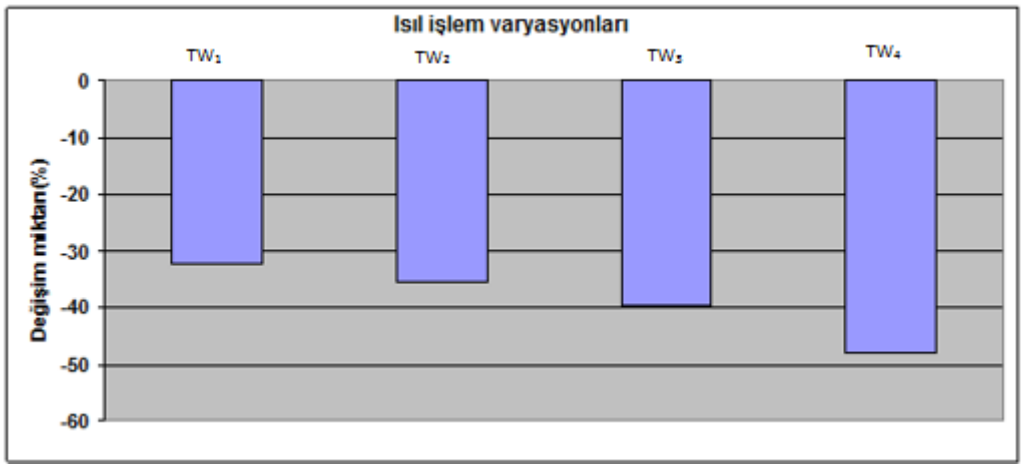
TW_3	1.7214	**b**	KÖ - TW_3	2.3723*	TW_2 - TW_3	0.4047
TW_4	1.3167	**a**	KÖ - TW_4	2.4401*	TW_2 – TW_4	0.4725
KÖ	1.2489	**a**	TW_1 - TW_2	0.6409*	TW_3 – TW_4	0.0278

*)P≤0.05

Duncan testi sonuçlarına göre test varyasyonları arasındaki değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Etkileşim sonuçlarına göre KÖ ile ısıl işlem uygulanmış örnekler arasında en büyük fark TW_3, en küçük fark TW_4 varyasyonunda belirlenmiştir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

ThermoWood yöntemi ile ısıl işlem Yabani Kiraz odununda tüm ısıl işlem varyasyonlarında dinamik eğilme direnci KÖ'ne göre azalmıştır. Kontrol örneklerine göre oluşan değişim incelendiğinde (Şekil 6) ısıl işlem sıcaklığı ve süresinin dinamik eğilme direnci üzerinde etkili olduğu, hem sıcaklık hem de süre artışına paralel olarak direnç değerlerinin düştüğü ve en fazla düşüşün ise TW_2 %47,84 şeklinde gerçekleştiği görülmektedir.



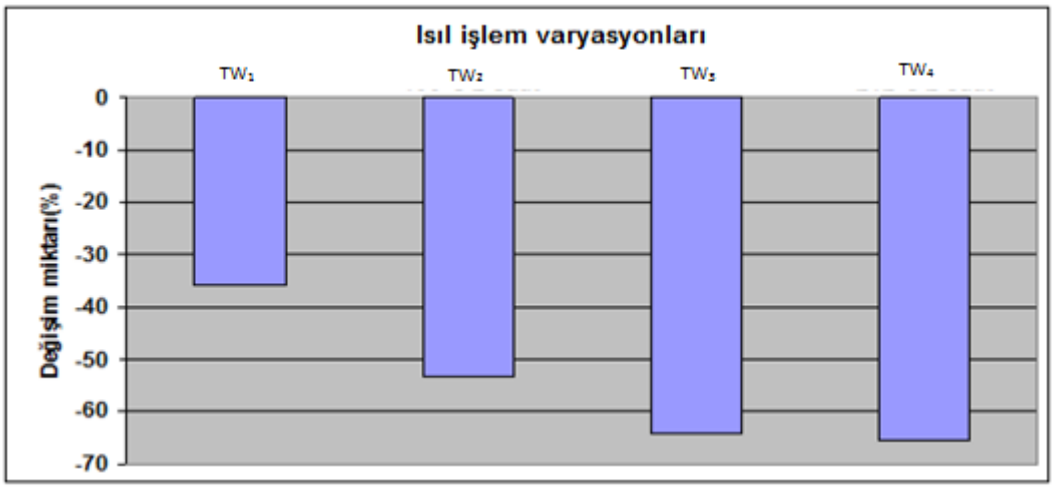
Şekil 6. Dinamik eğilme direncinde değişim (%).

Bal ve Bektaş (2013), ısıl işlem görmüş olgun Eucalyptus grandis odununda dinamik eğilme direncinin mekanik özellikler arasında diğerlerine göre en fazla etkilenen direnç olduğunu, ısıl işlem görmüş olgun odundaki dinamik eğilme direncinin kontrol örneklerine göre %53.86 oranında azalmış olduğu belirtmektedirler [13].

Davis ve Thompson (1964) hemiselüloz bozunmasını şok direncinin azalmasında ana sorumlu olarak göstermişlerdir. Selüloz ve hemiselüloz arasındaki etkileşim ikincil bağlara dayandırıldığı için şok direncini ikincil bağlar belirlemektedir. Bununla birlikte şok direncinde daha fazla azalma, ısıl işlem süresince kovalent bağlarındaki Hemiselüloz ve lignin arasındaki kovalent bağların kırılması aynı zamanda selüloz mikrofibril/fibrilleri içindeki kovalent

bağların kırılması (depolimerizasyon) kırılmalara dayandırılmaktadır. Amorf selülozun kristalleşme ve/veya bozunması sebebiyle kristalimsi selüloz miktarındaki artma şok direnci üzerine negatif bir etkiye sahiptir [7].

ThermoWood yöntemi ile ısıl işlem sonrası test varyasyonlarında liflere dik yönde çekme direnci KÖ'ne eklerine göre tüm varyasyonlarda azalmıştır. Değişim incelendiğinde (Şekil 7) ısıl işlem sıcaklığı ve süresinin liflere dik çekme direnci üzerinde etkili olduğu, hem sıcaklık hem de süre artışına paralel olarak direnç değerlerinin düştüğü ve en fazla düşüşün ise TW_4'de %66,14 şeklinde gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 7. Liflere dik çekme direncinde değişim (%).

Literatürde de ısıl işlem sıcaklığın artması ile liflere dik çekme direncinin önemli oranda azaldığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Korkut ve diğ. (2008)[14], Korkut ve diğ. (2009) [15] çalışmalarında benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

İlave bilgi: Bu çalışma "Yabani Kiraz (Cerasus avium (l.) Monench) Odununun Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Yüksek Sıcaklık Uygulamasının Etkisi" isimli doktora tezinden türetilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Johansson D., Strenght and colour response of solid wood to heat treatment, *Licentiate Thesis*, Luleå Teknoloji Üniversitesi, Department of Skellefteå Campus, Sweden, (**2005**).

[2] TS CEN/TS 15679, Isıl işlemle şekil verilmiş kereste-terimler ve karakteristikler, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (**2010**).

[3] Anonim, http://www.thermowood.fi (Erişim Tarihi: 28 Haziran **2010**).

[4] Sundqvist B., Colour changes and acid formation in wood during heating. *Doctoral Thesis*, Lulea Teknoloji Üniversitesi, Skellefteå-Sweden, (**2004**).

[5] Tjeerdsma FB., Heat treatment of wood- thermal modification, *Coford Seminar on Wood Modification: Opportunites and Challenges*, Dublin- Ireland (**2006**).

[6] Boonstra MJ., A two-stage thermal modification of wood, *Ph.D. dissertation in cosupervision*, Ghent University and Université Henry Poincaré, Nancy-Fransa, (**2008**).

[7] Korkut S., Kocaefe D., Isıl işlemin odun özellikleri üzerine etkisi, *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 5 (2) (**2009**) 11-34.

[8] Poncsak S., Kocaefe D., Bouazara M., Pichette A., Effect of high temperature treatment on the mechanical properties of birch (Betula papyrifera), *Wood Science and Technology* 40 (**2006**) 647-668.

[9] TS 4176, Odunun fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin tayini için homojen mescerelerden numune ağacı ve laboratuvar numunesi alınması, *Türk Standartları Enstitüsü*., Ankara, **(1984)**.

[10] TS 2477, Odunun çarpmada eğilme dayanımının tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (**1976**).

[11] TS 2471, Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (**1976**).

[12] TS 2476, Odunda liflere dik doğrultuda çekme gerilmesinin tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (**1976**).

[13] Bal B.C., Bektaş İ., The Effects of Heat Treatment on Some Mechanical Properties of Juvenile Wood and Mature Wood of Eucalyptus grandis, Drying Technology, 31 (2013) 479–485.

[14] Korkut S., Korkut D.S., Bekar İ., Okaliptüs (*eucalyptus camaldulensis* dehn.) odununun bazı teknolojik özellikleri üzerine ısıl işlemin etkisi, *I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 15-17 Nisan 2008 Tarsus-Mersin, 209-214 (**2008**).

[15] Korkut S., Alma M.H., Elyıldırım .K., The effects of heat treatment on physical and technological properties and surface roughness of European Hophornbeam (*Ostrya carpinifolia* Scop.) wood, *African Journal of Biotechnology*, Vol. 8 (20) (**2009**) 5316-5327.

NADİR BİR OLGU: LOW GRADE APENDİKS MÜSİNÖZ NEOPLAZM

A RARE CASE: LOW GRADE APPENDIX MUCINOUS NEOPLASIA

Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Alperen AVCI[1], Op. Dr. Kürşat YEMEZ[2]

[1] Samsun Üniversitesi, Tıp Fakültesi Genel Cerrahi Ana Bilim Dalı 0000-0003-3911-2686

[2]Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Genel Cerrahi Ana Bilim Dalı

0000-0002-8875-1049

ÖZET

Appendiks müsinöz tümörler, genellikle 50 yaş üzeri görülen nadir tümörler olup tedavisi tartışmalıdır. Low grade apendiks müsinöz neoplazm diğer gastrointestinal sistem neoplazilerine göre farklılık gösterir. Laparaskopik apendektomi yapılan, spesmen incelemesi low grade apendiks müsinöz neoplazi gelen 45 yaşında kadın hastayı sunmak istedik. Hasta 2 gündür olan karın ağrısı ve kusma şikayetiyle acile başvurdu. Fizik muayenede genel durum iyi, vital bulgularda ateş subfebrildi. Sağ alt kadranda hassasiyet, defans ve rebound mevcuttu. Laboratuvar incelemesinde, Wbc 15,2, Nötrofili 12,39, PLT 283 ve crp 108 olarak ölçüldü. Hastanın görüntülemesinde apendiks distal kesimde 13 mm çapta ölçüldü. Akut apandisit ön tanısıyla laparoskopik apendektomi yapılmıştır. Piyes torba metoduyla sol 10 mm lik trokardan dışarı alındı. Hasta postoperatif 2. Günde taburcu edilmiştir. Hastanın histopatolojik incelemesinde distal apendiks bölgesi düşük dereceli apendiks müsinöz neoplazm olarak değerlendirilmiştir. Cerrahi sınırdaki dokuda lezyon görülmemiştir. Taburculuk sonrası tümör markerları CEA, CA19.9 değerleri normal olarak görüldü. Apendiks mukoseline sıklıkla insidental olarak tanı konulmaktadır. Hastaların %50 si akut apandisit ön tanısıyla opere edilmektedir. Akut apandisit ön tanısıyla opere edilen hastalar, apendektomi sonrası veya perooperatif frozen section ile tanımlanabilmektedir. Low grade müsinöz neoplazmların tedavisi ve takip süreci ile literatür taramasında kesin bir bilgi olmamakla beraber; basit apendektomi, sağ hemikolektomi, (HIPEC), sitoredüktif cerrahi ve kemoterapi uygulamaları mevcuttur. Akut veya plastrone apandisitlerde müsinöz neoplazm akılda bulundurulmalı, özellikle laparoskopik vakalarda torba metodu ile spesmenin dışarı çıkarılması ileri cerrahiyi azaltabilir.

Anahtar Kelimeler: Akut apandisit, Düşük derece apendiks müsinöz neoplazm, Apendiks tümörleri

ABSTRACT

Appendiceal mucinous tumors are rare tumors, usually seen over 50 years of age, and their treatment is controversial. Low grade appendiceal mucinous neoplasm differs from other gastrointestinal system neoplasms. We wanted to present a 45-year-old female patient who

underwent laparoscopic appendectomy and whose specimen examination revealed low grade appendiceal mucinous neoplasia. The patient applied to the emergency department with complaints of abdominal pain and vomiting for 2 days. General condition was good in physical examination, fever was subfebrile in vital signs. There was tenderness, defense and rebound in the right lower quadrant. In laboratory examination, Wbc was 15.2, Neutrophiled 12.39, PLT 283 and crp 108. In the imaging of the patient, the diameter of the appendix was 13 mm in the distal part. Laparoscopic appendectomy was performed with the preliminary diagnosis of acute appendicitis. The piece was taken out of the left 10 mm trocar by the bag method. The patient was discharged on the 2nd postoperative day. In the histopathological examination of the patient, the distal appendix region was evaluated as a low-grade appendiceal mucinous neoplasm. No lesion was observed in the tissue at the surgical margin. Tumor markers CEA, CA19.9 values were normal after discharge. Appendiceal mucocele is often diagnosed incidentally. 50% of the patients are operated with a preliminary diagnosis of acute appendicitis. Patients who have been operated with a prediagnosis of acute appendicitis can be identified after appendectomy or by perioperative frozen section. Although there is no definite information in the literature review with the treatment and follow-up process of low grade mucinous neoplasms; simple appendectomy, right hemicolectomy, (HIPEC), cytoreductive surgery and chemotherapy applications are available. Mucinous neoplasm should be kept in mind in acute or plastron appendicitis, especially in laparoscopic cases, removal of the specimen by the bag method may reduce further surgery.

Keywords: Acute appendicitis, Low grade appendiceal mucinous neoplasm, Appendiceal tumors

ANA METİN

Appendiks tümörleri, %0.2 - 0.3 oranında görülen, gastriointestinal sistemdeki nadir tümörlerdendir. Müsinöz tümörler de tüm apendiks tümörlerinin yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır (1-2). Genellikle 50 yaş üzerinde görülmektedirler (3). Tedavisi cerrahi olmakla beraber, optimal teknik hakkında tartışma mevcuttur. Apandiks kaynaklı mukosel klinik olarak karşımıza nadir çıkmakla beraber; apendiks lümeninde dilatasyon, anormal müsin salgılanması, enflamatuar süreç veya tümöral oluşumla birlikte görülebilir (4). Low grade apendiks müsinöz neoplazm ise apendiks duvarına belirgin invazyon yapmadan diğer gastrointestinal sistem neoplazilerine göre farklılık gösterir (5). Bu yazıda acil servisimize başvuran akut apandisit ön tanısıyla opere edilen patolojisi low grade apendiks müsinöz neoplazm olarak değerlendirilen olgu sunulmak istenmiştir.

45 yaşında kadın hasta yaklaşık 2 gündür olan gittikçe artan karın ağrısı ve ağrı sonrası olan kusma şikayetiyle acil servisimize başvurdu. Ağrının karakterinde öncelikli olarak üst karın bölgesinden sağ alt kadrana doğru ilerlediği ve o bölgede sabit kaldığını söyleyen hastanın fizik muayenesinde genel durum iyi, vital bulgularda ateşi subfebril seyretmektedir. Karın muayenesinde sağ alt kadranda hassasiyet, defans ve rebound mevcuttu, diğer sistemik muayeneleri doğaldı. Yapılan laboratuvar incelemesinde, beyaz küre sayısı (Wbc) 15,2 10^9/µl,, Nötrofili 12,39 10^9/l, platelet (PLT) 283 10^9/µl ve c reaktif protein (crp) 108 mg/dl

olarak ölçüldü. Özgeçmişinde panik atak dışında kronik hastalık ve geçirilmiş cerrahisi yoktur. Hastanın abdomen bilgisayarlı tomografi görüntülemesinde apendiks proksimal kesimde normal kalibrasyonda olup distal kesimde 13 mm çapta ölçülmüştür. Komşu yağ dokuda hafif kirlenme mevcuttu (Şekil 1-3). Hastanın öykü, fizik muayene bulguları, laboratuvar değerleri ve görüntülemesiyle beraber akut apandisit düşünülmüş cerrahi planlanmıştır. Laparoskopik bakıda apendiks hiperemik, ödemli ve uç kısmında enflame özellikteydi. Eksplorasyon devamında apendiks güdüğü salim özellikte olması üzerine güdükten endoclips ile kapatılarak appendektomi uygulandı. Piyes torba metoduyla sol 10 mm lik trokardan dışarı alındı. Operasyon sırasında patolojik bir durumla karşılaşılmadı. Hastanın postoperatif takipleri sorunsuz olup postoperatif 2. Günde taburcu edilmiştir. Taburculuk sonrası hastanın histopatolojik incelemesinde özellikle distal apendiks bölgesinde lümende düşük dereceli displastik epitelle döşeli alanlar görülüp olgu düşük dereceli apendiks müsinöz neoplazm olarak değerlendirilmiştir. Cerrahi sınırda ve klipsli gönderilen dokuda lezyon görülmemiştir. Patolojik tanısı ile kontrolünde tümör markerları CEA, CA19.9 değerleri normal olarak görüldü.

TARTIŞMA

İlk olarak 1842 yılında Rokitasnky tarafından tarif edilen apendiks mukoselinin adlandırılması ise Feren tarafından 1876 yılında yapılmıştır (6). İnsidansı apendiks tümörlerinin üçte biri oranında olup, kadınlarda ve elli yaş üzerinde daha sık görülmektedir (3). Bizim hastamızda elli yaşına yakın olan kadın hastadır. Kolon tümörleri ile senkron veya metakron olarak görülme sıklığı %29 olarak raporlanmıştır (7). Apendiks mukoseli sıklıkla asemptomatik olarak görülüp tipik bir klinik prezentasyonu olmamaktadır. Çoğunlukla da insidental olarak tanı konulmaktadır. En sık akut veya kronik sağ alt kadran ağrısı ile gözlenir. Karında kitle, rektal kanama, üreter obstrüksiyonu veya intusepsiyon gibi bulgularla ortaya çıkabilir (8). Ağrı sebebi olarak müsinin apendiks lümenini tıkaması düşünülmektedir. Tam obstruksiyon durumlarında ise akut apandisit kliniği görülmekte ve hastaların %50 si akut apandisit ön tanısıyla opere edilmektedir (9). Operasyon öncesinde ve operasyon sırasında bu tümörler; enflamatuar süreç ile karıştırılabilmekte olup, akut apandisit ön tanısıyla opere edilen hastaların apendektomi sonrası patolojik tümör tespiti veya perooperatif tümör şüphesi ile frozen section incelemesi ile tanımlanabilmektedir. Bizim olgumuzda da hastamızın sağ alt kadran ağrısı ve laboratuvar bulguları ile akut apandisit kliniği mevcuttu. Akut apandisit ön tanısıyla opere edilmiştir. Apendektomi sonrası histopatolojik inceleme ile tanısı konulmuştur. Low grade müsinöz neoplazmların tedavisi ve takip süreci ile literatür taramasında kesin bir bilgi olmamakla beraber, lokal tümör de basit apendektomi; çekal invazyon, büyük tümör varlığında veya nüks durumunda sağ hemikolektomi; psödomiksoma peritonei gelişmesi durumunda hipertermik intraperitoneal kemoterapi (HIPEC), sitoredüktif cerrahi ve kemoterapi uygulamaları mevcuttur (10-12). Takip süreleri kesin olmamakla birlikte, yıllık bilgisayarlı tomografi, CEA, CA 19.9 ile yapılmaktadır. Takip sırasında 1 yıl içerisinde çekilen tomografide lokal rekürrens tespit edilip cerrahiye giden hastalar da tanımlanmıştır (13-14). Maligniteyle beraber olan mukosel olgularında spontan veya operasyon sırasında gelişebilen rüptürün psödomiksoma peritonei oranında artışa ve sağ kalım oranlarında azalmaya sebep olduğuna

dair literatürde veriler mevcuttur (15). Sunduğumuz vakada akut apandisit ön tanısıyla acil opere edilen hastanın spesmen patolojisi low grade müsinöz neoplazm olarak gelmiştir. Tanı ve tedavi planlaması açısından literatürdeki vakaların bir örneğini teşkil etmektedir. Hastamızda apandiks enflame ve ödemli görünümde olup apendiks tümöründen şüphelenilmemiştir. Standart laparoskopik teknik ile apendektomi yapılıp torba metodu ile dışarı çıkarılmıştır. Bu sayede perforasyon olsa bile batına ekim ve müsin yayılımı olmamıştır. Spesmen histopatolojik incelemesinde kesin tanısı konulan hastanın cerrahi sınırları negatif olması ve patolojisi low grade müsinöz neoplazi olarak raporlanması sebebiyle hastaya ikincil cerrahi planlanmamıştır. Hasta takibe alınmıştır.

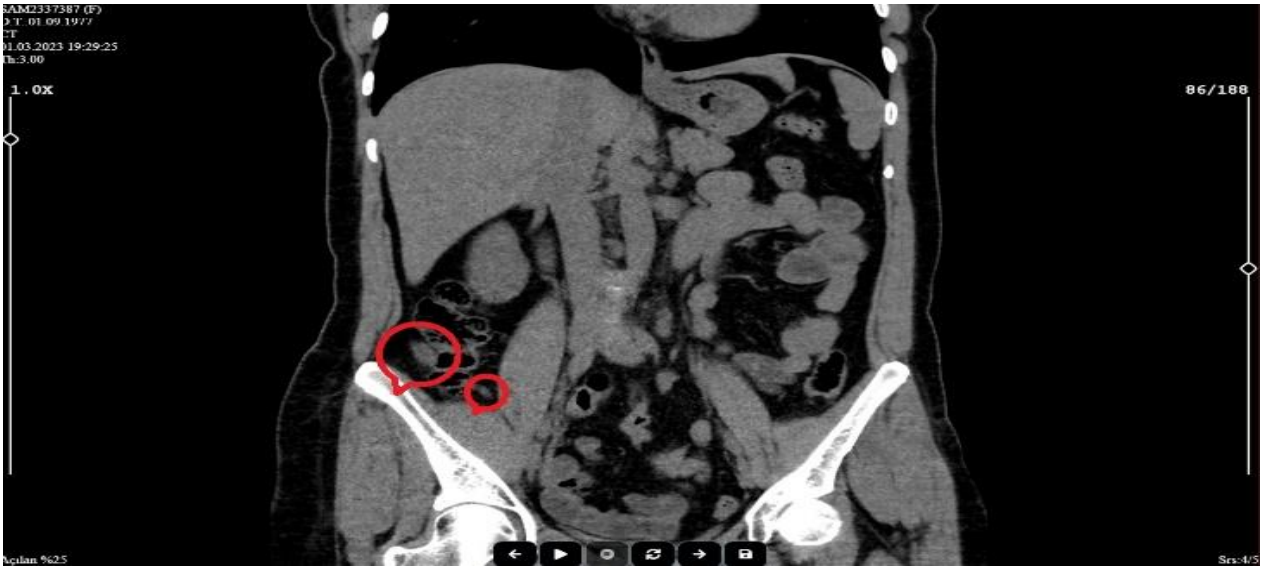
SONUÇ

Apendiks müsinöz neoplazmları nadir görülen apendiks tümörleridir. Preoperatif tanı konulması güçtür. Akut veya plastrone apandisit ön tanısıyla yapılan cerrahi müdahalelerde apendiks müsinöz neoplazm olabileceği akılda bulundurulup, operasyon sırasında perforasyon sonucu gelişebilecek psödomiksoma peritonei riskine karşı dikkatli olunmalıdır. Özellikle laparoskopik vakalarda torba veya endobag metodu ile spesmenin dışarı çıkarılması geniş operasyonların ve ileri cerrahinin oranını azaltabilir.

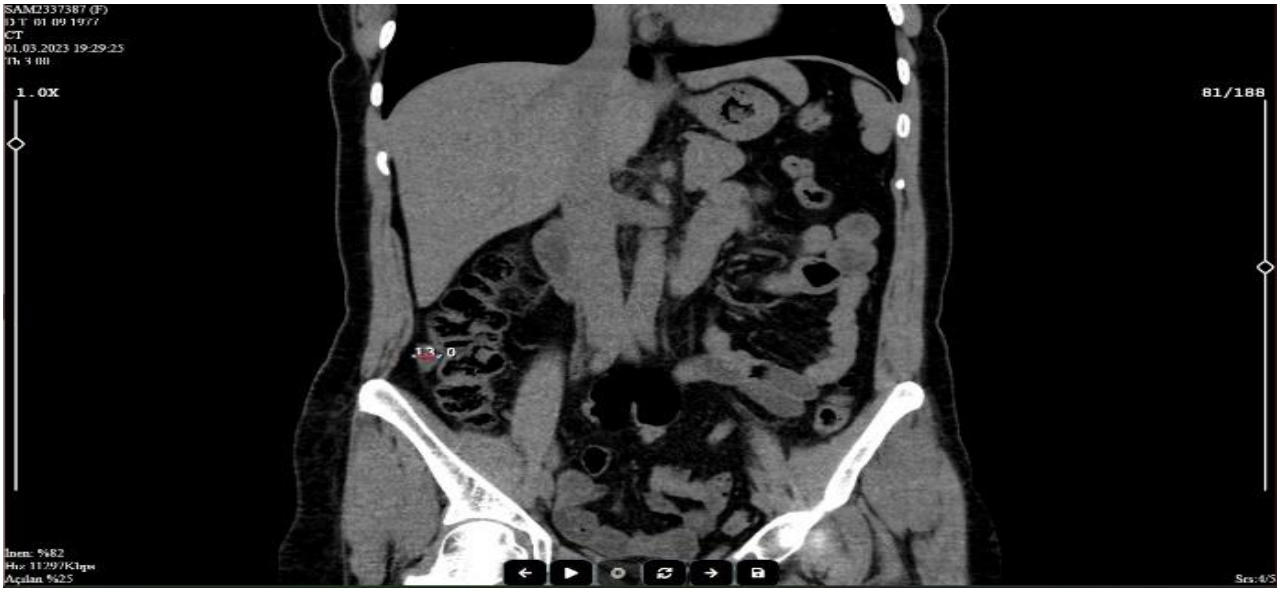
KAYNAKLAR

1.Shaib WL, Assi R, Shamseddine A, et al. Appendiceal mucinous neoplasms: diagnosis and management. Oncologist. 2017;22:1107- 16.
2. Lam-Himlin D, Montgomery E, Torbenson M. Nonneoplastic and Neoplastic Disorders of the Appendix. In: Iacobuzio-Donahue CA, Montgomery E, editors. Gastrointestinal and Liver Pathology 2nd ed. Philadelphia: Elsevier, 2012: 57-296.
3 Aho AJ, Heinonen R, Lauren P. Benign and malignant mucocele of the appendix. Acta Chir Scand 1973;139(4):392-400.
4.Madwed D, Mindelzun R, Jeffrey RB. Mucocele of the appendix: imaging findings. Am J Roentgenol. 1992; 159: 69-72.
5. Mustafa, G. Ö. K., TOPAL, U., BOZKURT, G. K., & HAMURCU, M. Apendikste Low grade müsinöz neoplazm: Tanı ve yönetim. Çukurova Anestezi ve Cerrahi Bilimler Dergisi, 1(1), 14-16.
6. Takahashi S, Furukawa T, Ueda J. Case report: Mucocele of the tip of the appendix. Clin Radiol 1998; 53: 149-150
7. Stocchi I,Wolff BG,Larson DR,Harrington JR.Surgical treatment of appendiceal mucocele.Arch Surg.2003;138:585-589;discussion 589-590
8. BURCU, B., ATAK, T., DEMİR, M., YENER, O., & ALİMOĞLU, O. (2014). APENDİKS MUKOSELİNİN LAPAROSKOPİK EKSİZYONU: İKİ OLGU SUNUMU. Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi, 54(3), 206-209.
9. Pickhardt PJ, Levy AD, Rohrmann CA Jr, Kende AI. Primary neoplasms of the appendix manifesting as acute appendicitis: CT findings with pathologic comparison. Radiology 2002; 224:775-781

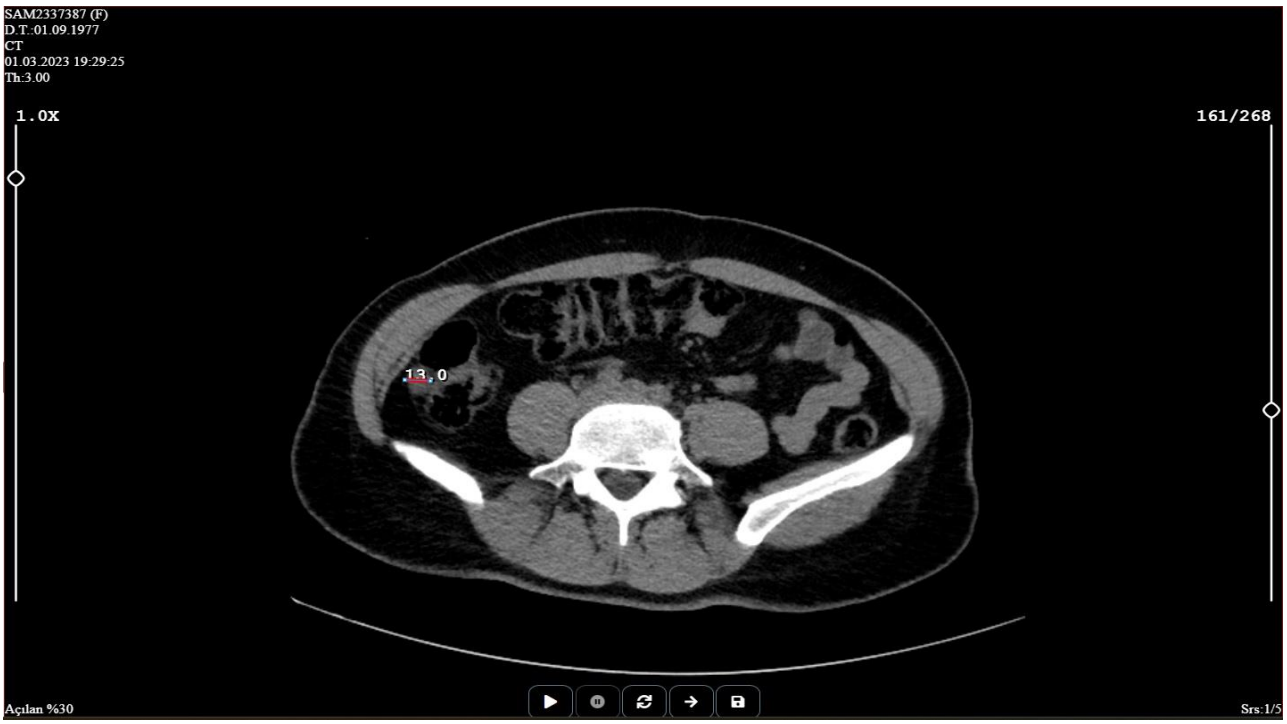
10.Nouri K, Demmel M, Ott J, et al. Villous mucinous cystadenoma of the appendix in a postmenopausal woman. JSLS. 2010;14:296- 8.
11.Misdraji J. Mucinous epithelial neoplasms of the appendix and pseudomyxoma peritonei. Mod Pathol. 2015;28:67-79.
12. Foster JM, Gupta PK, Carreau JH, et al. Right hemicolectomy is not routinely indicated in pseudomyxoma peritonei. Am Surg. 2012;78:171-7.
13.Panarelli NC, Yantiss RK. Mucinous neoplasms of the appendix and peritoneum. Arch Pathol Lab Med. 2011;135:1261-8.
14.Youssef H, Newman C, Chandrakumaran K. Operative findings, early complications, and long-term survival in 456 patients with pseudomyxoma peritonei syndrome of appendiceal origin. Dis Colon Rectum. 2011; 54:293-9.
15. Dachman AH, Lichtenstein LE, Friedman AC. Mucocele of the appendix and pseudomyxoma peritonei. Am J Roentgenol. 1985; 144:923-9.



Şekil I. Koronal kesit apendiks kökü ve distali



Şekil II. Koronal kesit apendiks çapı



Şekil III. Aksiyel kesit apendiks çapı

ASSOCIATION BETWEEN *PDYN* VNTR POLYMORPHISM AND IMPULSIVITY IN METHAMPHETAMINE USERS AND HEROIN-METHAMPHETAMINE CO-USERS

Merve Ak[1,2], Doç. Dr. Dilek Kaya-Akyüzlü[1], Gizem Özer[1,2], Dr. Öğr. Üyesi, Selin Özkan-Kotiloğlu[3], Uzm. Dr. Mustafa Danışman[4]

[1,2]Ankara University, Institute of Health Sciences, Ankara, Turkey, ORCID ID: 0009-0003-5598-2910, -ORCID ID: 0000-0002-6439-4200

[1]Ankara University, Institute of Forensic Sciences, Ankara, Turkey, ORCID ID: 0000-0002-3305-0587

[3] Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Science and Literature, Molecular Biology and Genetics, Kırşehir, Türkiye, -ORCID ID: 0000-0002-2262-5613

[4] Ankara Training and Research Hospital AMATEM Clinic, Ankara, Turkiye, -ORCID ID: 0000-0002-7403-8840

ABSTRACT

Heroin use disorder is a public health problem since many people dye from heroin overdose each year. Recent studies have shown a significant increase in methamphetamine use among heroin users. Methamphetamine belongs to the amphetamine-type stimulants (ATS) group and is among the most widely consumed illicit substances in the world after cannabis and opioids. Since methamphetamine is a cheap and easily available substance, there have been an increase in heroin-methamphetamine co-use. In addition, individuals with heroin use disorder report that they use methamphetamine to alleviate opioid withdrawal. Impulsivity, known as the tendency to make unplanned reactions, is seen as an important risk factor in the initiation and maintenance of substance use disorder. In this study, we aimed to evaluate the relationship between pro-dynorphin (*PDYN*) 68-bp VNTR polymorphism and impulsivity in Turkish methamphetamine users (n=50) and heroin-methamphetamine co-users (n=50) for the first time. *PDYN* 68-bp VNTR polymorphism were genotyped via PCR as short/short (SS), short/long (SL), and long/long (LL) according to the repeat number of the core sequence. The impulsivity of methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users was measured using the Barratt Impulsivity Scale. The frequencies of SS, SL and LL genotypes were 10%, 46% and 44% and 12%, 42% and 46% in methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users, respectively. There was not a significant difference between methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users in terms of *PDYN* 68-bp polymorphism genotypes ($p<0.05$). Additionally, no significant association was found between *PDYN* 68-bp polymorphism and the impulsivity level in either methamphetamine user or heroin-methamphetamine co-users ($p=0.937$ and $p=0.911$, respectively). On the other hand, the impulsivity level was found significantly higher in methamphetamine users (median:33, IQR:27.0-39.25) as compared to heroin-methamphetamine co-users (median:30.5, IQR:25.0-36.0) ($p=0.038$). In conclusion, *PDYN* VNTR polymorphism seemed not to effect the level of impulsivity. The impusivity level seem to be different among methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users.

Keywords: Methamphetamine, Heroin, Impulsivity, *PDYN* VNTR polymorphism

1. INTRODUCTION

Methamphetamine is one of the most common abused illicit substance. MA users are estimated to be almost more than heroin and cocaine combined users[1]. Methamphetamine is a crystalline substance that can easily cross the blood-brain barrier and penetrate the brain rapidly[2]. Heroin is a derivative of morphine and is also the most commonly abused opioid substance. Heroin addiction is a chronically recurrent disease characterized by compulsive drug seeking, tolerance and physical dependence. In USA, methamphetamine and heroin concurrent injection using has been increased[3].

Impulsivity is one of the important clinical features of many different psychiatric disorders[4] and also is accomplice with elevated risk and severity of different addictive attitudes like substance abuse. People who have high levels of impulsivity have higher risk for substance experimentation, problematic substance use and incompetence to refrain from substance use. Impulsivity does not differ between heroin addicts with and without cocaine comorbidity. Even so, the outcomes may altered because of the existence of numerous drug abuse. In a study conducted with substance addicted Turkish male subjects, it was stated that the dimensions of impulsivity and aggression associated with alcohol and heroin addicts may differ[5].

Substance use disorder is defined as a complex genetic disease in which both genetic and environmental factors are effective[6]. Evidences have shown that genetic factors may contribute to susceptibility to substance abuse[7]. There is no study in the literature that investigating the relationship between *PDYN* VNTR polymorphism and impulsivity in methamphetamine and heroin-methamphetamine co-users. Hereby, this subject will be studied for the first time in Turkey.

2. METHODS

In this study, 50 individuals admitted to the Alcohol and Drug Addicts Treatment and Research Center (AMATEM) and diagnosed with methamphetamine use disorder according to DSM-5 criteria and 50 individuals diagnosed with heroin use disorder who had also use methamphetamine were included. The methamphetamine group was selected from individuals who used only methamphetamine, and the heroin-methamphetamine group was selected from individuals who did not use any additional substances other than heroin and methamphetamine. Inclusion criteria were as follows; (i) being between 18-65 years of age, (ii) being a smoker, (iii) being literate. The study design was approved by the institutional ethics committee (Approval No: I03-109-22).

Each individual participating in the study was given a form containing information about age, height, weight, marital status, educational status, employment status, and substances used. Each individual was also informed about the study and consent was obtained. Each participant completed the Barratt Impulsivity Scale (BIS-11)[8]. The Turkish version of the BIS-11 form, which has proven validity and reliability, was used in the study[4].

The blood samples were obtained from all individuals in 1 purple capped (EDTA) tube to genotype PDYN VNTR polymorphism. All venous blood samples were stored at -20°C until DNA isolation. Genomic DNA was extracted from blood samples using QIAamp DNA blood kit (Qiagen, Hilden, Germany) as recommended by the manufacturer. *PDYN* 68-bp VNTR polymorphism was genotyped using Polymerase Chain Reaction (PCR). PCR was performed on Techne Tc 512 PCR System in 25 µl reaction mixture containing 10X Standard Buffer, 10 pmol/ µl forward and 10 pmol/ µl reverse primers, 1,25 U/ µl Taq DNA Polymerase (AMPLIQON, Denmark), 0,16 mM dNTP, 25 mM $MgCl_2$ and 3 µl genomic DNA. Forward and Reverse primer sequences were 5'-AGCAATCAGAGGTTGAAGTTGGCAGC-3' and 5'-GCACCAGGCGGTTTAGGTAGAGTTTGTC-3', respectively. PCR cycles were initial denaturation at 94°C for 10 min-1 cycle, denaturation at 94°C for 1 min-35 cycles, binding at 60°C for 1 min-35 cycles, extension at 72°C for 1 min-35 cycles, and final extension at 72°C for 10 min-1 cycle. Amplified samples were run on 2% agarose gel electrophoresis at 80mA for 90 minutes. The agarose gel was scanned and visualized using UV illuminator and Syngene Monitoring System (Figure 1).

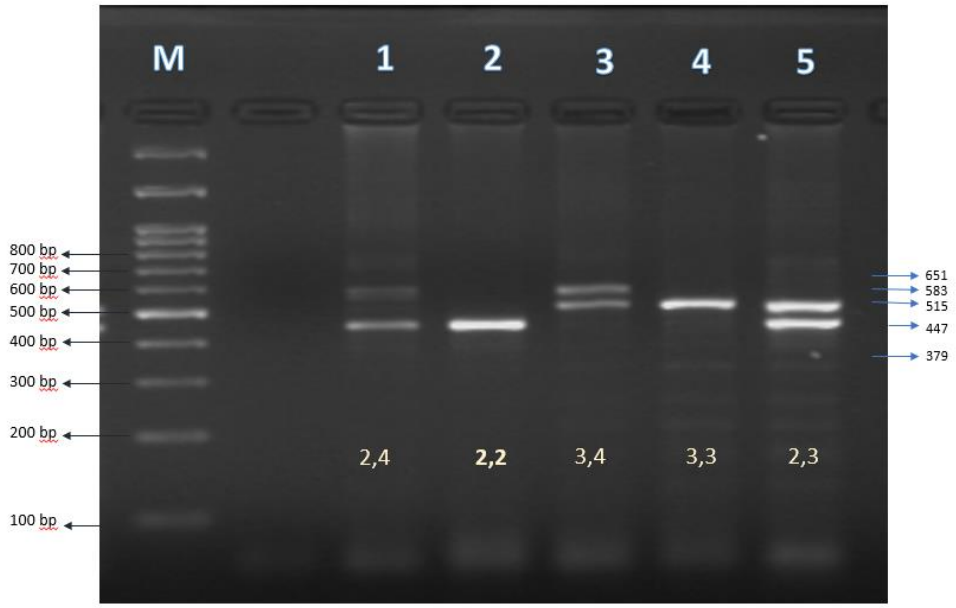


Figure 1. Agarose gel electrophoresis showing the sizes of PCR products (M: 100 bp ladder; Lane 1: alleles containing 2 and 4 repeats (447 and 583 bp); Lane 2: alleles containing 2 repeats (447 bp); Lane 3: alleles containing 3 and 4 repeats (515 bp and 583); Lane 4: alleles containing 3 repeats (515); Lane 5: 2 and 3 repeats (447 bp and 515 bp).

Statistical analysis

The SPSS software for Windows (version 26.0) was used for the statistical analyses of the present study. The Kolmogorov-Smirnov test was used to evaluate the normality of the numerical data. The mean and standard deviation (SD) and median and the interquartile range (IQR) were given for the normal- and non-normal-distributed numerical data, respectively. Categorical data were shown as numbers and percentages. The genotypes frequencies of the *PDYN* VNTR genotypes were obtained by direct counting, and departure from the Hardy-

Weinberg equilibrium was evaluated by the chi-square test. According to the normality of the numerical data, parametric Student's t-test or non-parametric Mann-Whitney U test was used to compare 2 independent groups. For 3 independent groups, parametric One-Way ANOVA or non-parametric Kruskal-Wallis tests were used. $p<0.05$ was considered as statistically significant.

3. RESULTS

There was a total of 100 addicts in the cohort, and of them, 50 were methamphetamine users (40 males and 10 females) and heroin-methamphetamine co-users (42 males and 8 females). The socio-demographic characteristics of 100 addicts were presented on Table 1. The median ages of methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users were 29.0 years (IQR: 25.0-33.25 years) and 29.5 years (IQR: 25.75-32.25 years), respectively. The median height found as 174.5 cm (IQR: 168.75-179.25 cm) for methamphetamine users and 173.5 cm (IQR: 167.75-180.5 cm) for heroin-methamphetamine co-users. The mean weight of methamphetamine users was 65.5±13.8 kg and the mean weight of heroin-methamphetamine co-users was 66.3±10.04 kg. There was no significant difference between methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users in terms of age, weight, and height in ($p=0.917$; $p=0.741$; $p=0.777$, respectively). In addition, no significant difference was found between two groups in view of education and occupation status of the addicts ($p>0.05$ (Table 1). On the other hand, there was a significant difference between the studied groups in view of the marital status ($p=0.019$). In the methamphetamine group, 42% were single, 48% were married, 10% were divorced or widowed, whereas 68% were single, 22% were married, 10% were divorced or widowed in the heroin-methamphetamine group.

PDYN 68-bp VNTR polymorphism was genotyped by PCR as short/short (SS), short/long (SL), and long/long (LL) according to the repeat number of the core sequence. The genotype frequency of *PDYN* VNTR polymorphism in individuals with methamphetamine use disorder was found to be 44%, 46%, and 10% for LL, SL, and SS, respectively. In heroin-methamphetamine co-users, the genotype frequency of *PDYN* VNTR polymorphism was found to be 46%, 42%, and 12% for LL, SL, and SS, respectively. The variant allele frequency was calculated as 33% for both groups. Hardy-Weinberg Equilibrium (HWE) was calculated as $\chi2=0.08$; $p=0.78$ for methamphetamine group and $\chi2=0.13$; $p=0.72$ for heroin-methamphetamine group (Table 2.). No significant difference was observed in terms of genotype frequencies of *PDYN* VNTR between methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users ($p>0.05$).

Table 1. Demographics of the methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users.

Parameters	Methamphetamine users (n=50)		Heroin-methamphetamine co-users (n=50)		**p-value**
Age (years) x̃ (IQR)	29.0 (25.0-33.25)		29.5 (25.75-32.25)		0.917
Weight (kg) mean±S.D.	65.5±13.8 (70.0-95.0)		66.3±10.04 (45.0-90.0)		0.741
Height (cm) x̃ (IQR)	174.5 (168.75-179.25)		173.5 (167.75-180.5)		0.777
Education	n	% frequency	n	% frequency	0.824
Primary	8	16	6	12	
Secondary	22	44	22	44	
High School	18	36	21	42	
Under-graduate	1	2	1	2	
Graduate	1	2	-	-	
Occupation	n	% frequency	n	% frequency	0.841
Working	26	52	27	54	
Not working	24	48	23	46	
Marital status	n	% frequency	n	% frequency	0.019
Single	21	42	34	68	
Married	24	48	11	22	
Widow/Divorced	5	10	5	10	

Table 2. The frequencies of *PDYN* VNTR genotypes, 95% confidence interval and Hardy–Weinberg equilibrium (HWE) in methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users.

***PDYN* VNTR Genotypes**	Methamphetamine users (n=50)		Heroin-methamphetamine co-users (n=50)	
	n	**%** frequency (95% CI)	**n**	**%** frequency (95% CI)
LL	22	44.0 (30.2-57.8)	23	46.0 (32.2-59.8)
SL	23	46.0 (32.2-59.8)	21	42.0 (28.3-55.7)
SS	5	10.0 (1.7-18.3)	6	12.0 (3.0-21.0)
Variant allele freq.	33%		33%	
HWE	$\chi 2$=0.08; p=0.78		$\chi 2$=0.13; p=0.72	

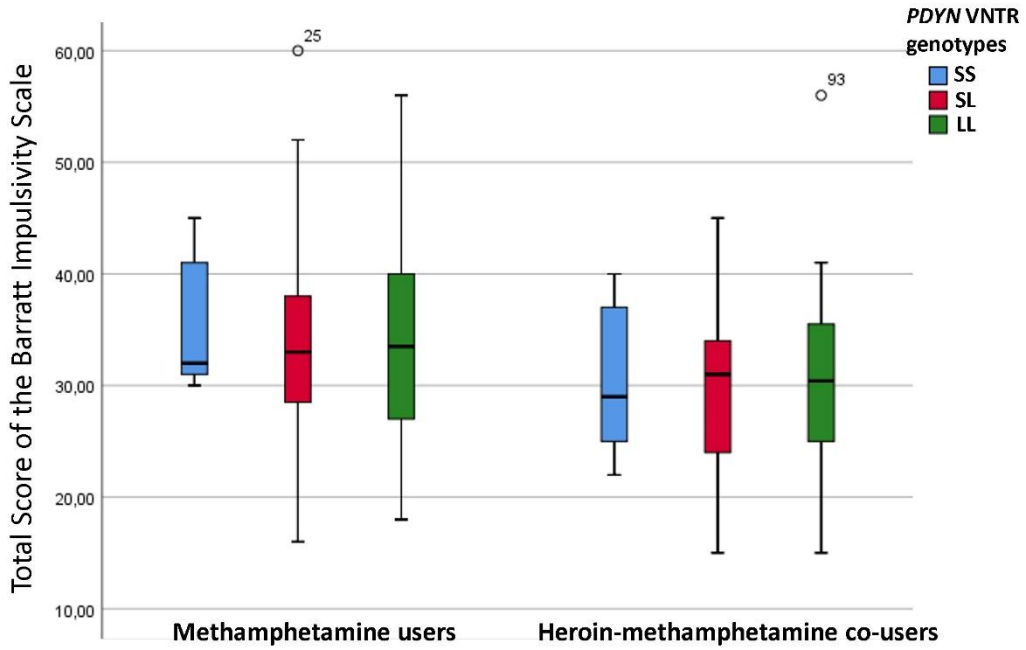


Figure 2. The comparison of the *PDYN* VNTR genotypes in terms of the total score of the Barratt Impulsivity Scale in both methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users.

Impulsivity levels of methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users were measured using the Barratt Impulsivity Scale. The total score of the Barratt Impulsivity Scale according to the *PDYN* VNTR genotypes and addict groups were given in Table 3. The median impulsivity scores of methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users were 33.0 (IOR: 27.0-39.25) and 30.5 (IOR: 25.0-36.0), respectively. There was a significant difference between methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users in term of the impulsivity scores (p=0.038) (Figure 2).

Barratt Impulsivity Scale scores were also compared according to *PDYN* VNTR polymorphism genotypes (Table 3). According to the codominant model, impulsivity levels of methamphetamine users were 33.5 (IQR: 26.5-40.75) for LL genotype, 33.0 (IQR: 26.75-38.25) for SL genotype, and 32.0 (IQR: 30.5-43.0) for SS genotype. Impulsivity levels of heroin-methamphetamine users were 30.5 (IQR: 25.0-36.5) for LL, 31.0 (IQR: 24.0-35.0) for SL, and 29.0 (IQR: 24.25-37.75) for SS. The Kruskal-Wallis test showed that there was not a statistically significant difference between *PDYN* VNTR genotypes in view of impulsivity levels in either for methamphetamine group ($\chi 2$=0.155, p=0.937) or for heroin-methamphetamine group ($\chi 2$=0.017, p=0.911).

Table 3. Association of the *PDYN* VNTR polymorphism with the Barratt Impulsivity Scale in both methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users

***PDYN* VNTR Genotypes**	**Methamphetamine users (n=50)**		***PDYN* VNTR Genotypes**	**Heroin-methamphetamine co-users (n=50)**	
	Total Score of the Barratt Impulsivity Scale			Total Score of the Barratt Impulsivity Scale	
	Median	IQR		Median	IQR
***PDYN* VNTR genotypes (Co-dominant model)**					
LL (n=22)	33.5	26.5-40.75	LL (n=23)	30.5	25.0-36.5
SL (n=23)	33.0	26.75-38.25	SL (n=21)	31.0	24.0-35.0
SS (n=5)	32.0	30.5-43.0	SS (n=6)	29.0	24.25-37.75
Kruskal-Wallis test	$\chi2$=0.155 p=0.937		Kruskal-Wallis test	$\chi2$=0.017 p=0.911	
Total (n=50)	33.0	27.0-39.25	**Total (n=50)**	30.5	25.0-36.0
Mann-Whitney U test	U=943.5 **p=0.038*** Z=-2.115				

*Comparison of methamphetamine users with heroin-methamphetamine co-users in view of the total score of the Barratt Impulsivity Scale.

4. DISCUSSION

Studies on substance use disorders and genetic predisposition have not yielded consistent results regarding the possible involvement of *PDYN* 68-bp VNTR polymorphism in cocaine, methamphetamine, and heroin addiction[9-14]. In Iran, individuals with methamphetamine use disorder (n=52) and healthy controls (n=635) were compared in terms of *PDYN* 68-bp VNTR polymorphism, and no significant association was observed[15]. In a study investigating the *PDYN* VNTR association between methamphetamine users (n=143) and healthy controls (n=209) in Japan, it was observed that the LL genotype was found more frequently in methamphetamine users (p=0.0021)[16]. In another study conducted in Iran, *PDYN* VNTR polymorphism was compared between people with heroin use disorder (n=442) and healthy controls (n=799). It was observed that SL genotypes increased the risk of heroin use disorder compared to LL genotypes and there was no significant association between SS genotype and heroin use disorder (p=0.003)[17]. The association of *PDYN* VNTR polymorphism between individuals with heroin use disorder (n=304) and healthy controls (n=300) was investigated and it was found that the frequency of S allele was significantly higher in the methamphetamine

group compared to the control group (p=0.002)[18]. We did not find any study evaluating the effect of *PDYN* 68-bp VNTR polymorphism on heroin-methamphetamine co-users. In this study, the frequency of the *PDYN* 68-bp VNTR genotypes was not different between the relationship between methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users, which may be due to the small sample size and multifactorial characteristics of substance use disorder. We recommend that this study should be repeated with larger samples in different ethnic groups.

In studies investigating the relationship between methamphetamine use and impulsivity, it has been observed that methamphetamine users have higher impulsivity levels than the control group[19-20]. Lee et al. (2009) compared methamphetamine users (n=51) and healthy subjects (n=66) using tomographic methods to measure BIS-11 and striatal dopamine D2/D3 receptor availability. Methamphetamine users had higher BIS-11 total score than healthy subjects (p<0.001), indicating that the presence of low striatal D2/D3 receptors may contribute to impulsivity[21]. Ellis et al. (2016) investigated the relationship between impulsivity and methamphetamine use and compared the BIS-11 scores of individuals (n=30) treated for methamphetamine use disorder and healthy controls (n=24), and significant differences were observed between the groups (p<0.050). Methamphetamine users were found to have higher levels of impulsivity compared to the control group[22].

A significant negative correlation was observed between the duration of heroin use and impulsivity of individuals with heroin use disorder[23]. In another study investigating the impulsivity characteristics of individuals with heroin use disorder, it was observed that heroin users (n=64) had higher BIS-11 scores compared to healthy controls (n=61)[24]. Dissabandra et al. (2014) observed that heroin users (n=293) had significantly higher levels of impulsivity compared to healthy controls (n=232) (p<0.001)[25].

In a study conducted with Turkish subjects, a significant relationship was observed between the BIS-11 scores of individuals with heroin use disorder (n=100) and healthy controls (n=100) (p<0.05). It was found that BIS-11 scores of heroin users were higher than healthy individuals[26]. In another study conducted in Turkey, it was observed that heroin users (n=78) had higher levels of impulsivity compared to healthy controls (n=63)[27]. In a study conducted with a Chinese population, impulsivity levels of heroin (n=843), methamphetamine (n=232), and polysubstance users (n=411) who were diagnosed with substance use disorder and had not used substances for at least two weeks were measured and compared. The total mean BIS-11 scores (75.65 ± 8.17, 76.13 ± 8.59, and 75.00 ± 8.71, respectively) of the three groups using only heroin, only methamphetamine, and polysubstance were compared but no significant relationship was observed (p=0.75)[28]. In our study, the BIS-11 scores of individuals who continued substance use, who used only methamphetamine, and who used heroin-methamphetamine together were compared and a significant relationship was observed. Considering the studies conducted using different populations and sample sizes, we observe that impulsivity is effective in the initiation and maintenance of substance use. In studies using healthy controls, heroin, and methamphetamine users were found to have higher levels of impulsivity compared to controls. Vassileva et al. (2014) compared heroin (n=74) and

methamphetamine (n=58) users in terms of impulsivity levels. While a negative relationship was observed between action impulsivity and response inhibition efficiency in amphetamine users, a positive relationship was observed in heroin users[29]. This study suggests that neurobehavioral impulsivity may be shaped according to the type and mechanism of action of the substance used. In parallel with our study, we can conclude that stimulant class substances increase impulsive behavior more than sedative substances. There are also animal studies in which stimulant use was observed to negatively affect impulsive behavior[30]. In conclusion, different impulsivity levels of methamphetamine users and heroin-methamphetamine co-users were reported in a Turkish population for the first time.

REFERENCES

[1] World Health Organization. (2011). Technical Briefs on amphetamine-type stimulants (ATS). https://apps.who.int/iris/handle/10665/272729 (Erişim Tarihi: 23.05.2023)

[2] Evren, C., & Bozkurt, M. (2018). Update on methamphetamine: an old problem that we have recently encountered. Dusunen Adam The Journal of Psychiatry and Neurological Sciences, 31(1), 1. https://dusunenadamdergisi.org/article/89 (Erişim Tarihi: 23.05.2023)

[3] Glick, S. N., Klein, K. S., Tinsley, J., & Golden, M. R. (2021). Increasing Heroin-Methamphetamine (Goofball) Use and Related Morbidity Among Seattle Area People Who Inject Drugs. The American journal on addictions, 30(2), 183-191. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ajad.13115 (Erişim Tarihi: 23.05.2023)

[4] Güleç, H., Tamam, L., Güleç, M. Y., Turhan, M., Karakuş, G., Zengin, M., & Stanford, M. S. (2008). Psychometric properties of the Turkish version of the Barratt Impulsiveness Scale-11. Klinik Psikofarmakoloji Bülteni, 18(4), 251-8. https://toad.halileksi.net/wp-content/uploads/2022/07/the-barratt-impulsiveness-scale-11-toad.pdf (Erişim Tarihi: 23.05.2023)

[5] Bozkurt, M., Evren, C., Yilmaz, A., Can, Y., & Cetingok, S. (2013). Aggression and impulsivity in different groups of alcohol and heroin dependent inpatient men. Klinik Psikofarmakoloji Bülteni-Bulletin of Clinical Psychopharmacology, 23(4), 335-344. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5455/bcp.20130127021314 (Erişim Tarihi: 23.05.2023)

[6] Edenberg, H. J., & Kranzler, H. R. (2005). The contribution of genetics to addiction therapy approaches. Pharmacology & therapeutics, 108(1), 86-93. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0163725805001440 (Erişim Tarihi: 23.05.2023)

[7] Su, H., Tao, J., Zhang, J., Xie, Y., Han, B., Lu, Y., ... & He, J. (2015). The analysis of BDNF gene polymorphism haplotypes and impulsivity in methamphetamine abusers. Comprehensive

psychiatry, 59, 62-67. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010440X15000334 (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[8] Patton, J. H., Stanford, M. S., & Barratt, E. S. (1995). Factor structure of the Barratt impulsiveness scale. Journal of clinical psychology, 51(6), 768-774. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1097-4679(199511)51:6%3C768::AID-JCLP2270510607%3E3.0.CO;2-1 (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[9] Chen, A. C., LaForge, K. S., Ho, A., McHugh, P. F., Kellogg, S., Bell, K., ... & Kreek, M. J. (2002). Potentially functional polymorphism in the promoter region of prodynorphin gene may be associated with protection against cocaine dependence or abuse. American journal of medical genetics, 114(4), 429-435. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11992566/ (Erişim Tarihi: 25.05.2023)

[10] Dahl, J. P., Weller, A. E., Kampman, K. M., Oslin, D. W., Lohoff, F. W., Ferraro, T. N., ... & Berrettini, W. H. (2005). Confirmation of the association between a polymorphism in the promoter region of the prodynorphin gene and cocaine dependence. American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics, 139(1), 106-108. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ajmg.b.30238 (Erişim Tarihi: 23.05.2023)

[11] Nikoshkov, A., Drakenberg, K., Wang, X., Horvath, M. C., Keller, E., & Hurd, Y. L. (2008). Opioid neuropeptide genotypes in relation to heroin abuse: dopamine tone contributes to reversed mesolimbic proenkephalin expression. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(2), 786-791. https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.0710902105 (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[12] Ray, R., Doyle, G. A., Crowley, J. J., Buono, R. J., Oslin, D. W., Patkar, A. A., ... & Berrettini, W. H. (2005). A functional prodynorphin promoter polymorphism and opioid dependence. Psychiatric genetics, 15(4), 295-298. https://journals.lww.com/psychgenetics/Fulltext/2005/12000/A_functional_prodynorphin_promoter_polymorphism.13.aspx (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[13] Turchan, J., Maj, M., Przewlocka, B., & Przewlocki, R. (2002). Effect of cocaine and amphetamine on biosynthesis of proenkephalin and prodynorphin in some regions of the rat limbic system. Polish journal of pharmacology, 54(4), 367- 372. http://if-pan.krakow.pl/pjp/pdf/2002/4_367.pdf (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[14] Zimprich, A., Kraus, J., Wöltje, M., Mayer, P., Rauch, E., & Höllt, V. (2000). An allelic variation in the human prodynorphin gene promoter alters stimulus-induced expression. Journal of neurochemistry, 74(2), 472-477. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1471-4159.2000.740472.x (Erişim Tarihi: 23.05.2023)

[15] Saify, K., & Saadat, M. (2015). Association between VNTR polymorphism in promoter region of prodynorphin (PDYN) gene and methamphetamine dependence. Open Access

Macedonian Journal of Medical Sciences, 3(3), 371. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4877821/ (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[16] Nomura, A., Ujike, H., Tanaka, Y., Otani, K., Morita, Y., Kishimoto, M., ... & Kuroda, S. (2006). Genetic variant of prodynorphin gene is risk factor for methamphetamine dependence. Neuroscience letters, 400(1-2), 158-162. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304394006001777 (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[17] Saify, K., Saadat, I., & Saadat, M. (2014). Association between VNTR polymorphism in promoter region of prodynorphin (PDYN) gene and heroin dependence. Psychiatry research, 219(3), 690-692. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165178114005708 (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[18] Wei, S. G., Zhu, Y. S., Lai, J. H., Xue, H. X., Chai, Z. Q., & Li, S. B. (2011). Association between heroin dependence and prodynorphin gene polymorphisms. Brain research bulletin, 85(3-4), 238-242. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0361923011000761 (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[19] Ballard, M. E., Mandelkern, M. A., Monterosso, J. R., Hsu, E., Robertson, C. L., Ishibashi, K., … & London, E. D. (2015). Low dopamine D2/D3 receptor availability is associated with steep discounting of delayed rewards in methamphetamine dependence. International Journal of Neuropsychopharmacology, 18(7). https://academic.oup.com/ijnp/article/18/7/pyu119/675342 (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[20] Hoffman, W. F., Moore, M., Templin, R., McFarland, B., Hitzemann, R. J., & Mitchell, S. H. (2006). Neuropsychological function and delay discounting in methamphetamine-dependent individuals. Psychopharmacology, *188*, 162-170. https://link.springer.com/article/10.1007/s00213-006-0494-0 (Erişim Tarihi: 23.05.2023)

[21] Lee, B., London, E. D., Poldrack, R. A., Farahi, J., Nacca, A., Monterosso, J. R., … & Mandelkern, M. A. (2009). Striatal dopamine d2/d3 receptor availability is reduced in methamphetamine dependence and is linked to impulsivity. Journal of Neuroscience, 29(47), 14734-14740. https://www.jneurosci.org/content/29/47/14734.short (Erişim Tarihi: 25.05.2023)

[22] Ellis, C., Hoffman, W., Jaehnert, S., Plagge, J., Loftis, J. M., Schwartz, D., & Huckans, M. (2016). Everyday problems with executive dysfunction and impulsivity in adults recovering from methamphetamine addiction. Addictive disorders & their treatment, 15(1), 1. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4809534/ (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[23] Qiu, Y. W., Jiang, G. H., Su, H. H., Lv, X. F., Tian, J. Z., Li, L. M., & Zhuo, F. Z. (2013). The impulsivity behavior is correlated with prefrontal cortex gray matter volume reduction in heroin-dependent individuals. Neuroscience Letters, 538, 43-48. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304394013000517 (Erişim Tarihi: 25.05.2023)

[24] Kang, T., Zhang, Y., Zhao, J., Li, X., Jiang, H., Niu, X., ... & Yuan, T. F. (2022). Characterizing Impulsivity in Individuals with Heroin Use Disorder. International Journal of Mental Health and Addiction, 1-16. https://link.springer.com/article/10.1007/s11469-022-00941-8 (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[25] Dissabandara, L. O., Loxton, N. J., Dias, S. R., Dodd, P. R., Daglish, M., & Stadlin, A. (2014). Dependent heroin use and associated risky behaviour: The role of rash impulsiveness and reward sensitivity. Addictive behaviors, *39*(1), 71-76. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030646031300169X (Erişim Tarihi: 25.05.2023)

[26] Pak, Ş. C., Opiyat kullanım bozukluğu olan hastalarda üstbilişlerin duygudurum, dürtüsellik ve aşerme ile ilişkisi. Uzmanlık tezi, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Antalya, 2018. https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/28144 (Erişim Tarihi: 25.05.2023)

[27] Bozkurt, M., Evren, C., Yilmaz, A., Can, Y., & Cetingok, S. (2013). Aggression and impulsivity in different groups of alcohol and heroin dependent inpatient men. Klinik Psikofarmakoloji Bülteni-Bulletin of Clinical Psychopharmacology, 23(4), 335-344. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5455/bcp.20130127021314 (Erişim Tarihi: 24.05.2023)

[28] Luo, D., Tan, L., Shen, D., Gao, Z., Yu, L., Lai, M., ... & Li, J. (2022). Characteristics of depression, anxiety, impulsivity, and aggression among various types of drug users and factors for developing severe depression: a cross-sectional study. BMC psychiatry, *22(*1), 1-12. https://bmcpsychiatry.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12888-022-03933-z (Erişim Tarihi: 25.05.2023)

[29] Vassileva, J., Paxton, J., Moeller, F. G., Wilson, M. J., Bozgunov, K., Martin, E. M., ... & Vasilev, G. (2014). Heroin and amphetamine users display opposite relationships between trait and neurobehavioral dimensions of impulsivity. Addictive behaviors, 39(3), 652-659. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306460313004127 (Erişim Tarihi: 25.05.2023)

[30] Dalley, J. W., Fryer, T. D., Brichard, L., Robinson, E. S., Theobald, D. E., Lääne, K., ... & Robbins, T. W. (2007). Nucleus accumbens D2/3 receptors predict trait impulsivity and cocaine reinforcement. science, 315(5816), 1267-1270. https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1137073 (Erişim Tarihi: 25.05.2023)

DİSLEKSİNİN DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ VE LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Araş. Gör. Dr. BARIŞ ERGÜL [1], Prof. Dr. ARZU ALTIN YAVUZ [2]

[1] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, -0000-0002-1811-5143

[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, -0000-0002-3277-740X

ÖZET

Disleksi, okuma becerilerini etkileyen bir öğrenme bozukluğudur. Disleksi olan bireyler, genellikle okuma hızında, doğrulukta ve anlama yeteneklerinde zorluklar yaşayan bireylerdir. Disleksi, toplumda kolay teşhis edilebilen bir durum değildir. Genellikle ilk öğretim çağındaki çocukların okuma becerisi üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Okuma becerisi, bir kişinin metinleri anlama, doğru ve hızlı bir şekilde okuma, kelime tanıma ve yazılı ifade becerileri gibi unsurları içermektedir. Disleksi, eğitimde bu becerilerde sorunlara neden olmaktadır. Çocukların öğrenme güçlüğü ile sıklıkla karıştırılmaktadır. Disleksi olan bireylerin, harf, kelime ve cümleleri anlamakta zorluk çektikleri tespit edilmiştir. IQ ise bir kişinin bilişsel yeteneklerini ölçen bir test olan zeka testi sonucudur. Disleksi olan bireylerin genel zeka seviyeleri veya bilişsel yetenekleri, disleksi dışında etkilenmez.

Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines - SVM), makine öğrenmesi alanında sınıflandırma ve regresyon problemleri için kullanılan bir algoritmadır. SVM, veri noktalarını bir uzayda temsil etmektedir ve bu noktaları bir hiper düzlemle en iyi şekilde ayırmayı hedeflemektedir. SVM' nin temel amacı, sınıflar arasındaki mesafeyi maksimize ederek veri noktalarını sınıflandırmaktır. İki sınıf arasında bir hiper düzlem bulunur ve SVM, bu hiper düzlemi çizen en iyi ayrıştırıcı olarak çalışmaktadır. SVM, sınıflar arasındaki mesafeyi maksimize ettiği için genellikle iyi bir genelleme performansına sahip olur.

Lojistik regresyon, sınıflandırma problemlerinde kullanılan bir istatistiksel modelleme yöntemidir. Lojistik regresyon, bir bağımlı değişkenin ikili veya çoklu sınıflara ait olma olasılığını tahmin etmek için kullanılmaktadır. Lojistik regresyon, bir lojistik fonksiyon veya sigmoid fonksiyonu olarak bilinen bir link fonksiyonunu kullanmaktadır. Lojistik regresyon, sınıflandırma problemlerinde yaygın olarak kullanılan ve yorumlanması kolay bir modeldir.

Bu çalışmada, disleksi görülen bireylerin Destek Vektör Makineleri ve Lojistik Regresyon Analizi ile doğru sınıflandırma yüzdeleri karşılaştırılmış ve hangi yöntemin daha iyi sınıflama yüzdesi verdiği tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Disleksi, Destek Vektör Makineleri, Lojistik Regresyon Analizi

1. GİRİŞ

Disleksi, genel olarak okuma sorunu olarak tanımlanmasına rağmen, öğrenme bozukluğu ile konuşma, dinleme ve anlama yetilerindeki sorunları içerecek biçimde ifade edilmektedir. Disleksiye neden olan sebepler incelendiğinde, günümüzde nörobiyolojik nedenlerin ilk sırada yer aldığı görülmüştür. Sonrasında sırasıyla, iletişim ve gelişim bozukları, dikkat eksikliği gibi nedenler de disleksiye neden olmaktadır [1].

Disleksi, okuma becerilerini etkileyen bir öğrenme bozukluğudur. Disleksi olan bireyler, genellikle okuma hızında, doğrulukta ve anlama yeteneklerinde zorluklar yaşayan bireylerdir. Disleksi, toplumda kolay teşhis edilebilen bir durum değildir. Genellikle ilk öğretim çağındaki çocukların okuma becerisi üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Okuma becerisi, bir kişinin metinleri anlama, doğru ve hızlı bir şekilde okuma, kelime tanıma ve yazılı ifade becerileri gibi unsurları içermektedir [2]. Disleksi, eğitimde bu becerilerde sorunlara neden olmaktadır. Çocukların öğrenme güçlüğü ile sıklıkla karıştırılmaktadır. Disleksi olan bireylerin, harf, kelime ve cümleleri anlamakta zorluk çektikleri tespit edilmiştir. IQ ise bir kişinin bilişsel yeteneklerini ölçen bir test olan zeka testi sonucudur [3]. Disleksi olan bireylerin genel zeka seviyeleri veya bilişsel yetenekleri, disleksi dışında etkilenmez.

Bu çalışmada, disleksi görülen bireylerin Destek Vektör Makineleri ve Lojistik Regresyon Analizi ile doğru sınıflandırma yüzdeleri karşılaştırılmış ve hangi yöntemin daha iyi sınıflama yüzdesi verdiği tartışılmıştır.

2. YÖNTEM

Destek vektör makineleri (SVM), sınıflandırma, regresyon ile ilgili sorunları çözmek için kullanılan en popüler denetimli makine öğrenme algoritmalarından biridir [4]. Ancak genellikle sınıflandırma problemlerinde kullanılır. SVM, istatistiksel öğrenme teorisi kullanılarak geliştirilen bir makine öğrenme tekniği olarak bilinir. SVM algoritmasının temel prensibi, girdi olarak kullanılan vektörlerin veya veri setinin, doğrusal olarak veya doğrusal olmayan bir şekilde eşlenmesine dayanır. Eşleme işlemi, çekirdek fonksiyonları yardımıyla kontrol edilir. Ardından, vektörler ya da veri seti, iki sınıflı çalışmalarda, maksimum ayrılmayı sağlamak için optimum bir düzleme taşınır. SVM eğitim vektör veya veri setini kullanarak, aşırı uydurma problemine çözüm aramaktadır [5]. SVM, iyi genelleme yeteneği, yüksek tahmin doğruluğu, daha hızlı eğitim hızı gibi bazı özellikler nedeniyle oldukça popüler hale gelmiştir. SVM, küçük örneklem verileri ile mükemmel bir şekilde çalışabiliyor olması nedeniyle, hem doğrusal hem de doğrusal olmayan verileri sınıflandırma yeteneğine sahiptir.

İkili sınıflandırma probleminde, eğitim verilerine ait bağımsız değişkenler vektörü, $x_i = \{x_1, x_2, \dots x_n\}$, $x_i \in R^d$ ve bunların karşılık gelen bağımlı değişken $y_i \in \{-1,1\}$ olarak gösterilsin SVM'nin temel amacı, +1 etiketli vektöre ait bir düzlem ve -1 etiketli vektöre ait düzlem yaratarak, gözlemleri bu iki düzlemden birisine atamaktır. Düzleme en yakın eğitim verileri, destek vektör olarak adlandırılır. Eğitim veri seti, kernel fonksiyonu yardımıyla daha yüksek boyuta eşlenir [6]. SVM'de doğrusal, polinom, radyal temel ve sigmoid olarak bulunan dört

çekirdek fonksiyon türü vardır. Çekirdek değeri, iki vektörün içsel çarpımına eşittir. Bu çekirdek fonksiyonlarının denklemi aşağıdaki gibidir: [7]

$$Doğrusal: K(x_i, x_j) = x_i^T \times x_j \quad (1)$$

$$Polinom: K(x_i, x_j) = (\lambda x_i^T \times x_j + r)^d, \lambda > 0 \quad (2)$$

$$Radyal\ Temel: K(x_i, x_j) = \exp(-\lambda \|x_i - x_j\|), \lambda > 0 \quad (3)$$

$$Sigmoid: K(x_i, x_j) = \tanh(x_i^T \times x_j + r) \quad (4)$$

Burada, λ, r ve d çekirdek parametreleridir. Çekirdek parametreleri, yüksek boyutlu özellik alanının yapısını tanımladığından dikkatli seçilmelidir.

Lojistik regresyon analizi, grupların önceden bilindiği durumlarda kullanılan ve bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki nedensellik ilişkisini, diğer regresyon yöntemlerinde olduğu gibi en az değişken yardımıyla açıklamaya çalışmaktadır [8]. İkili lojistik regresyon, bağımlı değişkenin düzey sayısı iki durumlu olduğu zamanlarda kullanım için uygundur [9]. Bağımsız değişkenler, lojistik regresyon analizinde kategorik veya sürekli olabilir. Lojistik regresyon analizi, bağımlı değişkenin alacağı değerlerden birinin olasılığını tahmin eder. Lojistik regresyon fonksiyonu, bağımsız değişkenlerin doğrusal kombinasyonları ile doğrusal olmayan ilişkiye sahiptir [10]. Lojistik regresyon analizinde, başarısız durum için 0 ve başarılı durum için 1 değerlerini alan bir bağımlı değişken söz konusudur. $y_i \in \{0,1\}$, nx1 boyutlu bağımlı değişken değerlerini ve x_j, pxn boyutlu bağımsız değişkenler vektörünü göstersin. $\pi_i = P(y_i = 1|x_j)$ olasılık kestirimlerinin lojistik dönüşümü, doğrusal fonksiyon ile modellenir.

Buradan hareketle lojit dönüşümü;

$$\ln\left[\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right] = \beta_0 + \sum_{j=1}^{p} x_j^T \beta_j, i = 1,2,\dots,n \quad (5)$$

şeklinde ifade edilir.

Burada, β_0; sabit terim ve β_j; bilinmeyen bağımsız değişken katsayıları vektörüdür. $\pi(x) / 1-\pi(x)$ oranı, odds oranı (OR) olarak adlandırılmaktadır ve lojistik regresyon analizinde katsayıların yorumlanmasında kullanılmaktadır. OR, exp (bi) 'ye eşittir [11]. Parametre tahminleri log-olabilirlik fonksiyonunu maksimize eden değerlerdir ve Newton-Raphson algoritması yardımıyla elde edilebilir. Lojistik regresyonun avantajlarından birisi de de $\pi(x_{ij})$ ve $1 - \pi(x_{ij})$ olasılıklarının aynı anda kestirimini yapmasıdır.

Modelin performansını değerlendirmek için istatistiksel ölçütlerden yararlanılmaktadır. Bu ölçütlerden sıklıkla kullanılan, kontenjans tablosu adı verilen tablo yardımıyla hesaplanan doğru sınıflandırma sayılarıdır. Doğruluk değerinin hesaplanması için (6) no'lu eşitlik kullanılır [12].

$$Doğruluk = \frac{T_p+T_n}{T_p+F_p+T_n+F_n} \quad (6)$$

Burada; TP (Doğru Pozitif) ve TN (Doğru Negatif) değerleri, doğru sınıflandırma tablosunun köşegen elemanları olarak bilinir. FP (Yanlış Pozitif) ve FN (Yanlış Negatif) değerleri ise, doğru sınıflandırma tablosunun köşegen dışı elemanlardır.

3. BULGULAR

Bu çalışmada, yapay zeka yaklaşımlarından SVM ve sınıflandırma yaklaşımlarından LR (Lojistik Regresyon) kullanılarak, Disleksi verilerinin analizi gerçekleştirilmiştir. Veri seti olarak R programında bulunan ReadingSkills verileri kullanılmıştır. Veri setindeki okuma skorları ve IQ değerleri bağımsız değişken olarak ele alınmıştır. Disleksi durumu ise var/yok şeklinde olup iki düzeye sahip bir veridir ve analizde bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. 176 kişinin verileri ele alınmıştır. Çalışmada modellerin doğru sınıflandırma yüzdelerinin hesaplanması için verilerin 132 tanesi (%75'i) eğitim, 44 tanesi (%25'i) test verisi olarak ayrılmıştır. Model doğruluğu için çapraz geçerlilik yöntemi kullanılacaktır. Disleksi durumuna ait doğru sınıflandırma değerleri, Çizelge 1' de verildiği gibidir. Disleksi durumu için doğrusal SVM analizi sonucunda test verilerinden elde edilen modelin doğruluk değeri % 95.45 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, disleksi durumu için polinom, radyal temelli ve sigmoid SVM analizlerinden elde edilen doğruluk değerleri sırasıyla, %93.18, %95.45 ve %93.18 olarak belirlenmiştir. Test verisi için, en yüksek doğruluk derecesinin radyal temelli ve doğrusal SVM olduğu görülmektedir. LR test verisi için doğruluk değeri %90.90 olarak bulunmuştur.

Çizelge 1. Disleksi İçin Farklı Fonksiyonlara Ait Elde Edilen Doğruluk Değerleri

Fonksiyon	Veri Seti	Kaza Türü Doğruluk Değeri
Doğrusal	Eğitim	**97.72**
	Test	**95.45**
Polinom	Eğitim	95.45
	Test	93.18
Radyal Temel	Eğitim	**97.72**
	Test	**95.45**
Sigmoid	Eğitim	95.45
	Test	93.18
Lojistik	Eğitim	93.18
	Test	90.90

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde disleksinin istatistik yöntemler ile değerlendirilmesi önemli bir konu haline gelmiştir. Bu çalışmada, disleksi durumuna etki eden değişkenler olarak, okuma becerisi ve IQ belirlenerek, disleksi durumunun doğruluk değerleri araştırılmıştır.

Disleksi durumu için doğrusal, polinom, radyal temelli ve sigmoid SVM ile LR analizlerinden elde edilen doğruluk değerleri sırasıyla, %95.45, %93.18, %95.45, %93.18 ve %90.90 olarak belirlenmiştir. Disleksi durumu verisi için, en yüksek doğruluk derecesinin radyal temelli ve doğrusal SVM olduğu görülmektedir.

Bu çalışma, bundan sonra yapılacak disleksi durumu çalışmalarına öncü bir çalışmadır ve disleksi durumu çalışmalarında radyal temelli ve doğrusal SVM kullanılması öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Salman, U., Özdemir, S., Salman, A.B., Özdemir, F., Özel öğrenme güçlüğü "Disleksi", FNG & Bilim Tıp Dergisi, 2,2, 2016.

[2] Teker, T.G., Öztürk, B.N., Eroğlu, M.G., PISA 2009'a Göre Okuma Becerisi ile Öğrenme Stratejileri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29,4, 2014.

[3] Atmaca, F., Tan, S., IQ: Nedir? Ne Değildir?, Educational Academic Research, 46, 2022.

[4] Kara Y., Boyacioglu M.A., Baykan Ö.K., Predicting direction of stock price index movement using artificial neural networks and support vector machines: the sample of the Istanbul Stock Exchange, Expert Systems with Applications, 38,5, 2011

[5] Vapnik V., *Statistical Learning Theory,* Wiley-Interscience, New York, 1998.

[6] Koranga M., Pant P., Pant D., Bhatt A.K., Pant R.P., Ram M., Kumar T., DVM Model to Predict the Water Quality Based on Physicochemical Parameters, International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences, 6, 2, 2021.

[7] Yahya A.S.A., Ahmed A.N., Othman F.B., Ibrahim R.K., Afan H.A., El-Shafie A., Fai C.M., Hossein M.S., Ehteram M., El-Shafie, A., Water Quality Prediction Model Based Support Vector Machine Model for Ungauged River Catchment under Dual Scenarios, Water, 11, 1231, 2019.

[8] Hair, J., Rolphe, E., Ronald, L., William, C., *Multivariate Data Analysis with Readings,* Prentice-Hall International Editions, 1995.

[9] Yan, X., Essam, R., Mohamed, A., Characteristics of rear-end accidents at signalized intersections using multiple logistic regression model, Accident Analysis and Prevention, 37, 2005.

[10] Algamal, Z., Lee, M.H., High Dimensional Logistic Regression Model using Adjusted Elastic Net Penalty, Pak. J. Stat. Op. Res, 4, 2015.

[11] Chen, X., Pan, L., Wei, W., Zhibin, L., Evaluation of the impacts of traffic states on crash risks on freeways, Accident Analysis and Prevention 47, 2012.

[12] Kaur G., Chhabra A., Improved J48 classification algorithm for the prediction of diabetes, International Journal of Computer Applications, 98, (22), 2014.

STRES VE ANKSİYETE ARASINDAKİ İLİŞKİNİN SAĞLAM REGRESYON YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ

Araş. Gör. Dr. BARIŞ ERGÜL [1], Prof. Dr. ARZU ALTIN YAVUZ [2]

[1] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, -0000-0002-1811-5143

[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, -0000-0002-3277-740X

ÖZET

Stres ve anksiyete, psikolojik durumlar olup birbiriyle yakından ilişkilidir. Stres, çevresel veya içsel faktörlerin kişideki dengeyi bozduğu bir tepkidir. Stres, herhangi bir olumsuz olaya, baskıya veya zorluğa karşı verilen bir tepki olarak ortaya çıkmaktadır. Anksiyete ise, sürekli ve aşırı endişe, korku veya gerginlik durumu olarak tanımlanmaktadır. Anksiyete bozukluğu, günlük yaşamı etkileyen ve kişinin normal işlevselliğini bozan bir durumdur. Stres ve anksiyete arasında güçlü bir ilişki vardır. Stresli durumlar, vücutta fizyolojik ve psikolojik tepkilere yol açar ve bu da anksiyete düzeyini arttırmaktadır. Stres ise, anksiyete bozukluklarının ortaya çıkmasına katkıda bulunmaktadır. Stres, beyindeki stres tepkisini etkileyen hormonların salınımını tetikleyerek anksiyete düzeyini arttırmaktadır.

Regresyon analizi, bir bağımlı değişkenin bir veya daha fazla bağımsız değişkenle ilişkisini modellemek ve anlamak için kullanılan istatistiksel bir analiz yöntemidir. Regresyon analizi, bağımlı değişkenin tahmin edilmesi, ilişkiyi anlama, değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklama ve gelecekteki değerleri tahmin etme amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntemde, bağımlı değişkenin değeri, bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi ifade eden bir denklemle tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Regresyon analizi yapmak için bazı varsayımlar gereklidir. Bu varsayımlardan bir tanesi, hata terimleri ile ilgilidir. Normal dağılım varsayımı, klasik regresyon modellerinde yaygın olarak kullanılan bir varsayımdır. Bu varsayıma göre, hata terimleri, ortalaması sıfır olan ve sabit varyansa sahip bir normal dağılım göstermesi gerekmektedir. Eğer hata terimleri normal dağılımdan gelmiyorsa, regresyon analizi için yapılan varsayımlardan biri ihlal edilmiş olmaktadır. Hata terimlerin norma dağılım göstermemesinin bir diğer açıklaması, hata terimleri içerisinde aykırı değerlerin bulunmasıdır. Sağlam regresyon yöntemleri, istatistiksel regresyon analizinde, hata terimlerinin normal dağılımdan gelmemesi ve hata terimleri içerisinde aykırı değerlerin bulunması durumunda, bu etkiyi azaltmak veya ortadan kaldırmak için kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemler, sağlam tahminler üretmek amacıyla kullanılmaktadırlar ve modelin daha güvenilir sonuçlar elde etmeyi hedeflemektedirler.

Bu çalışmada, stres ve anksiyete ilişkisi sağlam regresyon yöntemleri kullanılarak incelenmiş ve AIC kullanılarak, hangi yöntemin daha iyi sonuçlar vereceği tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Stres, Anksiyete, Sağlam Regresyon

1. GİRİŞ

Stres ve anksiyete, psikolojik durumlar olup birbiriyle yakından ilişkilidir. Stres, çevresel veya içsel faktörlerin kişideki dengeyi bozduğu bir tepkidir. Stres, herhangi bir olumsuz olaya, baskıya veya zorluğa karşı verilen bir tepki olarak ortaya çıkmaktadır. Anksiyete ise, sürekli ve aşırı endişe, korku veya gerginlik durumu olarak tanımlanmaktadır. Anksiyete bozukluğu, günlük yaşamı etkileyen ve kişinin normal işlevselliğini bozan bir durumdur. Stres ve anksiyete arasında güçlü bir ilişki vardır. Stresli durumlar, vücutta fizyolojik ve psikolojik tepkilere yol açar ve bu da anksiyete düzeyini arttırmaktadır. Stres ise, anksiyete bozukluklarının ortaya çıkmasına katkıda bulunmaktadır. Stres, beyindeki stres tepkisini etkileyen hormonların salınımını tetikleyerek anksiyete düzeyini arttırmaktadır [1].

Bu çalışmada, stres ve anksiyete ilişkisi sağlam regresyon yöntemleri kullanılarak incelenmiş ve AIC kriteri kullanılarak, hangi yöntemin daha iyi sonuçlar vereceği tartışılmıştır.

2. YÖNTEM

Regresyon analizi, değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleyerek parametre kestirimini sağlayan istatistiksel bir tekniktir. Regresyon analizinde yaygın kullanıma sahip EKK yöntemi kullanılarak parametre tahminlerinin yapılabilmesi için kabul edilmesi gereken bazı varsayımlar vardır. Bu varsayımlar genel olarak hata terimleri ile ilgilidir [2]. Ana kitle için basit doğrusal regresyon analizi denklemi,

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i \, , i = 1,2,...,n \qquad (1)$$

eşitliğinde gösterildiği gibidir. Burada, n ; gözlem sayısını, y_i ; bağımlı değişken için gözlem değerlerini, x_i ; bağımsız değişken için gözlem değerlerini, β_0 ; regresyon doğrusunun y eksenini kestiği noktayı, β_1 ; regresyon doğrusunun eğimini, ε_i ; hata terimlerini gösterir. EKK yönteminde amaç, hata terimleri fonksiyonunu minimize etmektir. Hata terimleri fonksiyonu minimize edilmeye çalışıldığında, hata terimleri kareleri minimize edilmiş olur.

Hata terimleri olarak adlandırılan ε_i'ler bağımsız ve özdeş dağılıma sahip, ortalaması sıfır, varyansı σ^2 olan normal dağılıma sahiptir. Bu durumda, EKK yöntemi oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Ancak hata terimlerinin ana kitle için normallik varsayımı geçersiz olduğunda, EKK yönteminin uygulanması doğru olmaz. M regresyon tekniği bu varsayıma uygun olarak geliştirilmiştir [3].

S regresyon tekniği, Rousseuw ve Yohai (1984) tarafından tanımlanmış ve M regresyon tekniği ile ilişkilendirilmiş bir regresyon kestirimidir. S regresyon tekniği, hata terimlerinin M regresyon tekniği ile ölçeklendirilmesine dayanmaktadır. M regresyon tekniğinin zayıflığı, sadece medyan değerini ağırlık fonksiyonu alarak almaması ve veri dağılımını düşünmesidir [4].

MM regresyon tekniği, istatistiksel etkinliğin yüksek olduğu ve yüksek bozulma noktasına sahip bir yöntemdir. Yohai (1987) tarafından önerilen MM regresyon tekniği, S regresyon tekniği kullanılarak elde edilen hata terimlerine yeniden M regresyon tekniği uygulanması ile ortaya çıkmıştır [5].

Karşılaştırma ölçütü olarak, AIC (Akaike Information Criteria) olarak bilinen Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılmıştır.

$$AIC = -2\log(L) + 2p \quad (2)$$

Burada, L, model parametre kestirimleri verildiğinde gözlemlerin maksimize edilmiş log-olabilirliği ve p, modeldeki parametre sayısını ifade etmektedir.

3. BULGULAR

Bu çalışma için seçilen veri seti, literaürde sıklıkla kullanılan StressAnxiety veri setidir. Veri seti, dönüştürülmüş stress ve anksiyete gibi değişkenleri içermektedir. İlgili veri seti, çeşitli düzenlemeler yapıldıktan sonra, 59 kişi için verilerden oluşmaktadır.
Burada, bağımlı değişken Y=Anksiyete olarak belirlenerek regresyon analizi yapmaya uygun hale getirilmiştir. Anksiyeteyi etkileyen bağımsız değişken ise, X=Stress olarak belirlenmiştir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler oluşturulduktan sonra, R paketi kullanılarak EKK regresyon analizi uygulanmış ve Çizelge 1'de sonuçlar özetlenmiştir.

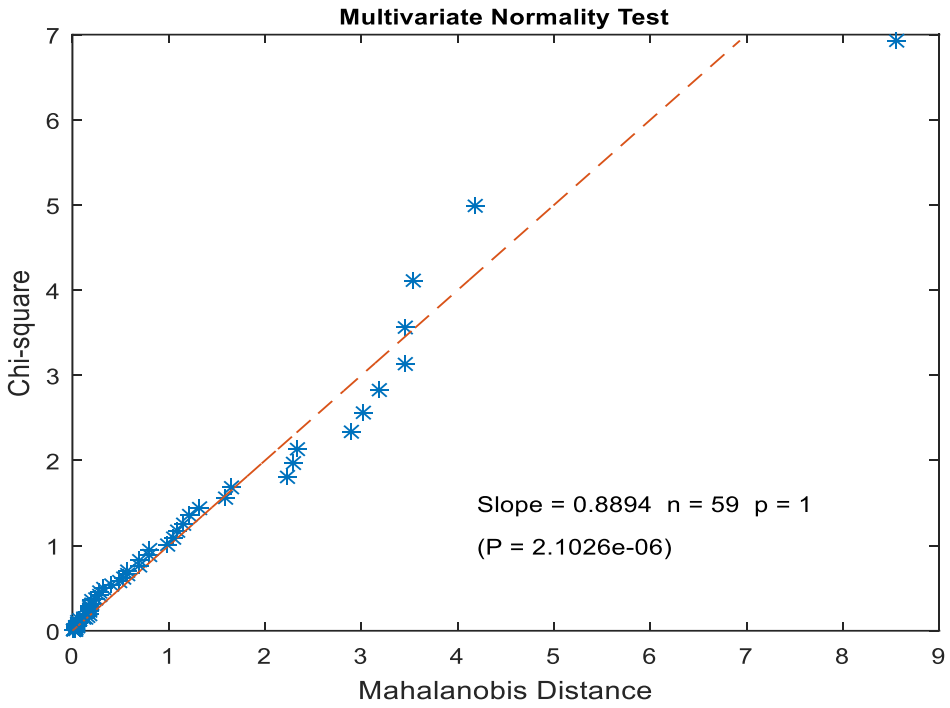
Çizelge 1. Stres ve Anksiyete veri seti için Regresyon Analizi Sonuçları

Bağımsız değişken	$\widehat{\beta}$	**Std. Hata**	**t İstatistiği**	**p**	**AIC**
Sabit Terim	-0,0374	0,0259	-1,4480	0,1530	
X (Stress)	0,5315	0,0680	7,8130	**0,0001**	-266,5411

Çizelge 1'e göre, stres değişkeninin, anksiyete değişkenini arttırdığı ortaya konulmuştur ve ilgili değişken anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Sabit terimin anlamsız olduğu sonucuna varılmıştır ($p>0,05$).
Sonraki aşamada, regresyon analizi hata terimi ile ilgili varsayım test edilmiştir. Çizelge 2'ye göre, hata terimlerinin normal dağılımdan gelmediği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Hata terimleri için Q-Q grafiği çizilmiş ve Görsel 1'de gösterilmiştir. Görsel 1'e göre, aykırı değerlerin var olduğu görülmüştür.

Çizelge 2. Stres ve Anksiyete veri seti için Normallik Analizi Sonuçları

Örneklem Büyüklüğü	**Değişken Sayısı**	**Eğim Değeri**	**t İstatistiği**	**p**
59	1	0,8894	5,0890	0,0001



Görsel 1. Stres ve Anksiyete veri seti için Hata Terimleri Q-Q Grafiği

Sonraki aşamada, M, MM ve S regresyon teknikleri uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 3'te özetlenmiştir.

Çizelge 3. Stres ve Anksiyete veri seti için Sağlam Regresyon Analizi Sonuçları

Teknik	Regresyon Denklemi	AIC
EKK	-0,0374+0,5315*X	-266,5411
M	-0,0403+0,5343*X	-269,8045
MM	**-0,0404+0,5343*X**	**-271,8312**
S	-0,0405+0,5344*X	-268,5046

Çizelge 3'e göre, anksiyete için en iyi teknik olarak MM regresyon tekniği uygulanarak bulunan regresyon denklemidir. Çünkü en düşük AIC değerini veren teknik, MM regresyon tekniği ile bulunan regresyon denklemidir. Bu tekniği sırasıyla, M, S ve EKK regresyon teknikleri ile bulunan regresyon denklemleri izlemiştir. MM regresyon tekniği uygulanarak bulunan regresyon denklemi için, stres değişkeni anlamlı bulunmuştur.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Anksiyeteyi etkileyen faktörlerinin belirlenmesinin amaçlandığı çalışmada, literatürde yeni kullanılmaya başlanan M, MM, S ve R regresyon analizleri kullanılmıştır.

Bu amaç için seçilen veri seti olarak literatürde sıkça kullanılan StressAnxiety veri seti olarak belirlenmiştir. Veri setine EKK regresyon tekniği uygulandığında, stres değişkeninin anksiyete üzerinde arttırıcı etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ancak EKK regresyon tekniğinin doğru sonuçlar vermesi için bazı varsayımların geçerli olması gereklidir. Bunlardan hata terimi ile ilgili varsayımlar kontrol edildiğinde, hata terimlerinin normal dağılımdan gelmediği ve hata terimleri içerisinde aykırı değerler olduğu tespit edilmiştir. Bu yüzden EKK regresyon tekniği sonuçlarına güvenilmez. Sonraki aşamada, sağlam regresyon tekniklerinden M, MM ve S regresyon teknikleri uygulanmıştır. Uygulanan teknikler içinde en düşük AIC değerini veren teknik, MM regresyon tekniğidir. MM regresyon tekniği ile analiz yapıldığında, yine stres değişkeni anlamlı bulunmuştur.

Bu çalışmada, EKK regresyon tekniğine alternatif olarak geliştirilen M, MM ve S regresyon teknikleri için örnek bir uygulama yapılmıştır. Bundan sonra yapılacak anksiyete çalışmalarında sağlam regresyon tekniklerinin uygulanması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Şenel, F., Stres ve Endişe, Bilim ve Teknik, Şubat, 2012.

[2] David, A., *Introduction to Statistics,* St. Paul: West Publishing Company, 1981.

[3] Yorulmaz, Ö., *Robust Regresyon ve Mathematica Uygulamaları,* Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2003.

[4] Rousseeuw, P. J., Yohai, V. J., *Robust Regression by Mean of S-Estimators, Robust and Nonlinear Time Series Analysis.* New York, 1984.

[5] Yohai, V.J., High Breakdown Point and High Efficiency Robust Estimates for Regression. *The Annals of Statistics,* 15,20, 1987.

MİTOKONDRİLERİN YAŞLANMA FİZYOLOJİLERİNE ETKİLERİ

Soniya Ebrahimi[1], Hikmet Y. ÇOĞUN[2]

[1]Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji, Adana, Turkiye - 0000-0001-5371-4646

[2]Çukurova Üniversitesi Ceyhan Veteriner Fakültesi, Adana, Turkiye - 0000-0001-6559-4397

Özet

Yıllardır birçok araştırmacı yaşlanma ile ilgili birçok araştırma yapmaktadır. Bu araştırmalarda mitokondrinin rolü çok önemli olduğu konusunda birçok araştırma dikkat çekmiştir. Yaşlanmanın sadece oksijensiz radikallerin etkisiyle meydana gelen dejeneratif değişiklikleri yanısıra solunum zinciri enzimlerinin birkaç alt birimini kodlayan mitokondriyal DNA da bu radikaller tarafından zarar görebileceği, ve tüm bu değişiklikler birlikte mitokondriyal metabolizma üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu ve oksidatif fosforilasyonun ve dolayısıyla tüm organizmanın etkinliğinin azalmasına neden olduğu söz konusudur.

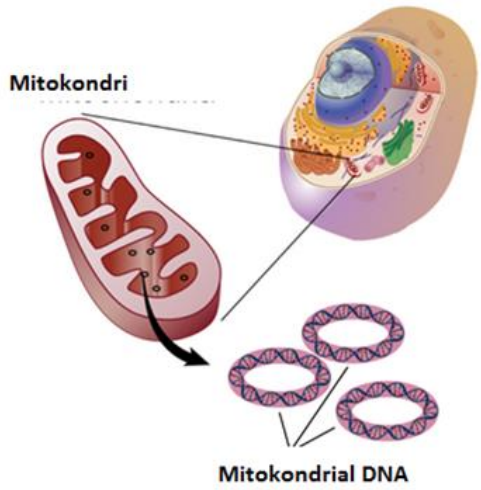
Derleme çalışmamızda mitokondrilerin yaşlanmaya olan fizyolojik etkileri araştırılmış ve güncel bilgiler olarak sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Mitokondri - Enerji metabolizması - Serbest oksijen radikalleri - Yaşlanma

Yaşlanma

Son on yılda, biriken kanıtlar, mitokondriyal disfonksiyon arasında nedensel bir bağlantı olduğunu öne sürdü. Organizmada yaşam boyunca biriken fonksiyonel ve yapısal değişikliklerin toplamı olarak tanımlanan yaşlanma, fizyolojik performansda bir azalma, hastalık ve ölüme karşı artan duyarlılıkla ilişkilidir (Srivastava 2017).

Birçok laboratuvarda yapılan araştırmalar, yaşlanmanın nedeninin normal metabolizma ve gelişimin uzun vadeli toksik yan etkilerinin bir sonucu olduğunu öne sürmektedir. Bu nedenle yaşlanma, muhtemelen yaşlanma için spesifik genleri ifade eden bir genetik programın sonucu değildir. Bir organizmanın yaşlanma hızının, normal biyolojik süreçlerin olumsuz yan etkilerine karşı hareket eden bazı koruyucu mekanizmalar tarafından kontrol edilmesi gerektiği sonucuna varılabilir (Payne ve Chinnery 2015).



Resim1. Mitokondri (URL1)

Yaşlanma-Mitokondri ilişkisi

Yaşlanmanın mitokondrilerle olan ilişkisini araştıran birçok bilim adamı vardır (Linnane vd., 1989; Kraytsberg vd., 2006). Mitokondriyal DNA (mtDNA) mutasyonlarına neden olan hücre içi reaktif oksijen türlerinin (ROS) ana kaynağı serbest radikallerdir (Harman 2002).

Serbest radikal, eşlenmemiş veya tek sayıda elektron içeren herhangi bir kimyasal türdür ve biyolojik sistemlerde en yaygın serbest radikal kaynağı oksijendir (Halliwell ve Gutteridge, 1989) . Moleküler oksijen (O_2), biyolojik dokularda önemli hasara neden olma potansiyeline sahip oldukça reaktif maddeler de üretir. O2'nin yaklaşık %90'ını kullanan mitokondriler serbest radikallerin oluşturulabileceği önemli yollardandır.

Mitokondri, çok sayıda farklı metabolik ve sinyal yolunu düzenler ve ayrıca programlanmış hücre ölümünde önemli bir rol oynar. Mitokondriyal fonksiyonun yaşlanma sırasında mitokondriyal morfolojik değişikliklerin, örneğin memelilerde yaşa bağlı olarak azaldığı uzun süredir bilinmektedir (Shigenaga vd., 1994). Yapılan bir araştırmada farelerin karaciğer hücrelerinde mitekondri sayıları yaşa bağlı olarak azalmıştır (Herbener 1976).

Bununla birlikte, mitokondriyal disfonksiyonun yaşlanmaya katkısı düşünüldüğünde, mitokondriyal biyogenezin birçok farklı seviyede aynı anda kontrol edildiğini not etmek önemlidir. Örneğin, tiroid hormonları, östrojenler ve glukokortikoidler gibi hormonlar sadece hücre büyümesinde ve farklılaşmasında önemli rol oynamakla kalmaz, aynı zamanda mitokondriyal biyogenezin de önemli düzenleyicileridir (Scheller ve Sekeris 2003; Knuever vd., 2012).

Mitokondride Yaşa Bağlı Değişiklikler

Mitokondriyal dinamikler, hücre iskeleti boyunca mitokondri hareketi ve mitokondriyal mimarinin düzenlenmesi ve füzyon olayları yoluyla, normal mitokondriyal fonksiyonun

sürdürülmesi için gereklidir. Yaşla birlikte mitokondriyal dinamikler bozulur, bu da mitokondriyal biyogenezde düşüşe ve işlevsiz mitokondri birikimine yol açar.

Egzersiz veya farmakolojik müdahaleler gibi mitokondriyal dinamikleri iyileştirmeyi amaçlayan stratejiler, uygun mitokondriyal fonksiyon ve kalite kontrolü sağlayarak yaşlanma sürecini geciktirmeye ve sağlık süresini uzatmaya yardımcı olabilir (Chistiakov vd., 2014).

Mitokondriyal Apoptotik Yaşlanma Yolu

Mitokondri, hücresel homeostazı sürdürmek için gerekli olan programlanmış hücre ölümü süreci olan apoptozu düzenlemede çok önemli bir rol oynar (Elmore, 2007). Yaşla birlikte, gelişmiş mitokondri aracılı apoptoz, apoptotik hücrelerin yüzdesinde bir artışa katkıda bulunur, bu da doku fonksiyonunda bir düşüşe ve yaşa bağlı hastalıkların gelişmesine yol açar. Mitokondriyal apoptotik yolu hedefleyen müdahaleler, hücresel disfonksiyonu azaltarak ve doku homeostazını koruyarak yaşlanmayı geciktirmeye ve sağlık süresini uzatmaya yardımcı olabilir (Wang ve Youle 2009).

Yaşlanmaya neden olduğu düşünülen teoriler:
Ana Belirteçler: Genomik instabilite, proteostaz kaybı, epigenetik değişiklikler, telomer kısalması,
Antagonistik Özellikler: Mitokondriyal disfonksiyon, hücresel yaşlanma ve dergüle besin algılama,
Bütünleştirici Özellikler: Hücreler arası iletişimde değişiklikler ve kök hücre tükenmesi olarak bildirilmiştir (Şekeroğlu ve Şekeroğlu 2009; Döğüş ve Çürük 2018).

Kaynaklar

Chistiakov, D. A., Sobenin, I. A., Revin, V. V., Orekhov, A. N., & Bobryshev, Y. V. (2014). Mitochondrial aging and age-related dysfunction of mitochondria. BioMed research international, 2014.

Döğüş, Y., & Çürük, M. A. (2018). Yaşlanmanın Mitokondriyal Bütünlüğünün Denetlenmesi. Adıyaman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 4(1), 680-705.

Elmore, S. (2007). Apoptosis: a review of programmed cell death. Toxicologic pathology, 35(4), 495-516.

Halliwell, B., Gutteridge, J.M., (1989). Free Radicals in Biology and Medicine, second ed. Oxford University Press, Oxford.

Harman, D. (2002). Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry. Science of Aging Knowledge Environment, 2002(37), cp14-cp14.

Herbener, G. H. (1976). A morphometric study of age-dependent changes in mitochondrial populations of mouse liver and heart. Journal of gerontology, 31(1), 8-12.

Knuever, J., Poeggeler, B., Gáspár, E., Klinger, M., Hellwig-Burgel, T., Hardenbicker, C., ... & Paus, R. (2012). Thyrotropin-releasing hormone controls mitochondrial biology in human epidermis. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 97(3), 978-986.

Kraytsberg, Y., Kudryavtseva, E., McKee, A. C., Geula, C., Kowall, N. W., & Khrapko, K. (2006). Mitochondrial DNA deletions are abundant and cause functional impairment in aged human substantia nigra neurons. Nature genetics, 38(5), 518-520.

Linnane, A., Ozawa, T., Marzuki, S., & Tanaka, M. (1989). Mitochondrial DNA mutations as an important contributor to ageing and degenerative diseases. The Lancet, 333(8639), 642-645.

Payne, B. A., & Chinnery, P. F. (2015). Mitochondrial dysfunction in aging: Much progress but many unresolved questions. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics, 1847(11), 1347-1353.

Scheller, K., & Sekeris, C. E. (2003). The effects of steroid hormones on the transcription of genes encoding enzymes of oxidative phosphorylation. Experimental physiology, 88(1), 129-140.

Shigenaga, M. K., Hagen, T. M., & Ames, B. N. (1994). Oxidative damage and mitochondrial decay in aging. Proceedings of the National Academy of Sciences, 91(23), 10771-10778.

Srivastava, S. (2017). The mitochondrial basis of aging and age-related disorders. Genes, 8(12), 398.

Şekeroğlu, Z. A., & Şekeroğlu, V. (2009). Oksidatif mitokondrial hasar ve yaşlanmadaki önemi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (2), 69-74.

Wang, C., & Youle, R. J. (2009). The role of mitochondria in apoptosis. Annual review of genetics, 43, 95-118.

URL1:http://www.turkcewiki.org/wiki/Mitokondriyal_DNA#/media/Dosya:Mitochondrial_DNA_lg.jpg (Mayıs 2023)

DİYABET VE BEYİNDE FİZYOLOJİK HASARLAR

Deniz AYBACI[1] ve Hikmet yeter ÇOĞUN[2]

[1]Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Adana, Turkiye-0009-0000-1972-658X
2Çukurova Üniversitesi Ceyhan Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Adana, Turkiye-0000-0001-6559-4397

Özet

Vücudun kan şekeri düzeyinin normal aralığın dışına çıkması ve yüksek kalması durumu olan diyabet, uzun vadede ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Bu derlemenin amacı diyabetik beyin hasarının güncel fizyolojik risk faktörlerini özetlemektir. Temel olarak son yıllarda yapılmış olan çalışmaları özetledik ve diyabetin neden olduğu fizyolojik bozukluklar üzerine odaklandık. Diyabetin beyin disfonksiyonu üzerindeki etkisini dikkat çekme ve ileriki çalışmalara ilham vereceğini düşünüyoruz. Ayrıca ek olarak, yeni deneyler tasarlanırken hayvan modelleri ve deneysel tekrarlanabilirliğin arttırılmasının da dikkate alınması gerektiğini düşünüyoruz.

Anahtar kelime: Diyabet, beyin, fizyoloji, hasar

DİYABET

Diyabet, vücudun kan şekeri düzeyinin normal aralığın dışına çıkması ve yüksek kalması durumudur. Kan şekeri vücutta enerji üretmek için kullanılır ve nomal koşullarda vücut insülin hormonunu üretir bu hormon kan şekeri seviyesini kontrol eder. İnsülin, kandaki glukozu hücrelere taşır ve enerji üretmek için kullanılmalarını sağlar. Ancak diyabetli kişilerde vücut yeterli insülin üretemez veya insülini doğru kullanamaz (Stephens ve ark., 2009).
Diyabet, iki ana tipe ayrılmaktadır (Quinn, 2002; ADA, 2005). Bunlar:

Tip 1 Diyabet: Bağışıklık sistemi pankreas hücrelerinin insülin üretme işlevini yok eder veya hasar verir. Bu durum, vücudun insülin ihtiyacını karşılamak için insülin enjeksiyonları gerektiren ömür boyu süren bir durumdur.

Tip 2 Diyabet: Vücut insüline yanıt verememeye veya yeterli miktarda üretememeye başlar. Bu durum, kilo alımı,fiziksel aktivitenin azalması ve stres gibi birçok faktöre bağlı olarak gelişebilir. Tedavisi, diyet değişikliliği, egzersiz ve bazen ilaçlar ile yönetilir.

Diyabet, uzun vadede ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir. Bunlar: Kronik yüksek kan şekeri seviyeleri, kalp hastalığı, böbrek hastalığı, görme kaybı, sinir hasarı ve yaraların iyileşme sürecini yavaşlatan dolaşım sorunları gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir.

Kalp hastalığına etkisi, kalbi besleyen damarların duvarlarında oluşan damar sertliği plakların oluşumunu arttırıp içlerinde kalsiyum birikmesine neden olur ve bu ne kadar fazla ise kalp krizi riski o kadar yüksek olur (Sayın, 2013).

Böbrek hastalıklarına etkileri, diyabet böbrekteki küçük kan damarları hasar verebilir bundan dolayı böbreklerin idrarı filtreleme yeteneği azalabilir ve proteinler gibi önemli maddeler idrarla kaybedilebilir. Bu durum ilerleyen zamanlarda böbrek yetmezliğine yol açabilir.

Diyabet, kan damarlarına zarar verebilir ve bu da gözlerdeki küçük kan damarlarını etkileyebilir. Diyabetik retinopati olarak bilinen bu durum, gözün retina tabakasındaki kan damarlarının hasar görmesine neden olur. Bu hasar, gözün görme fonksiyonunu etkileyebilir ve hatta görme kaybına yol açabilir (Salahuddin ve Jalalpure, 2010).

PERİFERAL NÖROPATİ

Diyabetik nöropatinin en sık görülen tipi periferik nöropatidir. Periferik nöropati, sinir sisteminin uzak bölgelerindeki sinirlerin hasar görmesi sonucu oluşan bir durumdur. Bu sinirler vücudun çeşitli bölgelerinde özelliklede eller ve ayaklarda his ve hareket fonksiyonlarını kontrol ederler. Diyabet, sinirlerin işlevlerini bozar ve çeşitli semptomlara neden olur. Bu semptomlar arasında: ellerde ve ayaklarda karıncalanma, uyuşma, yanma hissi, ağrı, hissizlik, kas güçsüzlüğü ve denge sorunları yer almaktadır (Boulton, 2005).

PATOFİZYOLOJİ

Diyabetik polinöropatinin oluşmasının nedeni sinir lifi yıkımı ve tamiri arasında oluşan dengesizliktir. Sinir hasarı otonomik ve distal duysal lifleri etkilemektedir. İskemik faktörler ve inflamasyonun diyabetik nöropati gelişiminde etkisi vardır.

Nöropati oluşumundaki mekanizmalar arasında: oksidatif stres, protein kinaz C yolağı, nörotrofik faktörlerin azalması ve iyon kanallarındaki değişiklikler yer almaktadır (Edwards vd., 2008).

SELEKTİF İNCE LİF NÖROPATİSİ

Vücudun küçük, ince sinir liflerinin hasar görmesi sonucu oluşan bir nöropati türüdür. Bu tip sinir lifleri, vücuttaki ağrı, sıcaklık ve dokunma gibi duyusal algıların kontrol edilmesinde önemli bir role sahiptir.

SILN'nin nedenleri arasına otoimmün hastalıklar, toksin maruziyet, enfeksiyonlar, lenfoma gibi kanser türleri ve bazı ilaçlar yer alabilir. Semptomları ise yanma hissi, ağrı, uyuşma ve karıncalanma gibi duyusal semptomlardır (Hovaguimian ve Gibbons 2011).

Alt Ekstremitelerin Proksimal Diyabetik Nöropatisi

Bacak kaslarının pelvik bölgesindeki sinirlerin hasar görmesi sonucu etkilendiği bir nöropati türüdür. Özellikle kalça kasları etkilenir ve kişide bacaklarda güçsüzlük, ağrı, yanma hissi ve kas kaybı gibi semptomlar ortaya çıkabilir.

Alt eksremitelerin proksimal diyabetik nöropatisi, tip 2 diyabet hastalarında daha sık görülür ve genellikle kan şekeri kontrolü ile ilişkilidir(Brown ve Asbury 1984; Vinik vd., 2013; Feldman vd., 2019).

Multifokal Diyabetik Nöropati

Sinirlerdeki hasarın birden fazla noktada meydana geldiği bir diyabetik nöropati türüdür. Genellikle tip 2 diyabet hastalarında görülür ve sinirlerdeki kan akışı veya sinirlerin doğrudan hasar görmesi gibi nedenlerden kaynaklanır.

En yaygın semptomları zayıflık, kas krampı ve refleks kaybı yer alır. Tedavi seçenekleri arasında kan şekeri kontrolü, egzersiz ve diyet değişiklilleri yer alır.

Diyabet, beyinde fizyolojik hasarlara neden olan ciddi bir hastalıktır. Yüksek kan şekeri seviyeleri, diyabetik nöropati ve vasküler komplikasyonlar gibi faktörler beyin hücrelerinde hasar oluşturabilir.

Diyabetik nöropati, sinir sistemindeki hasarı ifade etmektedir ve bu hasar beyindeki sinir hücrelerini etkileyebilir. Bu durum beyindeki hafıza, düşünme, planlama, dikkat ve öğrenme gibi bilişsel işlevlerde bozulmaya neden olabilir. Ayrıca duyusal fonksiyonlarda ve motor koodinasyonunu da etkileyebilir.

Vasküler komplikasyonlar, diyabet yüksek kan şekeri seviyeleri nedeniyle kan damarlarının hasar görmesine ve daralmasına neden olabilir. Bu durum beyne yeterli miktarda oksijen ve besin maddesi taşıyamayan bir kan akışına neden olabilir. Bu olay da beyindeki hücrelerin ölmesine ve beyin hasarına neden olabilir (Brown ve Asbury 1984; Vinik vd., 2013; Feldman vd., 2019).

Diyabetin beyindeki fizyolojik hasarları, Alzheimer hastalığı ve diğer demans türleri gibi nörodejeneratif hastalıklarla da ilişkilendirilmiştir.

DİYABETİN SANTRAL SİNİR SİSTEMİ KOMPLİKASYONLARI

Demans, beyindeki sinir hücrelerinin hasar görmesi sonucu meydana gelen, ilerleyici bir zihinsel bozukluktur. Demans, hafıza kaybı, kişilik değişiklikleri, iletişim sorunları gibi semptomları içermektedir. Diyabet, kan şekeri düzeylerinin uzun süre yüksek kalması sonucu beyin damarlarına zarar vererek demans riskini artırır. Ayrıca diyabet, damarların sertleşmesi ve daralması, küçük kan damarlarının tıkanması veya zarar görmesine yol açarak beyin dokusunda kan akışının azalmasına ve beyin hasarına neden olabilir(Korczyn vd., 2012; Bang vd., 2015; Olney vd., 2017).

Diyabetin hafıza kaybı üzerindeki etkileri:		
Hipokampus	Boyutun küçülmesi	Hickie vd., 2005
Serbest radikallerin artması	Oksidatif stres altında kalma	Storz ve Imlayt 1999
İnsülin seviyelerinin artması	İnsülin direnci	ADA 2005



İnsülin direncinin oluşması, beyindeki ödül sistemi ve motivasyon gibi foksiyonlarla ilişkilendirilen dopamin ve ruh halinin düzenlenmesi ve uyku düzeninde rol oynayan serotonin gibi nörotransmitterlerin dengesizleşmesine neden olabilir.

Kaynaklar

American Diabetes Association. (2005). Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Diabetes care, 28(1), S37.

Bang, J., Spina, S., & Miller, B. L. (2015). Frontotemporal dementia. The Lancet, 386(10004), 1672-1682.

Boulton, A. J. (2005). Management of diabetic peripheral neuropathy. Clinical diabetes, 23(1), 9-15.

Brown, M. J., & Asbury, A. K. (1984). Diabetic neuropathy. Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society, 15(1), 2-12.

Edwards, J. L., Vincent, A. M., Cheng, H. T., & Feldman, E. L. (2008). Diabetic neuropathy: mechanisms to management. Pharmacology & therapeutics, 120(1), 1-34.

Feldman, E. L., Callaghan, B. C., Pop-Busui, R., Zochodne, D. W., Wright, D. E., Bennett, D. L., ... & Viswanathan, V. (2019). Diabetic neuropathy. Nature reviews Disease primers, 5(1), 41.

Hickie, I., Naismith, S., Ward, P. B., Turner, K., Scott, E., Mitchell, P., ... & Parker, G. (2005). Reduced hippocampal volumes and memory loss in patients with early-and late-onset depression. The British journal of psychiatry, 186(3), 197-202.

Hovaguimian, A., & Gibbons, C. H. (2011). Diagnosis and treatment of pain in small-fiber neuropathy. Current pain and headache reports, 15, 193-200.

Korczyn, A. D., Vakhapova, V., & Grinberg, L. T. (2012). Vascular dementia. Journal of the neurological sciences, 322(1-2), 2-10.

Olney, N. T., Spina, S., & Miller, B. L. (2017). Frontotemporal dementia. Neurologic clinics, 35(2), 339-374.

Quinn, L. (2002). Mechanisms in the development of type 2 diabetes mellitus. Journal of Cardiovascular Nursing, 16(2), 1-16.

Salahuddin, M. D., & Jalalpure, S. S. (2010). Antidiabetic activity of aqueous fruit extract of Cucumis trigonus Roxb. in streptozotocin-induced-diabetic rats. Journal of ethnopharmacology, 127(2), 565-567.

Sayın, S. (2013). Deneysel diyabet oluşturulmuş sıçanların beyin dokusunda oluşan oksidatif strese karşı antioksidan özelliği olan maddelerin etkilerinin incelenmesi/Investigation of the effects of various antioxidant substances against to the oxidave stress in the brain tissues which are experimentally induced diabetes rats (Doctoral dissertation).

Stephens, P. J., McBride, D. J., Lin, M. L., Varela, I., Pleasance, E. D., Simpson, J. T., ... & Stratton, M. R. (2009). Complex landscapes of somatic rearrangement in human breast cancer genomes. Nature, 462(7276), 1005-1010.

Storz, G., & Imlayt, J. A. (1999). Oxidative stress. Current opinion in microbiology, 2(2), 188-194.

Vinik, A. I., Nevoret, M. L., Casellini, C., & Parson, H. (2013). Diabetic neuropathy. Endocrinology and Metabolism Clinics, 42(4), 747-787.

DERİN ÖĞRENME MODELLERİYLE KALP YETMEZLİĞİ TAHMİNİ

Dr. Öğr. Üyesi, TALHA BURAK ALAKUŞ[1]

[1] Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, - 0000-0003-3136-3341

ÖZET

Kalp yetmezliği günümüzde görülen en önemli hastalıkların başında gelmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre dünya nüfusunun %31'i kalpten kaynaklanan rahatsızlıklardan dolayı vefat etmektedir. Bundan dolayı kalp rahatsızlıklarını önceden tahmin edebilmek büyük bir önem arz etmektedir. Ancak, özel tıp kuruluşları ya da hastaneler tarafından elde edilen klinik veriler büyük ve düzensiz olduğu için analiz işlemi zor olmakta ve zaman almaktadır. Bundan dolayı alternatif yollar aranmakta ve yapay zeka destekli uygulamaların öneminde artış olmaktadır. Büyük ve karmaşık verilerin işlenmesinde etkili olmasından dolayı, derin öğrenme algoritmaları sağlık sektöründe hızlı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu tür algoritmalar kalp yetmezliğinin teşhisi ve yönetimi de dahil, kişiye özgü ilaç belirlemek, hasta bakımını kişiselleştirmek ve iyileştirmek için kullanılmaktadır. Bu çalışmada da derin öğrenme algoritmalarına başvurulmuş ve hem fiziksel hem de klinik veriler kullanılarak kalp yetmezliği tahmini gerçekleştirilmiştir. Çalışma dört farklı aşamadan oluşmuştur. Birinci aşamada klinik ve fiziksel veriler elde edilmiştir. İkinci aşamada, elde edilen bu veriler önişleme tabi tutulmuş ve normalleştirilmiştir. Üçüncü aşamada çeşitli derin öğrenme algoritmaları kullanılmış ve sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Son aşamada ise bu algoritmaların başarımları değerlendirilmiş ve doğruluk, kesinlik, F1-skor, duyarlılık ve EAA değerleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda derin öğrenme algoritmalarının başarılı bir sınıflandırma ve tahmin yaptığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kalp yetmezliği, derin öğrenme, yapay zeka, sınıflandırma

1. GİRİŞ

Günümüzde insanlar hayatlarına devam edebilmek için çalışmakta ve buna bağlı olarak ise sağlıklarına dikkat edememektedirler. Ayrıca, günlük yaşamda çoğu zaman stres, kaygı, depresyon, vb. çeşitli duygu durumları da yaşamaktadırlar. Bunlara bağlı olarak ise kişiler hastalanmakta ve ağır hastalıklara yakalanmaktadırlar. Bu hastalıkların başında kanser, kalp rahatsızlıkları, solunum yolları hastalıkları, tetanos, boğmaca, frengi, vb. çeşitli hastalıklar bulunmakta ve çoğu ölümle sonuçlanmaktadır. Ancak, bu hastalıklar içerisinde ölüm oranı en çok olan hastalıklar kalp rahatsızlıklarına dayanan hastalıklardır [1]. Sağlıksız beslenme, fiziksel hareketsizlik, tütün ve alkol kullanımı kalp rahatsızlıklarının ortaya çıkmasının en büyük nedenlerindendir.

İnsan vücudunun en önemli organlarından birisi kalptir. Tüm kanın pompalanması kalp tarafından gerçekleştirilmekte ve vücudun her yerine dağıtılmaktadır. Bu kan yoluyla da vücuda oksijen ve diğer besinler sağlanmaktadır. Kalp düzgün bir şekilde çalışmadığı zaman ise vücudun diğer organları bu durumdan etkilenmektedir. Vücuda yeterli kan pompalanmadığı

zaman ise kalp yetmezliği hastalığı görülmektedir. Bazı durumlarda kalp bu problemin üstesinden gelebilmek için büyümekte ya da genişlemektedir [2]. Bunun yanı sıra ise, bazı durumlarda kalp normalden daha hızlı kasılmalar yaparak yeterli kanı vücuda pompalamaya çalışmaktadır. Böyle bir durumda ise kan damarlarında daralmalar görülmekte ve buna bağlı olarak doku ve organlara gerekli ölçüde kan ulaşamamaktadır [3]. Kalp yetmezliği belirtileri arasında iştah kaybı, öksürük, göğüs ağrısı, nefes darlığı, çabuk yorulma, mide bulantısı, ani kilo artışı, kalp çarpıntısı, aritmi, pembe ya da beyaz renkli balgam çıkarma gibi belirtiler bulunmaktadır [4]. Kalp yetmezliği kalbin iki tarafında da görülmekte ancak çoğu vakalarda genellikle kalbin sol tarafı ilk olarak etkilenmektedir [5].

Hastalıkların çoğunda olduğu gibi kalp yetmezliği hastalığında da farklı türler bulunmaktadır. Kalp yetmezliği hastalığında da iki tür bulunmaktadır. Bunlar; akut kalp yetmezliği ve kronik kalp yetmezliğidir. Akut kalp yetmezliğinde semptomlar hızlı bir şekilde belirmekte ve hızlı bir şekilde kaybolmaktadır [6]. Kronik kalp yetmezliğinde ise görülen semptomlar sürekli olmakla beraber zamanla iyileşme göstermemektedirler [7]. Kalp yetmezliği teşhisi konulurken genellikle fiziksel ve klinik veriler kullanılmaktadır. Fiziksel bir muayenenin ardından çeşitli tanı testleri uygulanmaktadır. Fiziksel muayene aşamasında kalp ritmi dinlenmekte ve boyunda bulunan damarlardaki şişkinlikler incelenmektedir. Bunun yanı sıra ise ekokardiyogram yöntemiyle de hastaların kalplerinde hasarlar ve yapısal bozukluklar incelenebilmektedir. Klinik veriler ise daha çok kan basıncı, kolesterol ve kan şekeri gibi değerlerden oluşmaktadırlar. Ancak, hastalığın tanısı için başvurulan bu yöntemler zaman almakta ve maliyetli olmaktadır [8]. Bu da sürecin uzamasına ve verinin dağınık olmasına sebebiyet vermektedir. Bundan dolayı uzmanlar ve araştırmacılar bu verileri işlemekte zorluk çekmektedir [9]. Yapay zeka destekli uygulamalar karşılaşılan bu tür problemlerin önüne geçmek ve karmaşık veriyi yorumlamak için etkili bir şekilde kullanılmaktadır [10]. Kalp sağlığı alanında yapılan çalışmalar ve bu çalışmaların etkili olması bu çalışmada da yapay zekanın kullanılmasına vesile olmuştur. Bu çalışmada yapay zekanın alt kümesi olan derin öğrenme kullanılmış ve hem fiziksel hem de klinik veriler kullanılarak kalp yetmezliği tahmini gerçekleştirilmiştir. Çalışma dört farklı aşamadan oluşmuştur. Birinci aşamada klinik ve fiziksel veriler elde edilmiştir. İkinci aşamada, elde edilen bu veriler önişleme tabi tutulmuş ve normalleştirilmiştir. Üçüncü aşamada çeşitli derin öğrenme algoritmaları kullanılmış ve sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Son aşamada ise bu algoritmaların başarımları değerlendirilmiş ve doğruluk, kesinlik, F1-skor, duyarlılık ve EAA (Eğri Altındaki Alan) değerleri kullanılmıştır. Çalışmanın öne çıkan noktaları şu şekilde sıralanabilir;

- Bu çalışma ile hem fiziksel hem de klinik veriler kullanılmış ve kalp yetmezliği tahmini derin öğrenme algoritmaları ile sınıflandırılmış ve tahmin edilmiştir.
- Alanyazın incelendiğinde, bu alanda yapılan Türkçe çalışmaların az olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışma ile alanyazına bu anlamda bir katkının sağlanması hedeflenmiştir.
- Derin öğrenme algoritmalarının kalp yetmezliği tahmininde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışmanın geri kalan kısmı şu şekilde organize edilmiştir. İkinci kısımda alanyazın incelenmiş ve bu alanda gerçekleştirilen çalışmalar incelenmiştir. Çalışmalarda kullanılan veri türleri, sınıflandırma algoritmaları ve başarımları üzerinde durulmuştur. Üçüncü kısımda çalışmada kullanılan veri seti hakkında bilgi verilmiştir. Bunlara ek olarak bu kısımda çalışmada kullanılan sınıflandırma algoritmaları hakkında da açıklamalar yapılmıştır. Dördüncü kısımda derin öğrenme modellerinin sonuçları verilmiş ve tartışma yapılmıştır. Ayrıca, çalışmanın avantajları ve dezavantajları üzerinde de durulmuştur. Son kısımda ise çalışma özetlenmiş ve başarımlarından bahsedilmiştir.

2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Bu kısımda kalp yetmezliği üzerine yapılan çalışmalar incelenmiş ve bu çalışmalarda kullanılan sınıflandırma algoritmaları, veri türleri ve sınıflandırıcıların performansları hakkında bilgiler verilmiştir. [11] numaralı çalışmada hibrit bir sınıflandırıcı önerilmiş ve klinik veriler kullanılarak kalp rahatsızlığı tahmin edilmiştir. Çalışmadaki öznitelikler ilk olarak ayrıştırılmış ve bu doğrultuda KÖS (Korelasyona-dayalı Özellik Seçimi) ve PSO (Parçacık Sürü Optimizasyonu) yöntemleri kullanılmıştır. Öznitelik kümesinin boyutu indirgendikten sonra ise sınıflandırma işlemi yapılmış ve bunun için MLRA (Multinominal Lojistik Regresyon Analizi), ÇKA (Çok Katmanlı Algılayıcı), C4.5 ve BSKA (Bulanık Sırası Kural Algoritması) sınıflandırıcıları kullanılmıştır. Sınıflandırıcıların başarımları sadece doğruluk skoru ile ölçülmüştür. En başarılı sınıflandırma işlemi MLRA ile yapılmış ve doğruluk skoru %83.5 olmuştur. Başka bir çalışmada araştırmacılar DVM (Destek Vektör Makineleri) algoritmasını kullanarak kalp yetmezliği tahmini gerçekleştirmişlerdir [12]. Çalışmada çeşitli fiziksel ve klinik veriler kullanılmıştır. DVM algoritmasının performansı doğruluk, duyarlılık, özgüllük ve MKK (Matthew Korelasyon Katsayısı) değerlendirme ölçütleri ile belirlenmiştir. Önerilen yöntem RO (Rassal Orman) ve Adaboost algoritmalarıyla karşılaştırılmış ve doğruluk skoru %92.22 olmuştur. [13] numaralı çalışmada SA (Sinir Ağı) modellenmiş ve kalp yetmezliği tahmin edilmiştir. Çalışmada klinik ve fiziksel verileri içeren veriler kullanılmış ve toplamda on üç farklı öznitelik değerlendirilmiştir. Ardından bu öznitelikler analiz edilerek indirgenmiş ve en etkili öznitelikler kullanılmıştır. Sınıflandırma amacıyla ise DSA (Derin Sinir Ağı) ve SSA (Sığ Sinir Ağı) kullanılmıştır. Sınıflandırıcıların başarımları doğruluk, duyarlılık, özgüllük ve MKK ile belirlenmiştir. SSA ile yapılan sınıflandırma işleminin doğruluk skoru %92.22 olurken, bu skor DSA ile %93.33'e yükselmiştir. Başka bir çalışmada ise, genetik algoritma ve bulanık mantığı içeren hibrit bir model önerilmiş ve kalp rahatsızlığı tahmin edilmiştir [14]. Çalışmada, diğer çalışmalarda olduğu gibi hem klinik hem de fiziksel veriler kullanılmıştır. Veriler belirli bir önişleme tabi tutulmuş ve KK (Kaba Küme) ile öznitelik seçimi gerçekleştirilmiştir. Ardından genetik algoritma ile optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve bulanık mantık ile sınıflandırma yapılarak tahmin işlemi tamamlanmıştır. Sınıflandırıcının performansı doğruluk, özgüllük ve duyarlılık değerlendirme ölçütleriyle belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda ortalama %90 oranında doğruluk elde edilmiştir. [15] numaralı çalışmada topluluk öğrenmesine başvurulmuş ve kalp rahatsızlığı tahmin edilmiştir. Bu çalışmada da hem klinik hem de fiziksel veriler kullanılmıştır. Sınıflandırma işlemi için NB (Naive Bayes), RO, C4.5 ve ÇKA algoritmalarından faydalanılmıştır. Ardından bu sınıflandırıcıların sonuçları ortalama ve topluluk oylaması ile birleştirilmiş ve tahmin işlemi gerçekleştirilmiştir.

Sınıflandırıcıların performansı sadece doğruluk değerlendirme ölçütü ile belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda topluluk öğrenmesi ile %85.48 oranında doğruluk skoruna erişilmiştir. Alanyazında yapılan çalışmalar sonunda yapay zeka tabanlı uygulamaların kalp yetmezliği tahmininde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

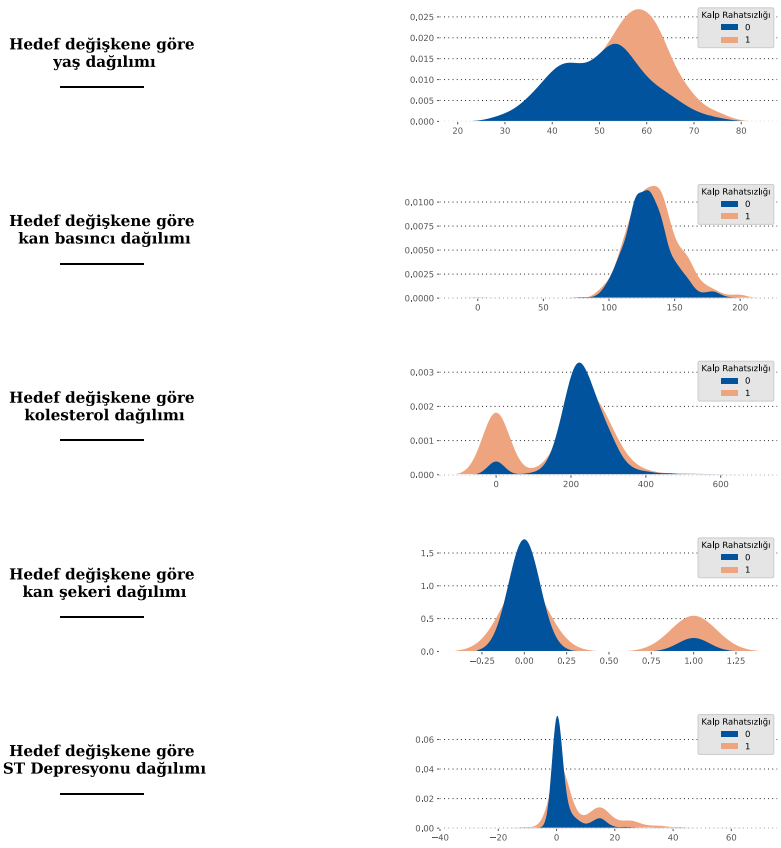
3.1. Veri Seti

Veriler UCI makine öğrenme havuzundan elde edilmiştir. Veri seti toplamda İsviçre, Macaristan, Cleveland, Long Beach ve Stalog olmak üzere beş farklı yerden elde edilen kalp hastalığına ait özellikleri içermektedir. Cleveland veri setinde 303 adet gözlem, Macaristan veri setinde 294 adet gözlem, İsviçre veri setinde 123 adet gözlem, Long Beach veri setinde 200 adet gözlem ve Stalog veri setinde ise 270 adet gözlem olmak üzere toplamda 1.190 adet gözlem verisi bulunmaktadır. 272 adet gözlem benzer olduğundan dolayı nihai olarak çalışmada 918 adet gözlem verisi kullanılmıştır. Veri setinde toplamda 11 öznitelik bulunmakta ve 1 adet is çıktı yer almaktadır. Bu öznitelikler, açıklamaları ve değer aralıkları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Veri seti hakkında genel bilgiler

Öznitelik Numarası	Öznitelik Adı	Değer Aralığı
1	Yaş	28 – 77
2	Cinsiyet	Kadın – Erkek
3	Göğüs ağrı tipi	Tipik angina Atipik angına Angına olmayan
4	Kan basıncı	0 – 200 mm/Hg
5	Kolesterol	0 – 600 mm/dl
6	Kan şekeri	0 – 1
7	Elektrokardiyogram	Normal T dalgası inversiyonları Olası ya da kesin sol ventrikül hipertorifis
8	Kalp atış hızı	60 – 202
9	Angina egzersiz	Evet – Hayır
10	Oldpeak	-2.6 – 6.2
11	ST eğrisi	Yukarı eğiml Düz Aşağı eğimli
12	Kalp rahatsızlığı	0 – 1

12 numaralı ifade veri setinin çıktısını göstermektedir. 0 ve 1 olmak üzere iki farklı değerden oluşmaktadır. 0 değeri kalp yetmezliği olmadığını gösterirken, 1 değeri kalp yetmezliği olduğunu ifade etmektedir. Veri setinde toplamda 918 tane veri bulunmaktadır. Bunlardan 410 tanesinde hastalık gözlemlenmemişken geri kalan 508 tanesinde kalp yetmezliği gözlemlenmiştir. Bu çalışmada da bu 918 adet veri kullanılmış ve ikili sınıflandırma yapılarak, kalp yetmezliği hastalığı tahmini çeşitli derin öğrenme algoritmalarıyla gerçekleştirilmiştir. Görsel 1'de yaş ve klinik verilerin hedef ile olan ilişkileri gösterilmiştir.



Görsel 1. Bazı verilerin hedefle olan ilişkisi

3.2. Sınıflandırma Yöntemleri

Bu çalışmada sınıflandırma işlemi için derin öğrenme algoritmalarına başvurulmuştur. Bu doğrultuda YSA (Yapay Sinir Ağları), TSA (Tekrarlayıcı Sinir Ağı), UKSB (Uzun/Kısa Süreli Bellek), ESA (Evrişimsel Sinir Ağı) ve DİA (Derin İnanç Ağı) kullanılmıştır. Keşfetme, öğrenme ve yeni bilgiler türetme gibi insanlara ait eylemleri herhangi bir yardım almadan yerine getirebilen bilgisayar destekli sistemlere YSA denmektedir. YSA, yapay sinir hücreleri içermekte ve bu sinir hücrelerinde ise girdi, çıktı, ağırlık, toplama ve etkinleştirme fonksiyonu olmak üzere beş farklı eleman bulunmaktadır. Yapay sinir hücreleri bir araya gelerek ise yapay sinir ağını meydana getirmektedir. Bir YSA modelinde girdi katmanı, ara katman ve çıktı katmanı olmak üzere en az üç farklı katman bulunmaktadır. YSA günümüzde ekonomi, alış-veriş, inşaat, elektrik, sağlık alanları başta olmak üzere disiplinler arası birçok farklı alanlarda etkili bir şekilde kullanılmaktadır [16 – 20]. Başka bir derin öğrenme modeli olan TSA algoritması sıralı verileri işlemek için kullanılan ve dahili bir hafızaya sahip olan güçlü bir derin sinir ağı modelidir [21]. TSA sisteminde hafıza hücreleri bulunmakta ve bir zincir oluşturmaktadır. Bu zincirli yapı sayesinde giriş verisindeki her bir eleman için aynı görev yürütülmektedir. Ancak, TSA yönteminde çeşitli sıkıntılar gözlemlenmektedir. Bu sıkıntılardan en önemlileri kaybolan gradyan ve patlayan gradyan problemleridir [22, 23]. Bu problemlerin önüne geçmek için ise başka bir TSA modeli olan UKSB önerilmiştir. UKSB modelinde, standart bir TSA'da olduğu gibi tek bir sinir ağı bulunmamaktadır. Bu modelde dört etkileşimli

bir katman yer almaktadır. Genel olarak bir UKSB ağında, bellek blokları bulunmaktadır. Buradaki durumlar bir sonraki bloğa aktarılmaktadır. Bu sayede veriler temelde değişiklik göstermemekte ve ileriye yönelik hareket edebilmektedir. UKSB modeli daha önceden de açıklandığı üzere kaybolan gradyan problemini çözmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Kaybolan gradyan problemi, büyük farklılıklar bulunan girdilerin aktivasyon sonrasında ufak değer aralıklarına indirgenmesiyle, bunların gittikçe sıfıra yaklaşması ve model tarafından algılanamaması olarak ifade edilmektedir. Bundan dolayı da öğrenme işlemi yeteri kadar iyi olmamaktadır. UKSB ise bu problemin üstesinden yapısında bulunan hücre blokları, unutma, girdi ve çıktı kapıları aracılığıyla gelmektedir [24]. Bu nedenle çoğu durumda UKSB mimarisi daha etkili bir performans sergilemektedir. ESA, görüntü tanıma ve doğal dil işlemeye dayalı sınıflandırma modellerinin oluşturulmasında önemli rol oynamaktadır. ESA, evrişim işlemi ve yapay sinir ağlarının birleşiminden meydana gelmektedir. ESA ile görüntü sınıflandırma, nesne tanımlama, görüntü segmentasyonu gibi işlemler başarılı bir şekilde yapılmaktadır. İnsanların görme sistemini örnek alan ESA ile nesnelerin algılanması, tanımlanması ve sınıflandırılması amaçlanmıştır. Genel bir ESA mimarisinde girdi, evrişim, havuzlama ve tam-bağlantılı olmak üzere en az dört katman bulunmaktadır. Mimarinin sonunda ise çıktı yer almaktadır. 1B (1-Boyutlu), 2B (2-Boyutlu) ve 3B (3-Boyutlu) olmak üzere üç farklı tipte ESA mimarisi bulunmaktadır. Geleneksel olarak kullanılan ESA mimarileri 2B düzende olmakla beraber genellikle görüntü sınıflandırma ve analizi işlemlerinde kullanılmaktadır [25]. 1B ESA mimarilerinde ise, çekirdek bir boyutlu veri (zaman serisi) üzerinde hareket etmektedir [26]. ESA mimarileri ise hem görüntüler hem de videolar üzerinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan veriler bir zaman serisi oluşturduğu için 1B ESA mimarisi kullanılmıştır. DİA, çok katmanlı bir derin sinir ağı modelidir. Bu modelde her katman birbiriyle bağlantılı olmakla beraber çok sayıda gizli birim katmanından meydana gelmektedir. KSM (Kısıtlı Boltzmann Makineleri)'de görülen yığınların bir araya gelmesiyle oluşturulmuştur. Nesne tanıma, hareket algılama ve ses işaretleme alanlarında etkili bir şekilde kullanılmaktadır.

3.3. Değerlendirme Ölçütleri

Bu çalışmada derin öğrenme modellerinin başarımları doğruluk, kesinlik, duyarlılık, F1-skor ve EAA değerlendirme ölçütleriyle belirlenmiştir. Bütün bu değerler karmaşıklık matrisinden elde edilebilmektedir. Karmaşıklık matrisi bir sınıflandırma algoritmasının performansını göstermek için kullanılan bir çeşit tablodur. Karmaşıklık matrisinde GP (Gerçek Pozitif), GN (Gerçek Negatif), YP (Yanlış Pozitif) ve YN (Yanlış Negatif) olmak üzere dört farklı parametre bulunmaktadır. GP ifadesi tahmin edilen değerin pozitif ve doğru olduğunu ifade etmektedir. Bunun yanı sıra ise GN ifadesi tahmin edilen değerin negatif ve doğru olduğunu göstermektedir. Bunlara ek olarak, YP ifadesi değerin pozitif ancak yanlış olduğunu ifade ederken, YN ifadesi değerin negatif ve yanlış olduğunu sergilemektedir. Doğruluk, F1-skor, kesinlik ve duyarlılık değerleri ise bu verilen ifadelerin çeşitli denklemlerle hesaplanmasına dayanmaktadır. Denklem 1 ve Denklem 4 arasında bu işlemlerin hesaplanması gösterilmiştir.

$$Doğruluk = \frac{GP + YN}{GP + GN + YP + YN} \quad (1)$$

$$Kesinlik = \frac{GP}{GP + YP} \quad (2)$$

$$Duyarlılık = \frac{GP}{GP + YN} \quad (3)$$

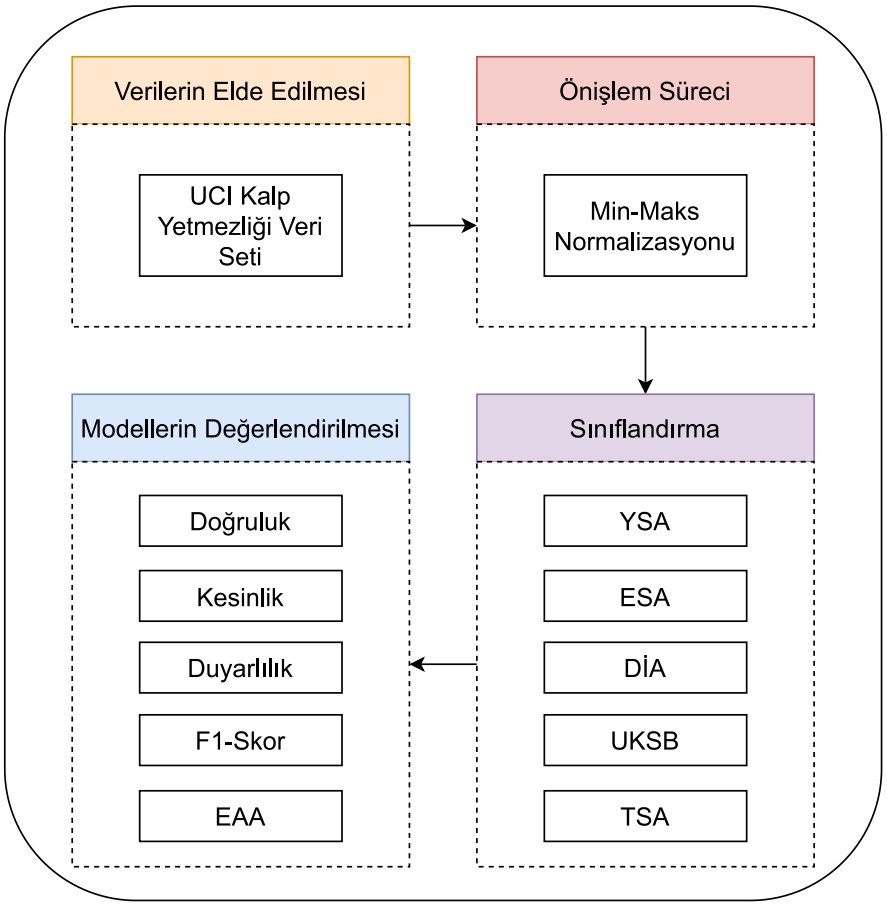
$$F1 - Skor = 2 * \left(\frac{Duyarlılık * Kesinlik}{Duyarlılık + Kesinlik}\right) \quad (4)$$

Bunun yanı sıra EAA skoru da önemli bir değerlendirme kriteridir. EAA skoru, İKE (İşlem Karakteristik Eğrisi) altındaki alanı vermektedir. EAA skoru genellikle; modelin sınıfları ayırma konusunda ne kadar iyi olup olmadığını göstermektedir. Bunun yanı sıra, en iyi eşiğin belirlenmesinde de kullanılmaktadır [27]. EAA skorunun yorumlanması Çizelge 2'de verilen aralıklar göz önünde bulundurularak yapılmaktadır.

Çizelge 2. EAA skorlarının yorumlanması [28]

EAA Skoru	Açıklama
0.00 – 0.49	Ayrım yapılamaz
0.50 – 0.69	Zayıf sınıflandırma
0.70 – 0.79	Kabul edilebilir sınıflandırma
0.80 – 0.89	Harika sınıflandırma
0.90 – 1.00	Olağanüstü sınıflandırma

EAA skorunun 0.49 ve altında olması sınıflandırma işleminin yapılmadığını ifade etmektedir. Bunun yanı sıra ise eğer EAA skoru 0.50 ve 0.69 arasındaysa bu zayıf bir sınıflandırma olarak kabul edilmektedir. EAA skorunun 0.70 ve 0.79 arasında olması kabul edilebilir sınıflandırıcıyı ifade ederken, bu değerin 0.80 ve 0.89 arasında olması harika sınıflandırma işlemi yapıldığını göstermektedir. 0.9 ve 1 arasındaki değerler ise olağanüstü bir sınıflandırmanın yapıldığını belirtmektedir. Çalışmada kullanılan sınıflandırıcıların başarımları belirtilen değerlendirme ölçütleriyle değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Görsel 2'de çalışmanın akış şeması verilmiştir.



Görsel 2. Çalışmanın akış şeması

4. UYGULAMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

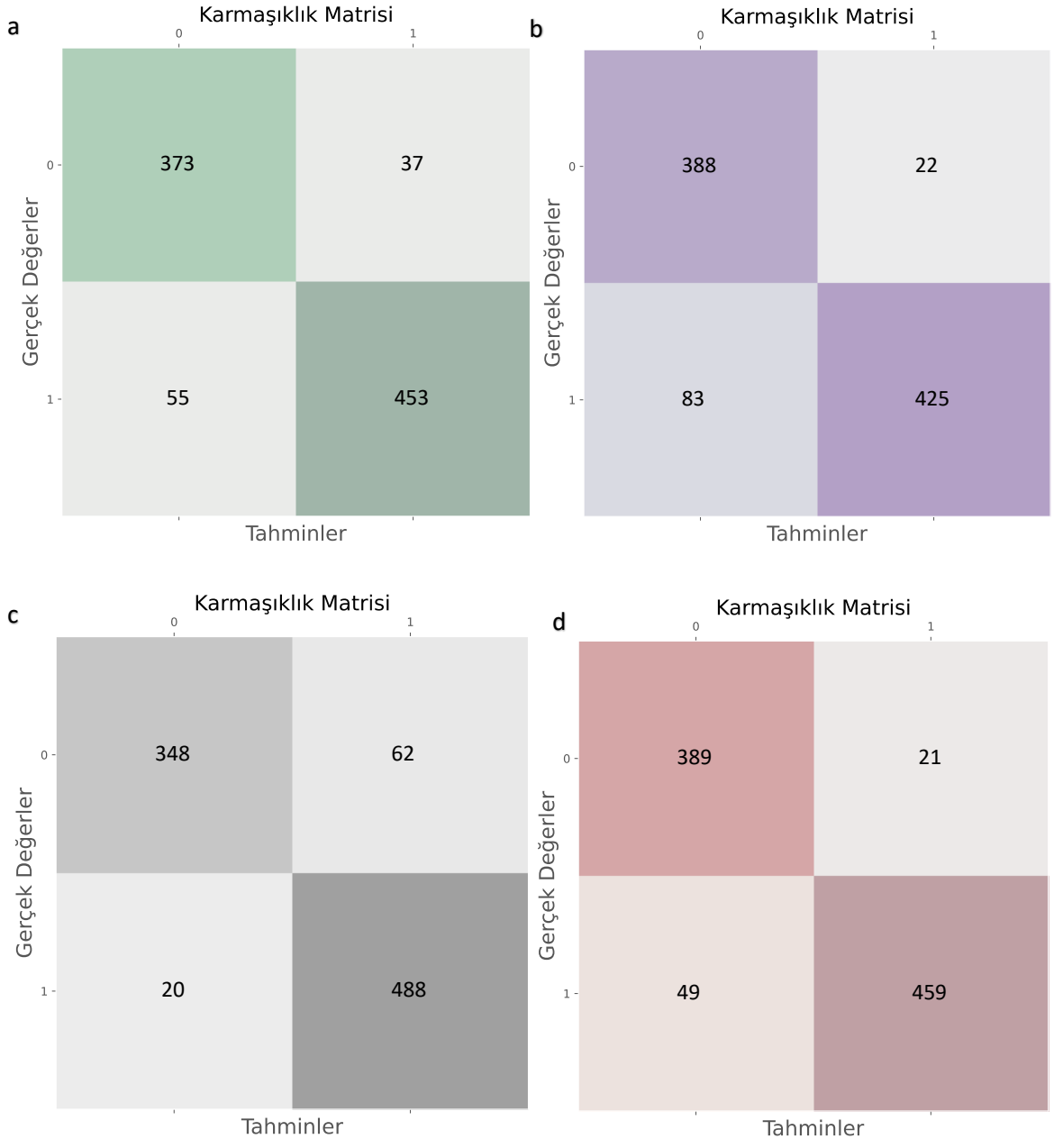
Çalışma kapsamında geliştirilen derin öğrenme modellerinin parametreleri deneme-yanılma yaklaşımı ile belirlenmiş ve en iyi sonuçları veren parametreler göz önünde bulundurulmuştur. Modellerin performanslarını değerlendirmek için ise 10 katlı çapraz-doğrulama kullanılmıştır. Geliştirilen modellerin performans sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

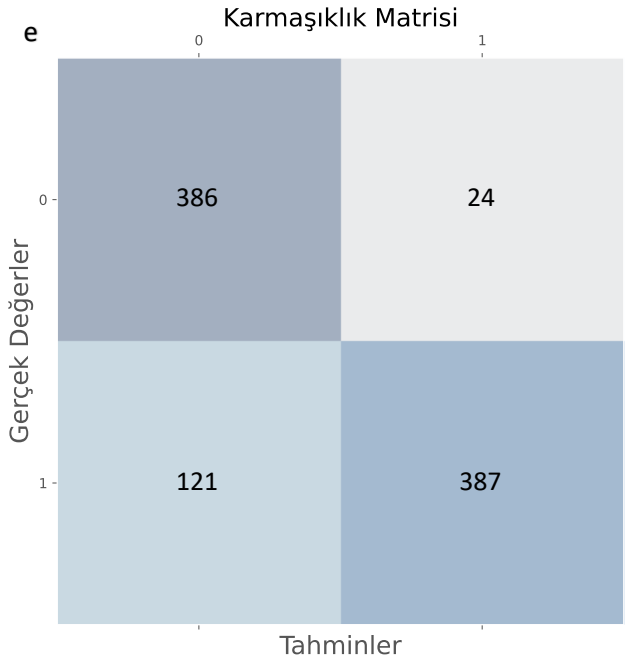
Çizelge 3. Derin öğrenme modellerinin sınıflandırma sonuçları (10 katlı çapraz-doğrulama ortalama değerleri)

Model	Doğruluk	Kesinlik	Duyarlılık	F1-Skor	EAA
YSA	%89.98	%87.15	%90.98	%88.54	0.7882
DİA	%91.07	**%94.57**	%84.88	**%92.78**	0.7583
ESA	%88.56	%82.38	%94.63	%85.35	0.6829
TSA	%84.20	%76.13	%94.15	%79.97	0.7804
UKSB	**%92.37**	%88.81	**%94.88**	%90.56	**0.8002**

Çizelge 3'te verilen sonuçlar doğrultusunda YSA sınıflandırıcısının doğruluk skoru %89.98 olarak elde edilmiştir. Bu sınıflandırıcının kesinlik, duyarlılık ve F1-skor değerleri ise sırasıyla %87.15, %90.98 ve %88.54 olmuştur. EAA skoru ise 0.7882 olarak hesaplanmıştır. DİA sınıflandırıcısının doğruluk skoru ise %91.07 olarak hesaplanırken, EAA skoru 0.7583 olmuştur. Bu sınıflandırıcının kesinlik skoru %94.57, duyarlılık skoru %84.88 ve F1-skor değeri ise %92.78 olarak ölçülmüştür. ESA sınıflandırıcısı ise YSA ve DİA

sınıflandırıcılarından daha düşük bir doğruluk skoru üretmiş ve sonuç %88.56 olmuştur. Bu sınıflandırıcının duyarlılık değeri %94.63 olarak elde edilirken, kesinlik ve F1-skor değerleri sırasıyla %82.38 ve %85.35 olmuştur. Beş sınıflandırıcı arasında ise en düşük doğruluk skoru EAA ile hesaplanmış ve sonuç 0.6829 olarak bulunmuştur. Bunun yanı sıra, en düşük doğruluk skoru ise TSA ile elde edilmiş ve sonuç %84.20 olmuştur. Benzer şekilde en düşük kesinlik ve F1-skor değerleri de bu sınıflandırıcı ile elde edilmiştir. Kesinlik değeri %76.13 ve F1-skor değeri %79.97 olmuştur. Hemen hemen en yüksek duyarlık değerine yakın bir değer üretmiş ve sonuç %94.15 olmuştur. Son olarak ise EAA değeri 0.7804 olarak elde edilmiştir. En başarılı sınıflandırma işlemi ise UKSB ile yapılmış ve %92.37 doğruluk skoru gözlemlenmiştir. Bu sınıflandırıcının kesinlik, duyarlılık ve F1-skor değerleri ise sırasıyla %88.81, %94.88 ve %90.56 olmuştur. En yüksek EAA skoru da UKSB ile elde edilmiş ve sonuç 0.8002 olmuştur. Görsel 3'te sınıflandırıcıların karmaşıklık matrisleri verilmiştir.





Görsel 3. Modellerin karmaşıklık matrisleri (a. YSA, b. ESA, c. DİA, d. UKSB, e. TSA)

Çizelge 3'te verilen sonuçlar karşılaştırıldığında en iyi doğruluk skorunun UKSB ile elde edildiği gözlemlenmiştir. Doğruluk skorlarına göre bir değerlendirme yapıldığında hemen hemen bütün sınıflandırıcılar %90'a yakın ya da üstünde sonuçlar üretmiştir. Ancak, TSA sınıflandırıcısı en etkisiz sınıflandırıcı olmuştur. Bunun nedenlerinden birisi, TSA modelinin yapısında bulunan problemlerden kaynaklanıyor olabilir. Daha önceden de bahsedildiği üzere TSA sınıflandırıcısında kaybolan gradyan ya da patlayan gradyan gibi problemler bulunmaktadır. Böyle bir problem yaşanmış ve performansında bir düşüklük meydana gelmiş olabilir. ESA mimarisi de başarılı bir sınıflandırma yapmış ancak doğruluk skoru açısından YSA, DİA ve UKSB sınıflandırıcılarından geride kalmıştır. Bu durumun temel nedenlerinden birisi veri sayısı olabilir. Veri sayısının fazla olması 1B ESA mimarilerinin başarımlarını önemli derecede arttırmaktadır [29]. Çalışmada kullanılan veri sayısı az olduğu için böyle bir performans gözlemlenmiş olabilir. Geri kalan bütün modeller %90 ve üzerinde doğruluk sergilemişlerdir. Elde edilen bu sonuçlar sürpriz değildir. YSA, DİA ve UKSB sınıflandırıcıları zaman serisinin analizinde etkili sonuçlar üretmektedirler [30 – 32]. Bu çalışmada da benzer bir başarım söz konusu olmuştur. EAA skorlarına göre bir karşılaştırma yapıldığında ise en yüksek skor gene UKSB sınıflandırıcısı ile elde edilmiştir. ESA dışındaki tüm sınıflandırıcılar 0.7'nin üzerinde değerler sergilerken, ESA modeli 0.7'nin altında kalarak zayıf bir sınıflandırma gerçekleştirmiştir. Bunun yanı sıra YSA, DİA ve TSA sınıflandırıcıları ise 0.8'in altında EAA skoru ürettikleri için kabul edilebilir bir sınıflandırma yapmışlardır. UKSB ise harika bir sınıflandırma gerçekleştirmiştir. Çalışmanın bulguları aynı zamanda alanyazında aynı veri setiyle yapılan diğer çalışmalarla da kıyaslanmış ve kıyaslanmanın sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Bu çalışma ve diğer çalışmaların kıyaslanması

Kaynak	Sınıflandırma Yöntemleri	Doğruluk Skoru
[11]	MLRA, ÇKA, C4.5 BSKA	%83.5
[12]	DVM	%92.22
[13]	DSA, SSA	%93.33
[14]	Bulanık mantık	%90
[15]	NB, C4.5, ÇKA	%85.48
Bu çalışma	**YSA, ESA, DİA, UKSB, TSA**	**%92.37**

Alanyazında yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde, önerilen çalışmanın [13] numaralı çalışma hariç diğer çalışmalardan etkili olduğu gözlemlenmiştir. [13] numaralı çalışmada araştırmacılar özellik seçimi yapmış ve her bir özelliği kullanmamışlardır. Ancak bu çalışmada belirli bir özellik çıkarım evresi olmamasına rağmen sonuç nerdeyse %93'e kadar yükselmiştir. Böyle bir dezavantaja rağmen etkili bir sınıflandırma yapılmıştır. Çalışmanın avantajları ve dezavantajları şu şekilde özetlenebilir:

- Derin öğrenme yöntemlerinin kalp yetersizliğini tahmin etmede etkili olduğu gösterilmiştir.
- Özellik çıkarımı yapmadan (ham veri) ile sınıflandırma işleminin de etkili olabileceği gözlemlenmiştir.
- Derin öğrenme veri sayısının çok olduğu durumlarda daha etkili olmaktadır. Veri boyutu az olmasına rağmen başarılı bir sınıflandırma işlemi yapılmıştır.
- Çalışmada herhangi bir özellik çıkarım yapılmamıştır. Çeşitli özellik çıkarım işlemlerinin yapılması ve veri sayısının arttırılması doğruluk skorunu yükseltebilir.
- Literatürde incelenen çalışmalar doğrultusunda, çeşitli optimizasyon algoritmalarının kullanılması, doğruluk skorunu arttırmaktadır. Bu çalışmada optimizasyon algoritması kullanılmamıştır. Optimizasyon yapmak doğruluk skorunu arttırabilir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada klinik ve fiziksel veriler kullanılarak kalp yetmezliği tahmini gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında UCI kalp yetmezliği veri seti kullanılmış ve tahmin işlemi dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada veri setinden veriler elde edilmiştir. İkinci aşamada veriler önişleme tabi tutulmuş ve minimum-maksimum normalizasyonu ile normalleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Üçüncü aşamada derin öğrenme modelleri tanımlanmış ve YSA, ESA, DİA, UKSB ve TSA sınıflandırıcıları kullanılmıştır. Son aşamada ise bu sınıflandırıcıların performansları doğruluk, kesinlik, duyarlılık, F1-skor ve EAA skorları ile ölçülmüştür. TSA sınıflandırıcısıyla %84.20 doğruluk ve 0.7804 EAA değerleri elde edilmiştir. ESA ile yapılan sınıflandırma sonucunda ise %88.56 doğruluk ve 0.6829 EAA skorları hesaplanmıştır. YSA, DİA ve UKSB sınıflandırıcılarının doğruluk skorları sırasıyla %89.98, %91.07 ve %92.37 olmuştur. AUC skorları ise sırasıyla 0.7882, 0.7583 ve 0.8002 olarak hesaplanmıştır. AUC skorlarına göre değerlendirme yapıldığında ise en başarılı sınıflandırma UKSB sınıflandırıcısı ile gerçekleştirilmiştir. ESA dışındaki tüm sınıflandırıcılar 0.7'nin üzerinde değerler sergilerken, ESA modeli 0.7'nin altında kalarak zayıf bir sınıflandırma gerçekleştirmiştir. Bunun yanı sıra YSA, DİA ve TSA sınıflandırıcıları ise 0.8'in altında EAA skoru ürettikleri

için kabul edilebilir bir sınıflandırma yapmışlardır. UKSB ise harika bir sınıflandırma gerçekleştirmiştir. Bu çalışma ile derin öğrenme modellerinin kalp yetmezliği tahmin etmedeki başarımları gösterilmiş ve alanyazında bulunan çalışmaların başarımları kanıtlanmıştır. Bunlara ek olarak, herhangi biz özellik çıkarımı yapılmamış ve veri boyutu da arttırılmamıştır. Bu dezavantajlara rağmen başarılı bir sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Kario, K., Williams, B. Nocturnal Hypertension and Heart Failure: Mechanisms, Evidence, and New Treatmens, Hypertension, 78, 2021.

[2] Groenewegen, A., Rutten, F.H., Mosterd, A., Hoes, A.W. Epidemiology of Heart Failure, European Journal of Heart Failure, 22, 2020.

[3] Bader, F., Manla, Y., Atallah, B., Starling, R.C. Heart Failure and COVID-19, Heart Failure Reviews, 26, 2020.

[4] Baessler, B., Luecke, C., Lurz, J., Klingel, K., Das, A., Roeder, M., Waha-Thiele, S., Besler, C., Rommel, K.P., Maintz, D., Gutberlet, M., Thiele, H., Lurz, P. Cardiac MRI and Texture Analysis of Myocardial T1 and T2 Maps in Myocarditis with Acute versus Chronic Symptoms of Heart Failure, Radiology, 292, 2019.

[5] Wilcox, J.E., Fang, J.C., Margulies, K.B., Mann, D.L. Heart Failure with Recovered Left Ventricular Ejection Fraction: JACC Scientific Expert Panel, Journal of the American College of Cariology, 76, 2020.

[6] Arrigo, M., Jessup, M., Mullens, W., Reza, N., Shah, A.M., Sliwa, K., Mebazaa, A. Acute Heart Failure, Nature Reviews Disease Primers, 6, 2020.

[7] Moradi, M., Daneshi, F., Behzadmehr, R., Rafiemanesh, H., Bouya, S., Raeisi, M. Quality of Life of Chronic Heart Failure Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis, Heart Failure Reviews, 25, 2020.

[8] Truby, L.K., Rogers, J.G. Advanced Heart Failure: Epidemiology, Diagnosis, and Therapeutic Approaches, JACC: Heart Failure, 8, 2020.

[9] Olsen, C.R., Mentz, R.J., Anstrom, K.J., Page, D., Patel, P.A. Clinical Applications of Machine Learning in the Diagnosis, Classification, and Prediction of Heart Failure, American Heart Journal, 229, 2020.

[10] Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., Wang, Y., Dong, Q., Shen, H., Wang, Y. Artificial Intelligence in Healthcare: Past, Present and Future, Stroke and Vascular Neurology, 2, 2017.

[11] Verma, L., Srivastava, S., Negi, P.C. A Hybrid Data Mining Model to Predict Coronary Artery Disease Cases Using Non-Invasive Clinical Data, Journal of Medical Systems, 40, 2016.

[12] Ali, L., Niamat, A., Khan, J.A., Golilarz, N.A., Xingzhong, X., Noor, A., Nour, R., An Optimized Stacked Support Vector Machines Based Expert System for the Effective Prediction of Heart Failure, IEEE Access, 7, 2019.

[13] Ali, L., Bukhari, S.A.C. An Approach Based on Mutually Informed Neural Networks to Optimize the Generalization Capabilities of Decision Support Systems Developed for Heart Failure Prediction, IRBM, 42, 2021.

[14] Reddy, G.T., Reddy, P.K., Lakshmanna, K., Rajput, D.S., Kaluri, R., Srivastava, G. Hybrid Genetic Algorithm and a Fuzzy Logic Classifier for Heart Disease Diagnosis, Evolutionary Intelligence, 13, 2019.

[15] Latha, C.B.C.L., Jeeva, S.C. Improving the Accuracy of Prediction of Heart Disease Risk Based on Ensemble Classification Techniques, Informatics in Medicine Unlocked, 16, 2019.

[16] Erdoğan, E., Özyürek, H. Yapay Sinir Ağları ile Fiyat Tahminlemesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 4, 2012.

[17] Aydın, M.R. Yapay Sinir Ağları ile Talep Tahmini: Parekende Sektöründe Bir Uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18, 2019.

[18] Mazanoğlu, K., Kandemir-Mazanoğlu, E.Ç. Çatlaklı Kirişlrin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17, 2017.

[19] Şahin, M., Büyüktümtürk, F., Oğuz, Y. Yapay Sinir Ağları ile Ayınlık Kalitesi Kontrolü, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 13, 2013.

[20] Şentürk, A., Karapınar-Şentürk, Z. Yapay Sinir Ağları ile Göğüs Kanseri Tahmini, El-Cezeri, 3, 2016.

[21] Cui, Z., Ke, R., Pu, Z., Wang, Y. Deep Bidirectional and Unidirectional LSTM Recurrent Neural Network for Network-wide Traffic Speed Prediction, arXiv, 2018.

[22] Fei, H., Tan, F. Bidirectional Grid Long Short-Term Memory (BiGridLSTM): A Method to Address Context-Sensitivity and Vanishing Gradient, Algorithms, 11, 2018.

[23] Zhang, Y., Xiao, F., Qian, F., Li, X. VGM-RNN: HRRP Sequence Extrapolation and Recognition Based on a Novel Optimized RNN, IEEE Access, 8, 2020.

[24] Öztürk, Ö.F., Pashaei, E. Konuşmalardaki Duygunun Evrişimsel LSTM Modeli ile Tespiti, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 12, 2021.

[25] Roy, S.K., Krishna, G., Dubey, S.R., Chaudhuri, B.B. HybridSN: Exploring 3-D–2-D CNN Feature Hierarchy for Hyperspectral Image Classification, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 17, 2019.

[26] Rizvi, S.M.H. Time Series Deep learning for Robust Steady-State Load Parameter Estimation using 1D-CNN, Arabian Journal for Science and Engineering, 47, 2022.

[27] Wang, Q., Guo, A., An Efficient Variance Estimator of AUC and Its Applications to Binary Classification, Statistics in Medicine, 39, 2020.

[28] Hosmer, D.W., Lemeshow, S., Sturdivant, R.X., *Applied Logistic Regression*, John Wiley and Sons, Inc., 2013.

[29] Kıranyaz, S., Avcı, O., Abdeljaber, O., İnce, T., Gabbouj, M., Inman, D.J. 1D Convolutional Neural Networks and Applications: A Survey, Mechanical Systems and Signal Processing, 151, 2021.

[30] Zeroual, A., Harrou, F., Dairi, A., Sun, Y. Deep Learning Methods for Forecasting COVID-19 Time-Series Data: A Comparative Study, Chaos, Solitons and Fractals, 140, 2020.

[31] Wang, S., Hua, G., Hao, G., Xie, C. A Cycle Deep Belief Network Model for Multivariate Time Series Classification, Mathematical Problems in Engineering, 2017, 2017.

[32] Song, X., Liu, Y., Xue, L., Wang, J., Zhang, J., Wang, J., Jiang, L., Cheng, Z. Time-Series Well Performance Prediction Based on Long Short-Term Memory (LSTM) Neural Network Model, Journal of Petroleum Science and Engineering, 186, 2020.

DEPREM BÖLGESİNDE HALK SAĞLIĞI HEMŞİRESİNİN ROL VE SORUMLULUKLARI

Öğr. Gör. Dr, Müjde KERKEZ[1], Dr. Öğr. Üyesi, Canan BİRİMOĞLU OKUYAN[2]

[1] Şırnak Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,0000-0002-6968-9454

[2] Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, 0000-0002-7339-6072

ÖZET

Dünya genelinde artış gösteren afetler, her yıl milyonlarca insanın sağlığını ciddi derecede etkilemektedir. Afetlerin halk sağlığı üzerine, morbidite ve mortalite oranlarının artması, toplumsal faaliyetlerin aksaması, ekonomik, çevresel veya maddi hasara yol açabilecek yaralanmalar, gıda arzının kesintiye uğraması gibi önemli etkileri vardır. Afet sürecinde sınırlı kaynaklar ile zorlu koşullarda çalışan hemşireler, hastane ortamının dışında, toplumun sağlık ihtiyaçlarını sağlamada önemli rol oynarlar. Hemşireler, deprem gibi afetlerin sadece müdahale aşamasında değil, her evresinde afetten etkilenen toplumdaki bireylerin hayatlarını kurtarmak, fiziksel, psikolojik, sosyal ve manevi sağlıklarını korumakla yükümlüdür. Afet sürecinde birçok sağlık personeline önemli görevler düşmektedir. Özellikle acil durum yöneticileri, halk sağlığı, ruh sağlığı ve sosyal alanda çalışan sağlık profesyonelleri afetlerin neden olduğu ölüm, sakatlık, yaralanma ve hastalanma durumlarında aktif rol almaktadır. Halk sağlığı hemşireleri afetler meydana geldiğinde bakım hizmetlerini planlanma, koordine etme, ilk müdahaleyi sağlama, triyaj ve sevk gibi birçok hayati role sahiptirler. Halk sağlığı hemşireleri hayatı tehdit eden riskleri azaltmak için çalışır. Bu nedenle bu derlemede, deprem bölgesinde sunulan sağlık bakım hizmetlerinde halk sağlığı hemşirelerine rehber olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Afetler, afet bölgesinde hemşirelik, halk sağlığı hemşiresi, toplumun güçlendirilmesi.

1. GİRİŞ

Önemli ölçüde yıkıma ve büyük hasara neden olan bir doğa olayı deprem sadece oluştuğu bölgede sınırlı kalmayıp şiddeti nedeniyle çevre ve sağlık sistemini dolayısıyla insan sağlığını önemli ölçüde etkilemektedir [1].

Depremlerin yüksek mortalite ve morbiditesinden etkilenen bölgenin sismotektonik ortamı ve jeoteknik rejimi, afet sonrası dönemdeki hava koşulları, depremin meydana gelme zamanı, etkilenen bölgenin sosyo-demografik özellikleri, kültürel yapısı ve çevrenin yapısal özellikleri gibi birçok faktör sorumludur. Bu faktörler önemli düzeyde sağlık kaygısına neden olur [2]. Türkiye'de 6 Şubat 2023'te meydana gelen depremin etkisi ile 50.000'den fazla insanın öldüğü ve 100.000'den fazla insanın yaralandığı tahmin edilmektedir. Türkiye nüfusunun önemli bir

bölümünü etkileyen deprem geniş bir alanda çok büyük bir hasara yol açarak yaklaşık 1.5 milyon kişinin evsiz kalmasına neden olmuştur [3]. Deprem sonrası ortaya çıkan kayıpları anlık (can kayıpları, iç ve dış kanamayla sonuçlanan ciddi ezilmeler vb.), hızlı (dakikalar veya saatler içinde ortaya çıkan hipovolemik şok veya sert çevresel koşullara maruz kalma sonucu boğulma vb.) veya gecikmeli (dehidratasyon, yara enfeksiyonları vb.) olarak sınıflandırılabilir [1]. Ek olarak deprem hayatta kalanların ruh sağlığı üzerinde de olumsuz etkilere sahiptir [4]. Bu aşamada, afetten etkilenen bölgelerde insanların yeterli gıda kaynaklarına veya sağlık hizmetlerine erişemediği ve diğer sağlık ihtiyaçlarının karşılanamaması gibi birçok olumsuz durumlarla karşılaştıkları belirtilmiştir [5]. Bu faktörler göz önüne alındığında özellikle birçok acil sağlık hizmetinin sunulması için hayati bir rol üstlenen genelde sağlık personellerine özelde ise halk sağlığı hemşirelerine ihtiyaç vardır. Halk sağlığı hemşireleri bilgi, davranış ve görevlerde üst düzey yetkinliğe sahip olmalıdır [6]. Bu derlemenin amacı, depremden etkilenen bölgelerdeki topluma, ihtiyaçları doğrultusunda bütüncül bir yaklaşım sunarak yeterliliklerini geliştirmek ve toplum sağlığı hemşirelerini sağlık hizmeti sunumunda güçlendirmek için bakış açısı sunmaktır.

2. AFETLERDE HALK SAĞLIĞI HEMŞİRELERİ

Afet yönetiminde hemşireler genel olarak önemli rollere sahiptir, ancak halk sağlığı hemşireleri kliniklerde çalışan hemşirelerden farklı olarak yalnızca hasta olan bireye değil çoğunluğu sağlıklı olan birey ya da toplum gruplarına da hizmet sunar. Halk sağlığı hemşireleri afetler meydana geldiğinde bakım hizmetlerini planlanma, koordine etme, triyaj, akut faz bakımı sağlama (ilk müdahale ve yardım sağlama) gibi hayati rollere sahip olup, hayati tehdit eden riskleri azaltmak için çalışır [7]. Afet yönetiminde halk sağlığı hemşireleri; biyopsikososyal bakım, meslekler arası işbirlikçi çalışmalar, savunmasız gruplara öncelik, etkilenen ailelere ev ziyareti, savunuculuk, iletişim, tahliye için güvenli bir yere sevk, sanitasyon, temiz bir çevre ve gerektiğinde hayatta kalanları sağlık tesislerine yönlendirmeleri gibi birçok göreve sahiptir [8]. Halk sağlığı hemşireleri bu görevleri yerine getirirken yerel kültürel değerleri bakım süreçlerine entegre etmeleri gerekir. Kültürel yönler, hemşirelerin bakım verme yeterliliğinde beklenen yüksek kaliteli sağlık hizmetlerine erişimin sağlanmasında önemli bir özelliğidir [9]. Halk sağlığı hemşirelerinin afet yönetiminin hazırlık, yanıt ve iyileşme evlerinde sorumlulukları vardır. Afet yönetimi hemşirelik süreciyle (tanılama, değerlendirme, planlama, uygulama, değerlendirme) ayrı düşünülemez [10]. Bu nedenle halk sağlığı hemşirelerinin afet yönetiminde sorumlulukları bu aşamalar dikkate alınarak değerlendirilecektir (Çizelge 1):

Çizelge 1: Afet Yönetiminde Halk Sağlığı Hemşiresinin Rol ve Sorumlulukları [11,12]

Afetin evresi	Tanılama	Değerlendirme	Planlama	Uygulama	Değerlendirme
Önleme	- Ortaya çıkabilecek afet ve acil durumu önlemek	- Toplumun afet konusunda farkındalıklarının değerlendirilmek	- Toplumun farkındalığını artırmak için eğitim faaliyetlerini planlamak.	- Organize edilen planlar doğrultusunda eğitim uygulamak	- Verilen eğitimlerinin etkililiğini değerlendirmek
Hazırlık	- Afetlere zamanında hızlı ve etkili müdahaleler için hazırlık yapmak	- Afet öncesinde toplumun ihtiyaçlarını değerlendirmek	- Risk haritalarını ülke ihtiyaçları doğrultusunda gözden geçirerek düzenlemek. - Tespit edilen ihtiyaçları gidermek için planlama yapmak. - Diğer ekip üyeleri ile işbirliği içinde risk analizi yaparak güvenlik eksikliklerini belirlemek	- Eğitim ile toplumun bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesini sağlamak, - Acil yardım malzeme stoklarını düzenlenmek, - Arama-kurtarma hizmetlerinin geliştirilmesi için koordinasyonu sağlamak	- Yapılan faaliyetlerin sürdürülebilirliğini değerlendirmek

Yanıt	- Afetten etkilenen bireylere destek sağlamak	- Temel sağlık hizmetleri ihtiyaçları hakkında bilgi edinmek	- Belirlenen ihtiyaçlarının uygun zamanda iletilmesi için planlama yapmak	- Hızlı bir şekilde kurtarma güçleri ile birlikte hayat kurtarma çalışmalarına başlamak, - Triajın sağlanmasında diğer sağlık profesyonelleri ile işbirliği yapmak, - Yaralıların bölgeden tahliye edilmesinde mevcut taşıma araçları, hava koşulları, yolların durumu, afet bölgesi ile hastaneler arasındaki mesafe gibi birçok faktörün göz önünde bulundurulmasını sağlamak, - Barınma, temiz su ve temiz sağlama, bağışıklama hizmetleri, sanitasyon, iletişim, psikolojik destek ve toplumdaki enfeksiyon hastalıklarının erken teşhisinin sağlanması için koordinasyonu sağlamak, - Ölen bireylerin gömülmesi, vektör kaynaklı hastalıklardan korunma ve katı atıkların yok edilmesi gibi çevre sağlığı hizmetlerinin geliştirilmesinde destek olmak.	- Afetten etkilenen bireylere sağlanan tüm uygulamaları değerlendirmek için toplantılara katılmak

İyileşme	- Belirlenen ihtiyaçlar ve sorunlara dayalı olarak müdahaleler gerçekleştiriler ek afetten etkilenen birey ya da toplumun normal yaşamlarına dönmelerini sağlamak	- Afet sonrası toplumların devamlılığını ve iyileşmelerinin sağlanması için multidisipliner işbirliğinin gerekliliğini değerlendirmek	- Gerekli bilgi, beceri ve donanımlar ile uluslararası kabul görmüş standartlara yönelik müdahalelerin planlanmak	- Sağlık modülleri oluşturularak eğitim vermek, - Eğitim oturumlarında ihtiyaç değerlendirilmesi yaparak 'Hijyen ve Sağlık' konulu sağlık eğitimlerini gerçekleştirilmek, Bölgenin dışında destek acil sağlık hizmeti olarak görev yapan sağlık personellerinin eğitilmesinde destek sağlamak, - Su ve sanitasyon standartlarının geliştirilmesi için koordinasyonu sağlamak, - Güvenlik önlemleri yönergeleri hakkında afetten etkilenenleri bilgilendirilmek, - Çevre güvenliği ve koordinasyonun sağlanmasında hükümet ve sivil toplum kuruluşları ile iletişim eksikliğinin giderilmesinde rol almak, - Yetersiz dokümantasyona bağlı sağlık yönetim bilgi sisteminde görülen aksaklıkların ortadan kaldırılması için multidisipliner işbirliğini sağlamak, - Bağışıklama için devlet tarafından sağlanan aşıların denetlenebilirliği ve soğuk zincir yönetiminde görev almak, Enfeksiyonların önlenmesi ve sistemin sürekliliğini sağlamak için bölgedeki temizlik personellerini eğitmek, - Özellikle bulaşıcı hastalıklara karşı sağlık personellerinin de büyük çoğunluğu risk altında	- Toplum sağlığının teşviki ve geliştirilmesi için bölgelere atanan sağlık profesyonelleri hakkında değerlendirme, hükümet ve sivil toplum kuruluşları ile başarılı bir koordinasyon, soğuk zincir ve izleme sistemlerinin işlerliğini değerlendirilmek.

				olduğu için eğitim vermek ve enfeksiyon kontrol protokollerinin izlemek, - Afetten etkilenenlere özelikle anksiyete ve depresyon gibi ruh sağlığı sorunlarıyla baş edebilmek için psikolojik danışmanlık hizmetlerini sağlamak, - Doğum öncesi, doğum sonrası odalarının kurulumunun sağlanması için gerekli hazırlıkların yapılmasında ve multidisipliner bakımın organize edilmesinde görev almak, - Yapılan tüm uygulamalarda afetten etkilenen bireylerin mahremiyet ve gizliliklerinin göz önünde bulundurulmasını sağlamak	

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Halk sağlığı hemşireleri, afetten kurtulanların sağlık hizmetlerine erişebilmelerini sağlamak için yerel yönetim ve diğer paydaşlarla savunma ve koordinasyon becerisine sahip olmalıdır. Bu nedenle hem ulusal hem de uluslararası düzeyde iyi eğitimli ve hazırlıklı hemşirelere ihtiyaç duyulmaktadır. Depremden etkilenen bölgelerde hayatta kalanların ihtiyaçları hızla değiştiğinden, hızlı değerlendirmelerin sürekli olarak yapılması gerekmektedir; hayatta kalanların acil ve uygun tedavi alması ve alanında yetkin halk sağlığı hemşirelerinin bunu sağlayabilmesi bir gerçektir. Bu nedenle alanda çalışan hemşirelerin konuya ilişkin farkındalıklarının arttırılması için eğitimlerin düzenlenmesi, afet sonrası hayatta kalan bireylere verilen sağlık hizmetlerinin bakım sonuçlarına yansımasını ortaya koyan bilimsel çalışmaların yapılması önerilebilir.

KAYNAKÇA

[1] Mavrouli, M., Mavroulis, S., Lekkas, E., and Tsakris, A. (2023). The impact of earthquakes on public health: A narrative review of infectious diseases in the post-disaster period aiming to disaster risk reduction. Microorganisms, 11(2), 419.

[2] Aksu, G. G., and İmrek, Y.(2023). The Earthquake Disaster in Türkiye: A Review from Child and Adolescent Psychiatry Perspective. Duzce Medical Journal.25(1), 6–14.

[3] https://www.ungeneva.org/en/news-media/news/html. (Erişim tarihi: 07/05/2023).

[4] Işıkhan, V. (2021). Afetlere müdahale eden yardım personelini güçlendirme. (2021). Doğal Afetler ve Çevre Derg., 90(312), 399–406.

[5] B. Öney and K. Akman. (2021). Afet Durumlarında Beslenme Hizmetleri. J. Disaster Risk, 5(1), 239–246.

[6] Kuo, C. P., Hsieh, P. L., Chen, H. M., Yang, S. Y., Hsiao, Y. L., and Wang, S. L. (2021). Community health nursing competency and psychological and organizational empowerment of public health nurses: A Cross-Sectional Survey. In Healthcare, 9(8), 993.

[7] Akpınar, N. B., and Ceran, M. (2020). Afetlerle ilgili güncel yaklaşımlar ve afet hemşiresinin rol ve sorumlulukları. Paramedik ve Acil Sağlık Hizmetleri Dergisi, 1(1), 28-40.

[8] Sheppard-LeMoine, D., Aston, M., Goldberg, L., MacDonald, J., and Tamlyn, D. (2021). Empowering public health nurses and community home visitors through effective communication relationships. Nursing Reports, 11(3), 652-665.

[9] Barlow, N. A., Hargreaves, J., and Gillibrand, W. P. (2018). Nurses' contributions to the resolution of ethical dilemmas in practice. Nursing Ethics, 25(2), 230-242.

[10] Sezer, A., Demirbaş, H., and Ergun, A. (2013). Afet yönetiminde halk sağlığı hemşiresinin rol ve sorumlulukları. Florence Nightingale Journal of Nursing, 21(2), 122-128.

[11] Fothergill, A., Palumbo, M. V., Rambur, B., Reinier, K., and McIntosh, B. (2005). The volunteer potential of inactive nurses for disaster preparedness. Public Health Nursing, 22(5), 414-421.

[12] Gulzar, S. A., Faheem, Z. A., and Somani, R. K. (2012). Role of community health nurse in earthquake affected areas. JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association, 62(10), 1083.

YAŞLI BİREYLERDE YAŞAM KALİTESİ, UMUT VE HEMŞİRENİN ROLÜ

Öğr. Gör. Dr, Müjde KERKEZ[1], Dr. Öğr. Üyesi, Canan BİRİMOĞLU OKUYAN[2]

[1]Şırnak Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,- 0000-0002-6968-9454

[2]Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,- 0000-0002-7339-6072

ÖZET

Genel bir kavram ve güçlü bir insan tepkisi olan umut, insanın en önemli bütünleyici özelliklerinden biridir. Umut, bireyin sağlığını korumak ve geliştirmek için sahip olunan önemli bir kaynaktır. Umut duygusu, bireyin güçlü ve güçsüz yanlarının farkında olmasının yanında kronik hastalıkların yönetimi, anksiyete ve depresyon gibi yaşlının sık görülen sağlık sorunlarıyla mücadele etmesinde de yardımcı olabilen, özellikle yaşlanan nüfus bağlamında yaşlı bireyin yaşam kalitesinin artırılmasında çok önemli fakat az tartışılan bir konudur. Yaşlı bireyin bilişsel, duyuşsal ve sosyal çabaları ile inşa edilen güçlü insan tepkilerinden biri olan umut duygusunun olması, yaşlı bireyin daha iyi bir yaşlanma süreci geçirmesi, sağlıklı yaşlanması ve geleceğe yönelik daha olumlu beklentiler içinde olması açısından önemlidir. Umut, yaşlı bireye yaşamı devam ettiği sürece bazı olumlu sonuçlara ulaşılabileceğini gösterir. Umut yaşlı bireyin kendini gerçekleştirmesine olanak sağlar. Bu nedenle bu derleme, yaşlılık sürecinde umut duygusunun yaşlılığa uyum sağlama, sağlıklı yaşlanma sürecinde yaşam kalitesinin artırması konusunda bütüncül bir bakış açısı sunmaktadır. Bütüncül bakım yeterliliğe sahip hemşireler, umut ve iyimser tutumu geliştirerek yaşlı insanların öz yeterliliğin arttırılmasında hayati rol oynar. Sonuç olarak, bu derleme umut kavramının hemşireler tarafından bakım sürecinde kullanılabilirliği ve hemşirelerin yaşlılarda umudu nasıl güçlendirebileceği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hemşire, umut, yaşam kalitesi, yaşlı birey.

1. GİRİŞ

Giderek artan yaşlı nüfus, dünyada hızla ilerleyen en önemli demografik olgulardan biri olup yaşlanma ile birlikte yaşlı bireylere fiziksel zindelikte azalma, vücudun ilaçlara tepkisindeki değişiklikler, emeklilik gibi önemli yaşam olayları ve bakımevinde yaşama, azalan gelir, sosyal desteğin kaybı ve topluma daha az katılım gibi birçok değişiklikler eşlik etmektedir [1]. Heterojen bir grup olarak karşımıza çıkan yaşlı nüfusu dünya nüfusunun yüzde 9.8'ini oluştururken, 2030 yılına kadar yüzde 12'ye çıkması öngörülmektedir [2]. Öte yandan ülkemizde TÜİK 2022 yılı verilerine göre toplam nüfus içindeki 65 yaş ve üzeri nüfus oranı %9.9 olarak belirtilirken 2030 yılında ise yüzde 12.9'a çıkması öngörülmektedir [3]. Yaşlanmayla beraber artan kronik hastalıklar, azalan fonksiyonel yetenekler, sosyo-ekonomik statüde değişiklikler, algılanan yük, kendini değersiz hissetme, günlük yaşam aktivitelerini

yerine getirme durumunun azalması ve bakım ihtiyacının artması gibi pek çok sorun yaşlı bireyin yaşam kalitesini etkilemekte ve yaşlı bireyi savunmasız hale getirmektedir [4]. Bu faktörler karşısında yaşlı birey umudunu koruma görevi ile karşı karşıya kalabilmektedir. Bu süreçte yaşlının bu stresörlerle etkili baş edebilmesi ve yönetebilmesi, yaşam kalitesini artırmak için sağlığını teşvik edici davranışlar geliştirme eğitimlerine önem vermesi, yaşlanma sürecini zarar görmesini önlemede önemli bir adımdır. Bu süreçte anahtar konumunda olan hemşirelere büyük sorumluluklar düşmektedir. Yaşlı bireyin bilişsel, duyuşsal ve sosyal çabaları ile inşa edilen güçlü insan tepkilerinden biri olan umut duygusunun olması, yaşlı bireyin daha iyi bir yaşlanma süreci geçirmesi, sağlıklı yaşlanması ve geleceğe yönelik daha olumlu beklentiler içinde olması açısından önemlidir [5]. Çünkü umut, hayatın devam ettiğini ve bu süreçte bazı olumlu sonuçlara ulaşılabileceğini gösterir [6]. Ayrıca sağlık bakımı uygulamalarında önemli, ileriye dönük ve çok boyutlu olan umut yaşam kalitesini artırmak için önemli bir kaynaktır [7]. Yaşlı bireyin geleceğiyle ilgili yaşadığı belirsizlikleri ve sorunlarla etkili bir şekilde baş etmesini sağlayabilecek umudu desteklemede asıl hedef, yaşam kalitesinin arttırılması ve başarılı bir yaşlanmanın sağlanmasıdır [8]. Bu derlemede umut kavramının hemşireler tarafından bakım sürecinde kullanabilirliği ve hemşirelerin yaşlılarda umudu nasıl güçlendirebileceği vurgulanmaktadır.

2. UMUDUN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

Umut, çeşitli disiplinlerde incelenen ortama bağlı olarak değişen karmaşık bir olgudur. Umut, hedeflere uygulanabilir yollar geliştirmeyi, hedeflerin önündeki engelleri tahmin etme ve hedef planlamayı başarılı bir şekilde kullanmak için gerekli enerjiyi üretme ve sürdürme becerisi olan olumlu bir motivasyon durumudur [6-8]. Umut, bireyin iyimserliği ve öz yeterliliği ile ilişkilidir. Bu bağlamda umut çok yönlü, ileriye dönük ve gerçekçidir. Dolayısıyla yüksek umut seviyelerinde, insanlar hedeflerine ulaşmayı ve başarıyı deneyimlemeyi bekler. Literatürde incelendiğinde umut, altı farklı boyutta tanımlanmıştır:

Bilişsel boyut: Düşünce, fikir, arzu, beklenti ve hedefleri içerir, ayrıca bireyin öğrenmesi ve başa çıkmasında temel yapı taşını oluşturur. Bireyi amaca götüren yolları planlamasını sağlayan motivasyonel durumdur. Bu süreç bireyin yaşamda ulaşmak istediği yollara nasıl ulaşılacağını anlama konusunda temel bir başlangıçtır [11].

Duygusal boyut: Hem olumlu bir sonucun mümkün olduğuna duyulan güven hem de gelecekle ilgili belirsizlik umuttaki merkezi duygulardır. Bu durum umudun farklı duyguları içermesi ile ilişkilidir [12].

Davranışsal Boyut: Bireyin hangi eylemlerde bulunduğu ve talepleri karşılamak için elindeki kaynakları hissedebilme derecesiyle ilgilidir. Bu nedenle umutta enerji vardır ve umutlu bir kişi, umudu yaşamayan birinden daha iyi hissedebilir ve hareket edebilir [11].

*İlişkisel Boyut: K*işilerarası ilişkilerin önemini vurgular. Bu boyut bireyin maneviyatı, dini veya diğer insanlarla iyi ilişkiler içerisinde olması ile ilgilidir [13]

Zaman Boyutu: Bireyin kişinin gelecekte bir şeyler başarabilme beklentisidir ve umut için temeldir [14].

Bağlamsal Boyut: Bireyin yaşamını etkileyen çevresel değişiklikler olup bireyin sağlığını tehdit eden bir durumda çevresini nasıl deneyimlediği çok önemlidir [15].

Bu boyutlar göz önüne alındığında umudun, kalıtımsal bir faktör olmadığı, süreç içerisinde öğrenmelerden etkilendiği görülmektedir. Dolayısıyla düşük umut düzeyine sahip kişiler negatif bir duyguya sahiptirler ve amaca ulaşma odaklı çabalarında duygu karmaşası yaşarlar. Ayrıca karşılaştıkları sorunlara başka çözümler düşünemedikleri için bu engelleri aşmakta zorlanabilirler ve mücadeleden vazgeçebilirler [16]. Umudu yüksek olan bireyler, hedeflere ulaşma sürecinde başarıya odaklanırlar ve pozitif duygunun yanı sıra mücadele duygusuna da sahiptirler [17].

2. 1. Yaşlı Bireyler İçin Umudun Önemi

Yaşlanma biyolojik, fizyolojik, sosyolojik ve psikolojik gerilemelere neden olan yaşam boyu devam eden bir süreçtir [18]. Erikson'un psikososyal gelişim kuramına göre son aşama olan yaşlılık dönemi, benlik bütünlüğüne karşı bir umutsuzluk dönemidir. Yaşlı bu dönemde yaşam serüvenini gözden geçirerek bir değerlendirme yapmaktadır ve olumlu bir değerlendirme bireyin yaşam doyumu arttırır. Olumsuz bir değerlendirmede ise hayatından zevk almaz, bunalıma girer ve umutsuzluğa düşer [19]. Yaşlı bireyler birbirinden farklı özellikleri nedeniyle heterojen bir grup oluşturduklarından sunulan hizmetlerin temel hedefi her şeyden önce kaliteli bir yaşam sürdürmelerine olanak sağlamalıdır [20]. Yaşlı bireylerin yaşam kalitelerinin geliştirilmesinde, ihtiyaçları doğrultusunda, bireye özgü geliştirilmiş bir bakımla desteklenmeleri önemlidir [21]. Böylece yaşlı bireyin sağlıklı yaşlanma sürecine destek sağlanabilir. Sağlıklı yaşlanma, yaşlı bireyin yaşlanma sürecinde fiziksel, sosyal ve psikolojik iyilik düzeyine ulaşması olarak tanımlanmaktadır [22]. Yaşamın gözden geçirilmesi, beden imajındaki değişiklikler, yalnızlık, aile kaybı ve değişen roller ve görevler, yaşlandıkça meydana gelen psikolojik değişikliklerdir [23]. İnsanlar geriye bakıp başarılı yaşlanma süreci geçirmiş bir geçmiş gördüklerinde kendilerini daha tatmin olmuş, huzurlu ve kendileriyle bütünleşmiş hissederler. Başarısız olacağına inanan, yapmak istediklerini erteleyebilecekleri başka bir yaşam süresi olmayan yaşlılar, son günlerini çaresizlik, umutsuzluk ve hayal kırıklığı içinde geçirirler. Bu insanlar sıklıkla algıladıkları eksikliklerini, hayal kırıklıklarını ve öfkelerini çevreye yansıtırlar [24,25]. Literatürde genel olarak yaşlı bireyler için umut; psikolojik iyi oluş, algılanan sağlık, yaşam kalitesi ve yüksek benlik saygısı ile ilişkiliyken, umutsuzluk ise düşük benlik saygısı, geleceğe yönelik karamsarlık, yalnızlık, hayatın anlamını yitirme ve depresyon ile ilişkili olduğu görülmektedir [24-28] Hemşireler tarafından bakım sürecine entegre edilen umuda dayalı müdahaleler, yaşlı insanların öz yeterliliğini ve algıladıkları kontrolü artırabilir. Öte yandan, yetersizlik stresi artırırken, yaşlılara aşılanan iyimserlik ya da pozitif duygular, farkındalığı artırabilir ve geleceğe yönelik pozitif bakış açısını artırabilir [29].

3. UMUDU GÜÇLENDİRME VE HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARI

Hemşireler, yaşamları boyunca umut ve iyimser tutumu geliştirerek sağlıklı veya hasta bireylerin bakımında hayati bir rol oynamaktadır [30]. Özellikle yaşın ilerlemesiyle azalan umut yaşlı bireyin ruhsal iyilik halini ve yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir[31]. Umut düzeyi yüksek olan yaşlı bireylerin kendini gerçekleştirme duygusu yaşamlarına yön verecektir. Böylece yaşlı bireylerin bakım süreçlerinde kullanılabilecek terapötik ilişki, öz bakım becerilerinin geliştirilmesi, anlam arayışını kolaylaştırmak ve desteklemek yaklaşımlar yaşlı bireylerin daha iyi bir yaşlılık dönemi geçirmesi ve başarılı yaşlanma sürecine kolaylık sağlayabilir [29].

Terapötik ilişki: Yaşlı bireyin fiziksel, duygusal, sosyal ve ruhsal boyutlarının bütüncül olarak değerlendirilmesini içerir. Buna göre yaşlı bireyin anlam deneyimleri, yaşam sevinci gibi deneyimler sadece duygusal boyutu etkilemez aynı zamanda beden-akıl-ruh bütünlüğünü de etkiler. Hemşireler yaşlı bireylerle konuşmaya zaman ayırmalı, yöneltilen sorulara cevap vermeli, pozitif ve dürüst davranışlar göstermeli, içten ve samimi konuşmalıdır. Yaşlı bireyin geçmişteki başarılı tecrübeleri hatırlaması için olanak sağlayarak yalnız olmadığı duygusunu hissettirmeli ve başarısızlıklarının yeniden tanımlanmasına olanak sağlayarak korkularını giderilmelidir. Böylece halk sağlığı hemşireleri tarafından sağlanan terapötik ilişki ile yaşlı bireyin sağlık ve esenliğini arttırabilirler, geleceğe ilişkin beklentilerinde umut duygusunu güçlendirebilirler [26].

Öz bakım becerilerinin geliştirilmesi: Hemşireler tarafından yaşlı bireylerin sağlığına yönelik eğitimler verilmesi ve yaşam becerilerinin güçlendirilmesi aktivitelerini kapsar. Kişisel gelişimi desteklenen yaşlı bireyin bu sayede etkili baş etme becerileri ile geleceğe ilişkin umutsuzluk düzeyleri azaltılabilir. Başarabileceğine inanan yaşlı birey kendi sağlık ve çevresi üzerinde kontrolünün artmasına ve sağlığı destekleyen seçimler yapmasına olanak sağlayabilir [32].

Anlam Arayışını Kolaylaştırmak ve Desteklemek: Hemşireler yaşlı bireyin benzersiz bir kişi olarak kabul edilebileceği, hoş karşılanabileceği ve saygı duyulabileceği bir ilişki sunarak hastaların anlam arayışını kolaylaştırabilir ve destekleyebilir. Böylece yaşlı bireyin kendini özgür ve rahat hissettiği bir güven alanı oluşturabilir. Anlam bulmak, kişinin kim olduğunu ve neden hayatta olduğunu bilmekle ilgilidir. Bireyin hayattaki değerler ve iyi şeylerle ilgili deneyimleri anlam kaynaklarıdır ve aynı zamanda bir bağlantı duygusunu geliştirebilir ve umut düzeyi arttırılabilir [33].

Mikro, mezzo ve makro düzey uygulamalar: Hemşireler yaşlı bireyin arkadaşları, ailesi veya topluluk grupları ile sosyal destek ağlarını geliştirerek iyi ilişkiler kurmasını sağlayabilir. Bu doğrultuda; akran destek grubu, dua ve manevi destek faaliyetleri, fiziksel aktiviteler ile geleceğe yönelik planlar yapması kolaylaştırılabilir. Yaşlı bireye sunulan duygusal ve sosyal destekle sorumlulukların paylaşılmasına, yaşamın anlamının artmasına olanak sağlayabilir. Ayrıca sunulan bu hizmetler ile umudu bulmalarına katkıda bulunularak başa çıkmayı ve zihinsel sağlığı geliştirebilirler [34].

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Son zamanlarda umut kavramı dünyada oldukça çok tartışılmakta ve yaşlı bireylerin başarılı yaşlanma sürecinde önemi vurgulanmaktadır. Mevcut veriler, umudun kişisel yetenek duygusuna, psikolojik esenliğe ve hayatın anlamına dair iyi bir yargıya dayandığını ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, hemşirelerin yaşlı bireylerin sağlığının teşviki ve geliştirilmesinde umut temelli yaklaşımları bakım süreçlerine entegre etmesi önerilebilir.

KAYNAKÇA

[1] Eskelinen, K., Hartikainen, S., and Nykänen, I. (2016). Is loneliness associated with malnutrition in older people?. International Journal of Gerontology, 10(1), 43-45.

[2] https://www.aa.com.tr/tr/dunya/dunyada-65-yas-ustu-nufus_html (Erişim tarihi: 16 Mayıs 2023).

[3] https://data.tuik.gov.tr/html. (Erişim tarihi: 15 Mayıs 2023).

[4] Nikkhah, M., Heravi-Karimooi, M., Rejeh, N., Nia, H,Ş. and Montazeri, A. (2017). Measuring quality of life in elderly populations: a review of instruments used, Payesh Health Monit., 16(3), 303–314. http://payeshjournal.ir/article-1-104-en.html (Erişim tarihi: 26 Mayıs 20203)

[5] Puvill T, Lindenberg J, Gussekloo J, de Craen AJM, Slaets JPJ, and Westendorp RGJ (2016) Associations of various health-ratings with geriatric giants, mortality and life satisfaction in older people. PLoS ONE 11(9): e0163499.

[6] Gök, F. A., and Özdemir, E. A. (2020). Sosyal hizmet uygulamalarında "Umut". Toplum ve Sosyal Hizmet, 31(2), 604-617.

[7] Ahmadboukani, S., Fathi, D., Karami, M., Bashirgonbadi, S., Mahmoudpour, A., and Molaei, B. (2023). Providing a health-promotion behaviors model in elderly: Psychological capital, perceived social support, and attitudes toward death with mediating role of cognitive emotion regulation strategies. Health Science Reports, 6(1), e1020.

[8] Erol, S. (2021) Yaşlı Kadın Sağlığı. Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 73-86.

[9] Pleeging, E., van Exel, J., and Burger, M. (2022). Characterizing hope: An interdisciplinary overview of the characteristics of hope. Applied Research in Quality of Life, 17(3), 1681-1723.

[10] Milona, M. (2020). Discovering the virtue of hope. European Journal of Philosophy, 28(3), 740-754.

[11] José Antônio Spencer Hartmann, J., de Farias Fernandes, A. L. A., de Medeiros, A. G. A. P., de Vasconcelos, C. A. C., Pinheiro, K. S. C. B., de Amorim, L. L. L., de Queirogab, M.F.S., da Cruzb, M.R.C., de Araujo, R.C.T., and Neto, M. L. R. (2018). Hope as a behavior and cognitive process: A new clinical strategy about mental health's prevention. Medicine, 97(36)..

[12] Belen, H. (2021). Investigating the Association between Hope and Emotional Intelligence on University Students. Kastamonu Eğitim Dergisi, 29(4), 185-193.

[13] Dargan, S., MacDonald, K. B., & Schermer, J. A. (2021). Exploring locus-of-hope: Relational tendencies, self-esteem, attachment, and gender. Behavioral Sciences, 11(9),

120.
[14] Hernandez, S. C., and Overholser, J. C. (2021). A systematic review of interventions for hope/hopelessness in older adults. Clinical gerontologist, 44(2), 97-111.
[15] Dağlı, B., and Arslan, A. A. (2020). Temsiller Bağlamında Umut Kavramı. Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi, 26(44), 1-9.
[16] Huen, J. M., Ip, B. Y., Ho, S. M.,and Yip, P. S. (2015). Hope and hopelessness: The role of hope in buffering the impact of hopelessness on suicidal ideation. PloS one, 10(6), e0130073.
[17] Artıran, M.,and Şeker, A. (2020). Otomatik düşüncelerin yordayıcılığı: umut ve umutsuzluk farkı. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 19(73), 36-47.
[18] Skapucu, S., and Ünver, G. (2017). Kırılgan yaşlı ve hemşirelik Bakımı/Fragile elderly and nursing care. Osmangazi Tıp Dergisi, 39(1), 122-129.
[19] Erikson, E.H., Erikson, J.M. and Kivnick, H.Q. (1986) Vital Involvement in Old Age. W.W. Norton / Company, New York.
[20] Kim, E. S., Tkatch, R., Martin, D., MacLeod, S., Sandy, L., and Yeh, C. (2021). Resilient aging: Psychological well-being and social well-being as targets for the promotion of healthy aging. Gerontology and geriatric medicine, 7, 23337214211002951.
[21] Gonot-Schoupinsky, F., Garip, G.,and Sheffield, D. (2022). The engage-disengage model as an inclusive model for the promotion of healthy and successful aging in the oldest-old. Activities, Adaptation & Aging, 46(2), 159-181.
[22] Özdemirkan, T., Şenlik, Z. B., and Şimşek, A. Ç. (2020). Sağlıklı aktif başarılı yaşlanma. Turkey Health Literacy Journal, 1(1), 51-57.
[23] Martin-Maria, N., Lara, E., Cresswell-Smith, J., Forsman, A. K., Kalseth, J., Donisi, V., .and Miret, M. (2021). Instruments to evaluate mental well-being in old age: a systematic review. Aging & mental health, 25(7), 1191-1205., doi: 10.1080/13607863.2020.1774742.
[24] Taghiabadi, M., Kavosi, A., Mirhafez, S. R., Keshvari, M., and Mehrabi, T. (2017). The association between death anxiety with spiritual experiences and life satisfaction in elderly people. Electronic physician, 9(3), 3980.
[25] De Leo, D. (2022). Late-life suicide in an aging world. Nature Aging, 2(1), 7-12. doi: 10.1038/s43587-021-00160-1.
[26] Erci, B., Yılmaz, D., and Budak, F. (2017). The power of self-care in elderly and life satisfaction hope levels effect. J Psych Nurs, 8(2), 72-76.
[27] Şahin, N. E., and Özçetin, Y. S. Ü. (2020). Huzurevinde yaşayan yaşlı bireylerin yaşam doyumu ve umutsuzluk düzeyi. Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 13(2), 167-176.
[28] Sarin, K., Punyaapriya, P., Sethi, S., and Nagar, I. (2016). Depression and hopelessness in institutionalized elderly: A societal concern. Open Journal of Depression, 5(03), 21.,
[29] Zarzycka, B., Śliwak, J., Krok, D.,and Ciszek, P. (2019). Religious comfort and anxiety in women with cancer: The mediating role of hope and moderating role of religious struggle. Psycho-Oncology, 28(9), 1829-1835.
[30] Kalyoncuo, S., and Kartın, P. T. (2021). Aktif yaşlanma ve hemşirelik bakımı. ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 8(1), 26-32.

[31] Li, Y., Ni, N., Zhou, Z., Dong, J., Fu, Y., Li, J., and Peng, X. (2021). Hope and symptom burden of women with breast cancer undergoing chemotherapy: A cross-sectional study. Journal of Clinical Nursing, *30*(15-16), 2293-2300.

[32] Sak, G., Rothenfluh, F., and Schulz, P. J. (2017). Assessing the predictive power of psychological empowerment and health literacy for older patients' participation in health care: a cross-sectional population-based study. BMC geriatrics, 17(1), 1-15.

[33] Long, K. N., Kim, E. S., Chen, Y., Wilson, M. F., Worthington Jr, E. L., and VanderWeele, T. J. (2020). The role of hope in subsequent health and well-being for older adults: An outcome-wide longitudinal approach. Global Epidemiology, 2, 100018.

[34] Sümen, A. Toplum temelli halk sağlığı hemşireliği uygulamaları için bir model: Müdahale çarkı. Halk Sağlığı Hemşireliği Dergisi, 3(1), 64-78.

KAHKAHA YOGASININ KADIN SAĞLIĞINDA KULLANIMI

Arş.Gör.Dr., ÖZGE TOPSAKAL [1]

[1] Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, 0000-0003-2443-6397

ÖZET

Doktor Kataria tarafından uygulanmaya başlanan kahkaha yogasının sağlığa olumlu etkileri her geçen gün çalışmalarla desteklenmektedir. Ağrı yönetimi, yorgunluk, anksiyete ve depresyon gibi pek çok alanda çalışılan kahkaha yogasının kullanım yelpazesi giderek artmaktadır. Kadınlar biyolojik farklılıklarından dolayı erkeklere oranla daha fazla sağlık sorunları ile karşılaşma riski taşımaktadır. Bunlar premenstrual sendrom, dismenore, gebelik semptomları, postpartum depresyon, postmenopozal vazomotor semptomlar ve infertilite gibi geniş durumları kapsamaktadır. Bu derlemenin amacı kahkaha yogasının kadın sağlığı alanında etkilerinin incelenmesidir. Araştırma sistematik inceleme olarak Nisan-Mayıs 2023 tarihleri arasında yapılmıştır. PubMed, Medline, Science Science Direct, Scopus, ProQuest kullanılarak son 15 yılda yayınlanan orijinal araştırmalar için kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Bu derlemede arama strajesinde, “laughter yoga” “laughter therapy” ve “women” kelime kombinasyonları kullanılmıştır. Taramada elektronik veritabanları üzerinden 210 çalışma belirlenmiş ve çalışma kriterlerine uyan 10 araştırma senteze dahil edilmiştir. Çalışmalarda kahkaha yogasının ileri yaş kadınlarda anksiyete ve depresyonu azalttığı, postpartum dönemde immüniteyi artırma ve yorgunluğu azaltmada etkili olduğu ve infertil kadınlarda anksiyete ve stresi azalttığı bulunmuştur. Kahkaha yogasının kadın sağlığını geliştirmede etkili olduğu ve bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu saptanmıştır. Özellikle kadın yaşam döngüsü içinde de cinsiyete özgü yaşadığı sağlık sorunlarında kahkaha yogasının kullanımı kadın sağlığını geliştirmede ve yaşam kalitesinin artırılmasında önem taşınmaktadır. Kadın sağlığı alanında çalışan sağlık profesyonellerinin bu konuda farkındalıklarının artırılması için çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: “Kahkaha yogası”, “Kadın sağlığı”, “Kadın”

USE OF LAUGHTER YOGA IN WOMEN'S HEALTH

The positive effects of Laughter yoga, which was started to be practiced by Doctor Kataria, are supported by studies day by day. The range of use of laughter yoga, which has been studied in many areas such as pain management, fatigue, anxiety and depression, is increasing. Because of their biological differences, women are more at risk of encountering health problems than men. These include broad conditions such as premenstrual syndrome, dysmenorrhea, pregnancy symptoms, postpartum depression, postmenopausal vasomotor symptoms and infertility. The purpose of this review is to examine the effects of laughter yoga on women's health. The research was conducted between April and May 2023 as a systematic review. A comprehensive literature review was conducted for original research published in the last 15 years using PubMed, Medline, Science Science Direct, Scopus, ProQuest. In this review, the word combinations "laughter yoga", "laughter therapy" and "women" were used in the search strategy. In the search, 210 studies were determined through electronic databases and 10 studies that met the study criteria were included in the synthesis. Studies have found that laughter yoga reduces anxiety and depression in older women, is effective in increasing immunity and reducing fatigue in the postpartum period, and reduces anxiety and stress in infertile women. It has been determined that laughter yoga is effective in improving women's health and more studies are needed on this subject. The use of laughter yoga, especially in women's gender-specific health problems in their life cycle, is important in improving women's health and increasing the quality of life. Studies are needed to increase the awareness of health professionals working in the field of women's health.

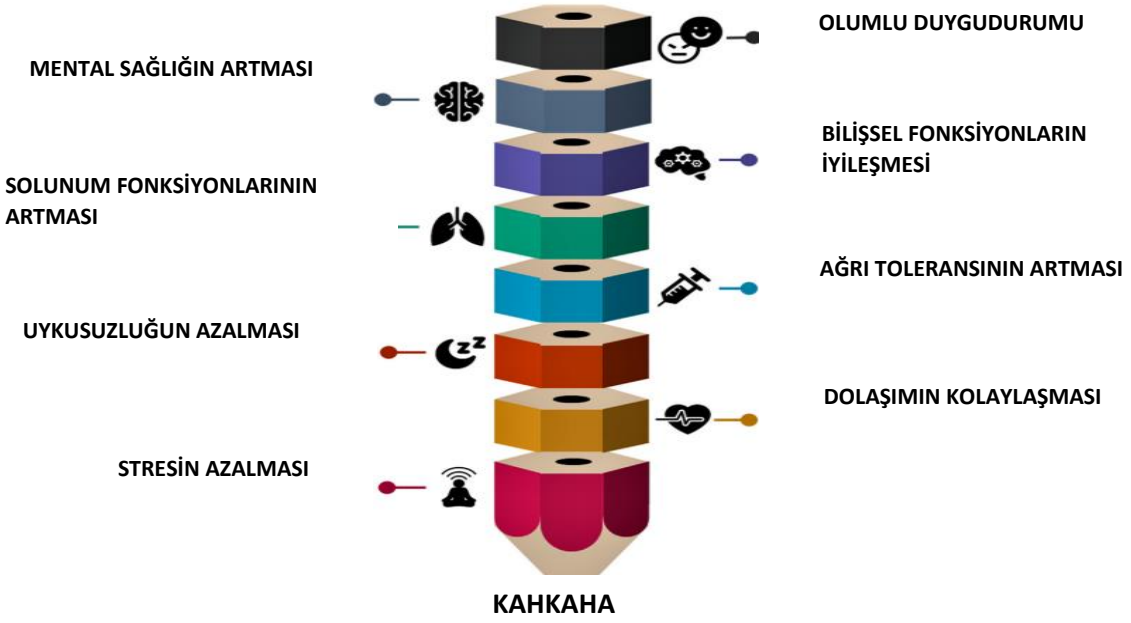
Keywords: "Laughter yoga", "Women's health", "Women".

1. GİRİŞ

Hayatımızın doğal bir parçası olan kahkaha, mizahi bir uyarana karşı verdiğimiz evrensel bir tepkidir. Bir tıp doktoru ve eşinin (yoga eğitmeni) kahkaha ile yoga ve nefes egzersizlerini birleştirerek oluşturduğu terapi yöntemi günümüzde “kahkaha yogası” olarak yaygın bir kullanım alanı bulmuştur (Özer ve Ateş 2021, Öztürk ve Tezel 2021). Uygulamada kahkaha çeşitli ısınma egzersizleri ile stimüle edilerek gerçek ve bulaşıcı bir kahkahaya dönüşmektedir. Böylece vücut bu durumda gerçek kahkahaya verdiği tepkileri göstermektedir (Öztürk ve Tezel 2021).

Kahkahanın fizyolojisini araştıran ve sağlık üzerine etkilerini ortaya koyan ilk bilim insanı Dr.William Fry olarak belirtilmektedir. Daha sonra İmmünolog Dr. Lee Berk hormonların düzenlenmesinde kahkahanın etkilerini incelemiş, Kardiyoloji alanında Dr. Michael Miller; kahkaha ile kan damarlarının sağlıklı fonksiyon göstermesi arasında bağlantı kurmuştur. Hintli

doktor Dr. Madan Kataria ise kahkahanın etkilerini kendisi ve çevresindekiler üzerinde denemeye başlayarak 1995 yılında "kahkaha yogasını" geliştirilmiştir. (Öztürk ve Tezel 2021). Yapılan görüntüleme çalışmalarında, beynin amigdala, hipotalamus, temporal ve serebellar bölgelerini kahkaha sırasında aktif çalıştığı bulunmuştur. Bununla birlikte kahkaha bilişsel



Görsel 1. Kahkaha Yogasının Potansiyel Faydaları

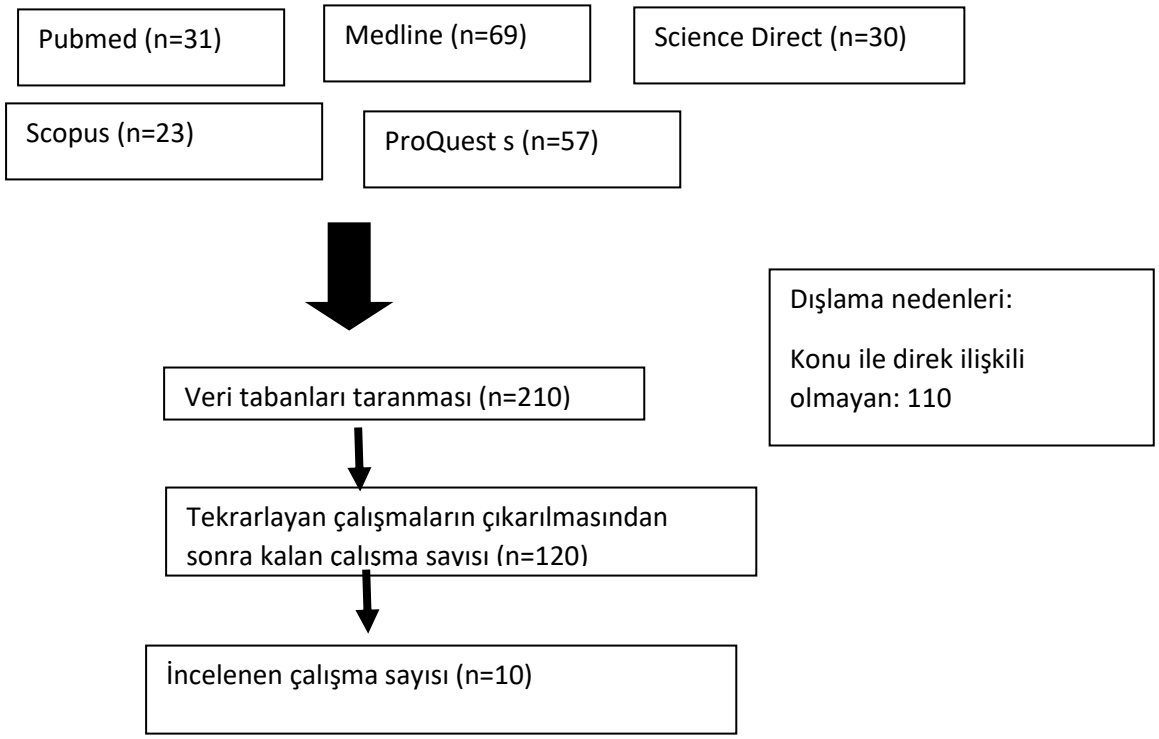
(Kaynak: Akimbekov, N. S., & Razzaque, M. S. (2021). Laughter therapy: A humor-induced hormonal intervention to reduce stress and anxiety. Current research in physiology, 4, 135-138.)

motor ve duygusal alan olmak üzere üç nöral kontrol bileşene sahiptir. Bilişsel alan uyaranları almakta, motor alan kahkaha esnasında kas hareketi ile mimik oluşturmakta ve duygusal alan ise mutluluğu rasyonelize etmektedir (Özer ve Ateş 2021). Kahkaha yogasının sağlık üzerine olan potansiyel faydaları Görsel 1'de özetlenmiştir. Birçok faydası bulunan kahkaha yogasının kullanım alanları da giderek artmaktadır. Yapılan çalışmalarda kahkaha yogasının kardiyoloji, onkoloji, psikiyatri ve immünoloji alanlarında kullanıldığı sağlık üzerinde olumlu etkileri olduğu kanıtlanmıştır (Öztürk ve Tezel 2021).

Kadınlar biyolojik yapıları gereği erkeklerden çok farklı bir yaşam döngüsüne sahiptir. Bu yaşam döngüsü içerisinde pek çok hastalık riskiyle karşılaşmaktadır. Özellikle üreme çağının başlaması ile postmenopozal sürece kadar kadınlar premenstrual sendrom, dismenore, infertilite, gebelik komplikasyonları, postpartum depresyon ve postmenopozal vazomotor semptomlar gibi cinsiyete özgü sağlık problemleriyle karşılaşmaktadırlar (Takeda 2010). Kahkaha yogasının fizyolojik avantajlar ve sosyal fonksiyonlarda iyileşme sağlaması uygulanmasının kolay ve pratikliği nedeniyle kadın sağlığını geliştirmede kullanımın yaygınlaşması önem taşımaktadır. Bu nedenle planlanan bu çalışma ile kahkaha yogasının kadın sağlığı alanında etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. METOD

Araştırma kahkaha yogasının kadın sağlığına etkilerini inceleyen nicel bir sistematik derlemedir. Çalışmad PubMed, Medline, Science Direct, Scopus ve ProQuest veri tabanları kullanılarak son 15 yılda yayınlanan orijinal araştırmalardan elde edilen sonuçlar PRISMA kriterlerine göre rapor edilmiştir. Veri tabanlarından tarama yapılırken "laughter yoga" "laughter therapy" ve "women" kelime kombinasyonları kullanılmıştır. Taramada elektronik veritabanları üzerinden 210 çalışma belirlenmiş ve çalışma kriterlerine uyan 10 araştırma senteze dahil edilmiştir (Görsel 2).



Görsel 2. Derleme İçin Seçilen Çalışmaların Akış Şeması

3. BULGULAR

Çalışmanın bulguları incelenen çalışmalarda yer alan katılımcıların özellikleri, kahkaha yogasının zamanı ve sıklığı ve kadın sağlığı üzerinde çalışıldığı alanlar başlıkları altında sunulmuştur (Çizelge 1).

3.1. Katılımcı Özellikleri

Kahkaha yogasının kullanıldığı kadın sağlığı alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde postpartum dönemde olan kadınlarda (Shin ve ark 2011, Ryu ve ark 2015), obez kadınlarda (Lee ve Hyun 2018), orta ve ileri yaş depresyonlu kadınlarda (Shahidi ve ark 2011, Cha ve Hong 2015, Armat ve ark 2022) menapoz döneminde olan kadınlarda (Cha ve ark 2012) infertil kadınlarda (Chung 2011, Kiyak ve Kocoglu-Tanyer 2021) yapıldığı saptanmıştır.

3.2. Kahkaha Yogasının Zamanı ve Sıklığı

Çalışmalarda kahkaha yogasının farklı süre ve sıklıklarda uygulandığı belirlenmiştir. Seansların 4-16 kez, uygulama süresinin ise 15-90 dakika arasında değiştiği bulunmuştur. Kahkaha yogasının aşamalı gevşeme egzersizi ve destekleyici hemşirelik bakımı ile birleştirilerek uygulandığı çalışmalara rastlanmıştır.

3.3. Kahkaha Yogasının Kadın Sağlığı Üzerinde Çalışıldığı Alanlar ve Etkileri

Yapılan çalışmalar incelendiğinde postpartum dönemde gerçekleştirilen bir çalışmada yorgunluk seviyesini azalttığı (Shin ve ark 2011) diğer çalışmada bağışıklığı olumlu etkilediği (Ryu ve ark 2015) bulunmuştur. Kahkaha yogasının ileri yaş ve depresif kadınlarda stresi azaltıp yaşam doyumunu artırdığı (Shahidi ve ark 2011), orta yaş kadınlarda serotonin seviyesini artırdığı (Cha ve Hong, 2015), menapoz döneminde iyimserlik ve benlik saygısını artırıp, depresyonu azalttığı gösterilmiştir (Cha ve ark 2012).İnfertil kadınlarda stresi azalttığı (Chung 2011, Kiyak ve Kocoglu-Tanyer 2021) ancak tedavi sonuçlarını etkilemediği bulunmuştur.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmalarda kahkaha yogasının genel sağlık üzerinde pek çok faydası olduğu görülmektedir. Bununla birlikte yaşam döngüsü içinde de cinsiyete özgü yaşadığı sağlık sorunlarıyla karşı karşıya kalan kadınların sağlığını geliştirmede etkili olduğu ve bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu saptanmış olup kadın sağlığı alanında çalışan sağlık profesyonellerinin farkındalıklarının artırılması için çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çizelge 1. İncelenen Çalışmaların Özellikleri

Araştırmanın Yeri ve Makalenin Dili	Katılımcı Özellikleri ev Amaç	Araştırma Tipi	Değerlendirme Kullanılan Ölçütler	Uygulama ve Bulgular	Yazar-yıl
Kore, Korece	67 pospartum dönemde olan kadın Kahkaha terapisinin doğum sonrası kadınların yorgunluk ve stres tepkileri üzerindeki etkilerini incelemek	Eşdeğer olmayan kontrol gruplu senkronize olmayan deneysel tasarım	Doğum sonrası yorgunluğu öz değerlendirme formu, Anne sütünde kortizol düzeyi	Deney grubu bir kahkaha terapisi uzmanından haftada 2 gün 60 dakika olmak üzere 2 hafta boyunca toplam 4 seans kahkaha terapisi almıştır. Deney grubunun postpartum yorgunluk düzeyi kontrol grubundan düşük çıkmıştır.	Shin ve ark 2011
İran, İngilizce	60-80 yaş aralığında depresif kadınlar Kahkaha grubu (n=23), egzersiz grubu (n=23), kontro grubu (n=24) Kataria'nın Kahkaha Yogası ve grup egzersiz terapisinin depresyonu	Randomize kontrollü çalışma	Geriatrik depresyon ölçeği Yaşam Doyumu Ölçeği	Kahakaha yogası 10 seans uygulanmıştır. Egzersiz grubuna jogging ve esneme egzersizlerini içeren 10 seans aerobik grup egzersiz programı uygulanmıştır. Kahkaha Yogasının yaşlı depresif	Shahidi ve ark 2011

	azaltmadaki ve yaşam doyumunu artırmadaki etkinliğini karşılaştırmak			kadınlarda depresyon ve yaşam doyumunu iyileştirmede en az egzersiz programı kadar etkili olduğu bulunmuştur.	
Kore, İngilizce	40 infertil kadın Deney (n=20) Kontrol (n=20) Kahkaha yogasının infertil kadınların infertilite stresi ve durumluk anksiyete durumları üzerine etkisinin araştırmak	Deney kontrol gruplu deneysel tasarım	İnfertilite Stres Ölçeği Durumluk anksiyete ölçeği	Uygulamaya ait veri yok Uygulama sonrası deney grubunun stres ve anksiyete skorları kontrol grubundan anlamlı düzeyde düşük çıkmıştır.	Chung 2011
Kore, Korece	57 menapoz döneminde olan kadın Deney (n=28) Kontrol (n=29) Kahkaha yogasının menapoz döneminde olan kadınlarda iyimserlik, özgüven ve depresyon düzeylerine etkisini incelemek	Yarı deneysel tasarım	İyimserlik Benlik saygısı Depresyon	Haftada 5 kez iki hafta kahkaha yogası Kahkaha yogasının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde iyimserlik ve benlik saygısını artırdığı depresyonu azalttığı saptanmıştır.	Cha ve ark 2012
Kore, Korece	64 orta yaş kadın Kontrol (n=14)	Yarı deneysel tasarım	Serotonin seviyesi Yaşam kalitesi	Haftada 5 kez iki hafta kahkaha yogası	Cha ve Hong, 2015

	Deney (n=50, depresyon düzeylerine göre üç gruba ayrılmış) Kahkaha terapisinin orta yaşlı kadınlarda serotonin düzeylerini, yaşam kalitesini ve depresyonu nasıl etkilediğini incelemek		Depresyon düzeyi	Serotonin en fazla şiddetli depresyonu olan deney grubunda 10. müdahaleden sonra artış göstermiştir. Kahkaha yogasını depresyon üzerindde doğrudan etkisi bulunamamıştır.	
Kore, İngilizce	76 pospartum dönemde olan kadın Deney (n=38) Kontrol (n=38) Doğum sonrası kadınlarda kahkaha terapisinin salgısal IgA (sIgA) üzerindeki etkilerini incelemek	Yarı deneysel tasarım	Anne sütünden IgA (3 ml)	Her seans 60 dakika, haftada iki kez, 2 hafta, toplam dört seans kahkaha yogası Deney grbunun Ig A değeri başlanıçta 784.92 mg/dL uygulama sonrası 486.84 mg/dL bulunurken , kontrol grubunun başlangıçta 772.72 uygulama sonrası 213.39 mg/dl bulunmuştur.	Ryu ve ark 2015
Kore, Korece	60 obez kadın Deney (n=24) Kontrol (n=26)	Eşdeğer olmayan kontrol gruplu pretest posttes deneysel tasarım	Algılanan stres, psikolojik strese yanıt,	Deney grubuna 6 hafta boyunca kahkaha yogası programı (12 seans)	Lee ve Hyun 2018

	Kahkaha yogasının obez kadınlarda algılanan stres ve psiko-nöro-endokrin-immün tepkiler üzerindeki etkilerini incelemek		açlık kan şekeri, interlökin-6 tümör nekroz faktör alfa kortizol düzeyi	Kahkaha terapisi programının algılanan stres ve psiko-nöro-endokrin-immün tepkiler açısından bazı değişkenler üzerinde olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır.	
Türkiye, İngilizce	Tüp bebek tedavisi alan 141 kadın Deney (n=71) Kontrol (n=70) Progresif kas gevşetme egzersizlerinin ve kahkaha terapisinin tüp bebek tedavisi gören kadınların ruh sağlığı ve tedavi sonuçları üzerindeki etkisini incelemek	Randomize kontrollü çalışma	Durumluk anksiyete ölçeği Beck depresyon ölçeği Tedavi sonuçları	Kahkaha yogası 2-6 kişiden oluşan gruplara 3-4 kez yüz yüze seansta uygulanmıştır. Uygulama ovaryan stimülasyon protokolünün ilk gününde başlayıp oosit toplama gününde sonlandırılmıştır. Gruba 15-20 dakika kahkaha yogası uygulatıldıktan sonra 15-20 dakika aşamalı gevşeme egzersizi yaptırılmıştır. Kahkaha yogasının psikolojik iyiliği	Kiyak ve Kocoglu-Tanyer 2021

				(anksiyete ve despresyon) ve tedaviyi olumlu etkileyecek (E2, oosit toplanması, transfer durumu ve gebelik testi sonucu) sonuçlara neden olduğu ancak bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur.	
İran, İngilizce	58 düşük ve orta düzey depresyonu olan kadınlar Deney (n=30) Kontrol (n=28) Kahkaha yogasının depresyon ve anksiyete üzerindeki etkisini incelemek	Randomize kontrollü çalışma	Beck depresyon ölçeği Beck anksiyete ölçeği	8 hafta (16 seans) boyunca haftada iki kez (her seans 90 dakika) kahkaha yogası Kontrol grubunda depresyon puanı artış gösterirken deney grubunda keskin bir şekilde azaldığı saptanmış olup anksiyete puanı kontrol grubunda artarken, deney grubunda belirgin bir şekilde azaldığı bulunmuştur.	Armat ve ark 2022

Hindistan, İngilizce	200 60–85 yaş arası kadın ve erkek Kahkaha grubu kontrol grubu, destekleyici hemşirelik bakımı ve her iki müdahalenin uygulandığı grup (her grup 50 kişi) Kahkaha terapisi, destekleyici hemşirelik bakımı ve her iki uygulamanın yaşlı bireylerde fiziksel, psikososyal ve yaşam aktivitelerini gerçekleştirebilmede etkinliğini değerlendirmek	Randomize kontrollü çalışma	Günlük Yaşam Aktiviteleri Formu Fiziksel problem değerlendirme formu, Psikososyal problem değerlendirme formu	Kahkaha terapisinin ve destekleyici hemşirelik bakımının fiziksel, psikososyal ve yaşam aktivitelerini desteklemede etkili olduğu ancak iki müdahalenin ortak yapıldığı grupta daha etkili sonuçlar alındığı bulunmuştur.	Varghese 2022

KAYNAKÇA

Armat, M.R., Emami, Zeydi A., Mokarami, H., Nakhlband, A., Hojjat, S.K. The Impact of Laughter Yoga on Depression and Anxiety Among Retired Women: A Randomized Controlled Clinical Trial, J Women Aging, Jan-Feb,34,1,31-42, 2022. doi: 10.1080/08952841.2020.1774225. Epub 2020 Jun 18. PMID: 32552530.

Cha, M.Y., Hong, H.S. Effect and Path Analysis of Laughter Therapy on Serotonin, Depression and Quality of Life in Middle-aged Women, J Korean Acad Nurs, April, 45, 2, 221-30, 2015.

Cha, M. Y., Na, Y. K., & Hong, H. S. An Effect of Optimism, Self-esteem and Depression on Laughter Therapy of Menopausal Women. Korean Journal of Women Health Nursing, Korean Society of Women Health Nursing, December, 18,4, 248-256, 2012. https://doi.org/10.4069/kjwhn.2012.18.4.248

Chung, H. J. The Effect of Laughter Therapy on Infertility Stress and Anxiety of Women Receiving in vitro Fertilization, Fertility and Sterility, 96, 3, 195-S196, 2011.

Kiyak, S., & Kocoglu-Tanyer, D. Effectiveness of progressive muscle relaxation and laughter therapy on mental health and treatment outcomes in women undergoing in vitro fertilization: A randomized controlled trial, Research in Nursing & Health, 44,6, 945-956, 2021.

Lee, D.Y., Hyun, M.S. The Effects of Laughter Therapy Program on Perceived Stress, and Psycho-Neuro-Endocrino-Immuno Responses in Obese Women, J Korean Acad Nurs, Jun, 48,3,298-310, 2018. doi: 10.4040/jkan.2018.48.3.298. PMID: 29968686.

Özer, Z., Ateş, S. Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamalarının Gülen Yüzü: Kahkaha Yogası, Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi, 24,1,108-116,2021.

Öztürk, F. Ö. & Tezel, A. Kahkaha Yogası ve Hemşirelik, Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 30,2, 144-151, 2021.

Ryu, K.H, Shin, H.S., Yang, E.Y. Effects of Laughter Therapy on Immune Responses in Postpartum Women, J Altern Complement Med, December, 21,12,781-8, 2015.

Shahidi, M., Mojtahed, A., Modabbernia, A., Mojtahed, M., Shafiabady, A., Delavar, A., & Honari, H. Laughter Yoga Versus Group Exercise Program in Elderly Depressed Women: A Randomized Controlled Trial,. International Journal of Geriatric Psychiatry, 26,3, 322-327, 2011.

Shin, H.S., Ryu, K.H., Song, Y.A. Effects of laughter therapy on postpartum fatigue and stress responses of postpartum women, J Korean Acad Nurs, Jun,41,3,294-301, 2011. doi: 10.4040/jkan.2011.41.3.294. PMID: 21804338.

Takeda Y. Understanding the Life Stages of Women to Enhance Your Practice, Japan Med Assoc J, 53,273-8, 2010.

Varghese, S.M. A study to Assess The Effectiveness of Laughter Therapy and Nurse Led Intervention on Physical and Psychosocial Problems among Institutionalized Elderly with BADL Deficit at Ernakulam District in Kerala, Clinical Epidemiology and Global Health, 14, 100959, 2022.

FERTİLİTEYİ DESTEKLEMEDE KAHKAHA YOGASININ KULLANIMI

Arş.Gör.Dr., ÖZGE TOPSAKAL [1]

[1] Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, 0000-0003-2443-6397

ÖZET

İnfertilite her yıl artış gösteren küresel bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaşam biçimi ile ilgili faktörlerin fertilite üzerine olan etkisi konusundaki kanıtlar her geçen gün artmaktadır. Fertiliteyi etkileyen ve öneriler sunulan yaşam biçimi davranışları sigara içme, alkol, kafein, madde bağımlılığı, obezite, zayıflık, beslenme, egzersiz, uyku, çevresel zararlı maddeler/meslek ve stres olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle infertilite ile karşılaşan bireylerin sağlığını geliştirme oldukça önem taşımakta olup bu yöntemlerden biri de "kahkaha yogası"dır. Koşulsuz gülme ve yoga nefes tekniklerini içeren kahkaha yogası popülerliğini korumakta olup yaşlılık, obezite, diyabet, depresyon, immün ve kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok alanda çalışılmaktadır. Çalışmalarda kahkaha yogasının solunum fonksiyonlarını, mental sağlığı ve bilişsel aktiviteleri olumlu etkilediği, stresi azalttığı, ağrı toleransını artırdığı, damarları gevşeterek dolaşımı kolaylaştırdığı, uykusuzluğun giderilmesinde ve uyku kalitesinin artmasında etkili olduğu gösterilmektedir. Kahkaha yogası ile stres hormonlarından kortizol salınımı azalırken, mutluluk hormonlarından dopamin ve serotonin hormonun salınımı artmaktadır. Kahkaha yogasının infertil bireylerde kullanımı ile bireylerin stres ve anksiyete seviyelerinin azalması, uyku sorunlarının giderilmesi ve üreme organlarına kanlanmanın artması ile tedavi sonuçlarının olumlu etkileneceği düşünülmektedir. Literatürde bu konuda yapılmış sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu derlemenin amacı sağlık profesyonelleri için kanıta dayalı uygulamalar çerçevesinde infertil bireylerin sağlığının geliştirilmesinde ve yaşam kalitesinin artırılmasında kahkaha yogasının kullanımın yaygınlaştırılması açısından farkındalık oluşturmaktır.

Anahtar Kelimeler: "Kahkaha yogası", "İnfertilite", "Yaşam kalitesi"

USING LAUGHTER YOGA TO SUPPORT FERTILITY

İnfertility is a global health problem that increases every year. Evidence on the impact of lifestyle factors on fertility is increasing day by day. Lifestyle behaviors that affect fertility and suggestions are presented as smoking, alcohol, caffeine, substance abuse, obesity, weakness, nutrition, exercise, sleep, environmental harmful substances/occupation and stress. For this reason, it is very important to improve the health of individuals who face infertility, and one of these methods is "laughter yoga". Laughter yoga, which includes unconditional laughter and yoga breathing techniques, maintains its popularity and is studied in many areas such as old age, obesity, diabetes, depression, immune and cardiovascular diseases. Studies have shown that laughter yoga positively affects respiratory functions, mental health and cognitive

activities, reduces stress, increases pain tolerance, facilitates circulation by relaxing the vessels, is effective in eliminating insomnia and increasing sleep quality. While the release of cortisol from stress hormones decreases with laughter yoga, the release of dopamine and serotonin hormones from happiness hormones increases. It is thought that the treatment results will be positively affected by the use of laughter yoga in infertile individuals, reducing the stress and anxiety levels of individuals, eliminating sleep problems and increasing blood supply to the reproductive organs. There are a limited number of studies on this subject in the literature. The aim of this review is to raise awareness in terms of disseminating the use of laughter yoga in improving the health and quality of life of infertile individuals within the framework of evidence-based practices for health professionals.

Keywords: “Laughter yoga”, “Infertility”, “Quality of life”

GİRİŞ

Sağlığa fizyolojik, psikolojik ve sosyal olumlu etkileri olduğu belirtilen kahkaha yogasının kanda oksijenlenmeyi ve endorfin hormonunun salınımını artırdığı, stres, anksiyete ve depresyonu azaltmada etkili olmakla birlikte sosyal iletişimi artırdığı belirtilmektedir (Öztürk ve Tezel 2021).

Çağımızın giderek yaygınlaşan sağlık sorunlarından biri olan fertilite sorunlarının önlenmesi ve fertilitenin geliştirilebilmesi için önerilen kanıt temelli yaşam biçimi davranışları sağlıklı beslenme, egzersiz yapma, stresin azaltılması, düzenli uyku, sigara alkol gibi sağlığa zararlı maddelerin kullanılmaması olarak sıralanmaktadır. Bu çalışmanın amacı stresi azaltıp, olumlu duygudurum oluşturan, egzersiz gibi enerji sarf ettirip serotonin hormonu salınmasına neden olan, uyku problemlerini azaltan, stres ve depresyona olumlu etkileri olan kahkaha yogasının infertil bireylerin sağlığının geliştirilmesinde ve yaşam kalitesinin artırılmasında kullanımının yaygınlaştırılması için farkındalık oluşturmaktır.

1. İNFERTİLİTE VE PREVELANSI

İnfertilite her yıl artış gösteren küresel bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır (Sun ve ark., 2019; Lee ve ark., 2023). Dünyada her altı çiftten biri doğurganlık çağında kısırlık sorunu yaşamakta olup bu oran ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir (Njagi 2023).
İnfertilite eşlerde biyolojik, psikososyal, ekonomik, etik ve kültürel açıdan önemli sorunlara neden olmaktadır (Zarif Golbar ve ark 2020). Çiftlerin sosyal yaşamlarını, duygusal durumlarını, evlilik ilişkilerini, cinsel yaşamlarını, gelecek planlarını, benlik saygılarını ve beden imajlarını olumsuz etkilemektedir (Lei ve ark. 2021, Demirci ve Sen 2023). Ayrıca çiftler infertiliteyi en stresli yaşam deneyimi olarak tanımlamaktadırlar (Safi ve ark. 2010, Dourou ve ark. 2023).

3. FERTİLİTEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

İnfertilite nedenleri incelendiğinde kadına ait (%9,0-%58,0), erkeğe ait (%2,5-%51,0), çiftlerin ikisine ait (%7,3-%18,0) ve açıklanamayan (%6,0-%32,7) nedenlerden kaynaklandığı

belirtilmektedir (Çoban ve Dinç 2013, Agarwal ve ark 2015, Eldib ve ark 2018). Kadınlarda infertilite nedenlerinin daha fazla ve karmaşık olduğu belirtilmekle birlikte en sık görülen nedenler ovulatuar disfonksiyon (%30-%40) ve tubal ve pelvik patolojiler (%30-%40) olup bunları uterin, servikal patolojiler (%10) ve açıklanamayan infertilite (%10) izlemektedir (Çelik 2011, ACOG 2017). Erkekte infertilite nedenleri ise pretestiküler, testiküler ve posttestiküler olmak üzere 3 grupta sınıflanmaktadır. Temel infertilite değerlendirmesinden sonra tanımlanabilen bir etiyolojinin olmaması durumunda çiftlere açıklanamayan infertilite tanısı konulmaktadır (Çelik 2011, ACOG 2017).

Yaşam biçimi ile ilgili faktörlerin genel sağlık ve fertilite üzerine olan etkisi konusundaki kanıtlar her geçen gün artmaktadır. İnfertilite ile ilgili olumsuz yaşam biçimi davranışları, fertiliteyi olumsuz etkileyen değiştirilebilir alışkanlıklar, davranışlar ya da durumlar olarak ele alınmaktadır. Kadın ve erkek fertilitesi ile ilişkili en çok araştırılan ve öneriler sunulan yaşam biçimi davranışları sigara içme, alkol, kafein, madde bağımlılığı, obezite, zayıflık, beslenme, egzersiz, çevresel zararlı maddeler/meslek ve strestir (Beji ve Demirci 2017). Özellikle stres tedaviye başvuran çiftler tarafından yoğun olarak yaşanmakta olup tedavi başarısını olumsuz etkilemektedir. Üreme hormonlarını salgılayan hipofiz bezi duyusal değişikliklere ve strese son derece duyarlıdır. Herhangi bir stres kaynağı kadında menstrual düzensizliklere, anovulatuar sikluslara, erkekte ise sperm problemlerine neden olmaktadır. Stres infertiliteye yol açabilirken infertilitede strese neden olabilmektedir (Kaplan 2018).

Yaşam kalitesini artırmak, semptom ve ilaçların yan etkisini azaltmak, fiziksel ve psikolojik destek sağlamak için kullanılan tamamlayıcı ve alternatif tedavilerin infertilitede kullanımı giderek artış göstermektedir. Bunlardan biri olan yoganın gevşeme, uyku ve yaşam kalitesini olumlu etkilediği çalışmalarda gösterilmiştir. Yoganın farklı bir türü olan “kahkaha yogası”nın da sağlığa olan olumlu etkileri her geçen gün çalışmalarla desteklenmektedir. Yaşlılarda, onkoloji hastalarında, psikiyatrik hastalığı olanlarda, obezler, lohusa ve menapoz döneminde olan kadınlar gibi pek çok farklı alanda çalışılan kahkaha yogasının infertil bireylerde kullanımı oldukça az sayıdadır.

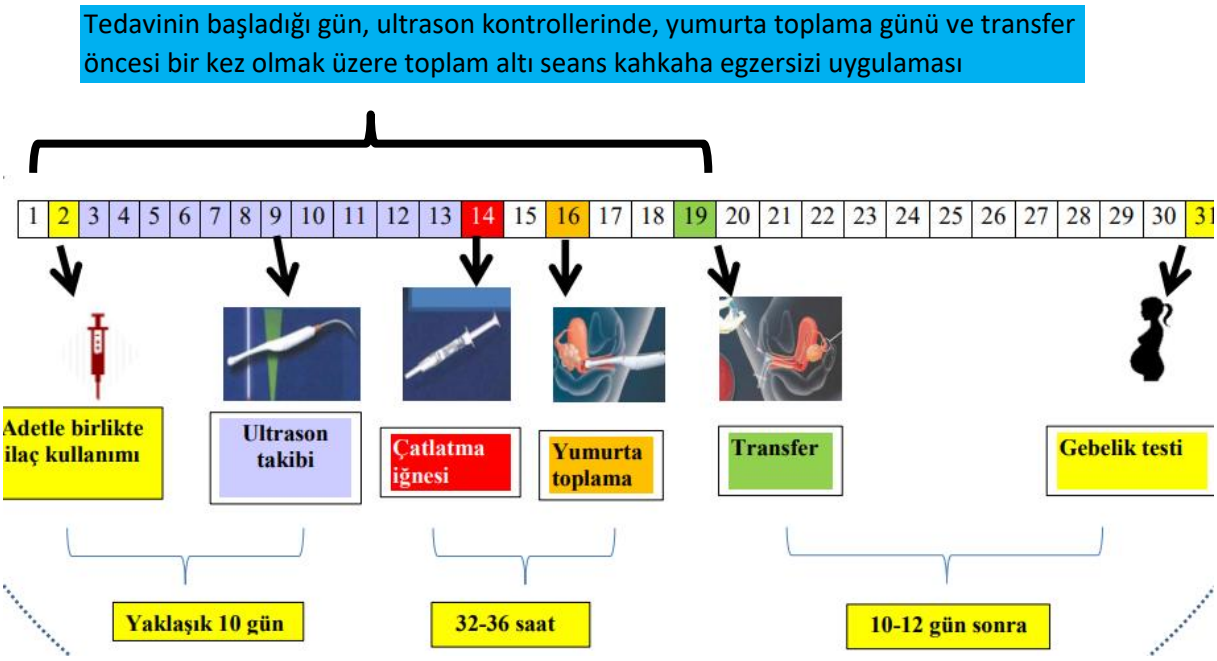
4. KAHKAHA YOGASI VE SAĞLIĞA ETKİLERİ

Tamamlayıcı ve alternatif terapiler içinde yer alan kahkaha yogası Dr. Madan Kataria tarafından yoga ve kahkaha egzersizlerinin kullanıldığı terapötik bir uygulamadır. Uygulama basamakları el çırpma, nefes egzersizi, çocuksu oyunlar, kahkaha egzersizleri, kahkaha meditasyonu ve yoga nidrayı içermektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde kahkaha yogasının yorgunluk seviyesini azalttığı (Shin et al 2011) bağışıklığı olumlu etkilediği (Ryu et al 2015), damarların endotel tabakasını genişleterek dolaşımı kolaylaştırdığı (Miller 2009), uyku kalitesini artırdığı (Zhaoetal 2019) stresi azaltıp yaşam doyumunu artırdığı (Shahidi et al 2011), serotonin seviyesini artırdığı (Cha and Hong, 2015), iyimserlik ve benlik saygısını artırıp, depresyonu azalttığı gösterilmiştir (Cha et al 2012).

5. FERTİLİTEYİ DESTEKLEMEDE KAHKAHA YOGASININ KULLANIMI

Kahkaha yogasının genel sağlığa etkileri fertiliteyi de olumlu etkileyecektir. Literatürde bu konuda infertilite alanında yapılan iki çalışmaya rastlanmış olup kahkaha yogasının infertil kadınlarda stresi azalttığı (Chung 2011, Kiyak ve Kocoglu-Tanyer 2021) ancak tedavi sonuçlarını etkilemediği bulunmuştur. Bu nedenle infertil bireylerle yapılan daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Kahkaha yogası ile parasempatik sistem aktive olur. Kortizol salınımı ve stresin azalmasıyla üreme hormonlarının salınımı normal olarak devam eder. Dolaşımın kolaylaşması ve gevşemeyle üreme organlarına giden kanlanma miktarı artar ki bu da yumurta gelişimi, endometrial hazırlık ve gebeliğin devamı için önemlidir Ayrıca uyku kalitesinin artmasıyla hücre sağlığı dolayısıyla sağlıklı oosit oluşumu sağlanarak üreme olumlu etkilenir (Tokat ve Yanık 2021). Tüm bunlara ek olarak kahkaha yogası ile sosyal izolasyon riski taşıyan infertil bireyin sosyal etkileşimi artacak ve psikolojik sağlığı olumlu etkilenecektir. Görsel 1'de tüp bebek tedavi sürecinde kahkaha yogası için örnek bir uygulama takvimi sunulmuştur.



Görsel 1. Tüp Bebek Tedavi Sürecinde Kahkaha Yogası için Örnek Bir Uygulama Takvimi

(Kaynak: yazar tarafından oluşturulmuştur)

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kahkaha yogasının infertil bireylerde kullanımı ile bireylerin stres ve anksiyete seviyelerinin azalması, uyku sorunlarının giderilmesi ve üreme organlarına kanlanmanın artması ile tedavi sonuçlarının olumlu etkileneceği düşünüldüğünden infertil bireylere bakım sunan başta

hemşireler olmak üzere sağlık çalışanlarının bu konuda farkındalıklarının artması ve infertil bireylerin kahkaha yogasından yararlanabilecekleri imkanların sağlanması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Agarwal, A., Mulgund, A., Hamada, A., Chyatte, M.R. A Unique View on Male Infertility Around the Globe, Reproductive Biology And Endocrinology,13,1,37, 2015. doi: 10.1186/s12958-015-0032-1.

Beji, N.K, ve Demirci, N., *İnfertilite Hemşireliği El Kitabı*, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 2017.

Cha, M. Y., Na, Y. K., & Hong, H. S. An Effect of Optimism, Self-esteem and Depression on Laughter Therapy of Menopausal Women. Korean Journal of Women Health Nursing, Korean Society of Women Health Nursing, December, 18,4, 248-256, 2012. https://doi.org/10.4069/kjwhn.2012.18.4.248

Cha, M.Y., Hong, H.S. Effect and Path Analysis of Laughter Therapy on Serotonin, Depression and Quality of Life in Middle-aged Women, J Korean Acad Nurs, April, 45, 2, 221-30, 2015.

Chung, H. J. The Effect of Laughter Therapy on Infertility Stress and Anxiety of Women Receiving in vitro Fertilization, Fertility and Sterility, 96, 3, 195-S196, 2011.

Çelik, Ö., *Yardımcı Üreme Teknikleri Temel Klinik ve Embriyolojik Uygulamalar*. Nobel Kitabevi, Adana, 2011.

Çoban, T.K., Dinç, A. İnfertilitenin Cinsel Yaşam Üzerine Etkisinin İncelenmesi, International Journal of Clinical Research,1,2,46-53, 2013.

Demirci, H., Sen, S. Sexual Experiences of Infertile Women: A Qualitative Study, Niger J Clin Pract, Feb,26,2,229-233, 2023. doi: 10.4103/njcp.njcp_651_22. PMID: 36876613

Dourou, P., Gourounti, K., Lykeridou, A., Gaitanou, K., Petrogiannis, N., Sarantaki, A. Quality of Life among Couples with a Fertility Related Diagnosis, Clinics and Practice, 13,1,251-263, 2023 https://doi.org/10.3390/clinpract13010023

Eldib, A., Tashani, O.A. Infertility in the Middle East and North Africa Region: A Systematic Review with Meta-Analysis of Prevalence Surveys, Libyan Journal of Medical Sciences, 2,2, 37-47, 2018

Lee, H.J. Han J,Y., Choi, H.Z., Na B.J. Infertility Prevalence and Associated Factors among Women in Seoul, South Korea: A Cross-Sectional Study, Clin. Exp. Obstet. Gynecol, 50,3, 54, 2023. https://doi.org/10.31083/j.ceog5003054

Kaplan, E. İnfertil Bireylerde Stres ve Stresle Başa Çıkma Yaklaşımları, Androloji Bülteni, 20, 61−4, 2018.

Kiyak, S., & Kocoglu-Tanyer, D. Effectiveness of progressive muscle relaxation and laughter therapy on mental health and treatment outcomes in women undergoing in vitro fertilization: A randomized controlled trial, Research in Nursing & Health, 44,6, 945-956, 2021.

Lei, A., You, H., Luo, B. et al. The associations between infertility-related stress, family adaptability and family cohesion in infertile couples. Sci Rep 11, 24220 (2021). https://doi.org/10.1038/s41598-021-03715-9.

Miller, M., Fry, W.F. The Effect of Mirthful Laughter on the Human Cardiovascular System, Medical Hypotheses, 73(5), 636-639, 2009.

Öztürk, F. Ö. & Tezel, A. Kahkaha Yogası ve Hemşirelik, Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 30,2, 144-151, 2021.

Njagi, P., Groot, W., Arsenijevic, J., Dyer, S., Mburu, G., Kiarie, J. Financial Ccosts of Assisted Reproductive Technology for Patients in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review, Human Reproduction Open, 2, 2023..

Ryu, K.H, Shin, H.S., Yang, E.Y. Effects of Laughter Therapy on Immune Responses in Postpartum Women, J Altern Complement Med, December, 21,12,781-8, 2015.

Safi, A.A., Honarparvaran, N., Tabrizi, M., Nanabi, N.S. Efficacy of Emotion-Focused Couple Therapy Training with Regard to Increasing Sexual Satisfaction Among, Couples, 15,59-69, 2010.

Shin, H.S., Ryu, K.H., Song, Y.A. Effects of Laughter Therapy on Postpartum Fatigue and Stress Responses of Postpartum Women, J Korean Acad Nurs, Jun,41,3,294-301, 2011. doi: 10.4040/jkan.2011.41.3.294. PMID: 21804338.

Sun, H., Gong, T., Jiang, Y., Zhang, S., Zhao, Y., Wu, Q. Global, Regional, and National Prevalence and Disability-Adjusted Life-Years for Infertility in 195 Countries and Territories, 1990-2017: Results from a Global Burden af Disease Study, 2017, Aging, 11,10952–10991, 2019.

The American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG). (2017). Frequently Asked Questions. https://www.acog.org/-/media/For-Patients/faq137.pdf?dmc=1&ts=20190710T1813323607, (Erişim Tarihi: 15.04.2023)

Tokat, M. A., & Yanık, F. Uyku Kalitesinin Kadın Fertilitesi Üzerine Etkileri ve Uyku Kalitesi Değerlendirme Örneği, Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 14,3, 253-260, 2021.

Golbar Yazdi, H.Z., Sharbaf, H., Kareshki H.A., Amirian, M. Psychosocial Consequences of Female Infertility in Iran: A Meta-Analysis, Front Psychiatry, Nov, 5;11:518961, 2020. doi: 10.3389/fpsyt.2020.518961. PMID: 33250787; PMCID: PMC7674496.

Zhao, J., Yin, H., Zhang, G., Li, G., Shang, B., Wang, C., Chen, L. A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials of Laughter and Humour Interventions on Depression, Anxiety and Sleep Quality in Adults, J Adv Nurs, Nov,75(11),2435-2448, 2019. doi: 10.1111/jan.14000. Epub 2019 May 9. PMID: 30882915.

VEGETABLE CULTİVATİON İN URBAN AGRİCULTURAL PRACTİCES

PhD Student. Muhammed Loay ALİ [1], Doç. Dr. Sevinç BAŞAY[2*]

[1] Bursa Uludag University, Institute of Science, Department of Horticulture, Bursa

- ORCID: 0000-0002-6913-5179

[2]Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Bursa,

* Corresponding Author- ORCID: 0000-0001-6789-4473

ABSTRACT

Urban agriculture can be applied in many forms such as roof and balcony gardening, gardening on vacant lots, eco gardens, vertical gardens. Urban gardening is the cultivation of fruits, vegetables, ornamental plants, medicinal and aromatic plants, mushrooms, etc., in or around settlements where agricultural lands are limited. It can be defined as the cultivation of herbal products. Considering that by 2030, two-thirds of the world's population will be urbanized, and 41 mega-cities will be formed, urban gardening; It sounds very nice as an area where urban people have the opportunity to relax and breathe in the tough city life. In developed countries, urban gardening is done inside, outside or on the roof of buildings or on arable land allocated by the local government. Urban gardening can contribute to the strengthening of both social sustainability and ecological sustainability by transforming waste, protecting the environment and natural resources, preventing erosion and environmental pollution. Urban agriculture is a tool of urban sustainability; It creates green spaces, provides income contribution and social integration, as well as a healthy diet for the urban population. Sustainable life is the design of the living environment and the existing resources of nature in a way that does not cause waste and destruction. Urban agriculture has many advantages in terms of gains in terms of nature protection and food security. Besides, growing vegetables in urban areas has many benefits for sustainability; Increasing biodiversity, creating habitat for wildlife, using organic wastes as compost in plant cultivation, increasing local food supply, reducing supply chains and transportation distances, increasing urban greenery, reducing heat island formation with photosynthesis and shading properties of plants, reducing fuel consumption and improving the city's air quality, etc. The aim of this study; examine the cultivation of vegetables in urban areas with examples, by drawing attention to the cultivation of vegetables in which more products can be obtained from a unit area in a short time in urban agriculture.

Key Words: Urban Agriculture, Vegetable, Sustainability

1- INTRODUCTION

Climate change is perhaps one of the greatest threats humanities has ever faced throughout history. Increasing greenhouse gas emissions in the atmosphere are gradually raising the average temperature of our planet. Climate change, which is a scientifically established and extensively studied reality by numerous scientists worldwide, is pushing the world onto an irreversible path while posing a threat to all biodiversity **[1]**. Today, 54% of the world's

population lives in cities, and it is expected that this percentage will reach 66% by the 2050s. Cities are expected to face and continue to face three significant problems: increasing population, growing food demand, and ecological degradation. With the increase in urban population and the need for urban space, urbanization is projected to further exacerbate the negative impact on natural areas, especially agricultural lands. This pressure on agricultural lands also triggers issues of food supply and security. Urban agriculture, considered an important tool in sustainable urban development policies, has been increasingly discussed in both public policies and academic studies over the past decade **[2].** Urban gardening can be defined as the cultivation of fruits, vegetables, ornamental plants, aromatic or medicinal plants, mushrooms, and other plant-based products within or in the vicinity of residential areas where agricultural land is limited **[3]**. According to the United Nations Development Programme (UNDP), it is known that 800 million people worldwide engage in urban agriculture. Additionally, 20% of the world's food needs are met through urban agriculture. For example, in Vancouver, Canada, 44% of homeowners are involved in urban gardening, while in Toronto, the figure is 40%. In Cuba, after a decade of development, urban agriculture has enabled Havana to meet half of its food needs and provide employment for thousands of people **[4]**. Generally, horizontal cultivation techniques are commonly used in urban agriculture. However, in recent years, vertical cultivation environments with computer-controlled systems have gained prominence. Techniques such as indoor gardening, residential and office gardening, rooftop gardening, as well as container gardening and growth chambers have come to the forefront **[5]**. In developed countries, urban gardening is practiced either inside or outside buildings, on rooftops, or on cultivable land allocated by local governments **[3]**. Urban gardening not only provides individuals with food and recreational benefits but also contributes to social solidarity **[3]**. Urban gardening has the potential to provide better livelihoods and additional income sources for all stakeholders, from cultivators to sellers. Furthermore, it can contribute to employment opportunities during various stages such as cultivation, marketing, and processing **[6]**. The production of garden plant products within and around urban areas can lead to a decrease in intermediaries, lower packaging, storage, and transportation costs, ultimately allowing for cheaper production and affordability **[7]**. Urban agriculture does not simply mean gardening within the city limits; it operates as a complementary part of the city's ecological and economic system, utilizing city-specific resources such as organic waste, wastewater, and unused land. Therefore, urban agriculture involves not only producers and workers but also landowners, seed suppliers, credit institutions, consumers, and waste managers **[8]**. The aim of this study is to explain cultivation alternatives that can be implemented for sustainable living in cities, using examples of vegetable cultivation.

2- HISTORY OF URBAN AGRICULTURE

Agriculture began with humans cultivating plants at the dawn of civilization. Once agriculture became dominant, there was no longer a need for constant mobility required for hunting and gathering to obtain food. As a result, people settled in villages. The earliest documented examples of urban agriculture are the Hanging Gardens of Babylon and the sacred lands of Greek cities. The health benefits of gardening were studied over 2,000 years ago in Chinese

gardens. In the Middle Ages, kitchen gardens called "hortus" emerged. In the modern era (from the late 1400s), the tropical greenhouses of the wealthiest villas in Northern Europe featured exotic plants. During the Industrial Revolution, factory workers also began gardening, providing both fresh food and areas for relaxation and stress relief. City gardens were also encouraged during times of war to provide fresh vegetables to urban areas. In recent years, urban agriculture has been associated with societal and technological advancements. It can be said that throughout human history, agriculture has contributed to the growth and development of urban cultures **[1]**.

3- TYPES OF URBAN AGRICULTURE

3-1. Vertical Gardening

Vertical gardening is the practice of growing crops in vertically stacked shelves or layers. Vertical gardening, first implemented in 1915 by an American geology expert named Patrick Blanc, is a production method that aims to increase the number of plants per unit area in a vertical position without the need for soil **[9]**. In vertical systems, pots and pot-like containers can be densely packed together or connected at different heights **[10]**. Both systems can be successfully implemented both indoors and outdoors. The containers, skeletal structure, and growing medium used should be reusable. Alternative energy sources can be used for lighting, heating, nutrient supply, and water pumping processes **[10]**. Vertical gardening can be applied in four different spaces: underground, on building facades, inside buildings, and on rooftops **[11]**. The use of soilless culture is quite common in vertical Gardening. The use of soilless culture in vertical Gardening can be effective in preventing soil pollution, preventing problems that may arise from natural resources such as soil and water, as well as increasing production **[12]**. Organic materials such as perlite, sand, coconut fiber, pine bark, rice husk, rockwool, and peat are commonly used in soilless culture. In addition to its commercial purpose, vertical gardening can also aim to achieve ecological, educational, and environmental awareness goals. In a limited space, vertical gardening can make plant cultivation a joyful and vibrant activity for plant enthusiasts and experts. Educators can use vertical gardening for science and math teaching. People who are conscious of healthy nutrition can produce vertical gardening in an organic framework, without harming the nature, in a healthier and fresher way **[10]**. As shown in Image 1, common structures that incorporate vertical gardening systems include buildings, shipping containers, tunnels, and abandoned mine galleries.



Image 1. Vertical gardening cultivation inside a building **[23]**

3-2. Hydroponics

Hydroponics is a soilless cultivation system where plants are grown in a water-based medium. Oxygen and minerals in the water are separated through materials like sand, perlite, coconut coir, or rockwool. The most used medium is cocopeat. These beneficial substances are added to a nutrient solution, which is then delivered to the roots through a water pump. Hydroponic systems are mostly used in enclosed environments and can utilize either chemical or organic fertilizers. Due to its closed nature, hydroponics allows for saving on water.



Image 2. Leafy green vegetables being grown in a hydroponic system **[24]**

3-3. Aquaponics

Aquaponics is an alternative sustainable production method that combines fish gardening (aquaculture) with soilless agriculture (hydroponic system). Fish consume food and produce ammonia. Beneficial bacteria in the water convert ammonia into nutrient-rich substances for plants. Plants absorb organic fertilizer nutrients. The water in the system can be continuously reused due to water circulation. Tilapia is one of the most popular fish species for use in aquaponic environments. As seen in Image 3, vegetables such as leafy greens, peppers, and tomatoes are grown in aquaponics.



Image 3. Green leafy vegetables grown in aquaponic system **[25]**

3-4. Backyard Gardening

Backyard Gardening refers to cultivating crops in the backyards of homes. The produce is often shared among friends, family, and neighbors. Excess vegetables can be preserved by storing them in cool conditions or by canning. Backyard gardens are beneficial for communities as neighbors can share each other's backyard spaces and employ different gardening methods for improved productivity **[13]**.In the backyard garden, it is recommended to grow fresh greens that are always needed at home, such as green onions, garlic, parsley, mint, cress, arugula, and radishes. The use of raised beds, as seen in Image 4, in backyard gardens not only facilitates working in the area but also creates a more organized appearance.



Image 4. Different vegetables grown in raised beds **[26]**

3.5. Greenhouses

They are high-system structures that can be moved inside, which enable plant production in periods when the climatic conditions are not suitable for growing plants in the open, aiming to create ideal conditions for a suitable plant development and to produce throughout the year. Greenhouses employ various production systems, including soil-based, container, hydroponic, and aquaculture, utilizing both horizontal and vertical growth methods. They are used for the cultivation of food crops and ornamental plants. **[13]**.

As shown in Image 5. Greenhouses facilitate agricultural practices in residential, commercial, and communal urban areas. Due to providing a controlled environment for plant growth, greenhouses offer farmers the ability to grow crops throughout the year.



Image 5. Agricultural practices are carried out in residential areas using greenhouses **[27]**

Roof greenhouses, an essential factor of a greenhouse, depend on light transmission, which can vary based on the greenhouse orientation, roof slope, covering materials, and structural components **[16]**. Regarding greenhouse orientation, according to various studies conducted in traditional greenhouses, an east-west orientation (E-W) is preferred over a north-south orientation (N-S). When considering the roof slope, a 30° slope is a good compromise between

light transmission and construction costs **[17]**. Roof greenhouses serve the same purposes and have the same requirements as traditional ground-level greenhouses, but they must also have specific features related to structural components to comply with building construction regulations that are more stringent than agricultural laws. Roof greenhouse materials should meet fire safety regulations and be more durable. Additionally, factors such as cost, maintenance, and weight can be considered as limiting factors in material selection **[16]**.



Visual 6. View from an example of a rooftop greenhouse **[28]**

3-6. Rooftop Gardens

In areas where indoor and outdoor spaces are limited, gardening can be done on the roofs of buildings. Cultivation can take place in both open and closed environments (such as greenhouses, tunnels, etc.) **[13]**. As shown in Image 7, plants are grown in pots or similar structures that incorporate traditional horizontal or vertical systems. Light and renewable growing media such as hydroponic are preferred as growing media **[14]**. Rooftop faring allows for the cultivation of various vegetables, herbs, and even small fruits. If cultivation is done in open spaces, necessary precautions must be taken against insects and particularly birds.

The advantage of rooftop gardens is that they can contribute to reducing urban heat and improving air quality. In addition to these benefits, rooftop gardens can be used to beautify recreational facilities. Moreover, rooftop gardening initiatives are being implemented in cities like New York, Singapore, and Montreal to increase green spaces, mitigate damages caused by rainfall, and enhance energy efficiency **[14]**.



Image 7. View of vegetable cultivation in raised beds in a rooftop garden **[29]**

3-7. Private Gardens:

In individual houses or residential complexes, production of various vegetable types is carried out in the front or backyards, rooftops, and balconies, depending on the season. The vegetables commonly grown are leafy greens that are consumed raw, depending on the season. Particularly, fast-growing vegetables such as lettuce, parsley, watercress, radish, onion, and garlic are among the most preferred ones.

3-8. Institutional Gardens:

Institutional gardens are established and managed by organizations or businesses on privately or publicly owned lands for the purpose of small, medium, or large-scale food production, ornamental plants, or fruit orchards. These gardens are cultivated and maintained by the institution or workplace. The produced items are used for donations, personal consumption, or for educational, therapeutic, or public service purposes. Depending on local regulations, the sale of these products can take place directly within the garden, at markets, or in the institution's stores **[13]**. For example, vegetable cultivation in school gardens teaches children essential life lessons such as self-sufficiency and the natural cycles of life. Encouraging children to engage in gardening activities provides them with a sense of accomplishment. Most importantly, it introduces them to the benefits of all types of food and promotes a healthy eating model. According to American journalist Michael Pollan, "change in our food culture should begin with our children, in our schools" **[15]**.

3-9. Balcony Vegetable Gardening:

The growth of cities and population increase has compelled people to live in more limited spaces. The lack of access to green areas has led people to engage in gardening on their balconies. In pots vegetable gardening, it is undeniable that environmental factors such as temperature, light, wind, humidity, and the growing environment have a significant impact on plant development and quality. Vegetables are sun-loving plants, with some leafy vegetables being able to grow in partial sun, while tomatoes, peppers, and cucumbers prefer full sun **[18]**. In addition to these influential factors, the size of the container plays a crucial role in plant growth and quality, affecting developmental components such as root and above-ground shoot, stem, and leaf sizes. Different characteristics of balconies create significant differences in balcony vegetable gardening. Attention should be paid to selecting appropriate plant species and varieties based on the duration and intensity of illumination **[19]**. Heavy soil cultivation tools are not necessary for balcony vegetable gardening. Quality hand forks for soil mixing and aeration, a planting tool for seedlings, pruning shears for pruning and harvesting, and containers of various sizes and shapes are sufficient.

3.10 -Eco Vegetable Gardening:

Eco gardens are areas primarily established near urban areas, where people spend their leisure time without expecting financial gain. They are generally around 100 m2 in size and are used

for seasonal vegetable, medicinal, and aromatic plant production. Eco gardens are controlled by management, have specific rules, and serve different purposes, mostly during the summer months. There is a high demand for these gardens due to various reasons such as the desire to escape the crowded and stressful urban environment, the sense of happiness that production brings to people, and the desire to observe the course of plant life **[20]**. Eco gardens help people distance themselves from the stressful environment created by urbanization, positively affecting community psychology and community living. The plants produced in these gardens increase the active green space ratio in the city, have a positive impact on the urban climate, and thus prevent environmental degradation. By bringing together people who are disconnected by city life, eco gardens contribute to neighborliness and social harmony **[21]**. Cultivation in eco gardens supports social solidarity and provides children with an opportunity to disconnect from today's technological environments, allowing them to experience hands-on learning about soil and plant cultivation **[22]**.

4- BENEFITS OF URBAN AGRICULTURE

Urban agriculture provides several benefits. It increases biodiversity and creates habitats for wildlife. The use of organic waste as compost in plant cultivation reduces waste volume directed to landfills. Urban gardening areas help decrease the heat island effect, provide shade, and directly influence the urban climate by lowering surface temperatures. Utilizing public lands for plant production in urban agriculture reduces maintenance costs for cities. Urban agriculture also reduces food transportation costs. It contributes to increased employment in cities through urban gardening suppliers. Urban agriculture helps reduce emission rates, improve air quality, absorb dust and noise in industrial and residential areas, and facilitate the utilization of wastewater. It prevents erosion and promotes the preservation of biological diversity in large areas. It enhances urban landscapes and allows for the use of idle spaces such as rooftops, road edges, and vacant lots. In addition to food production, rooftop gardens enhance roof durability and reduce heating and cooling costs. They create opportunities for waste and wastewater treatment through reuse in agriculture. They promote innovative rainwater management and water conservation techniques. Urban agriculture also has a positive impact on human health **[5]**.

Conclusion:

1. Urban gardening areas create an environment where urban dwellers can breathe and connect with nature.
2. They provide opportunities for growing vegetables that are needed for households.
3. They offer children the chance to get to know nature and engage in gardening activities.
4. Urban gardening promotes social interaction among people in urban areas.
5. It enhances the biodiversity of the city.

References:

[1] ORSINI, Francesco; D'OSTUNI, Michele. The important roles of urban agriculture. Front Young Minds, 2022.

[2] Yenigül, S. B. (2016). Büyükşehirlerde tarımsal alanların korunmasında kentsel tarım ve yerel yönetimlerin rolü. Megaron, 11(2), 291-299. doi: 10.5505/megaron.2016.48568.

[3] KÖKTEN, Kağan. TARIMDA YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR. 13.bölüm

[4] YILMAZ, Ç. Kentsel tarımın Avrupa Birliği ve Türkiye'deki geleceği. AB Uzmanlık Tezi. Ankara, 2015.

[5] https://www.stb.org.tr/Dosyalar/stb_63_30607241393.pdf (Erişim tarihi: 30.05.2023)

[6] Francesco, O., Remi, K., Remi Nono-W. & Giorgio, G. (2013). Urban agriculture in the developing world: a review. Agronomy for Sustainable Development, 33: 695-720.

[7] FAO. (2008). Urban agriculture for sustainable poverty alleviation and food security. http://www.fao.org/fileadmin/templates/FCIT/PDF/UPA_-_WBpaperFinal_Draft-3_October_2008-FG-WOB.pdf

[8] Kentin ve Kentte Yaşamın Tarımla Dönüşümü", (Cuma Yıldırım ile), Yerel Siyaset, Editör: Hakan Reyhan, Ayşen S. Reyhan, 2019, s. 67-86, Palme Yayıncılık : Ankara

[9] Fabian, K. & Malte, E.K. (2011). Vertical gardening: can urban agriculture feed a hungry world? Spiegel online news International, p. 4.

[10] Nwosisi, S. & Nandwani, D. (2018). Urban Horticulture: Overview of Recent Development (Sustainable Development and Biodiversity Book 18). In: Urban Horticulture Sustainability for the Future. Ed. Nadwani, D. First edition, Springer, Cham, Switzerland, pp. 3-30.

[11] Anirudh, G. & Rekha, B. (2014). Recent trends in agriculture: vertical gardening and organic gardening. Advances in Plants and Agriculture Research, 1(4): 00023.

[12] Abul-Soud, M.A., Emam, M.S.A. & Abd El-Rahman Noha, G. (2015). The potential use of vermi-compost in soilless culture for producing strawberry. International Journal of Plant and Soil Science, 8(5): 1-5.

[13] https://www.conserve-energy-future.com/types-and-benefits-urban-agriculture.php (Erişim tarihi: 30.05.2023)

[14] De Bon, H., Holmer, R. J. & Aubry, C. (2015). Urban horticulture. Cities and Agriculture: Developing Resilient Urban Food Systems, Earthscan Food and Agriculture. Routledge, London and New York, pp. 218-254.

[15] Nordahl, D. (2009). The New Urban Agriculture. London, England, 195 p.

[16]http://www.kocaeli.gov.tr/kurumlar/kocaeli.gov.tr/AB%20ve%20D%C4%B1%C5%9F%20%C4%B0li%C5%9Fkiler%20B%C3%BCrosu/Projeler/Innogardening-Projesi/Module-2_final-TR.pdf (Erişim tarihi: 30.05.2023).

[17] Montero, J. I., Baeza, E., Muñoz, P., Sanyé-Mengual, E., & Stanghellini, C. (2017). Technology for Rooftop Greenhouses. In Rooftop Urban Agriculture (pp. 83-101). Springer, Cham.

[18] Carey, T. 2009. Dremsa, R., Bandli, R., Smith, J. 2009. Growing Vegetables in Pots. Kansas State University.

[19] Sun, J., J. Liu, F. Wu, H. Nian 2015. Research on High-efficient Balcony Greening Based on the Concept of Low-carbon Green Buildings. International Conference on Advances in Energy and Environmental Science (ICAEES 2015).

[20] Yılmaz, H.2019. Doğunun Zirvesinde Bir Başarı Hikayesi: ATAHobi Bahçesi. Plant Peyzaj ve Süs Bitkiciliği Dergisi, Sayı 31-32.

[21] Aliağaoğlu, A., Alevkayalı, A. 2017. Balıkesir'de Hobi Bahçeleri: Özellikler ve Sorunlar. Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı 35.

[22] Tapur, T. 2018. Konya İl Merkezinde Bulunan Hobi Bahçeleri. Türk İslam Medeniyeti Akademik Araştırmalar Dergisi, Cilt;13, Sayı:25

[23] https://www.agritecture.com/blog/2020/11/2/building-trust-in-cea-food-safety (Erişim tarihi: 30.05.2023).

[24] https://www.deutschland.de/tr/topic/cevre/iklim-degisikligi-su-sorunlarina-karsi-fikirler-almanya (Erişim tarihi: 30.05.2023).

[25] https://tr.depositphotos.com/stock-photos/aquaponic.html (Erişim tarihi: 30.05.2023).

[26] https://www.growveg.co.uk/guides/how-to-plan-a-vegetable-garden-a-step-by-step-guide (Erişim tarihi: 30.05.2023).

[27] https://www.rimolgreenhouses.com/blog/urban-agriculture-the-future-of-farming (Erişim tarihi: 30.05.2023).

[28] https://urbannext.net/research-center-icta-icp/ (Erişim tarihi: 30.05.2023).

[29] https://www.shutterstock.com/tr/image-photo/rooftop-garden-vegetable-growing-vegetables-on-1010959666 (Erişim tarihi: 30.05.2023).

PEYZAJ GENETİĞİ ÇALIŞMALARININ WOS TABANLI ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Betül Hümeyra ÇELİK[1]& Prof. Dr. Murat ZENCİRKIRAN[2]
[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-3437-6546
[2]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, ORCID ID: 0000-0003-0051-8937

ÖZET

Biyolojik çeşitlilik, bir ortamda bulunan tüm canlıların, bu canlıların genetik özelliklerinin, habitatlarda meydana gelen ekolojik ilişkilerin farklılığını, zenginliğini ifade eder. Ancak her geçen gün biyolojik çeşitlilik, çevre kirliliği, aşırı kullanımlar, habitatların bozulması, istilacı türlerin artışı gibi birçok sebep ile zarar görmektedir. Bir türün tamamen yok olmasının, türün genetik çeşitliliğinin uzun yıllar içerisinde ciddi oranda zarar görmesinin sonucu olduğu bilinmektedir.

Bu çerçevede son yıllarda çalışmaların yoğunlaştığı alanlardan birisi de peyzaj genetiği olup bu alan, genetik çeşitliliğin mekânsal dağılımını anlamak için peyzaj ekolojisi, mekânsal istatistik, coğrafya ve popülasyon genetiği veri ve analiz yöntemlerini birleştiren bir araştırma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Peyzaj genetiğinin hedefi, peyzaj özelliklerinin bitki ve hayvan popülasyonlarının genetik çeşitliliklerine olan etkilerini tanımlamak ve açıklamaktır. Peyzaj genetiği çalışmalarından elde edilen sonuçlar türlerin korunması ve yönetilmesinde etkin bir araç olarak kullanılmaktadır.

WOS tabanlı ilk çalışmanın 2002 yılında yayınlandığı peyzaj genetiği çalışmaları ekoloji, biyoloji, moleküler biyoloji, ormancılık, zooloji, peyzaj mimarlığı gibi pek çok farklı bilim dalı tarafından yürütülmekte olup bu çalışma kapsamında peyzaj genetiği ile ilgili çalışmaların analizi ve değerlendirmelerine yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Peyzaj genetiği, wos, peyzaj mimarlığı.

1.GİRİŞ

Biyolojik çeşitlilik veya biyoçeşitlilik, bir yaşam ortamındaki canlı türlerin, bunlara ait genetik özelliklerin, habitatların ve bu habitatlarda cereyan eden ekolojik ilişkilerin zenginliğini ifade eden bir kavramdır. Tür çeşitliliği, genetik çeşitlilik, habitat çeşitliliği ve ekolojik işlevlerin çeşitliliği, biyoçeşitliliği simgeleyen 4 temel ögedir (Güney, 2020).

Biyolojik çeşitliliğin kaybına neden olan temel etmenlerin çoğu insan kaynaklı faaliyetlerdir. Bunlar aşırı kullanım, istilacı yabancı türler, çevre kirliliği ve özellikle habitatların bozulması, parçalanması ve yok edilmesi şeklinde sıralanabilir (Selim ve Mutlu, 2020).

Dünyada doğal süreçler ve insan etkileri sonucunda; tehlike altındaki türler ve doğal popülasyonları ile tehdit altında olan tür sayısının gün geçtikçe artması, türlerin ve yaşam alanlarının korunması konusundaki çalışmaları da beraberinde getirmiştir (Kösa, 2015).

Peyzaj genetiği, genetik çeşitliliğin mekânsal dağılımını anlamak için peyzaj ekolojisi, mekânsal istatistik, coğrafya ve popülasyon genetiği veri ve analiz yöntemlerini birleştiren, hızla büyüyen bir araştırma alanıdır (Storfer ve ark., 2010). ‘Peyzaj genetiği’ kavramı Manel

ve ark. tarafından 'Trends in Ecology and Evolution' dergisinde yayınlanan makalede ilk kez kullanılmıştır. Yayınlanan bu makaleye göre, coğrafi özelliklerin organizmaların hareketini engelleyebileceğinin kabulü, taksonomik süreksizliklerin genellikle "fiziksel nedenlerle" ilişkilendirildiğini belirten Augustin-Pyramus de Candolle ve Alfred Russell Wallace gibi erken biyocoğrafyacılara kadar uzanmaktadır (Manel ve ark. 2003).

Peyzaj genetiği, gen akışı ve adaptasyon olarak iki ana evrimsel süreç hakkındaki anlaşılırlığı arttırmaya çalışmaktadır. İlk olarak, peyzaj genetiği, yalnızca coğrafi mesafelerle karakterize edilen tamamen teorik bir düzlemde gen akışının incelenmesinden, işlevsel bağlantı tahminleri sağlayan heterojen ve parçalanmış arazilerdeki gen akışının çalışmasına doğru bir geçişe yardımcı olmuştur. İkinci olarak ve sıralama yöntemlerinde kaydedilen teknik ilerlemeye paralel olarak, peyzaj genetiği, gerçek peyzajlardaki vahşi ve evcil türlerdeki adaptif genetik varyasyon modellerini araştırmak için ampirik bir yaklaşım sunarak, peyzaj sürecini yönlendiren çevresel faktörleri tespit etmeyi mümkün kılmıştır. Buna göre, peyzaj genetik çalışmaları giderek artan bir şekilde popülasyonlar arasındaki adaptif varyasyonun uzamsal dağılımını anlamaya yöneliktir (Holderegger ve Wagner, 2006, Storfer ve ark., 2010, Manel ve Holderegger, 2013). Peyzaj genetiğinin hedefi, peyzaj özelliklerinin bitki ve hayvan populasyonlarının genetik çeşitliliklerine olan etkilerini tanımlamak ve açıklamaktır. Peyzaj genetiği çalışmalarından elde edilen sonuçlar türlerin korunması ve yönetilmesinde etkin bir araç olarak kullanılmaktadır (Balkenhol ve ark., 2009).

Bu araştırma, peyzaj genetiği çalışmalarının güncel durumunu ve eğilimlerini ortaya çıkarabilmek aynı zamanda konuya dikkat çekebilmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2.Yöntem

Çalışma, Clarivate Analytics'in Web of Science Core Collection verileri üzerinden gerçekleştirilmiştir. 2023 yılı itibariyle sistemde yer alan tüm veriler 19-22 Mayıs 2023 tarihleri arasında değerlendirmeye alınmıştır. Verilerin derlenmesinde "landscape genetics" anahtar kelime olarak kullanılmıştır.

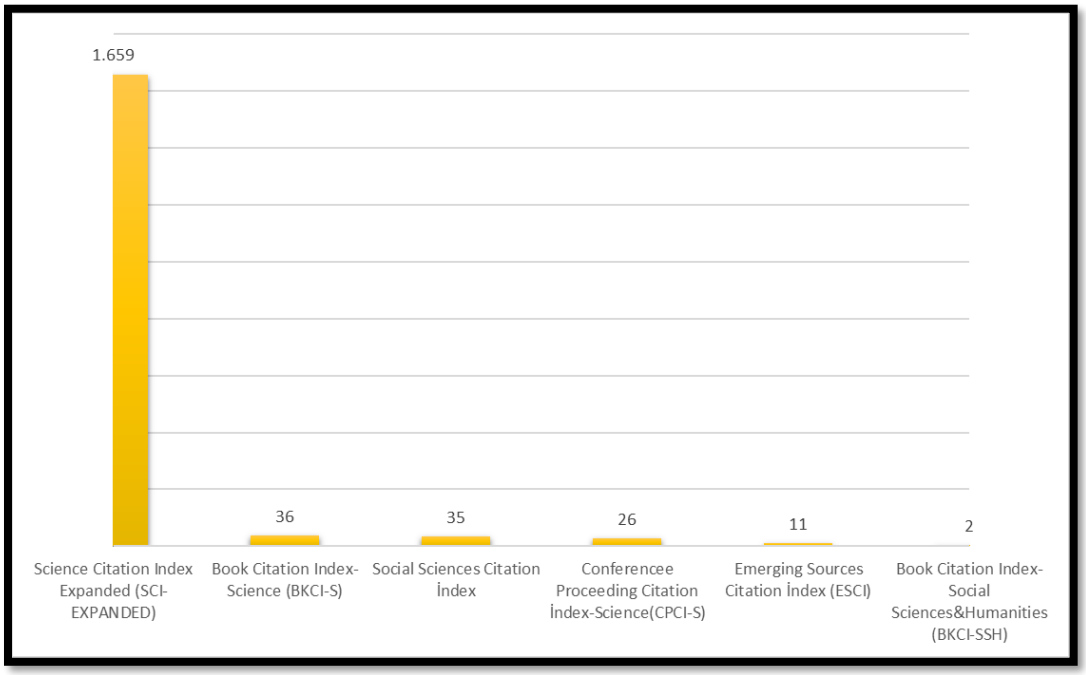
Elde edilen veriler, indeks durumu, yayın yılları, yayın türü, araştırma alanları, atıf sayıları, ortak yazarlık, yayınlanan ülke vb. gibi kriterler bakımından değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirmeler excel, WOS dökümleri ve Vosviewer programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.Bulgular

Landscape genetics anahtar kelimesi kullanılarak yapılan taramada 1,719 adet yayın tespit edilmiş, bu yayınların tamamının İngilizce ve İspanyolca (1,715 İngilizce, 4 İspanyolca) olarak iki dilde olduğu görülmüştür.

3.1.WOS İndeks Analizi

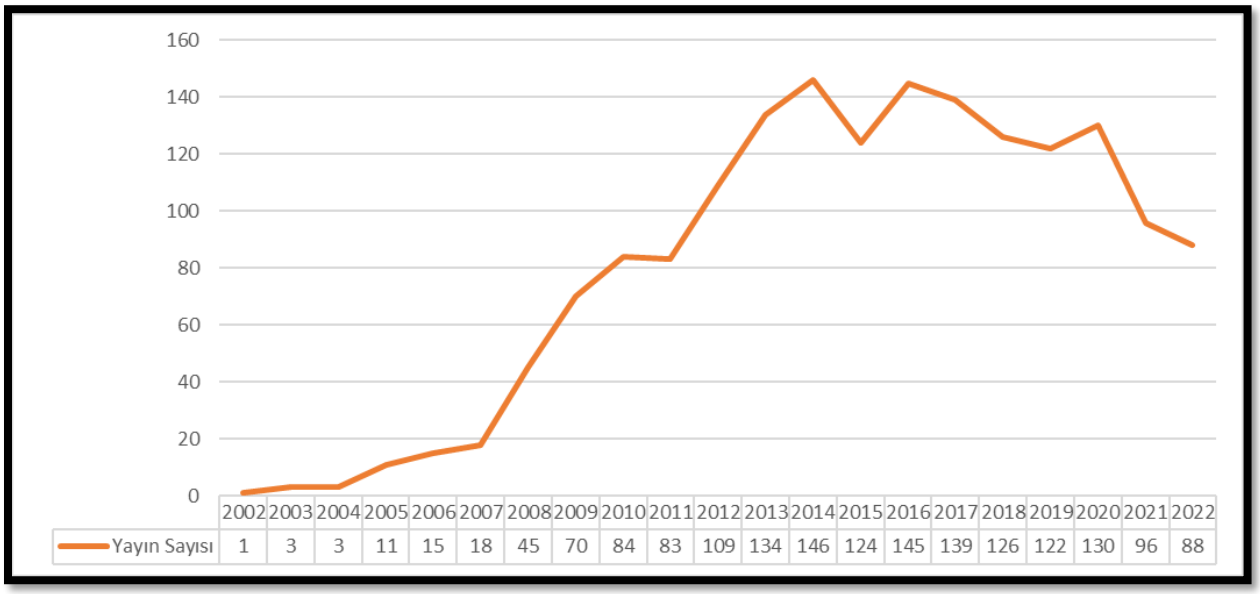
1,719 adet yayından 1,659'unun Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)'da, 36'sının Book Citation Index-Science (BKCI-S)'ta, 35'inin Social Sciences Citation Index (SSCI)'te taranan dergilerde olduğu görülmektedir (Görsel 1).



Görsel 1. Taranan indeks ve yayın sayısı dağılımı

3.2.Yayınların Yıllara Göre Analizi

Bu konuyla ilgili ilk çalışmaların 2002 yılında yayınlandıkları, 2012 yılından itibaren yayın sayısının 100'ün üzerine çıkarak pik noktaya ulaştığı ancak 2021 yılı itibariyle yeniden 100'ün altına düştüğü görülmektedir. Yayın sayısının yıllara göre dağılımı Görsel 2'de verilmiştir.



Görsel 2. Yayın sayısının yıllara göre dağılım grafiği

3.3.Yayınların Araştırma Alanlarına Göre Analizi

Yapılan yayınların 946 adedinin Çevresel Bilimler kategorisinde yer aldığı, bunu Evrimsel Biyoloji ve Genetik Kalıtım kategorilerinin izlediği görülmüştür. Kategorilerin yayın sayıları ve tüm yayınlar arasındaki yüzdelik dağılımları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma alanlarına göre yayın sayıları ve yüzdelik dağılımları

Kategoriler	**Kayıtlı Yayın**	**Yüzde**
Çevresel Bilimler	946	% 54.936
Evrimsel Biyoloji	641	% 37.224
Genetik Kalıtım	374	% 21.719
Biyokimya Moleküler Biyoloji	352	% 20.441
Biyoçeşitliliğin Korunması	285	% 16.551
Zooloji	121	% 7.027
Fiziki Coğrafya	107	% 6.214
Bilim Teknolojisi Diğer Konular	98	% 5.691
Bitki Bilimi	91	% 5.285
Jeoloji	79	% 4.588
Deniz Tatlısu Biyolojisi	52	% 3.020
Ziraat	44	% 2.555
Yaşam Bilimleri Biyotıp Diğer Konular	44	% 2.555
Böcek Bilimi	33	% 1.916
Ormancılık	33	% 1.916
Su Ürünleri	25	% 1.452
Kamu Çevresel Meslek Sağlığı	12	% 0.697
Coğrafya	10	% 0.581
Okyanus Bilimi	10	% 0.581
Tropikal Tıp	9	% 0.523
Biyoteknoloji Uygulamalı Mikrobiyoloji	8	% 0.465
Matematik	8	% 0.465
Antropoloji	7	% 0.407
Bulaşıcı Hastalıklar	7	% 0.407
Parazitoloji	7	% 0.407

3.4.Yayın Türü Analizi

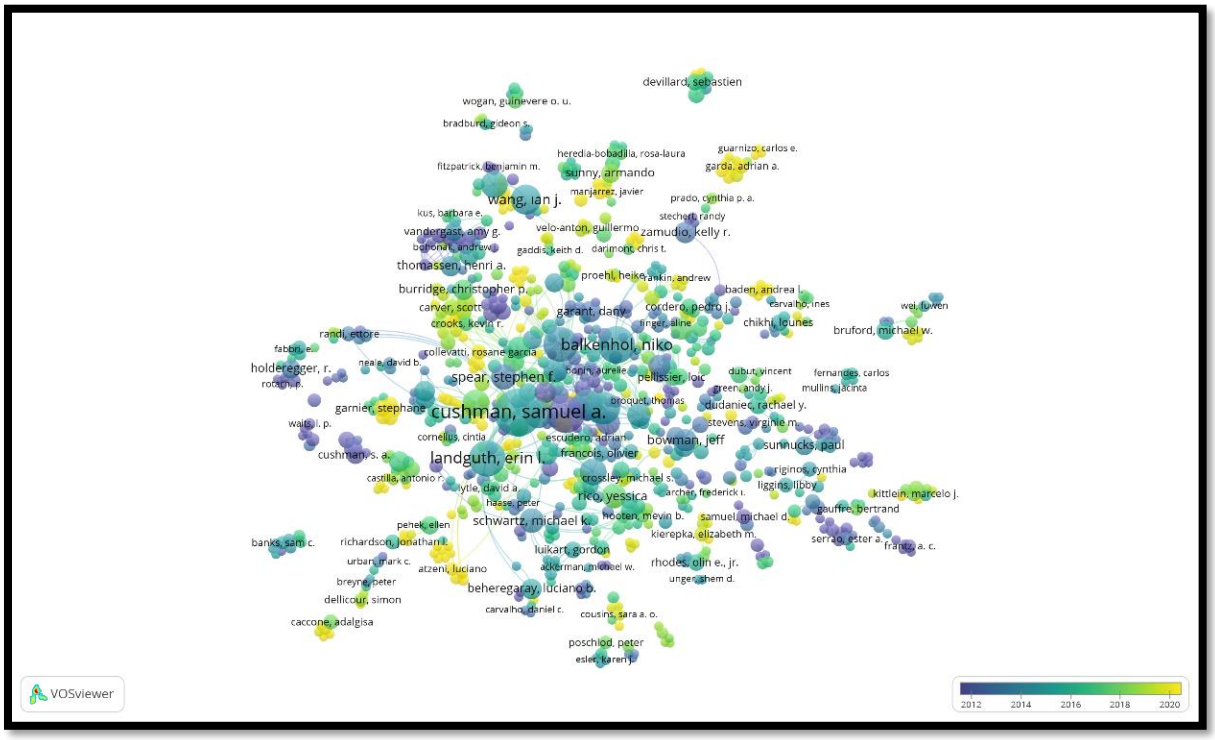
Değerlendirme esnasında tespit edilen yayınların 1,541'inin araştırma makalesi, 125'inin derleme makale, 36'sının kitap bölümü, 18'inin bildiri, 17'sinin editoryal materyal, 15'inin erken erişim metni, 12'sinin haber, 12'sinin toplantı özeti, 2'sinin düzeltme metni, 1'inin ise kitap kategorisinde yer aldığı görülmektedir (Görsel 3).



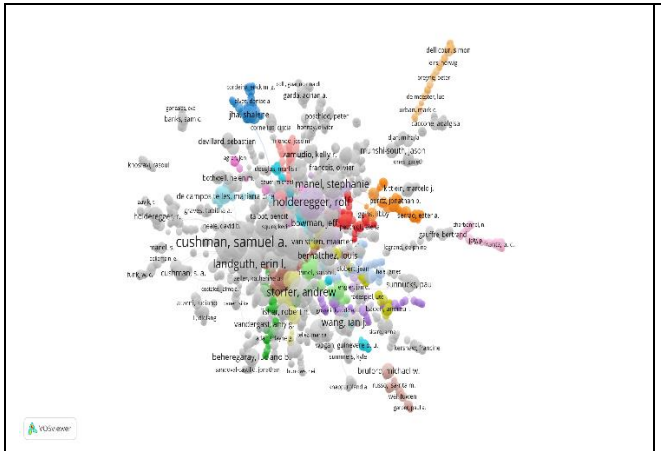
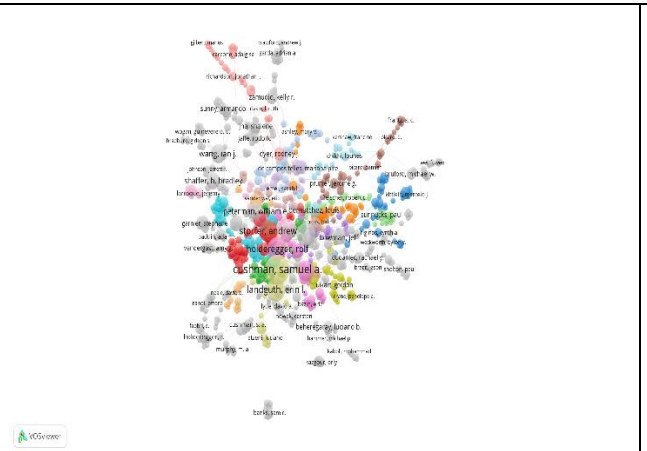
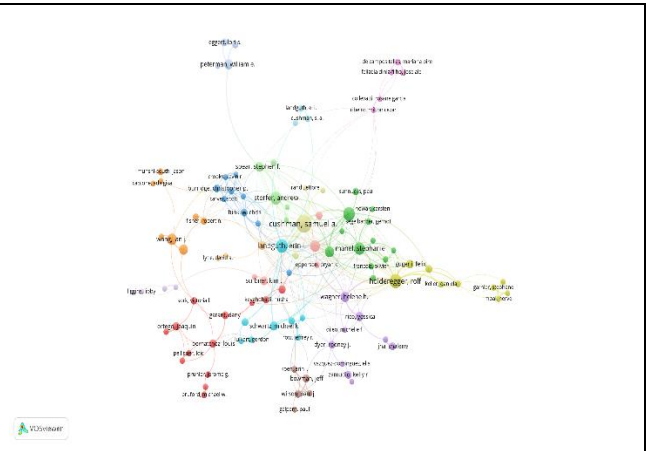
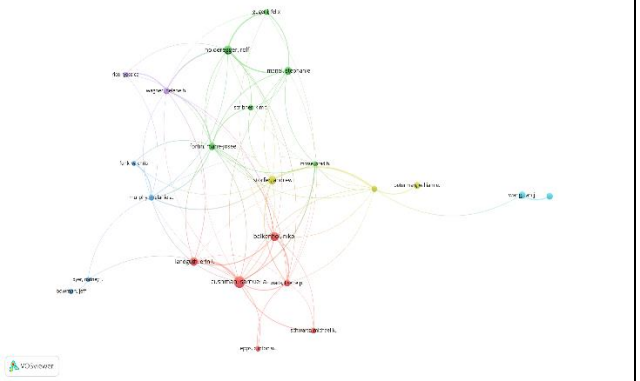
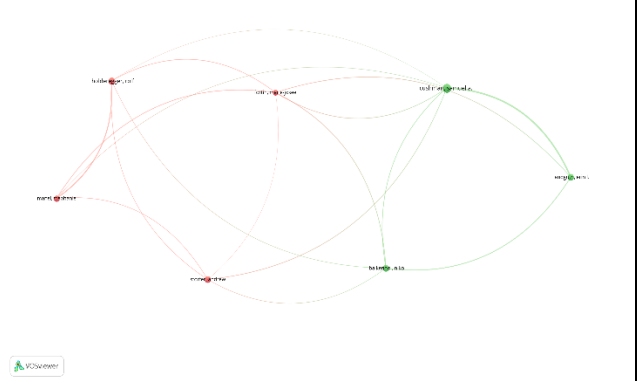
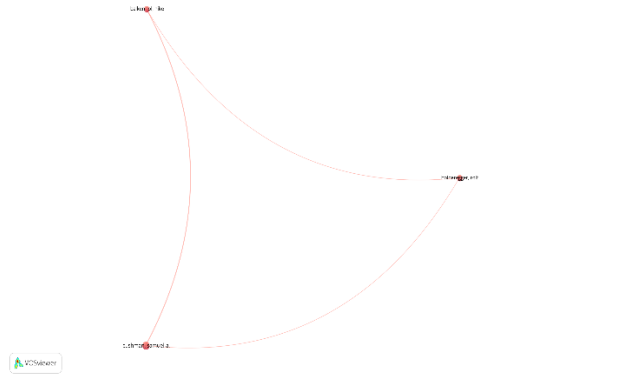
Görsel 3. Yayın türleri dağılımları

3.5.Ortak Yazar Analizi

Ortak yazar analizi yapılırken içleme kriteri olarak bir yazarın en az 2 yayına sahip olması ve en az 1 yayınının atıf almış olması parametleri seçilmiştir. Analiz sonucunda Samuel A. Cushman isimli araştırıcının 48 yayın,2335 atıf; Rolf Holderegger isimli araştırıcının 30 yayın,3179 atıf; Niko Balkenhol isimli araştırıcının 29 yayın, 2226 atıf; Erin L. Landught isimli araştırıcının 28 yayın, 1537 atıf; Andrew Storfer isimli araştırıcıların 26 yayın, 1653 atıf; Stephanie Manel isimli araştırıcının 23 yayın, 1794 atıf; Marie-Josee Fortin isimli araştırıcının 20 yayın, 2545 atıf; William E. Peterman isimli araştırıcıların 16 yayın, 452 atıf; ve H.Bradley Shaffer isimli araştırıcının 16 yayın, 665 atıf; W Chris Funk isimli araştırıcının 10 yayın, 192 atıf ile ilk onda yer aldıkları görülmüştür. Ortak yazarlık ilişkileri Görsel 4'te verilmiştir. Yayınladıkları yayın sayısına bağlı olarak yazarlar arasında ortak yazarlık analizi Görsel 5'te verilmiştir.



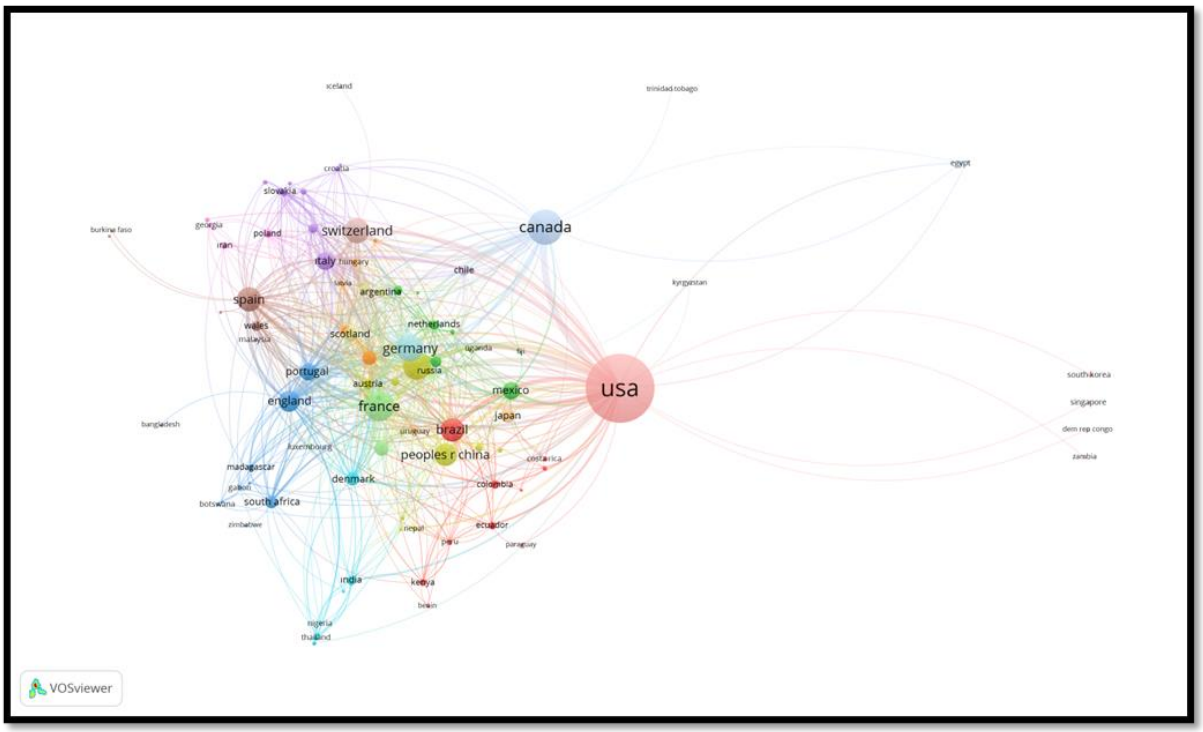
Görsel 4. Ortak yazarlık ilişkileri ve yayın yılları

		
En az 1 yayını bulunan yazarların ortak yazarlık ilişkileri tablosu	En az 2 yayını bulunan yazarların ortak yazarlık ilişkileri tablosu	En az 5 yayını bulunan yazarların ortak yazarlık ilişkileri tablosu
		
En az 10 yayını bulunan yazarların ortak yazarlık ilişkileri tablosu	En az 20 yayını bulunan yazarların ortak yazarlık ilişkileri tablosu	En az 30 yayını bulunan yazarların ortak yazarlık ilişkileri tablosu

Görsel 5. Yayınladıkları yayın sayısına bağlı olarak yazarlar arasında ortak yazarlık analizinin karşılaştırması

3.6.Ülkeler Arası Ortak Yazarlık Analizi

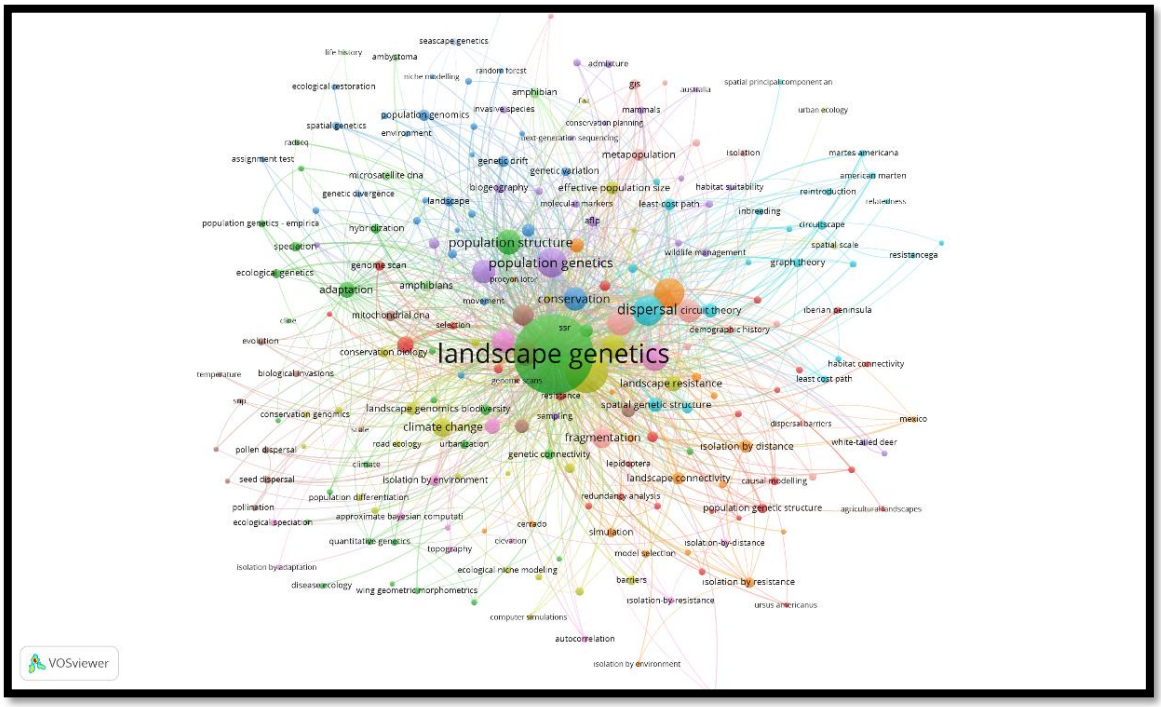
Bu analiz için içleme kriteri olarak bir ülkeden en az 1 yayın ve en az 1 yayının atıf almış olması parametleri seçilmiştir. En çok yayın yapmış ilk beş ülkenin sırasıyla Amerika, Kanada, Fransa, Almanya ve İsviçre olduğu belirlenmiştir. Ülkeler arası ortak yazarlık ilişkileri Görsel 6'da verilmiştir.



Görsel 6. Ülkeler arası ortak yazarlık ilişkileri

3.7.Anahtar Kelime Analizi

Değerlendirilen yayınlar arasında en çok kullanılan anahtar kelimelerin analizi için içleme kriteri olarak bir anahtar kelime ile en az 5 kez karşılaşılması parametresi seçilmiş ve analizin sonucunda 'landscape genetics' anahtar kelimesi ile 943, 'gene flow' anahtar kelimesi ile 278, 'dispersal' anahtar kelimesi ile 138, 'microsatellites' anahtar kelimesi ile 135, 'population genetics' anahtar kelimesi ile 128, 'connectivity' anahtar kelimesi ile 96, 'genetic diversity' anahtar kelimesi ile 106, 'population structure' anahtar kelimesi ile 92, 'habitat fragmentation' anahtar kelimesi ile 81, 'isolation by distance' anahtar kelimesi ile 81 kez karşılaşıldığı görülmüştür (Görsel 7).

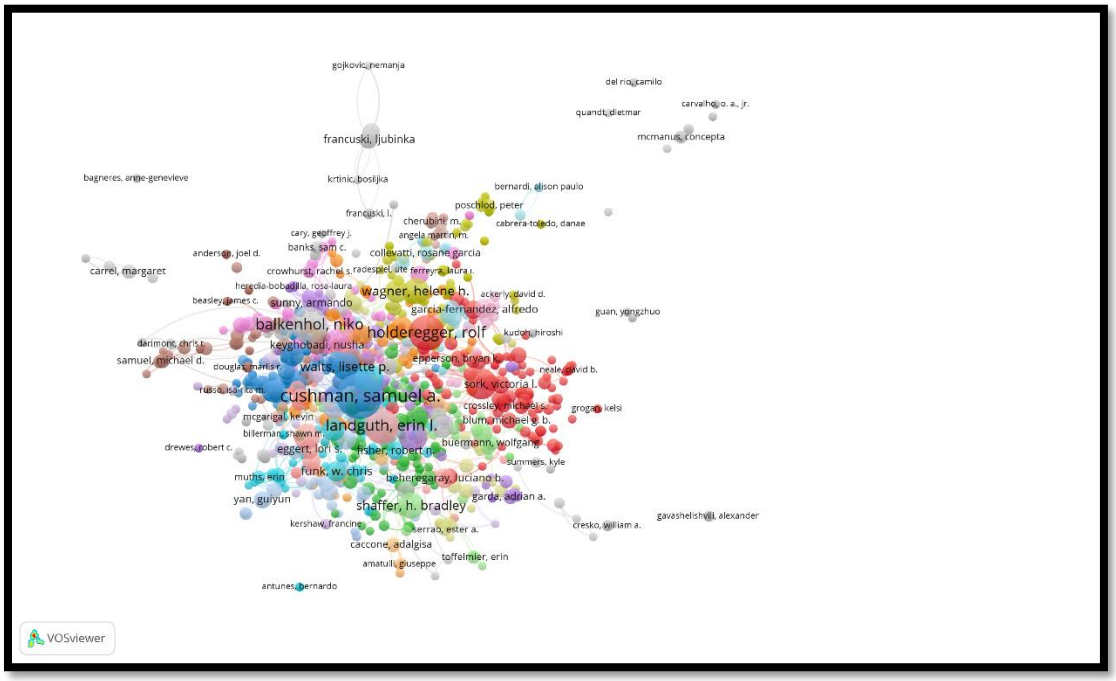


Görsel 7. Anahtar kelimelerin görülme sıklığı ve birbirleriyle bağlantıları

3.8.Bibliyografik Eşleşme Analizleri

Yayın Yapan Yazarların Eşleşme Analizi

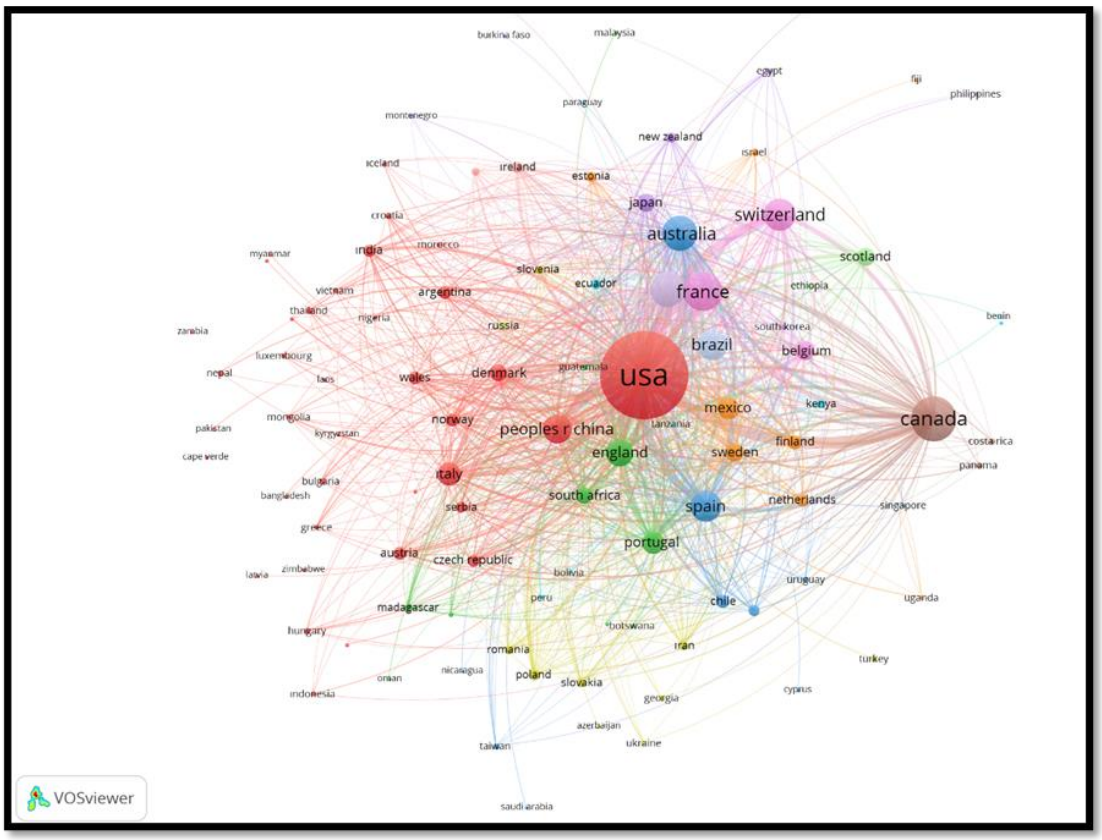
Bu analiz için içleme kriteri olarak bir yazarın en az 2 yayın, en az 1 yayının atıf almış olması parametreleri seçilmiştir. Analiz sonucuna göre, Samuel A. Cusman isimli araştırıcının 48 yayın, 2335 atıf; Rolf Holderegger isimli araştırıcının 30 yayın, 3179 atıf; Niko Balkenhol isimli araştırıcınn 29 yayın, 2226 atıf; Andrew Storfer isimli araştırıcının 26 yayın, 1653 atıf; Stephanie Manel isimli araştırıcının 23 yayın, 1794 atıf; Lisette P. Waits isimli araştırıcının 17 yayın, 1381 atıf; Marie-Josee Fortin isimli araştırıcının 20 yayın, 2545 atıf; Erin L. Landguth isimli araştırıcının 28 yayın, 1537 atıf; Louis Bernatchez isimli araştırıcının 11 yayın, 673 atıf ile ilk onda yer aldıkları görülmüştür (Görsel 8).



Görsel 8. Yayın yapan yazarların eşleşme durumu

Yayın Yapılan Ülkelerin Eşleşme Analizi

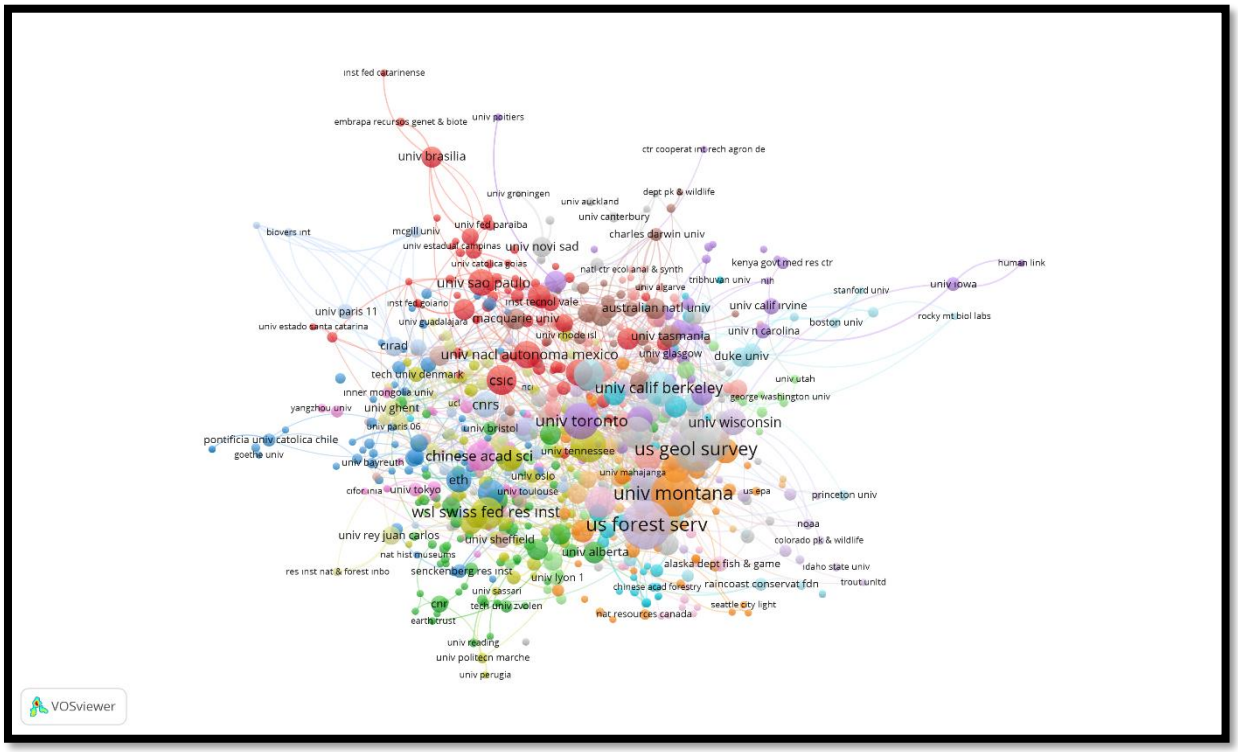
Bu analiz için içleme kriteri olarak her ülkede en az 1 yayın ve en az 1 yayının atıf almış olması parametreleri seçilmiştir. Yayınların yapıldığı ülkelere bakıldığında 827 yayın ile ilk sırada Amerika bulunmaktadır. Amerika'yı 218 yayın ile Kanada, 167 yayın ile Fransa, 136 yayın ile Almanya, 133 yayın ile Avustralya, 108 yayın ile İspanya, 116 yayın ile İsviçre, 100 yayın ile Brezilya, 92 yayın le Çin, 82 yayın ile İngiltere izlemektedir. Türkiye'den yapılan 4 yayın bulunduğu, sadece 1 yayın yapan ülke sayısının ise 25 olduğu görülmektedir. Yayınların yapıldığı ülkelerin bibliyografik eşleşme durumu Görsel 9'da verilmiştir.



Görsel 9. Yayın yapılan ülkelerin eşleşme durumu

Yayın Yapılan Kurumların Eşleşme Analizi

Bu analiz için içleme kriteri olarak bir kurumda en az 2 yayın, en az 1 yayının atıf almış olması parametreleri seçilmiştir. Analiz sonucuna göre, United States Geological Survey 69 yayın, 2401 atıf; United States Department of Agriculture Forest Service 82 yayın,5846 atıf; University of Montana 69 yayın, 3636 atıf; University of Idaho 41 yayın, 3801 atıf; University of Toronto 44 yayın, 3857 atıf; Colorado State University 41 yayın, 2482 atıf; University of California, Davis 43 yayın, 2586 atıf; University of California, Berkeley 40 yayın, 1691 atıf; University of California, Los Angeles 32 yayın, 1673 atıf; Washington State University 35 yayın, 2874 atıf ile ilk onda yer almaktadır (Görsel 10).

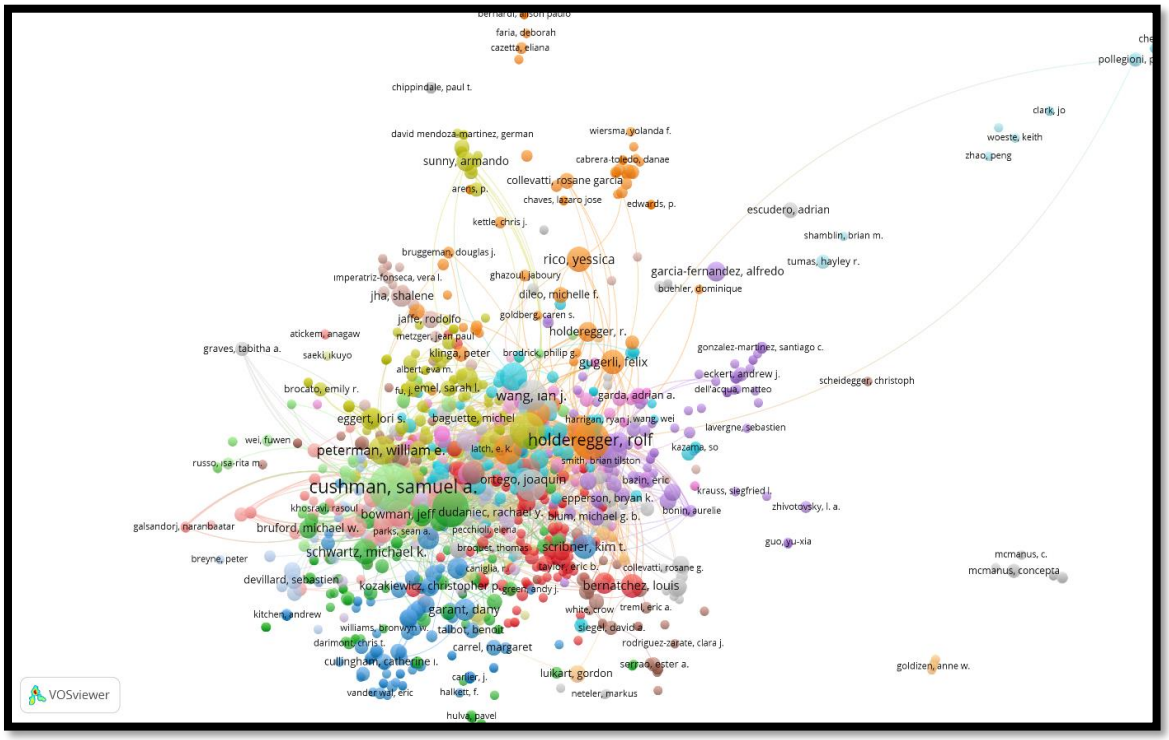


Görsel 10. Yayın yapılan kurumların eşleşme durumu

3.9.Yapılan Yayınlarda Atıf Analizleri

Yazar-Atıf Analizi

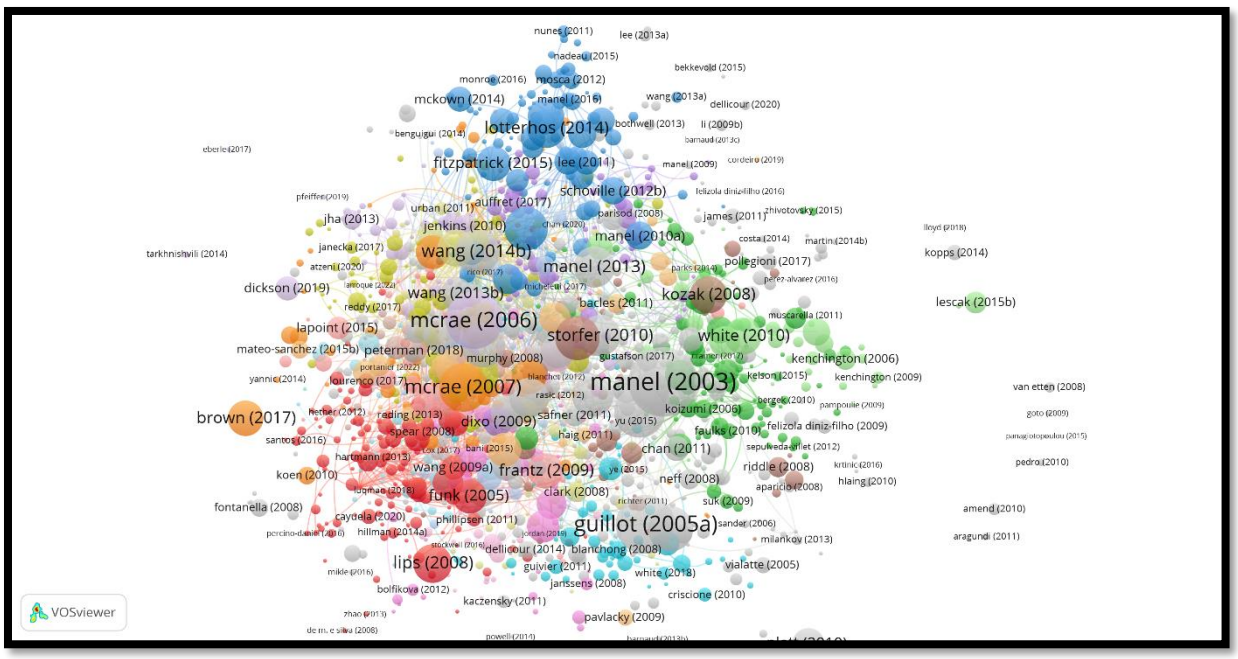
Bu analiz için içleme kriteri olarak bir yazar için en az 2 yayın, en az 1 yayının atıf almış olması parametreleri seçilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Samuel A. Cushman isimli araştırıcının 48 yayın, 2335 atıf; Rolf Holderegger isimli araştırıcının 30 yayın, 3179 atıf; Marie-Josee Fortin isimli araştırıcının 20 yayın, 2545 atıf; Niko Balkenhol isimli araştırıcının 29 yayın, 2226 atıf; Erin L. Landguth isimli araştırıcının 28 yayın, 1537 atıf; Lisette P. Waits isimli araştırıcının 17 yayın, 1381 atıf; Andrew Storfer isimli araştırıcının 26 yayın, 1653 atıf; Brad H. Mcrae isimli araştırıcının 10 yayın, 2333 atıf; Stephen F. Spear isimli araştırıcının 14 yayın, 1354 atıf; Stephanie Manel isimli araştırıcının 23 yayın, 1794 atıf ile en çok atıf alan yazarlar sıralamasında ilk onda yer aldıkları görülmüştür (Görsel 11).



Görsel 11. Atıf-yazar analizi ve yazarların birbirleriyle etkileşimleri

Yayın-Atıf Analizi

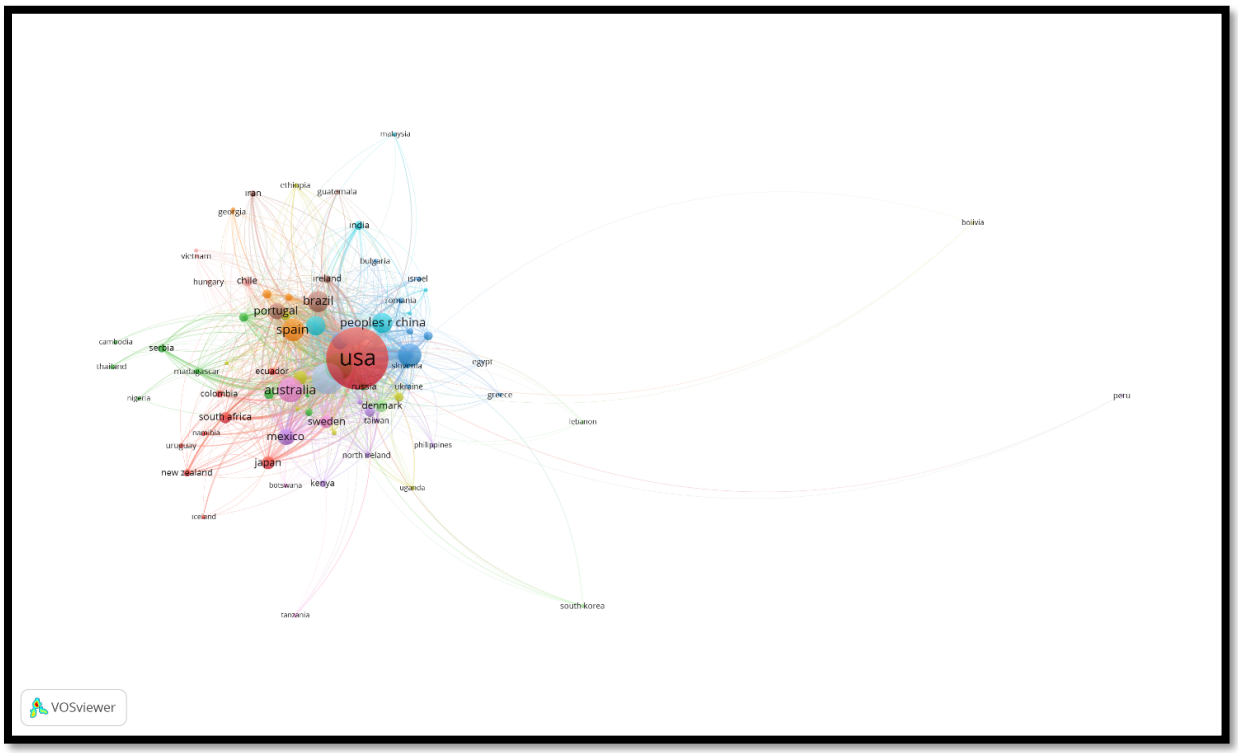
Bu analiz için içleme kriteri olarak en az 2 atıf almış yayınlar seçilmiştir. Manel (2003) 1190 atıf, Guillot (2005a) 852 atıf, Mcrae (2006) 794 atıf, Storfer (2007) 639 atıf, Storfer (2010) 415 atıf, Mcrae (2007) 578 atıf, Guillot (2005b) 508 atıf, Legendre (2010) 491 atıf, Wang (2014b) 487 atıf, Spear (2010b) 455 atıf, Manel (2013) 424 atıf ile en çok atıf alan yayınlar sıralamasında ilk onda yer almaktadır (Görsel 12).



Görsel 12. Yayın-atıf analizi ve yayınların birbirleriyle etkileşimleri

Ülke-Atıf Analizi

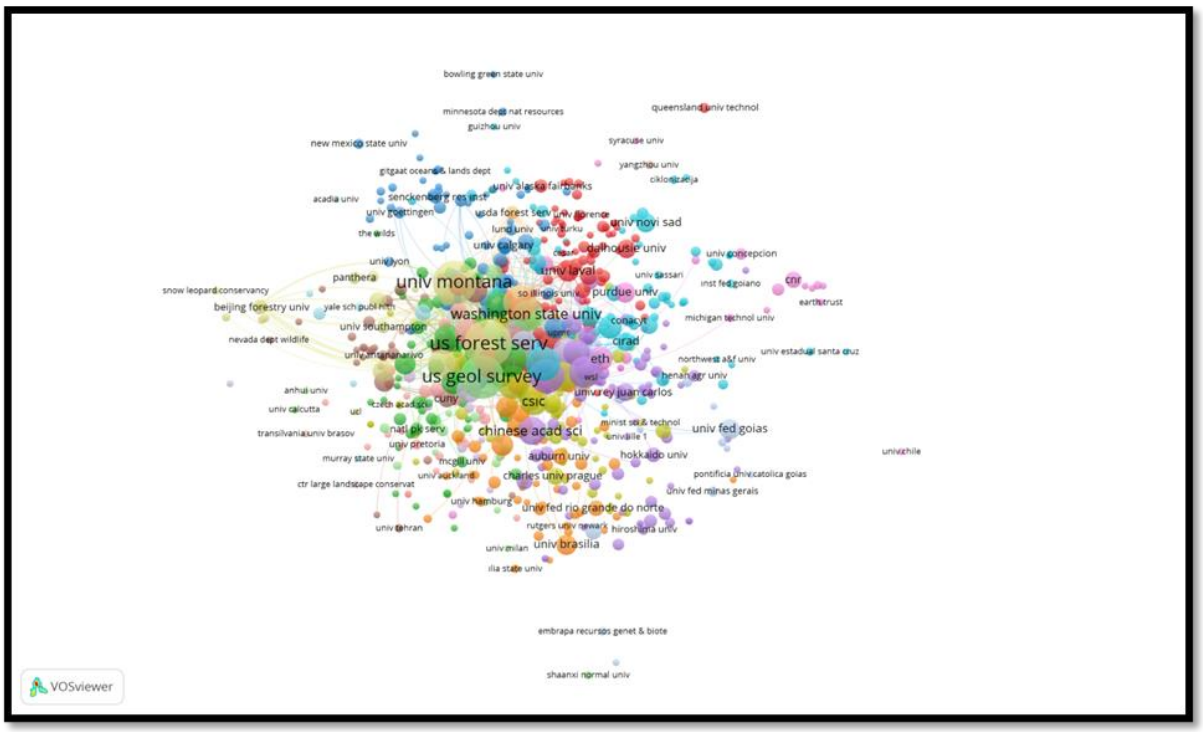
Bu analiz için içleme kriteri olarak bir ülkeden en az 2 yayın, en az 1 yayının atıf almış olması parametreleri seçilmiştir. Amerika 827 yayın, 34798 atıf; Kanada 218 yayın, 11084 atıf; Fransa 167 yayın, 9666 atıf; İsviçre 116 yayın, 6070 atıf; Almanya 136 yayın, 3910 atıf; Avustralya 133 yayın, 4245 atıf; İspanya 108 yayın, 2570 atıf; İngiltere 82 yayın, 3154 atıf; Portekiz 56 yayın, 1763 atıf; Brezilya 100 yayın, 1575 atıf ile yayınları en çok atıf alan ülkeler sıralamasında ilk onda yer almaktadır (Görsel 13).



Görsel 13. Ülke-atıf analizi ve ülkelerin birbirleriyle etkileşimleri

Kurum-Atıf Analizi

Bu analiz için içleme kriteri olarak bir kurumdan en az 2 ve en az 1 yayının atıf almış olması parametreleri seçilmiştir. United States Department of Agriculture Forest Service 82 yayın,5846 atıf; University of Idaho 41 yayın,3801 atıf; University of Montana 69 yayın,3636 atıf; University of Toronto 44 yayın, 3857 atıf; Washington State University 35 yayın,2874 atıf; Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research 35 yayın, 2846 atıf; United States Geological Survey 69 yayın, 2401 atıf; Colorado State University 41 yayın,2482 atıf; Université Grenoble Alpes 17 yayın,2784 atıf; Michigan State University 25 yayın,1671 atıf ile listenin ilk onunda yer almaktadır (Görsel 14).



Görsel 14. Kurum-atıf analizi ve kurumların birbirleriyle etkileşimleri

4.SONUÇ

19-22 Mayıs 2023 tarihleri arasında Web of Science (WoS) Core Collection veri tabanından toplam 1,719 yayının analizlere dahil edildiği bu çalışmada; bibliyometrik yöntemlerde kullanılarak yayınların yıllara göre dağılımları, yayın türleri, tarandıkları indeks, araştırma alanlarına göre dağılımları, yayınlarda kullanılan anahtar kelimeler, atıflar, ortak yazarlık ilişkileri analiz edilmiştir.

Yapılan analizlere göre, incelenen yayınların genellikle araştırma makalelerinden oluştuğu, büyük bir kısmının SCI-EXPANDED indekste tarandığı tespit edilmiştir. Yayınların yıllara göre dağılımları incelendiğinde ise 2002 yılından itibaren ilk 13 yıl yayın sayısında doğrusal bir artış olduğu,2014 yılından sonra ise yayın sayısında düzensiz bir dağılım olduğu, 2021 yılı itibariyle de yayın sayısının 100'ün altına düştüğü gözlenmiştir. İncelenen yayınların ağırlıklı olarak çevresel bilimler ve evrimsel biyoloji alanında yapılan çalışmalar olduğu görülmüştür.
En çok yayını bulunan ülkelerin Amerika (827), Kanada (218), Fransa (167), Almanya (136) ve Avustralya (133) olduğu, ortak yazarlık ilişkileri incelendiğinde en çok ortak yazarlık yapılan ülkenin Amerika olduğu, sadece tek yayına sahip birçok ülkenin Amerika ile ortak yazarlı yayın yaptığı tespit edilmiştir.

Ortak yazarlı yapılan yayınlar incelendiğinde 48 yayın ile ilk sırayı Samuel A. Cusman isimli araştırıcının aldığı, 30 yayın ile Rolf Holderegger isimli araştırıcının ikinci sırayı aldığı ve Niko Balkenhol isimli araştırıcının 29 yayın ile üçüncü sırayı aldığı görülmüştür.

İncelenen yayınlar kapsamında atıf analizleri değerlendirildiğinde, yazar-atıf analizi kapsamında, Rolf Holderegger isimli araştırıcı tarafından yapılan 30 yayının toplam 3179 atıf aldığı; Marie-Josee Fortin isimli araştırıcı tarafından yapılan 20 yayının 2545 atıf aldığı; Samuel A. Cushman isimli araştırıcı tarafından yapılan 48 yayının 2335 atıf aldığı görülmektedir. En

çok atıf alan yayın kapsamında 1190 atıf ile Manel (2003) yayınının ilk sırada olduğu, bunu 852 atıf ile Guillot (2005a)'nın izlediği görülmektedir. En çok atıf alan ülke kapsamında ise ilk üç sırada Amerika (34798 atıf), Kanada (11084 atıf) ve Fransa (9666 atıf) yer almaktadır.

Bibliyografik eşleşme analizleri sonucuna göre kurumlar arasında en çok yayın yapılan üç kurum, United States Department of Agriculture Forest Service (82 yayın), University of Montana (69 yayın) ve United States Geological Survey (69 yayın)'dir. Kurumların atıf analizlerine bakıldığında ise en çok atıf alan kurumun United States Department of Agriculture Forest Service (5846 atıf) olduğu, bunu University of Idaho (3801 atıf) ve University of Montana (3636 atıf)'nın izlediği görülmüştür. Yapılan yayın sayısı bakımından üst sıralarda yer almayan University of Idaho (41 yayın)'nun, en çok atıf alan üç kurumdan biri olduğu gözlenmiştir.

Tüm bu analizler ışığında 21 yıllık bir geçmişe sahip, peyzaj genetiği çalışmalarının daha çok Amerika merkezli olduğu, ortak yazarlık ilişkilerinin en yoğun olduğu ülkelerin başında Amerika ve Kanada'nın geldiği, tek yayını olan ülkelerin ortak yazarlarının da yine bu ülkelerden olduğu gözlenmiştir. Ancak özellikle son iki yılda bu kapsamda yapılan yayınlarda düşüş görüldüğü saptanmıştır.

KAYNAKÇA

Güney, D. (2020). Orman Ağacı Islahı Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Balkenhol, N., Waits, L.P., Dezzani, R.J. (2009). Statistical approaches in landscape genetics : an evaluation of methods for linking landscape and genetic data, Ecography, 32: 818-830.

Holderegger, R., Wagner, H.H. (2006). A brief guide to Landscape Genetics, Landscape Ecology 21 : 793–796.

Kösa, S. (2015). Acer monspessulanum subsp. monspessulanum Ve Acer sempervirens'in Antalya'daki Yoğun Yayılış Alanlarında Peyzaj Genetiği Açısından Değerlendirilmesi Ve Çelikle Çoğaltma Olanakları, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Manel, S., Schwartz., M.K., Luikart., and Taberlet. G. (2003). Landscape genetics: combining landscape ecology and population genetics. Trends Ecol Evol., 18:189–197.

Manel, S. and Holderegger, R. (2013). Ten years of landscape genetics. Trends Ecol Evol.,28:614– 62.

Selim, C., Mutlu S. S. (2020). Tür Bazlı Korumada Yeni Bir Yaklaşım: Relikt Endemik Dorystoechas hastata Türünün Peyzaj Genetiği Kapsamında Değerlendirilmesi, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(Özel Sayı): 217-234.

Storfer, A., Murphy, M.A., Spear, S.F., Holderegger, R. and Waits, L.P. (2010). Landscape genetics: where are we now? Molecular Ecology, Vol:19, p 3496-3514.

EKOLOJİ ODAKLI YAKLAŞIMDA MİNİMALİZM FELSEFESİ

PHILOSOPHY OF MINIMALISM IN ECOLOGY ORIENTED APPROACH

Öğr. Gör. Dr. Ahmet Erkan METİN

Uşak Üniversitesi, Banaz Meslek Yüksekokulu Ormancılık Bölümü Uşak / Türkiye.

ORCID: 0000-0002-1016-0927

ÖZET

Günümüz dünyasında görülen aşırı tüketim alışkanlığı kaynakların aşırı kullanımına, atıkların artmasına neden olmakta bu durumun bir sonucu olarak kaynaklar hızla azalmakta ve çevre sorunları gözlenebilmektedir. Azalan kaynaklar ve artan çevre sorunları karşısında çevre merkezli, ekoloji odaklı yaklaşımlar önem kazanmaktadır. Bu bağlamda doğa üzerinde antropojenik etkilere dikkat çeken, bireyin ve doğanın sağlığı ve sürdürülebilirliği açısından bahsi geçen etkilerin en aza indirilmesinin gerekliliğini vurgulayan Ekopsikoloji, Derin ekoloji, Ekolojik ayak izi, Gaia teorisi gibi ekoloji odaklı yaklaşımların varlığı bilinmektedir. Söz konusu yaklaşımların temel hedefi bilincindeki yaşam biçiminin ekosistemin sürdürülebilirliği bakımından son derecede etkili olabileceği bilinmektedir. Minimalizm felsefesi insanın sadece ihtiyacı olanla yaşamını sürdürmesi üzerine odaklanan bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Minimalizm felsefesi genellikle tüketim alışkanları kapsamında ele alınsa da mimaride, tasarımda, planlamada, yaşamın pek çok alanında uygulanabilmektedir. Minimalizm felsefesi ilkeleri doğrultusunda sürdürülen yaşam biçiminin yansıması olarak ekosistem üzerindeki olumlu etkileri görebilmek mümkün olmaktadır. Bahsi geçen felsefe doğrultusundaki yaşam biçimi sürdürülebilir temelli yenilenebilirlik, ekolojik denge, doğa koruma faktörleri kapsamında değerlendirildiğinde kaynakların minimum düzeyde kullanılması, daha az atık üretilmesi ve bu durumun bir sonucu olarak ekosistem üzerindeki baskının azaltılması bağlamında önem kazanmaktadır. Minimalizm ve ekoloji odaklı yaşam kavramları bir arada düşünüldüğünde sürdürülebilir yaşam yönünde güçlü bir yaklaşım ortaya çıkabilmektedir. Yapılan çalışmada minimalizm felsefesi doğrultusunda sürdürülen yaşam tarzının ekolojik boyutu değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekoloji, Minimalizm, Ekolojik sürdürülebilirlik, Planlama, Peyzaj Mimarlığı, Doğa koruma.

ABSTRACT

The habit of overconsumption in today's world leads to excessive use of resources and an increase in waste, and as a result of this situation, resources are rapidly decreasing and environmental problems can be observed. In the face of diminishing resources and increasing environmental problems, environment-centered, ecology-oriented approaches are gaining importanceIn this context, it is known that there are ecology-oriented approaches such as Ecopsychology, Deep ecology, Ecological footprint, Gaia theory, which draw attention to

anthropogenic effects on nature and emphasize the necessity of minimizing these effects in terms of the health and sustainability of the individual and nature. It is known that a lifestyle that is conscious of the main goal of these approaches can be extremely effective in terms of ecosystem sustainability. The philosophy of minimalism is an approach that focuses on people living with only what they need. Although the philosophy of minimalism is generally considered within the scope of consumption habits, it can be applied in architecture, design, planning and many other areas of life. It is possible to see the positive effects on the ecosystem as a reflection of the lifestyle maintained in line with the principles of minimalism philosophy. When the way of life in line with the aforementioned philosophy is evaluated within the scope of sustainable-based renewability, ecological balance, nature conservation factors, it gains importance in the context of using resources at a minimum level, producing less waste and reducing the pressure on the ecosystem as a result of this situation. When the concepts of minimalism and ecology-oriented living are considered together, a strong approach towards sustainable living can emerge. In this study, the ecological dimension of the lifestyle pursued in line with the philosophy of minimalism was tried to be evaluated.

Keywords: Ecology, Minimalism, Ecological sustainability, Planning, Landscape Architecture, Nature conservation.

1. GİRİŞ

Canlıların varlıklarını sağlıklı bir biçimde sürdürebilmesi için içerisinde yaşadıkları çevre ve çevre ile karşılıklı ilişkileri son derece önemli olmaktadır. Günümüzde hızlı nüfus artışı, ekosistemi göz ardı eden yapılaşmanın artması, hızlı tüketim, enerji kullanımındaki artış, arazilerin vasfı dışında kullanımı gibi nedenler ile doğal kaynaklardan aşırı yararlanma sonucu çevre sorunları yaşanabilmektedir. Çevre sorunlarının önlenmesi ve çevrenin korunması doğrultusunda her ne kadar yasa, yönetmelik, ulusal ve uluslar arası sözleşmeler olsa da amaca ulaşmada bireylerin yaşam biçimlerinde bilinçli bir şekilde köklü değişikler yapmasının kritik öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda ekolojik sürdürülebilirliği merkeze alan, ekoloji odaklı yaklaşımlar sürdürülebilir çevre bakımından önem kazanmaktadır.

Minimalizm felsefesi bireyin sadece ihtiyacı olanla yaşamını sürdürmesi üzerine odaklanan bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Genel olarak bireyin üretim ve tüketim faaliyetleri üzerinde yoğunlaşan minimalizm felsefesinin ilkeleri sanat, mimari, tasarım, planlama, peyzaj mimarlığı gibi farklı alanlarda uygulanabilmektedir. Minimalizm ilkeleri doğrultusunda sürdürülen yaşam biçiminin arka planında ekosistem üzerindeki olumlu etkileri görebilmek mümkün olmaktadır.

Yapılan çalışmada minimalizm yaşam biçimi ekolojik yönü ön planda tutularak değerlendirilmeye çalışılmıştır. Sürdürebilir çevre, ekolojik dengenin korunması ve ekosistemin sürdürülebilirliği için minimalizm yaşam biçiminin etkili rol üstlenebileceği düşünülmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Yapılan çalışmada ekoloji odaklı yaşam bağlamında minimalizm felsefesi değerlendirilmiştir. Çalışma amacı kapsamında ekoloji, ekoloji odaklı yaşam ve minimalizm kavramları yazın

taraması doğrultusunda ortaya konularak, minimalizm felsefesinin tüketim, tasarım, mimari ve sanat boyutunun yansıması olarak ekolojik etkisi değerlendirilmeye çalışılmıştır.

2.1. Ekoloji ve Ekoloji Odaklı Yaşam

Ekoloji kavramının ilk olarak 1866 yılında Alman biyolog Ernst Haeckel tarafından Yunanca'da yer-yurt anlamında kullanılan "oikos" ve bilim anlamında kullanılan "logia" kelimelerinden türetildiği bilinmektedir [1]. Ekoloji kavramı canlılar ile çevresi arasındaki etkileşime odaklanmakta, canlıların yaşam ortamlarını oluşturan faktörler ile ortam özelliklerini ve karşılıklı ilişkilerini incelemektedir. Ekoloji canlıların yaşamlarını sağlıklı bir biçimde sürdürebilmeleri için gerekli koşulları, beslenme ve barınma ihtiyaçlarını nasıl karşılayabileceklerini, varlıkların kendi türleri ve diğer türler ile nasıl bir etkileşim içerisinde olduklarını araştırmaktadır [2;3]. Ekoloji kapsamının özellikle 1970'lerden sonra çevre sorunlarının dünyanın ana gündem maddelerinden biri haline gelmesiyle genişlediği ve insan-doğa ilişkilerine daklanmaya başladığı bilinmektedir [4]. Ekoloji kavramı ile ilgili tanımlar incelendiğinde kavramın araştırma alanının oldukça kapsamlı olduğu görülmektedir. Yapılan tanımlar doğrultusunda ekolojinin organizmaların kendi türleri ve fiziksel çevreleri arasındaki etkileşimin yanı sıra farklı türler arasındaki karmaşık ilişkileri kapsadığını, biyoloji, kimya, fizik, jeoloji, matematik gibi farklı bilim dallarından yararlanan multidisipliner bir alan olduğunu söylemek mümkün olmaktadır.
Ekoloji günümüzde doğal yaşam ortamlarının tahrip edilmesi, biyoçeşitlilik kaybı, iklim değişikliği kaynaklı endişeler nedeni ile üzerinde önemle durulan bir alan konumunda yer almaktadır. Bu bağlamda özellikle son yıllarda çevre merkezli, ekoloji odaklı yaşam doğrultusunda söylem ve eylemlerin arttığını görmek mümkün olmaktadır. Her ne kadar ulusal ve uluslar arası boyutta doğa koruma amaçlı kanun ve sözleşmeler mevcut olsa da korumada asıl amaca ulaşmanın bireyin düşünsel ve ahlaki bir sorumlulukla çevresine, doğaya olan tutum ve davranışlarını geliştirmesi ile mümkün olabileceği düşünülmektedir.

Balaban 2014'e göre ekolojik davranış insanı da içine alan evreni bir bütün olarak düşünerek, evrendeki tüm canlıların yaşam hakkına saygı duyarak yaşamak anlamına gelmektedir [5]. Ekolojik davranış her bir habitatın yaşamı destekleyici görevinin olduğunu bilerek, çeşitli eko-sistemlerin benzersizliğini kabul ederek gezegenimizin sürdürülebilirliğini korumak şeklinde tanımlanabilmektedir [6]. Ekoloji odaklı yaşam, bireyin evrende bulunan her varlığın gezegenin sürdürülebilirliğine katkısı olduğunun farkında, canlıların yaşam ortamları ile birlikte korunması gerektiğinin bilincinde bir yaşam sürdürmesi şeklinde tanımlanabilmektedir. Ekoloji odaklı yaşamın temelinde bireyin kendi türü ile birlikte evrende yer alan diğer tüm canlılara ve yaşam ortamlarına saygı duyması, koruması gerekliliği yer almaktadır. Bu bağlamda Ekopsikoloji, Derin ekoloji, Ekolojik ayak izi, Gaia teorisi kavramları gibi doğanın yaşayan canlı bir organizma olduğunu vurgulayan, bireylerin doğa üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiye dikkat çeken, bu etkilerin en aza indirilmesinin bireyin ve doğanın sağlığı ve sürdürülebilirliği açısından gerekliliğini vurgulayan kavramların varlığı bilinmektedir. Bahsi geçen kavramların hedefinin insanın doğaya olan baskısını azaltmak olduğu görülmektedir. Minimalizm

felsefesinin de bahsi geçen kavramlarda olduğu gibi bireyin doğaya, ekosisteme olan baskısını azaltma yönünde etkili bir yaklaşım olduğu düşünülmektedir.

2.2. Minimalizm

Minimalizm felsefesi insan hayatındaki ihtiyaçları maddi ve manevi olarak sınıflandırarak, yaşam alanı içerisinde hareket serbestliğini, konforu ve kaliteyi sağlamak biçiminde tanımlanabilmektedir. Minimalizm, 1960'lı yılların sonlarında Post-Modern dönemi akımı olup, Fransızca kökenli "minimum" anlamına gelen "minimal" kelimesinden türetilmektedir [7]. Minimalizm bireyin hayatındaki fazlalıkları çıkartarak sade bir yaşam sürdürmesini temsil etmektedir. Bahsi geçen kavramın ilkelerini benimseyen birey daha azı ile yetinebilmekte, fazlalıklardan kurtularak daha sade bir yaşamı tercih edebilmekte, hayatındaki normalleri gözden geçirerek kararlı bir şekilde mevcut alanından çıkıp yeni düzen ve değer dünyası inşa edebilmektedir [8].

Minimalizm genellikle tüketim bağlamında ele alınsa da günümüzde bir yaşam biçimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Temel özelliği materyali minimuma indirmek olan minimalizm akımının etkilerine tasarım, planlama, görsel sanatlar, edebiyat, felsefe, eğitim teknikleri gibi bir çok alanda rastlamak mümkün olmaktadır [9]. Minimalizm felsefesi sadeliği ve nesnel yaklaşımı savunmakta, sanatta ve mimaride kullanılan materyali en aza indirmeyi amaçlamakta, sadelik, basitlik, azlık kavramlarını öne çıkarmaktadır [7].

Mimari alanda minimalizm yalnızca gerekli unsurların kullanılması ile mükemmel düzlemi zarif aydınlatma ve üç boyutlu objelerin olmamasından kaynaklanan boşluklar arasındaki denge ve bağ ile tarif edilebilmekte, her şeyin en temel düzeyde olmasını amaçlamaktadır [8]. Minimalizm ilkeleri doğrultusunda yapılan tasarımlar ile enerji ve zaman tasarrufu, psikolojik rahatlık, görsel kalite, dar alanlarda peyzaj tasarım ve uygulamaları, geniş ve ferah alanlar, geleneksel ve modern akımlarla işbirliği, sürdürülebilirlik sağlanabilmektedir [7]. Tasarım ve planlama anlamında bahçe ölçeğinden kent ölçeğine kentsel ve kırsal alanları kapsayan doğal kaynakların korunmasını ve kullanılmasına yönelik çalışmalar yapan peyzaj mimarlığı disiplininde minimalizm en az malzemeyle, en yalın, en ekonomik ve en işlevsel sonuca ulaşmayı hedeflemektedir [10].

Minimalizm felsefesi daha çok tüketim, tasarım, sanat ve mimari ilkeleri ile ön planda olmasının yanı sıra arka planda yer alan çevresel yansımaları büyük öneme sahip olmaktadır. Minimalist yaşam tarzını benimseyen bireyler üretim, tüketim, tasarım ve planlama alışkanlıklarındaki sınırlandırmalar ile doğal kaynakların korunmasına dolayısı ile sürdürülebilirlik üzerine olumlu etkiler oluşturabilmekte, ekosisteme zarar veren aşırı tüketim alışkanlıkları ile mücadelede etkili bir yaklaşım olarak nitelendirilebilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ekoloji odaklı yaşam tarzı doğal dünyayı korumaya, sürdürülebilir kullanıma, gezegenimizi gelecek nesiller için muhafaza etmeye odaklanmaktadır. Atıkların azaltılmasını, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını, doğal yaşam alanlarının ve biyoçeşitliliğin korunmasını

kapsamaktadır. Ekoloji odaklı yaşamın günlük alışkanlıklarda kalıcı değişiklikler yaparak, kaynaklarda koruma-kullanma dengesinin gözetilmesini, insanın çevre üzerindeki olumsuz etkisinin diğer bir deyişle gezegendeki ayak izinin azaltılmasını, ekosistemin sürdürülebilirliğini amaç edindiği söylenebilmektedir.

Minimalizm, insanları daha azıyla yaşamaya, maddesel varlıklardan ziyade deneyimlere odaklanmaya ve yaşamlarına gerçekten değer katan nesnelere öncelik vermeye teşvik etmektedir. Minimalizm bireyin hayatında sadeliği, işlevselliği ve gereksiz unsurların azaltılmasını vurgulayan bir tasarım ve yaşam tarzı hareketi olarak tanımlanabilmektedir. Minimalist tasarım yalnızca temel unsurları kullanmaya, gereksiz ya da fazladan olan her şeyi ortadan kaldırmaya odaklanırken basit, sade çizgilerin kullanılmasını, dekorasyon ve süslemelerin en aza indirilmesini vurgulamaktadır. Bahsi geçen kavram kişinin fiziksel alanını düzene sokmayı, dikkat dağıtıcı unsurları azaltmayı ve günlük rutinleri basitleştirmeyi içerebilmektedir. Minimalizm bireyleri gerçekten önemli olan şeylere öncelik vermeye ve dikkat dağıtıcı unsurları ortadan kaldırmaya teşvik ettiği için genellikle sakinlik, netlik ve farkındalık duygusuyla ilişkilendirilebilmektedir. Minimalizm ilkelerinin kapsadığı alanlar göz önünde bulundurulduğunda üretim, tüketim, planlama, tasarım gibi bireyin günlük yaşamının farklı alanlarında uygulanabilirliği görülmektedir.

Ekoloji odaklı yaşam ve Minimalizm yaklaşımının birbirini destekleyen, tamamlayıcı nitelikte olduğu görülmektedir. Ekolojik sürdürülebilirliğin önemini ve gerekliliğini vurgulayan ekoloji odaklı yaklaşımın hedefine ulaşması doğrultusunda minimalizm felsefesi bağlamında, tüketim ve atıkların azaltılması, sadelik, basitlik, netlik ilkelerinin uygulanması ile katkı sağlanabileceği düşünülmektedir. Biyoçeşitliliğin ve ekosistemlerin korunması amacı taşıyan ekoloji odaklı yaşam açısından minimalist yaklaşım doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve korunması bağlamında önem taşırken bireyin tatmin edici bir yaşam sürmesini sağlayabilmektedir.

Minimalizm ilkeleri ve ekoloji odaklı yaşam biçimi bir arada değerlendirildiğinde kaynakların sürdürülebilirliği bakımından güçlü bir yaklaşım ortaya çıkabilmektedir. Tüketim alışkanlıkları bakımından minimalizm ilkelerine bağlı kalınması ile daha az tüketim dolayısı ile daha az atık gerçekleştirilirken, hem üretim hem de atıkların bertaraf edilmesi için kaynak kullanımı sınırlandırılmış olabilecektir. Minimalizm ilkeleri şehir, bölge, peyzaj planlama ve tasarımda uygulandığında daha çok doğal alanlara yer verilmesi, daha küçük ölçekli yapay alan ve binaların tasarlanması iklim ve enerji tasarrufu üzerinde olumlu katkılar sağlayabilecektir. Peyzaj mimarlığında minimalizm ilkeleri uygulanarak, sade ve doğal tasarımların uygulanması bireyin dikkatinin doğal varlıklar üzerinde odaklanmasını sağlayabilir. Bu odaklanma bireyde psiklojik rahatlamanın yanı sıra doğa farkındalığını oluşturabilecektir. Doğanın çevre ve psikoloji üzerindeki olumlu etkilerinin farkına varan birey doğanın korunması yönünde adım atabilecektir. Peyzaj planlama ve tasarımlarında minimalizm felsefesinin sürdürebilirlik ilkesi doğrultusunda yenilenebilir, doğal materyallerin kullanılması doğal kaynakların korunmasında etkili olabilecektir. Bu sayede kaynak kullanımı sınırlandırılabilecek, ekosistemin sürdürülebilirliğine katkı sağlanabilecektir.

Ekoloji odaklı yaşam felsefesinin minimalizm ilkeleri ile desteklenmesi sayesinde bireyin yaşamının pek çok alanında maddesel ve manevi yönden doyuma ulaşmasının yanı sıra sağlıklı ve sürdürülebilir bir dünyanın gelecek nesillere aktarılmasına katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Samur, D. Ç. (2010). Sürdürülebilir Ekolojik Kentsel Yerleşmelerde Açık Alanların Önemi ve İstanbul'da Eko Park Öneri Alanları: Pendik, Sultangazi ve Fatih. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kentsel Sistemler Ve Ulaştırma Yönetimi Yüksek Lisans Tezi.

[2] Tozar, T., Ayaşlıgil, T. (2008). Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliği İçin Ekolojik Planlama Yöntemleri. İstanbul üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi.Seri. A.Cilt 58 Sayı 1.

[3] Güleryüz, M. (2013). Bir ütopya hareketi olarak Eko-Köyler: Türkiye'deki Örnekler Üzerine Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik ve Teknoloji Anabilim Dalı, Mimarlık Bilim Dalı, İstanbul Kültür Üniversitesi.

[4] Tokat, M.,U., (2010). Küreselleşme Sürecinde Ekoloji ve Sürdürülebilirlik Kavramlarına Yaklaşım ve Mimarlık Alanındaki Yansımaları, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

5] Vural, Ö., Yaman, M., (2022). Bir Alternatif Yaşam Biçimi Olarak Eko-Köylerin İncelenmesi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi
40. Yıl Özel Sayısı.

[6] Living Ethically, (2017). What is Ecological Living? Erişim adresi: https://livingethically.co.uk/what-is-ecological-living. Erişim tarihi: 03.05.2023.

[7] Irmak, M. A., Bilge, C., (2019). Peyzaj Mimarlığında Minimalist Yaklaşımlar ve Tasarım Kriterleri. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi (2019), 8 (Enar Özel Sayı) 89-103.

[8] Muslu, F. A., Aktı, Ü., (2022). Minimalist Değerler ve Yaşam Pratikleri Çukurova Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi. Cilt.22 Sayı: 1.

[9] Köksal, A. (2007), Minimalist Ressam Ve Bir Besteci: Stella ve Glass. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, Sayı 47.

[10] Taşdemir, D., (2011). "Çağdaş Peyzaj Mimarlarının Yaklaşımları Çerçevesinde Peyzaj Mimarlığının Gelişim Süreci" Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, 2011

BUĞDAY SAPLARININ YALITIM AMAÇLI SANDVİÇ PANEL ÜRETİMİNDE KULLANILMASI ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Y. Müh. Fatma BOZKURT YALÇINKAYA [1], Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU [2]
[1] KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği ABD, - 0000-0001-9323-6095
[2] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, 0000-0002-2614-3662

ÖZET

Dünyada ve Türkiye'de ahşap malzemeye duyulan ihtiyaç ve ahşap malzemenin kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Nüfus artışıyla birlikte ormanlar üzerindeki tahribat ve özellikle enerji kaynağı olarak ormanların kullanımı bu kaynakların hızla tüketilmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle hem lignoselülozik malzemelerin kullanımı hem de çevre kirliliğinin önlenmesi için tarımsal atıklardan katma değerli malzeme üretimi önemli bir konu haline gelmiştir. Ayrıca enerji tüketiminde de ciddi artış gözlenmekte ve enerji tüketiminin azaltılması yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Hem biokütlenin sorumlu kullanımının gerekliliği hem de enerji tüketimini azaltması için yalıtım amaçlı sandviç panel üretimi önemli bir hale gelmektedir. Bu çalışmada buğday saplarının yalıtım amaçlı sandviç panel üretiminde kullanılması üzerine daha önce yapılan çalışmalar derlenmiştir. Farklı formlarda ve farklı şekillerde yalıtım levhaları mevcuttur. Buğday sapı en çok ve ucuz tarımsal atıklar arasındadır. Etkin kullanım etkisi nedeniyle açık alanda doğrudan yakılmaktadır. Ucuz ve bol olması, düşük yoğunlukta ve biyobozunur olması buğday sapının düşük yoğunluklu yonga levhalar üretilmesine olanak sağlayan özellikler arasındadır. Buğday sapları kullanılarak pek çok farklı tutkallar kullanılarak farklı amaçlar için düşük, orta ve yüksek yoğunluklu yonga levhalar üretilmiştir. Üretilen levhaların mekanik, fiziksel ve termal özellikleri incelenmiştir. Bu özelliklerin yanı sıra üretilen levhaların ısı iletkenlik katsayıları belirlenerek yalıtım özellikleri de incelenmektedir. Binalarda tercih edilecek olan yalıtım malzemelerinin seçimi son derece önemlidir. Çünkü iklim, ısı iletkenlik değeri, yangın güvenliği gibi kriterlerin göz önünde bulundurularak seçim yapılması gerekmektedir. Isı yalıtım malzemeleri binaya yük bindirmektedir. Binanın ağırlığının artması deprem davranışı açısından iyi olmadığı için yalıtım malzemelerini hafif olması gerekmektedir. Ayrıca malzemenin tutuşmaması, alevi yaymaması, çıkardığı ısı,duman ve zehirli gazlarında minimum düzeyde olması gerekmektedir. Bu özelliklerine ilaveten ısı yalıtım malzemesinin ekonomik olması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler : Buğday sapı, düşük yoğunluklu yonga levha, sandviç panel, yalıtım

1. GİRİŞ

Enerji insan için önemli ihtiyaçlardan biridir. Nüfusun artışı, sanayileşme ve kentleşme enerjiye olan talebi arttırmaktadır. Talebin artmasıyla tüketimde hızla artmaktadır. Enerjide dışa bağımlı olmak ülke ekonomisini etkilemesinin yanı sıra insan ve çevre sağlığını da ciddi zararlar vermektedir. Küresel ısınma, karbon ayak izi artışı, sera gazındaki artış, ozon tabakasının

delinmesi ve ormansızlaşma petrol ve türevlerindeki enerji kullanımlarının oluşturduğu bazı olumsuz etkilerdir. Bütün bu sebeplerden dolayı enerji tüketimini azaltmaya yönelik ısı yalıtımı ortaya çıkmıştır. Isı yalıtımıyla binalardaki ısı kaybına engel olarak israfın önüne geçilmiştir. (İzoder, 2023)

Binaların ısıtılması ve soğutulması için gerekli enerji miktarını sınırlamak, minimum seviyeye indirmek ve enerji tasarrufu sağlamaya yönelik önlemler almak zorunludur. Isı yalıtımı bu önlemlerden biridir (ÇŞB, 2015). (Koçu ve Dereli, 2010). Doğru bir ısı yalıtımı ile binalarda, ortalama % 30-60 oranında enerji tasarruf edilebilecektir (ÇŞB, 2015). Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasındaki ısı transferini azaltmak için yapılan işleme ısı yalıtımı denir. Isı yalıtım malzemelerinin en temel özelliği (λ) ısı iletim katsayısıdırb(Ilgaz T.,1979). Isı iletim katsayısı, bir malzemenin birbirine paralel iki yüzeyinin sıcaklıkları arasındaki fark 1 ºC olduğunda, yüzeyin, birim alanından (1 m²) ve bu alana dik yöndeki birim kalınlıktan (1m), 1 saatte geçen ısı miktarıdır. Bu özellik malzemenin ısı yalıtım özelliğini belirler. Isı iletim katsayısı yükseldikçe malzemenin ısı yalıtım özelliği azalır. IS0 ve CEN Standardına göre ısı iletim katsayısı 0,065 W/mK değerinden küçük olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak tanımlanır (Arıman Y.S., 2001)
Binalar verimli ve doğru bir şekilde yalıtıldığında enerji verimliliği artışı ile tasarruf sağlanacak, yaşam konfor artışı sağlar, sıcaklık dağılımı daha homojen olmaktadır, yalıtım dışarıdan gelen gürültüyü kesebildiği için ses yalıtımı da sağlamaktadır.

Çizelge 1: Binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemeleri

Isı Yalıtım Malzemesi	Isıl İletkenlik Katsayısı	Yangına Tepki Sınıfı
Ekstrüde polistren köpük (XPS)	0,030-0,040	D-E
Ekspande polistren köpük (EPS)	0,035-0,040	D-E
Cam yünü	0,035-0,050	A1-A2*
Taş yünü	0,035-0,050	A1-A2*
Poliüretan (PUR) ve poliizosüyenürat (PIR) sert köpükler	0,025-0,040	B-C-D** / D-E***
Fenol köpüğü (PF)	0,030-0,045	B-C-D
Cam köpüğü (CG)	0,045-0,060	A1-A2
Ahşap yünü (WW)	0,035-0,076	B-C-D
Genleştirilmiş perlit (EPB)	0,045-0,065	A1
Genleştirilmiş mantar levhalar (ECB)	0,045-0,055	C-D-E
Ahşap lifli levhalar (WF)	0,035-0,070	C-D-E
Gazbeton ısı yalıtım levhası	0,042-0,050	A1

Buğday Sapının Özellikleri
Son yıllarda mevcut orman kaynaklarındaki azalma bunun yanında kereste fiyatlarının artması ve orman kesimlerine çevresel baskıların olması, odun harici yeni lif kaynaklarının kullanılması yönünde baskılar oluşturmuştur. Yonga levha üretiminde pek çok yıllık bitkinin yanı sıra buğday sapı da yaygın şekilde kullanılmaktadır(Akbulut, 2000). Buğday sapı dünya genelinde en fazla bulunabilen ve maliyeti alternatiflerine göre düşük olan tarımsal atıklar arasında sayılabilir. Dünya genelinde her yıl yaklaşık 720 milyon ton üretildiği tahmin edilmektedir (Karakuş, 2007). Buğday sapı gibi tarımsal atıklar kullanarak katma değerli

ürünler elde edilmesi oldukça önemlidir. Bu durum hem lignoselülozik kaynakların değerlendirilmesini sağlaması hem de anızların ve bekletilmiş sapların yakılması sonucunda oluşan çevre kirliliğinin önlenmesi açısından önemlidir (Joyce ve ark., 2005, Yeniocak, 2008 Bozkurt, 1990). Düşük üretim maliyeti, düşük yoğunluk, biyobozunur ve çevre dostu olması gibi özellikleri buğday sapının yonga levha üretiminde değerlendirilme potansiyelini artırmaktadır(Güler, 2001, Joyce ve Aravamuthan, 2005).

2. Deneysel Çalışmalar

Mengeloglu ve Alma (2002), yaptıkları çalışmada; yoğun teknolojik gelişmeler ve üretim problemlerinin çözülmesi ile buğday saplarından kompozit levhalar üretilmiştir. Buğday sapı ile üretilen yonga ve lif levhaların odundan üretilenlere göre avantajlarının olduğu tespit edilmiştir. Bu da özellikle bu konuda fazla araştırma yapan Kanada'da kompozit panel üreticilerinin tarım atıklarını kullanma olanaklarını arttırmıştır. Buğday sapı potansiyeline sahip ülkemizde de bu tip araştırma ve uygulamaya yönelik çalışmaların yapılması kaçınılmazdır. Diğer yandan ülkemizde önemli miktarda ayçiçeği üretimi gerçekleştiriliyor. Üretimin ardından ortaya çıkan ayçiçeği sapı çiftçimiz için de ciddi sorun olmaktadır. Yılda 2500.000 ton ayçiçeği sapı atık olarak bulunmaktadır.
Avcı (2007), Buğday saplarının ekonomik değeri olmaması nedeni ile çiftçilerin çoğu yakmaktadır. Anızların bu şekilde yakılması milli servet kaybı ve toprak mikroflorasını yok etmesi yanında atmosferi de kirleten önemli bir etkendir. Ülkemizde tahıl alanlarının her yıl yaklaşık % 40'ı anız yangınlarına maruz kalmakta ve 10 milyon ton buğday sapı yok olmakta ve bunun sonucu oluşan duman ve karbon dioksitin atmosfere salınımıyla küresel ısınmaya sebep olduğunu belirtmiştir.
Binici ve ark. (2007), lignoselülozların kullanımının çok eskilere kadar gittiği ve eski Mısır uygarlığında kerpiç üretiminde çamur ile buğday sapları karıştırılarak kullanılmıştır. Bu kerpiçlerin ısı iletim değerlerinin çok düşük olduğu yapılan çalışmalarla görülmüştür
Cristel ve ark.(2010), yaptıkları çalışmada tarımsal atıklarla çimento kompozitler üretilmiştir. Çalışmanın sonucunda, bitkisel liflerle üretilen hafif kompozitlerin termal iletkenliği düşürdüğü ve mekanik özellikleri yükselttiği tespit edilmiştir.Ek olarak daha fazla lif kullanımına bağlı olarak kompozitlerin ağırlığının azalmasına ve ısıl iletkenliği katsayısını düşürdüğü vurgulanmıştır.

Tekstil

Frydrych ve ark.(2002), yaptıkları çalışmada doğal ve yapay lifler den oluşmuş kumaşların termal yalıtım özellikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda yapay kumaşların pamuk ipliğinden yapılan kumaşlara göre daha düşük termal iletkenlik ve termal absorbsiyon değerinin olduğunu buna karşılık daha yüksek termal difüzyon ve direncinin olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca dokuma tipinin de termal yalıtım özellikleri üzerinde etkili olduğunu tespit etmiştir.
Stankovic ve ark.(2008), yaptıkları çalışmada pamuk (selüloz) ve viskoz (rejenere selüloz) tekstil malzmelerinin termal özelliklerini araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, yalıtım özelliği

kumaşın yüksek kılcal yapısı ve iplik yüzey özelliklerinin yanı sıra, kumaş içindeki hava hacmi dağılımıyla ilgili olduğunu belirtmiştir.

Alpin ve Turgut (2008), yaptıkları çalışmada pamuk atıklarını ve kireçtaşını kullanarak düşük maliyetli hafif kompozit bir yapı malzemesi üretimi amaçlanmıştır. Üretilen örneklere fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Numunelerin basınç dayanımı, eğilme dayanımı, ultrases hızı, birim ağırlık ve su emme testleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda; atıklarla üretilen numunelerin yüksek enerji emme kapasitesi ve düşük birim ağırlığı sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu hafif kompozit beton tuğla bloklar, tavan panelleri ve ses bariyeri olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

Binici ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada Kahramanmaraş Tekstil Fabrikalarından
elde edilen atık malzeme (pamuk atığı) ve küllerin yalıtım elemanı üretiminde katkı maddesi olarak kullanılması araştırılmıştır. Farklı oranlarda karışımlar yapılmıştır. Üretilen panellerin ve blokların ısı yalıtımı gibi birçok mühendislik özellikleri araştırılmıştır. Örneklerin basınç ve eğilme dayanımları, birim ağırlıkları, su emme oranları ilgili standartlara göre bulunmuştur. Atık tekstil külü ve pamuk atıkları ile desteklenmiş blok ve panellerin üstün mühendislik özellikleri olduğu görülmüştür. Sonuçlar söz konusu küllerin ve pamuk atıklarının yalıtım malzemesi üretiminde kullanılabileceğini göstermiştir

Binici ve ark.(2010), yaptıkları çalışmada pamuk atıkları ve tekstil külü ile ürettikleri hafif ve yeni yalıtım malzemesinin özelliklerini araştırmıştırlar. Blok yalıtım malzemesinin basınç dayanımı ve ısı iletkenliği deneyleri ASTM ve Türk Standartlarına göre uygulanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda; üretilen hafif yalıtım malzemesinin iyi yalıtım özellikleri olduğu ve tuğla, duvar ve tavan panelleri yapımında kullanılan hafif kompozit olduğunu vurgulanmıştır.

Kozak (2010), yazdığı teknik notta; Pamuk atıklarını keçemsi hale getirilerek; hava akımına mani olunacak yerlerde tercih edilen organik yalıtım malzemelerinin yapımında kullanıldığını belirtmiştir. Pamuk ve jüt atıkları; sıcak su geçen boruların izolasyonunda kullanılan halat ve hortum seklindeki organik yalıtım malzemeleri yapımında kullanıldığı ifade edilmiştir.

Zhou ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada, pamuk sapı ve reçine kullanarak çevre dostu ısı yalıtım malzemesi üretimi amaçlamışlar. Yaptıkları çalışma sonucunda, pamuk sapı liflerden geliştirilen yalıtım malzemesini diğer yalıtım malzemeleri ile başarıya rekabet edebileceğini belirtmiştir.

Binici ve ark.(2012), yaptıkları çalışmada, pamuk atıkları, uçucu kül, epoksi reçine ve barit kullanılarak ürettikleri yalıtım malzemesinin dayanıklılığı ve ekonomikliği araştırılmıştır. Üretilen yalıtım malzemesine üzerinde termal iletkenlik, ultrasonik ses, eğilme dayanımı ve radyoaktif geçirgenliği deneyleri yapılmıştır. Pamuk atıkları ve uçucu kül kullanımı yalıtım malzemesinin mühendislik özellikleri üzerinde olumlu etkisi olduğu vurgulanmıştır. Pamuk atıkları, uçucu kül ve epoksi reçine ile üretilen hafif yapı malzemeleri daha iyi ısı ve ses yalıtımı olduğunda yalıtım malzemesi olarak kullanılabileceğini belirtilmiştir.

Rajput ve ark. (2012), yaptıkları çalışmalarda kağıt geri dönüşüm fabrikası atığı ve pamuk atığını kullanarak hafif tuğla üretimine çalışmışlardır. Hazırlanan karışımlarda ağırlıkça % 1-5 oranında pamuk atığı,% 85-89 oranında kâğıt geri dönüşüm fabrikası atığı ve % 10 oranında çimento kullanılmıştır. Atıklarla üretilen tuğlaların temel malzeme özellikleri XRF, TG-DTA ve SEM kullanılarak tespit edilmiştir. TGDTA, SEM monografiler, gözenekli ve lifli gösterirken tuğla kadar 280 ° C sıcaklığa kadar termal olarak kararlı olduğunu göstermiştir.

Çalışmanın sonunda atıklarla üretilen tuğlaların potansiyel olarak iç bölme duvar olarak kullanılabilir, daha hafif ve ekonomik tuğla malzemenin üretiminde kullanılabileceğini belirtmiştir. Atıklarla üretilen tuğlaların normal üretilen kil tuğlalara oranla yarı yarıya hafif olduğunu vurgulamıştır.
Monika et al. (2012) yaptıkları çalışmada doğal fiberleri kullanarak elde ettikleri kompozitlerin ısı iletim katsayılarını belirlemişlerdir. Sonuçlara gore, söz konusu kompozitlerin ısı iletim katsayılarının yapay liflerle üretilenlerden daha düşük olduğu, bunların daha ekonomik, çevreye zarar vermediğini ve ayrıca daha iyi mekanik özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Orta tabakada kağıt kullanlarak üretilen sandviç panel;

Du ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışmada polimer kompozitlerin arasına farklı hücre boyutlarında ve farklı yüksekliklerde fenolik kaplamalı aramid kağıt balpeteği kullanılarak sandviç levhalar üretilip direnç özelliklerine bakıldığında cam yünü takviyeli polimer kompozitlere alternatif sandviç levhalar üretilmiştir.
Sam-Brew ve ark. (2010) balpeteği sandviç levhalarda kenar güçlendirme üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada yüzey malzemesi olarak farklı yoğunlukta ve kalınlıklarda HDF ve MDF levhaları kullanılarak, orta tabakada farklı kalınlıklarda kağıt balpeteği kullanılmıştır.Tutkal olarak polivinil asetat kullanılmıştır.Üretilen sandviç levhalar çalışma masalarında ve raflarda kullanımı uygun olduğu tespit edilmiştir.
Barboutis ve Vassiliou (2005) yapılan bir çalışmada 8 mm kalınlığımda yongalevha yüzeyde kullanılırken orta tabakada kağıt petekler kullanılmıştır.Yüzeylerin orta tabakaya yapışmaları üre formaldehit tutkalı kullanarak yapıştırılmıştır.Elde edilen sonuçlar farklı kalınlıklardaki yonga levhalardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yüzeyi polyester/cam liflerden, orta tabakası ise polyester emdirilmiş kâğıt petek ile alüminyum petek olan kompozit sandviç malzemeler,
Solmaz ve arkadaşları (2010) Sandviç levha üretiminde farklı hücre boyutuna sahip petek levhalar kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre kâğıt petekten yapılan sandviç levhaların eğilme dayanımlarının, alüminyum petekten yapılan sandviç levhalardan daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bunun dışında, petek yapı hücre yoğunluğunun artmasına paralel olarak da sandviç levhaların eğilme dayanımlarının ve hücrelerin kayma rijitliklerinin yükseldiği tespit edilmiştir.

Orta tabakası köpük malzemeler kullanılarak üretilen sandviç levhalar;

Shalbafan ve ark. (2012) yapılan çalışmada hafif sandviç levhalar elde etmek için çalışma yapmıştır. Bu kapsamda yüzey malzemesi olarak yonga levha orta tabakasında ise genişleyebilen microspheres (MS) ile genişleyebilen polisitiren (EPS) kullanılmıştır. Sonuçlarda yüzey kalınlığının artması ile her iki orta tabaka malzemesi kullanılarak üretilen levhaların eğilme direncinin arttığı ifade edilmiştir. Aynı kalınlıktaki ticari yongalevhalar ile karşılaştırıldığında, sandviç levhaların spesifik eğilme direnci ve yapışma direnci değerlerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Kljak ve diğ. (2009) kontrplak levhalarının lif yönünün sandviç levhalarının eğilme direnci performansı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla yüzey malzemesi olarak kontrplak kullanılırken orta tabaka malzemesi olarak rijit PVC kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarında sandviç levhaların eğilme direnci üzerinde lif yönünün etkili olduğu ifade edilmiştir.

Lignoselülozik malzeme kullanarak sandviç paneller üretilen çalışmalarda;

Kawasaki ve diğ. (2006) yapısal izolasyon duvarları ve zeminlerde kullanılmak üzere farklı kalınlık ve yoğunluklarda sandviç levhalar üretmişlerdir. Yüzey tabaka malzemesi olarak kontrplak ve MDF levhaları kullanılırken, orta tabaka malzemesi olarak düşük yoğunlukta liflevha kullanılmıştır. Sandviç levha üretiminde katlar arasında ve düşük yoğunlukta liflevha üretiminde izosiyanat tutkalı (MDI) kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarında, yüzey malzemesi olarak kontrplak kullanılarak 95 mm nihai kalınlıkta ve 430 kg/m3 yoğunlukta üretilen sandviç levhaların, en yüksek eğilme direncine sahip olduğu ve izolasyon amaçlı kullanım için avantajlı bir malzeme olduğu belirtilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında üretilen diğer ürünler ile kıyaslandığında, bu ürünün minimum yoğunluk ile birlikte maksimum direnç için optimum tasarıma sahip olduğu kayıt edilmiştir. Elde edilen bu sandviç levhanın, yeterli bir yapışma direncine sahip olduğu ve boyutsal sabitlik özelliğinin de yüksek olduğu rapor edilmiştir.
Smardzewski (2021) 10 mm kalınlığında odun liflerinden oluşan orta tabaka ve farklı kalınlıklıklarda HPL ve HDF'den yüzey malzemesi ile kaplanan sandviç kompozitlerin fiziksel ve mekanik dirençleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, orta tabakası odun lifi olan sandviç panellerin bal peteği sandviç panellere göre daha fazla yük taşıma kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir.
Fernandez-Cabo ve ark. (2010) 4 farklı yoğunlukta (110, 130, 150, 190 kg/m3) odun lifinden oluşan orta tabaka ile, yüzeyde ahşap esaslı levha (OSB) kullanarak sandviç panel üretmiştir. Üretilen levhaların cephe kaplamasına uygunluğu araştırılmıştır. Ayrıca orta tabakada düşük yoğunluk kullanılması daha düşük maliyet ve daha yüksek yalıtıma olanak sağlamıştır.
Lakreb ve ark. (2015) ise dış tabakada Halep çamı (Aleppo) orta tabakada mantar kullanarak çok tabakalı sandviç paneller üretilmiştir. Sonuçlar,sandviç panellerin, çevre dostu olması ve maliyet etkinliği avantajı ile yapılarda panel ve iç uygulamalarda bölme duvarları olarak kullanılabileceğini önermiştir.
Duigou ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada %100 biyokaynaklı sandviç malzemeler geliştirmişlerdir. Bu kompozitlerin üretiminde yüzey malzemesi olarak keten/poly(lactic) acid (PLLA) kullanılırken, orta tabaka malzemesi olarak da masif balsa kullanılmıştır. Üretilen bu malzemeler üzerinde bazı mekanik analizler yapılmış ve diğer bazı sandviç malzemeler ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarında geliştirilen biyosandviç malzemenin eğilme direncinin, yat yapımında geniş bir şekilde kullanılan geleneksel cam/polyester/balsa sandviç malzemeden %30 daha düşük olduğu belirtilmiştir. Bunun sebebinin ise beklenildiği üzere, yüzey malzemesinin özelliklerinden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Sonuçlar

Önceki çalışmalar incelendiğinde çıkarımlarımız dünyada pek çok atığın değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Çalışmalar ile çok daha düşük ısı iletim katsayısı olan yalıtım malzemesinin üretimi amaçlanmaktadır. Bu sayede bölge insanları atıklardan yaralanacak, katma değerli malzemeler üretilecek, seri üretim ile istihdam yaratılacak ve milli ekonomiye katkı sağlanacaktır. Orman kaynakların hızla tükenmesi nedeniyle alternatif kaynaklara özellikle doğal kaynakların atıklarının kullanılması ön plana çıkmaktadır. Isı yalıtımı ile yapılan çalışmaların kısıtlı olması nedeniyle yapacağımız çalışmalar literatüre katkı sağlanacaktır. Çalışma, düşük ısı iletim katsayısına sahip, daha hafif ve atıkların kullanılarak yeni bir yalıtım malzemesi üretilmesi amaçlanmıştır

Kaynaklar

Duigou, A. L., Deux, J. M., Davies, P., and Baley, C., PLLA/flax mat/balsa bio-sandwich manufacture and mechanical properties. Applied Composite Materials, 18(5): 421-438, 2011.

Lakreb, N., Bezzazi, B. & Pereira, H., Mechanical Behavior of Multilayered Sandwich Panels of Wood Veneer and a Core of Cork Agglomerates. Materials and Design, 65, 627–636,2015.

José L. Fernández-Cabo1 , M. Almudena Majano Majano1 , Luis San-Salvador Ageo1 , Miguel Ávila Nieto1 A novel Façade sandwich panel with low-density wood fibres core Conference: WCTE 2010

Jerzy Smardzewski, Michał Maslej, Krzysztof W. Wojciechowski Compression and low velocity impact response of wood-based sandwich panels with auxetic lattice core European Journal of Wood and Wood Products 79:797–810, 2021.

Kawasaki, T. & Kawai, S., Thermal Insulation Properties of Wood-based Sandwich Panel for Use as Structural Insulated Walls and Floors. J Wood Sci., 52, 75–83, 2006

Jaroslav Kljak1 , Mladen Brezovi , Alan Antonovi Influence of plywood grain direction on sandwich panel bending properties Drvna Industrıja 60 (2) 83-88 (2009)

Shalbafan, A., Luedtke, J., Welling, J., and Thoemen, H., Comparison of foam core materials in innovative lightweight wood-based panels. European Journal of Wood and Wood Products, 70(1-3): 287-292, 2012

Sam-Brew, Solace Araba., The development of hollow core composite panels for value added applications B.Sc., Kwame Nkrumah University of Science and Technology, 2010.

Solmaz M. Y., Kaman M. O., Petek Yapılı Sandviç Yapılarda Köpük Dolgusunun Kritik Burkulma Yüküne Etkisi 2010 e-Journal of New World Sciences Academy Volume: 5, Number: 1, Article Number: 1A0062, 2010.

Barboutis, I., and Vassiliou, V., Strength properties of lightweight paper honeycomb panels for furniture. In **:**Proceedings of International Scientific Conference**,** 10th Anniversary of Engineering Design. 17-18 October, Sofia, pp. 1-6, 2005.

Du Y., Yan N., Kortschot M. T., Light-weight honeycomb core sandwich panels containing biofiber-reinforced thermoset polymer composite skins: Fabrication and evaluation Composites Part B: Engineering Volume 43, Issue 7, October 2012, Pages 2875-2882, 2012.

Mengeloglu F., Alma M.H. Buğday Saplarının Kompozit Levha Üretiminde Kullanılması, Ksü Fen Ve Mühendislik Dergisi 5 37-48, 2002.

Avcı E., http://heryerdenhaber.com/V1/Pg/DetailCity/ NewID/40832, 2007.

Binici H.**,**Aksoğan O, Bodur M.N, Akça E, Kapur S., Thermal isolation and mechanical properties of fibre reinforced mud bricks as wall materials,Construction and Building Materials, 21 901-906, 2007.

Cristel O.,Nady, P,C., Fernando, T., Silvio, D., Ketty, B., Marie-Ange , A., Sugar cane bagasse fibres reinforced cement composites.Therm Consider Compos: Part A, 41 , pp. 549–556, 2010.

Frydrych I., Dziworsko, G., Bilska, J., Comparative Analysis of the Thermal Insulation Properties of Fabrics made of Natural and Man-Made Cellulose Fibres. Fibres&Textiles in Eastern Europe, October, December, pp. 40-44, 2002.

Snezana B. Stankovic, Dusan Popovic´, Goran B. Poparic.,Thermal properties of textile fabrics made of natural and regenerated cellulose fibers, Polymer Testing Volume 27, Issue 1, Pages 41-48, February 2008.

AlginH.M.,Turgut, P., Cotton and limestone powder wastes as brick material Constr Build Mater, 22, pp. 1074–1080, 2008.

Binici H., Aksoğan O, Gemci R., Pamuk Atıkları Ve Tekstil Külleri Ġle Üretilen Hafif Yapı Malzemelerinin Yalıtım Özellikleri, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Dergisi, 215–24, 2008.

Binici H, Gemci R, Aksogan O, Kaplan H., Insulation Properties Of Bricks Made With Cotton And Textile Ash Wastes, International Journal Of Materials Research, 101894-899, 2010.

Kozak M., Tekstil atıkların yapı malzemesi olarak kullanım alanlarının araştırılması, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6, 62-70, 2010.

Zhou F Zheng, H Li, C Lu., An environment-friendly thermal insulation material from cotton stalk fibersEnergy and Buildings, 42, pp. 1070–1074, 2010.

Binici H, Gemci R, Küçükönder A., Investigating The Sound Insulation, Thermal Conductivity And Radioactivity Of Chipboards Produced With Cotton Waste, Fly Ash And Barite, Construction And Building Materials, 30 826–832, 2012.

Monıka M Et Al., Thermal Conductivity Characterization Of Bamboo Fiber Reinforced Polyester Composite, J. Mater. Environ. Sci. 3 1109-1116, 2012.

Rajput D.,Bhagade, S.S., Raut, S.P., Ralegaonkar, R.V., Mandavgane, S. A., Reuse of cotton and recycle paper mill waste as building material. Construction and Building Materials ,Volume 34, Pages 470–475, 2012.

İZODER, Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği Web Sitesi. [Online]. http://www.izoder.org.tr/sayfa/31/genel-bilgi-almak-istiyorum, (Erişim Tarihi: 01.06.2023)

ÇŞB. Isı Yalıtım Uygulama Kılavuzu, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, 2015.

Koçu, N., Dereli, M., *Dış Duvarlarda Isı Yalıtımı İle Enerji Tasarrufu Sağlanması Ve Detaylarda Karşılaşılan Sorunlar (Konya Kentinden Öneriler)*, 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, DEÜ İzmir, 2010.

Ilgaz T.,Dış Duvarlarda Isı Korunumu, İTU Mimarlık Fak. Yay. 1979

Arıman Y.S.,Higrotermal Yönüyle Yapı Fiziği Kuralları, Ġzoder Seminer Notları, 2001

Akbulut, T., Yonga Levha Endüstrisi, Laminart Mobilya Dekorasyon Sanat Tasarım Dergisi, 7, 122-119, 2000.

Karakuş, B., Çeşitli *Bitkisel Sera Atıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 96s, Isparta, 2007..
Joyce, T., W., Aravamuthan, R., Center for nonwood fibers. Non-wood Fibers Center at WMU, 2005.

Yeniocak, M., *Bağ Budama Artıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi*, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, 12- 13, Muğla, 2008.

Bozkurt, A., Y., Göker, Y.,. Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 3311/372, 263s. İstanbul, 1990.

Güler, C., *Pamuk (Gossypium hirsitum L.) saplarından kompozit levha üretimi olanaklarının araştırılması.* Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 150s, Bartın, 2001.
Joyce T.W., ve Aravamuthan R., Center Fornon- Woodfibers, Non-Wood Fibers center at WMU, 2005.

ÇEŞİTLİ KATKI MADDELERİNİN ODUN PLASTİK KOMPOZİTLERİN YAŞLANMA ÖZELLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

BÜŞRA AVCI [1], Prof. Dr. FATİH MENGELOĞLU [2]

[1] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, 0000-0002-2614-3662

[2] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, 0000-0002-2614-3662

ÖZET

Son yıllarda Dünya'da ve Türkiye'de mühendislik ürünü malzemelerden olan Odun Plastik Kompozite (OPK) olan talep her geçen gün artmaktadır. Düşük maliyeti, istenilen boyutlarda üretilebilmesi ve özellikle direnç özelliklerinin yüksek oluşu nedeni ile dış mekânlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Diğer kullanım alanları olarak inşaat sektöründe; kapı, pencere ve çerçeve, havalandırma, çatı, merdiven, bina içinde; dekoratif profiller, raf, yer kaplaması, tırabzan, tabla, otomotivde kapı, iç panel, karoseri, arka raflar, bardak tutacakları, park ve bahçede; çit, park-bahçe mobilyası, kamelya, yürüyüş parkurları, çocuk parkı, bank, ıslak zeminlerde yer döşemeleri endüstriyel olarak ise ambalaj, palet, iskele, uyarı levhaları, sandık olarak kendine yer edinmektedir. OPK'nın avantajlarının yanında bazı dezavantajlarının olduğu durumlar da mevcuttur. Kullanım yerinde dış hava koşullarına maruz kaldıklarında bozunmaya uğramaktadır. Malzemede meydana gelen bozunma (değişim) eski haline döndürülememektedir. OPK'lar üzerinde ortam koşullarına bağlı olarak meydana gelen yaşlanma ve bunun malzemenin özelliklerinde meydana getirdiği değişimlerin araştırılması önemli konulardan biridir. Üretilen OPK'ların kullanım ömrünün belirlenmesi önemli olup bu amaçla üretilen malzemeler doğal dış ortam koşullarının bozundurucu faktörlerine direkt olarak maruz bırakılmakta ve/veya laboratuvar koşullarında yapay (suni) olarak yaşlandırma işlemine tabi tutulmaktadır. Doğal dış ortam koşullarına maruz bırakma en doğru ve güvenilir sonuçlar verse de testlerin uzun yıllar sürmesi ve yüksek güvenlik ihtiyacı sebeplerinden dolayı çoğunlukla laboratuvar koşullarında kontrollü gerçekleştirilen yapay yaşlandırmalar tercih edilmektedir. Bu dezavantajları kompozit üretimi sırasında karışıma çeşitli katkı maddeleri ilave edilerek azaltılmaya çalışılmaktadır. Bu derleme çalışmasında, OPK üretiminde ilave edilen katkı maddelerinin hangileri olduğu, ne oranlarda kullanıldığı ve bu ilavenin doğal ve yapay (suni) yaşlandırma uygulamalarından alınan mekanik, fiziksel ve makroskobik sonuçları nasıl etkilediği üzerine detaylı bir özet ve analiz sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Odun plastik kompozit, doğal ve yapay (suni) yaşlandırma, katkı maddesi.

1.GİRİŞ

Kompozit malzemeler kullanım yerine uygun olarak istenilen özellikleri elde etmek amacıyla iki veya daha fazla malzemenin çeşitli üretim yöntemleri ile bir araya getirilmesi ile üretilen malzemelere denilmektedir. Odun plastik kompozit (OPK) ise polimer matris içerisine odun

unu ya da farklı lifsel (lignoselülozik) malzemelerin belirli oranlarda ilavesi ile oluşmaktadır. OPK üretiminde saf haldeki polimerler kullanılabildiği gibi geri dönüşüm (atık) polimerler de kullanılabilmektedir[1]. Son yıllarda odun plastik kompozite olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Hem ekonomik olması hem de kullanım yeri açısından tercih alternatifleri oluşturması nedeniyle günümüzde oldukça rağbet görmektedir. Kendisini meydana getiren malzemelere göre üstün özellikleri bulunmaktadır.

OPK'lerin, masif malzemenin rutubete karşı dayanımına göre daha iyi olması, saf haldeki polimere göre daha iyi direnç özellikleri göstermektedir. Mekanik direncin (çekme, eğilme ve darbe direnci) ve akustik özelliklerinin iyi, hafif, düşük maliyetli ve biyolojik olarak bozunur olması sebebiyle tercih edilmektedir (Ashori, 2008). OPK'ler daha çok çit, yer döşemesi, dış cephe kaplaması, oyun parkı malzemeleri, saksılar, pergola, kamelya vb. gibi dış mekân uygulamalarında, yüzme havuzu, çatı kaplaması, bank ve bahçe mobilyasında kullanılan malzemelerdir [3,4,5,6].



Görsel 1. Odun plastik kompozit örneği



Görsel 2.Yer döşemesi olarak kullanımı[7]

Tek başlarına kullanıldıklarında taşıdıkları olumsuz özellikleri daha aza indirmek için odun ve polimer karışımın içerisine farklı katkı maddeleri ilave edilerek üretimler gerçekleştirilmektedir.

Dış hava koşullarında odun plastik kompozitler kullanıldığında diğer polimer esaslı kompozitlere göre performansı genellikle daha düşüktür. Sıcaklıktaki değişiklikler (yüksek ve düşük), güneş ışığı, nem, oksijen ve diğer hava koşulları, OPK'lerin özellikleri üzerinde önemli bir rol oynamaktadır.

Polimerik malzemeler çevresel faktörlerin etkisiyle fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler veya bunların bir kombinasyonu ile bozunmaya uğramaktadırlar. Sıcaklık, hava, nem, mikroorganizmalar, ışık, yüksek enerjili radyasyon (UV) kimyasal ajanlar ve mekanik kuvvet gibi faktörler malzemede geri döndürülemez değişiklikler meydana getirebilmektedir. Bu faktörlerin etkilerini belirlemek amacıyla doğal ortamda ve laboratuvar şartlarında yapay (suni) yaşlandırma testleri yapılarak polimer kompozitlerin yapısındaki değişiklikler belirlenmektedir.

2.KATKI MADDELERİNİN DOĞAL VE YAPAY YAŞLANDIRMA ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Odun plastik kompozitlerin yaşlanma özelliğini iyileştirmek amacıyla kullanılan bazı katkı maddeleri; nano çinko oksit (ZnO), titanyum dioksit (TiO_2), nanokil, amonyum zeolit (AZ),

mono amonyum fosfat (MAP) amin ışık stabilizatörü, HALS (Hindered Amin light stabilizatörs), UVA ışık stabilizatörleridir.

Nano çinkon oksit: Metal oksit malzemelerden biri olan çinko oksit yarı iletken bir malzemedir. Çinko oksit partiküllerinin yüksek bağlanma enerjisine ve geniş bant aralığına sahip olması en önemli özelliklerindedir ve elektronik sektöründe çok geniş bir alanda kullanılmasını sağlamaktadır. Çinko oksit nano partikülleri fotokatalitik özelliktedir ve güneş ışığında organik kirliliği ayrıştırabilir[8]. Çinko oksitin plastik gibi malzemelerle katıldığında faydalı antibakteriyel ve mantar önleyici ajanlar halini almaktadırlar. ZnO nanopartikülleri kozmetik uygulamalarda, tekstil ürünlerinde ZnO partiküllerinin kullanılması UV ışınlarına karşı koruma sağlar ve renksiz olduğundan insan gözüyle fark edilememektedir [9].

Titanyum dioksit: Titanyum oksit, yeryüzünde doğal olarak bulunan, işlenmiş ve rafine edilmiş mineraldir. nTiO_2 fiziksel ve kimyasal kararlılık göstermesi, düşük maliyetli oluşu, kullanım kolaylığı ve toksik özellik göstermediği için ilgi çeken bir metal oksittir. Titanyum dioksit (TiO_2) renklendirici olarak kullanılmasından dolayı, titanyum beyazı olarak da adlandırılmaktadır.Görünür ışığı etkin olması, boya ve kaplamalara beyazlık vermesi, parlaklık ve opasite özelliklerinden dolayı geniş ölçüde kullanım alanı bulunmaktadır. Fotokatalitik bozunma yapmak amacıyla birçok fotokatalizör arasında TiO_2 en yaygın kullanılanım alanına sahiptir. TiO2'in yüzeyi ışın ile etkileştiğinde su hidrolizi oluşmakta bu olay 'Honda-Fujishima' etkisi diye bilinmektedir. Su ve havadaki organik kirletici bileşikleri uzaklaştırmak ve organik bileşiklerin kısmi oksidasyonu için, TiO_2'in uygulamaları bulunmaktadır. Zararlı kimyasalların ortamdan uzaklaştırılmasında çok geniş uygulama alanına sahip TiO_2, çevre dostu olmasından dolayı fotokatalizör olarak çok tercih edilmektedir [10].

Nanokil: Çok farklı ve geniş kullanım alanına sahip olan killer hemen her endüstri dalında kullanılmaktadır. Kaolin eskiden beri seramiklerin ana hammaddesidir, bentonit ise son yıllarda çok geniş kullanım alanı bulmuştur bunlardan en önemlisi nanokompozitlerde, katalizde ve kozmetikte, paligorskit ve sepiyolit de benzer şekilde nanokompozitlerde kullanım alanı bulmuştur. Nanokil ilavesi ile polimere bariyer özelliği kazandırılmaktadır. Nanokillerin koruyucu ve ısıl yalıtım etkisi bulunmaktadır [11].

Amonyum zeolit: Zeolit, doğal fiber termoplastik kompozitler için alev geciktirici kimyasallarda bir sinerjist olarak kullanılabilmektedir. Bazı çalışmalarda zeolitin güneşten koruyucularda kullanıldığında UV'ye karşı koruyucu bir etkiye sahip olduğunu gösterse de polimer matriste kullanıldığında yaşlanma veya hava koşullarına etkisi henüz tam olarak bilinmemektedir [12].

Mono amonyum fosfat: Monoamonyum fosfat (MAP) yaygın olarak kullanılan bir fosfor (P) ve azot (N) kaynağıdır. Monoamonyum fosfat suda çözünmektedir. Yangın geciktirici olarak kullanılmaktadır. Ahşap malzemelerin ateşe dayanıklı hale getirilmesi için kullanılmaktadır[13].

HALS (Hindered Amin Light Stabilizatörs): plastik ve polimerlerde stabilizatör olarak kullanılan bir amin fonksiyonel grubu içeren kimyasal bileşiklerdir. Bu bileşikler polimerleri foto-oksidasyonun etkilerinden korumak için kullanılmaktadır.

UVA: UV Absorber'lar kendileri hızlı bir şekilde bozulmazlar, ancak UV enerjisini, polimer matris boyunca dağılan zararsız ısı enerjisi seviyelerine dönüştürmektedir. UV emiciler, soğurma işleminin fiziksel sınırlamaları nedeniyle etkinliklerinde sınırlıdır ve soğurma yetenekleri, fotodegradasyonu etkili bir şekilde geciktirmek için yeterli soğurma meydana gelmeden önce, yüksek konsantrasyonlarda katkı maddesi ve polimer miktarına göre etki etmektedir [14].

3.YAPILAN LİTERATÜR TARAMASINDAN SEÇİLİ MAKALELER

Durmaz ve ark. (2022) çalışmalarında, kızılçam odun unu dolgulu yüksek yoğunluklu polietilen matris içerisine %1, %3, %5, %10 konsantrasyonlarında çinko oksit nanoparçacıkları eklemiştir. Elde edilen homojen karışım tek vidalı ekstruder kullanılarak pellet üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen pelletlerden sıcak pres kalıplama tekniği ile odun plastik kompozit (OPK) levhalar üretilmiştir. 840 saatlik yapay yaşlandırmaya maruz bırakılan odun plastik kompozitlere odun unu oranı üzerinde çinko oksit nanoparçacıklarının etkisi araştırılmıştır. Örneklere yapılan renk ölçümlerinde bu en yüksek renk değişiklikleri (ΔE*) kontrol numunelerinde gözlemlenmiştir. Çinko oksit nanoparçacıklarının eklenmesi ultraviyole (UV) direncini iyileştirip ve renk değişimlerini azaltmıştır. Odun unu içeriği OPK yüzeyindeki renk değişikliklerini etkilediği görülmüştür. %10 çinko oksit nanopartikülleri ve %50 odun unu içeriği olan grup en düşük renk değişimini sağlamıştır. UV ışığına karşı kullanılan nanopartiküllerin OPK' ların yüzeylerinde bariyer etkisi yapmıştır. Yaşlandırma sonrası yapılan testlerde çinko oksit nanopartiküllerinin yük transferini olumlu etkileyip, mekanik özelliklerin azalmasını sınırlandırmıştır. OPK'ların yüzeyindeki bozulma, FTIR analizi kullanılarak da araştırılmıştır. Polimer ve odunun karakteristik bantları, yüzey bozulması olduğunu göstermiştir. Işık ve taramalı elektron mikroskobu görüntülerinde ayrıca OPK'ların yüzeyinde mikro çatlaklar ve pürüzler olduğu görülmüştür. UV bozulmasının kaçınılmaz olduğunu, ancak çinko oksit nanoparçacıklarının hava koşullarına karşı yüzey direncini iyileştirebileceği bulunmuştur [15].

Erem ve arkadaşları (2015) yaptıkları bu çalışmada TiO_2 katkılı PP nanokompozit liflerin üretimi ve özellikleri incelenmiştir. Eriyikten çekim metodu kullanılarak kütlece % 0- 0,5- 1- 3-5 oranlarında TiO_2 nanotanecikler içeren nanokompozit lifler laboratuvar tipi çift vidalı mini ektruderde üretilmiştir. Üretilen liflerin ısıl özellikleri diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) ve termal gravimetrik analiz (TGA) yöntemleri ile belirlenirken, numunelerın kristalin yapıları X-ışını difraksiyon (XRD) testleri ile tespit edilmiştir. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve mukavemet testleri ile liflerin morfolojik ve mekanik özellikleri saptanmıştır. XRD testlerinin sonuçlarına göre numunelerin yarı kristalin yapıda ve α formda kristaller içermektedir. Nanotaneciklerin eklenmesi ile PP matrislerin mekanik özelliklerinin artmıştır [16].

Mengeloğlu ve Çavuş (2021), PP içerisine kızılçam odun unu ve %3-6-9 oranında mikro titanyum dioksit kullanarak ekstrüzyon ve enjeksiyon kalıplama yöntemiyle odun plastik kompozit üretilmiştir. Üretilen kompozitler 6-12-18-24 aylık dış hava koşullarına maruz bırakılmıştır. Kullanılan titanyum dioksit etkisinin mekanik, yüzey morfolojisi (SEM), yüzey kimyasal değişiklikleri (FTIR) araştırılmıştır. Genel olarak UV ışığı, polimerin renk değişikliklerine veya hafifliğine (solmasına) neden olmuştur. Bu, oksidatif bir bozulmayı göstermektedir. UV yüzeydeki malzeme ve kompozit kütlesinin zarar görmesine neden olmuştur. UV ışığı ile fotokimyasal bozunma esas olarak lignin bileşeninde meydana gelir, ahşap ve odun plastik kompozit malzemelerinin solmasından da büyük ölçüde sorumludur.

Renk ölçüm test sonuçlarında kompozitin içerisine ilave edilen titanyum dioksitli örneklerde renk değişimi meydana geldiği görülmüştür. Yaşlandırma sonrası çekme direnci ve darbe direnci örneklerinde değerlerin düştüğü görülmüştür.

Yüzey morfolojilerine bakıldığında PP ile karşılaştırıldığında odun unu ilaveli olanların yüzeylerinde daha fazla çatlak gözlendi, bu da odun unu PP‘ nin fotodegradasyonunu hızlandırmasından kaynaklanmaktadır. Titanyum dioksit kullanımıyla yüzey çatlakları artmasına rağmen uzunlukları ve derinlikleri daha az şiddetlidir [17].

Stark ve Matuana (2007), polietilen içerisine %50 çam odun unu kullanarak ektrüzyon ve enjeksiyon kalıplama yöntemiyle odun plastik kompozit üretilmiştir. İç yağlayıcı olarak asit metal sabunu ve amid kullanılmıştır. Yapay yaşlandırmada 300-400nmlik dalga boylu ksenon ark lamba kullanılarak 3000 saatlik ayrışmaya maruz bırakılmıştır. Test örnekleri 2 saatte bir 12 dakikalık su spreyine maruz bırakılmıştır. Yaşlandırma sonrası kompozit yüzey morfolojisi bozulmuştur. Yüzeyde çatlaklar oluşmuştur. Yüzeye verilen su odun unlarının suyu aldıktan sonra daralma ve genişlemesinin sonucu olduğu çıkarılmıştır [18].

Stark ve Matuana (2002), yaptıkları çalışmada yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) ve odun unu (OU) karışımı ile üretilen kompozite amin ışık stabilizatörü kullanmışlardır. Üretilen kompozitlerin dış mekan uygulamalarında kullanıldıklarında UV dayanıklılıklarının araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada da test örnekleri yapay yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır. Odun unu ilave edilmiş ve edilmemiş YYPE örneklerine UV stabilizörü eklenmesi renk değişimini azaltmıştır.

Eğilme direnci testi yapılan örneklerden içerisinde UV stabilizatörü olamayan YYPE de direnç değerleri azalmıştır. Fotostabilizatör olan örneklerde durum tersine olmuştur. 2000 saat yaşlandırmaya maruz kalan OU/YYPE kompozitlerin eğilme direnci değerlerinin düştüğü görülmüştür [19].

Eshraghi ve arkadaşları (2013), çalışmalarında %45 kavak odun unu ve yüksek yoğunluklu polietilen kompozit üretiminde %3 MAPE ve % 2-4 nanokil ilave edilmiştir. Enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretim yapılmıştır. UV yaşlandırma döngüsünde 2 saatte 108 dakikalık UV maruziyeti, 18 dakikalık su spreyinden oluşmuştur. Analiz 2000 saat sürmüştür. Yaşlandırma öncesi ve sonrası OPK kompozitler karşılaştırıldığında düşük karbonil indeks görülmüştür.

Yaşlandırmaya maruz bırakılan OPK örnekler 30 gün suya maruz bırakıldığında su absorpsiyonu artmıştır. İçerisine nanokil ilaveli kompozitlerde su alma azalmıştır. İçerisinde nanokil olması renk değişiminide azaltmıştır. Nanokil yıpranmanın zararlı etkilerine karşı koruma sağlamıştır [20].

Çavdar ve arkadaşları (2021), bu çalışmada mikrokristalin selüloz ve yangın geciktiriciler, amonyum zeolit (AZ), mono amonyum fosfat (MAP) ile güçlendirilmiş yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) kompozitler, 672 saat ultraviyole (UV) radyasyona maruz bırakılarak yapay yaşlandırma yapılmıştır.

Yaşlandırma sonrası örneklerin Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü ve Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) ölçümlerine bakılmıştır. Çekme ve eğilme direnci testleri yapılmıştır. Yaşlandırmaya maruz kalan örneklerin değerlerinde değişme meydana gelmiştir. SEM çalışmaları, AZ ilavesinin kompozit yüzeylerde bir miktar çıkıntıya neden olduğunu, MAP ilavesinin ise kompozit yüzeylerde bir miktar kabalaşmaya neden olduğunu doğrulamıştır. Yaşlandırma sonrası örneklerin mekanik özelliklerinde azalmaya neden olduğu görülmüştür [21].

Taib ve arkadaşları (2010), yaptıkları çalışmada geri dönüştürülmüş yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE)/odun ununu(OU) kompozitlere (foto-stabilizörler içeren ve içermeyen;

(%0,5) oranında engellenmiş amin ışık sabitleyici(HALS) veya ultraviyole soğurucu (UVA) veya her iki foto-stabilizatör) ile karışım yapılıp üretilmiştir. Üretilen örneklere doğal yaşlandırma yapılmıştır. Kompozit özelliklerdeki değişiklikler için 500, 1000, 1500 ve 2000 saat maruz kalmıştır.

Yaşlandırmadan sonra kompozitlerin eğilme özellikleri belirlenip karşılaştırılmıştır. Taramalı elektron mikroskobu (SEM), yaşlandırmaya uğrayan örneklerin yaşlandırılmayan numunelere göre daha fazla yüzey hasarı yaşanmıştır. HALS veya UVA veya her iki foto stabilizatörün eklenmesi, doğal hava koşullarının HDPE/OU üzerindeki olumsuz etkilerini geciktirdiği ve en aza indirdiği görülmüştür. UVA ile stabilize edilmiş HDPE/OU kompoziti iyi koruma göstermiştir [22].

4.SONUÇLAR

Doğal ve yapay yaşlandırma ile ilgili yapılan çalışmalara baktığımızda mekanik özelliklerin (çekme, eğilme, şok direnci) direnç değerlerinde azalma görülmüştür.

UV yaşlandırma sonrasında polimerlerde yüzey tabakasında çatlak oluştuğu görülmüştür. Kompozit yüzeyinde aşınma ve boşluk meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin renk değişim ölçümlerinde foto stabilizatör kullanılan kompozit örneklerinde renk değişiminin daha az olduğu görülmüştür.

UV stabilizatörler gibi kimyasal katkı maddeleri ve optimum odun unu içeriği bir polimer kompozitte mukavemet sağlarken aynı zamanda rutubet almasında artışa sebep olmaktadır.

UV stabilizatörlerinin ve yangın geciktiricilerin eklenmesinin, odun/ polimer kompozitin dış mekan ve yangın performansını arttırdığı ancak mekanik özelliklerde büyük bir değişimin olmadığı görülmüştür.

Polimer içerisine lignoselülozik malzemelerin eklenmesi hem avantaj hem de bir dezavantaj oluşturduğu görülmektedir. Bir yandan malzeme sürdürülebilir hale gelirken diğer yandan hava koşullarına karşı dayanıksız hale gelmekte ve ömrünü sınırlamaktadır. Buradan çıkarılacak sonuçla çeşitli katkı maddeleri ilave edilerek kullanım yerine uygun hale getirilebilmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Çavdar, A. D., Farklı Llignoselülozik ve Termoplastik Maddelerle Üretilen Odun-Plastik Kompozitlerin Özelliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2011.

[2] Ashori A., Wood-plastic composites as promising green-composites for automotive industries, Biosource Technology, 99, 4661–4667s, 2008.

[3] Morrell, J. J., *Wood based building components: what have we learned?*, International Biodeterioration & Biodegradation, 49(4), 253-258, 2002.

[4] Clemons, C.M., Ibach, R.E., *Laboratory tests on fungal resistance of wood filled polyethylene composites*. In: ANTEC, Society of Plastic Engineers, San Francisco, CA, 2002.

[5] Acker, J.V., Testing biological durability of wood-plastic composites, TheInternational Research Group on Wood Protection Annual Meeting, Norway.IRG/WP 06-20347. 18-22, 2006.

[6] Smith, P.M., Wolcott, M.P., Opportunities for Wood/Natural Fiber–Plastic Composites in Residential and İndustrial Applications, Forest Products Journal, 56(3),4–11. 2006.

[7] http://parkgen.com/ahsap-plastik-kompozit/ (Erişim tarihi: 07.06. 2023).

[8] Arığ, E., *Nanoyapıda Çinko oksit Partiküllerinin Üretimi ve Karakterizasyonu,* Yüksek lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler, Enstitüsü, İstanbul, 2010.

[9] Lines, M.G., Nanomaterials For Practical Functional Uses, Journal of Alloys and Compounds, 449, 242-245, 2007.

[10] Han, Y.S., Nie, L.H., The Mechanism Of Protecting Fresh And Preparation Of Nano Tio2 Thin Film, Journal of Zhuzhou Institute of Technology, 18, pp.148-150, 2004.

[11] Murray, H.H., Traditional and New Applications for Kaolin, Smectite, and Palygorskite: a General Overview, Applied Clay Science, 17: 207–221, 2000.

[12] Cavdar, A. D., Torun, S. B., Ertas, M., Mengeloglu, F., Ammonium Zeolite And Ammonium Phosphate Applied As Fire Retardants For Microcrystalline Cellulose Filled Thermoplastic Composites, Fire Safety Journal, 107, 202-209,2019.

[13] https://okimya.com.tr/fosfat-grubu-kimyasallar/mono-amonyum-fosfat/(Erişim tarihi: 25.05.2023).

[14] Demir, A., Öktem, T., Seventekin, N., Reaktif Boyalı Pamuklu Materyallerinin Işık Hastalığına UV Absorplayıcıların Etkisi, Tekstil ve Konfeksiyon, 18(3), 211 – 220, 2008.

[15] Durmaz, S., Özgenç Keleş, Ö., Aras, U., Erdil, Y. Z., Mengeloğlu, F., The Effect Of Zinc Oxide Nanoparticles On The Weathering Performance Of Wood-Plastic Composites. Coloratıon Technology , vol.2022, 1-11, 2022.

[16] Dural-Erem, A., Erem, H. H., Ozcan, G., Skrifvars, M., Anatase Titanium Dioxide Loaded Polylactide Membranous Films: Preparation, Characterization, And Antibacterial Activity Assessment, The Journal of the Textile Institute, 106(6), 571-576,2015.

[17] Mengeloğlu, F., Çavuş, V., Long Term Natural Weathering of PP Based WPCs: The Effect of TiO2 on Selected Color, Physical, Mechanical, Morphological and Chemical PropertiesWood Polymer Composites,Composites Science and Technology, 2021.

[18] Stark, N.M., Matuana, L.M., Characterization Of Weathered Woodeplastic Composite Surfaces Using FTIR Spectroscopy, Contact Angle, And XPS, Polymer Degradation and Stability, 2007.

[19] Stark, N.M., Matuana, L.M., Photostabilization of Wood Flour Filled HDPE Composites. Annual Technical Conference, Society of Plastics Engineers, 2002.

[20] Eshraghi, A., Khademieslam, H., Ghasemi, I., and Talaiepoor, M., Effect Of Weathering On The Properties Of Hybrid Composite Based On Polyethylene, Woodflour, And Nanoclay, BioRes. 8(1), 201-210, 2013.

[21] Çavdar, D. A., Torun, B.T., Tomak, D. E., Arpaci, S.S., Accelerated Resistance of High-density Polyethylene Composites Reinforced with Microcrystalline Cellulose and Fire Retardants, 2021.

[22] Taib, R.M., Zauzi, N.S., Ishak, Z.A., Rozman, H.D.,Effects of Photo-Stabilizers on the Properties of Recycled High-Density Polyethylene (HDPE)/Wood Flour (WF) Composites Exposed to Natural Weathering, 2010.

SERT TORNALAMA İŞLEMİNDE MİNİMUM MİKTARDA YAĞLAMA YÖNTEMİNİN DENEYSEL OPTİMİZASYONU

Lisans Öğrencisi Miraç DEMİRHAN [1*], Doç. Dr. Fuat KARA [1]

[1*] Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, - https://orcid.org/0009-0009-8703-5989

[1] Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, - https://orcid.org/0000-0002-3811-3081

ÖZET

AISI L6 (DIN 1.2714) soğuk iş takım çeliği, nikel alaşımlı, mükemmel tokluğu ve çekirdeğine kadar sertleşebilme özelliği olan kalıp çeliğidir. Bu çalışmada, AISI L6 takım çeliği kaplamasız seramik takım ile kuru ve minimum miktarda yağlama (MMY-MQL) yöntemi ile işlenerek ortalama yüzey pürüzlüğü (R_a) değerlerindeki değişimler deneysel olarak tespit edilmiştir. Kesme parametreleri olarak üç farklı kesme hızı (100, 130 ve 160 m/dak), üç farklı ilerleme hızı (0,10, 0,125 ve 0,15 mm/dev) ve sabit kesme derinliği (0,5 mm) belirlenmiştir. Tornalama deneyleri L_{18} (2^1x3^2) ortogonal (dikey) dizinine göre yapılmış, en küçük ortalama Ra değerini veren parametreleri belirlemek için Taguchi optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Taguchi analizi sonucu optimum yüzey pürüzlülüğü değerini veren işleme parametreleri belirlenmiştir. Bununla birlikte işleme parametrelerinin ve soğutma yöntemlerinin Ra üzerindeki etki oranlarını tespit etmek için varyans analizi (ANOVA) gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonunda optimum parametreler için doğrulama deneyi yapılarak gerçekleştirilen optimizasyonun geçerliliği test edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : AISI L6, Seramik takım, Taguchi analizi, Yüzey pürüzlülüğü, Varyans analizi.

ABSTRACT

AISI L6 (DIN 1.2714) cold work tool steel is a nickel alloy die steel with excellent toughness and hardenability to the core. In this study, the changes in the average surface roughness (R_a) values were determined experimentally by machining AISI L6 tool steel with an uncoated ceramic tool with dry and minimum amount of lubrication (MQL) method. Three different cutting speeds (100, 130 and 160 m/min), three different feed rates (0.10, 0.125 and 0.15 mm/rev) and fixed cutting depth (0.5 mm) were determined as cutting parameters. Turning experiments were carried out according to the L_{18} (2^1x3^2) orthogonal (vertical) index, and

Taguchi optimization was performed to determine the parameters giving the smallest average Ra value. As a result of Taguchi analysis, machining parameters giving the optimum surface roughness value were determined. In addition, analysis of variance (ANOVA) was performed to determine the effect rates of processing parameters and cooling methods on Ra. At the end of the study, the validity of the optimization was tested by performing a validation experiment for the optimum parameters.

Keywords : AISI L6, Ceramic tool, Taguchi analysis, Surface roughness, Analysis of variance.

1. GİRİŞ

Talaşlı imalat, malzemelerin istenilen şekil ve boyuta getirilmesi amacıyla iş parçası üzerinden güç ve takım yardımı ile talaş kaldırma işlemine denilmektedir. Talaşlı imalat yöntemleri ile üretim gerçekleştiren işletmelerin birbirleri ile olan rekabetleri yüksek verimlilik talebini de artırmıştır. Verimli bir üretim, üretim maliyetlerini düşürerek, kısa zamanda ürün kalitesini koruyarak veya iyileştirerek üretilen ürün sayısının artırılması ile elde edilir. Verimli üretim için talaşlı imalat yöntemlerinde kullanılan kesme hızı önemli bir faktördür. Çünkü kesme hızındaki artış kısa zamanda üretilen ürün sayısını da artırmaktadır [1]. Ancak, yüksek kesme hızları, yüksek kesme sıcaklıkları oluşturmaktadır. Bu yüksek kesme sıcaklıkları kötü yüzey kalitesi, yüksek takım aşınması, düşük boyutsal kararlılık ve kısa takım ömrü gibi olumsuz etkilere yol açmaktadır [2]. Talaşlı imalat yöntemlerinde kesme bölgesinde oluşan bu yüksek sıcaklıkları azaltmak için çoğunlukla geleneksel kesme sıvılı soğutma/yağlama yöntemi kullanılmaktadır. Bununla birlikte, kullanılan bu kesme sıvılarının imalat sürecinde hem avantajları hem de dezavantajları bulunmaktadır. Kimyasal bileşenler içeren kesme sıvıları, üretim hattında çalışanların tenine temas ederek insan sağlığına ve atık yönetiminin iyi yapılmadığı durumlarda da toprağa karışarak doğaya zarar vermektedir. Ayrıca toplam üretim maliyeti ile ilgili olarak bu kesme sıvılarının depolanması, atığının yok edilmesi ve temini nedeniyle işletme maliyetlerinde artış olmaktadır [3]. Her ne kadar kesici takım maliyetleri kesme sıvılarının maliyetinden daha yüksek gibi düşünülse de, Avrupa otomotiv endüstrisi araştırmalarına göre, talaşlı imalat yöntemlerinde kullanılan kesici takımların maliyeti toplam üretim maliyetinin %8'ini, kesme sıvısı maliyeti ise toplam üretim maliyetinin %8 ila %16'sını oluşturmaktadır [4, 5]. Bu nedenle kesme sıvılarının artan maliyetleri, çevre kirliliğine sebebiyet vermeleri ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle geleneksel kesme sıvılı soğutma/yağlama yöntemlerine alternatif olarak minimum miktarda yağlama (MQL) sistemi geliştirilmiştir [6]. MQL yöntemi, basınçlı hava yardımıyla az miktarda kesme sıvısının iş parçası ve takımın etkileşime girdiği kesme bölgesine püskürtüldüğü bir soğutma/yağlama yöntemidir. Geleneksel soğutma/yağlama yöntemlerinde kullanılan kesme sıvısı miktarı ile MQL yönteminde kullanılan kesme sıvısı miktarı karşılaştırıldığında, MQL yönteminde geleneksel yönteme göre 10000 kat daha az kesme sıvısı kullanılmaktadır [7]. Böylelikle, MQL yönteminde kullanılan az miktardaki kesme sıvısı kullanımının, geleneksel soğutma/yağlama yöntemine göre getirdiği işletme maliyetlerini düşürmesi, insan sağlığına zararının olmaması ve ömrünü tamamlamış yağların atık maliyetinin bitirilmesi gibi işletme verimliliğine ve sürdürebilir imalata olumlu etkilerini arttıran özellikleri bulunmaktadır [8]. Bu nedenle MQL

yönteminde yapılacak çalışmalar ile birlikte elde edilecek iyileşmeler MQL yönteminin talaşlı imalat yöntemlerinde daha fazla kullanılmasını sağlayacaktır.

Bu çalışmada, kalıp imalatında yaygın olarak kullanılan AISI L6 soğuk iş takım çeliğinin tornalanmasında MQL yönteminin kuru kesme yöntemine göre yüzey kalitesi Taguchi L_{18} deney dizaynı kullanılarak gerçekleştirilen tornalama deneyleri ile istatiksel olarak değerlendirilmiştir. Tornalama deneyleri universal torna tezgahında üç farklı kesme hızı (100, 130, 160 m/dak), üç farklı ilerleme hızı (0,10, 0,125, 0,15 mm/dev), iki farklı yağlama yöntemi (kuru kesme, MQL) kullanılarak sabit talaş derinliğinde (0,5 mm) Al_2O_3 + TiC matris esaslı kaplamasız seramik (AB30) kesici takım yardımı ile oluşturulan Taguchi L_{18} ortogonal deney dizaynına göre gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde sinyal gürültü oranı (S/N) kullanılmıştır. Kontrol faktörlerinin sonuçlara etkisinin belirlenmesi adına, varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Böylelikle deneyler sonucunda MQL yönteminin kuru yönteme göre yüzey pürüzlülüğü (R_a) açısından olumlu bir etki sağlayıp sağlamadığı belirlenmiş, hem de AISI L6 takım çeliğinin tornalanmasında optimum deney parametreleri belirlenmiştir.

2. MATERYAL METOT

2.1. Deneylerde Kullanılan İş Parçası

Bu çalışmada kalıp imalatında yaygın olarak kullanılan AISI L6 takım çeliği kullanılmıştır. Kullanılmış olan AISI L6 takım çeliği Ø60x300 mm ölçülerinde, teslimat sertliği ise 40-45 HRC arasındadır. Tornalama deneylerinde 300 mm boyunda ve 60 mm çapında AISI L6 takım çeliği iki alın yüzeyinden punta delikleri açılmış bir şekilde kullanılmıştır. Deneylerde kullanılmış olan iş parçasının kimyasal bileşenleri Çizelge 2.1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. AISI L6 çeliğinin kimyasal bileşimi (ASTM A681).

C	Mn	P	S	Si	Cr	Mo	Ni
0,65-0,75	0,25-0,80	0,03	0,03	0,10-0,50	0,60-1,20	0,50	1,25-2,00

2.2. Deneylerde Kullanılan Takım Tezgâhı

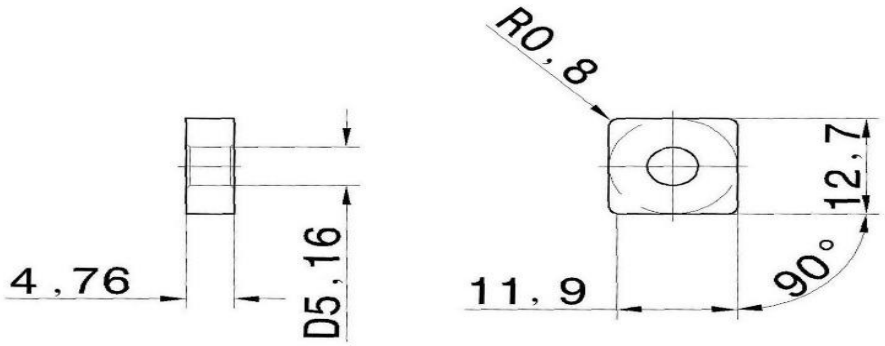
AISI L6 takım çeliğinden talaş kaldırma işlemi Görsel 2.1.'de görseli verilen Düzce Üniversitesi Makine Mühendisliği laboratuvarında bulunan ZMM BULGARIA CU500 Universal torna tezgâhında gerçekleştirilmiştir.



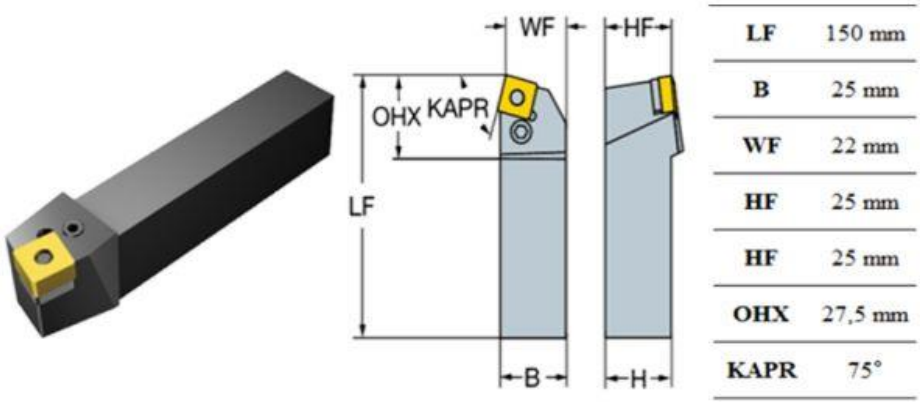
Görsel 2.1. Universal torna tezgâhı

2.3. Deneylerde Kullanılan Kesici Takım ve Takım Tutucu

Bu çalışmada yapılmış olan tornalama deneylerinde sanayide çok yaygın bir kullanıma sahip TaeguTec kesici takım firması tarafından imal edilmiş olan SNGA 120408 AB30 kodlu Al_2O_3 + TiC matris esaslı kaplamasız seramik kesici takım kullanılmıştır. Kesici takımı bağlamak için PSBNR 2525M-12 dış çap tornalama kateri kullanılmıştır. Yapılan her deney için daha önce kullanılmamış bir kesici takım kullanılmıştır. Kullanılan kesici takıma ait teknik resim bilgileri Görsel 2.2.'de, takım tutucuya ait geometri ve ölçü bilgisi Görsel 2.3.'te belirtilmiştir.



Görsel 2.2. Kesici takımın teknik resmi.



Görsel 2.3. Kesici takım tutucuya ait Görsel ve ölçü bilgisi.

2.4. Deneylerde Kullanılan MQL Sistemi

Yapılmış olan tornalama deneylerinde WERTE firması tarafından üretilen STN-40 modeli MQL sistemi kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan MQL sisteminin görseli Görsel 2.4.'te belirtilmiştir. Deneylerde kullanılan MQL sistemi potansiyometre kontrollü olup kesme sıvısı kesme bölgesine sabit basınç ve debide, nozul mesafesi kesici takım ucuna 15 mm mesafede konumlandırılarak kullanılmıştır. MQL sisteminde kullanılan nozul görseli Görsel 2.5.'te belirtilmiştir.



Görsel 2.4. Minimum miktarda yağlama (MQL) sistemi.



Görsel 2.5. MQL sisteminde kullanılan nozul.

2.5. Deneylerde Kullanılan Kesme Sıvısı

Bu çalışmada işçi sağlığının yanı sıra ardında artık bırakmayacak olması nedeniyle biyolojik olarak çözülebilen Çizelge 2.2.'de teknik özellikleri verilen Oelheld DiaCut EMM 2500 bitkisel esaslı kesme sıvısı kullanılmıştır.

Çizelge 2.2. Oelheld DiaCut EMM 2500 kesme sıvısı özellikleri.

Yoğunluk +15°C (g/cm³)	0,90
Kinematik Viskozite +40 °C (mm²/s)	25,5
Parlama Noktası (°C)	>200

2.6. Kontrol Faktörlerinin ve Seviyelerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada AISI L6 çeliğinin tornalanmasında MQL yönteminin yüzey pürüzlülüğü (R_a) açısından kuru yönteme göre farkını ve AISI L6 çeliğinin tornalanmasında optimum deney parametrelerinin belirlenebilmesi amacıyla kontrol faktörleri olarak yağlama yöntemi, ilerleme ve kesme hızı seçilmiştir. Kesme parametreleri (ilerleme hızı, kesme hızı) değerleri kesici takım üretici firma önerileri dikkate alınarak belirlenmiştir. Kontrol faktörlerini ve kontrol faktörlerinin seviyelerini gösteren bilgiler Çizelge 2.3.'te belirtilmiştir.

Çizelge 2.3. Kontrol faktörleri ve seviyeleri.

Kontrol Faktörleri	**Seviye 1**	**Seviye 2**	**Seviye 3**
Yağlama Yöntemi	Kuru	MQL	-
İlerleme Hızı-f (mm/dev)	0,10	0,125	0,15
Kesme Hızı-V (m/dak)	100	130	160

2.7. Deney Tasarımı

Bu çalışmada AISI L6 takım çeliğinin tornalanmasında 3 farklı ilerleme hızı, 3 farklı kesme hızı, kuru kesme ve MQL olmak üzere 2 farklı yağlama yöntemi ile deneyler gerçekleştirileceğinden dolayı deneylerin tasarımında "Taguchi Optimizasyon" yöntemi kullanılmıştır. Bu nedenle yapılacak deneyler Taguchi L_{18} (2^1 x 3^2) ortogonal dizinine göre MINITAB yazılımı kullanılarak tasarlanmıştır. Taguchi L_{18} ortogonal dizinine göre dizayn edilen deney tasarımı ile Çizelge 2.4.'te gösterilmiştir.

Çizelge 2.4. Oluşturulan deney tasarımı.

Deney No	**Yağlama Yöntemi**	**İlerleme Hızı-f (mm/dev)**	**Kesme Hızı-V (m/dak)**
1	Kuru	0,100	100

2	Kuru	0,100	130
3	Kuru	0,100	160
4	Kuru	0,125	100
5	Kuru	0,125	130
6	Kuru	0,125	160
7	Kuru	0,150	100
8	Kuru	0,150	130
9	Kuru	0,150	160
10	MQL	0,100	100
11	MQL	0,100	130
12	MQL	0,100	160
13	MQL	0,125	100
14	MQL	0,125	130
15	MQL	0,125	160
16	MQL	0,150	100
17	MQL	0,150	130
18	MQL	0,150	160

Çizelge 2.4.'te gösterilen deney tasarımına göre yapılan her deney sonrası iş parçasının yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçülerek elde edilen veriler kayıt edilmiştir.

2.8. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Deneyler sonucunda iş parçasının yüzey kalitesinin belirlenebilmesi için, her bir deneyin ardından Görsel 2.6.'da görseli bulunan Mahr MarSurf PS10 marka yüzey pürüzlülüğü cihazı ile 5 farklı noktadan yüzey pürüzlülüğünün aritmetik ortalaması (R_a) alınarak yüzey pürüzlülüğü ölçümü gerçekleştirilmiştir.



Görsel 2.6. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı.

2.9. Taguchi Analizi

Bu çalışmada, deney analiz yöntemi olarak deney tasarımında da kullanılan Taguchi metodu kullanılmıştır. Bu yaklaşımda, sonuçları analiz edebilmek için S/N oranı olarak bilinen bir

istatistiksel performans ölçüsü kullanılır. Deneylerden elde edilen sonuçlar sinyal/gürültü oranına (S/N) çevrilerek değerlendirme yapılır. S/N oranlarının hesaplanmasında; karakteristik tipine bağlı nominal en iyidir, en büyük en iyidir ve en küçük en iyidir metotları kullanılır [9-10]. Bu çalışmadaki S/N değerlerinin belirlenmesinde, işleme verimliliği bakımından Ra değerinin en küçük olması istenildiği için Eşitlik 1'de verilen "en küçük en iyi" prensibine karşılık gelen formül kullanılmıştır.

$$S/N = -10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i^{\,2}\right) \qquad (1)$$

Burada; y_i ölçülen yüzey pürüzlülük değerini, n ise yapılan deney sayısını ifade etmektedir.

Taguchi yöntemi ile deney verilenin analizinin ardından kontrol faktörlerinin yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerine etki düzeylerini ortaya koyabilmek adına %95 güven aralığında varyans (ANOVA) analizi yapılmıştır. Böylelikle hem MQL yönteminin kuru yönteme göre yüzey pürüzlülüğüne etkisi belirlenmiş, hem de AISI L6 takım çeliğinin tornalanmasında en etkili kontrol faktörleri ve optimum deney parametreleri belirlenmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçlarının S/N Analizleri

AISI L6 takım çeliği üzerinde, Taguchi L_{18} deney tasarımına göre gerçekleştirilen tornalama deneyleri sonucunda elde edilen yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerleri ile hesaplanan S/N oranları, Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deney Tasarımı, Ra ve S/N Oranları

Deney No	Yağlama Yöntemi	İlerleme Hızı -f (mm/dev)	Kesme Hızı -V (m/dak)	Yüzey Pürüzlülüğü R_a (µm)	Ra - S/N oranı (dB)
1	Kuru	0,100	100	0,7453	2,55338
2	Kuru	0,100	130	0,8036	1,89920
3	Kuru	0,100	160	0,9570	0,38176
4	Kuru	0,125	100	0,8526	1,38509
5	Kuru	0,125	130	0,9010	0,90550
6	Kuru	0,125	160	0,9603	0,35186
7	Kuru	0,150	100	0,8600	1,31003
8	Kuru	0,150	130	0,8893	1,01903
9	Kuru	0,150	160	1,0370	-0,31558
10	MQL	0,100	100	0,6963	3,14407
11	MQL	0,100	130	0,7153	2,91024
12	MQL	0,100	160	0,8020	1,91651

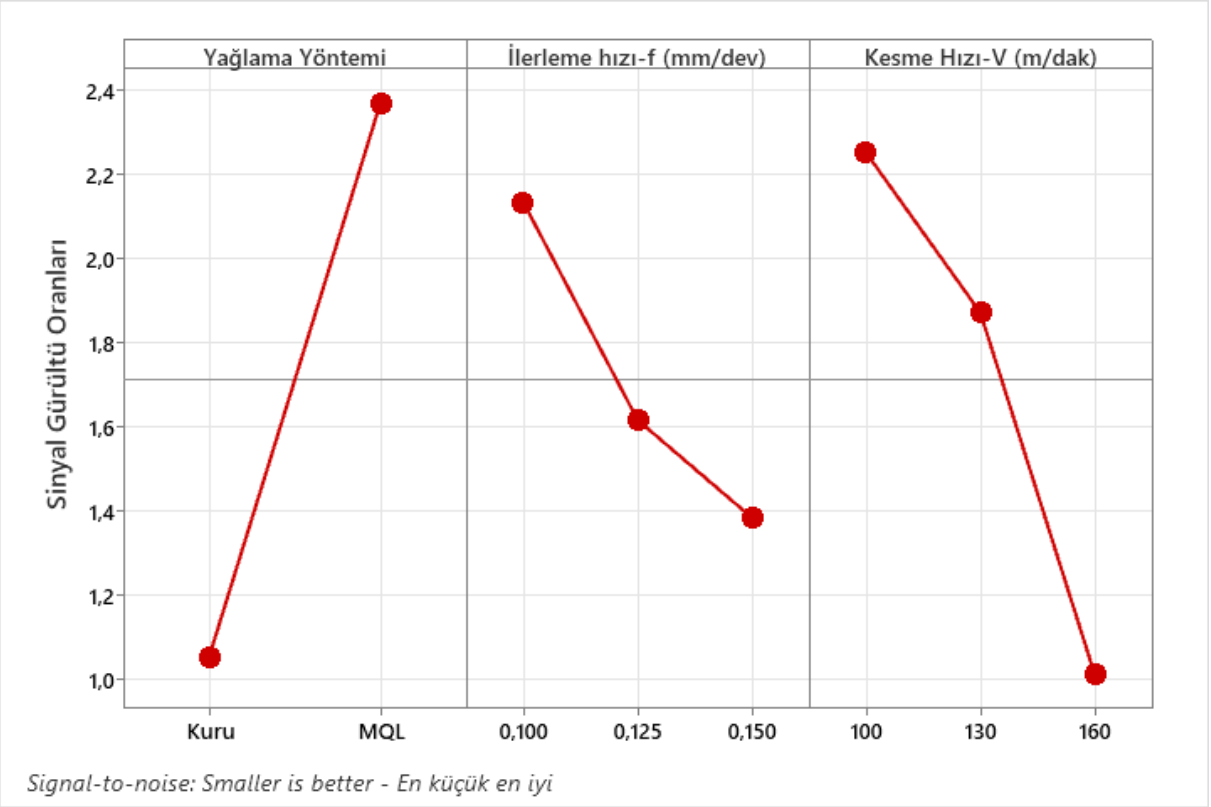
13	MQL	0,125	100	0,7480	2,52197
14	MQL	0,125	130	0,7620	2,36090
15	MQL	0,125	160	0,7780	2,18041
16	MQL	0,150	100	0,7416	2,59661
17	MQL	0,150	130	0,7820	2,13586
18	MQL	0,150	160	0,8350	1,56627

Kontrol faktörlerinin yüzey pürüzlülüğü (R_a) üzerinde optimum seviyelerinin belirlenmesinde Taguchi metoduyla oluşturulan S/N yanıt tablosu kullanılmaktadır. Bu tablodaki en büyük S/N değerleri, o kontrol faktörüne ait optimum seviyeyi göstermektedir. Ayrıca S/N oranları, o kontrol faktörünün etki düzeyi hakkında bilgi vermektedir. Yüzey pürüzlülüğü (R_a) üzerinde her bir kontrol faktörünün etkisini ve optimum deney parametrelerini gösteren S/N yanıt tablosu Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. S/N yanıt tablosu.

Seviyeler	**Kontrol Faktörleri**		
	Yağlama Yöntemi	**İlerleme -f (mm/devir)**	**Kesme Hızı -V (m/dak)**
Seviye 1	1,054	**2,134**	**2,252**
Seviye 2	**2,370**	1,618	1,872
Seviye 3	**-**	1,385	1,014
Delta	1,316	0,749	1,238
Sıralama	1	3	2

Çizelge 3.2. incelendiğinde, yüzey pürüzlülüğü (R_a) üzerinde en etkili parametrenin yağlama yöntemi olduğu görülmektedir. Bu sonuç, yapılan varyans analizi ile doğrulanmıştır. Bununla birlikte AISI L6 takım çeliğinin tornalanmasında optimum yüzey pürüzlülüğü; yağlama yönteminin ikinci seviyesinde (MQL), ilerleme hızının birinci seviyesinde (0,10 mm/devir) ve kesme hızının birinci seviyesinde (100 m/dak) elde edilmiştir. Kontrol faktörlerinin optimum değerlerini gösteren ana etki grafiği Görsel 3.1.'de verilmiştir. S/N yanıt tablosunda olduğu gibi ana etki grafiğinde de en büyük S/N değerleri, o parametreye ait optimum seviyeyi göstermektedir. Buna göre yağlama yöntemi, ilerleme hızı ve kesme hızı için sırasıyla optimum değerler MQL yağlama yöntemi, 0,10 mm/dev ve 100 m/dak olarak belirlenmiştir.



Görsel 3.1. S/N oranları ana etki grafiği.

3.2. Varyans (ANOVA) Analizi

Kontrol faktörlerinin yüzey pürüzlülüğü (R_a) üzerindeki etkisinin büyüklüğünü belirlemek için gerçekleştirilen %95 güven aralığında varyans analizinin sonuçları Çizelge 3.3.'te sunulmuştur. F değerleri her bir kontrol faktörünün etki düzeyini belirtirken katkı değerleri ise bu kontrol faktörlerinin etki düzeyini yüzde olarak belirtmektedir. F değeri en yüksek olan kontrol faktörü yüzey pürüzlülüğü (R_a) için en yüksek etkiye sahip faktördür.

Çizelge 3.3. Yüzey pürüzlülüğü (R_a) için ANOVA tablosu.

Kontrol Faktörleri	DF	Seq SS	Katkı (%)	Adj SS	Adj MS	F	P
Yağlama Yöntemi	1	0,07295	**48,79**	0,07295	0,072949	60,54	0,000
İlerleme Hızı -f (mm/dev)	2	0,01562	**10,45**	0,01562	0,007810	6,48	0,012
Kesme Hızı -V (m/dak)	2	0,04648	**31,09**	0,04648	0,023238	19,28	0,000
Hata	12	0,01446	9,67	0,01446	0,001205		
Toplam	17	0,14950	100,00				

Çizelge 3.3.'te verilen varyans analizi incelendiğinde yüzey pürüzlülüğüne (R_a) etki eden en önemli faktörün %48,79 etki oranı ile yağlama yönteminin olduğu belirlenmiştir. Yağlama yöntemini sırası ile %31,09 etki oranı ile kesme hızı ve %10,45 etki oranı ile ilerleme hızı gelmektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, MQL yönteminin kuru yönteme göre iş parçası yüzey pürüzlülüğünün (R_a) istatiksel olarak incelenerek elde edilen iyileşmeler ile birlikte MQL yönteminin talaşı imalat yöntemlerinde daha fazla kullanılmasını sağlamak ve optimum işleme parametrelerinin belirlenebilmesi amacıyla AISI L6 takım çeliği kuru ve MQL yağlama yöntemleri kullanılarak 3 farklı kesme hızında, 3 farklı ilerleme hızında ve kaplamasız seramik kesici takım yardımı ile sabit talaş derinliğinde (0,5 mm) Taguchi L_{18} ortogonal deney dizaynına göre deneyler oluşturularak tornalama deneyleri gerçekleştirilmiştir. Deneylerden elde edilen veriler Taguchi metodu ile analiz edilmiş ve varyans analizi kullanılarak kontrol faktörlerinin yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerine etki düzeyleri ortaya konmuştur. Yapılan bu çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Elde edilen yüzey pürüzlülüğü (R_a) verilerinin Taguchi metodu ile analizi sonucu en iyi yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri için optimum işleme parametreleri MQL yağlama yöntemi, 0,10 mm/devir ilerme hızı ve 100 m/dak kesme hızı olarak belirlenmiştir.

- MQL yöntemi kuru yönteme göre yüzey pürüzlülüğü (R_a) açısından daha iyi bir performans göstermiştir. Bu nedenle MQL yönteminin geleneksel soğutma/yağlama yöntemine göre talaşlı imalat yöntemlerinde daha fazla kullanılması sürdürülebilir bir imalat açısından daha iyi olacaktır.
- Varyans analizi sonucu incelendiğinde yüzey pürüzlülüğüne (R_a) etki eden en önemli faktörün % 48,79 etki oranı ile yağlama yönteminin olduğu, yağlama yöntemini sırası ile % 31,09 etki oranı ile kesme hızı, % 10,45 etki oranı ile ilerleme hızının takip ettiği belirlenmiştir.

- Yapılan çalışma sonuçlarına göre, AISI L6 takım çeliğinin tornalama işlemindeki optimum yüzey pürüzlülüğü değerlerinin belirlenmesinde, Taguchi deneysel tasarım metodunun başarılı bir şekilde uygulanabileceği görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından 1919B012218734 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir. Bu sebeple TÜBİTAK'a desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

[1] Şencan, A. Ç., Çelik, M., & Saraç, E. N. S. (2021). Tornalama işleminde uygulanan MMY tekniğinde kullanılan nanoakışkanların işleme performansına etkisi: Çevre dostu işleme üzerine bir inceleme. İmalat Teknolojileri ve Uygulamaları, 2(3), 47-66.

[2] Basmacı, G. (2012). Tornalamada minimum miktarda yağlama (mql) tekniğinin takım ve iş parçası üzerine etkilerinin incelenmesi (Doctoral dissertation, Marmara Universitesi (Turkey).

[3] Autret, R., Liang, S. Y., & Woodruff, G. W. (2003, March). Minimum quantity lubrication in finish hard turning. In Proceedings of International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management, Manila.

[4] Astakhov, V. P. (2008). Ecological machining: near-dry machining. In Machining (pp. 195-223). Springer, London.

[5] Walker T (2013) The MQL handbook—a guide to machining with minimum quantity lubrication, Unist, Inc V1.0.3, 43p, 2013

[6] Çalışkan, O. (2014). Tornalamada talaş kaldırma parametrelerinin takım ömrüne etkilerinin Taguchi yaklaşımıyla incelenmesi.

[7] Kim, H. J., Seo, K. J., Kang, K. H., & Kim, D. E. (2016). Nano-lubrication: A review. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 17(6), 829-841.

[8] Benedicto, E., Carou, D., & Rubio, E. M. (2017). Technical, economic and environmental review of the lubrication/cooling systems used in machining processes. Procedia engineering, 184, 99-116.

[9] Masmiati, N., & Sarhan, A. A. (2015). Optimizing cutting parameters in inclined end milling for minimum surface residual stress–Taguchi approach. Measurement, 60, 267-275.

[10] Kara, F. (2017). Taguchi optimization of surface roughness and flank wear during the turning of DIN 1.2344 tool steel. Materials Testing, 59(10), 903-908.

ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜLLERİNİN *TİLİA* EKSTRAKTI KULLANILARAK BİYOLOJİK SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Yüksek Metalurji ve Malzeme Mühendisi Mine KIKBINAR[1]*, Arş Gör. Erhan İBRAHİMOĞLU[2], Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN[3]

[1, *] Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, – ORCID ID 0000-0001-8703-1421

[2] Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, - ORCID ID 0000-0002-8073-5570

[3] Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, - ORCID ID 0000-0002-9568-7049

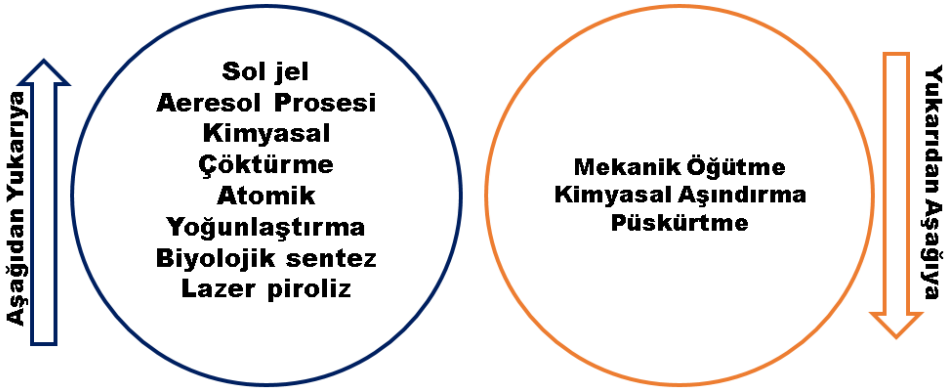
ÖZET

Nanopartiküller; farklı amaçlar ve uygulama alanları için üretilen, 100 nm'den küçük yapılar olarak tanımlanmaktadır. Bu partiküllerin sentezlenmesinde çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerden yararlanılabilmektedir. Fiziksel ve kimyasal yöntemlerin yüksek enerji gereksinimi, çeşitli kimyasalların kullanımı gibi dezavantajları mevcuttur. Ancak biyolojik sentez yöntemi diğer metotlara kıyasla daha kolay, güvenilir ve ucuz bir yöntemdir. Ayrıca biyolojik sentez yönteminde yüksek sıcaklıklara gereksinim duyulmamaktadır ve üretim aşamaları tehlikeli kimyasallar içermemektedir. Biyolojik sentez yönteminde bitki özütleri, bakteriler, algler gibi farklı doğal malzemeler çözeltiyi stabilize edici veya elde edilmesi planlanan materyali indirgeyerek çözeltiden kazanımını sağlayan ajanlar olarak kullanılmaktadır. Biyolojik sentez yöntemi genellikle biyomedikal uygulamalar (antibakteriyel, antidiyabetik vb.) ve ilaç sektörü başta olmak üzere, çeşitli alanlarda kullanılan naopartiküllerin sentezinde tercih edilebilmektedir. Bu alanların dışında enerji depolama ve optoelektronik cihazlarda kullanılan malzemelerin sentezinde de kullanımı artmaktadır. Bunlara ek olarak biyolojik yöntem, birçok metal veya metal oksidin çeşitli morfolojilerde de (küresel, nanorod vb.) sentezlenebilmesine olanak sağlamaktadır ve bu formların kullanım alanına göre birçok etkileri mevcuttur. Bu çalışmada ise, biyolojik yöntemle *Tilia* (ıhlamur) bitkisinin ektraktından faydalanılarak çinko oksit nanopartiküller (ZnO NP) başarı ile sentezlenmiştir. Sentezlenen nanopartiküllerin kimyasal kompozisyonu, X-ışını kırınım (XRD) analizi ile incelenmiş, elde edilen partiküllerin ZnO hegzagonal wurtzite fazına ait olduğu tespit edilmiştir ve empürite faza rastlanmamıştır. Emprüte faza rastlanmaması biyolojik sentezle temiz bir üretim yapıldığının göstergesidir. Elde edilen tozların morfolojik yapısının belirlenmesi için ise taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri alınmıştır. Görüntüler incelendiğinde ise ZnO NP'lerin ortalama 80-100 nanometre boyutuna sahip olduğu, hegzagonal ve çubuksu (nanorod) morfolojiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, enerji dağılım spektroskopisinde (EDS) çubuksu yapıların Zn ve O atomlarından oluştuğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ZnO nanopatiküller, *Tilia* ekstraktı, biyolojik sentez.

1. GİRİŞ

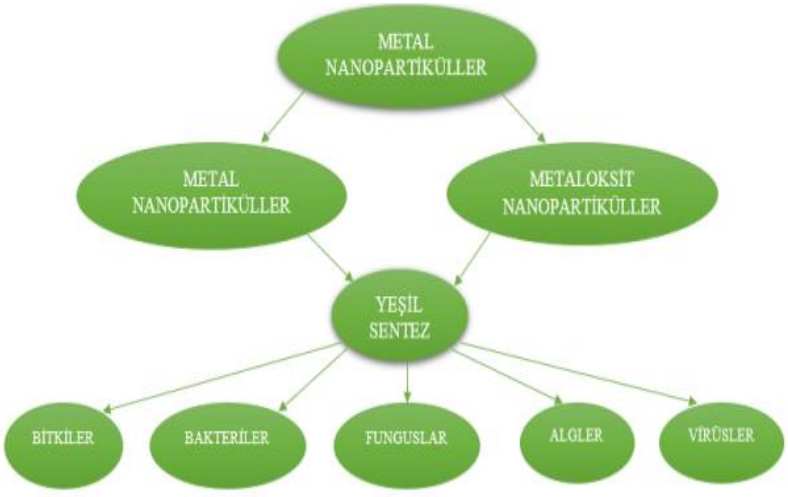
Nanopartiküller aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya olmak üzere, iki farklı yaklaşımla üretilmektedirler. Görsel 1'de nanopartikül sentezine dair üretim yöntemleri verilmiştir.



Görsel 1. Nanopartikül üretim yöntemleri [1].

Son yıllarda doğal hammaddeler kullanılarak gerçekleştirilen sentez yöntemleri araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Doğal hammadde olarak bitkiler, bakteriler, algler, mantarlar gibi zararsız ajanlar kullanılmaktadırlar. Ayrıca bitkiler besin olarak ve birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadırlar. Bitkilerin özüt ve yağları kimyasal olmayan yöntemlerle çıkarılarak merhemler hazırlanmakta ve çeşitli yaraların tedavisinde kullanılmaktadırlar [2,3].

Günümüzde gittikçe önem kazanan nanoteknoloji 1-100 nm boyutlarında toz sentezlenmesini kapsamaktadır. Nanoteknolojide hacim/yüzey oranı nedeniyle farklı optik, elektriksel, kimyasal özellikler taşıyan malzemeler üretilmektedir [4]. Nanopartiküller fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemle sentezlenmektedirler. Görsel 2'de biyolojik yöntemde kullanılan hammaddeler verilmiştir.



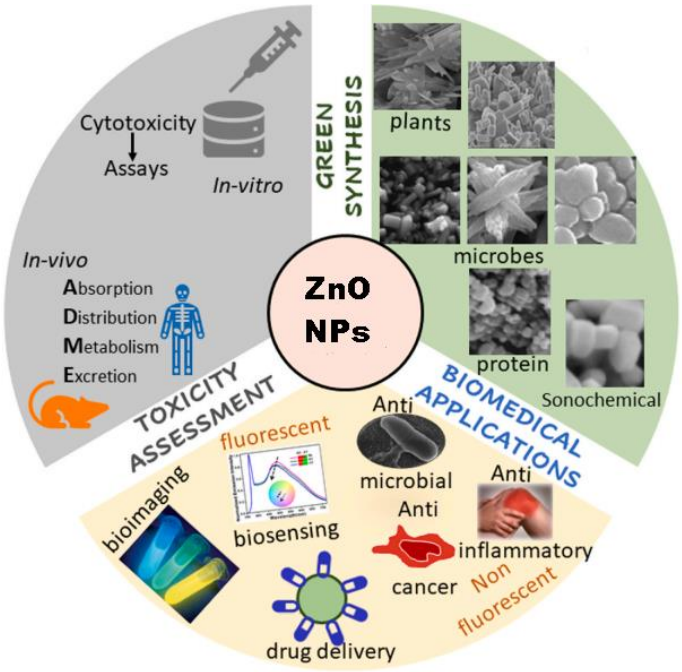
Görsel 2. Biyolojik sentez yöntemiyle nanopartikül üretiminde kullanılan doğal hammaddeler [5]

Fiziksel yaklaşımlar, vakum sistemleri ve pahalı kimyasalların kullanımı gibi nedenlerle maliyetli yöntemlerdir. Kimyasal sentez yöntemlerinde ise; tehlikeli/toksik kimyasalların kullanımı çevreye ve insan sağlığına zarar vermektedir. Bu sebeple, ucuz ve çevre dostu olan biyolojik sentez yöntemi günümüzde tercih edilmektedir. Biyolojik sentez yönteminde doğal hammadde kaynağı olarak bakteriler, algler, bitkiler kullanılmaktadırlar [6,7]. Ancak bu maddeler içerisinde ekstra hücre kültürüne ihtiyaç duyulmaması nedeniyle sıklıkla bitki özütleri kullanılmaktadır. Ayrıca bitki ekstraktları kullanımının fiziksel ve kimyasal yöntemlere kıyasla avantajları daha fazladır. Bitki ekstraktları kullanımının tercih edilmesinin önemli nedenleri arasında doğada fazla bulunması, ucuz olması ve farklı alanlarda kullanılabilmesi yer almaktadır. Kullanılan doğal hammaddeler proses esnasında indirgeyici ya da stabilizer ajanlar olarak kullanılmaktadırlar. Üretimler esnasında bitkilerin yapısında bulunan proteinler, enzimler, flavonoidler, şekerler, fenolikler stabilizer ya da indirgeyici etki göstermesini sağlamaktadır. Ayrıca bitki özütlerinde doğal olarak bulunan antibakteriyel özellikler, sentezlenen tozların antibakteriyel özelliğinin gelişmesini sağlamaktadır. Çizelge 1'de biyolojik yöntemle üretilen farklı nanopartiküller derlenmiştir.

Çizelge 1. Biyolojik yöntemle üretilen nanopartiküller örnekleri

Biyolojik Sistemler	Kullanılan Hammaddeler	Üretilen Nanopartikül	Referanslar
Bitki	Pistacia terebinthus	Ag	8
Alg	Dunaliella salina	Au	9
Bitki	Capsicum annuum L.	Au	10
Fungus	Pleurotus eryngii	Ag	11
Bakteri	Rhodopseudomonas capsulata	Au	12
Fungus	Penicillium decumbens	Ag	13
Bitki	Prunus avium	Au	14
Bitki	Hypericum triquetrifolium	Ag	15
Bitki	Pistacia terebinthus	Au	16
Bitki	Anisochilus carnosus	ZnO	17
Bitki	Psidium guajava	ZnO	18
Bitki	Mentha longifolia	ZnO	19
Bitki	Hibiscus sabdariffa	ZnO	20
Bitki	Orange fruit peel	ZnO	21
Bitki	Syzygium Cumini	ZnO	22

Çizelge 1'den de görüleceği üzere çinko oksit, gümüş, altın, platin, gümüş gibi farklı nanomalzemeler de bu yöntemle üretilebilmektedir. Metal oksitler içerisinde yer alan ZnO; yüksek elektriksel ve optik özellikleri sayesinde elektronik aygıtlarda, biyolojik özellikleri nedeniyle ise biyomedikal uygulamalarda kullanılmaktadır. Görsel 3'te ZnO nanopartiküllerin kullanım alanları verilmiştir.



Görsel 3. ZnO nanopartiküllerin kullanım alanları [23].

Bu çalışmada *Tilia* bitki özütü kullanılarak ZnO nanopartiküller, biyolojik yöntemle sentezlenmiştir. Bir ZnO kaynağı olan öcül solüsyon içerisine *Tilia* bitki özütü stabilizer olarak eklenmiştir. Daha sonra solüsyona ısıl işlem uygulanarak ZnO tozları üretilmiştir. Üretilen tozlar fiziksel, kimyasal ve morfolojik/mikroyapısal açıdan analiz edilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

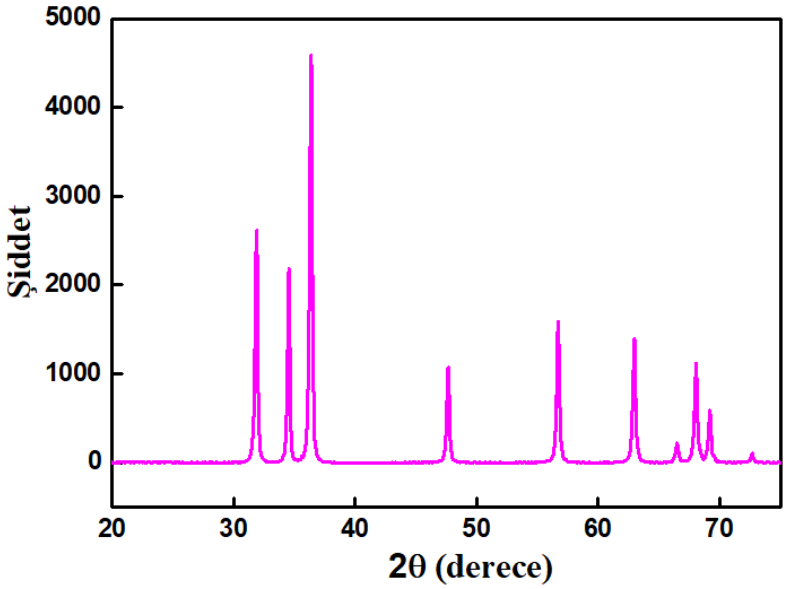
Deneysel çalışmalarda çinko asetat dihidrat (ZnAc), ZnO kaynağı olarak öncül malzeme seçilmiştir. Yapılan çalışmada, 2,5 g kurutulmuş *Tilia* bitkisi tartılmış, yıkanmış ve bir gece etüvde kurutulmuştur. Daha sonra kurutulan *Tilia* bitkisi parçalara ayrılarak 25 ml izopropanol içerisinde karıştırılmıştır. Hazırlanan solüsyon filtrelenmiş ve santrifüj işlemi yapılmıştır. Farklı bir beher içerisinde 4,2 g ZnAc, 50 ml izopropanol içerisinde oda sıcaklığında karıştırılmıştır. Santrifüj edilen *Tilia* çözeltisi, ZnAc solüsyonu içerisine eklenerek elde edilen nihai solüsyon 5 saat boyunca karıştırılmıştır. Hazırlanan solüsyon etüvde bir gece kurutulmuş ve 500 ^{o}C'de kalsine edilmiştir. Görsel 4'de üretim aşamaları verilmiştir.



Görsel 4. Üretim aşamalarına ait görseller

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

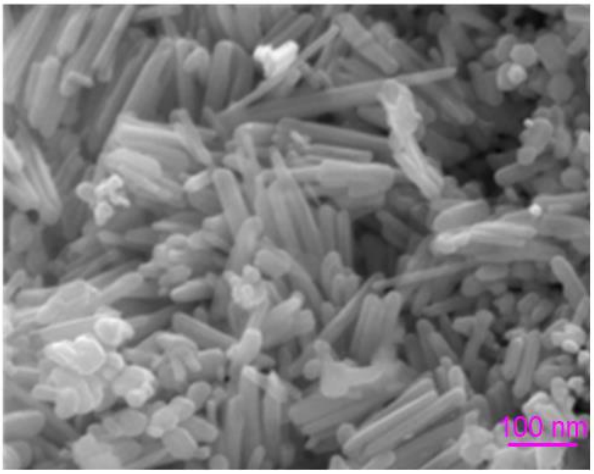
Görsel 5'te ZnO nanopartiküllerine ait XRD deseni verilmiştir. Verilen XRD analizi incelendiğinde, elde edilen piklerin literatürle uyumlu olduğu ve ZnO nanopartikülerine ait olduğu gözlemlenmektedir. Üretilen tozların analizinde ek bir pik varlığı olmayışı, empürite fazın yapıda olmadığını kanıtlamaktadır. Pikler incelendiğinde; ZnO'nun hegzagonal wurtzite formuna karşılık geldiği tespit edilmiştir. XRD kırınım desenleri incelendiğinde; 31,74°; 34,40°; 36,24°; 47,58°; ve 56,24°'de 2θ değerlerine karşılık gelen karakteristik pikler, sırasıyla ZnO'un (100), (002), (101), (102), (110) kafes düzlemlerine karşılık gelmektedir. Bu değerlerin, JCPDS 36-1451 standart kart değerleriyle uyuştuğu izlenmektedir [24-25].



Görsel 5. ZnO nanopartiküllerine ait XRD analiz sonucu

Görsel 6'da üretilen tozların SEM görüntüsü verilmiştir. Görüntü incelendiğinde, üretilen tozların düzensiz nano boyutta çubuksu yapılar (nanorodlar) olduğu ve yapıda düzensiz formların olduğu gözlemlenmektedir. Nanorodların boyutu ortalama 80-100 nm aralığındadır.

Biyolojik sentez yöntemiyle üretilen tozların nanorod yapısında olması elektriksel ve optik uygulamalarda serbest elektron taşınımı için istenilen özellikler arasındadır.



Görsel 6. ZnO nanopartiküllerine ait SEM görüntüsü

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Günümüzde nanopartiküller geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Nanopartiküller, genellikle fiziksel ve kimyasal proseslerle üretilmektedir. Ancak artan sanayileşme ile birlikte, hava ve çevre kirliliği artmıştır. Bu nedenle araştırmacılar, fiziksel ve kimyasal yöntemlerde kullanılan toksik maddelerin kullanımını minimuma indirmek ve üretim maliyetini düşürmek için yeni üretim yöntemleri arayışına girmişlerdir. Biyolojik sentez yöntemi; toksik kimyasalların kullanılmaması, kolay ve ucuz üretime imkân sağlaması nedeniyle, çevre dostu üretim olarak nitelendirilmektedir. Çalışmada, *Tilia* bitki özütü doğada bol bulunması ve toksik kimyasal kullanımını mimimuma indirmek için tercih edilmiştir. *Tilia* bitki özütü kullanılarak hegzagonol wurtzite fazında ZnO nanopartikülleri üretilmiştir. Üretilen tozlarda empürite varlığına rastlanılmamıştır. Hem empürite varlığının olmaması hem de ZnO'nun biyomedikal alanda kullanımı nedeniyle biyolojik uygulamalarda kullanımının uygun olduğu düşünülmektedir. Ayrıca elde edilen SEM görüntülerinde nanorod formunda tozların sentezlendiği gözlemlenmektedir. Üretilen ZnO nanopartikülleri, çevre dostu yöntemle üretilmiş olup, biyomedikal uygulamalardan optik uygulamalara kadar geniş alanda kullanılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Beykaya, Ç. ve Çağlar A. Bitkisel Özütler Kullanılarak Gümüş-Nanopartikül (AgNP) Sentezlenmesi ve Antimikrobiyal Etkinlikleri Üzerine Bir Araştırma. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 3, 631 – 641, 2016.

[2] Arıhan S.K., Antik Dönemde Bitkisel Tıp ve Tedavi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2003.

[3] Ceran B., Antik Mısır ve Anadolu Uygarlıklarında Tıp, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 38s, Konya, 2008.

[4] Osuwa J.C., Anusionwu P.C., Some advances and prospects in nanotechnology: a review, Asian Journal of Information Technology, 10, 96-100, 2011.

[5] Akgül, Hasan. (Ed.), Fen Bilimleri ve Matematik Alanında Akademik Çalışmalar. Ankara: Gece Kitaplığı, 3-10, 2020.

[6] Agarval H., Venkat Kumar S., Rajeshkumar S., A review on green synthesis of zinc oxide nanoparticles - An eco-friendly approach, Resource-Efficient Tecnologies, 3(4), 406-413, 2017.

[7] Yuvakkumar R., Suresh J., Nathanael A.J., Sundrarajan M., Hong S.I., Novel green synthetic strategy to prepare ZnO nanocrystals using rambutan (Nephelium lappaceum L.) peel extract and its antibacterial applications, Materials Science and Engineering, C, Materials for Biological Applications, 41, 17-27, 2014.

[8] Baran, M.F. Prunus avium kiraz yaprağı özütü ile gümüş nanopartikül (AgNP) sentezi ve antimikrobiyal etkisinin incelenmesi, DUMF Mühendislik Dergisi,10:1, 221-227, 2019.

[9] Singh, A.K., Garg, A., Pandit, S., Mokkapati, V.R.S.S., Mijakovic, I. Antimicrobial Effects of Biogenic Nanoparticles, Nanomaterials(Basel) 8(12):1009, 2018.

[10] Baran, M.F., Acay, H., Keskin, C., Determination of Antimicrobial and Toxic Metal Removal Acitivities of Plant-Based Synthesized (Capsicum annuum L. Leaves), Ecofriendly, Gold Nanomaterials. Global Challenges, 4(5): 1900104, 2020.

[11] Acay, H., Baran, M.F., Biosynthesis and Characterization of Silver Nanoparticles Using King Oyster(Pleurotus Eryngıı) Extract: Effect on Some Microorganısms, App Eco Environ Research 17(4), 9205-9214, 2019.

[12] He S, Guo Z, Zhang Y, Zhang S, Wang J, Gu N., Biosynthesis of Gold Nanoparticles Using the Bacteria Rhodopseudomonas capsulata. Materials Letters, 61(18): 3984-3987, 2007.

[13] S, Majeed, Mohd Syafiq bin Abdullah 1, Gouri Kumar Dash 1, Mohammed Tahir Ansarş 1, A.N.2. Biochemical synthesis of silver nanoparticles using filamentous fungi Penicillium decumbens and its efficacy against A-549 lung cancer cell line. Chinese Journal of Natural Medicines, 14(8), 615-620, 2016.

[14] Baran, M.F., Acay, H., Kiraz Yaprak Özütü (Prunus avium)Kullanılarak Altın Nanopartikül Sentezi ve Karakterizasyonu. İnternational Journal of Mathematic, Engineering and Natural Sciences, 9,1-7, 2019.

[15] Umaz, A., Koç, A., Baran , M. F. Keskin, C., Atalar, M.N., Hypericum Triquetrifolium Turra Bitkisinden Gümüş Nanopartiküllerin Sentezi, Karakterizasyonu ve Antimikrobiyal Etkinliğinin İncelenmesi, Journal of the Institute of Science and Technology, 9(3), 1467-1475, 2019.

[16] Baran, M.F., Saydut, A., Altın nanomalzeme sentezi ve karakterizasyonu. Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 3,1033-1040, 2019.

[17] Anbuvannan, M., Ramesh, M., Viruthagiri, G., Shanmugam, N., Kannadasan, N., Anisochilus carnosus leaf extract mediated synthesis of zinc oxide nanoparticles for antibacterial and photocatalytic activities, Materials Science in Semiconductor Processing, 39, 621-628, 2015.

[18] Umaralikhan, L., Jamal Mohamed Jaffar, M., Green synthesis of ZnO and Mg doped ZnO nanoparticles, and its optical properties, Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 28, pages7677–7685, 2017.

[19] Aloucheh, R.M., Yangjeh, A. H., Bayrami, A., Navid, S. L., Asadi, A., Green synthesis of ZnO and ZnO/CuO nanocomposites in Mentha longifolia leaf extract: characterization and their application as anti-bacterial agents, Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 29, pages13596–13605, 2018.

[20] Robles, C.A.S., Luque, P.A., Gómez-Gutiérrez, C.M., Navaa, O., Nestor, A.R.V., Medina, E. L., Ranjithkumar, R Beltrán, A.C., Study on the effect of the concentration of Hibiscus sabdariffa extract on the green synthesis of ZnO nanoparticles, Results in Physics, 15, 2019.

[21] Thi, T. U. D., Nguyen, T. T., Thic, Y. D., Thia, K. H.T., Phanb, B.T., Pham, K. N., Green synthesis of ZnO nanoparticles using orange fruit peel extract for antibacterial activities, Rsc Adv, 10, 23899-23907, 2020.

[22] Sadiqa, H., Sher, F., Seharb, S., Lima, E. C., Zhang, S., Iqbal, H. M. N., Zafarbi, F., Nuhanović, M., Green synthesis of ZnO nanoparticles from Syzygium Cumini leaves extract with robust photocatalysis applications, Journal of Molecular Liquids, 335, 2021.

[23] R.Vermaa, S. Pathakb, A. K. Srivastavad, S. Prawera, S. T. –Hanic, ZnO nanomaterials: Green synthesis, toxicity evaluation and new insights in biomedical applications, Journal of Alloys and Compounds, 876, 2021.

[24] Shashanka, R., Chaira, D., Optimization of milling parameters for the Synthesis of nano-structured duplex and ferritic stainless steel powders by high energy planetary milling, Powder Technol, 278, 35-45, 2015.

[25] Yuvakkumar, R., Suresh, J., Saravanakumar, B., et al., Rambutan peels promoted biomimetic synthesis of bioinspired zinc oxide nanochains for biomedical applications, Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc. 137:250–258, 2015.

BASINÇSIZ SİNTERLEME İLE ATIK MALZEMELERDEN CAM SERAMİK KOMPOZİTLERİN ÜRETİMİ

Yüksek Metalurji ve Malzeme Mühendisi Mine Kıkbınar[1]*, Arş. Gör. Erhan İbrahimoğlu[2], Prof. Dr. Fatih Çalışkan[3]

[1, *] Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü,– ORCID ID 0000-0001-8703-1421

[2] Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, - ORCID ID 0000-0002-8073-5570

[3] Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, - ORCID ID 0000-0002-9568-7049

ÖZET

Atıkların birtakım fiziksel, kimyasal ve biyolojik nedenlerle çevre ve insan sağlığına zararları olduğu gibi, ekonomik açıdan da birçok etkileri bulunduğundan geri dönüşümünün sağlanması ve atık yönetiminin sistematik olarak uygulanması gerekliliği son zamanlarda üzerinde durulan konulardan biridir. Atıkların değerlendirilmesi kirleticilerin daha az doğaya bırakılması, daha ucuz ve rekabet açısından üstün özelliklere sahip ürünlerin endüstriye kazandırılması gibi avantajlar sağlamaktadır. Atıkların geri dönüşümü ile hammadde ihtiyacı, maliyetler ve atıkların çevreye olan zararları azaltılabilecektir. Bu çalışmada, hammadde kaynaklarının tüketimleri dikkate alındığında, maliyet ve çevre konuları söz konusu olduğunda, cam ve elektronik atıklarının cam-seramik üretiminde ikincil hammadde olarak kullanılabileceği düşünülmüştür. Bu çalışmanın amacı, doğrudan basınçsız sinterleme yöntemi ile enerji tüketimini ve toplam işlem süresini en aza indiren atık bazlı cam-seramiklerin üretilebilirliğini araştırmaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için, atık televizyon ekran camları kullanılmıştır. Bu camlar yüksek miktarda baryum (Ba), stronsiyum (Sr) gibi elementleri içermektir. Bu camların değerlendirilmesi amacıyla daha güçlü bir yoğunlaştırma sağlamak ve çekirdekleştirici etkisinden yararlanmak için yapıya %5, %10 ve %15 oranlarında zirkonya (ZrO_2) eklenmiş ve geri dönüştürülmüş, ticari olarak düşük maliyetli cam-seramik kompozitler üretilmiştir. Öncül ekran camı ve ZrO_2 tozları karıştırılarak soğuk izostatik pres (CIP) ile şekillendirilmiştir. Daha sonra yoğunlaşmanın sağlanması için 800°C'de 1 saat boyunca sinterleme işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen bu cam-seramikler, kimyasal kompozisyonun belirlenmesi için X-ışını floresans (XRF) analiziyle incelenmiştir. Morfolojik ve elementel analiz için ise taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve enerji dağılım spektroskopisi (EDS) kullanılmıştır. Numunelerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için sertlik ve yoğunluk testleri gerçekleştirilmiştir. En yüksek yoğunluk %15 ZrO_2 ilavesiyle elde edilmiş ve buna bağlı olarak sertlik değeri de en yüksek bu numunede elde edilmiştir. Sonuçlar, maliyet ve çevre konuları söz konusu olduğunda, elektronik atıklarda yer alan cam artıklarının cam-seramik üretiminde ikincil hammadde olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Geri dönüşüm, ekran camı, zirkonya, cam seramik.

1.GİRİŞ

Günümüzde enerji üretim tesisleri ve endüstriyel çevreden kaynaklı atıklar, modern dünyada yaşam standartlarının artışı ve küresel nüfusun artışına bağlı olarak, önemli bir konu haline gelmiştir. Bu nedenle atık yönetimi, yükselen ekonomik güçler olarak tanımlanan Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin gibi gelişmekte olan ülkelerde acil bir sorun olarak ön plana çıkmaktadır [1,2].

Modernleşen Dünya'da önemli gelişmelerin kaydedildiği alanlardan birisi de elektronik sektörüdür. Son yıllarda elektronik teknoloji ve cihazların, çok daha hızlı, hafif, dayanıklı, ucuz ve çevre dostu olması gibi önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Mikroçip bilimi ve üretimleri, elektronik cihaz sektöründe yaşanan bu hızlı evrimine azımsanmayacak ölçüde katkıda bulunmuştur. Bu durum Dünya çapında elektronik cihazların kullanımını arttırmıştır. Bu nedenle her yıl gelişmiş özellik ve görünüme sahip tonlarca cihaz farklı ülkelerde üretilerek piyasaya sunulmaktadır. Elektronik cihazların hızlı gelişimi ve üretimi eskiyen cihaz sayısında artışa neden olmaktadır. Bu elektronik cihazlar ve zarar gören muadilleri, elektronik atık (EA) olarak çevreye terk edilmektedir. 2019 yılında 54 milyon metrik ton EA oluşmuş ve bu sayının 2030 yılında en az %37 artacağı öngörülmüştür [3]. Yeni elektronik cihazların üretim hızının geri dönüşüm oranının çok üzerinde olması nedeniyle yıllık EA sayısı gittikçe artmaktadır. Şimdiye kadar EA'nın beşte biri geri dönüştürülmüştür [4]. EA'ların bazı türleri çevreye kontrolsüz olarak bırakıldıklarında ekosistemi bozarak insan sağlığına dahi zarar verebilecek maddeler içermektedir. Ancak birikim oranı, sosyal ve ekonomik koşullar düşünüldüğünde EA'nın yönetimi oldukça zordur.

Geçmişte katot ışın tüpleri (CRT); televizyon camları, monitör ve televizyon panellerinde kullanılmaktaydı. PC ve TV atıklarının ağırlıkça %85'i katodik ışın tüplerinden ve ekran camlarından oluşmakta ve bazı tehlikeli elementlerin varlığı nedeniyle özel kimyasal bileşimlerine rağmen, bunların endüstriyel ölçekte geri dönüştürülmesinin mümkün olduğu kanıtlanmıştır. CRT; yüksek oranda Pb, Ba ve Sr içermesi nedeniyle doğada kontrolsüz bulunması ekosistem ve çevre sağlığı açısından oldukça zararlıdır [5]. Son zamanlarda, hammaddesi TV ve PC cam tozu olan yüksek yoğunluklu malzemelerin üretimi araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Örneğin Boccaccini ve arkadaşları çalışmalarında TV cam tozundan radyasyon koruma özelliği geliştirilmiş fayanslar üreterek, sinterleme davranışlarını incelemişlerdir [6]. Minay ve arkadaşları geri dönüştürülebilir TV camlarını Al_2O_3 ile karıştırmış ve aşınma davranışlarını geliştirmişlerdir [7]. Rambaldi ve arkadaşları yakın zamanda TV camlarının porselen karolarda yeniden kullanımına dair çalışmalar yapmışlardır [8]. Cam, sınırsız geri dönüşüm potansiyeline sahip bir kaynaktır ve neredeyse hiçbir kalite kaybı olmadan geri dönüştürülebilir. Bu bağlamda, doğal hammaddelerin %10'unun geri dönüştürülmüş cam kırığı ile değiştirilmesi durumunda, cam üretim sürecindeki enerji tüketiminin yaklaşık %3 oranında azaldığı belirtilmelidir.

Bu çalışmada TV ekran camlarının mekanik özelliklerinin geliştirilerek geri dönüşümü üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Ticari olarak temin edilen TV ekranına farklı oranlarda ZrO_2 katkısı yapılarak mekanik özellikleri incelenmiştir.

2.DENEYSEL ÇALIŞMALAR

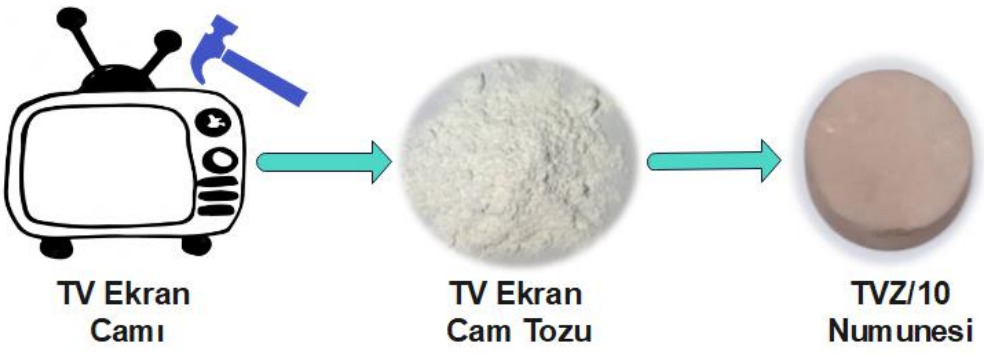
Bu çalışmada, TV ekran camı öğütme prosesi kullanılarak geri dönüştürülmüş ve farklı oranlarda ZrO_2 katkısıyla mekanik özellikleri iyileştirilmiştir. ZrO_2 (99.99% saflıkta) Merck firmasından temin edilmiştir. Numuneler sırasıyla TV, TVZ/5, TVZ/10, TVZ/15 şeklinde kodlanmıştır. Detaylı kodlama bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Numune kodlamaları

Numuneler	Kodlar
TV	Katkısız TV camı
TVZ/5	%5 ZrO_2 katkılanmış numune
TVZ/10	%10 ZrO_2 katkılanmış numune
TVZ/15	%15 ZrO_2 katkılanmış numune

Farklı oranlarda ZrO_2 katkılanmış TV ekran camı tozları, cam seramik yapısının elde edilmesi için 800 ^oC'de 1 saat ısıl işleme tabi tutulmuştur. Numuneler 6 adımda üretilmiş ve detaylı bilgiler aşağıda verilmiştir.

İlk olarak TV ekran camı atık TV'lerden sağlanmış ve dikkatli şekilde küçük parçalara ayrılmıştır. Daha sonra kırılan parçalar 3 set olmak üzere 4000 rpmde 30 dakika boyunca öğütme işlemine tabi tutulmuştur. Öğütülen cam tozlarına farklı oranlarda ZrO_2 tozu eklenmiştir. Hazırlanan toz kompozisyonu homojen numunelerin elde edilmesi için karıştırılmıştır. Daha sonra hazırlanan tozlar 300 bar basınçta basılarak ham malzemeler elde edilmiştir. Üretilen bulk formundaki malzemeler 800^oC'de kristallendirilmiştir. Böylece farklı oranlarda ZrO_2 katkılı TV ekranı cam seramikleri elde edilmiştir. Üretime ait şematik görünüm, Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. ZrO_2 katkılı TV ekran camının üretimine ait şematik görsel

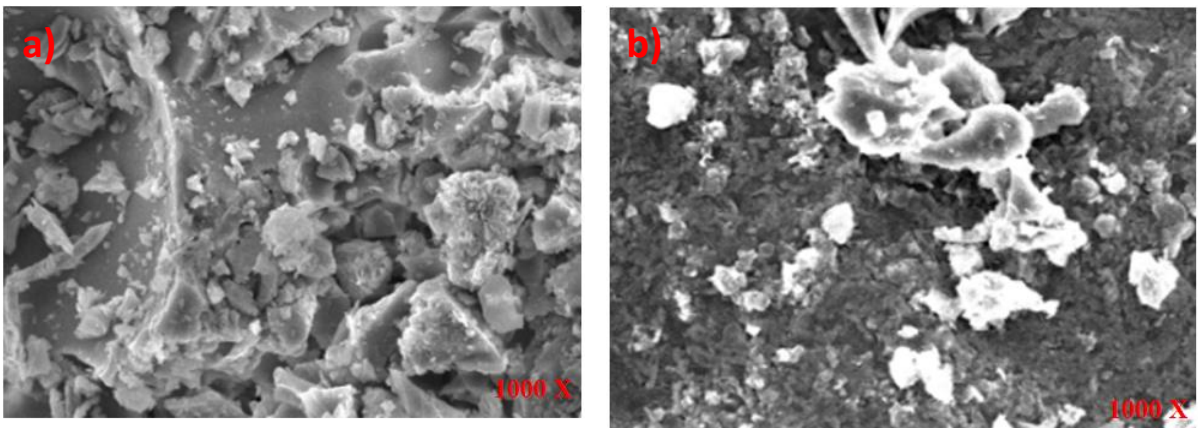
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çizelge 2'de televizyon camına ait XRF sonucu verilmiştir. XRF analizi atık cama ait sonuçtur.

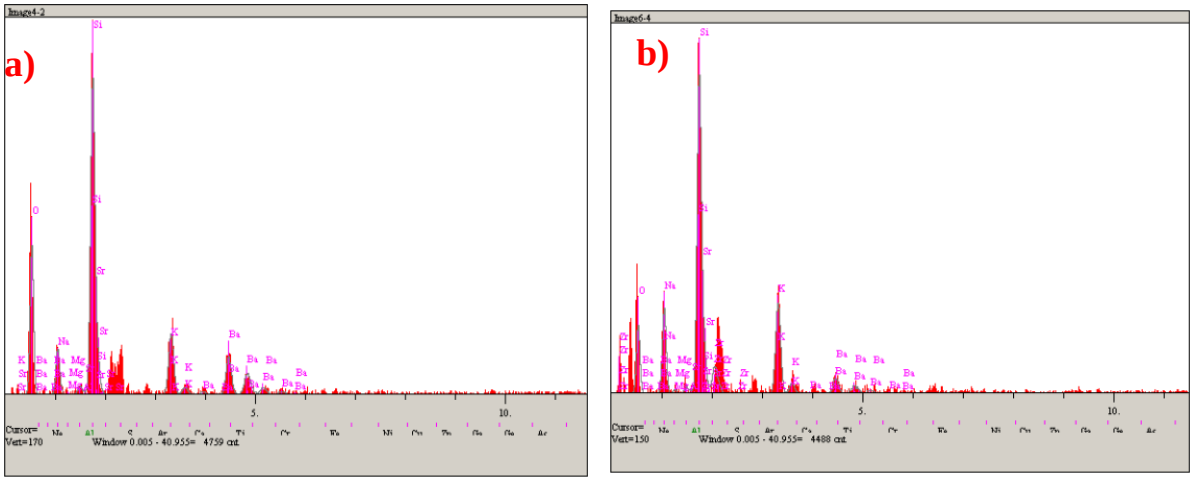
Çizelge 2. TV camına ait XRF sonucu

Kompozisyon (ağ %)	TV
Na_2O	8,57
MgO	0,315
Al_2O_3	2,802
SiO_2	59,93
K_2O	6,891
CaO	0,827
ZrO_2	3,078
SrO	7,847
BaO	8,224
B_2O_3	0,821
Sb_2O_3	0,435
Fe_2O_3	0,26

Görsel 2'de katkısız TV ve TVZ/15 kodlu numunelere ait SEM görüntüleri verilmiştir. Görsel 2 (a)'da TV numunesine ait resim incelendiğinde; yapının genel olarak homojen ve yoğun olduğu, ancak tamamen yoğunlaşamadığı net olarak görülmektedir. Yapının genel olarak uniform olduğu söylenebilir. %15 ZrO_2 katkılı numuneye ait Görsel 2 (b) incelendiğinde beyaz bölgeler zirkon fazına aittir. Zirkon fazının oluşum sıcaklığı 1200 ˚C'dir. Ancak yapıda bulunan Na, Mg, Al bu sıcaklığı düşürebilmektedir. Görsel incelendiğinde siyah bölgeler atık cama, beyaz bölgeler ise zirkon fazına atfedilebilir.



Görsel 2. a) Saf TV camına ait, b) %15 ZrO_2 katkılı TV cam seramiklerine ait SEM resimleri



Görsel 3. a) TV, b) TVZ/15 numunelerine ait EDS sonuçları

Görsel 3'de verilen sonuçlar incelendiğinde katkısız numunede Si, Sr, K, Ba gibi elementlerin ağırlıkta olduğu gözlemlenmektedir. Önceki bölümlerde belirtildiği gibi Sr, Ba gibi elementler insan sağlığını olumsuz etkileyen elementler olması nedeniyle atık olarak bırakılması tehlikelidir. Görsel 3 (b) incelendiğinde yapılan ZrO_2 katkısından gelen Zr elementi de ön plana çıkmıştır.

Çizelge 3'te üretilen camlara ait sertlik ve yoğunluk değerleri verilmiştir. Değerler incelendiğinde, ZrO_2 artışıyla, katkısız TV camının sertlik ve yoğunluk değerlerinde artış meydana gelmiştir. Sertlik değerindeki artışın yapıda oluşan zirkon fazından kaynaklandığı ve ZrO_2'nin eklenmesiyle çekirdekleşme etkisinin artarak, cam-seramik yapısının (kristallenmenin) artması olarak düşünülmektedir.

Çizelge 3. Üretilen cam seramiklere ait sertlik ve yoğunluk değerleri

Numune	Sertlik (MPa.$\sqrt{m}$), HV0.1	Yoğunluk (g/cm^3)
TV	482 ± 3	2.689 ± 0.02
TVZ/5	494 ± 5	2.713 ± 0.03
TVZ/10	512 ± 7	2.738 ± 0.05
TVZ/15	536 ± 9	2.894 ± 0.07

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan analiz sonuçları incelendiğinde ZrO_2 katkısıyla mekanik özellikler gelişmiştir. En yüksek yoğunluk ve sertlik değerleri TVZ/15 numunesinde elde edilmiştir. Bu durum yapılan

sertlik ve yoğunluk ölçümleriyle gözlemlenmiştir. Bilindiği üzere EA, Dünya çapında gün geçtikçe artan ve bertaraf edilmesi gereken bir atık türüdür. Sonuçlar; genel olarak EA'ların geri dönüştürülerek, farklı katkılarla mekanik özellikleri geliştirilmiş cam seramiklerin, basınçsız sinterleme ile üretilebilirliğinin mümkün olduğunu göstermektedir. Nispeten düşük sıcaklıklarda, basınç kullanmadan sinterleme yapılarak, ekonomik olarak atıkların değerlendirilmesi için ümit vadetmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Longden, D., Brammer, J., Bastin, L., Cooper, N., Distributed or centralised energy-from waste policy Implications of technology and scale at municipal level, Energy Pol., 35, 2007.

[2] Donald, I.W., Waste Immobilization in Glass and Ceramic Based Hosts: Radioactive, Toxic and Hazardous Wastes, John Wiley & Sons, United Kingdom, 2010.

[3] Pant, D., Dhiman, V., An overview on environmental pollution caused by heavy metals released from e-waste and their bioleaching. January, 2020.

[4] Forti, V., Balde, C. P., Kuehr, R., Bel, G., The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential, July,2020.

[5] Menad, N., Cathode ray tube recycling Resources Conserv, Recycling, June, 1999.

[6] Boccaccini, A. R., Bücker, M., Trusty, P.A., Romero, M., Rincón, J. M., Sintering behaviour of compacts made from television tube glasses, Glass Technol., 1997.

[7] Minay, E. J., Minay, A., Desbois, V., Boccaccini, A.R., Innovative manufacturing technique for glass matrix composites: extrusion of recycled TV set screen glass reinforced with Al_2O_3 platelets, J. Mater. Process. Technol., November, 2003.

[8] Rambaldi, E., Tucci, A., Rastelli, E., Esposito, L., The use of waste glass as a raw material in porcelain stoneware tiles, Proceedings IV Congres., 2003.

Mo KATKILI Si_3N_4:ZnO/p-Si MIS YAPILARININ ELEKTRİKSEL PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Arş. Gör. Erhan İBRAHIMOĞLU[1]*, Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN[2], Prof. Dr. Zafer TATLI[3]

[1]* Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, ORCID ID 0000-0002-8073-5570

[2] Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, ORCID ID 0000-0002-9568-7049

[3] Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, ORCID ID 0000-0002-0981-7143

ÖZET

Yarıiletken yüzeylerinde elektriksel performansın arttırılması ve arayüzey pasivasyonu gibi farklı amaçlara yönelik yalıtkan oksit, nitrür veya polimer ince filmler oluşturulabilmektedir. Metal/yarıiletken (M/S) arasına yalıtkan arayüzeylerin (SiO_2, ZnO, Si_3N_4 vb.) oluşturulması M/S diyotları MIS ve MOS yapısına dönüştürmektedir. Yalıtkan arayüzey, hem metal ile yarıiletkeni birbirinden izole etmek için, hem de yük geçişlerini düzenlemek amacıyla kullanılabilmektedir. M/S arasında oluşturulan yalıtkan arayüzeyin varlığının, engel yüksekliği (Φ_{B0}), seri direnci (R_s) ve arayüzey durum yoğunluğu (N_{ss}) gibi diyotun temel elektriksel parametreleri üzerinde önemli bir etkisi vardır. Katkısız ZnO, elektronların ve boşlukların hızlı rekombinasyonu nedeniyle yalnızca sınırlı bir fotokatalitik verimlilik sergilemektedir. Si_3N_4 ise sert ve yoğun bir malzemedir. MIS yapılarda yalıtkan tabaka olarak kullanılmaktadır. Çalışmada Si_3N_4, metal ve kontak arasında iyi bir pasivizasyon tabakası oluşturmak için yalıtkan bir tabaka olarak tercih edilmiştir. Si_3N_4'ün dielektrik sabitinin yüksek olması MIS yapının UV ışını altında stabilitesinin arttırmasını ve diyotun ters beslem (sızıntı) akımını azaltarak doğrultma oranını arttırmaktadır. Yarıiletken malzemelerin uygun elementler ile katkılanması sonucunda elektriksel ve optik özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir.

Bu çalışmada, Mo katkılı Si_3N_4:ZnO ince filmler sol-jel ile sentezlenmiş ve döndürme kaplama ile p-tipi silisyum (p-Si) altlık üzerine kaplanmıştır. Mo katkılı Si_3N_4:ZnO/p-Si MIS diyotun idealite faktörü (n), seri ve şönt dirençler (R_s ve R_{sh}), doğrultma oranları ($RR = I_F/I_R$) ve engel yüksekliği (Φ_{B0}) gibi temel elektriksel parametreleri akım–voltaj (I-V) karakteristikleri ile karanlıkta ve 100 $mW.cm^{-2}$ ışık yoğunluğuna sahip UV bant aralığında (365 nm) incelenmiştir. I-V eğrilerinin hesaplanmasında termiyonik emisyon (TE) teorisinden yararlanılmıştır. Elektriksel sonuçlar elde edilen ince filmlerin UV ışığına duyarlı olduğunu göstermiştir. Ayrıca elde edilen ince filmlerin elementel dağılımı ve morfolojik özellikleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve enerji dağılım spektroskopisi (EDS) ile analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: MIS diyotlar, molibden katkısı, akım – voltaj karakteristiği.

1. GİRİŞ

Metal oksit türlerinden birisi olan ZnO; yüksek kimyasal stabilitesi, toksik olmaması ve üretim maliyetinin düşük olması nedeniyle diyotlarda geniş kullanım alanına sahiptir. Ayrıca ZnO'nun mavi ışık ve UV ışığa yüksek hassasiyet göstermesi, onu elektronik aygıtlarda tercih sebebi kılmaktadır [1]. ZnO; geniş bant aralığı (3.37 eV), oda sıcaklığı ve üzerinde yüksek bağlanma enerjisine (60 meV) sahiptir [2,3]. ZnO; indirgenme reaksiyonlarına karşı aktiftir, biyouyumludur, yüksek UV emisyon gösterebilir. Bu nedenle ZnO ışık emici diyotlar (LED); [4], kimyasal/gaz sensörlerinde [5], güneş pillerinde [6], Schottky diyotlarda [7], UV fotodiyotlarda [8] geniş bir kullanım alanına sahiptir. ZnO; laser depolama, kimyasal buhar biriktirme, sprey proliz, döndürme kaplama gibi farklı yöntemlerle altlıkların yüzeyine tek kristal olarak rahatlıkla büyütülebilmektedir. Döndürme kaplama yöntemi diğer yöntemlere kıyasla, düşük maliyetli ve homojen kaplama imkanı sağlamaktadır. ZnO tabanlı aygıtların performansları; yapısındaki kusurlara, empürite atomları gibi parametrelere bağlıdır [9]. ZnO yapısında hızlı elektron-deşik rekombinasyonu meydana gelmektedir ve bu durum aygıtların görünür ışık altında kullanımını sınırlamaktadır. Bu nedenle ZnO temelli yapılarda farklı katkılarla elektron-deşik rekombinasyonu azaltılmakta ve ışık duyarlılığı geliştirilmektedir. Çalışmada ise; ZnO'nun kristal yapısıyla uyumlu olması nedeniyle α-Si_3N_4 tercih edilmiştir. Si_3N_4 yüzey pasivizasyonu sağlamaktadır ve yüksek dielektrik özelliğe sahiptir. Bu özellikleri sayesinde kaçak akımı minimuma indirmektedir [10]. Diyotların performansları yalıtkan katkılar ile iyileştirilmektedir. Nitrür ara tabakalar altlık malzemesi olan silisyumun oksijenle temasını keserek, oksit tabakasının oluşmasını önlemektedir. Böylece diyotun elektriksel performansını geliştirmektedir. Buna ek olarak; Mo^{+6}, Zn^{+2} iyonlarına göre daha büyük valans değerliğinde olduğu için iletime katkı sağlamaktadır ve iyonik yarıçapı Zn^{+2}'den daha düşük olduğundan ZnO latisinde Zn atomları ile yer değiştirmesi kolaydır.

Bu çalışmada sol-jel yöntemiyle Si_3N_4:ZnO matrisi içerisine Mo katkısı yapılmıştır. Hazırlanan solüsyon döndürme kaplama yöntemiyle 3000 rpmde 10 saniye kaplanmıştır. Alüminyum (Al) omik ve doğrultucu kontaklar fiziksel buhar biriktirme (PVD) cihazında kaplanmıştır. Daha sonra üretilen diyotların I-V karakteristiği, morfolojisi incelenmiştir. Üretilen numunelerin temel diyot parametrelerinin hesaplanmasında, TE teorisi kullanılmıştır.

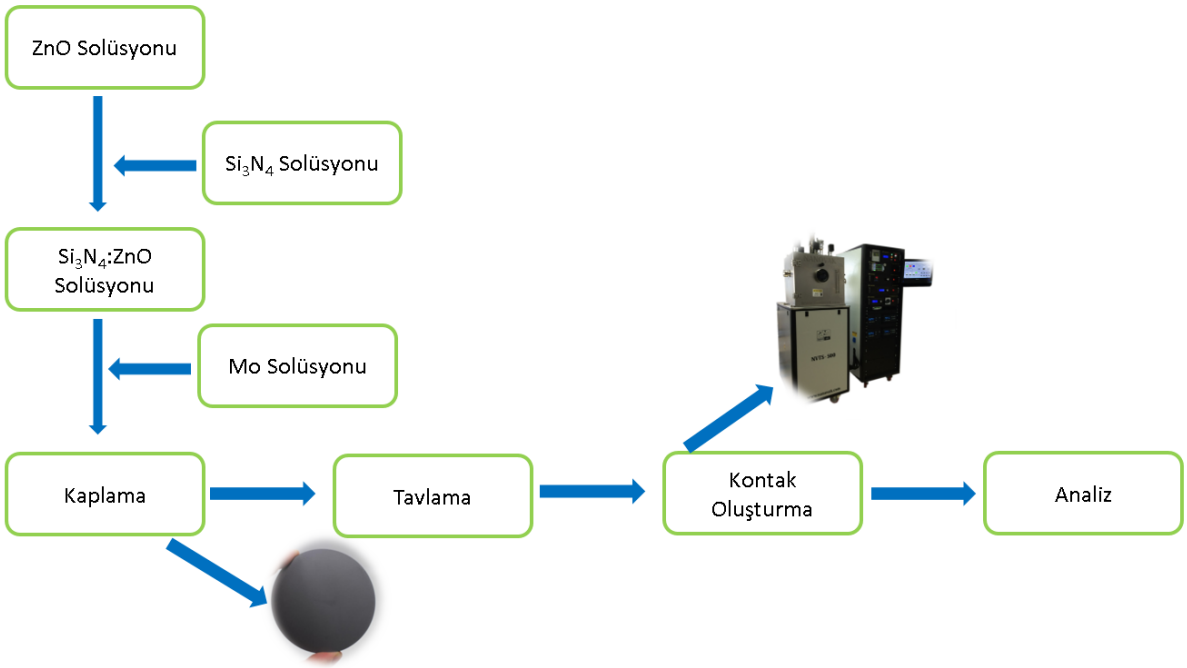
2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. İnce Filmin Hazırlanması

Çalışmalarda nihai ince filmlerin sol-jel prosesi ile sentezlenmesi için öncül malzeme olarak; çinko nitrat hekzahidrat, silisyum nitrür, amonyum heptamolibdat kullanılmıştır. Altlık malzemesi olarak p tipi Si altlık kullanılmıştır. Deneylerde temizlik işlemlerinde saf su ve etil alkol kullanılmıştır.

Si_3N_4:ZnO kompozit solüsyonu sol-jel yöntemiyle hazırlanmıştır. İlk olarak 50 ml izopropanol içerisine 1 gram Si_3N_4 tozu eklenerek 90 ˚C'de karıştırılmıştır. Farklı bir beher içerisinde 0.9

M ZnO, 20 ml izopropanol içerisine eklenerek oda sıcaklığında yarım saat karıştırılmıştır. Hazırlanan nitrür esaslı solüsyon, ZnO solüsyonuna eklenerek yarım saat karıştırılmıştır. 3. Beherde izopropanol içerisine Mo kaynağı eklenerek çözündürülmüştür. Hazırlanan tüm solüsyonlar birleştirilerek karıştırılmıştır. p-Si altlık etanol ile temizlenmiştir. Hazırlanan nihai solüsyon temizlenmiş p-Si altlıkların yüzeyine 3000 devir/dk'da 10 s boyunca kaplanmıştır. Üretilen ince film kaplamalar 450 ˚C'de 1 saat tavlanmıştır. Tavlanan numunelerin Al omik ve doğrultucu kontakları PVD cihazında kaplanmıştır. Görsel 1'de Mo katkılı Si_3N_4:Mo:ZnO ince filmlerin üretimlerine ait şematik görsel verilmiştir.



Görsel 1. Fotodiyotların üretimine ait şematik görsel

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

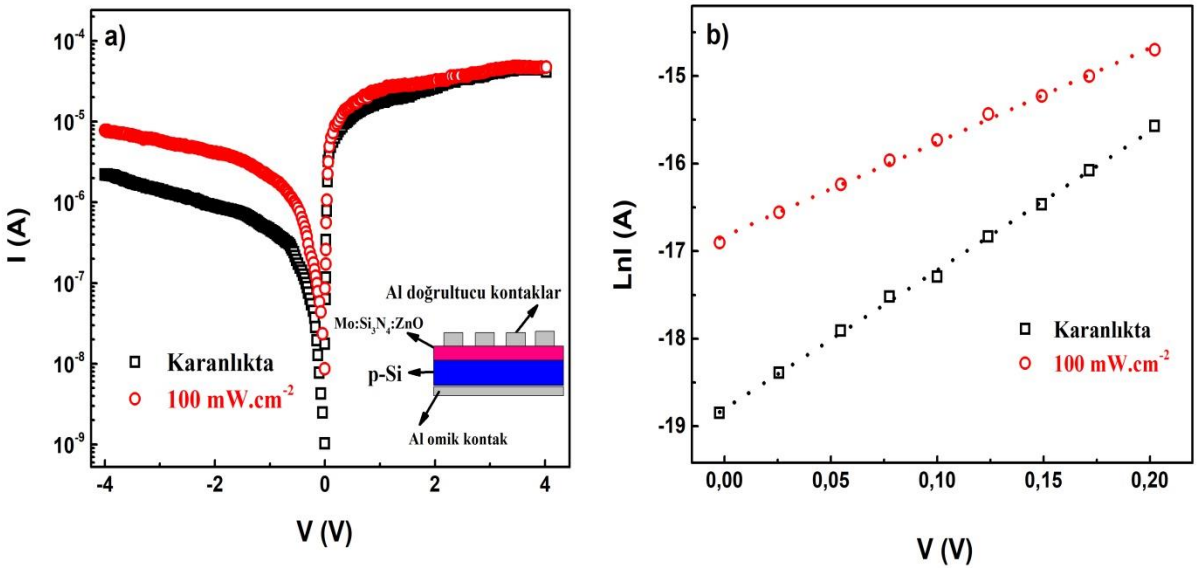
3.1. Akım-Voltaj (I-V) Sonuçları

R_s, R_{sh}, n ve Φ_{B0} gibi temel diyot parametrelerini tayin etmek amacıyla farklı yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan biri, Norde tarafından n=1 durumu için R_s ve Φ_{B0}'ın tanımlanan bir F(V) fonksiyonu yardımıyla elde edilmesidir. Bu yöntem, R_s ve Φ_{B0}'ın sıcaklıkla değişmediği durumlara uygulandığı için, sadece bir sıcaklıkta I-V eğrisi yeterlidir. Daha sonra Sato ve Yasamura, Norde tarafından önerilen bu yöntemi geliştirerek, n'in 1'den büyük olduğu (1<n<2) durumda da n, R_s ve Φ_{B0} değerlerinin hesaplanabileceğini göstermişlerdir [11]. Diyot parametrelerini hesaplamanın bir diğer yolu da Termiyonik Emisyon (TE) teorisidir. TE teorisine göre diyot denklemi denklem 3.1'de verilmiştir.

$$I = I_0.\left[\exp\left(\frac{q.V}{n.K.T}\right) - 1\right] \qquad (3.1)$$

Burada I_0 ters doyum akımıdır, V ise diyot üzerine düsen gerilim, k Boltzmann sabiti, T sıcaklıktır [12]. İdeal bir fotodiyotta I_0'ın sıfıra yakın olması beklenmektedir [13-15]. Pozitif bias ile negatif bias akımı arasındaki farkın artması da diyotun doğrultma oranının (RR) artması anlamına gelmektedir. Denklemde yer alan n değeri ise, idealite faktörüdür ve diyodun ideal özelliklerden sapma ölçüsüdür [16].

n, yarıiletken ile dengede arayüzey durumları (N_{ss}) ve metal yarıiletken arasındaki arayüzey tabakasının kalınlığından (δ) etkilenmektedir. Bu denklemde ikinci terimin artması ile ideallikten uzaklaşılır. Yani n, hem arayüzey tabaka kalınlığının artmasıyla hem de arayüzey durumlarının artmasıyla doğru orantılı olarak artmaktadır [11]. MIS yapılarda, elektriksel özelliklerin idealden sapma nedenlerinden biri R_s etkisidir.



Görsel 2. Mo katkılı Si_3N_4:ZnO ince filmlere ait a) I-V, b) LnI-V grafiği

Elde edilen ince filmlerin ışığa olan duyarlılığının ölçülmesi için 365 nm dalga boyuna sahip 100 mW.cm^{-2} UV ışık yoğunluğu altında I-V karakteristiği ölçülmüştür. Şekilde ters doyum akımının ışık şiddeti ile arttığı gözlemlenmiş ve diyotun idealden saptığı düşünülmüştür. Bir fotodiyot için bu durum, beklenen bir sonuçtur. Işık şiddeti ile iletkenlik artmaktadır ve şönt direnci (R_{sh}) düşmektedir. Eğrilerden çıkarılabilecek bir diğer sonuç da yüksek doğru beslem voltaj bölgesinde (0,5-1V'tan sonra) doğrusallığın bozulması ve eğrilerde bükülmelerin meydana gelmesidir. Yüksek voltajlarda görülen bu bükülme, R_s'den kaynaklanmaktadır. Diyotun I-V karakteristiği kaplamanın homojenliği, arayüzey kalitesi, arayüzeyin dielektrik geçirgenliği vb. durumlarından oldukça etkilenmektedir [17]. R_s ve R_{sh} sırasıyla negatif ve doğru beslem bölgesinde yer alan akım ve voltaj değerlerinden denklem 3.2'de yer alan Ohm Kanunu'na göre hesaplanmaktadır:

$$V = I.R \qquad (3.2)$$

Görsel 2b'de ise karanlık ve ışık altında LnI – V grafiği verilmiştir. İnce filmlerin I-V karakteristikleri yaklaşık olarak ~0V≤V≤0,2V (ölçüm aralığı 25 mV) voltaj aralığında iyi bir

lineerlik göstermektedir. Bu bölgeden yararlanarak LnI – V eğrisi oluşturulmuştur. Grafiğin eğimi n'in hesaplanmasında kullanılmaktadır.

Φ_{B0} da, temel diyot karakteristiklerinden biridir. Hesaplanmasında aşağıda yer alan denklem 3.3'ten yararlanılmaktadır:

$$\Phi_{B0} = \frac{kT}{q} ln(\frac{A.A^*.T^2}{I_0}) \quad (3.3)$$

Burada ek olarak A^* ifadesi Richardson sabitini, A ise; doğrultucu kontak alanını vermektedir. Temel diyot parametrelerine ait sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

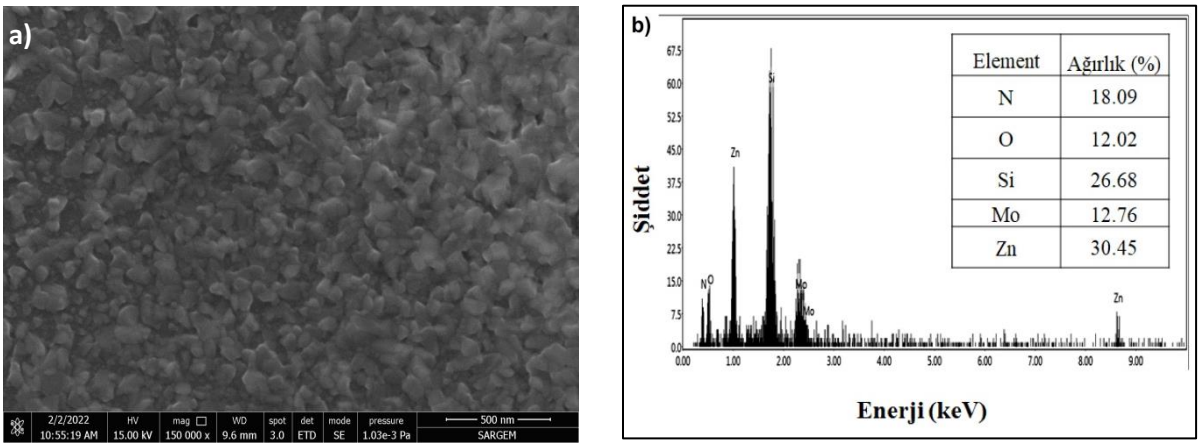
Çizelge 1. Mo katkılı Si_3N_4:ZnO arayüzey kaplı numunelere ait temel diyot parametreleri

	n	**R_s (kΩ)**	**R_{sh} (MΩ)**	**Φ_{B0} (eV)**	**I_0**	**RR**
Karanlıkta	2,67	91	1,82	0,72	$6,84x10^{-9}$	500
100 mW.cm^{-2} ışık altında	3,74	85	0,51	0,67	$5,06x10^{-8}$	17

Diyot üzerine ışık düştüğünde negatif bölgede iletkenlik artmaktadır. Bu da numunenin UV ışığına duyarlı olduğunun ve fotodiyot olarak görevini yapabildiğinin bir göstergesidir. UV ışığının etkisiyle idealiteden uzaklaşılmasının nedeni, negatif yanlılıkta bile elektronların metalden daha kolay ayrılması olarak belirtilmiştir. Metalden ayrılan elektron sayısı arttıkça, elektronların yarı iletken yüzeyinde yakalanma olasılığı azalır. Literatürde benzer çalışmalar mevcuttur [18]. Arayüzey tabakasının homojenliği ve kalınlığı gibi özellikler, arayüzey durumlarını (N_{ss}) ve dolayısıyla elektriksel performansı doğrudan etkilemektedir. Dolayısıyla kaplamanın döndürme hızı ve döndürme süresine oldukça bağımlıdır.

3.2. SEM-EDS Analiz Sonuçları

Görsel 3'te elde edilen numuneye ait SEM-EDS sonuçları paylaşılmıştır. SEM görüntüleri kaplamanın homojen olarak yapıldığını göstermektedir. Si_3N_4 tanelerinin Mo:ZnO'nun gelişimi için çekirdekleştirici etki göstertiği düşünülmektedir. Mo iyonları Zn ile yer değiştirerek latise girebilmekte ve bu da iletime katkı sağlamaktadır. EDS asonuçları incelendiğinde ise; sırasıyla Si, N, O, Zn ve Mo atomlarının varlığı güçlü bir şekilde Mo katkısının başarıldığını ve Mo katkılı Si_3N_4:ZnO ince filmlerin p-Si altlık yüzeyine başarıyla kaplandığını göstermektedir.



Görsel 3. Numuneye ait a) SEM görüntüsü, b) EDS sonuçları

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çalışmada Mo katkılı Si_3N_4:ZnO ince filmler, sol-jel prosesiyle sentezlenmiş ve döndürme kaplama yöntemiyle p tipi Si altlık üzerine kaplanmıştır. Elde edilen ince filmler, SEM-EDS analiziyle incelenmiş ve kaplamanın başarısı kimyasal ve morfolojik açıdan analiz edilmiştir. Elektriksel performansın belirlenmesinde ise akım-voltaj (I-V) ölçümleri yapılmış ve temel diyot parametreleri karanlıkta ve 100 $mW.cm^{-2}$ ışık yoğunluğunda belirlenmiştir. n, R_s, R_{sh}, Φ_{B0}, I_0 ve RR değerleri sırasıyla karanlıkta 2,67, 91 kΩ, 1,82 MΩ, 0,72 eV, $6,84x10^{-9}$ A ve 500 olarak elde edilmişken, ışıkta 3,74, 85 kΩ, 0,51 MΩ, 0,67 eV, $5,06x10^{-8}$ A ve 17 olarak hesaplanmıştır. Işık altında, I_0 ve RR değerleri 10-20 kat civarı bir düşüş söz konusudur. Sonuçlar; üretilen yapıların fotodiyot olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

[1] Rodnyi, P.A., Khodyuk, I.V., Optical and luminescence properties of zinc oxide, Opt. Spectrosc. 111, 776, 2011.

[2] Wang, H., Mo, X., Chen, Z., Li, S., Huang, H., Liu, Y., Fang, G., Near white electro-luminescence from self-supporting ZnO nanocone array based heterojunction light-emitting diodes, Mater. Res. Express, 2, 035005, 2015.

[3] Janotti, A., Van de Walle, C. G., Fundamentals of zinc oxide as a semiconductor, Rep. Prog. Phys., 72, 126501, 2009.

[4] Xu, W., Ye, Z., Zeng, Y., Zhu, L., Zhao, B., Jiang, L., Lu, J., He, H., Zhang, S., ZnO lightemitting diode grown by plasma-assisted metal organic chemical vapor deposition, Appl. Phys. Lett., 88(17), 173506, 2006.

[5] Ahmad, R., Tripathy, N., Ahn, M., Hahn, Y., Highly stable hydrazine chemical sensor based on vertically-aligned ZnO nanorods grown on electrode, J. Colloid Interface Sci., 494, 153–158, 2017.

[6] Patel, M., Kim, H., Kim, J., Yun, J., Kim, S., Choi, E., Park, H., Excitonic metal oxide heterojunction (NiO/ZnO) solar cells for all-transparent module integration, Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 170, 246–253, 2017.

[7] Agarwal, L., Singh, B., Tripathi, S., Chakrabarti, P., Fabrication and characterization of Pd/Cu doped ZnO/Si and Ni/Cu doped ZnO/Si Schottky diodes, Thin Solid Films, 612, 259–266, 2016.

[8] Liang, S., Sheng, H., Liu, Y., Huo, Z., Lu, Y., Shen, H., ZnO Schottky ultraviolet photodetectors, J. Cryst. Growth, 225(2–4), 110–113, 2001.

[9] Kırkbınar, M., Demir, A., Altındal, Ş., Çalışkan, F., The effect of different rates of ultra-thin gossamer-like rGO coatings on photocatalytic performance in ZnO core-shell structures for optoelectronic applications, Diamond and Related Materials, 130, 109435, 2022.

[10] Ichenko V. V., Marin V. V., Lin S. D., Panarn K. Y., Buyanin A. A. and Tretyak O. V., Room temperature negative differential capacitance in self-assembled quantum dots, J. Phys. D Appl. Phys., 41: 235107, 2008.

[11] Shashanka, R., Chaira, D., Development of nano-structured duplex and ferritic stainless steel by pulverisette planetary milling followed by pressureless sintering, Mater. Char. 99 220-229, 2015.

[12] Gu H., Yu L.,Wang J., Yao J., Chen G., A sol-gel preparation of ZnO/graphene composite with enhanced electronic properties, Materials Letters, V: 196, P: 168-171, 2017.

[13] Wuytens P., C., Skırtach A.G., Baets R., On-chip surface-enhanced Raman spectroscopy using nanosphere-lithography patterned antennas on silicon nitride waveguides, Optics Express, 25, 12926-12934, 2017.

[14] Ding W C., Hu D, Zheng J. , Chen P., Cheng B W., Yu J Z ., Wang Q M., Strong visible and infrared photoluminescence from Er-implanted silicon nitride films, Journal Of Physics D: Applied Physics, 41 , 135101, 2008.

[15] Fesenko O., Dovbeshko G., Dementjev A., Karpicz R., Kaplas T., and Svirko Y., Graphene-enhanced Raman spectroscopy of thymine adsorbed on single-layer graphene, Nanoscale Res. Lett., 2015.

[16] Soldano C., Mahmood A., and Dujardin E., Production, properties and potential of graphene, Carbon., V: 48, P: 2127-2150, 2010.

[17] Ghorbani M., Abdizadeh H., Taheri M., Golobostanfard M.R., Enhanced photoelectrochemical water splitting inhierarchical porous ZnO/Reduced graphene oxide nanocomposite synthesized by sol-gel method, Hydrogen Energy, 43, 7754-7763, 2018.

[18] Yıldırım, N., Durumlu, E., Ag/Azure A /n-Si Schottky diyotun elektriksel ve fotovoltaik özelliklerinin araştırılması, Tr. J. Nature Sci., Vol. 6 No. 1, 2017.

BİYOUYUMLU GÖZENEKLİ APATİT-WOLLASTONİT CAM SERAMİKLERİN GELİŞTİRİLMESİ

Arş. Gör. Erhan İBRAHİMOĞLU[1]*, Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN[2], Prof. Dr. Zafer TATLI[3]

[1]* Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, - ORCID ID 0000-0002-8073-5570

[2] Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, - ORCID ID 0000-0002-9568-7049

[3] Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, - ORCID ID 0000-0002-0981-7143

ÖZET

Biyomalzemeler, kısaca canlı dokuları onarmak veya tedavi etmek için kullanılan, doğal ya da yapay olarak üretilmiş malzemeler şeklinde tanımlanabilmektedirler. Bir biyomalzeme için en önemli özelliklerden biri biyouyumluluk olarak bilinmektedir. Bir diğer deyişle, biyomalzemenin kemik doku ile bağ oluşturması ve dokuya sağlam bir şekilde tutunması istenen bir durumdur. Bu amaca yönelik olarak da biyoaktif özelliğe sahip materyaller geliştirilmiştir. Bu çalışmada, biyoaktif malzemelerden biri olan apatit wollastonit (AW) esaslı malzemelerin, dokuların içerisinde gelişimine olanak sağlaması için basınçsız sinterleme ile gözenekli üretimi yapılmış ve bu yapıların kemik değiştirme uygulamaları için uygun olup olmadığı fiziksel ve mekanik olarak incelenmiştir. AW'nin, gözenekli bir şekilde üretilebilmesi için AW içerisine poli (metil metakrilat) (PMMA) karıştırılarak, yakma yöntemi ile kemik benzeri gözenekli yapı iskeleleri oluşturulmuş ve AW tozlarının birbirlerine difüze olmaları ve yoğunlaşma için 1150 ^{o}C'nin üzerinde sinterleme yapılmıştır. Böylece gözenekli yapının oluşumu için iki aşamalı (polimerin uzaklaştırılarak gözeneklerin oluşturulması ve AW partiküllerinin difüzyonu ile birbirlerine bağlanması için sinterleme) imalat yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemle elde edilen numunelerin sert kemik dokusunda kullanılabilirliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Gözenek oluşumu için AW içerisine ağırlıkça %30, %40 ve %50 oranlarında PMMA eklenmiş ve üretilen numunelerin, mekanik ve fiziksel özelliklerinin tespiti için, basma mukavemetleri belirlenmiş ve bunun yanında yoğunluk ve gözenek boyutları/dağılımları da tespit edilmiştir. Sinterlenmiş numunelerin gözenek dağılımını ve mikro yapısını analiz etmek için taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılmıştır. Sonuçlar, %30 PMMA katkılı AW'nin (AW30) en yüksek basma mukavemetine ve görünür yoğunluğa sahip olduğu göstermektedir. Görüntülerden ve yoğunluk sonuçlarından yola çıkarak belirlenen gözenek oranları, elde edilen numunenin (AW30) sert kemik doku uygulamaları için kullanılabilirliği için umut vadetmektedir.

Anahtar Kelimeler: Apatit-wollastonit, Biyoseramikler, Sinterleme, Porozite.

1. GİRİŞ

Geçmişe bakıldığında ilk kullanılan biyomalzeme türleri biyoaktif değildir ve dokulara mekanik yöntemlerle implante edilmişlerdir. İlk sentetik implant vitalyum (Cr-Co-Mo alaşımı) olarak kabul edilmektedir ve kırıkların tedavisinde kullanılmıştır. Metalik malzemelerin üstün mekanik özellikleri olmasına ragmen, düşük korozyon dirençleri nedeniyle yerini seramik malzemelere veya metal/seramik kaplama şeklinde kullanılan malzemelere bırakmaktadır. Metalik biyomalzemelere diğer örnekler ise, paslanmaz çelik ve krom-kobalt alaşımları, titanyum ve alaşımları olarak gösterilebilir [1-3].

Metaller ve alaşımlarının yanında; polimerler, cam ve seramikler gibi birçok malzeme son yıllarda incelenmiştir. İdeal bir biyomalzemeden beklenen özellikler ise, biyouyumluluk. ve implantasyon bölgesindeki doğal kemik dokularıyla yakın mekanik özellikler içermesidir [4]. Biyoaktif seramikler, biyoaktiviteleri ve mekanik özellikleri nedeniyle kemik doku uygulamaları için umut vericidir [5].

Apatit-wollastonit (AW) cam-seramikler, kimyasal bileşimi $MgO\text{-}SiO_2\text{-}P_2O_5\text{-}CaO\text{-}CaF_2$ olan ve bu bileşimin ergitilerek hızlı bir şekilde soğutulmasıyla oluşan cam fazının, kontrollü kristalizasyonuyla elde edilmektedir. İlerleyen yıllarda ise bu cam seramikler, toz sinterleme ile yoğun veya gözenekli olarak çeşitli boyut ve formlarda üretilmiştir [6, 7]. Biyoaktif camlar ve cam-seramik implantlar, kimyasal bir bağ oluşturarak insan dokularına doğrudan bağlanma özellikleri nedeniyle geniş çapta incelenmektedir. Kısaca; biyoaktif malzemeler, doğal dokulara implante edildiklerinde doğal kemiğin mineral fazına benzer şekilde yüzeylerinde bir hidroksiapatit tabakası oluşturmaktadırlar [8–11]. AW, bağlanma özellikleri bakımından diğer biyoaktif malzemelere (HA, TCP) göre de daha iyi mekanik özelliklere sahiptir [7, 10].

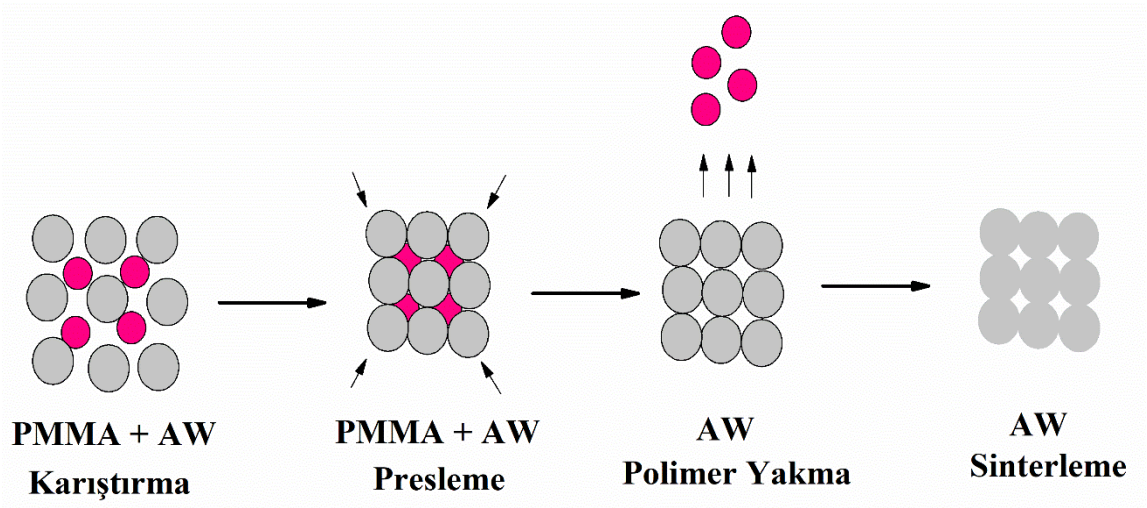
Gözenekli AW yapılarının üretiminde ise; basınçsız sinterleme ile birlikte üç boyutlu (3D) baskı, replika yöntemi gibi çok sayıda başka yöntemler de mevcuttur [7]. Bu yöntemlerden basınçsız sinterleme, kısıtlama ve zorlukları olmasına rağmen, uygun mekanik dayanıma sahip gözenekli ürünler elde etmek için iyi bir üretim yöntemi olarak kullanılabilmektedir. Sinterlemede genel prosedür, toz karışımın istenilen şekle getirilmesi ve ardından uygun sıcaklıklarda sinterlenmesi esasına dayanmaktadır. Gözeneğin oluşturulması için ise düşük sıcaklılarda yapıdan uzaklaşacak bir polimer tercih edilmektedir [10, 12].

Bu çalışmada da; iki aşamada, sinterleme yöntemiyle gözenekli cam-seramik AW yapıları üretmek amaçlanmış ve bu yapıların morfolojik, fiziksel ve mekanik özellikleri değerlendirilmiştir. İki aşamalı proses, polimerin yakılması ve ardından cam-seramik tozunun sinterlenmesinden oluşmaktadır. Polimer olarak ise AW içerisine ağırlıkça %30 (AW30), %40 (AW40) ve %50 (AW50) olacak şekilde PMMA eklenmiştir. Elde edilen basma mukavemeti, yoğunluk ve mikroyapı sonuçları ilerleyen kısımlarda paylaşılmış ve tartışılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

AW cam-seramik tozlarının sentezi için hazırlanan karışım alümina potada ergitilmiştir ve ergitilmiş cam, grafit kalıplara dökülerek soğutulmuştur. Ergitme işlemi 1400 °C nin üzerindeki bir sıcaklıkta yapılmıştır. Elde edilen AW tozlarının yoğunluğu 2,96 g/cm^3 civarıdır. Gözenekli yapıların eldesi için ağırlıkça %30, %40 ve %50 PMMA tozları AW tozları ile karıştırılmış ve iki yönlü presleme ile 1 g'lık peletler elde edilmiştir. Bu peletler daha sonra yoğunluğun arttırılması amacıyla soğuk izostatik preste (250 MPa) preslenmiştir.

Elde edilen numunelerde gözenek oluşumu için, yaklaşık 400 ºC'de 1 saat PMMA'nın uçması sağlanmış ve daha sonra 1150 ºC'nin üzerinde sinterlenmiştir. Üretim prosesi şematik olarak Görsel 1'de paylaşılmıştır.



Görsel 1. Gözenekli AW cam-seramiklerin üretiminin şematik görünümü

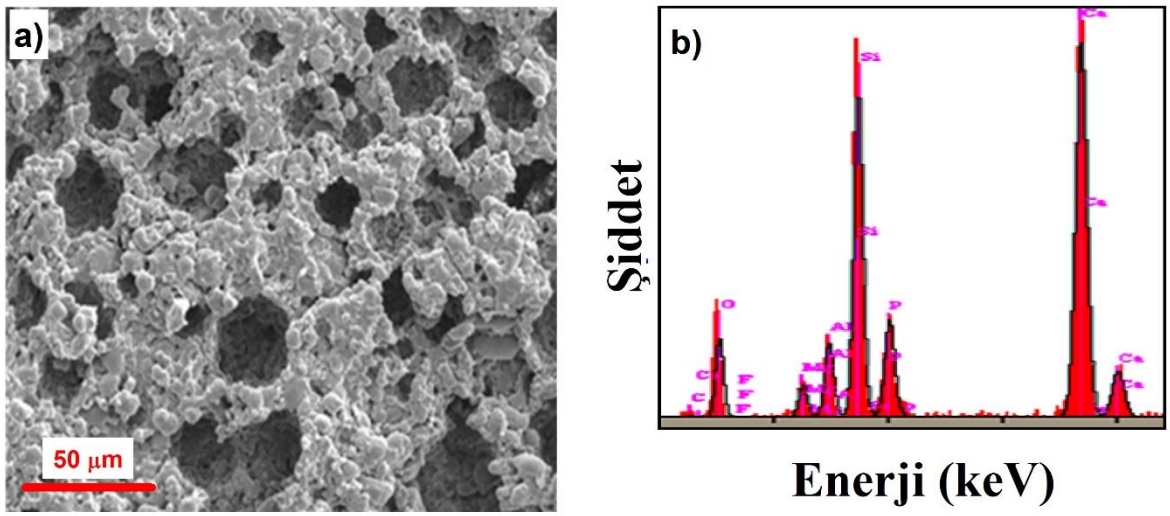
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Elde edilen AW yapılarının yoğunlukları ve basma mukavemetleri Çizelge 1'de verilmiştir. Görünür yoğunluk sonuçları, en yüksek yoğunluk değerinin 2.29 g/cm^3 ile AW30 numunesine ait olduğunu göstermektedir. Beklendiği gibi, polimer içeriği arttıkça, polimer yanarak daha gözenekli bir yapı bırakmaktadır ve bu da görünür yoğunluğu azaltmaktadır. Buna bağlı olarak da basma mukavemeti düşmektedir. Çizelge 1'de yoğunluk-basma mukavemeti ilişkisi gösterilmiştir. En yüksek basma mukavemeti değeri (ortalama 82 MPa), daha düşük PMMA miktarına sahip olan AW30 numunesi için elde edilmiştir. AW içeriği ile basma mukavemeti artmaktadır. Bunun sebebinin sinterlemeden sonra elde edilen daha yüksek yoğunlaşma olduğu düşünülmektedir. Polimer içeriği arttıkça, gözeneklilik artarken basma mukavemeti ciddi oranda azalmaktadır. Sinterleme işlemi ile de elde edilen cam-seramiklerde, kristalleşme ve yoğunlaşma meydana geldiğinden ana camın mikro yapısı küçülmekte, gözeneklilik azalmakta ve buna bağlı olarak da yapı mukavemet kazanmaktadır [13, 14].

Çizelge 1. 1150 ºC'nin üzerinde sinterlenen AW numunelerinin yoğunluk ve basma mukavemeti sonuçları

Numune	Basma Mukavemeti (MPa)	Yoğunluk (g/cm^3)
AW30	82	2,29
AW40	30	2,07
AW50	21	1,98

Sinterlenmiş AW30 numunesinin SEM görüntüleri ve EDS sonuçları ise Görsel 2a ve 2b'de verilmiştir. Resimlerde görüldüğü üzere numune yüksek miktarda ve küresele yakın gözenekliliğe sahiptir. Ayrıca, iyi dağılmış makro ve mikro gözenekler homojen bir yapı oluşturmaktadır.



Görsel 2. AW30 numunesine ait a) SEM görüntüleri b) EDS sonuçları

Yüksek gözenekli yapının, vücut sıvılarının ve besin maddelerinin hücrelere geçişini kolaylaştırdığı da kabul edilmektedir [11]. EDS sonuçlarında ise, AW başlangıç malzemesinde yer alan elementler tespit edilmiştir ve AW yapısında bir bozunma olmamıştır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

AW-polimer karışımları, iki aşamalı basınçsız sinterleme ile başarıyla sinterlenebilmektedir. Sinterleme işleminin sonunda gözenekli malzemeler üretilmiştir. AW cam-seramiklerin (AW30), hem kortikal kemiğe yakın basma mukavemeti ve yoğunluğa sahip olduğu görülmektedir. AW cam-seramiğin kemik benzeri yapısının mekanik performansının sadece gözenek miktarı değil gözeneklerin düzgün dağılımı, neredeyse küresel gözenek morfolojisi ve dar boyut dağılımından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sinterleme işleminde gözenek oluşturucu katkı maddesi olarak kullanılan PMMA polimer tozları, AW30 kompozisyonunda, kemik doku uygulamaları için umut vadedicidir.

KAYNAKÇA

[1] Hench, L.L., Bioactive Ceramics: Theory and Clinical Applications, 7th International Symposium on Ceramics in Medicine, Turku, Finland, July 1994.

[2] Çalışkan, F., Tatlı, Z., İbrahimoğlu, E., Demir, A., Apatit – Wollastonit Cam Üretimi ve Temperlemenin Sertlik Üzerine Etkisi, 6th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, 09-11 November 2018.

[3] Gümüşderelioğlu, M., Biyomalzemeler, Bilim ve Teknik Dergisi, Tübitak, Temmuz 2002.

[4] Yang, S., Leong, K.F., Du, Z., Chua, C.K., The Design of Scaffolds for Use in Tissue Engineering, Part I. Traditional Factors, Tissue Eng. 7 (6) (2004) 679–689.

[5] Salgado, A. J., Coutinho, O. P., Reis, R. L., Bone Tissue Engineering State of the Art and Future Trends, Macromol. Biosci. 4, 743–765, 2004.

[6] Kokubo, T., Ito, S., Shigematsu, M., Sakka, S., Yamamuro, T., Mechanical-properties of a new type of apatite-containing glass-ceramic for prosthetic application, J. Mater. Sci. 20, 2001–2004, 1985.

[7] Hench, L.L., Wilson, J., An Introduction to Bioceramics, World Scientific, Singapore, 1993.

[8] Cao, W., Hench, L.L., Bioactive materials, Ceram. Int. 22, 493–507, 1996.

[9] De Aza, P.N., De Aza, A.H., Pena, P., De Aza, S., Bioactive glass and glass–ceramics, Ceramica y Vidro, Bolletin Soc. Esp. Ceram., 46(2), 45–55, 2007.

[10] Gerhardt, L.C., Boccaccini, A.R., Bioactive glass and glass-ceramic scaffolds for bone tissue engineering, Materials, 3, 3867–3910, 2010.

[11] Yilmaz, E., Caliskan, F., A new functional graded dental implant design with biocompatible and antibacterial properties, Mater. Chem. Phys., 277, 125481, 2022.

[12] Vitale-Brovarone, C., Verne, E., Robiglio, L., Appendino, P., Bassi, F., Martinasso, G., et al., Development of glass-ceramic scaffolds for bone tissue engineering: characterisation, proliferation of human osteoblasts and nodule formation, Acta Biomater., 3, 199–208, 2007.

[13] Thompson, I.D., Hench, L.L., Mechanical properties of bioactive glasses, glassceramics and composites, Proc. Inst. Mech. Eng. Part H. -J. Eng. Med., 212, 127–136, 1998.

[14] Grimal, Q., Laugier, P., Quantitative ultrasound assessment of cortical bone properties beyond bone mineral density, Irbm, 40, 16–24, 2019.

POMZA MİNERALİNİN ÖZELLİKLERİ VE POTANSİYEL BİYOMÜHENDİSLİK UYGULAMALARI

Dr. Öğr. Üyesi FATMA ZEHRA KOÇAK[1], İREM NUR ERKAN[2], SÜMEYRA USLU[2], Dr. Öğr. Üyesi, Nilüfer KÜÇÜKDEVECİ[3]

[1]Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0001-6397-322X

[2]Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı,

[3]Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü,

ÖZET

Silisyum esaslı bir alüminosilikat bileşiği olan pomza, volkanik aktiviteler sırasında hızlı soğuma sonucu oluşan camsı, poroz ve hafif yapıdaki doğal bir mineraldir. Yapısında bulunan SiO_2 (silisyum oksit) oranı pomzaya aşındırıcılık özelliği sağlarken, Al_2O_3 (alüminyum oksit) bileşimi ise ısıya ve ateşe karşı dayanım kazandırır. Türkiye'de gerçekleşen volkanik faaliyetler, Dünya'da önemli bir rezerve sahip olan zengin pomza yataklarının oluşumunu sağlamıştır. Pomza, üretiminin kolay ve düşük maliyetli olması nedeniyle hem Dünya'da hem de Türkiye'de başta inşaat sektörü olmak üzere çevre, tekstil, tarım, kimya gibi pek çok sektörde kullanılmaktadır. Pomzanın su arıtımında iyon absorbanı, su ve mineral rezervuarı sağlayıcı toprak koruyucu, agrega şeklinde hafif yapı malzemesi, tekstilde kotların taşlanmasında aşındırıcı, diş macunlarında ve ortodontik diş tedavisinde diş minesi ovucu/parlatıcı malzeme olarak kullanımı öne çıkan uygulamalar arasındadır.

Pomzanın biyolojik uygulamalarda kullanımı sınırlı olmasına rağmen son yıllarda pomza konusunda biyoteknolojik ve biyomühendislik alanlarında önemli araştırmalar göze çarpmaktadır. Pomzanın oldukça gözenekli, geniş yüzey alanına sahip oluşu, yüksek adsorpsiyon özelliği ve iyon değişimi kapasitesi sayesinde biyolojik uygulamalar için de elverişli bir malzeme olduğu belirtilmelidir. Bu kapsamda yapılan araştırmalarda pomzanın, hücre ve protein immobilizasyonu için ve ilaç absorpsiyon ve salınım performansını arttırıcı üstün özellikler sergilediği görülmüştür. Doku mühendisliği alanında kemik onarımı ve yenilenmesinde pomzanın kullanımına yönelik gerçekleştirilen az sayıdaki çalışmada pomzanın biyouyumlu olduğu ve kemik skafoldlarında mineralleşmeyi arttırdığı gözlenmiştir. Bu çalışmada pomzanın temel mikroyapısal, kimyasal ve mekanik özellikleri ve ilgili potansiyel kullanım alanları incelenerek biyolojik uygulamalardaki potansiyeli vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pomza, Alüminosilikat mineralleri, Biyolojik Uygulamalar

1. GİRİŞ

Pomza İtalyan kökenli bir sözcük olup Türkiye'de genellikle süngertaşı, topuktaşı, hışır, köpüktaşı vb. isimlerle de anılır. İngilizce kökenli pümis (pumice) ve pümisit (pumicite) ifadelerinin kullanımı dünya genelinde daha yaygındır. Gri renkte çakıl ebatlındakilere pümis, kum gibi ve daha küçük boyutlardakilere ise pümisit denmektedir [1,2].

Açık renkli, süngerimsi poroz bir yapıya sahip olan pomza, yüksek sıcaklık ve basınçtaki volkanlardan püskürme ile hızlı soğuma sonucu oluşan bir aluminosilikat bileşiğidir. Pomzanın oluşumu sürecinde içerisinde açığa çıkan gazlar hızlı bir şekilde yapıyı terk eder. Bu hızlı soğuma esnasında pomza makro boyuttan mikro boyuta ulaşan bol miktarda gözenek içeren amorf bir morfolojiye sahip olur [2]. Pomzanın mikroyapısal özellikleri ve kimyasal bileşimi onu çeşitli endüstri dallarında kullanım için elverişli kılmaktadır. Pomza içerisinde barındırdığı yoğun gözenekler ve geniş yüzey alanı sonucu yüksek adsorpsiyon özellikleri sayesinde metal katalizör destek malzemesi, su arıtımında iyon absorbanı [3], ve su ve mineral rezervuarı sağlayıcı toprak koruyucusu [4] gibi çeşitli uygulama alanları için oldukça elverişlidir. Ayrıca, pomza sertlik, hafiflik ve ısıya dayanım özellikleri sayesinde, agrega şeklinde hafif yapı malzemesi olarak [5], tekstilde kotların taşlanmasında [6] ve diş macunlarında ve ortodontik diş tedavisinde diş minesi ovucu/parlatıcı malzeme olarak [7,8], el temizleyicilerinde vb. çeşitli uygulamalara sahiptir [9].

Pomzanın biyolojik uygulamalarda kullanımı sınırlı olmasına rağmen son yıllarda pomza konusunda biyoteknolojik ve biyomühendislik alanlarında önemli araştırmalar göze çarpmaktadır. Toksik olmaması, biyouyumluluğu ve absorpsiyon potansiyelinin yüksek olması pomzanın çeşitli biyolojik alanlarda kullanılmasına olanak sağlar. Pomzanın bu kapsamda hücre, protein ve enzim immobilizasyonu için ve ilaç salınımında performans arttırıcı üstün özellikler sergilediği görülmüştür [10–12]. Doku mühendisliği alanında kemik onarımı ve yenilenmesinde pomzanın kullanımına yönelik gerçekleştirilen az sayıdaki çalışmada pomzanın biyouyumlu olduğu ve kemik skafoldlarında mineralleşmeyi arttırdığı gözlenmiştir [9,13]. Bu üstün özellikler sayesinde pomzanın biyolojik alanda gelecekteki araştırma faaliyetleri için potansiyel bir mineral malzeme olduğu söylenebilir.

2. POMZANIN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Pomza, volkanik faaliyetler sonucunda oluşan doğal biyocam bileşiminde, silikatça zengin bir aluminosilikat mineralidir. Pomza genel olarak kimyasal bileşiminde %60-75 oranında SiO_2 ve %13-17 oranında Al_2O_3 ve toplam %7-8 oranında Na_2O ve K_2O ve diğer pek çok oksidi (Ca, Mg, Fe, Zn, Cu vb.) az miktarda barındırır [9].

Volkanik aktiviteler sırasında hızlı soğuma nedeniyle oluşan pomza camsı, poroz ve hafif bir yapıya sahiptir [5]. Pomza küre, oval ve tüp şeklindeki farklı düzensiz formlarda porlar içerebilmektedir. Pomzanın gözenekleri birbirinden camsı bir zar ile ayrılmıştır ve gözenek oranı türlerine göre %45 ile %70 arasında değişebilir [2,14]. Pomza, birbirine içten bağlı ya

da bağlı olmayan gözenekler içermektedir ve por dağılımının homojen olduğu söylenebilir [15]. Mikroyapısal olarak doğal pomzanın por boyut dağılımının 50 ile 150 mikron aralığında değiştiği ve 80%'in üzerinde por içerdiği bildirilmektedir [9]. Genel görüşe göre pomza içerisindeki boşluklar çoğunlukla birbiriyle bağlantı içermediği için pomzanın geçirgenliği düşük, ısı ve ses yalıtım özellikleri yüksektir. Pomza agregalarının tane boyutu irileştikçe geçirgenliğinde bir artış olduğu belirtilmiştir [15]. Bazı pomza türleri düşük geçirgenlik ve hafiflik özellikleri ile su üzerinde uzun süre yüzebilmektedir [2]. Aynı zamanda pomza gözenekli yapısı nedeniyle yüksek absorpsiyon kapasitesine sahiptir [16].

Pomza fiziksel ve kimyasal olaylara karşı dayanıklıdır. Pomzanın içeriğinde bulunan SiO_2 (silisyum oksit) aşındırıcılık özelliği kazandırırken Al_2O_3 (Alüminyum oksit) ise ateşe ve ısıya karşı dayanım özelliği kazandırmaktadır [2]. Pomza kabul edilebilir basınç dayanımına, esnekliğe ve düşük geçirgenliğe sahiptir [5]. Mohs ölçeğine göre sertliği 5-6 arasındadır ve yoğunluğu 1-2 gr/cm^3'tür. Pomzanın erime noktası 1340 ºC civarındadır, 650 ºC sıcaklığa kadar yapısal kararlılığa sahip olan pomza, 760 ºC'de hafifçe büzülmeye başlar [2]. Pomzanın suda çözünen madde miktarı düşüktür. Asitte çözünen madde miktarı ise %2,9'dur ve hidroflorik asit dışında pomza asitlerle kimyasal tepkimeye girmemektedir. Ayrıca pomzanın pH'ı 7 civarındadır, katyon değişim kapasitesi 5 me/100 gr olarak belirtilmiştir ve toksik özellik göstermez [14].

3. POMZA REZERVLERİ

Dünya üzerinde 18 milyar tonluk bir pomza rezervi olduğu ve bunun %63,9 ile Amerika, %15,8 ile Türkiye ve %11,1'lik bir oran ile ise Italya'da bulunduğu bildirilmiştir. Türkiye'deki pomza rezervi 2,6 milyar metreküp olup Dünya rezervinin 7'de 1'lik kısmını oluşturmaktadır [2]. Pomza üretim miktarı açısından İtalya, Yunanistan ve Türkiye ilk sıralarda yer almaktadır [2,14]. Ülkemizdeki pomza rezervinde 50%'lik bir paya sahip olan Bitlis ilini, sırasıyla %21 ve %17 oranı ile Kayseri ve Nevşehir illeri takip etmektedir. Pomza rezervlerinin diğer şehirlerdeki oran sıralaması ise Van, Ağrı, Kars, Isparta, Karaman, Ankara şeklinde sayılabilir [15].

4. POMZA ÇEŞİTLERİ

Volkanik faaliyetler sonucu oluşan pomza asidik ve bazik pomza olarak iki farklı türe sahiptir. Volkanik faaliyetler sırasında; magmanın ısısı, püskürme süresi, hızı, yoğunluğu ve vizkozitesi gibi faktörler pomzanın çeşitli yapılarda oluşmasına neden olur [2,14].

4.1. Asidik Pomza

Yeryüzünde yaygın olarak bulunan ve çok tercih edilen pomza türü asidik pomzadır. Asidik pomza beyaz veya kirli beyaz rengindedir. Yoğunluğu 0,5-1 gr/cm^3 aralığındadır ve bazik pomzaya göre viskozitesi daha yüksektir [2]. Asidik pomza içerisinde %72,5 oranında silisyum ve %14 alüminyum bulundurmaktadır [14]. Silisyum oranının yüksek olması asidik

pomzaya aşındırıcılık özelliği kazandırmaktadır. Asidik pomza inşaat sektöründe hafif yapı malzemesi olarak sıklıkla kullanılırlar [15].

4.2. Bazik Pomza

Türkçede bazik pomza olarak adlandırılan pomza türü başka dillerde 'scoria' olarak bilinmektedir. Bazik pomza kahverengimsi ve siyahımsı bir renktedir. Yoğunluğu ise 1-2 gr/cm^3 arasındadır [2]. Bazik pomza içerisinde asidik pomzaya kıyasla daha düşük oranda (~% 45) silikat barındırır. İçerisinde yüksek oranda bulundurduğu diğer element oksitleri ise sırasıyla; %21 alüminyum, %11 kalsiyum ve %7 magnezyum ve %7 demirdir [14]. İçerdiği mineral oksit oranları nedeniyle bazik pomza tarım ve gübre sanayinde kullanım için elverişlidir [15].

4. POMZANIN KULLANIM ALANLARI

Pomzanın kullanım alanları oldukça geniştir ve son yıllarda giderek çeşitlenmektedir. Pomza genellikle farklı endüstriyel alanlarda hammadde olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ve Dünyada pomza inşaat alanı başta olmak üzere tekstil, tarım, kimya gibi alanlarda kullanımı daha yaygındır [15]. Pomzanın kullanıldığı temel alanlar Tablo 1'de listelenmiştir.

Pomzanın Dünya'daki en yaygın kullanım alanını %48'lik bir oranla hafif yapı blokları oluştururken Türkiye'de bu oran 80%'e ulaşmaktadır. Pomzanın diğer yaygın kulanım alanlarını, yine inşaat sektöründeki beton ve yalıtım malzemeleri uygulamaları takip etmektedir. Pomza inşaat sektöründe, yaygın olarak hafif beton agregası olarak kullanılmaktadır. Düşük yoğunluklu, gözenekli ve hafif olması nedeniyle pomza agregalarının kullanımı ile daha hafif, elastik ve ısı ve ses yalıtımı yüksek beton üretilmektedir [5]. İnce taneli pomza ise yüksek puzolonik faaliyet göstermesinden dolayı çimentoda katkı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Pomza inşaat sektöründe çatı ve dekoratif kaplama elemanı olarak ve binaların ısı ve ses yalıtımında da kullanılmaktadır [2,15].

Mikron boyutundaki pomzanın seramik karolarda cam matrisine katkı sağlayıcı bileşen ve sağlık gereçleri ürünlerinde sır katkı maddesi olarak kullanımı hakkında araştırmalar gerçekleştirilmiştir [17]. Tekstil sektöründe, pomzanın aşındırıcı özelliğinden faydalanılarak kot taşlama prosesinde, kumaşların renklerini açma ve yumuşatma gibi işlemlerinde kullanılmaktadır [6]. Tarım uygulamalarında, toprak ıslahında, topraksız veya az toprak kullanılarak bitki yetiştiriciliğinde kullanımı ekonomik olarak avantaj sağlamaktadır. Ayrıca pomzanın yüksek su tutma özelliğinden dolayı su sorunu olan yerlerde kullanıldığında sudan tasarruf sağlanır [4].

Pomzanın yaygın diğer bir uygulama alanı ise su arıtımında filtre malzemesi olarak kullanılmasıdır. Pomza gözenekli yapıda olması, toksik olmaması, kimyasal olarak inert olması, sulu ortamlarda kararlı olmaması ve yüksek adsorpsiyon kapasitesi gibi özellikleri nedeniyle arıtma sektöründe önem kazanmıştır. Bu alanda kullanılması bazı avantajlar sağlamaktadır. Hafif ve maliyetinin düşük ve yenilenebilir bir malzeme olması da bu alanda kullanımını

arttırmıştır Filtre malzemesi olarak pomza sulardaki pH değerinin optimizasyonu, organik atıkların veya flor, fosfat, arsenik gibi zararlı elementlerin uzaklaştırılması gibi proseslerde kullanılmaktadır [16,18].

Tablo 1. Pomza Mineralinin Temel Kullanım Alanları

TEMEL ALAN	SPESİFİK ALAN	REFERANSLAR
İnşaat	• Hafif Yapı Elemanları Üretimi	[5]
	• Çimento bağlayıcı katkı	[19]
	• Hafif Beton Üretimi	[1]
	• Yalıtım Dolgusu	[20,21]
Tekstil	• Renklerin Ağartılması	[6]
	• Kumaşların Yumuşatılması	
Tarım	• Toprak Islahında • Topraksız Bitki Yetiştiriciliği • Su Kısıtlı Alanlarda Pomza Kullanımı	[4,16]
Kimya/ Çevre	• Deterjan ve Boya Katkı Maddesi	[15]
	• Su Arıtımında Foto-Bozunma Etkili Kompozitler	[22]
	• Atık Su Arıtma Ve Hava Temizleme Teknolojisinde	[16,18]
Sağlık/Biyoteknoloji/ Biyomühendislik	• Ortodontik Diş Tedavisinde Diş Minesi Ovucu/Parlatıcı Malzeme	[6,8]
	• Protein Absorbsiyonu ile İmmobilizasyonunda	[11]
	• Doku Mühendisliği Uygulamalarında	[9,13]
	• İlaç Salınımında Destek Malzemesi	[12]

Kimya sektöründe ise, pomzanın kullanımı nispeten yenidir ancak hızlı bir şekilde yaygınlaşmaktadır. Pomza, tarımsal ilaçlar ve kibrit üretiminde, gübrelerde topaklaşma önleyici katkı olarak, yalıtımlı boyalar ve kaplamalar vb. uygulamalarda kullanılmaktadır. Ayrıca sabun ve deterjan üretiminde katkı malzemesi olarak da kullanılmaktadır [15]. Bunun yanında ağız bakımı ve sağlığı için kullandığımız diş macunları ve diş pastalarının içeriğinde de bulunmaktadır [8].

5. POMZANIN BİYOMÜHENDİSLİK UYGULAMALARI

Pomza, gözenekli yapısı, yüksek özgül yüzey alanı, kimyasal ve mekanik kararlılıkları ve çeşitli yüzey ve yapısal özellikleri nedeniyle adsorban olarak kullanılabilen, toksik olmayışı nedeniyle biyolojik uygulamalarda da kullanım potansiyeline sahiptir. Pomzanın biyolojik alanlarda en temel kullanım alanlarından birisi pomzanın diş minesi parlatma işleminde fosforik asitle beraber aşındırıcı özelliğinin kullanılmasıdır. Mikroabrazyon tekniği ile pomza dişteki lekeleri yok etmede kullanılır. Ayrıca, cilalama için kullanılan pomza içeren pasta ile parlatmadan sonra da mikrosertlik artışı ve yüzey düzgünlüğü sağlanmıştır [8].

Pomzanın yoğun gözenekliliği ve stabilitesinden faydalanılarak N-asetilglukozamin eksikliğinde ortaya çıkan osteoartrit semptomlarına bir tedavi olabileceği araştırılmıştır. Pomza *Providencia stuartii* hücresini immobilizasyonunda ideal bir hareketsizleştirme matrisi olarak kullanılmıştır. *Providencia stuartii* hücresinin Pomza ile immobilizasyonu sonucu N-asetilglukozamin üretimi gözlemlenmiş. Pomza taşının bir immobilizasyon sağlaması ve sürekli kullanımı bir avantajdır [10]. Bir diğer çalışmada, polimer bazlı bir kryo-jel içerisine dağıtılan Cu^{+2} iyonu adsorbe edilmiş nano boyutlu pomza partikülleri ile üretilen kompozitler geliştirilmiştir. Pomza katkısının kompozitlerde, bir enzim stabilizatörü olarak kullanılan kan plazma proteini, sığır serum albümin (BSA)'in adsorpsiyonunda yüksek performans artışı sağladığı görülmüştür [11].

Başka bir çalışmada yine pomzanın absorpsiyon özelliğinden yararlanılarak Pomza katkılı polivinil alkol (PVA) / polivinil pirolidon (PVP) çapraz bağlı hidrojeller sentezlenmiştir. Yapılan testler sonucu, pomza ilavesi ile hidrojellerin çapraz bağlanma oranı artmış ve şişme oranı düşmüştür. Böylece hidrojellere ilaç absorpsiyon oranı yaklaşık %40 kadar yükseltilerek ilaç salınım performansını iyileştirilmiştir [12].

Pomzanın mineral içeriği ve morfolojik yapısı ile yapay kemik doku malzemesi olarak kullanımının üstün biyomimetik özellikler sergileyeceği düşünülür. Pomza minerali özellikle silikat iyon içeriği bakımından oldukça zengindir. Yapılan araştırmalarda, silisyumun kemik yapıcı hücreler olan osteoblastların büyümesi ve farklılaşmasını ve kolajen üretimini desteklemesinin yanı sıra, alkalin fosfataz ve osteokalsin aktivitelerini arttırarak kemik oluşumunu hızlandırdığı bildirilmektedir [23]. Bu kapsamda yüksek oranda silisyum içeren biyocamların ve polimer kompozit formlarının osteojenez prosesini ve kollajen üretimini desteklediği bildirilmektedir [24,25].

Li ve arkadaşları 2010 yılında, doğal pomzanın kemik doku onarımı ve yenilenmesine yönelik biyouyumluluk testlerini ilk kez gerçekleştirdiklerini belirtmiştir. Çin'in Jilin bölgesinden elde edilen doğal pomzanın sitotoksisite testlerinde hücrelerin yapışması, çoğalması ve göçü için elverişli poroz yapısı ile kemik türevli hücrelerle oldukça biyouyumlu olduğu ve mineralleşmeyi tetiklediği bildirilmiştir [9]. Bu kapsamdaki diğer bir çalışmada ise, doğal pomzanın sığır kaynaklı hidroksiapatit tozu ile ve ekstra alümina ilavesiyle üretildiği kompozitler *in vitro* biyouyumluluk göstermiş ve saf bileşenlere göre kompozitlerin mikro-sertlik ve mukavemet gibi mekanik özelliklerinde artış gözlenmiştir [13].

Yapılan araştırmalar sonucu, geniş yüzey alanlı poroz morfolojisi, yüksek silikat içerikli kompozisyonu ve biyouyumu ile ucuz ve sürdürülebilir bir doğal kaynak olan pomzanın ilaç salınımı ve Doku Mühendisliği gibi uygulamalar için potansiyel bir malzeme olduğu belirtilmelidir.

6. SONUÇLAR

Volkanik aktiviteler sonucu oluşan camsı, poroz ve hafif yapıdaki bir kayaç türü olan pomza, sağladığı avantajlar nedeniyle farklı endüstriyel sektörlerde, bilimsel araştırma ve çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Pomzanın gözenekli oluşu, geniş yüzey alanına sahip oluşu, yüksek adsorpsiyon özelliği ve iyon değişimi kapasitesi sayesinde biyolojik uygulamalar için de potansiyeli olan bir malzemedir. Bu kapsamda yapılan araştırmalarda pomzanın, hücre ve protein immobilizasyonu için ve ilaç absorpsiyon ve salınım performansını arttırıcı üstün özellikler sergilediği görülmüştür. Doku Mühendisliği alanında kemik onarımı ve yenilenmesinde pomzanın kullanımına yönelik gerçekleştirilen az sayıdaki çalışmada pomzanın biyouyumlu olduğu ve kemik skafoldlarında mineralleşmeyi arttırdığı gözlenmiştir. Bu çalışmada pomzanın temel mikroyapısal, kimyasal ve mekanik özellikleri ve ilgili potansiyel kullanım alanları incelenerek biyolojik uygulamalardaki potansiyeli vurgulanmıştır.

KAYNAKÇA

1. Öztürk, M. Pomza ve Perlit Içerikli Hafif Betonun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Incelenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, 2012.
2. Güngör, T.; Özkan, Ş.G. Pomza Madenciliğine Genel Bir Bakış. *Pamukkale Univ. J. Eng. Sci.* **2001**, *7*, 269–276.
3. Zhang, Y.; Xu, G.S.; Xu, M. Da; Wang, D.C.; Wang, H.; Zhan, Y.; Jin, Z. Preparation of MgO Porous Nanoplates Modified Pumice and Its Adsorption Performance on Fluoride Removal. *J. Alloys Compd.* **2021**, *884*, 160953, doi:10.1016/j.jallcom.2021.160953.
4. Boyraz, D.; Nalbant, H. Comparison of Zeolite (Clinoptilolite) with Diatomite and Pumice as Soil Conditioners in Agricultural Soils. *Pakistan J. Agric. Sci.* **2015**, *52*, 923–929.
5. Rashad, A.M. A Short Manual on Natural Pumice as a Lightweight Aggregate. *J. Build. Eng.* **2019**, *25*, 100802, doi:10.1016/j.jobe.2019.100802.
6. Elaissi, A.; Alibi, H.; Ghith, A. Effect of Pumice Stone and Pearlite Abrasives Characteristics on Denim Abrasion. *J. Compos. Mater.* **2022**, *56*, 2107–2116, doi:10.1177/00219983221089712.
7. Van Den Breemer, C.R.G.; Özcan, M.; Cune, M.S.; Almeida Ayres, A.P.; Van Meerbeek,

B.; Gresnigt, M.M.M. Effect of Immediate Dentin Sealing and Surface Conditioning on the Microtensile Bond Strength of Resin-Based Composite to Dentin. *Oper. Dent.* **2019**, *44*, E289–E298, doi:10.2341/18-052-L.

8. Fragoso, L.S.M.; Lima, D.A.N.L.; De Alexandre, R.S.; Bertoldo, C.E.S.; Aguiar, F.H.B.; Lovadino, J.R. Evaluation of Physical Properties of Enamel after Microabrasion, Polishing, and Storage in Artificial Saliva. *Biomed. Mater.* **2011**, *6*, doi:10.1088/1748-6041/6/3/035001.
9. Li, X.; Yang, W.; Zou, Q.; Zuo, Y. Investigation on Microstructure, Composition, and Cytocompatibility of Natural Pumice for Potential Biomedical Application. *Tissue Eng. - Part C Methods* **2010**, *16*, 427–434, doi:10.1089/ten.tec.2009.0285.
10. Halim, Y.; Devianita, D.; Hardoko, H.; Handayani, R.; Soedirga, L.C. Immobilization of Providencia Stuartii Cells in Pumice Stone and Its Application for N-Acetylglucosamine Production. *Food Technol. Biotechnol.* **2022**, *60*, 4–10, doi:10.17113/ftb.60.01.22.6994.
11. Acet, Ö. Investigation of BSA Adsorption Performances of Metal Ion Attached Mineral Particles Embedded Cryogel Discs. *MANAS J. Eng.* **2021**, *9*, 65–71, doi:10.51354/mjen.883804.
12. Taşdelen, B. Preparation, Characterization and Drug Release Properties Polyvinyl Alcohol and Polyvinyl Pyrolidone Blended Hydrogels. *Eur. J. Eng. Appl. Sci.* **2018**, *1*, 27–30.
13. Komur, B.; Lohse, T.; Can, H.M.; Khalilova, G.; Geçimli, Z.N.; Aydoğdu, M.O.; Kalkandelen, C.; Stan, G.E.; Sahin, Y.M.; Sengil, A.Z.; et al. Fabrication of Naturel Pumice/Hydroxyapatite Composite for Biomedical Engineering. *Biomed. Eng. Online* **2016**, *15*, 1–21, doi:10.1186/s12938-016-0203-0.
14. Kılınç Aksay, E.; Akar, A.; Cöcen, İ. Pomza Cevherinin Hazırlanması ve Zenginleştirilmesi. *Afyon Kocatepe Univ. J. Sci. Eng.* **2016**, *16*, 384–390, doi:10.5578/fmbd.25240.
15. Dinçer, İ.; Orhan, A.; Çoban, S. *Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi Fizibilite Raporu*; Nevşehir, 2015;
16. Gokalp, Z.; Kanarya, F.O. Atik Su Aritmada Filtre Malzemesi Olarak Pumis Kullanmi.Pdf. *Erciyes Tarim ve Hayvan Bilim. Derg.* **2020**, *2*, 19–23.
17. Öztürk, Z.B.; Can, A. The Use of Micronized Pumice in the Production of Ceramic Sanitaryware Glazes with Sustainable Industrial Characteristics. *J. Fac. Eng. Archit. Gazi Univ.* **2023**, *38*, 1967–1977, doi:10.17341/gazimmfd.1121723.

18. Kılınç Aksay, E.; Cöcen, İ.; Akar, A. Pomzanın Su Arıtımında Filtre Malzemesi Olarak Kullanımındaki Gelişmeler. *Dumlupınar Üni. Fen Bilim. Derg.* **2016**, *36*, 63–72.
19. Karahan, O.; Hossain, K.M.A.; Atis, C.D.; Lachemi, M.; Ozbay, E. Ground Granulated Pumice-Based Cement Mortars Exposed to Abrasion and Fire. *Arab. J. Sci. Eng.* **2017**, *42*, 1321–1326, doi:10.1007/s13369-016-2403-0.
20. Lardizábal-G., D.; Estrada-Guelb, I.; Montes, J.A.; Ramirez-Balderrama, K.A.; Soto-Figueroa, C.; Ruiz Santos, R. Synthesis and Characterization of Low-Cost Glass-Ceramic Foams for Insulating Applications Using Glass and Pumice Wastes. *J. Appl. Res. Technol.* **2020**, *18*, 44–50.
21. Palacı, Y. Development of Boric Acid Added Pumice Based Insulation Material. *J. Fac. Eng. Archit. Gazi Univ.* **2022**, *37*, 399–405, doi:10.17341/GAZIMMFD.896310.
22. Son, B.T.; Long, N.V.; Nhat Hang, N.T. Fly Ash-, Foundry Sand-, Clay-, and Pumice-Based Metal Oxide Nanocomposites as Green Photocatalysts. *RSC Adv.* **2021**, *11*, 30805–30826, doi:10.1039/d1ra05647f.
23. Reffitt, D.M.; Ogston, N.; Jugdaohsingh, R.; Cheung, H.F.J.; Evans, B.A.J.; Thompson, R.P.H.; Powell, J.J.; Hampson, G.N. Orthosilicic Acid Stimulates Collagen Type 1 Synthesis and Osteoblastic Differentiation in Human Osteoblast-like Cells in Vitro. *Bone* **2003**, *32*, 127–135, doi:10.1016/S8756-3282(02)00950-X.
24. Pietak, A.M.; Reid, J.W.; Stott, M.J.; Sayer, M. Silicon Substitution in the Calcium Phosphate Bioceramics. *Biomaterials* **2007**, *28*, 4023–4032, doi:10.1016/j.biomaterials.2007.05.003.
25. Lu, H.H.; El-Amin, S.F.; Scott, K.D.; Laurencin, C.T. Three-Dimensional, Bioactive, Biodegradable, Polymer-Bioactive Glass Composite Scaffolds with Improved Mechanical Properties Support Collagen Synthesis and Mineralization of Human Osteoblast-like Cells in Vitro. *J. Biomed. Mater. Res. - Part A* **2003**, *64*, 465–474, doi:10.1002/jbm.a.10399.

KALIP ÇELİĞİNİN İŞLENMESİNDE TORNALAMA PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU VE MİNİMUM MİKTARDA YAĞLAMA TEKNİĞİNİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Lisans Öğrencisi Ethem KAYAALP [1*], Doç. Dr. Fuat KARA [1]

[1*] Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,

https://orcid.org/0009-0009-7833-2922

[1] Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, -

https://orcid.org/0000-0002-3811-3081

ÖZET

Sleipner soğuk iş takım çeliği, yüksek alaşıma ve profil özelliklerine sahip bir takım çeliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çelikler; iyi talaşlanma ve aşınma direnci, yüksek sıcaklık temperleme işlemi sonrasında 63 HRc üzerine çıkabilen iyi sertlik özelliklerine sahip, ısıl işlem ile iyi boyutsal kararlılık, iyi işlenebilirlik ve taşlanabilirlik özelliklerinden dolayı yaygın kullanım alanına sahiplerdir. Bu çalışmada, Sleipner soğuk iş takım çeliği kaplamalı seramik takım ile kuru ve minimum miktarda yağlama (MMY-MQL) yöntemi ile tornalama işlemine tabi tutularak, ortalama yüzey pürüzlüğü (Ra) değişimleri deneysel olarak incelenmiştir. Çalışmada ayrıca deneysel sonuçlara Taguchi optimizasyonu uygulanmıştır. En düşük Ra değerini veren kesme parametreleri belirlenmiştir. ANOVA analizi ile de Ra üzerindeki en etkili kesme parametreleri ve etki oranları tespit edilmiştir. Sert tornalama deneylerinde, üç farklı kesme hızı (90, 120 ve 150 m/dak), üç farklı ilerleme hızı (0,094, 0,125 ve 0,15 mm/dev) ve sabit kesme derinliği (0,5 mm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, en düşük yüzey pürüzlülüğünü veren kesme parametreleri hem deneysel hem de Taguchi optimizasyonu ile belirlenmiştir. Bununla birlikte minimum miktarda yağlama tekniği ile Ra değerlerinde belirgin düşüşler tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Sleipner, Kaplamaları seramik takım, Taguchi analizi, Yüzey pürüzlülüğü, Varyans analizi.

OPTIMIZATION OF TURNING PARAMETERS AND INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MINIMUM LUBRICATION TECHNIQUE IN MACHINING OF MOLD STEEL PROCESSING

ABSTRACT

Sleipner cold work tool steel is a high alloy tool steel with a multi-specification profile. These steels; They are widely used because they exhibit good wear resistance, good chipping

resistance, good hardness (>63 HRC) after high temperature tempering, good dimensional stability in heat treatment, good machinability and grindability. In this study, Sleipner cold work tool steel was turned with a coated ceramic tool with a dry and minimal amount of lubrication (MMY-MQL) method and the changes in the average surface roughness (Ra) values were experimentally investigated. Taguchi optimization was also applied to the experimental results in the study. Cutting parameters giving the lowest Ra value were determined. With the ANOVA analysis, the most effective cut-off parameters and effect rates on Ra were determined. Three different cutting speeds (90, 120 and 150 m/min), three different feed rates (0.094, 0.125 and 0.15 mm/rev) and fixed cutting depth (0.5 mm) were applied as cutting parameters. As a result of the study, the cutting parameters giving the lowest surface roughness were determined by both experimental and Taguchi optimization. However, significant decreases in Ra values were detected with the minimum amount of lubrication technique.

Keywords : Sleipner, Coated ceramic tool, Taguchi analysis, Surface roughness, Analysis of variance.

1.GİRİŞ

200 °C'nin altında çalışan metalleri kesme ve şekillendirmek için mal edilen takım ve kalıpların üretiminde kullanılan malzeme grubu soğuk iş takım çelikleridir. Yüksek tokluk, aşınma direnci ve çatlama direnci, yüksek sertleştirilme kabiliyetine sahip olmalarından dolayı bu çelikler talaşlı imalatta çok kullanılırlar. Soğuk iş takım çelikleri içerisinde en yaygın kullanılanı AISI D2 (DIN 1.2344) çeliğidir. Fakat son yıllarda bu çeliklere alternatif çelikler geliştirilmiştir. Bu alternatif malzemelerden biri de Sleipner soğuk iş takım çeliğidir. Toz metalürjisi tekniği ile üretilen çeliklere geçmeden önceki en iyi alternatiflerdendir. Fiyat performans oranı çok yüksek olan bu çelik Uddeholm firmasının patenti ile üretilmektedir. Geleneksel AISI D2 çeliğine göre daha tok bir yapıya sahip olup, yaklaşık 4 kat daha yüksek aşınma direncine sahiptir. Çok daha dayanıklı ve keskin namlular Sleipner çeliği ile mümkündür. Yüksek sertlik ve tokluk değerine sahip bu çelik işlenirken yüksek sıcaklık ortaya çıkmaktadır. Buda yüzey pürüzlülüğüne ve işleme performansına etki etmektedir. Yüzey pürüzlülüğünü arttırmak ve işlem performansını yüksek seviyede tutmak için kesme sıvısı kullanılmaktadır [1].

Nihai ürünün kalitesini arttırsa da kesme sıvılarının kullanımının ekonomik olmadığı ve insan sağlığına zararlı olduğu bilinmektedir. Bu olumsuz özellikler birçok çalışmada incelenmiştir [2-3]. Ayrıca kesme sıvısı kullanım ömrünü tamamladıktan sonra bertaraf edilmelidir ve bertaraf maliyeti kesme sıvısının fiyatının iki katıdır. Bu nedenlerle 20. yüzyılın sonlarına doğru yeni soğutma ve yağlama yöntemleri önerilmekte ve üzerinde çalışılmaktadır [4]. Özellikle yeşil üretim bağlamında MQL tekniği son yıllarda öne çıkmakta ve kullanımı yaygınlaşmaktadır. MQL tekniğinin temel özellikleri arasında kesme bölgesi sıcaklığını ve kesme bölgesindeki sürtünmeyi azaltmak için gereken yağlama miktarını düşürmesi yer alır. Talaş kaldırma sırasında kesici takım-iş parçası arayüzünde sürtünme ile oluşan ısı, kesme bölgesinde sıcaklığın yükselmesine neden olur ve bu sıcaklık kesici takım malzemesinin sertliğini azaltır. Birçok araştırmacı, bu azaltılmış sertlik ile kesici takımın daha hızlı aşındığını ve bu aşınma nedeniyle değişen kesici kenar ve kırık talaş formunun yüzey pürüzlülüğünü ve boyutsal doğruluğu olumsuz etkilediğini bildirmiştir [5]. Bu nedenle, çok yüksek kesme sıcaklıklarından kaçınmak önemlidir.

Deneysel çalışmaların gerçekleştirilmesi için belirli bir zaman ve maliyet gerekmektedir. Özellikle işleme parametrelerin çok olduğu deneysel tasarımlarda deneylerin tamamını gerçekleştirmek çok fazla zaman ve maliyet almaktadır. En uygun işleme şartlarını belirlemek ve deney sayısını en aza indirmek bu maliyeti ve zamanı oldukça ekonomik seviyelere düşürmektedir. Bu olumlu sonuçlarından dolayı deneysel verilere Taguchi, Regresyon, Yapay Sinir Ağları, Yanıt Yüzey Metodu, Karınca Kolonisi gibi optimizasyon teknikleri uygulanmaktadır. Bu tekniklerden biri de Genichi Taguchi tarafından geliştirilen Taguchi optimizasyonudur. Taguchi yöntemi sayesinde çok daha az sayıda deney yapılarak vakit ve zamandan tasarruf elde edilmektedir [6-7].

Bu çalışmada, Sleipner iş takım çeliği kaplamalı seramik kesici takımlar ile tornalanarak yüzey pürüzlülüğündeki değişimler tespit edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü değerlerini iyileştirmek amacı ile MQL sistemi kullanılmıştır. Sert tornalama deneyleri, üç farklı kesme hızı (90, 120, 150 m/dak), üç farklı ilerleme hızı (0,94, 0,125, 0,15 mm/dev), iki farklı yağlama yöntemi (kuru ve MQL) kullanılarak sabit talaş derinliğinde (0,5 mm) yapılmıştır. Tornalama deneylerinde En küçük ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerini veren parametreleri belirlemek için Taguchi optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etki oranlarını belirlemek için deneysel sonuçlar kullanılarak Varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Yapılan çalışmada soğuk iş takım çeliği olan Sleipner çeliğinin sert tornalama deneyleri gerçekleştirilmiştir. Kesme parametrelerinin ve soğutma şartlarının yüzey pürüzlülüğü değerlerine olan etkileri deneysel olarak araştırılmıştır. Sert tornalama deneyleri kuru ve MQL olmak üzere iki adımda gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı, kuru kesmeye alternatif olarak kullanılan MQL tekniğinin Ra üzerindeki etkisini belirlemek ve bununla birlikte en düşük Ra değerlerini veren kesme parametrelerinin Taguchi optimizasyonu ile belirlenmesidir. Bu amaçla sert tornalama deneylerinde 3 farklı kesme hızı, 3 farklı ilerleme hızı ve 2 farklı soğutma tekniği uygulanmıştır. Deneylerde kullanılan ZMM BULGARIA marka CU500 model universal torna tezgahı Şekil 1'de verilmiştir. İş parçasının kimyasal bileşimi de Çizelge 1'de verilmiştir.

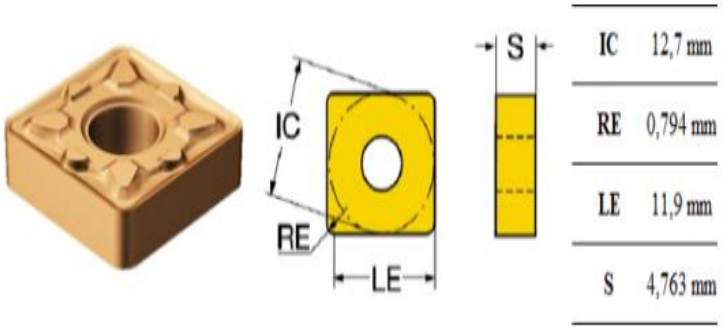


Şekil 1. ZMM BULGARIA marka üniversal torna tezgahı.

Çizelge 1. Sleipner takım çeliği bileşimleri

Karbon	Silikon	Manganez	Krom	Molibden	Vanadyum
0,90	0,90	0,50	7,80	2,50	0,50

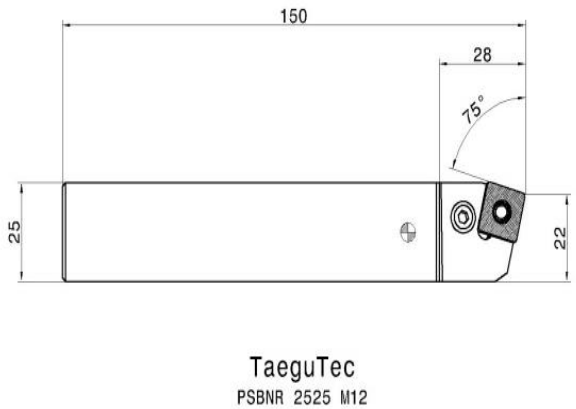
Tornalama deneylerinde TaeguTec firması tarafından üretilen AB2010 kodlu kaplamalı seramik takımlar kullanılmıştır. Kesici takımlara ait teknik resim ve teknik özellikler sırasıyla Şekil 2 ve Çizelge 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Kesici takım teknik resmi ve teknik özellikleri.
Çizelge 2. AB2010 kesici takım özellikleri

Kaplama Yöntemi	Kaplama Malzemesi	Kalite	Sertlik Önerisi	Kesme Hızı Önerisi
PVD	TiN	ISO H01-H10	55 HRc ve üzeri sertliğe sahip malzemeler işlenebilir	80-150 m/dak

Sert tornalama deneylerinde kater olarak PSBNR 2525M-12 kodlu TaeguTec marka dış çap tornalama kateri kullanılmıştır. Katere ait teknik resim Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Kater teknik resmi.

Minimum miktarda yağlama işlemi için WERTE markasının STN-40 kodlu MQL cihazı kullanılmıştır. Şekil 4'te MQL cihazının görseli verilmiştir. Deneylerde kullanılan MQL sistemi potansiyometre kontrollü olup kesme sıvısı kesme bölgesine sabit basınç ve debide,

nozul mesafesi kesici takım ucuna 15 mm mesafeden yağ püskürtmesi sağlanmıştır. Cihaza ait teknik özellikler ise Çizelge 3'te verilmiştir.



Şekil 4. Minimum miktarda yağlama sistemi.

Çizelge 3. Minimum miktarda yağlama sistemi teknik özellikleri

Çalışma voltajı	24V AC/DC
Çalışma basıncı	4 – 6 Bar
Yağ miktarı minimum	0,0012 ml
Yağ miktarı maksimum	0,028 ml
Yağlama aralığı	0,1sn – 10sn
Yağlama süresi	0,1sn – 10sn
Rezervuar	4,0 lt
Viskozite aralığı	2 – 30cst

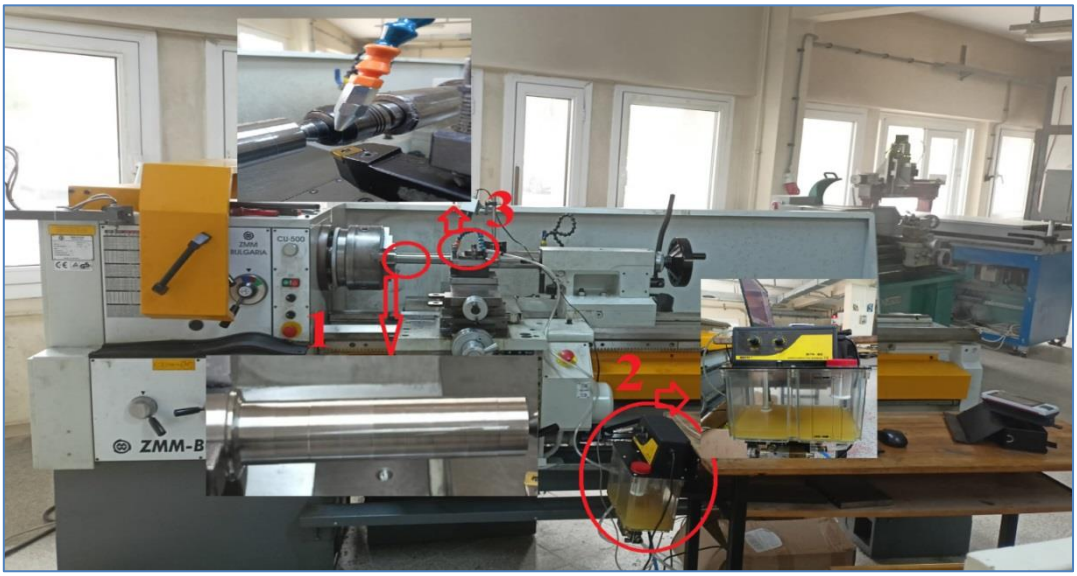
Yapılan deneylerde kesme sıvılarının insan ve çevre sağlığı üzerindeki göz önüne alınarak insan sağlığına zarar vermeyen ve doğada biyolojik döngüye katılabilen bitkisel esaslı Oelheld DiaCut EMM 2500 adlı bitkisel kaynaklı kesme sıvısı kullanılmıştır. Çizelge 4'te MQL sisteminde kullanılan bitkisel esaslı yağın özellikleri verilmiştir.

Çizelge 4. Kesme sıvısı özellikleri

Yoğunluk +15°C (g/cm³)	0,9
Kinematik Viskozite +40 °C (mm²/s)	25,5
Parlama Noktası (°C)	25,5

Deneyler sonucunda iş parçasının yüzey kalitesinin belirlenmesi için, her bir tornalama deneyi ardından işlenen yüzeylerin başı, ortası ve sonundan olmak üzere 3 farklı bölgeden pürüzlülük ölçümü yapılarak ortalaması alınmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için Düzce Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü bünyesinde bulunan Mahr marka PS10 model profilometre kullanılmıştır. Sert tornalama deneylerine ait düzenek Şekil 5'te verilmiştir. 1 numaralı kısımda deney numunesi olan Sleipner çeliği görülmektedir. 2 numaralı kısımda WERTE firmasının üretmiş olduğu MQL cihazı ve içindeki MQL sıvısı görülmektedir. 3 numaralı kısımda ise

kater, kesici takım ve MQL cihazının nozulu görülmektedir.



Şekil 5. Deney düzeneği.

Bu çalışmada en uygun yani en düşük Ra değerini veren tornalama parametrelerini belirlemek için Taguchi optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Taguchi tekniğinde en büyük en iyi, nominal en iyi, en küçük en iyi olmak üzere üç farklı teknik kullanılmaktadır [8-10]. Bu çalışmada Ra için en düşük değerler istendiğinden en küçük en iyi formülü deneysel sonuçlara uygulanmıştır. "En küçük en iyi" prensibine karşılık gelen formül Eşitlik 1'de verilmiştir.

$$S/N = -10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i{}^2\right) \quad (1)$$

Eşitlik 1'de; yi, ölçülen ortalama yüzey pürüzlülüğü değerini, n ise yapılan deney sayısını tanımlamaktadır. Bu çalışmada, kesme parametreleri; soğutma yöntemi (Cm), kesme hızı (V) ve ilerleme hızı (f) olarak seçilmiştir. Sleipner soğuk iş takım çeliğinin sert tornalanmasında kullanılan kontrol faktörleri ve seviyeleri Çizelge 5' te verilmiştir. Elde edilen Ra değerlerine % 95 güven sınırlarında Varyans Analizi (ANOVA) uygulanmıştır. ANOVA analizi ile tornalama parametrelerinin Ra üzerindeki etki sırası ve oranları belirlenmiştir. Yapılan optimizasyon ve ANOVA analizi için Minitab 18 yazılımı kullanılmıştır.

Çizelge 5. Tornalama parametreleri ve seviyeleri

Sembol	Kontrol faktörleri	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
A	Soğutma yöntemi (Cm)	Kuru	MQL	
B	Kesme hızı - V (m/dak)	90	120	150
C	İlerleme hızı - f (mm/dev)	0,094	0,125	0,15

3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

3.1 Yüzey Pürüzlülüğünün Optimizasyonu

Sleipner soğuk iş takım çeliği üzerinde, Taguchi L_{18} deney tasarımına göre gerçekleştirilen tornalama deneyleri sonucunda elde edilen ortalama Ra değerleri ile hesaplanan S/N oranları, Çizelge 6' da verilmiştir.

Çizelge 6. Deney tasarımı, Ra ve S/N oranları

Deney numarası	(A) Soğutma yöntemi-Cm	(B) Kesme hızı V (m/dak)	(C) İlerleme hızı f (mm/dev)	Ortalama yüzey pürüzlülüğü Ra (µm)	Ra - S/N oranı (dB)
1	Kuru	90	0,094	9,2801	1,63625
2	Kuru	90	0,125	11,4341	1,28381
3	Kuru	90	0,15	13,7125	0,96354
4	Kuru	120	0,094	4,9017	2,67425
5	Kuru	120	0,125	7,4005	1,44951
6	Kuru	120	0,15	10,6468	1,34038
7	Kuru	150	0,094	2,4656	2,27019
8	Kuru	150	0,125	5,8626	1,95994
9	Kuru	150	0,15	8,3681	1,29994
10	MQL	90	0,094	1,4308	3,01653
11	MQL	90	0,125	3,3829	2,79324
12	MQL	90	0,15	5,9917	2,58022
13	MQL	120	0,094	0,6958	3,70174
14	MQL	120	0,125	1,1158	3,47850
15	MQL	120	0,15	2,7044	2,93821
16	MQL	150	0,094	0,4617	3,22302
17	MQL	150	0,125	1,0083	2,99198
18	MQL	150	0,15	1,5899	2,13586

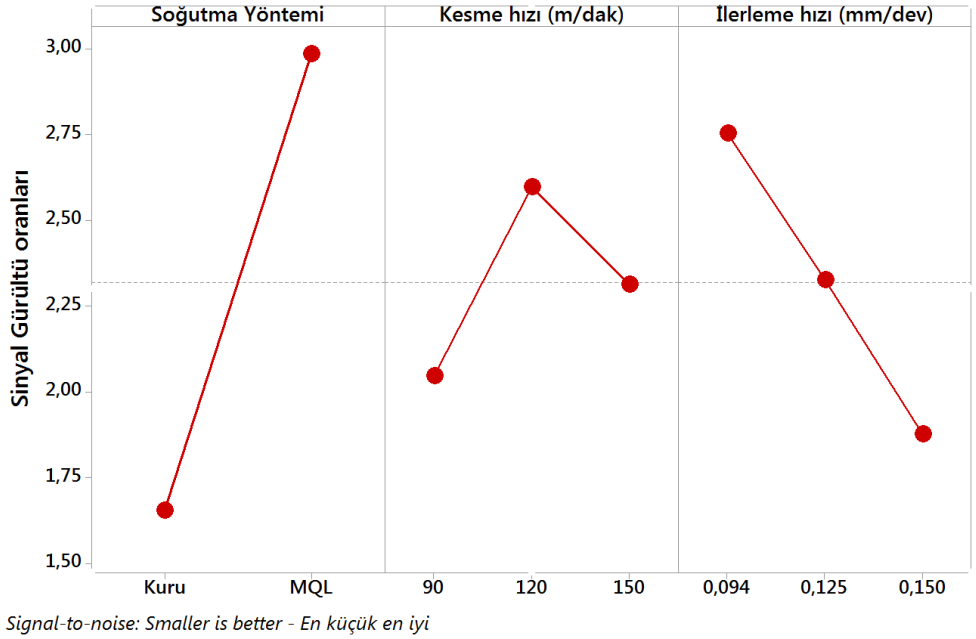
Tornalama parametrelerinin optimum seviyeleri ve ortalama yüzey pürüzlülüğü üzerinde bu parametreler arasından en etkili olanının belirlenmesinde Taguchi metoduyla oluşturulan S/N yanıt tablosu kullanılmaktadır. Bu tablodaki en büyük sinyal gürültü değerleri, o işleme parametresine ait optimum seviyeyi göstermektedir. Ortalama Ra üzerinde her bir tornalama parametresinin etkisini gösteren S/N yanıt tablosu Çizelge 7' de verilmiştir.

Çizelge 7. Sinyal gürültü yanıt tablosu

Seviyeler	Kontrol faktörleri		
	Cm	V	f
Seviye 1	1,653	2,046	**2,754**

Seviye 2	**2,984**	**2,597**	2,326
Seviye 3		2,313	1,876
Delta	1,331	0,552	0,877
Sıralama	1	3	2

Çizelge 7 incelendiğinde, Ra üzerinde en etkili parametrenin soğutma yöntemi olduğu görülmektedir. Bu sonuç, yapılan varyans analizi ile doğrulanmıştır. Bununla birlikte Sleipner soğuk iş takım çeliğinin tornalanmasında optimum Ra; soğutma yönteminin ikinci seviyesinde, kesme hızının ikinci seviyesinde ve ilerleme hızının birinci seviyesinde elde edilmiştir. Kontrol faktörlerinin yani sert tornalama parametrelerinin optimum değerlerini gösteren ana etki grafiği Şekil 6' da verilmiştir. S/N yanıt tablosunda olduğu gibi ana etki grafiğinde de en büyük S/N değerleri, o parametreye ait optimum seviyeyi göstermektedir. Buna göre soğutma yöntemi, kesme hızı ve ilerleme hızı için sırasıyla optimum değerler MQL soğutma yöntemi, 120 m/dak ve 0,094 mm/dev olarak belirlenmiştir.



Şekil 6. S/N oranları için ana etki grafiği.

3.2 VARYANS ANALİZİ (ANOVA)

Ra üzerinde, tornalama parametrelerinin yüzde katkı oranları ve eti sıralarını belirlemek için gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir. Çizelgede her bir parametrenin önem seviyesini gösteren F değerleri ve yüzde etki oranları (Percentage Contribution Ratio-PCR) görülmektedir. ANOVA analizi % 95 güven aralığı ve % 5 önem seviyeleriyle yapılmıştır. Sert tornalama parametrelerinin etkisi F değerlerinin karşılaştırılmasıyla belirlenir. F değeri en büyük olan parametre, sonuca en fazla etki eden parametredir.

Çizelge 8. ANOVA tablosu

Kontrol faktörü	Serbestlik derecesi (DF)	Kareler toplamı (SS)	Kareler ortalaması (MS)	F	P	PCR (%)
Cm	1	0,062658	0,062658	99,77	0,000	65,75
V	2	0,006833	0,003416	5,44	0,021	7,17
f	2	0,018264	0,009132	14,54	0,001	19,17
Hata	12	0,007536	0,000628			7,91
Toplam	17	0,095291				100

S = 0,250604 R-Sq = % 92,09 R-Sq (adj) = % 88,80

Varyans analizi sonuçlarına göre, yüzey pürüzlülüğünü etkileyen en önemli parametrenin % 65,75'lik oranla soğutma yöntemi türü olduğu görülmüştür. Daha sonra % 19,17'lik oranla ilerleme hızı ve son olarak % 7,17'lik oranla kesme hızı gelmektedir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Sleipner soğuk iş takım çeliğinin farklı soğutma yöntemi (Kuru, MQL), kesme hızı (90, 120, 150 m/dak) ve ilerleme hızı (0,094, 0,125, 0,15 mm/dev) kombinasyonlarında işlenmesi için bir dizi sert tornalama deneyi gerçekleştirilmiştir. Deneyler Taguchi L_{18} ortogonal dizinine göre tasarlanmıştır. Bununla birlikte varyans analizi ile kesme parametrelerinin ortalama yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Taguchi analizi sonucu, ortalama yüzey pürüzlülüğü için soğutma yönteminin ikinci seviyesinde (MQL), kesme hızının ikinci seviyesi olan 120 m/dak ve ilerleme hızının birinci seviyesi olan 0,094 mm/dev değerlerinde en düşük ortalama Ra değerlerine ulaşılmıştır.
- Optimum seviyeler için Ra değeri 0,6530 µm olarak bulunmuştur.
- ANOVA sonuçlarına göre, Ra üzerindeki en etkili parametrenin soğutma yöntemi türü (% 65,75) daha sonra sırasıyla ilerleme hızı (% 19,17) ve kesme hızı (% 7,17) olduğu görülmüştür.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, Sleipner soğuk iş takım çeliğinin sert tornalama işlemindeki optimum yüzey pürüzlülüğü değerlerinin belirlenmesinde, Taguchi deneysel tasarım metodunun başarılı bir şekilde uygulanabileceği görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından 1919B012222430 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir. Bu sebeple TÜBİTAK'a desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1] Özlü, B. (2021). Investigation of the effect of cutting parameters on cutting force, surface roughness and chip shape in turning of Sleipner cold work tool steel. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 36(3), 1241-1251, https://doi.org/10.17341/gazimmfd.668169.

[2] Gupta, M. K., Song, Q., Liu, Z., Pruncu, C. I., Mia, M., Singh, G., ... & Pimenov, D. Y. (2020). Machining characteristics based life cycle assessment in eco-benign turning of pure titanium alloy. Journal of Cleaner Production, 251, 119598, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119598.

[3] Özbek, O., & Saruhan, H. (2020). The effect of vibration and cutting zone temperature on surface roughness and tool wear in eco-friendly MQL turning of AISI D2. Journal of Materials Research and Technology, 9(3), 2762-2772, https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.01.010.

[4] Kaynak, Y., Gharibi, A., Yılmaz, U., Köklü, U., & Aslantaş, K. (2018). A comparison of flood cooling, minimum quantity lubrication and high pressure coolant on machining and surface integrity of titanium Ti-5553 alloy. Journal of Manufacturing Processes, 34, 503-512, https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2018.06.003.

[5] Bai, W., Roy, A., Sun, R., & Silberschmidt, V. V. (2019). Enhanced machinability of SiC-reinforced metal-matrix composite with hybrid turning. Journal of Materials Processing Technology, 268, 149-161, https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2019.01.017.

[6] Nas, E., & Öztürk, B. (2018). Optimization of surface roughness via the Taguchi method and investigation of energy consumption when milling spheroidal graphite cast iron materials. Materials Testing, 60(5), 519-525, https://doi.org/10.3139/120.111181.

[7] (Taguchi, G., Chowdhury, S., & Wu, Y. (2005). Taguchi's quality engineering handbook. 2005. *Jhon Wiley & Sons Inc*. New Jersey, USA.

[8] Kara, F. (2017). Taguchi optimization of surface roughness and flank wear during the turning of DIN 1.2344 tool steel. Materials Testing, 59(10), 903-908, https://doi.org/10.3139/120.111085.

[9] Nas, E., & Kara, F. (2022). Optimization of EDM Machinability of Hastelloy C22 Super Alloys. Machines, 10(12), 1131, https://doi.org/10.3390/machines10121131.

[10] Patel, N. S., Parihar, P. L., & Makwana, J. S. (2021). Parametric optimization to improve the machining process by using Taguchi method: a review. Materials Today: Proceedings, 47, 2709-2714, https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.005.

YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ DEPREM ALGILAMA VE ANLIK MÜDAHALE SİSTEMLERİ

Said ÖZDEMİR[1], Dr. Öğr. Üyesi Derya PEKER[2], Dr. Öğr. Üyesi Mehmet PEKER[3]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,

ORCID ID: 0000-0002-3041-3821

[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü,

ORCID ID: 0000-0001-5596-0277

[3]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü,

ORCID ID: 0000-0002-9864-1046

ÖZET

Günümüzde, deprem risklerinin artmasıyla birlikte toplumlar ve yönetimler, doğal afetlere karşı hazırlıklı olmanın önemini daha da fark etmektedir. Bu nedenle, yapay zekâ teknolojilerinin doğal afetlerdeki rolüne odaklanan birçok araştırma yapılmaktadır. Bu çalışmanın amacı ise, yapay zekânın depreme hazırlık ve müdahale süreçlerindeki etkisini incelemektir.

Deprem tahminleri ve erken uyarı sistemleri, yapay zekâ teknolojilerinin en önemli uygulama alanlarından biridir. Büyük veri analizi, nesnelerin interneti ve sensör teknolojileri gibi yapay zekâ algoritmalarıyla birleştirilen teknolojiler sayesinde, deprem öncesi aktiviteler tahmin edilebilir ve erken uyarı sistemleri aracılığıyla insanlara zamanında uyarılar gönderilebilir. Böylelikle, insanların hayatlarını kurtarma şansı önemli ölçüde artırılabilir. Ayrıca, yapay zekâ teknolojilerinin deprem sonrası müdahale süreçlerindeki rolü de incelenmiştir. Görüntü işleme ve analizi, haritalama ve yol planlama gibi alanlarda kullanılan yapay zekâ algoritmaları, deprem sonrası hasar tespiti ve yardım dağıtımı gibi önemli görevlerde yardımcı olabilir. Bu teknolojilerin kullanımı sayesinde, yardım ekipleri hızlı ve etkili bir şekilde müdahale edebilir ve insanların ihtiyaç duyduğu yardımı zamanında sağlayabilir.

Sonuç olarak, yapay zekâ teknolojileri, deprem hazırlık ve müdahale süreçlerinde önemli bir rol oynayabilir. Deprem öncesi erken uyarı sistemleri, deprem sonrası hasar tespiti, yardım dağıtımı ve kurtarma çalışmaları gibi alanlarda kullanılan bu teknolojiler, insan hayatını kurtarmak ve zararları en aza indirmek için büyük bir potansiyele sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Deprem Tahminleri, Erken Uyarı Sistemleri, Yapay Zekâ.

1. GİRİŞ

Depremler, dünya genelinde önemli bir doğal afet olarak kabul edilmektedir. Bu doğal afetler, büyük ölçekte maddi hasara ve can kaybına neden olabilmektedir. Deprem anında hızlı bir

şekilde algılama ve etkili bir müdahale süreci, insan hayatının korunması ve hasarın minimize edilmesi açısından hayati öneme sahiptir. Bu nedenle, son yıllarda araştırmacılar ve mühendisler, deprem algılama ve müdahale sistemlerini geliştirmek için çeşitli yöntemler araştırmaktadır.

Yapay zekâ, son yıllarda birçok alanda önemli gelişmeler kaydetmiş ve geniş bir uygulama potansiyeline sahip olmuştur. Deprem algılama ve anlık müdahale sistemleri de bu alanlardan biridir. Yapay zekâ teknikleri, büyük veri analizi, desen tanıma, makine öğrenimi ve derin öğrenme gibi disiplinleri içermekte olup, bu sistemlerin performansını ve güvenilirliğini artırmak için etkin bir şekilde kullanılabilmektedir.

Bu çalışmada, yapay zekâ destekli deprem algılama ve anlık müdahale sistemlerinin önemi ve potansiyeli üzerinde durulacaktır. Deprem algılama sistemleri, yerel, bölgesel ve küresel ölçekte deprem hareketlerini tespit etmek için kullanılan sensör ağlarını içermektedir. Yapay zekâ teknikleri, bu sensör ağlarından gelen verileri analiz ederek, depremin büyüklüğünü, merkezini ve olası etkilerini tahmin etmek için kullanılabilmektedir.

Bunun yanı sıra, anlık müdahale sistemleri deprem sonrası hızlı tepki verme ve etkili müdahale için tasarlanmıştır. Yapay zekâ teknikleri, acil durum ekiplerine ve karar vericilere hızlı ve doğru bilgi sağlayarak, müdahale sürecini optimize etmekte ve daha etkili bir şekilde kaynakların yönlendirilmesine yardımcı olmaktadır.

Deprem, insanlık ve uygarlık tarihi kadar eski olan tabii afetlerin içerisinde insanoğlunun yaşam koşullarını en fazla etkileyendir. Günümüz bilim ve teknolojisinin gelmiş olduğu noktada depreme dayanıklı yapı tasarımı; kesin çizgileri ile belirlenmiş ve bu konudaki tüm teorik ve pratik bilgilere sahip bir disiplindir.

Küreselleşme ve yoğun nüfus hareketliliği nedeniyle kentlerde karmaşıklaşan faaliyetler ve sorunlar ortaya çıkmaktadır. Geleneksel çözümler bu sorunlara cevap verememektedir. Hızlı kentleşme ve iklim değişikliği kaynaklı afetler ise temel hizmet alanlarında problemlere yol açmaktadır (Durduran ve Eymen, 2008).

Afetler, beklenmedik anda ortaya çıkan ve çeşitli zararlara neden olan olaylardır. Doğal afetler jeolojik veya meteorolojik kökenli olabilir. Deprem ve sel en yaygın doğal afetlerdir. İnsan kaynaklı afetler ise yangınlar, terör olayları, salgınlar ve biyolojik saldırılar gibi eylemlerle meydana gelir (Kadıoğlu, 2008).

Afetlerin önceden tahmin edilmesi, analiz edilmesi, hazırlıklı olunması, müdahale edilmesi ve iyileştirilmesi için mekânsal ve mekânsal olmayan veriler kullanılarak Bilgi ve İletişim Teknolojisi'nin (BİT) avantajlarından faydalanılmaktadır. Kentlerdeki karmaşık ilişkisel sistemlerin çözülmesi ve afet riskinin azaltılması için teknoloji temelli uygulamalar yaygın olarak kullanılan önemli kaynaklar haline gelmiştir (Çağlayan ve ark., 2018).

Bu çalışmada, Risk Yönetimi alanında yapay zekânın kullanımının önemi vurgulanmıştır. Yapay zekâ, afet öncesi dönemde olası kayıpların azaltılması ve bertaraf edilmesinde etkili bir araçtır. Yapay zekâ uygulamaları, afet risklerinin azaltılmasında güncel teknolojik çözümleri içerir. Bu çalışmanın kapsamında, yapay zekânın avantajları, dezavantajları ve uygulama örnekleri ele alınmıştır. Nitel araştırma yöntemi kullanılan çalışma, yapay zekânın Modern

Bütünleşik Afet Yönetimi sürecinde karar alma süreçlerinin temel unsurlarından biri olduğunu göstermiştir. Ayrıca, yapay zekâ uygulamalarının kentsel dirençliliğin artırılmasında kritik bir rol oynadığı belirtilmiştir (Partigöç, 2022).

1.1. Afet Risk Yönetiminde Yapay Zekâ Kullanımı

Afet yönetim süreçlerinde operasyonel kapasite hem merkezi düzeyde hem de yerel düzeyde giderek daha önemli hale gelmektedir. Günümüzde, uydu sistemleri, televizyon, radyo, telsiz ve SMS gibi araçların yanı sıra Nesnelerin İnterneti, Yapay Zekâ, robotlar ve akıllı sistemler gibi yeni teknolojiler de afet yönetiminde etkin bir rol oynamaktadır. Teknolojik olanaklardan yararlanarak, afet yönetimi sürecinde taraflar arasındaki iletişim sağlanmakta ve veri temini konusunda kapasite artırılmaktadır. Bu durum, önemli ve tercih edilen bir durumdur (Çağlayan ve ark., 2018).

Modern Bütünleşik Afet Yönetimi, afet öncesi risklerin belirlenmesi ve azaltılması ile afet sonrası hızlı ve etkin bir iyileşme sürecinin sağlanmasında yeni teknolojik araçların önemini vurgular. Bu kapsamda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Sosyal Ağ Servisleri (SNS) ve BİT gibi uygulama araçları, afetlerle mücadelede hayati bir rol oynamaktadır. CBS, afet risk analizi ve kaynak planlamasında kullanılarak etkilenen alanları haritalandırır ve yöneticilere veri tabanlı kararlar almalarına yardımcı olur. SNS, halkın afet bilgilerini paylaşmasını ve acil durumların yönetimini kolaylaştırırken, BİT, hızlı ve etkin bir iletişim ve koordinasyon sağlar. Bu teknolojik araçlar, afet yönetiminde daha etkili ve verimli bir yaklaşım sunarak afetlere hazırlık ve iyileşme sürecinde önemli fırsatlar sunmaktadır (More, 2019; Tan ve ark.,2021).

1.2. Deprem Algılama ve Müdahalenin Önemi

Depremler, can ve mal kaybına yol açabilen önemli doğal afetlerdir. Bu nedenle, depremlerin erken tespit edilmesi ve hızlı müdahale edilmesi hayati önem taşır. Deprem algılama sistemleri, deprem anını tespit ederek halkı ve kurumları önceden uyarır ve acil önlemlerin alınmasına yardımcı olur. Bu sistemler, sensörler ve ağ altyapısı kullanarak depremlerin şiddetini ve merkez noktasını belirler. Deprem müdahalesi ise, etkilenen bölgedeki acil durum ekiplerinin hızlı bir şekilde olay yerine ulaşması ve kurtarma, tahliye ve sağlık hizmetlerini sağlamasıdır. Deprem algılama ve müdahale, depremin etkilerini en aza indirgemek ve insanların güvenliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir.

1.3. Yapay Zekâ ve Deprem Algılama İlişkisi

Yapay zekâ, deprem algılama, tahmin ve kurtarma çalışmalarında önemli bir rol oynar. Yapay zekâ, farklı sensörlerden gelen verileri analiz ederek deprem sinyallerini tanımlayabilir ve gerçek zamanlı olarak deprem aktivitesini tespit edebilir. Aynı zamanda büyük veri analiziyle deprem olasılıklarını tahmin edebilir ve riskli bölgeleri belirleyebilir. Deprem sonrası hasar analizi için görsel verileri analiz ederek hasarlı bölgeleri tespit edebilir ve kurtarma operasyonlarında kullanılan drone ve robot sistemlerinin yönetiminde yardımcı olabilir. Bu teknolojiler, depremlerin neden olduğu zarar ve kayıpları azaltarak daha hızlı ve etkili müdahalelerin yapılmasına olanak sağlar.

2. DEPREMLER VE ALGILAMA YÖNTEMLERİ

2.1. Deprem Oluşumu ve Etkileri

Deprem, yer kabuğunda meydana gelen ve yer yüzeyinde titreşimlere neden olan doğal bir fenomendir. Oluşum süreci genellikle yer kabuğundaki kırılmalar ve kaymalarla ilişkilidir. Yer kabuğunda biriken gerilmeler, aniden serbest bırakıldığında enerjiyi serbest bırakarak depreme yol açar. Bu enerjinin yayılmasıyla birlikte yer yüzeyinde titreşimler, sarsıntılar ve dalgalar oluşur. Depremler, çeşitli etkilere sahip olabilir. En belirgin etkisi, yapıların ve altyapının hasar görmesi veya yıkılmasıdır. Bu da can kayıplarına, yaralanmalara ve ekonomik kayıplara neden olabilir. Depremler aynı zamanda toprak kaymaları, tsunamiler, yangınlar ve gaz sızıntıları gibi ikincil etkilere de yol açabilir. Deprem etkisi altındaki bölgelerde toplumlar, acil durum planları, yapısal güçlendirme önlemleri ve erken uyarı sistemleri gibi önlemler alarak riskleri azaltmaya çalışırlar.

2.2. Geleneksel Deprem Algılama Yöntemleri

Geleneksel deprem algılama yöntemleri, genellikle yer yüzeyinde veya yakın çevresindeki istasyonlardan toplanan verileri kullanarak depremleri algılamaya çalışır. Bu yöntemler genellikle sismik sensörlerden gelen titreşim verilerini analiz ederek deprem kaynaklarını tespit etmeye odaklanır. Bu sensörler, yer yüzeyindeki veya yer altındaki deprem dalgalarını ölçer ve bu veriler bir merkeze iletilir. Merkezdeki analiz süreci, verilerin zaman, büyüklük ve yer bilgilerini dikkate alarak deprem olasılığını değerlendirir. Geleneksel yöntemler, yaygın olarak kullanılan bir dizi algoritma ve modeli içerir ve deprem algılama sistemlerinde çeşitli parametreler kullanır (Kemper ve Kemper, 2020).

2.3. Yapay Zekâ Temelli Deprem Algılama Yaklaşımları

Yapay zekâ temelli deprem algılama yaklaşımları, büyük veri analizi ve makine öğrenimi tekniklerini kullanarak deprem aktivitesini tespit etmeyi hedefler. Bu yaklaşımlar, sismik verileri gerçek zamanlı olarak izleyerek deprem sinyallerini algılamak için derin öğrenme ve sinir ağları gibi algoritmaları kullanır. Yapay zekâ, deprem öncesi, sırası ve sonrası verileri analiz ederek deprem tahmini yapabilir, deprem sinyallerini diğer gürültülerden ayırabilir ve deprem şiddetini tahmin edebilir. Bu yöntemler, daha hızlı ve hassas deprem algılama sistemlerinin geliştirilmesine yardımcı olabilir ve depremlerden kaynaklanan hasarı azaltmak için erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunabilir (Memiş ve Babaoğlu, 2020).

3. YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ DEPREM ALGILAMA SİSTEMLERİ

Yapay Zekâ destekli deprem algılama sistemleri genellikle aşağıdaki dört temel adımdan oluşur:

3.1. Veri Toplama ve İşleme

Bu adımda, deprem algılama sistemi için gerekli veriler toplanır ve işlenir. Deprem verileri genellikle sismik sensörler veya ivmeölçerler aracılığıyla elde edilir. Bu veriler, deprem sinyallerini içeren zaman-serileri olarak temsil edilir. Veri toplama aşamasında, birden fazla sensörden alınan veriler senkronize edilir ve kaydedilir. Ayrıca, gürültüyü azaltmak için filtreleme ve düzeltme işlemleri gibi ön işleme adımları da gerçekleştirilir.

3.2. Özellik Çıkarımı ve Seçme

Bu adımda, toplanan verilerden anlamlı özellikler çıkarılır. Özellikler, deprem sinyallerinin karakteristiklerini temsil eden sayısal değerlerdir. Örneğin, frekans bileşenleri, enerji dağılımı,

zaman aralığı, spektral öznitelikler gibi çeşitli özellikler çıkarılabilir. Bu adımda, veri boyutunu azaltmak ve sınıflandırma işlemini iyileştirmek için özellik seçimi de yapılabilir.

3.3. Sınıflandırma ve Tanıma Modelleri

Bu adımda, çıkarılan özellikler kullanılarak deprem sinyalleri sınıflandırılır ve tanınır. Yapay Zekâ algoritmaları genellikle bu aşamada kullanılır. Örneğin, makine öğrenmesi algoritmaları (destek vektör makineleri, yapay sinir ağları, karar ağaçları vb.) veya derin öğrenme yöntemleri kullanılabilir. Bu algoritmalar, deprem sinyallerini farklı sınıflara (deprem, gürültü, başka bir doğal olay vb.) ayırmak için eğitilir.

3.4. Eğitim ve Gerçek Zamanlı Uygulama

Yapay zekâ destekli deprem algılama sistemleri, deprem sinyallerini gerçek zamanlı olarak analiz ederek deprem tespiti yapabilen sistemlerdir. Bu sistemler genellikle bir dizi sensör ve yapay zekâ algoritması kullanarak deprem aktivitelerini izler ve sinyalleri işler.

Eğitim aşaması, yapay zekâ algoritmasının deprem sinyallerini doğru bir şekilde tanıyabilmesi için gerekli olan veri setinin toplandığı ve algoritmanın eğitildiği aşamadır. Bu aşamada, geçmiş depremlere ait veriler ve bu depremlerin özellikleri kullanılarak algoritma eğitilir. Eğitim süreci, genellikle büyük miktarda veri gerektirdiğinden, geniş veri tabanlarından yararlanabilir veya sensörlerle yeni veriler toplanabilir.

Gerçek zamanlı uygulama aşamasında, eğitilen yapay zekâ algoritması, sürekli olarak deprem sinyallerini izler ve analiz eder. Bu sistemler genellikle çok sayıda sensörü kullanır ve her bir sensörden gelen verileri gerçek zamanlı olarak işleyerek deprem aktivitesini takip ederler. Algoritma, deprem aktivitesi olduğunu tespit ettiğinde, otomatik olarak uyarı sistemlerine veya ilgili kurumlara haber vererek gerekli önlemlerin alınmasını sağlar.

Yapay zekâ destekli deprem algılama sistemleri, hızlı ve etkili bir şekilde depremleri algılayarak, depremlerin neden olduğu hasarı en aza indirmeye yardımcı olabilir. Bu sistemler, geleneksel yöntemlere göre daha hızlı tepki verebilir ve depremler hakkında daha fazla bilgi sağlayabilir. Ayrıca, bu sistemlerin kullanımı, deprem araştırmaları ve deprem tahminleri gibi alanlarda da faydalı olabilir.

4. ANLIK MÜDAHALE SİSTEMLERİ

4.1. Yapay Zekâ Tabanlı Deprem Anlık Müdahale Algoritmaları

Yapay zekâ algoritmaları, deprem sırasında binaların davranışını analiz ederek anlık müdahale stratejileri geliştirebilir. Bu algoritmalar, gerçek zamanlı sensör verilerini kullanarak deprem hasarını tahmin etmek, binaların güvenliğini sağlamak ve hasarı minimize etmek için gerekli müdahaleleri yapmak için kullanılabilir. Yapay zekâ, derin öğrenme ve makine öğrenmesi gibi tekniklerle bina modellerini analiz ederek, deprem anında yapılacak müdahalelerin en iyi stratejilerini belirleyebilir.

4.2. Hızlı Tepki ve Uyarı Sistemleri

Yapay zekâ destekli deprem uyarı sistemleri, deprem sinyallerini hızlı bir şekilde analiz ederek deprem öncesi uyarılar sağlayabilir. Bu sistemler, gerçek zamanlı sensör verilerini kullanarak

deprem hareketlerini tahmin edebilir ve bu bilgiyi halka veya kurumlara ileterek gerekli önlemlerin alınmasına olanak sağlar. Yapay zekâ algoritmaları, deprem sinyallerini işleyerek deprem hareketinin büyüklüğünü ve süresini tahmin edebilir ve uyarı sistemlerini aktive ederek insanların güvende kalmasına yardımcı olabilir.

4.3. Yapay Zekâ Destekli Bina Güçlendirme ve Tasarım Yaklaşımları

Yapay zekâ destekli bina güçlendirme ve tasarım yaklaşımları, deprem riski altındaki yapıları güçlendirmek veya yeni binaların depreme dayanıklı olarak tasarlanmasını sağlamak amacıyla kullanılan yöntemlerdir. Bu yaklaşımlar, yapay zekânın veri analizi, tahmin modelleri, yapısal optimizasyon, gerçek zamanlı deprem algılama ve otomatik bina kontrol sistemleri gibi özelliklerinden faydalanır.

Yapay zekâ algoritmaları, geçmiş deprem verileri, yapısal analiz sonuçları ve diğer parametreleri analiz ederek, deprem riski altındaki bölgelerde hangi yapıların güçlendirilmesi gerektiğini belirleyebilir ve deprem sırasında oluşabilecek hasarı tahmin edebilir. Ayrıca, yapay zekâ, yapısal optimizasyon problemlerini çözerek en uygun çözümleri bulabilir ve daha verimli yapılar tasarlanmasına yardımcı olur.

Gerçek zamanlı deprem algılama sistemleri, yapay zekâ ve sensörlerin birlikte kullanılmasıyla geliştirilebilir. Bu sistemler, deprem başladığında hızlı bir şekilde tehlikeyi tespit eder ve otomatik olarak binaları uyarmak veya acil durum müdahalesini başlatmak için gereken önlemleri alır. Aynı şekilde, yapay zekâ destekli otomatik bina kontrol sistemleri, deprem sırasında binaların davranışını izleyebilir ve yapısal bütünlüğün korunması için gerekli önlemleri alarak insanların güvenli bir şekilde tahliye edilmesine yardımcı olabilir. Bu yapay zekâ destekli yaklaşımlar, daha güvenli ve depreme dayanıklı yapıların inşa edilmesini sağlayarak deprem hasarını minimize etmeyi ve can kaybını azaltmayı hedefler (Örselli ve Akbay, 2019).

5. YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ DEPREM ALGILAMA VE ANLIK MÜDAHALE UYGULAMALARI

5.1. Yerel ve Ulusal Ölçekte Uygulanan Sistemler

Yapay zekâ destekli deprem algılama ve anlık müdahale uygulamaları, yerel ve ulusal ölçekte birçok ülkede geliştirilmekte ve uygulanmaktadır. Bu sistemler, depremleri hızlı bir şekilde tespit etmek, büyüklüklerini tahmin etmek ve yerel halkı ve yetkilileri uyarmak için kullanılmaktadır. Deprem algılama sistemleri, yerel sismik ağlarından gelen verileri gerçek zamanlı olarak analiz eder ve deprem sinyallerini tespit etmek için yapay zekâ algoritmalarını kullanır. Algılama yapıldıktan sonra, otomatik olarak alarm üretilir veya halka ve yetkililere uyarı mesajları gönderilir. Bu sistemler, depremlerin erken tespit edilmesi ve hızlı müdahale imkânı sağladığından, can ve mal kaybını azaltmada büyük öneme sahiptir.

5.2. Küresel Deprem Ağı ve Veri Paylaşımı

Küresel ölçekte, deprem algılama ve anlık müdahale sistemlerinin verileri birleştirilerek küresel deprem ağı oluşturulmuştur. Bu ağ, farklı ülkelerdeki deprem algılama sistemlerinden gelen

verileri toplayarak depremlerin küresel ölçekte izlenmesini sağlar. Bu veriler, depremlerin epicentresi, büyüklüğü ve diğer parametreleri gibi bilgileri içerir. Küresel deprem ağı, deprem araştırmacılarına, jeofizikçilere ve diğer ilgili kurumlara önemli veriler sağlar ve deprem riski olan bölgelerde daha iyi önlemler alınmasına yardımcı olur. Ayrıca, deprem bilgilerini halka ve ilgili yetkililere daha hızlı şekilde iletmek için de kullanılır (Wu ve ark., 1992).

5.3. Pilot Projeler ve Başarı Öyküleri

Yapay zekâ destekli deprem algılama ve anlık müdahale uygulamaları, depremlerin erken tespit edilmesi ve hızlı bir şekilde müdahale edilmesini sağlayan önemli bir teknoloji alanıdır. Bu tür projeler ve başarı öyküleri dünya genelinde gerçekleştirilmektedir. İşte bazı önemli pilot projeler ve başarı öykülerine örnekler:

ShakeAlert: Amerika Birleşik Devletleri'nde başlatılan ShakeAlert, deprem sırasında erken uyarı sistemi olarak kullanılmaktadır. Yapay zekâ ve sensör ağlarından oluşan sistem, depremin başlamasından önceki saniyelerde uyarılar göndererek insanların güvende kalmasına yardımcı olmayı hedeflemektedir.

Japan Early Warning System: Japonya, uzun yıllardır deprem riskiyle karşı karşıya olan bir ülke olarak yapay zekâ destekli erken uyarı sistemleri üzerinde çalışmaktadır. Japonya'nın Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, sürekli olarak veri toplayan sensör ağları ve yapay zekâ algoritmalarını kullanarak deprem tahmini yapmaktadır.

Earthquake Network: Earthquake Network projesi, akıllı telefonlar aracılığıyla dünya çapında bir deprem algılama ağı oluşturmayı hedeflemektedir. Bu uygulama, kullanıcıların cep telefonlarının ivmeölçer sensörlerini kullanarak deprem hareketlerini algılar ve verileri merkezi bir sunucuya gönderir. Böylece, deprem gerçekleştiğinde yakındaki diğer kullanıcıları da uyarır.

İstanbul Deprem Erken Uyarı Sistemi: Türkiye'nin İstanbul şehri, büyük bir deprem riski taşıyan bölgelerden biridir. İstanbul Deprem Erken Uyarı Sistemi, şehirdeki deprem hareketlerini izleyen sensör ağlarından ve yapay zekâ algoritmalarından oluşur. Bu sistem, deprem sırasında vatandaşları hızlı bir şekilde uyararak güvenli alanlara gitmelerini sağlamayı hedefler.

Bu projeler, yapay zekâ destekli deprem algılama ve anlık müdahale uygulamalarının potansiyelini gösteren önemli örneklerdir. Bu teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, deprem zararlarını azaltma ve insanların hayatını kurtarma potansiyeline sahiptir. Ancak, herhangi bir deprem algılama ve erken uyarı sisteminin kesinlik ve güvenilirlik açısından sürekli olarak iyileştirilmesi gerekmektedir (Harrison and Donnelly, 2011).

6. ZORLUKLAR VE GELECEKTEKİ GELİŞMELER

6.1. Veri Erişimi ve Kalitesi

Deprem algılama sistemleri için doğru ve güvenilir verilere erişim büyük önem taşır. Gelecekteki gelişmelerde, daha fazla sismik sensörün kurulması ve veri toplanması ile veri erişimi ve kalitesi iyileştirilebilir. Ayrıca, mevcut sensörlerin daha hassas hale getirilmesi ve daha fazla bölgeye yayılmasıyla daha kapsamlı bir veri seti elde edilebilir.

6.2. Eğitim Verileri ve Model Güncellemeleri

Yapay zekâ modellerinin doğru şekilde çalışması için geniş ve temsilci eğitim verilerine ihtiyaç vardır. Gelecekteki gelişmeler, daha fazla etiketlenmiş veri toplama ve bu verilerin modele entegrasyonu için geliştirilen yöntemlerle eğitim verilerinin çeşitliliğini artırabilir. Aynı zamanda, model güncellemeleri ile yeni deprem türlerini ve özelliklerini tanımada daha iyi performans sağlanabilir.

6.3. Altyapı ve Yatırım Gereksinimleri

Yapay zekâ destekli deprem algılama ve müdahale sistemleri için geniş kapsamlı bir altyapı ve yatırım gereklidir. Gelecekteki gelişmeler, sismik sensörlerin daha yaygın olarak kurulması, veri toplama ve iletişim altyapısının iyileştirilmesi, bulut tabanlı işlem kapasitesinin artırılması gibi alanlarda gerçekleşebilir. Ayrıca, bu sistemlerin yerel ve ulusal düzeyde entegrasyonu için yatırımlar yapılması gerekmektedir.



Görsel 1. Modern afet yönetim sistemi ve evreleri (Arca, 2012).

6.4. İyileştirme ve Entegrasyon Fırsatları

Yapay zekâ destekli deprem algılama ve müdahale sistemlerinin daha da geliştirilmesi için bazı fırsatlar vardır. Örneğin, farklı veri kaynaklarının (örneğin, sismik, jeodezik, atmosferik veriler) entegrasyonu, daha kapsamlı ve kesin sonuçlar elde etmek için kullanılabilir. Ayrıca, yapay zekâ tekniklerinin daha etkili bir şekilde kullanılmasıyla, depremlerin neden olduğu zararı azaltmaya yönelik daha hızlı ve akıllı müdahale sistemleri geliştirilebilir (Görsel 1) (Lin ve ark., 2015).

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

7.1.Sonuç

Bu çalışma, depremlerin hızlı bir şekilde algılanması ve anlık müdahalenin önemini vurgulamaktadır. Depremlerin erken ve doğru bir şekilde algılanması, acil durum yönetimi ve kurtarma çabalarının etkinliği açısından kritik bir rol oynamaktadır.

Depremlerin hızlı bir şekilde algılanması, insanların güvenliğini sağlamada hayati önem taşımaktadır. İleri teknoloji ve gelişmiş algılama sistemleri sayesinde, deprem dalgaları daha

hızlı bir şekilde tespit edilebilir ve anında uyarılar yayınlanabilir. Bu, insanların doğal afetlere karşı hazırlıklı olmalarını ve güvenli bölgelere geçmelerini sağlayarak yaşamlarını kurtarabilir.

Anlık müdahale, deprem sonrası etkilerin hafifletilmesi ve kaynakların etkin bir şekilde kullanılması için kritik öneme sahiptir. Deprem sonrası hızlı bir şekilde müdahale edilmezse, yıkılan binalar altında mahsur kalan insanlar, yaralanmalar ve ölümler gibi daha büyük trajediler yaşanabilir. Acil durum ekiplerinin hızlı ve koordineli bir şekilde müdahale etmesi, hayat kurtarmak ve etkilenen bölgelerin iyileştirilmesi için büyük bir fark yaratabilir.

İyi bir deprem algılama ve uyarı sistemi, ekonomik kayıpları azaltabilir ve toplumların daha hızlı bir şekilde toparlanmasına yardımcı olabilir. Depremlerin neden olduğu yıkımın önlenmesi veya azaltılması, maddi kaynakların korunması ve yeniden yapılanma sürecinin hızlandırılması açısından büyük bir avantaj sağlar. Bu da toplumların daha hızlı bir şekilde normale dönmesine ve normal yaşama adapte olmasına yardımcı olur.

Depremlerin hızlı bir şekilde algılanması ve anlık müdahalenin önemi, sadece acil durum yönetimi açısından değil, aynı zamanda deprem bilimi ve araştırması açısından da önemlidir. Algılama ve uyarı sistemlerinin geliştirilmesi, deprem davranışının daha iyi anlaşılması ve gelecekteki depremlerin tahmin edilmesi konusunda bilimsel çalışmalara büyük katkı sağlar.

7.2. Öneriler

Altyapı Geliştirmek: Yapay zekâ destekli deprem algılama sistemlerinin yaygınlaşması için, uygun altyapıların oluşturulması gerekmektedir. Bu altyapı, sensörlerin yerleştirilmesi, verilerin toplanması, iletişim ağının kurulması ve hızlı bilgi transferinin sağlanmasını içermelidir.

İşbirliği ve Veri Paylaşımı: Deprem algılama sistemlerinin etkin çalışması için, yerel, bölgesel ve ulusal düzeydeki kurumlar arasında işbirliği ve veri paylaşımı önemlidir. Deprem aktiviteleriyle ilgili verilerin toplanması ve paylaşılması, daha geniş bir perspektif sağlar ve daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlar.

KAYNAKÇA

Arca, D., Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 2(2), 53-61, 2012.

Çağlayan, N., Satoğlu, Ş. I. ve Kapukaya, E. N., "Afet Yönetiminde Büyük Veri ve Veri Analitiği Uygulamaları: Literatür Araştırması", 7. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi (ULTZK 2018), Bursa, 2018.

Durduran, S.S. ve Eymen, A., Türkiye'de Afet Bilgi Sistemi Çalışmalarının Genel Bir Değerlendirmesi, 2. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Kayseri, 13-15 Ekim , 1-4, 2008.

Harrison, C. and Donnelly, I.A., A Theory of Smart Cities, Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS, Hull, UK. 55(1), 17-22 July, 2011.

Kadıoğlu, M., Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri,1. Baskı JICA Türkiye Ofisi Ankara, 2008.

Kemper, H., and Kemper, G., Sensor Fusion, Gis and Ai Technologies for Disaster Management, The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 43, 1677-1683, 2020.

Lin, L., Nilsson, A., Sjölin, J., Abrahamsson, M., Tehler, H., "On the perceived usefulness of risk descriptions for decision-making in disaster risk management", Reliability Engineering and System Safety, 142, 48-55, 2015.

Memiş, L. ve Babaoğlu, C., Acil Durum ve Afet Yönetiminde Süreç Yaklaşımı ve Teknoloji, Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13(4), 776-791, 2020.

More, Y.M., "Disaster Management Using Artificial Intelligence", Journal of Xi'an University of Architecture and Technology, Volume XI, Issue XII, Issn No: 1006-7930, 2019.

Örselli, E. ve Akbay, C., Teknoloji ve Kent Yaşamında Dönüşüm: Akıllı Kentler, Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi, 2(1), 228-241, 2019.

Partigöç, N.S., Afet Risk Yönetiminde Yapay Zekâ Kullanımının Rolü, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 15(4), 401-411, 2022.

Tan, L., Guo, J., Mohanarajah, S., Zhou, K., "Can We Detect Trends in Natural Disaster Management with Artificial İntelligence?", A review of modeling practices. Natural Hazards, 107, 2389-2417, 2021.

Wu, X., Ghaboussi, J., Garrett Jr, J.H., Use of Neural Networks in Detection of Structural Damage, Computers & Structures, 42(4), 649-659, 1992.

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ARASINDA GÜNEŞ ENERJİSİNİN ÖNEMİ

Said ÖZDEMİR[1], Dr. Öğr. Üyesi Derya PEKER[2], Dr. Öğr. Üyesi Mehmet PEKER[3]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
ORCID ID: 0000-0002-3041-3821
[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü,
ORCID ID: 0000-0001-5596-0277
[3]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü,

RCID ID: 0000-0002-9864-1046

ÖZET

Günümüzde enerji talebi hızla artarken, fosil yakıtların sınırlı kaynakları ve çevresel etkileri nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi önemli ölçüde artmıştır. Bu bağlamda, güneş enerjisi önemli bir potansiyele sahiptir ve dünya genelinde giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Bu araştırma çalışması, yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisinin önemini ele almayı amaçlamaktadır.

Güneş enerjisi, güneşten gelen ışık ve ısı enerjisinden elektrik enerjisi üretme sürecidir. Güneş enerjisi, sınırsız ve temiz bir kaynak olmasıyla dikkat çekmektedir. Güneşin potansiyel enerjisi, dünya üzerindeki enerji talebini karşılamak için yeterlidir ve bu nedenle güneş enerjisi, enerji güvenliği açısından önemli bir role sahiptir.

Birincil avantajı, güneş enerjisinin çevresel etkilerinin düşük olmasıdır. Güneş enerjisi, sera gazı salımlarını azaltır ve iklim değişikliğiyle mücadelede etkili bir çözüm sunar. Ayrıca, güneş enerjisi sistemleri genellikle sessizdir ve çevresel gürültü kirliliği yaratmazlar.

Güneş enerjisi aynı zamanda ekonomik faydalar da sunmaktadır. Güneş enerjisi sistemlerinin maliyetleri düşmekte ve teknolojik gelişmelerle birlikte verimlilikleri artmaktadır. Bu da güneş enerjisinin daha erişilebilir hale gelmesini sağlamaktadır. Ayrıca, güneş enerjisi sistemlerinin kurulumu ve işletilmesi için istihdam fırsatları da yaratmaktadır.

Güneş enerjisi, dağıtık enerji üretimi sağlar ve enerji kaynaklarının merkezi olmayan bir şekilde kullanılmasını mümkün kılar. Bu, enerji güvenliğini artırır ve enerji kaynaklarına erişimde bağımsızlık sağlar.

Sonuç olarak, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Güneş Enerjisinin Önemi” konulu bu araştırma çalışması, güneş enerjisinin sınırsız potansiyelini ve çevresel, ekonomik ve sosyal faydalarını vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Yenilenebilir Enerji kaynakları, Çevresel Etkiler.

1. GİRİŞ

Teknolojik ilerlemeler, sanayileşme ve küresel nüfusun artışı, enerji talebini hızla artırmaktadır. Enerji, refah seviyesinin yükselmesi için temel bir unsur olup, günlük yaşamın neredeyse her alanında kullanılır. Ancak bu artan talebe karşılık, sürdürülebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyaç da önem kazanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim, çevresel etkileri azaltmanın yanı sıra enerji güvenliğini de sağlamaktadır. Yenilikçi teknolojiler ve enerji verimliliği çözümleri, enerji ihtiyacını karşılamak için ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik sağlamada büyük önem taşımaktadır (Koç ve Kaya, 2015).

Günümüzde enerji taleplerinin hızla artması ve çevresel sorunların giderek daha fazla önem kazanmasıyla birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi ve ihtiyaç da artmaktadır. Bu doğrultuda, enerji üretiminde temiz, sürdürülebilir ve çevre dostu çözümler arayışı ön plana çıkmaktadır (Kaya, 2018).

Enerji kaynakları, ekonomik ve sosyal kalkınma için hayati öneme sahiptir. Fosil kaynaklar uzun süre ana rol oynamış olsa da, çevresel sorunlar ve sınırlı rezervler nedeniyle sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş önem kazanmıştır. Güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal ve nükleer enerji gibi sürdürülebilir kaynaklar tercih edilmektedir (IEA, 2013).

Fosil enerji kaynakları, son iki yüzyılda yaygın olarak kullanılan ve ucuz olmalarıyla bilinen yakıtlardır. Kömür, petrol ve doğal gaz bu kaynaklara örnek olarak verilebilir. Endüstri devrimiyle birlikte kömür temelli enerji arzı başlamış ve daha sonra petrol ve doğal gaz da eklenmiştir. Ancak, 1973 Petrol Krizi sonrasında bu kaynaklara güven sorunu ortaya çıkmıştır. Bu durum, enerji alanında alternatif kaynak arayışını hızlandırmıştır. Fosil yakıtların sınırlı olması, çevresel etkileri ve enerji güvenliği konuları da bu tartışmanın önemli noktalarıdır (Gürbüz, 2009).

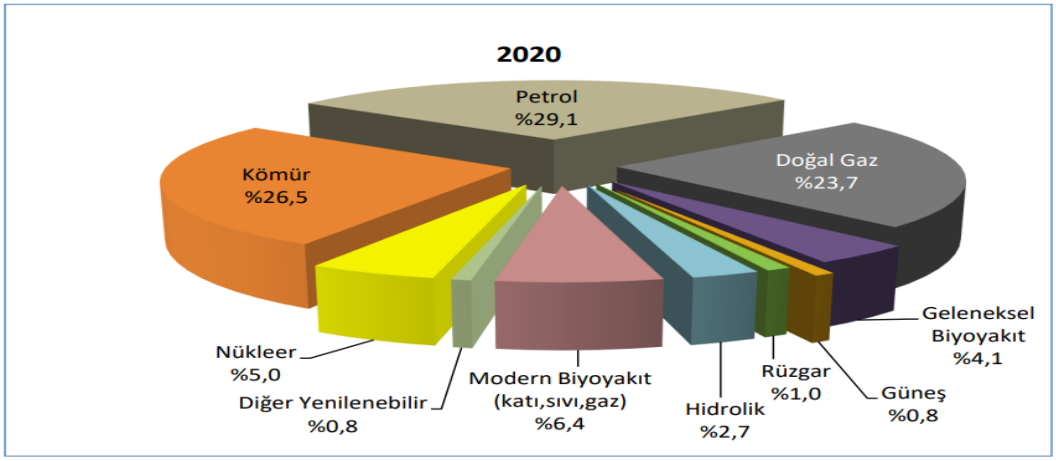
Dünya genelinde enerji tüketimi sürekli bir artış eğilimi göstermektedir. Bu artış, ekonomik büyüme, teknolojik gelişme ve nüfus artışı gibi faktörlerle paralel olarak gerçekleşmektedir. Önümüzdeki yıllarda da enerji tüketimindeki bu artışın devam etmesi beklenmektedir (Akova, 2008).

Önümüzdeki 30 yılda birincil enerji kaynakları tüketiminde fosil enerji kaynaklarının oranının hala yüksek (%80) olacağı ancak biraz azalacağı öngörülmektedir. Bu süreçte yenilenebilir enerji kaynaklarının daha da önem kazanması beklenmektedir. Gelişmiş ülkeler, fosil kaynakların neden olduğu küresel iklim değişikliği ve diğer çevresel sorunlara bağlı olarak özellikle yüksek karbon emisyon oranlarını azaltmak için Kyoto Protokolü'ndeki taahhütlerine uymak zorundadırlar. Örneğin, AB ülkeleri 2020 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji tüketimindeki payını %20'ye çıkarmayı hedeflemişlerdir (Karadağ ve ark., 2009).

Sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik bakımından enerji kaynakları yaşamımızda oldukça önemli bir yere sahiptir. Endüstri Devriminin beraberinde getirdikleri bireylerin enerji kaynaklarına olan ilgisini ve talebini arttırmıştır. Bu artış günümüzde ve gelecekte hızla büyüyerek devam etmektedir (Yılmaz ve Can, 2018).

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi, birçok avantaja sahiptir. Güneş enerjisi, doğada bulunan diğer kaynaklara kıyasla neredeyse sınırsızdır ve gelecek nesiller için güvenilir bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Ayrıca, güneş enerjisi üretimi sürecinde herhangi bir yan ürün veya zararlı atık oluşmazken, fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan sera gazı emisyonlarına da katkıda bulunmaz. Bu özellikleri sayesinde, güneş enerjisi çevre dostu bir enerji seçeneği olarak öne çıkmaktadır (Tanış ve Güvenek, 2019).

Uluslararası Enerji Ajansı (UEA) Dünya Enerji Görünümü 2021 Raporu'na göre, dünyanın birincil enerji arzı 2010 yılında 544,3 EJ olarak kaydedilmiş ve 2019 yılında 612,19 EJ'ye yükselmiştir. Ancak, 2020 yılında küresel olarak yaşanan salgınlar nedeniyle ekonomik faaliyetler gerilemiş ve bu durum birincil enerji arzında da bir azalmaya yol açmıştır. Buna bağlı olarak, 2020 yılında birincil enerji arzı 2019 yılına göre azalarak 588,1 EJ seviyesine düşmüştür (Görsel 1) (Uzun, 2022).



Görsel 1. Dünyada Birincil Enerji Arzının Kaynakları (Uzun, 2022).

2020 yılında dünya birincil enerji arzının kaynaklara dağılımı aşağıdaki gibi olmuştur:

1. Petrol: 171,4 EJ (yüzde 29,1)
2. Kömür: 155,8 EJ (yüzde 26,5)
3. Doğalgaz: 139,1 EJ (yüzde 23,7)
4. Yenilenebilir kaynaklar: 68,3 EJ (yüzde 11,6)

Bu verilere göre, 2020'de dünya enerji arzının en büyük payını petrol almıştır. Petrol, toplam arzın yüzde 29,1'ini oluşturmuştur. Onu kömür ve doğalgaz takip etmektedir. Yenilenebilir kaynaklar ise birincil enerji arzının yüzde 11,6'sını karşılayabilmiştir (Uzun, 2022).

Geleneksel enerji üretimi, çevre kirliliğinin önemli bir sebebidir ve fosil yakıtların azaltılması, uluslararası taahhütler doğrultusunda ülkemizin ve dünyanın gündemindedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi, hem çevre dostu olmaları hem de fosil yakıtların tükenmesi gerçeği nedeniyle artmaktadır. 21. yüzyılın yenilenebilir enerji kullanımında bir atılım çağı olacağı düşünülmektedir. Enerji politikalarının doğru ve etkin bir şekilde yönetilmesi, sınırlı enerji kaynakları ve artan enerji ihtiyacını karşılamak için önemlidir. Bununla birlikte, çevresel etkiler ve sorunlar göz önünde bulundurulmalı, enerji üretimi, iletimi ve tüketiminden

kaynaklanan çevresel etkiler kontrol altına alınmalıdır. Arz güvenliği için kaynak çeşitliliği sağlanmalı ve fosil yakıtların neden olduğu küresel ısınma gibi çevresel sorunlar dikkate alınmalıdır. Türkiye'nin temiz ve sürdürülebilir bir enerji politikası izlemesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın kullanımı, çevresel yıkımdan kaçınmak için hayati bir gerekliliktir. Türkiye'de enerji, çevre ve sürdürülebilir kalkınma, sürdürülebilir kalkınma ile birlikte çevrenin korunması ve geliştirilmesi ana hedef olarak belirlenmiştir. Enerji ve çevre politikalarının koordineli bir şekilde ilerlemesi için çalışmalar yapılmalıdır (Öymen, 2020).

1.1. Yenilenebilir Enerji Nedir?

Yenilenebilir enerji, doğal kaynaklarla sınırlı olmayan ve sürekli olarak yenilenebilen enerji kaynaklarından elde edilen enerjidir. Bu enerji kaynakları, güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle gibi doğal süreçler sonucunda ortaya çıkar.

Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara kıyasla daha çevre dostudur ve sürdürülebilir bir enerji üretimini destekler. Güneş enerjisi, güneş panelleri aracılığıyla güneş ışığından elektrik enerjisi elde edilmesiyle kullanılır. Rüzgar enerjisi, rüzgar türbinleri sayesinde rüzgarın kinetik enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür. Hidroelektrik enerji, suyun yüksekten aşağıya akışıyla veya barajlarda suyun potansiyel enerjisinin kullanılmasıyla elde edilir. Jeotermal enerji, yeraltındaki ısının elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle elde edilir. Biyokütle enerjisi ise organik maddelerin yakılması veya fermantasyonuyla elde edilen enerjidir.

Yenilenebilir enerji, enerji arzının sürdürülebilirliğini sağlar, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltır ve sera gazı emisyonlarını azaltarak iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynar. Aynı zamanda enerji güvenliği sağlar, ekonomik büyümeyi destekler ve yerel topluluklara istihdam yaratır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hızla artmaktadır ve bu alanda yapılan araştırmalar ve teknolojik gelişmeler, verimliliği artırmakta ve maliyetleri düşürmektedir. Bu da yenilenebilir enerjinin yaygın kullanımını teşvik etmektedir (Kaya, 2018).

1.2. Güneş Enerjisi ve Yenilenebilir Enerji Arasındaki İlişki

Güneş enerjisi ve yenilenebilir enerji, günümüzde enerji sektöründe önemli bir yere sahip olan konulardır. İklim değişikliği, fosil yakıtların sınırlı kaynakları ve enerji güvenliği gibi konular, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmıştır. Güneş enerjisi ise bu yenilenebilir enerji kaynakları arasında en önemli ve potansiyeli en yüksek olanlardan biridir. Güneş enerjisinin kullanımı, dünya genelinde giderek yaygınlaşmaktadır ve yenilenebilir enerji dönüşümünde önemli bir rol oynamaktadır (Gürbüz, 2009).

Güneş enerjisi, Güneş'ten gelen ışık ve ısı enerjisinin kullanılmasıyla elde edilir. Güneş'in sonsuz ve sürekli olarak kaynak sağlaması, güneş enerjisini yenilenebilir bir kaynak haline getirir. Bu enerji kaynağı, çeşitli teknolojiler aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülerek evlerde, iş yerlerinde, endüstriyel tesislerde ve hatta taşıtlarda kullanılabilir hale gelir.

Güneş enerjisi panelleri veya fotovoltaik sistemler, Güneş'ten gelen ışığı doğrudan elektriğe dönüştürürken, güneş kolektörleri ise Güneş'in termal enerjisini kullanarak suyu veya havayı ısıtabilir.

Yenilenebilir enerji ise doğadan sürekli olarak yenilenen ve tükenmeyen kaynaklardan elde edilen enerjiyi ifade eder. Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji ve biyokütle gibi kaynaklar, yenilenebilir enerjiye örnek olarak verilebilir. Bu enerji kaynakları fosil yakıtlardan farklı olarak sınırsızdır ve çevreye zararlı emisyonlar yaymazlar. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynakları, iklim değişikliği ile mücadelede ve sürdürülebilir bir enerji geleceği için önemli bir rol oynarlar.

Güneş enerjisi ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişki, güneş enerjisinin yenilenebilir enerji üretimindeki rolüyle açıklanabilir. Güneş enerjisi, elektrik üretimi, ısıtma ve soğutma sistemleri, su ısıtma ve daha birçok alanda kullanılabilir (Öymen, 2020).

2. GÜNEŞ ENERJİSİNDE TEMEL KAVRAMLAR VE İLKELER

2.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi en zengin enerji kaynağıdır. Doğrudan veya dolaylı olarak kullanılabilen güneş radyasyonu, rüzgâr, biokütle, okyanus ve hidrolik enerji formlarında mevcuttur. Yeryüzüne ulaşan güneş enerjisinin %60'ıdır. Dünyanın toplam elektrik üretim kapasitesinden dört kat daha fazla olabileceği hesaplanmaktadır. Güneş enerjisi, bazı bölgelerde sürekli, bazı bölgelerde mevsimsel dalgalanmalar göstermesine rağmen, güneş ışığına sahip ülkeler için enerji bağımlılığının çözümü olabilir (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005).

Güneş enerjisi, Güneş'ten gelen ışık ve ısı enerjisinin kullanılarak elektrik enerjisi veya diğer enerji formlarına dönüştürüldüğü bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi, Güneş'in nükleer reaksiyonları sonucu oluşan yoğun enerjiyi içerir ve dünya üzerinde bol miktarda bulunur. Güneş enerjisi, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak kabul edilir çünkü Güneş sürekli olarak enerji üretir ve tükenmez bir kaynaktır.

Güneş enerjisi, farklı şekillerde kullanılabilir. Güneş panelleri, güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürmek için kullanılır. Bu paneller, fotovoltaik hücrelerden oluşur ve güneş ışığını yakalarak içerdikleri yarıiletken malzemeler aracılığıyla elektrik akımı üretir. Güneş enerjisi ayrıca güneş kolektörleri aracılığıyla ısı enerjisine dönüştürülebilir. Bu sistemler, güneş ışığını emerek suyu veya başka bir akışkanı ısıtarak sıcak su veya ısınma sistemleri için enerji sağlar.

Güneş enerjisi temiz bir enerji kaynağıdır çünkü kullanımı sırasında sera gazları veya kirletici atıklar salınmaz. Bu da çevresel etkileri azaltır ve iklim değişikliği ile mücadeleye katkıda bulunur. Aynı zamanda, güneş enerjisi kaynakları yerel olarak dağıtılabilir ve enerji bağımsızlığını artırabilir. Ancak, güneş enerjisinin etkin kullanımı için uygun alanlara, teknolojilere ve yatırımlara ihtiyaç vardır (Kumbur ve ark., 2005).

2.2. Güneş Enerjisi Nasıl Oluşur?

Güneş enerjisi, güneşin ışık ve ısı enerjisinin kullanılmasıyla elde edilen bir enerji türüdür. İşte güneş enerjisinin oluşum süreci:

Güneşte Nükleer Füzyon: Güneş, sürekli olarak nükleer füzyon süreciyle enerji üretir. Bu süreç, güneşin içinde hidrojen atomlarının helyum atomlarına dönüşmesiyle gerçekleşir. Yüksek sıcaklık ve basınç altında hidrojen atomları birleşerek helyum atomları oluştururken, bu süreçte kütlenin bir kısmı enerjiye dönüşür.

Elektromanyetik Radyasyon: Güneşte gerçekleşen nükleer füzyon süreci sonucunda büyük miktarda enerji açığa çıkar. Bu enerji, elektromanyetik radyasyon olarak adlandırılan bir formda yayılır. Elektromanyetik radyasyon, farklı dalga boylarında (ışık, radyo dalgaları, morötesi ışınlar, X ışınları vb.) yayılır.

Güneş Işığı: Güneşten yayılan elektromanyetik radyasyonun bir bölümü, Dünya'ya ulaşır. Bu radyasyonun büyük bir kısmı görünür ışık olarak adlandırılan dalga boylarında gelir.

Güneş Işınlarının Yakalanması: Güneş ışığı, çeşitli cihazlar aracılığıyla yakalanabilir ve enerjiye dönüştürülebilir. Bunun için genellikle güneş panelleri veya fotovoltaik hücreler kullanılır. Bu hücreler, güneş ışığının içerdikleri fotonları yakalar ve elektrik enerjisine dönüştürür.

Elektrik Enerjisi Üretimi: Güneş panelleri tarafından yakalanan güneş enerjisi, fotovoltaik hücrelerdeki yarıiletken malzemelerin özelliklerinden yararlanılarak doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülür. Bu elektrik enerjisi, bir invertör aracılığıyla kullanılabilir alternatif akıma (AC) dönüştürülerek evlerde, iş yerlerinde veya diğer elektrik ihtiyaçlarında kullanılabilir.

Sonuç olarak, güneş enerjisi, güneşten gelen ışık ve ısı enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle oluşur. Güneş panelleri ve fotovoltaik hücreler, bu enerji dönüşümünü gerçekleştiren teknolojilerdir (Akova, 2008).

3. GÜNEŞ ENERJİSİNİN AVANTAJLARI

Güneş enerjisi, birçok avantaja sahip olan temiz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. En önemli avantajlarından biri, çevresel etkilerinin neredeyse sıfır olmasıdır. Güneş enerjisi üretimi sırasında herhangi bir kirletici gaz, sera gazı veya atık salınımı gerçekleşmez, böylece hava, su ve toprak kirliliğine katkıda bulunmaz. Bu da iklim değişikliği ve çevresel bozulma gibi sorunların azalmasına yardımcı olur.

Güneş enerjisi ayrıca sınırsız bir kaynak olarak kabul edilir. Güneş, sonsuz bir enerji kaynağıdır ve sürekli olarak enerji üretir. Bu nedenle, güneş enerjisi kullanılarak elektrik üretmek için daima kaynak bulunabilir. Diğer enerji kaynaklarına bağımlılığı azaltarak enerji güvenliğini artırır.

Bununla birlikte, güneş enerjisi maliyet açısından da avantajlıdır. Güneş enerjisi sistemlerinin kurulum maliyeti zamanla düşmüştür ve güneş panellerinin üretimi daha ekonomik hale gelmiştir. Ayrıca, güneş enerjisi kullanılarak elektrik üretmek, enerji faturalarını azaltır ve uzun vadede enerji maliyetlerinde tasarruf sağlar.

Güneş enerjisi, dağıtık bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi sistemleri genellikle çatılar veya araziler gibi yerleşik alanlara kurulabilir, böylece enerji üretimi doğrudan tüketim noktasına yakın gerçekleşir. Bu da iletim kayıplarını azaltır ve enerji verimliliğini artırır.

Son olarak, güneş enerjisi teknolojisi esneklik sunar. Küçük ölçekli ev sistemlerinden büyük ölçekli güneş çiftliklerine kadar farklı boyutlarda uygulanabilir. Ayrıca, güneş enerjisi sistemleri güç ihtiyacına göre genişletilebilir veya küçültülebilir. Bu da farklı enerji taleplerini karşılamak için ölçeklendirme imkânı sağlar.

Tüm bu avantajlar bir araya geldiğinde, güneş enerjisi çevresel sürdürülebilirlik, enerji güvenliği, maliyet etkinlik, dağıtık enerji üretimi ve teknolojik esneklik gibi bir dizi fayda sunar. Bu nedenle, güneş enerjisi dünyanın enerji ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir rol oynar ve gelecekteki enerji sisteminin temel bir unsuru olarak kabul edilir (Yılmaz ve Can, 2018).

3.1. Sürdürülebilir ve Temiz Bir Enerji Kaynağı Olması

Güneş enerjisi, sürdürülebilir ve temiz bir enerji kaynağı olarak önemli bir rol oynamaktadır. Güneş, sonsuz bir kaynak olup her gün yeryüzüne büyük miktarda enerji sağlar. Bu enerjiyi yakalamak için kullanılan güneş panelleri, güneş ışığını elektriğe dönüştürerek çevreye zarar vermeden elektrik üretimi sağlar. Güneş enerjisi, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltırken, sera gazı emisyonlarını da önemli ölçüde azaltır. Bunun yanı sıra, güneş enerjisi kullanımı çevresel etkileri de minimize eder. Kömür, petrol gibi fosil yakıtların kullanımıyla ortaya çıkan hava ve su kirliliği, asit yağmurları ve iklim değişikliği gibi sorunlar güneş enerjisiyle azaltılabilir. Ayrıca, güneş enerjisi kaynaklı santrallerin kurulumu ve işletimiyle birlikte istihdam olanakları da artar. Güneş enerjisi, birçok ülkede teşvik edilen ve hükümetler tarafından desteklenen bir enerji kaynağıdır. Teknolojideki gelişmeler ve maliyetlerin düşmesiyle birlikte güneş enerjisi, giderek daha yaygın hale gelmektedir. Sürdürülebilir ve temiz bir enerji kaynağı olarak güneş enerjisi, gelecek nesillerin enerji ihtiyaçlarını karşılamak ve çevreyi korumak için önemli bir araç olmaya devam edecektir (Kaya, 2018; Öymen, 2020).

3.2. Sınırsız Kaynak Olarak Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, sınırsız bir enerji kaynağı olarak dünya üzerindeki en büyük potansiyele sahip olan yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Güneşin ışığı ve ısı enerjisi, güneş panelleri ve termal enerji sistemleri gibi teknolojiler aracılığıyla yakalanarak elektrik ve ısınma enerjisine dönüştürülebilir.

Güneş enerjisi, çevre dostu bir enerji kaynağıdır çünkü fosil yakıtların aksine sera gazı emisyonlarına veya çevre kirliliğine yol açmaz. Bu nedenle, küresel iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynar ve sürdürülebilir enerji dönüşümünün temel taşlarından biridir.

Güneş enerjisi, birçok avantaja sahiptir. Öncelikle, güneş ışığı dünya üzerinde bol miktarda bulunur ve bu nedenle güneş enerjisi kaynağı asla tükenmez. Güneş panelleri, güneşin enerjisini doğrudan elektriğe dönüştürebilir ve bu elektrik enerjisi evlerde, işyerlerinde veya endüstriyel tesislerde kullanılabilir. Ayrıca, güneş enerjisi şebekelerden bağımsız olarak kullanılabilir ve uzak bölgelerde elektrik sağlama konusunda büyük bir potansiyele sahiptir.

Güneş enerjisi kullanımı ekonomik açıdan da avantajlıdır. Güneş panelleri ve diğer güneş enerjisi sistemlerinin kurulum maliyetleri düşmekte ve teknoloji sürekli olarak gelişmektedir. Bu da güneş enerjisinin rekabetçi bir enerji kaynağı olmasını sağlamaktadır. Ayrıca, güneş enerjisi kullanımı enerji faturalarını azaltır ve uzun vadede tasarruf sağlar.

Son olarak, güneş enerjisi kullanımı toplumların enerji bağımsızlığını artırır. Güneş enerjisi, ülkelerin enerji ithalatına olan bağımlılığını azaltabilir ve yerli kaynaklara dayalı enerji üretimi sağlayarak enerji güvenliğini sağlar. Güneş enerjisi, sınırsız bir enerji kaynağı olarak düşünüldüğünde, çevre dostu, ekonomik ve enerji bağımsızlığı sağlayan bir seçenek olarak öne çıkar. Bu nedenle, güneş enerjisi kullanımının artırılması ve yaygınlaştırılması, sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir adımdır (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005; Kaya, 2018; Öymen, 2020).

3.3. Ekonomik Avantajları ve Maliyet Etkileri

Güneş enerjisi, günümüzde giderek popüler hale gelen ve sürdürülebilir enerji kaynakları arasında öne çıkan bir seçenektir. Güneş enerjisinin ekonomik avantajları ve maliyet etkileri birçok açıdan değerlendirilebilir.

Öncelikle, güneş enerjisi kullanmanın en büyük avantajı, enerji maliyetlerinde önemli bir tasarruf sağlamasıdır. Güneş enerjisi kaynaklarının sınırsız olması ve güneş ışığının her gün bedava olarak sağlanması, elektrik faturalarının azalmasına ve uzun vadede enerji maliyetlerinin düşmesine olanak tanır. Güneş panellerinin maliyeti başlangıçta yüksek olabilir, ancak sistem kurulduktan sonra enerji üretimi sürekli ve düşük maliyetli olur.

Ayrıca, güneş enerjisi kullanımı çevresel açıdan da büyük bir avantaja sahiptir. Fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarına karşı etkili bir alternatif olması, küresel iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynar. Güneş enerjisi sistemleri, karbon salınımını azaltarak temiz bir enerji kaynağı sunar ve böylece doğaya ve insan sağlığına zararlı etkileri minimize eder.

Aynı zamanda, güneş enerjisi kullanımı ülke ekonomileri için de bir avantajdır. Güneş enerjisi projeleri, yerel istihdamı artırabilir ve yeni iş imkanları yaratabilir. Ayrıca, güneş enerjisi sistemlerinin uzun ömürlü olması ve bakım maliyetlerinin düşük olması, enerji altyapısı için uzun vadeli bir yatırım sağlar. Bu da enerji güvenliğini artırır ve enerji ithalatına olan bağımlılığı azaltır.

Bununla birlikte, güneş enerjisi sistemlerinin kurulum maliyeti başlangıçta yüksek olabilir. Güneş panellerinin üretiminde kullanılan bazı malzemelerin maliyeti, sistemin başlangıç yatırımını artırabilir. Ancak, teknolojideki gelişmeler ve ölçek ekonomisi sayesinde güneş

enerjisi maliyetleri sürekli düşmektedir. Ayrıca, güneş enerjisi sistemlerinin uzun ömürlü olması ve düşük bakım maliyetleri, maliyet-etki analizinde olumlu sonuçlar doğurur (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005; Tanış ve Güvenek, 2019; Uzun, 2022).

4. GÜNEŞ ENERJİSİNİN KULLANIM ALANLARI

4.1. Fotovoltaik (PV) Sistemler

Fotovoltaik (PV) sistemler, güneş enerjisini doğrudan elektriğe dönüştüren teknolojilerdir. Bu sistemler, fotovoltaik hücrelerden oluşan güneş panelleri kullanarak güneş ışığından elektrik üretir. Güneş panelleri, güneş ışığını yakalayan yarıiletken malzemelerden yapılmış hücrelerden oluşur ve güneş ışığıyla etkileşime girerek elektronların serbest kalmasını sağlar. Serbest kalan elektronlar, elektrik akımı oluşturmak için bir devre üzerinde hareket eder.

Fotovoltaik sistemler, çeşitli ölçeklerde kullanılabilir. Küçük ölçekli sistemler, tek bir ev veya işletme için enerji sağlamak amacıyla kullanılabilirken, büyük ölçekli sistemler, güneş enerjisi santralleri şeklinde geniş arazi alanlarında kurularak daha büyük miktarlarda elektrik üretimi sağlayabilir.

PV sistemlerin avantajları arasında, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden yararlanmaları, çevre dostu olmaları, enerji maliyetlerini azaltmaları ve enerji bağımsızlığı sağlamaları sayılabilir. Ayrıca, güneş enerjisinin her yerde bulunması ve güneş paneli teknolojilerinin sürekli gelişmesi, PV sistemlerinin yaygınlaşmasını desteklemektedir.

Fotovoltaik sistemlerin bazı zorlukları arasında, yüksek başlangıç maliyeti, enerji depolama sorunları ve güneş ışığına bağımlılık yer alır. Ancak, teknolojideki gelişmeler ve maliyet düşüşleri, PV sistemlerinin daha ekonomik hale gelmesini sağlamış ve bu zorlukların üstesinden gelmeye yardımcı olmuştur.

Fotovoltaik sistemler, güneş enerjisini elektriğe dönüştüren ve çevre dostu bir enerji kaynağı sağlayan teknolojilerdir. Bu sistemler, enerji üretiminde çeşitlilik sağlayarak sürdürülebilir ve temiz bir enerji geleceği için önemli bir rol oynamaktadır (Karadağ ve ark., 2009; Uzun, 2022).

4.2. Güneş Kolektörleri ve Termal Enerji

Güneş kolektörleri, güneşten gelen ışık ve ısı enerjisini kullanarak termal enerji elde etmek için kullanılan cihazlardır. Tipik olarak, güneş kolektörleri güneşin ışınlarını emen bir yüzeye sahiptir ve bu enerjiyi bir sıvı veya gaz vasıtasıyla taşıyan bir sistemle toplar. Bu sıvı veya gaz, ısındıkça termal enerjiyi depolar ve daha sonra bu enerjiyi kullanmak için bir ısı transfer sistemi aracılığıyla başka bir yere taşınır.

Güneş kolektörleri, termal enerji üretmek için genellikle suyu ısıtmak veya sıcak su elde etmek için kullanılır. Evlerde, iş yerlerinde veya endüstriyel tesislerde sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla güneş kolektörleri kullanılabilir. Bunun yanı sıra, termal enerji, ısıtma sistemlerinde kullanılmak üzere depolanabilir veya bu enerjiyle buhar üretimi sağlanabilir.

Güneş kolektörleri ve termal enerji, çevre dostu ve sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisinin kullanılmasıyla fosil yakıtlara olan bağımlılık azalır ve sera gazı emisyonları azaltılır. Ayrıca, güneş enerjisi ücretsiz ve yenilenebilir bir kaynaktır, bu nedenle uzun vadede enerji maliyetlerini düşürebilir. Bu nedenlerle, güneş kolektörleri ve termal enerji sistemleri, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için önemli bir araçtır (Yılmaz ve Can, 2018; Öymen, 2020; Uzun, 2022).

5. GÜNEŞ ENERJİSİ TEKNOLOJİLERİNİN GELİŞİMİ VE İLERLEMELER

5.1. Fotovoltaik Teknolojilerin Evrimi

Fotovoltaik teknolojiler, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Bu teknolojilerin evrimi, temelde üç aşamada gerçekleşmiştir.

İlk aşama, 19. yüzyılın ortalarına kadar uzanan ve fotovoltaik etki olarak bilinen keşif ile başlar. 1839 yılında, Alexandre Edmond Becquerel, ışığın bazı maddelerde elektrik akımı oluşturduğunu keşfetti. Bu olay, fotovoltaik etkinin temelini oluşturdu. Ancak, bu dönemde henüz fotovoltaik hücrelerin pratik uygulamaları geliştirilememişti.

İkinci aşama, 20. yüzyılın başlarında yaşanan gelişmelerle başlar. 1954 yılında, Bell Laboratuvarları'ndaki araştırmacılar, silikon yarıiletkenler kullanarak güneş hücresini keşfettiler. Bu keşif, modern fotovoltaik hücre teknolojisinin temelini attı. Daha sonra, 1960'larda uzay keşifleri için güç kaynağı olarak kullanılmaya başlandı. Bu dönemde, güneş hücrelerinin verimliliği artırıldı ve maliyetleri düşürüldü.

Son aşama ise, 21. yüzyılın başlarından itibaren yaşanan hızlı teknolojik gelişmeleri içerir. İleri imalat teknikleri, malzeme bilimi ve enerji depolama alanındaki ilerlemeler, fotovoltaik teknolojilerin verimliliğini artırmış ve maliyetlerini düşürmüştür. Yeni nesil güneş hücreleri, çeşitli malzemelerin kullanımıyla farklı tasarımlar ve yapılar geliştirerek daha fazla güneş ışığını elektriğe dönüştürebilmektedir. Ayrıca, entegre güneş panelleri, binaların ve diğer yapıların bir parçası haline getirilerek entegrasyon ve estetik açıdan avantajlar sağlanmıştır.

Bu evrim süreci, fotovoltaik teknolojilerin güneş enerjisinden elektrik üretimi açısından daha verimli ve ekonomik bir seçenek haline gelmesini sağlamıştır. Fotovoltaik hücreler, bugün elektrik enerjisi sağlamak için geniş çapta kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından biri haline gelmiştir ve enerji dönüşümünde önemli bir role sahiptir.

5.2. Güneş Enerjisi Depolama Sistemleri

Güneş enerjisi depolama sistemleri, güneş enerjisini toplamak, depolamak ve ihtiyaç duyulduğunda kullanmak için tasarlanmış teknolojik sistemlerdir. Güneş enerjisi, yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağı olmasına rağmen, güneşin doğal döngüsü nedeniyle sürekli ve istikrarlı bir kaynak değildir. Güneş panelleri aracılığıyla elde edilen enerji, güneşin doğrudan olmadığı zamanlarda da kullanılabilir olmalıdır.

Güneş enerjisi depolama sistemleri, bu zorluğu aşmak için güneşten enerji toplar ve depolar. Bu sistemler, enerjiyi depolamak için çeşitli teknolojileri kullanır. Örneğin, enerjiyi kimyasal enerjiye dönüştüren bataryalar, güneş enerjisini depolamak için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu bataryalar, güneşten elde edilen enerjiyi depolayabilir ve daha sonra ihtiyaç duyulduğunda kullanılabilir hale getirebilir.

Güneş enerjisi depolama sistemleri, enerjiyi diğer yöntemlerle de depolayabilir. Örneğin, hidrojen üretimi ve depolaması, termal depolama sistemleri veya kinetik enerji depolama sistemleri gibi farklı teknolojilerle güneş enerjisi depolanabilir. Bu depolama sistemleri, güneş enerjisini daha verimli bir şekilde kullanmamızı sağlar ve enerji talebini güneşin doğrudan olmadığı zamanlarda da karşılamamıza yardımcı olur.

Güneş enerjisi depolama sistemleri, enerji güvenliğini artırırken, enerji dağıtımını ve yönetimini de geliştirebilir. Ayrıca, güneş enerjisinin kullanımını daha da yaygınlaştırarak fosil yakıtlara olan bağımlılığımızı azaltmamıza yardımcı olur. Bu sistemler, sürdürülebilir enerji dönüşümünde önemli bir rol oynayarak çevresel etkileri azaltır ve yeşil bir geleceğe doğru ilerlememizi destekler.

Sonuç olarak, güneş enerjisi depolama sistemleri, güneş enerjisini toplamak, depolamak ve ihtiyaç duyulduğunda kullanmak için geliştirilen teknolojik sistemlerdir. Bu sistemler, güneş enerjisinin sürekli ve istikrarlı bir kaynak olmadığı durumlarda bile kullanılabilir hale getirerek enerji güvenliğini sağlar ve sürdürülebilir enerji dönüşümünü destekler.

5.3. Yenilikçi Güneş Enerjisi Çözümleri ve Araştırmalar

Güneş enerjisi, sürdürülebilir ve temiz bir enerji kaynağı olarak önemli bir potansiyele sahiptir. Yenilikçi güneş enerjisi çözümleri ve araştırmalar, bu alanda daha verimli ve etkili sistemlerin geliştirilmesini hedeflemektedir. İşte bazı yenilikçi güneş enerjisi çözümleri ve araştırmaların örnekleri:

Yüksek verimli fotovoltaik (PV) hücreler: Güneş panelleri, güneş ışığını elektriğe dönüştüren fotovoltaik hücrelerden oluşur. Yenilikçi araştırmalar, daha yüksek verimlilik sağlamak için yeni malzemelerin ve tasarımların kullanılmasını hedeflemektedir. Örneğin, çoklu bağlantılı güneş hücreleri ve perovskit malzemeleri gibi teknolojiler, güneş panellerinin verimliliğini artırmak için potansiyel sunmaktadır.

İnce film güneş panelleri: Geleneksel silikon tabanlı güneş panellerinin aksine, ince film güneş panelleri, daha az maliyetli üretim yöntemleri ve daha esnek tasarımlar sunar. CIGS (bakır, indiyum, galyum, selenyum) ve CdTe (kadmium tellür) gibi ince film malzemeleri, bu alanda yoğun araştırmalar yapılan teknolojilerdir.

Odaklı güneş enerjisi: Odaklı güneş enerjisi sistemleri, güneş ışığını odaklayarak daha yüksek yoğunluklu enerji üretimini sağlar. Bu sistemler, yüksek maliyetli çoklu güneş hücrelerinin kullanımını gerektirir, ancak verimlilik açısından avantajlıdır. Odaklı güneş enerjisi, termal enerji üretimi veya fotovoltaik güç üretimi için kullanılabilir.

Güneş enerjisi depolama sistemleri: Güneş enerjisi depolama sistemleri, güneş enerjisini depolayarak gece veya bulutlu günlerde kullanılmasını sağlar. Geleneksel olarak kullanılan lityum iyon pillerin yanı sıra, akış pilleri ve termal depolama sistemleri gibi yenilikçi depolama çözümleri üzerine araştırmalar devam etmektedir.

Hibrit sistemler: Güneş enerjisiyle birlikte diğer enerji kaynaklarını birleştiren hibrit sistemler, enerji güvenliğini artırabilir. Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidroelektrik enerji veya biyokütle gibi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla entegre edilen sistemler, sürekli ve istikrarlı bir enerji üretimi sağlayabilir (Yılmaz ve Can, 2018).

6. GÜNEŞ ENERJİSİNİN KÜRESEL ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNDE ROLÜ

6.1. İklim Değişikliği ve Sürdürülebilirlik Bağlamında Güneş Enerjisi

İklim değişikliği ve sürdürülebilirlik bağlamında güneş enerjisi oldukça önemli bir konudur. Güneş enerjisi, güneşin doğal olarak sunduğu bir yenilenebilir enerji kaynağıdır ve çevre dostu bir enerji üretme yöntemidir. İşte güneş enerjisinin iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerine bir göz atalım:

Karbon Emisyonlarının Azaltılması: Güneş enerjisi, fosil yakıtların kullanılmasını gerektirmez ve dolayısıyla sera gazı emisyonlarını azaltır. Fosil yakıtların yanması, büyük miktarda karbondioksit salınımına neden olur ve bu da iklim değişikliğine katkıda bulunur. Güneş enerjisi ise temiz bir enerji kaynağı olduğundan, karbon emisyonlarını ciddi şekilde azaltabilir.

Yenilenebilir Enerji Kaynağı: Güneş enerjisi yenilenebilir bir kaynaktır çünkü güneş ışığı sonsuzdur. Güneşin sürekli olarak enerji üretmesi nedeniyle güneş enerjisi, diğer enerji kaynaklarına göre daha sürdürülebilirdir. Bu, fosil yakıtların tükenmesi ve enerji kaynaklarının tükenmesi gibi sorunları önler.

Enerji Bağımsızlığı: Güneş enerjisi, güneşe erişebilen hemen hemen her yerde kullanılabilir. Bu, ülkelerin enerji ihtiyaçlarını karşılamak için dış kaynaklara olan bağımlılıklarını azaltabilir. Güneş enerjisi, enerji bağımsızlığını artırabilir ve ekonomik açıdan daha sürdürülebilir bir gelecek sağlayabilir (Kumbur ve ark., 2005; Öymen, 2020; Uzun, 2022).

6.2. Yenilenebilir Enerji Hedefleri ve Güneş Enerjisinin Katkısı

Yenilenebilir enerji hedefleri, küresel enerji dönüşümünün bir parçası olarak, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltmayı ve temiz, sürdürülebilir enerji kaynaklarını artırmayı amaçlamaktadır. Bu hedefler, çevresel sürdürülebilirliği desteklemek, iklim değişikliğiyle mücadele etmek ve enerji güvenliğini sağlamak için önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynakları, güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle gibi doğal kaynaklardan elde edilen enerjiyi içerir.

Güneş enerjisi, yenilenebilir enerji dönüşümünde büyük bir potansiyele sahiptir ve enerji üretiminde önemli bir katkı sağlamaktadır. Güneş enerjisi, güneş ışığından elde edilen elektrik enerjisi veya ısınma amacıyla kullanılabilir. Güneş panelleri aracılığıyla güneş ışığından

elektrik üretimi, fotovoltaik (PV) teknolojisi olarak bilinir. PV paneller, güneş ışığını doğrudan elektriğe dönüştürür ve bu şekilde temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı sağlar.

Güneş enerjisi, birçok avantajıyla öne çıkar. Birincil avantajı, güneş enerjisinin sınırsız bir kaynak olmasıdır. Güneş ışığı dünya genelinde her yerde mevcuttur ve sonsuz bir şekilde yenilenebilir. Ayrıca, güneş enerjisi üretimi sırasında çevreye zararlı emisyonlar yayılmaz, bu da iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynar. Güneş enerjisi, fosil yakıtlara kıyasla daha düşük işletme maliyetleriyle de avantaj sağlar.

Son yıllarda, birçok ülke güneş enerjisi hedeflerini belirlemiş ve büyük ölçüde güneş enerjisine dayalı projeler geliştirmiştir. Bunun sonucunda, güneş enerjisi kurulu gücü hızla artmış ve enerji üretiminde önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Bu, temiz enerji üretimindeki payını artırmak için atılan önemli bir adımdır ve küresel yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşma yolunda önemli bir katkı sağlamaktadır (Yılmaz ve Can, 2018).

6.3. Güneş Enerjisi Politikaları ve Teşvikler

Güneş enerjisi politikaları ve teşvikler ülkeden ülkeye farklılık gösterebilir, çünkü her ülke kendi enerji politikalarını ve hedeflerini belirler. Ancak genel olarak, birçok ülke güneş enerjisinin kullanımını teşvik etmek için politikalar ve teşvikler uygulamaktadır. İşte yaygın olarak kullanılan bazı politika ve teşviklerin örnekleri:

Tarife Programları: Birçok ülke, güneş enerjisi üretimi için tarife programları uygulamaktadır. Bu programlar, güneş enerjisi üreticilerine kilovatsaat başına sabit bir fiyat ödemesini içerir. Bu fiyat, güneş enerjisi üretimini teşvik etmek ve yatırımcılara güvence sağlamak amacıyla genellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetini yansıtacak şekilde belirlenir.

Vergi İndirimleri ve Muafiyetler: Bazı ülkeler, güneş enerjisi sistemlerini kurmak ve işletmek için vergi indirimleri veya vergi muafiyetleri sunmaktadır. Bu, yatırımcıların maliyetleri düşürmelerine ve güneş enerjisi projelerinin ekonomik olarak daha cazip hale gelmesine yardımcı olur.

Hibe Programları: Birçok ülke, güneş enerjisi projelerini desteklemek için hibe programları sunmaktadır. Bu hibeler, güneş enerjisi sistemlerinin kurulum maliyetlerini karşılamak veya projelerin finansmanını kolaylaştırmak amacıyla verilir.

Net Metering: Net metering veya net ölçüm, güneş enerjisi üreticilerinin fazla ürettikleri enerjiyi elektrik şebekesine geri satmalarına ve bu enerjiyi ihtiyaçları olduğunda geri alabilmelerine olanak tanır. Bu, güneş enerjisi sistemlerinin ekonomik olarak daha avantajlı hale gelmesini sağlar.

Yükümlülükler ve Hedefler: Bazı ülkeler, enerji karışımında yenilenebilir enerji payını artırmak için yükümlülükler veya hedefler belirler. Örneğin, bir ülke güneş enerjisi kurulumlarının belirli bir kapasiteye ulaşmasını veya belirli bir süre içinde belirli bir miktarda güneş enerjisi üretimini hedefleyebilir. Bu hedefler, güneş enerjisi sektörünün büyümesini teşvik eder.

Araştırma ve Geliştirme Teşvikleri: Birçok ülke, güneş enerjisi teknolojileri üzerinde araştırma ve geliştirme çalışmalarını teşvik etmek için finansal destek sağlar (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005; Yılmaz ve Can, 2018; Uzun, 2022).

7. GÜNEŞ ENERJİSİNİN GELECEĞİ

Güneş enerjisi, enerji sektöründe hızla önem kazanan ve gelecekte büyük potansiyele sahip olan bir kaynaktır. Bu kaynak, güneşten elde edilen ışık ve ısı enerjisinin kullanılmasıyla elektrik enerjisi üretimi sağlar. Güneş enerjisinin geleceği, bir dizi faktör tarafından belirlenir ve çeşitli avantajları nedeniyle olumlu bir yönde ilerlemektedir.

Birincil olarak, güneş enerjisi yenilenebilir bir kaynaktır. Güneş ışığı sınırsızdır ve sürekli olarak dünyaya ulaşır. Bu nedenle, güneş enerjisi kaynağı tükenmez ve enerji güvencesi sağlar. Fosil yakıtların kısıtlı rezervleri ve çevresel etkileri göz önüne alındığında, güneş enerjisi gelecekte daha da önemli hale gelecektir.

Güneş enerjisi ayrıca çevre dostudur. Güneşten elde edilen enerji, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olur ve iklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlar. Güneş enerjisi sistemleri, kömür veya doğal gaz gibi fosil yakıtların yanmasını gerektirmediği için havayı kirletmez ve çevresel etkilere neden olmaz.

Teknolojik gelişmeler, güneş enerjisi sistemlerinin verimliliğini artırmış ve maliyetlerini düşürmüştür. Güneş panellerinin üretimi için kullanılan malzemeler daha ucuz hale gelmiş ve üretim süreçleri daha verimli hale gelmiştir.

Bu da güneş enerjisi sistemlerinin yaygınlaşmasını teşvik etmektedir. Ayrıca, depolama teknolojilerindeki ilerlemeler, güneş enerjisinin sürekli ve güvenilir bir enerji kaynağı haline gelmesine yardımcı olmaktadır.

Güneş enerjisinin geleceği, enerji politikaları ve teşviklerle de şekillendirilmektedir. Birçok ülke, güneş enerjisi yatırımlarını teşvik etmek için çeşitli politikalar ve destek mekanizmaları geliştirmiştir. Bu teşvikler, güneş enerjisi endüstrisinin büyümesini ve teknolojik yenilikleri desteklemektedir. Sonuç olarak, güneş enerjisi gelecekte enerji sektörünün önemli bir parçası olacaktır. Sürdürülebilir, temiz ve ekonomik bir enerji kaynağı olarak kabul edilir (Yılmaz ve Can, 2018; Öymen, 2020; Uzun, 2022).

8. SONUÇ

Bu araştırma, yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisinin önemini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Araştırma sonuçları, güneş enerjisinin potansiyelinin oldukça yüksek olduğunu ve gelecekte enerji ihtiyacını karşılamada önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

Güneş enerjisi, çevre dostu bir enerji kaynağıdır ve fosil yakıtlara dayalı enerji üretiminden kaynaklanan çevresel etkileri azaltmada büyük bir potansiyele sahiptir. Ayrıca, güneş enerjisi

kaynakları sınırsızdır ve güneş enerjisi her gün dünya genelinde bol miktarda üretilmektedir. Bu nedenle, güneş enerjisi temiz, sürdürülebilir ve gelecekteki enerji ihtiyaçlarını karşılamada güvenilir bir seçenek olarak öne çıkmaktadır.

Araştırma ayrıca, güneş enerjisi teknolojilerinin hızla geliştiğini ve maliyetlerinin düştüğünü ortaya koymaktadır. Güneş panelleri, depolama sistemleri ve güneş enerjisi yoğunlaştırma teknolojileri gibi yenilikçi çözümler, güneş enerjisinin daha verimli ve ekonomik bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Bu da güneş enerjisinin daha geniş bir kullanım alanına yayılmasını ve enerji dönüşümünde etkin bir rol oynamasını sağlamaktadır.

Ancak, güneş enerjisinin önemi ve potansiyeli göz önüne alındığında, bazı zorluklar da vardır. Özellikle, güneş enerjisi üretimi ve kullanımı için altyapının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ayrıca, enerji depolama sistemlerinin geliştirilmesi ve güneş enerjisinin verimli bir şekilde depolanabilmesi için yeni teknolojilerin keşfedilmesi önemlidir.

Sonuç olarak, güneş enerjisi geleceğin enerji kaynakları arasında önemli bir yer tutmaktadır. Çevre dostu, sürdürülebilir ve ekonomik olması, güneş enerjisinin tercih edilen bir enerji kaynağı haline gelmesini sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

Akova, İ., Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Nobel Yayınları, No:1229, Ankara, 2008.

Gürbüz, A., Enerji Piyasası İçinde Yenilenebilir (Temiz) Enerji Kaynaklarının Yeri ve Önemi, Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 1-7, 13-15 Mayıs 2009, Karabük.

IEA., Key World Energy Statıstıcs 2012, www.iea.org/publications/.../kwes.pdf (Erişim tarihi: 19.09.2013).

Karadağ, Ç., Gülsaç, I.I., Ersöz, A., Çalışkan, M., Çevre Dostu ve Temiz: Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Tübitak Bilim ve Teknik, (498), 24-27, 2009.

Kaya, T.O., Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Önemi, Master's thesis, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.

Koç, E. ve Kaya, K., Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji Durumu, Mühendis ve Makina, 56(668), 36-47, 2015.

Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H.D., Avcı, E.D., Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması, Yeksem 2005, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, 19-21, 2005.

Öymen, G., Yenilenebilir Enerjinin Sürdürülebilirlik Üzerindeki Rolü, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, 19(39), 1069-1087, 2020.

Özsabuncuoğlu, İ. ve Uğur, A., Doğal Kaynaklar Ekonomi, Yönetim ve Politika, Ankara, İmaj Yayınevi, 2005.

Tanış, T. ve Güvenek, B., Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçerisinde Güneş Enerjisi: Karapınar İlçesi Swot Analizi, 2019.

Uzun, İ., Türkiye'nin Enerji Görünümü ve Enerji Verimliliği, Mühendis ve Makine, 63(707), 15-23, 2022.

Yılmaz, E.A., ve Can, H., Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Gelecek Hedefleri, Ordu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 8(3), 525-535, 2018.

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KONUT KİRA TAHMİNİ

Ece CEYHAN[1], Bahri HATİP[2], Doç. Dr. Tülay KORKUSUZ POLAT[3]
[1]Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 0009-0005-3510-5034
[2]Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, - 0009-0000-5263-4804
[3]Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, - 0000-0001-6693-7873

ÖZET

Konut kiralarında son zamanlarda çok fazla artış gerçekleşmektedir. Emlak yatırımı yapacak olan yatırımcılar açısından gelecek dönem kira miktarlarını tahmin edebilmek oldukça önemlidir. Bu çalışmada özellikle emlak yatırımı yapacak olanlar için kira tahminine yardımcı olacak bir uygulama yapılması amaçlanmaktadır. Sakarya'da zaman içerisinde gerçekleşen konut kiralarının artışında önemli olabilecek ekonomik faktörleri göz önüne alınarak konut kiralarındaki değişiklik incelenmiş ve gelecek döneme ait konut kiralarının tahmini için Yapay Sinir Ağları (YSA) ile bir uygulama yapılmıştır. Çalışmada, belirlenen bir konum ve ekonomik faktörlere göre o konumun konut kira fiyatı tahmin edilmiştir. Öğrenme süreci sırasında yapay sinir ağları, konum ve ekonomik faktörler arasındaki ilişkiyi öğrenmiş ve Sakarya ili Serdivan / Kemalpaşa bölgesine ait konutların kira fiyatını tahmin etme yeteneğine sahip olmuştur. Gerçekleştirilen çalışmada bağımlı değişken "konut kiraları" iken; bağımsız değişkenler "dolar kuru, altın kuru, petrol fiyatları, tüketici fiyat endeksi, asgari ücret, gayrisafi milli hasıla, yurt içi üretici fiyat endeksi" olarak seçilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası ve Emlak360'dan Ekim 2018-Aralık 2022 arasındaki verileri alınmıştır. Uygulama aracı olarak MATLAB programının Neural Fitting Tool'u kullanılmıştır. Veriler haftalık olarak ele alınarak normalizasyon değerleri elde edilmiştir. 0-1 aralığında bulunan normalizasyon değerleri ile elde edilen öğrenme sonuçları, gerçekleşen fiyatlarla %99 oranında doğruluk göstermiştir. Yapılan çalışmada yedi girdi değişkeni ve bir çıktı değişkenine sahip yapay sinir ağı için farklı ağ topolojik yapıları ile farklı denemeler yapılmıştır. En iyi performansı iki gizli katmanlı (21-12 proses elemanı sayılı) yapay sinir ağı topolojisi vermiştir. Bu sonuçlar, yapay sinir ağlarının konut kiraları tahmininde etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Konut Kirası Tahmini, Konut Piyasası

1. GİRİŞ

Konut piyasası, bir ülkenin ekonomisi ve sosyal hayatı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Özellikle son yıllarda konut ve inşaat sektöründeki fiyatların düzensiz artışı, hem konut yatırımı yapacak olan

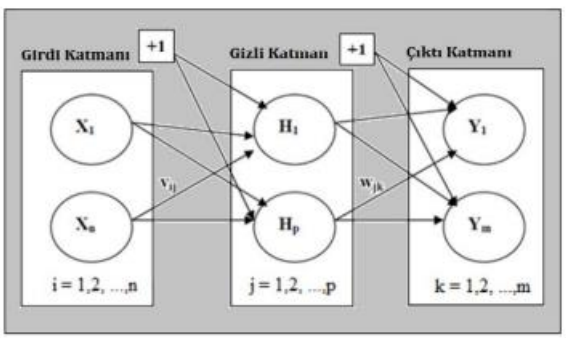
yatırımcı hem de emlakçılar için geleceği belirsiz hale getirmekte, yatırım kararlarında zorlanmalara neden olmaktadır. Yatırım amaçlı düşünüldüğünde ekonomik anlamda az sayılmayacak bir yatırımın yapılması gerektiği gayrimenkul sektöründe fiyatların önceden tahmin edilebilmesi hem yatırım yapacak olan yatırımcı hem de satış ve pazarlama yapacak olan emlakçı açısından oldukça önemlidir.

Tahmin yöntemleri, teknolojini gelişmesi ile birlikte klasik yöntemlerden yapay zeka içeren yöntemlere doğru gelişme göstermektedir. Yapay zeka tekniklerinden olan Yapay Sinir Ağlarının tahmin etme yeteneğinin güçlü olmasından dolayı ekonomik konular ile ilgili uygulamaları oldukça yaygındır (Doğan ve ark., 2022). Güner (2021) çalışmasında yapay sinir ağları kullanarak Ankara İli için konut satışı tahmini yapmıştır. Yılmaz ve Tosun (2020) çalışmalarında yapay sinir ağı yöntemi ile Antalya İl'indeki aylık konut satışlarını modellemiştir. Yılmazel ve ark. (2018) çalışmalarında Eskişehir İl'indeki satılık konutlar için satış fiyat tahminini yapay sinir ağları ile yapmışlardır. Yaman Selçi (2020) çalışmasında 2013-2019 yılları arasındaki verileri kullanarak Türkiye'de konut satışlarının tahminini yapay sinir ağı ile yapmıştır.

Bu çalışmada öncelikle Sakarya İl'inde son yıllarda konut kiralarının artmasında önemli ekonomik faktörler dikkate alınarak son zamanlardaki konut kiraları incelenmiştir. Konut yatırımcılarına, emlakçılara ve konut kiralayacaklara destek olmak amacı ile gelecek dönemlerde konut kiralarında nasıl bir değişiklik olacağı yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin edilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Yapay Sinir Ağları (YSA) insan beynindeki nöronların çalışma şeklinden ilham alan bir yapay zeka tekniğidir (Sa'ad ve ark., 2022). Tahmin problemlerinde oldukça yaygın kullanılan yapay sinir ağları, geleneksel tahmin modellerinin üstesinden gelmektedir (Praveen ve ark., 2019). Bir sinir ağı, aktivasyon fonksiyonları aracılığıyla bilgiyi işleyen ve ileten birbirine bağlı yapay proses elemanları, düğümler ve algılayıcılardan oluşmaktadır (Teixeira ve Fernandes, 2012). Yapay sinir ağları ağ topolojisi olarak giriş katmanı, gizli (ara) katman ve çıktı katmanından oluşmaktadır. Veriler girdi katmanından ağa iletildikten sonra ara katmanda ağın ağırlık değerleri kullanılarak çıktı katmanına gönderilir (Kuşkapan ve ark., 2022). Tahmin problemlerinde yaygın olarak kullanılan çok katmanlı yapay sinir ağı modelleridir. Görsel 1'de yapay sinir ağının genel yapısı gösterilmektedir.



Görsel 1: Yapay sinir ağı genel yapısı (Calp, 2019)

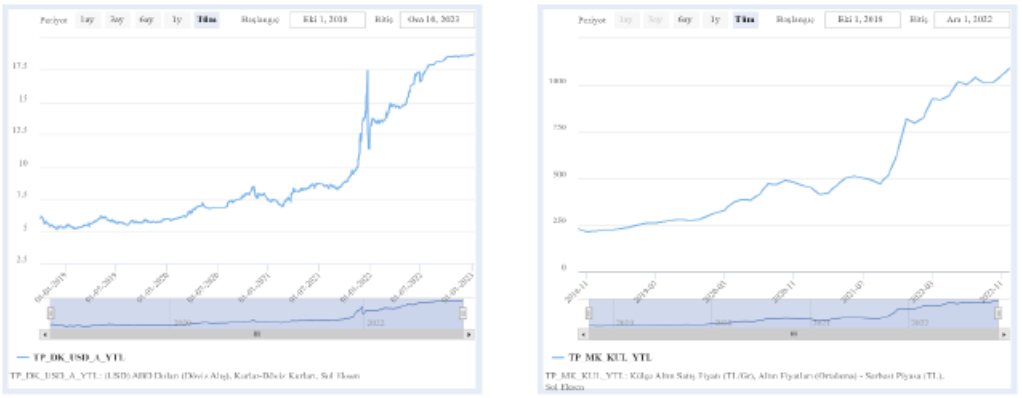
3. UYGULAMA

Çalışmada öncelikle uygulama yeri olarak seçilen ve genellikle konumu gereği üniversite öğrencilerinin yoğun olarak yaşadığı Sakarya İl'inin Serdivan İlçesinin Kemalpaşa Mahallesi verileri incelenmiştir. Kemalpaşa Mahallesi seçilmesinin sebebi ise bölgesel faktörü yansıtmaktadır. Bölgesel faktör, ülkenin bölgesel ekonomik durumunu gösterir. Sakarya Üniversitesi Kemalpaşa Mahallesi'nde bulunduğu için bu bölgeye yerleşen üniversite öğrencileri dikkate alınarak yapılan bu çalışmada daha doğru sonuçlar verileceği düşünülmüştür.

Yapay Sinir Ağları yöntemi ile tahmin yapabilmek için yaşam koşulları gereği konut kiralarını etkileyen yedi adet girdi değişkeni belirlenmiştir. Bu değişkenler: dolar kuru, altın kuru, tüketici fiyat endeksi (TÜFE), asgari ücret, yurtiçi üretici fiyat endeksi Yİ-ÜFE), gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYİH) ve Brent petrol fiyatıdır. Tüketici fiyat endeksi (TÜFE) ve yurt içi üretici fiyat endeksi (Yİ-ÜFE) ülkenin genel fiyat seviyesini yansıtmaktadır. TÜFE ve Yİ-ÜFE yüksek ise konut kiraları da yüksek olur. GSYİH yüksekse, işlem hacmi yüksek olur ve konut kiraları da yüksek olur. Asgari ücret, ülkenin genel seviyesini yansıtır. Asgari ücret yüksekse konut kiraları da yüksek olur. Döviz kuru değişimi, yabancı yatırımcıların ülkeye yaptığı yatırımları etkileyebilir. Değişen döviz kuru, konut kiralarını etkileyebilir.

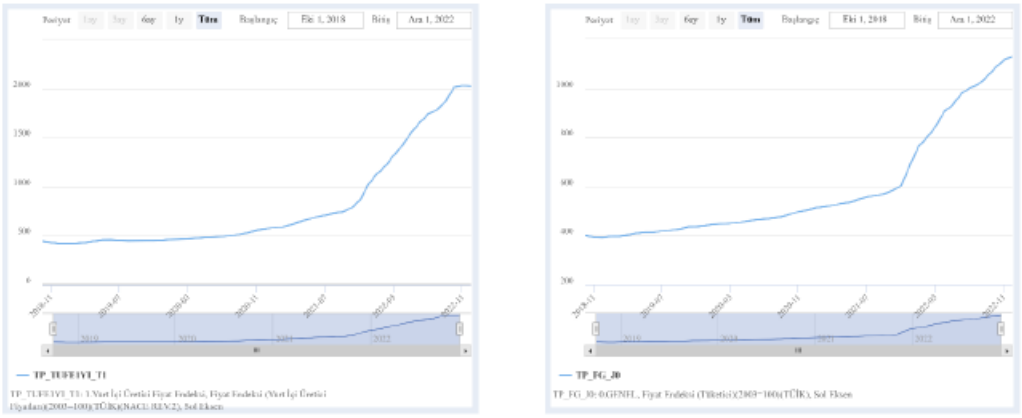
Çalışmada, yapay sinir ağları çıktı değişkeni olarak, geçmiş kira verileri alınmıştır. Tüm bu girdi ve çıktı değişkenleri için yapay sinir ağı ile kira tahmini yapılmak istenmektedir. Yapay sinir ağlarının tahmin yapabilmesi için yeterli sayıda örnek veri miktarına ihtiyaç vardır. Yakın zamanlı bir çalışma gerçekleştirilmek istendiğinden Ekim 2018 – Aralık 2022 tarihleri arasındaki veriler değerlendirilmiştir. Veriler haftalık olarak alınmıştır. Toplamda 222 adet örnekten oluşan veri seti kullanılmıştır.

Bu çalışmada belirlenen girdi değişkenlerinden dolar kuru ve altın kuru fiyatları 2018-2022 yıllarındaki değerler için Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası'nın (TCMB) verileri kullanılmıştır. Veriler Görsel 2'de gösterilmektedir.



Görsel 2: Dolar ve Altın kuru (TCMB, 2022)

Girdi değişkenlerinden TÜFE ve Yİ-ÜFE için gerekli veriler de TCMB'nin 2018-2022 yıllarındaki değerleri alınmıştır. Görsel 3'de TÜFE ve Yİ-ÜFE değerleri gösterilmektedir.



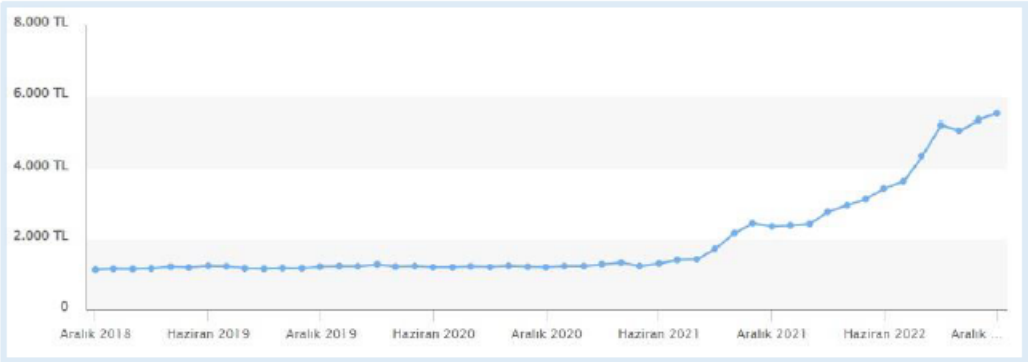
Görsel 3: TÜFE ve Yİ-ÜFE değerleri

Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası'ndan GSMH yıllık verileri alınmıştır. Aynı şekilde asgari ücret yıllık belirlenen fakat ekonomik şartlara göre yıl içerisinde de değişiklik gösterebilen bir tutardır. 2018 yılından bu yana değişen asgari ücret tutarları da girilmiştir. Brent petrol fiyatları da aynı şekilde Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası'ndan alınmıştır. Görsel 4'de Brent petrol fiyatları ve GSYİH verileri gösterilmektedir.



Görsel 4: Brent petrol fiyatları ve GSYİH verileri

Çıktı değişkeni olan konut kira verileri olarak ise Emlak360 internet sitesinden geçmiş veriler çekilmiştir. Kemalpaşa Mahallesi'nin 2018 yılından bu zamana kadar ortalama kira tutarları Görsel 5'de gösterilmektedir.



Görsel 5: 2018-2022 yılları arası konut kira fiyatları (Emlak360)

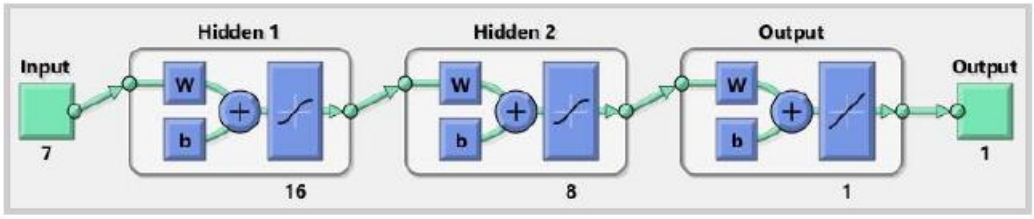
Görsellerde gösterilen verilerin grafiklerinden de anlaşılacağı üzere 2021 yılı sonrasındaki kira fiyatlarının artışlarının sebepleri ekonomik faktörler olduğu açıkça bellidir. Dolar ve altın kurunun da 2021 yılı ve sonrasında yaşanan dalgalanmalar, tüketici fiyat endeksi ve yurt içi üretici fiyat endeksi de 2021 yılı sonrasında birden yükselme yaşanmıştır. Ekonomik şartlar zorlanmaya başladığında ev sahipleri de kira fiyatlarında artış yapmıştır.

Belirlenen veri setini göz önünde bulundurarak geçmiş veriler MATLAB programının Neural Fitting Tool'da işlenerek yapay sinir ağları uygulaması yapılmıştır. Görsel 6'da MATLAB R2018b sürümünde öğrenmesi gerçekleştirilen geri beslemeli yapay sinir ağı modelinin parametreleri gösterilmektedir.

Ağ Tipi	Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları
Gizli Katman Sayısı	2
Gizli Katmandaki Nöron Sayısı	[7 8]
Eğitim Fonksiyonu	Levenberg-Marquardt
Performans	MSE – Mean Squared Error
Aktivasyon Fonksiyonu	Tansig
Epoch	300
Öğrenme Katsayısı	0.80

Görsel 6: YSA parametreleri

Bu parametreler kullanılarak farklı ağ topolojilerine sahip pek çok uygulama denemeleri yapılmıştır. Görsel 7'de (7x16x8x1) ağ topolojisine sahip (girdi katmanında yedi girdi değişkeni, iki gizli katman (birinde 16 proses elemanı diğerinde 8 proses elemanı) ve çıktı katmanında bir çıktı değişkeninden oluşan) bir yapay sinir ağı için örnek gösterim yer almaktadır.



Görsel 7: YSA örnek gösterimi

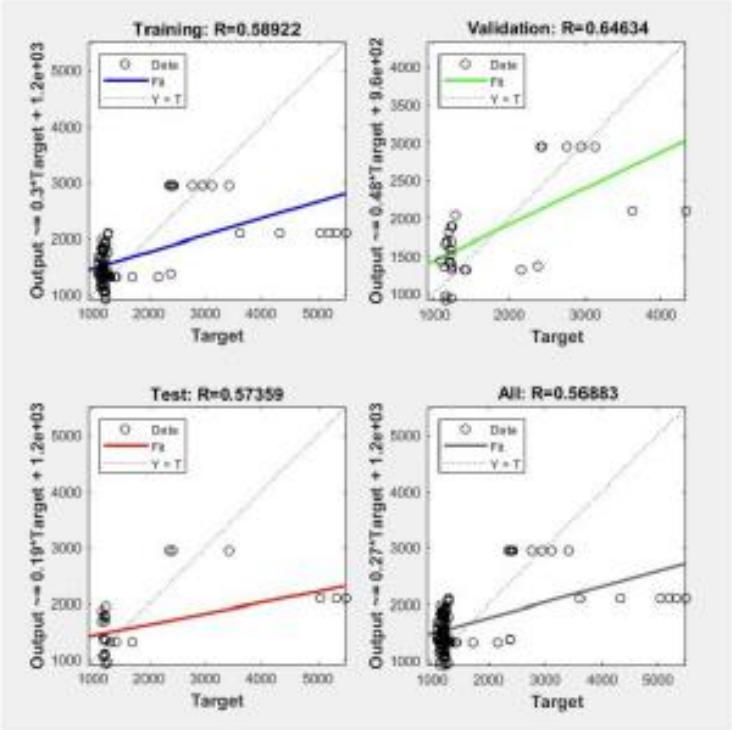
Yapay sinir ağının performansını optimize etmeye çalışmak için gizli katmanın proses elemanı sayısı her denemede değiştirilmiştir. En iyi performansı veren gizli katman ve proses elemanı sayısı bulunmaya çalışılmıştır. Görsel 8'de farklı proses elemanı sayılarına göre bazı regresyon sonuçları verilmiştir. Görsel 8'den de anlaşılacağı üzere proses elemanı sayısı artırıldığında daha iyi öğrenme sonucuna ulaşılmıştır.

Gizli Katman Nöron Sayısı	Traning R	Validation R	Test R
7-7	0.99816	0.99848	0.98994
16-8	0.89761	0.94458	0.89201
21-12	0.9999	0.99964	0.9995
7-6	0.58922	0.64634	0.57359
7-5	0.9774	0.92365	0.89455
13-5	0.93886	0.92238	0.85206
8-5	0.98883	0.99792	0.97645
6-2	0.87295	0.93674	0.86825

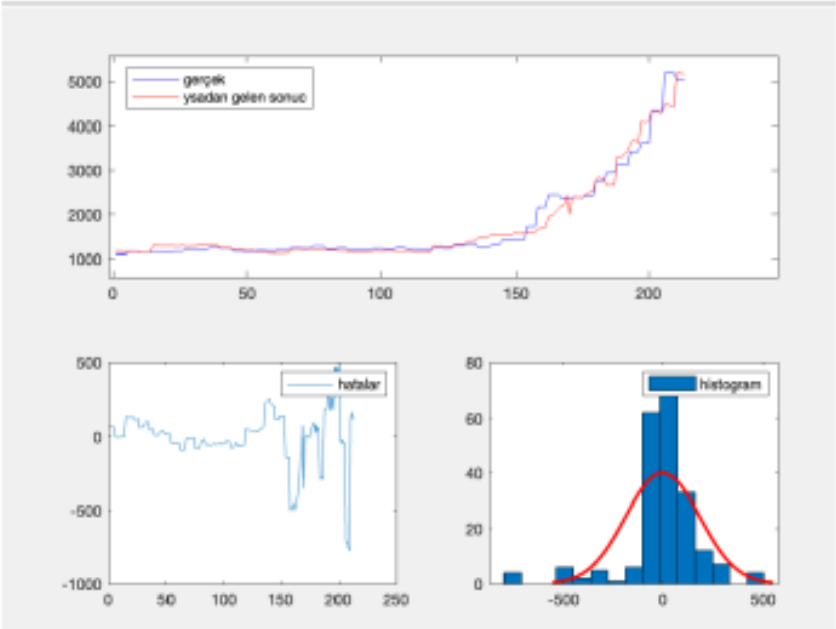
Görsel 8: Farklı gizli katman ve proses elemanı sayılarına göre regresyon sonuçları

4. SONUÇ

Yapılan çalışmada Matlab R2018b Neural Fitting Tool (YSA) modülü ile Ekim 2018- Aralık 2022 tarihleri arasında (Dolar kuru, Altın kuru, Petrol, TÜFE, Asgari ücret, GSMH, Yİ-ÜFE) verilerinin haftalık değişimleri girdi olarak ve aynı tarihlerde Kemalpaşa Mah. Serdivan/SAKARYA bölgesindeki 2+1 eşit imkanlara sahip dairelerin kiralanmış fiyatları çıktı olarak incelenmiştir. Çalışmada iki gizli katman kullanılmış olup proses elemanı sayıları arttırılarak regresyon çıktıları gözlemlenmiştir. Burada amaç regresyon çıktılarının 1'e en yakın sonuca ulaşmasıdır. İki gizli katmanlı 7-6 proses elemanından oluşan yapıda R=0.58 elde edilmiş olup iyileştirmeye devam edilmiştir. Çalışmanın başlangıç R ve tahmin değerleri Görsel 9 ve 10 'da gösterilmektedir.

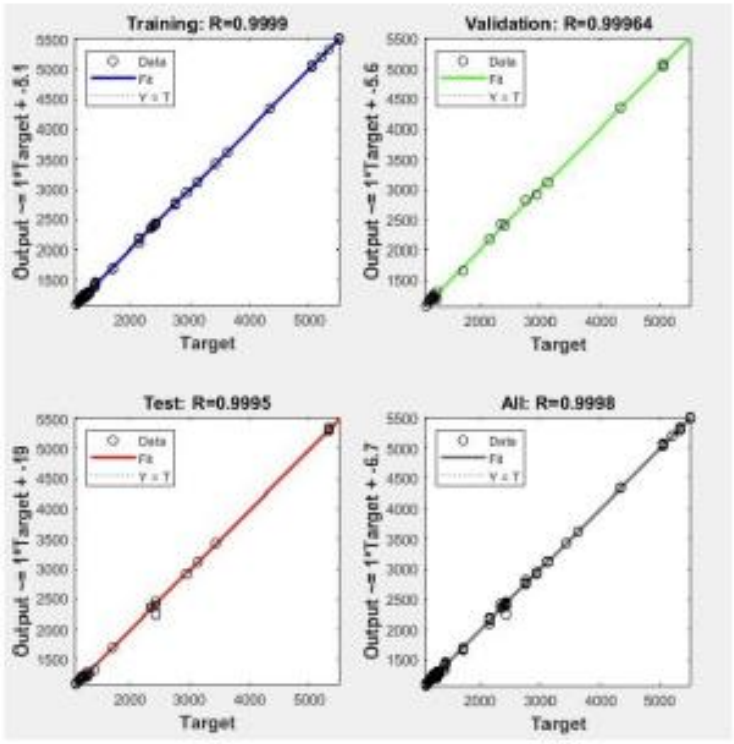


Görsel 9: Başlangıç R değerleri (iki gizli katman, 7-6 proses elemanlı)

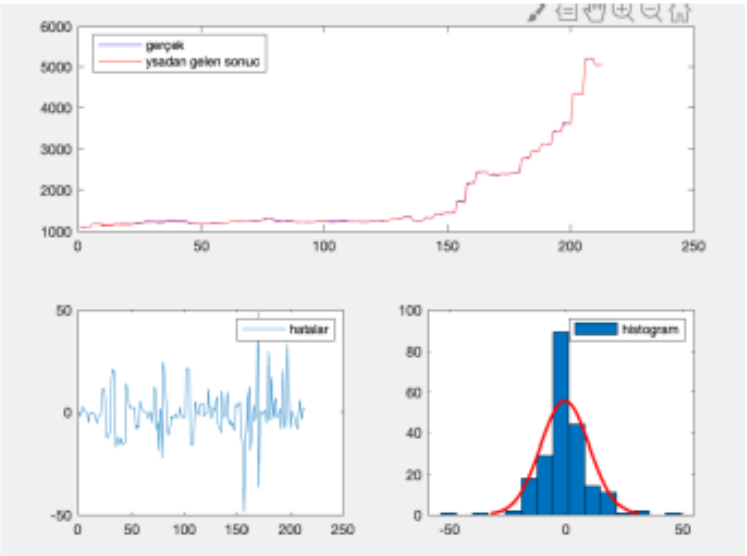


Görsel 10: Başlangıç tahmin değerleri (iki gizli katman, 7-6 proses elemanlı)

MSE değerinin düşük olması ağın daha doğru sonuç verdiğini gösterdiği için regresyon çıktılarını 1'e yakın elde edene kadar proses elemanı sayıları arttırılmıştır. En iyi sonucu iki gizli katmanlı 21-12 proses elemanı sayılarından oluşan modelde elde edilmiştir. Görsel 11 ve 12'de sonuçlar gösterilmektedir.



Görsel 11: R değerleri (iki gizli katman, 21-12 proses elemanlı)



Görsel 12: Tahmin değerleri (iki gizli katman, 21-12 proses elemanlı)

Elde edilen verilerle YSA girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi öğrenmiş ve %99,95 oranında doğru tahminler göstermektedir. Gelecek dönemler için uygulandığında kira fiyatlarının artacağı yönde değerler tahmin etmektedir.

Ekim 2022'den sonraki yedi haftanın girdi değerleri verilmiş olup gerçekleşen kira fiyatları verilmemiştir ve YSA'dan kira tahmini yapması istenmiştir. Elde edilen sonuçlara girilen son

yedi haftanın verileriyle yaptığı tahminler doğrultusunda kira fiyatlarında artışın devam edeceği tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Doğan, O., Bande, N., Genç, Y., Akyön, F.Ç., Keçiören/Ankara Özelinde Konut Rayiç Değerlerinin Yapay Sinir Ağları Metodu Kullanılarak Tahmini, Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 35, 113-128. 2022, https://doi.org/10.18092/ulikidince.941952

[2] Güner, Ş.N., Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Konut Satışlarının İncelenmesi: Ankara İli Örneği, Fiscaoeconomia, 5(1), 359-371, 2021

[3] Yılmaz, H., Tosun, Ö., Aylık konut satışlarının modellenmesi ve Antalya örneği, Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 11(21), 141-158, 2020

[4] Yılmazel, Ö., Afşar, A., Yılmazel, S., Konut fiyat tahmininde yapay sinir ağları yönteminin kullanılması, International Journal of Economic and Administrative Studies, 20, 285-300, 2018

[5] Yaman Selçi, B., Türkiye'nin konut satış değerlerinin yapay sinir ağları ile öngörülmesi, Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics, 35, 19-32, 2020

[6] Sa'ad, A., Nyoungue, A.C., Hajej, Z., An integrated maintenance and power generation forecast by ANN approach based on availability maximization of a wind farm, Energy Reports, 8, 282-301, 2022

[7] Praveen, U., Farnaz, G., Hatim, G., Inventory management and cost reduction of supply chain processes using AI based time-series forecasting and ANN modeling, Procedia Manufacturing, 38, 256-263, 2019

[8] Teixeira, J.P., Fernandes, P.O., Tourism time series forecast-different ANN architectures with time index input, Procedia Technology, 5, 445-454, 2012

[9] Kuşkapan, E., Kayacı Çodur, M., Çodur, M.Y., Türkiye'deki demiryolu enerji tüketiminin yapay sinir ağları ile tahmin edilmesi, Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(1), 72-84, 2022

[10] Calp, H., İşletmeler için personel yemek talep miktarının yapay sinir ağları kullanılarak tahmin edilmesi, Politeknik Dergisi, 22(3), 675-686, 2019

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Elif Sena ERGÜN[1], Doç. Dr. Tülay KORKUSUZ POLAT[2]
[1]Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
- 0009-0006-2571-9101
[2]Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
- 0000-0001-6693-7873

ÖZET

Bu çalışmada petrol türevli plastik üretimi yapan bir işletmenin, günümüz koşullarınca petrole ulaşımın zorlaşmaya başlaması ayrıca kaynakların da tükenmeye başlaması sorunu ele alınmaktadır. İşletme bu nedenlerden dolayı alternatif hammadde çözümlerine yönelmeyi düşünmektedirler. Bu alternatif çözümün biyo bozunabilir plastik olabileceği düşünülmektedir. İşletmenin bu alternatif çözüme geçmesi için hem üretim sistemlerinde hem de tedarikçilerinde önemli değişiklikler yapmasını gerektirmektedir ve doğal olarak işletme net olmayan bu çözüm için böyle bir riske girmek istememektedir. Bu çalışmada işletmenin yeni alternatif çözüme geçmesi için tedarikçi değerlendirme aşamaları üzerinde çalışılacaktır. Çalışmada çok kriterli karar verme teknikleri ile uygulama yapılmıştır. Tedarikçi değerlendirme kriterleri çok kriterli karar verme tekniklerinden Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi (FAHP - Fuzzy Analytic Hierarchy Process) yöntemi ile ağırlıklandırılıp bir diğer çok kriterli karar verme yöntemi olan Birleşik Uzlaşma Yöntemi (CoCoSo - Combined Compromise Solution) ile tedarikçi değerlendirmesi yapılmıştır. Olası üç tedarikçiden en uygun olanı seçilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, Tedarikçi Seçimi, Biyo Bozunabilir Plastik

1. GİRİŞ

Günümüzde ön planda olan kavramlarda birisi de "yeşilci olmak" kavramıdır. Tüketimin hızla artması ama buna rağmen kaynakların aynı oranda artmaması üstelik gittikçe azalması hem toplumların hem de işletmelerin bu konudaki bilinç seviyesini arttırarak yeşil üretime, yeşil üretim ile üretilen ürünleri seçmeye yönlendirmektedir. Tüketici isteklerinin ve pazarın yeşil ekonomiye-üretime dönmesi ile birlikte işletmeler de hem kaynakların azalmasından dolayı hem de Pazar paylarını kaybetmemek için yeşil üretim yapmak ve yeşil üretime destek olabilecek tedarikçilerle çalışmak zorundadırlar.

Hem hammaddenin zamanında-istenilen miktarda-kalitede gelmesi hem de hammadde maliyetinin ürün maliyetinde önemli bir kalem olmasından dolayı tedarikçi seçimi işletmeler için oldukça önemlidir. Tedarikçi seçiminde değerlendirilmesi gereken çok fazla sayıda kriter olduğu için genellikle tedarikçi seçim problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmaktadır. Literatürde tedarikçi seçimi ile ilgili yapılmış çalışmalara sıklıkla rastlanılmaktadır. Madenoğlu (2020) çalışmasında Dengeli Puan Kartı-Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)-Uzlaşma Çözümüne göre

Alternatiflerin Ölçülmesi ve Sıralaması (MARCOS) yöntemlerini entegre şekilde kullanarak orta büyüklükte bir üretim işletmesi için tedarikçi seçimi yapmıştır. Kabadayı ve Küçük Çırpın (2020) çalışmalarında Gri İlişkisel Temelli TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi kullanarak bir tekstil işletmesi için tedarikçi seçimi yapmışlardır. Madenoğlu (2019) çalışmasında yeşil tedarikçi seçimi için gerekli kriterleri Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR (VIse Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje), Bulanık Gri İlişkisel Analiz ve bulanık Aras yöntemleri ile elde etmiştir. Eş ve Kocadağ (2020) çalışmalarında bir kamu kurumu için tedarikçi seçimini yapmak için Entropi Tabanlı MAUT (Multi Attibute Utility Theory) ve VIKOR yöntemlerini entegre şekilde kullanmışlardır. Çınar ve Uygun (2019) yeşil tedarikçi seçimi için Sezgisel Bulanık AHP yöntemini kullandıkları bir çalışma yapmışlardır. Yıldırım ve Timor (2019) çalışmalarında Bulanık AHP-Bulanık COPRAS (COmplex PRoportional ASsessment)-Gri COPRAS yöntemlerini entegre şekilde kullanarak tedarikçi seçimi modeli geliştirmişlerdir.

Bu çalışmada kaynak temininde sıkıntı yaşadığı için yeşil üretim yapmak isteyen bir işletmenin tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Olası üç adet tedarikçi bulunmaktadır. Ve işletme tedarikçilerden en uygun olanını seçmek istemektedir. Çalışmada işletme uzmanları ile birlikte belirlenen tedarikçi değerlendirme kriterleri çok kriterli karar verme tekniklerinden Bulanık AHP ile ağırlıklandırılmış ve bir başka çok kriterli karar verme tekniği olan CoCoSo yöntemi ile tedarikçi değerlendirmesi yapılmış ve en uygun tedarikçi seçilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), karar alternatifleri ve karar verici sayısının fazla olduğu problemlerin çözümü için kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinden birisidir (Kocakaya ve ark., 2021). 1970'lerde Saaty tarafından geliştirilmiştir (Saaty, 1987). Yöntemde problemin amaçları ile kriterler belirlenir, ağırlıkları belirlemek için kriterler ve alternatifler arasında ikili karşılaştırmlar yapılır ve son olarak alternatifler önem sırasına göre sıralanır (Saaty, 2007). Karar vericilerin aralıklı karar vermeyi sabit-kesin karar vermekten daha çok tercih ettiği problemlerin çözümü için bulanık mantık felsefesinden yararlanılmaktadır. Bulanık AHP için kullanılan farklı yaklaşımlar vardır. En çok tercih edilenlerden biri hesaplamaların bulanık sayıların kesişimi ile yapıldığı Chang yaklaşımıdır (Çanlı ve Kandakoğlu, 2007). Chang tarafından öne sürülen Bulanık AHP yaklaşımında ikili karşılaştırmalar, üçgensel bulanık sayılar ve yapay mertebe değerleri ile yapılmaktadır (Onat ve Kaçtıoğlu, 2020).

CoCoSo yöntemi son zamanlarda yaygın olarak kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisidir (Özdağoğlu ve ark., 2022). Yöntem, Yazdani ve arkadaşları tarafından 2019 yılında geliştirilmiştir (Karaköy ve ark., 2023). CoCoSo yöntemi birden çok alternatifi değerlendirmek, sıralamak ve aralarından seçim yapmak için karar verme yöntemlerini ve toplama stratejilerini birleştiren bir yöntemdir (Turanlı ve ark., 2023). Yöntem kısaca: karar matrisinin oluşturulması ile başlar, matris normalize edilir, normalize değerler ağırlıklar ile çarpılır, alternatifler için performans endeksleri tahmin edilir (Si ve Pi), belirlenen toplama stratejilerine göre değerlendirme puanları hesaplanır, alternatifler sıralanır (Yazdani ve ark., 2019)

3. UYGULAMA

Bu çalışmada, uygulama yapılan işletmenin yeşil tedarikçi değerlendirmesi için çözüm geliştirilmiş ve kriterler belirlenerek en uygun tedarikçi seçilmiştir.

Çözümde işletme çalışanları ile beraber belirlen kriterlerin ağırlıklandırılması için Bulanık AHP yöntemi kullanılmış, daha sonra belirlenen ağırlıklara göre tedarikçilerin değerlendirilmesi için bir diğer çok kriterli karar verme yöntemi olan CoCoSo yöntemi kullanılmıştır.

Çizelge 1'de Bulanık AHP yöntemi için başlangıç çözüm tablosu gösterilmektedir.

Çizelge 1: Başlangıç çözümü

	KRİTERLER		
ALTERNATİFLER	FİYAT	TEDARİK SÜRESİ	FİRMA İMAJI
ADAPAZARI TÜCCARI	1450	1	4,1
GEMLİK TÜCCARI	1500	4	3,7
DİNAR TÜCCARI	1625	3	4,3

Çizelge 2'de Bulanık AHP için hazırlanan bulanık değerli karar matrisi gösterilmektedir.

Çizelge 2: Bulanık değerli karar matrisi

	KRİTERLER		
ALTERNATİFLER	FİYAT	TEDARİK SÜRESİ	FİRMA İMAJI
ADAPAZARI TÜCCARI	1,1,1	5,6,7	6,7,9
GEMLİK TÜCCARI	(1/7,1/6,1/5)	1,1,1	(1/6,1/5,1/4)
DİNAR TÜCCARI	(1/8,1/7,1/6)	4,5,6	1,1,1

Bulanık AHP için hesaplamalar yapıldıktan sonra elde edilen ağırlıklar Çizelge 3'de gösterilmektedir.

Çizelge 3: Bulanık AHP ağırlıkları

	FİYAT			TEDARİK SÜRESİ			FİRMA İMAJI			Bul. Geo Ort.Değer			Bulanık ağırlıklar		
FİYAT	1,00	1,00	1,00	5,00	6,00	7,00	6,00	7,00	8,00	3,11	3,48	3,83	0,741828	0,740879	0,74
TEDARİK SÜR	0,14	0,17	0,20	1,00	1,00	1,00	0,17	0,20	0,25	0,29	0,32	0,37	0,068683	0,068595	0,070925
FİRMA İMAJI	0,13	0,14	0,17	4,00	5,00	6,00	1,00	1,00	1,00	0,79	0,89	1,00	0,189490	0,190526	0,192520
									TOPLAM	4,19	4,69	5,19			
									T. TERSİ	0,23874	0,21314	0,19252			

Bulanık AHP yöntemi ile ağırlıklar hesaplandıktan sonra CoCoSo yöntemi ile tedarikçi seçimi yapılmıştır. CoCoSo yöntemi için başlangıç çözüm matrisi Çizelge 4'de gösterilmektedir.

Çizelge 4: CoCoSo başlangıç çözüm matrisi

AĞIRLIKLAR	0,740879	0,068594684	0,190526272
	FİYAT	TEDARİK SÜRESİ	FİRMA İMAJI
ADAPAZARI TÜCCARI	1450	1	4,1
GEMLİK TÜCCARI	1500	4	3,7
DİNAR TÜCCARI	1625	3	4,3
MAX/MİN DEĞERLER	1625	4	3,7

CoCoSo yöntemi için yapılan normalizasyon işlemi Çizelge 5'de ve ağırlıklandırılmış normalize değerler de Çizelge 6'da gösterilmektedir

Çizelge 5: CoCoSo normalizasyon işlemi

	0,740879	0,068594684	0,190526272
Normalize Edilmiş	FİYAT	TEDARİK SÜRESİ	FİRMA İMAJI
ADAPAZARI TÜCCARI	1	1	0,666666667
GEMLİK TÜCCARI	0,714285714	0	0
DİNAR TÜCCARI	0	0,333333333	1

Çizelge 6: CoCoSo ağırlıklandırılmış normalize değerler

AĞIRLIKLAR	0,740879	0,068594684	0,190526272
Ağırlıklı Normalize	FİYAT	TEDARİK SÜRESİ	FİRMA İMAJI
ADAPAZARI TÜCCARI	1,000000	1,000000	0,925657
GEMLİK TÜCCARI	0,779358	0,000000	0,000000
DİNAR TÜCCARI	0,000000	0,927411	1,000000

CoCoSo yöntemi için hesaplanan S_i ve P_i değerleri Çizelge 7'de, K_{ia} değerleri ve sıralaması Çizelge 8'de, K_{ib} değerleri ve sıralaması ise Çizelge 9'da, K_c değerleri ve sıralaması Çizelge 10'da gösterilmektedir.

Çizelge 7: S_i ve P_i değerleri

	Si	Pi
ADAPAZARI TÜCCARI	0,936491243	2,925656785
GEMLİK TÜCCARI	0,529199317	0,779358
DİNAR TÜCCARI	0,213391166	1,927411

Çizelge 8: K_{ia} değerleri ve sıralaması

	Kia	Sıralama
ADAPAZARI TÜCCARI	0,528228749	1
GEMLİK TÜCCARI	0,178972272	3
DİNAR TÜCCARI	0,292798978	2

Çizelge 9: K_{ib} değerleri ve sıralaması

	Kib	Sıralama
ADAPAZARI TÜCCARI	8,142546492	1
GEMLİK TÜCCARI	3,479949504	2
DİNAR TÜCCARI	3,473075782	3

Çizelge 10: K_c değerleri ve sıralaması

	Kc	Sıralama
ADAPAZARI TÜCCARI	1	1
GEMLİK TÜCCARI	0,338815849	3
DİNAR TÜCCARI	0,554303375	2
	λ=0,5	
	0,5	

CoCoSo yönteminin hesaplamalarına göre tedarikçilerin sıralaması ise Çizelge 11'de verilmektedir.

Çizelge 11: K_i değerleri ve tedarikçi sıralaması

	Ki	Sıralama	SONUÇ
ADAPAZARI TÜCCARI	4,849867151	1	EN İYİ
GEMLİK TÜCCARI	1,927931647	3	KÖTÜ
DİNAR TÜCCARI	2,266117198	2	ORTA

4. SONUÇ

Uygulamanın **çözümüne** göre Bulanık AHP ve CoCoSo yöntemlerinin entegrasyonu ile yapılan değerlendirmeye göre en iyi tedarikçi olarak Adapazarı Tüccarı çıkmıştır. Problemin çözümü için farklı çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanıldığı başka uygulamalarda yapılarak sonuçlar karşılaştırılabilir.

.

KAYNAKÇA

[1] Madenoğlu, F.S., Dengeli puan kart-AHP-MARCOS yöntemlerine dayalı tedarikçi seçimi, Journal of Economic Business&Organization Research, 2(2), 99-120, 2020

[2] Kabadayı, N., Küçük Çırpın, B., Gri ilişkisel temelli TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi ve tedarikçi risk değerlendirmesi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 25(2), 767-788, 2020

[3] Madenoğlu, F.S., Bulanık çok kriterli karar verme ortamında yeşil tedarikçi seçimi, Business&Management Studies: An International Journal, 7(4), 1850-1869, 2019

[4] Eş, A., Kocadağ, D., Entropi tabanlı MAUT ve VIKOR yöntemleriyle tedarikçi seçimi: bir kamu kurumu örneği, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 18, 265-280, 2020

[5] Çınar, A., Uygun, Ö., Sezgisel bulanık AHP yöntemiyle yeşil tedarikçi seçimi, Zeki Sistemler Teorisi ve Uygulamaları Dergisi, 2(2), 24-31, 2019
[6] Yıldırım, B.F., Timor, M., Bulanık ve Gri Copras yöntemleri kullanılarak tedarikçi seçim modeli geliştirilmesi, Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 682), 283-310, 2019
[7] Kocakaya K., Engin, T., Tektaş, M., Aydın, U., Türkiye'de bölgesel havayolları için uçak tipi seçimi: Küresel bulanık AHP-TOPSIS yöntemlerinin entegrasyonu, Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulama Dergisi, 4(1), 2021
[8] Saaty, R.W., The analytic hierarchy process-What it is and How it is used, Math Modelling, 9(3-5), 161-176, 1987
[9] Saaty, T.L., Time dependent decision-making: dynamic priorities in the AHP/ANP: generalizing from points to fuctions and from real to complex variables, Mathematical and Computer Modelling, 46, 860-891, 2007
[10] Çanlı, H., Kandakoğlu, A., Hava gücü mukayesesi için bulanık AHP modeli, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 3(1), 71-82, 2007
[11] Onat, A., Kaçtıoğlu, S., Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi: perakende sektöründe bir uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 19(37), 65-79, 2020
[12] Özdağoğlu, A., Işıldak, B., Keleş, M.K., MEREC tabanlı CoCoSo yöntemiyle uçuş okullarının uçak seçimlerinin değerlendirilmesi, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 13(2), 708-719, 2022
[13] Karaköy, Ç., Er Çakmaktepe, N., Ulutaş, A., Eski SSCB Ülkelerinin ekonomik özgürlük endekslerinin SD ve CoCoSo yöntemleri ile analizi, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(1), 276-290, 2023
[14] Turanlı, R., Özden, Ü.H., Gerçeker, D., CoCoSo yöntemi ile en iyi yaşanabilir Avrupa Ülkeleri Başkentlerinin sıralaması, Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi, 09(01), 84-95, 2023
[15] Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E.K., Turskis, Z., A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems, Management Decision, 57(9), 2501-2519, 2019, doi: 10.1108/MD-05-2017-0458

PLAKA TANIMA VE YÜZ TANIMA ENTEGRASYONU İLE OTOMATİK GÜVENLİK GİRİŞ KONTROL SİSTEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Funda AKAR

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, **ORCID:** 0000-0001-9376-8710

Berk GÜR

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, **ORCID:** 0009-0006-0388-4683

Eren HAZİNE

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, **ORCID:** 0009-0002-1535-3637

Batuhan BALI

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, **ORCID:** 0009-0002-9159-7967

ÖZET

Günümüzde plaka tanıma ve yüz tanıma sistemleri birçok alanda kullanılmaktadır. Bu çalışmada, plaka tanıma ve yüz tanıma sistemleri bir arada kullanılarak, farklı güvenlik seviyelerinin tanımlandığı bir otomatik giriş kontrol sistemi tasarlanmıştır. Sistem, OpenCV kütüphanesi kullanılarak Python programlama dili ile entegre edilmiştir.

Sistemin temel amacı, kamera aracılığıyla gelen görüntüleri işlemek, bu görüntülerde yer alan araç plakalarını ve aracı kullanan kişinin yüzünü tanıyarak farklı güvenlik seviyelerine göre giriş ve çıkış işlemlerini otomatik olarak gerçekleştirmektir. Plaka tanıma işleminde öncelikle görüntü üzerinde kenar tespiti yaparak plaka bölgesi belirlenir ve daha sonra morfolojik işlemler uygulanarak plaka numarasına dönüştürür. Yüz tanıma işleminde ise, eğitilmiş bir Cascade Sınıflandırıcı kullanılarak, görüntülerdeki yüzler tespit edilir ve bu yüzler veri tabanı ile karşılaştırılarak giriş-çıkış işlemleri gerçekleştirilir.

Sistemde düşük, orta ve yüksek olmak üzere farklı güvenlik seviyeleri tanımlanabilir. Örneğin, sisteme kaydedilen araç sahipleri için farklı güvenlik seviyeleri belirlenebilir. Özel güvenlik personeli veya yöneticiler için daha yüksek güvenlik seviyeleri belirlenerek, sadece belirli kişilerin girişine izin verilebilir. Böylece, sistemin kullanım alanı ve güvenlik seviyesi kurumun ihtiyacına göre özelleştirilebilir. Ayrıca, belirli zamanlarda veya olaylarda güvenlik seviyeleri değiştirilebilir, böylece sistemin daha esnek ve ölçeklenebilir olması sağlanabilir. Sistem, veri tabanı bağlantısı ile çalışmaktadır. Veri tabanında, araç sahibinin plaka numarası, adı, soyadı

ve yüzünün resmi gibi bilgiler yer almaktadır. Giriş-çıkış kontrol işlemi sırasında, veri tabanında araç plakasının veya araç sahibinin kayıtlı olup olmadığı kontrol edilir ve eğer kayıtlıysa, aracın giriş izin seviyesi kontrol edilerek giriş izni verilir ya da engellenir. Tanımlanan güvenlik seviyesine göre üst düzey yetkililerin girişlerinde araç plakası dikkate alınmadan doğrudan geçiş izni verilebilmesi de mümkün kılınabilir. Bu çalışma, farklı güvenlik seviyesine sahip alanlarda (otoparklar, havaalanları, üniversite yerleşkeleri, kamu kurumları, askeri üsler vs.) kullanılabilecek, insan hatası olasılığını azaltan, zaman tasarrufu sağlayan ve güvenlik seviyesini artıran bir sistemin tasarlanması açısından örnek teşkil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Giriş Kontrol Sistemi, Güvenlik, Yüz Tanıma, Plaka Tanıma, Karakter Tanıma

ABSTRACT

Nowadays, license plate recognition and face recognition systems are used in many areas. In this study, an automatic access control system with different security levels is designed by using license plate recognition and face recognition systems together. The system is integrated with Python programming language using OpenCV library.

Main purpose of the system is to process the images received through the camera, recognize vehicle license plates and the face of person driving the vehicle in these images, and automatically perform entry and exit operations according to different security levels. In license plate recognition process, license plate region is first determined by edge detection on the image and then morphological operations are applied to convert it into a license plate number. In face recognition, a trained Cascade Classifier is used to detect the faces in images and these faces are compared with the database to perform input-output operations.

Different security levels can be defined in the system: low, medium and high. For example, different security levels can be set for vehicle owners registered in the system. Higher security levels can be set for private security personnel or administrators, allowing only certain people to enter the system. Thus, the usage area and security level of the system can be customized according to the needs of institution. In addition, security levels can be changed at certain times or events, making the system more flexible and scalable. The system works with a database connection. The database contains information such as license plate number, name, surname and face picture of the vehicle owner. During the entry-exit control process, it is checked

whether the license plate number or the owner of vehicle is registered in the database, and if it is registered, the entry permission level of the vehicle is checked and the entry is allowed or blocked. Depending on the security level defined, it is also possible to grant direct access to high-level officials without considering the vehicle license plate. This study is an example for designing a system that can be used in areas with different security levels (parking lots, airports, university campuses, public institutions, military bases, etc.), reducing the possibility of human error, saving time and increasing the level of security.

Keywords: Access Control System, Security, Face Recognition, License Plate Recognition, Character Recognition

1.GİRİŞ

Taban olarak kullanılan plaka tanıma ve yüz tanıma sistemlerinin bir araya getirilerek tasarlandığı otomatik giriş kontrol sistemi, güvenlik seviyelerinin tanımlandığı farklı alanlarda kullanılabilen bir çözüm sunmaktadır. Bu çalışmada, sistemin amacı kamera aracılığıyla gelen görüntüleri işlemek, plaka ve yüz tanıma algoritmalarını kullanarak araç plakalarını ve sürücülerin yüzlerini tanımak ve güvenlik seviyelerine göre giriş ve çıkış işlemlerini otomatik olarak gerçekleştirmektir.

Sistemin temel işleyişi, görüntü üzerinde kenar tespiti yaparak araç plakası bölgesini belirlemek ve morfolojik işlemlerle plaka numarasını elde etmek şeklindedir. Aynı şekilde, eğitilmiş bir Cascade Sınıflandırıcı kullanılarak görüntülerdeki yüzler tespit edilir ve veri tabanıyla karşılaştırılarak giriş-çıkış işlemleri gerçekleştirilir.

Sistemde düşük, orta ve yüksek güvenlik seviyeleri tanımlanabilir ve örneğin, kaydedilen araç sahipleri için farklı güvenlik seviyeleri belirlenebilir. Özel güvenlik personeli veya yöneticiler için daha yüksek güvenlik seviyeleri belirlenerek, sadece belirli kişilerin girişine izin verilebilir. Bu şekilde, sistem kurumun ihtiyacına göre özelleştirilebilir ve kullanım alanı genişletilebilir.

Sistem ayrıca, belirli zamanlarda veya olaylarda güvenlik seviyelerinin değiştirilebilmesine olanak tanır, böylece daha esnek ve ölçeklenebilir bir yapı sunar. Veri tabanı bağlantısı ile çalışan sistemde, araç sahiplerinin plaka numaraları, isimleri, soyadları ve yüz resimleri gibi bilgiler bulunur. Giriş-çıkış kontrol işlemi sırasında, veri tabanında araç plakasının veya araç sahibinin kayıtlı olup olmadığı kontrol edilir ve kayıtlıysa aracın giriş izin seviyesi kontrol edilerek giriş izni verilir ya da engellenir.

```
_id: ObjectId('646f2c904e9f081805355141')
createdDate: "2023-05-11 16:50:53.841736"
▾ user: Object
    fullname: "eren-hazine"
    identitynumber: "11111111111"
    platenumber: "34ASC3434"
    roletype: "Student"
    profilepicture: "www.mycdn.com/eren-hazine-profile.png"

_id: ObjectId('646f301c4e9f081805355142')
createdDate: "2023-05-11 16:50:53.841736"
▾ user: Object
    fullname: "berk-gur"
    identitynumber: "22222222222"
    platenumber: "12PAA1231"
    roletype: "Student"
    profilepicture: "www.mycdn.com/berk-gur-profile.png"

_id: ObjectId('646fba6544033d3b3c927875')
createdDate: "2023-05-11 16:50:53.841736"
▾ user: Object
    fullname: "batuhan-bali"
    identitynumber: "77777777777"
    platenumber: "21DYR21"
    roletype: "Student"
    profilepicture: "www.mycdn.com/batuhan-bali-profile.png"
```


Görsel 1. Öğrenci Rolüne Sahip Kullanıcılar

Tanımlanan güvenlik seviyesine bağlı olarak, üst düzey yetkililerin araç plakası dikkate alınmadan doğrudan geçiş izni alabilmesi de mümkün kılınabilir.

```
fullname: "ozgur-kahya"
identitynumber: "45455445544"
platenumber: "42CE1906"
roletype: "Protocol"
profilepicture: "www.mycdn.com/ozgur-kahya-profile.png"

_id: ObjectId('647af39200ba4cfadb824fb3')
createdDate: "2023-08-11 16:50:53.841736"
▾ user: Object
  fullname: "funda-akar"
  identitynumber: "12312312312"
  platenumber: "24FA2424"
  roletype: "Protocol"
  profilepicture: "www.mycdn.com/funda-akar-profile.png"

_id: ObjectId('647af41300ba4cfadb824fb4')
createdDate: "2023-08-11 16:50:53.841736"
▾ user: Object
  fullname: "melis-gultekin"
  identitynumber: "67585944444"
  platenumber: "42UK898"
  roletype: "Student"
  profilepicture: "www.mycdn.com/melis-gultekin-profile.png"
```


Görsel 2. Protokol ve Öğrenci Rolüne Sahip Kullanıcılar

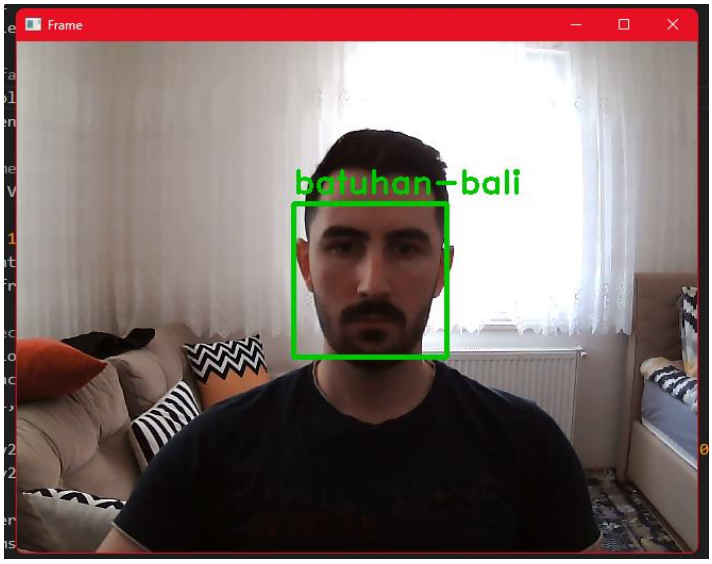
Bu çalışma, otoparklar, havaalanları, üniversite yerleşkeleri, kamu kurumları, askeri üsler gibi farklı güvenlik seviyesine sahip alanlarda kullanılabilecek, insan hatası olasılığını azaltan, zaman tasarrufu sağlayan ve güvenlik seviyesini artıran bir sistem örneği sunmaktadır.

2.Deneysel Çalışmalar

2.1 Çalışma Sistemi

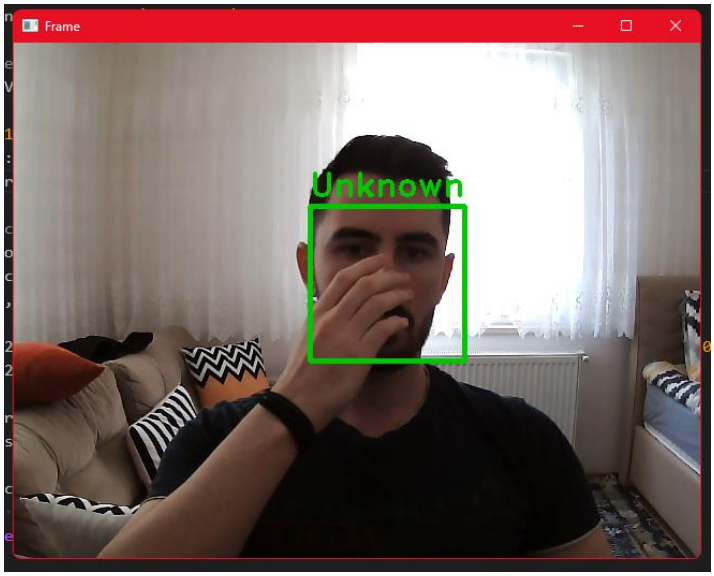
Sistem, plaka tanıma ve yüz tanıma işlemlerini birleştirerek çalışmaktadır. Plaka tanıma işlemi için görüntü üzerinde kenar tespiti yapılır ve plaka bölgesi belirlenir. Daha sonra morfolojik işlemler uygulanarak plaka numarası elde edilir. Yüz tanıma işlemi için ise eğitilmiş işlemler bir Cascade Sınıflandırıcı kullanılarak görüntülerdeki yüzler tespit edilir. Bu tespit edilen yüzler veri tabanıyla karşılaştırılarak giriş çıkış işlemleri gerçekleştirilir.

İlk olarak yüz tanıma işleminden sonra eğer ki taratılan yüz veritabanında kayıtlı ise kullanıcının ismini ekran da gösteririr ve bir txt dosyasına ismi yazar. Eğer ki kullanıcı kayıtlı değil ise veritabanına ekran üzerinde Unknown yazısı çıkar ve direkt olarak kullanıcı geçişi engellenir ve sisteme tanımlı güvenlik birimine mesaj olarak iletilir. Ayrıca dosyaya isim yazma işlemi ise gerçekleştirilmez.



Görsel 3. Yüz Tanıma Veritabanına Kayıtlı Kullanıcı

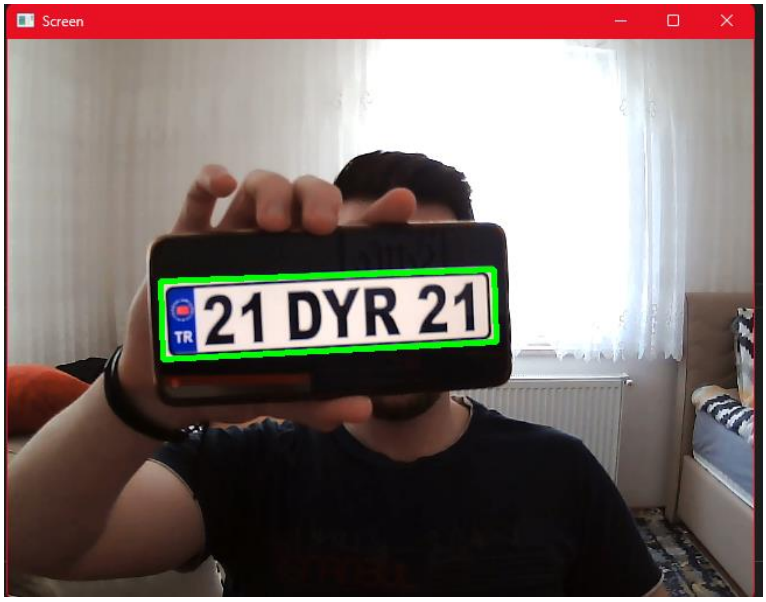
Görsel 3.' de daha önceden bahsedilen yüzü taratılan kullanıcının veritabanın da kayıtlı bir kullanıcı olması nedeniyle ekran üzerinde kullanıcı ismi ve soyismi yazıyor.



Görsel 4. Yüz Tanıma Veritabanına Kayıtlı Olmayan Kullanıcı

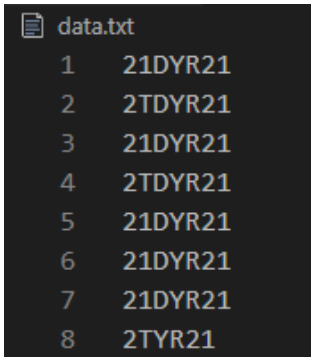
Görsel 4.' de daha önceden bahsedilen yüzü taratılan kullanıcının veritabanın da kayıtlı bir kullanıcı olmaması nedeniyle ekran üzerinde Unknown yazmaktadır.

Yüz tanıma işlemi gerçekleştirildikten sonra ise plaka tanıma sistemi devreye giriyor.



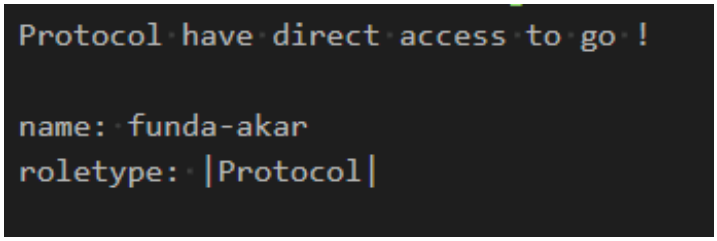
Görsel 5. Plaka Tanımadan Elde Edilen Çıktılar

Plaka tanıma işlemin de ise kameraya okutulan plaka (**Görsel 5**) üzerindeki veriler yüz tanıma işleminde de olduğu gibi bir txt dosyasına yazdırılıyor (**Görsel 6**) ve dictionary (sözlük) kullanılarak algoritmadan elde edilen en çok tekrar eden plakayı baz alıyoruz.



Görsel 6. Plaka Tanımadan Elde Edilen Çıktılar

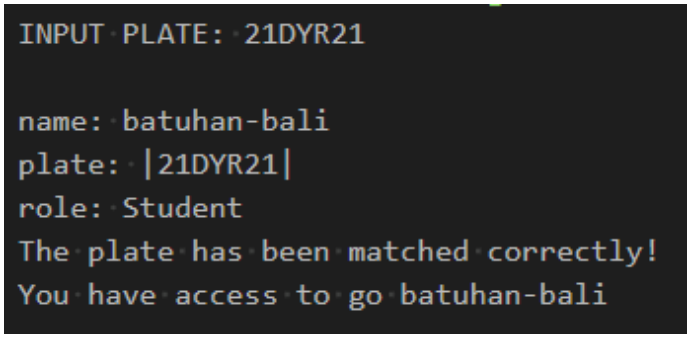
Bunu yapmamızın nedeni ise doğruluk oranını arttırmaktır. Son olarak yüz tanıma ve plaka tanıma sistemlerinden elde ettiğimiz verileri işleme adımında ise bir ara katman kullanıyoruz.



Görsel 7. Yüksek Geçiş İznine Sahip Bir Kullanıcı İşlem Sonucu

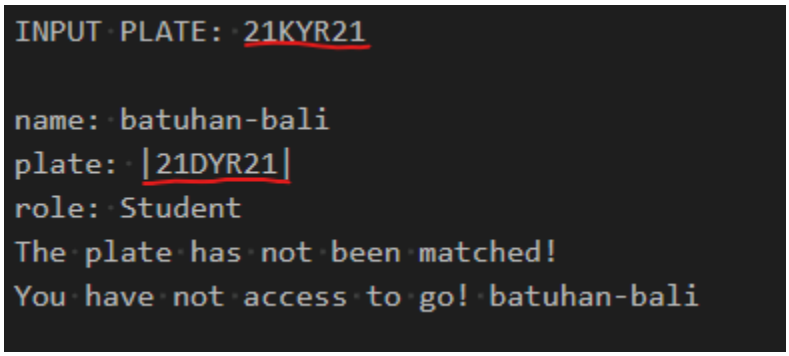
Bu ara katman yüz tanıma dan gelen isim ve soyisme göre ilk önce role tipine bakarak eğer ki role tipi üst seviye bir geçiş iznine sahip ise hiç plaka eşleştirme işlemini gerçekleştirmeden geçiş izni veriyor.(**Görsel 7**)

Kullanıcı yüksek geçiş iznine sahip değil ise, örneğin bu kullanıcı öğrenci role tipine sahip bir kullanıcı ise veritabanında kullanıcı ismine göre elde ettiğimiz verilerden gelen plaka numarasını plaka okuma işleminden elde ettiğimiz plaka verisiyle kıyaslayarak geçiş izni olup olmadığını tespit edebiliyoruz.



Görsel 8. Öğrenci Role Tipine Sahip Kullanıcı Plaka Eşleştirme Sonucu

Görsel 8.'de olduğu gibi plaka tanıma işleminden elde ettiğimiz plaka numarası 21DYR21 ve veritabanında kullanıcıya kayıtlı plaka ise 21DYR21 dolayısıyla geçiş izni veriliyor.



Görsel 9. Öğrenci Role Tipine Sahip Kullanıcı Plaka Eşleştirme Sonucu

Görsel 9.'de plaka tanıma işleminden elde ettipimiz plaka numarası 21KYR21 fakat kullanıcıya ait plaka 21DYR21 dolayısıyla kullanıcıya geçiş izni verilmiyor.

2.2 Uygulama Alanları

Bu sistem, farklı güvenlik seviyelerine sahip alanlarda kullanılabilecek potansiyele sahiptir. Örnek olarak otoparklar, havaalanları, üniversite yerleşkeleri, kamu kurumları, askeri üsler gibi yerlerde kullanılabilir. Sistem, insan hatası olasılığını azaltır, zaman tasarrufu sağlar ve güvenlik seviyesini artırır. Özel güvenlik personeli veya yöneticiler için daha yüksek güvenlik

seviyeleri belirlenerek sadece belirli kişilerin girişine izin verilebilir. Tanımlanan güvenlik seviyesine göre üst düzey yetkililerin girişlerinde araç plakası dikkate alınmadan doğrudan geçiş izni verilebilmesi de mümkündür.

2.3 Avantaj ve Dezavantajları

Bu sistem, birçok avantaja sahiptir. İnsan hatasını azaltır ve otomatik olarak giriş-çıkış işlemlerini gerçekleştirir, bu da zaman tasarrufu sağlar. Güvenlik seviyelerinin tanımlanabilmesi, özelleştirilebilirlik sağlar ve sistemin kullanım alanını genişletir. Ayrıca, belirli zamanlarda veya olaylarda güvenlik seviyelerinin değiştirilebilmesi, sistemin esnek ve ölçeklenebilir olmasını sağlar.

Ancak, bu sistemin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Plaka tanıma ve yüz tanıma sistemlerinin doğruluk oranları, ışık koşulları, görüntü kalitesi ve diğer çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilir. Bu nedenle, sistemin performansı bu faktörlere bağlı olarak değişebilir. Ayrıca, sistemin kurulumu ve bakımı maliyetli olabilir ve özel donanım gerektirebilir.

3.Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada, plaka tanıma ve yüz tanıma sistemlerinin bir arada kullanıldığı bir otomatik giriş kontrol sistemi tasarlanmış ve Python programlama dili ile OpenCV kütüphanesi kullanılarak entegre edilmiştir. Sistem, görüntülerdeki araç plakalarını ve kullanıcı yüzlerini tanıyarak farklı güvenlik seviyelerine göre giriş ve çıkış işlemlerini otomatik olarak gerçekleştirmektedir.

Bu sistem, otoparklar, havaalanları, üniversite yerleşkeleri, kamu kurumları, askeri üsler gibi farklı güvenlik ihtiyaçlarına sahip alanlarda kullanılabilecek potansiyele sahiptir. Özelleştirilebilirlik ve esneklik sağlayan güvenlik seviyeleri, sistemin kullanım alanını genişletir. Ancak, sistem performansı çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilir ve kurulum ve bakım maliyetli olabilir.

Bu çalışma, farklı güvenlik seviyelerine sahip alanlarda kullanılabilecek, insan hatası olasılığını azaltan, zaman tasarrufu sağlayan ve güvenlik seviyesini artıran bir sistemin tasarlanması açısından önemli bir örnektir. Gelecekte, daha gelişmiş plaka tanıma ve yüz tanıma algoritmalarıyla birlikte bu tür sistemlerin yaygınlaşması ve daha yaygın bir şekilde kullanılması, beklenmektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, plaka tanıma ve yüz tanıma sistemlerinin bir araya getirildiği otomatik güvenlik giriş kontrol sistemi detaylı olarak incelenmiştir. Sistem, kamera aracılığıyla gelen görüntüleri işleyerek araç plakalarını ve sürücülerin yüzlerini tanımayı hedeflemektedir. Plaka tanıma için kenar tespiti ve morfolojik işlemler kullanılırken, yüz tanıma için Cascade Sınıflandırıcı kullanılmaktadır.

Sistemin uygulama alanları arasında otoparklar, havaalanları, üniversite yerleşkeleri, kamu kurumları ve askeri üsler gibi farklı güvenlik seviyelerine sahip alanlar bulunmaktadır. Sistem, insan hatasını azaltarak zaman tasarrufu sağlamakta ve güvenlik seviyesini artırmaktadır. Özelleştirilebilirdik özelliği sayesinde, güvenlik seviyeleri tanımlanabilmekte ve belirli kişilerin girişine izin verilebilmektedir.

Bu sistemdeki avantajlar arasında insan hatasını azaltması, otomatik giriş-çıkış işlemleri gerçekleştirmesi ve özelleştirilebilir olması yer almaktadır. Ayrıca, güvenlik seviyelerinin değiştirilebilmesi sayesinde sistem esnek ve ölçeklenebilir bir yapıya sahiptir. Ancak, sistemin doğruluk oranları, çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilir ve kurulum ve bakım maliyetli olabilir.

Sonuç olarak, plaka tanıma ve yüz tanıma entegrasyonuyla otomatik güvenlik giriş kontrol sistemi, farklı güvenlik seviyelerine sahip alanlarda kullanılabilen etkili bir çözüm sunmaktadır. Bu sistem, insan hatası olasılığını azaltarak zaman tasarrufu sağlamakta ve güvenlik seviyesini artırmaktadır. Gelecekte, daha gelişmiş algoritmalarla birlikte bu tür sistemlerin yaygınlaşması ve daha yaygın bir şekilde kullanılması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Hsu, C. T., & Lin, C. C. (2019). Automatic vehicle access control system based on license plate recognition. IEEE Access, 7, 55052-55060.

[2] Li, H., Zhou, H., Hu, L., & Song, B. (2021). A novel automatic vehicle access control system based on deep learning. Symmetry, 13(6), 952.

[3] Ma, J., Mei, X., Zhang, Z., & Wang, J. (2018). A review on automatic license plate recognition. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 19(3), 987-1005.

[4] Jain, A. K., Ross, A., & Prabhakar, S. (2004). An introduction to biometric recognition. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 14(1), 4-20.

[5] Turk, M., & Pentland, A. (1991). Eigenfaces for recognition. Journal of Cognitive Neuroscience, 3(1), 71-86.

[6] Taban, C., Çalışkan, O., & Altınışık, B. (2021). Otomatik Giriş Kontrol Sistemi İçin Plaka ve Yüz Tanıma Entegrasyonu. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi, 6(3), 197-207.

[7] Phan, T. T., Le, D., & Pham, T. (2018). Automatic License Plate Recognition System for Vehicle Identification. 2018 IEEE 10th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE), 174-178.

DENİM KUMAŞ ÜRETİMİ ATIKSULARININ KİRLİLİK PARAMETRELERİNE VE ÇÖZÜM İÇİN UYGULANAN TEKNOLOJİLERE GENEL BAKIŞ

Dr. Öğretim Üyesi Hayri ŞEN
Trakya University, Edirne Vocational College of Technical Sciences
Prof. Dr. Ahmet Karadeniz Campus **ORCID:** https://orcid.org/0000-0003-1453-5279
Muhammed ALHİLEL
Trakya UniversityInstitute of Natural Sciences, Department of AppliedScienceandTechnology, Balkan Campus
Doç.Dr. Nilgün BECENEN
Trakya University, Edirne Vocational College of Technical Sciences
Prof. Dr. Ahmet Karadeniz Campus
ORCID: 0000- 0003-4422-8552

ÖZET

Tekstil üretimi için kurulan fabrikaların çoğu iplik, dokuma, kot, örme ve boyama fabrikalarıdır. Bu fabrikaların bazıları, kanallara veya nehirlere karışan yeterince arıtılmamış büyük miktarda atık su üretir. Bu atık sular kimyasal madde, boyarmadde içermekte ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bir tekstil yaş işleme tesisinden boşaltılan atık su, kullanılan hammaddelerin, boyaların, kimyasalların, yardımcı maddelerin ve işlemin türüne bağlı olarak çeşitli türlerde safsızlıklar içerir. Bu safsızlıkların bazıları zehirli kabul edilirken bazıları değildir. Denim kumaş, en fazla tercih edilen ve üretiminde birçok farklı kimyasal madde kullanılan bir tekstil ürünüdür. Bu nedenle çevre ve insan sağlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Atık suların çevre kirliliğine etkisini azaltıcı önlemlerin alınabilmesi için etkiyi incelemek şarttır. Ayrıca, kişilerin kullandığı tekstil malzemesi üretiminden oluşan atık suların özellikleri hakkında fikir sahibi olması da önemlidir. Çevre kirliliğinin zararları hakkında farkındalık yaratmak gerekmektedir. Tekstil atık sularının içeriği ve kirleticileri üretim işlemlerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu çalışmada amaç; denim (kot) üretimi atık sularının kalitesini, kirlilik parametrelerini ve atık su mevzuatlarını araştırmaktır. Endüstriyel kirlilik mevzuatlarının incelenmesinin sonunda, tekstil sektörü ile ilgili çevresel sorunlara etkili önlemler planlamak için denim üretimini de kapsayacak alt katogarilerin oluşturulmasının gerekli olduğu tespit edilmiştir. Tekstil endüstrisine sahip ülkelerin atık su kirlilik parametrelerin incelenmesi sonucunda ülkeden ülkeye değişen kirlilik parametreleri ve sınır değerleri olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Denim, tekstil üretimi, atık su, kirlilik parametreleri

AN OVERVIEW OF THE POLLUTION PARAMETERS OF DENIM FABRIC PRODUCTION WASTEWATER AND APPLIED TECHNOLOGIES FOR REMEDY

ABSTRACT

Most of the factories established for textile production are spinning, weaving, denim, knitting and dyeing factories**.** Some of these factories produce large volumes of insufficiently treated wastewater that enters canals or rivers. These wastewaters contain chemicals and dyestuffs and cause environmental pollution. Wastewater discharged from a textile wet treatment plant contains various types of impurities, depending on the type of raw materials, dyes, chemicals, auxiliaries and treatment used. Some of these impurities are considered poisonous while others are not. Denim fabric is a textile product that is the most preferred and many different chemicals are used in its production. Therefore, it has a significant impact on the environment and human health. It is essential to examine the effect in order to take measures to reduce the impact of waste water on environmental pollution. In addition, it is important for people to have an idea about the characteristics of the wastewater generated from the production of textile materials. It is necessary to raise awareness about the harms of environmental pollution. The content and pollutants of textile wastewater vary depending on the production processes. The aim of this study; To investigate the quality of denim (denim) production wastewater, pollution parameters and wastewater regulations. At the end of the examination of industrial pollution legislation, it has been determined that it is necessary to create sub-categories that will also include denim production in order to plan effective measures for environmental problems related to the textile sector. As a result of the examination of the wastewater pollution parameters of the countries with the textile industry, it has been seen that there are pollution parameters and limit values that vary from country to country.

Keywords: Denim, textile production, wastewater, pollution parameters

GİRİŞ

Denim kumaşların ön terbiye, beyazlatma, renklendirme gibi üretim işlemlerinde yüksek miktarda su kullanılmaktadır (He, Li, Zuo, Xu &Yi, 2019; Morali, 2010).Tek bir denim pantolon elde etmek için yaklaşık 11.000 L su kullanıldığı hesaplanmıştır (Pal,Chatterjee & Sharma, 2017). Denim üretim işlemleri ile oluşan atık sularda, organik madde, toksik kimyasallar, deterjanlar, boyarmaddeler, tuzlar gibi karmaşık bileşikler bulunmakta ve bu kimyasalların çoğuda biyolojik olarak parçalanamaz özelliktedir. Bu durum çevre kirliliği açısından risk oluşturmaktadır (Kahraman&Şimşek, 2020; Yaseen & Scholz, 2019). Her geçen gün kullanıcısı artan denim mamüllerin üretimlerinde çevre ve insan sağlığına duyarlı atıksu arıtma yöntemleri araştırılmaktadır (Du, Zuo, Gan &Yi, 2019; Hina, Zou, Qian, Zuo &Yi, 2018).

2. Tekstil Atık Sulardaki Kirletici Parametreler

Boyarmaddeler: Tekstil ürünlerinde müşteri taleplerindeki hızlı değişimler nedeniyle farklı özellikte boyarmaddeler ve kimyasallar kullanmaktadır (Khehra, Saini, Sharma, Chadha & Chimni, 2005). 100.000'den fazla ticari olarak temin edilebilen sentetik boyarmadde bulunmaktadır (Pearce, Lloyd & Guthrie, 2003).

Çizelge 1: Boyarmaddelerle ilişkili kirleticiler (Sivaram, Gopal & Barik, 2019).

BOYARMADDE SINIFI	LİF ÇEŞİDİ	KİRLİLİK TÜRÜ
Direkt Boyarmaddeler	Pamuk	Tuz, fikse edilmemiş boya, bakır tuzu, katyonik fiksaj maddeleri
Reaktif boyalar	Pamuk	Tuz, alkali, sabitlenmemiş boya
Kükürt boyaları	Pamuk	Alkali, oksitleyici ve indirgeyici maddeler, sabitlenmemiş boyalar
Krom boyalar	Yün	Organik asitler, sabitlenmemiş boyalar, metaller, sülfür
1:2Metal kompleks boyalar	Yün	Organik asitler, metaller
Asit boyalar	Yün	Organik asitler, sabitlenmemiş boyalar
dispers boyalar	Polyester	İndirgeyici ajanlar, organik asit taşıyıcılar

Tekstil boyalarının kimyasal yapısında yer alan koloidal maddeler karıştıkları su ortamının bulanıklılığını artırarak, kötü görüntü ve istenmeyen kokuya neden oluşturmaktadırlar. Doğal su kaynaklarına tekstil atık suları ile karışmış boyarmaddeler, su kaynaklarının yüzeyinde ince bir boya tabakası oluşturup, bu tabaka ile oksijen transferine, su içindeki canlı yaşamına tesir ederek, güneşten gelen ışınlarının su içine girmesini engellerler.

Atık sularla eko sisteme karışan tekstil boyalarının zaman içinde ayrışması ile aromatik aminler, ağır metaller ve klorür ortaya çıkmaktadır. Bu maddelerde canlılarda toksit ve genotoksit etkiye neden olmaktadır (Yaseen & Scholz, 2017).

Yüzey Aktif Maddeler ve Deterjanlar: Tekstil işlemlerinde, liflerin,kumaşların yıkanmasında, beyazlatılmasında farklı yapılarda noniyonik, katyonik ve anyonik yüzey aktif maddeler (ıslatıcı maddeler) kullanılmaktadır. Yüzey aktif maddeler ve deterjanların ekosistem için etkileri; ortam oksijenini azaltma, su ortamında aşırı birikim sonucu alg oluşumu, bulanıklık artışı, canlı türünde azalmaya yol açması olarak sıralanabilmektedir. Atık sulardaki deterjanların neden olduğu fosfor miktarı %15-20 civarında olduğu belirlenmiştir. Bu durum temiz su kaynaklarının temizlenme yeteneğini azalmaktadır.

Ağır Metaller

Tekstil atık suları içerisindeki krom, kurşun, çinko ve bakır gibi ağır metallerin varlığı (Panigrahi & Santhoskumar, 2020) karıştıkları ortamdaki bitki ve hayvan yaşamına yönelik tehditleri nedeniyle büyük bir endişe kaynağıdır (Romera, Gonzalez, Ballester, Blazquez & Munoz, 2007).

Yağ ve Gres

Tekstil üretiminde köpük azaltıcı kimyasallar atık su içerisinde gres olarak karşımıza çıkmaktadır. Atık suları ile temiz su kaynaklarına karışan gres, görüntü olarak istenmeyen film tabakası oluşturarak su canlıları için tehlike oluştururlar.

Klorlu Solventler

Tekstil endüstrisinde kullanılan karbon tetraklorür (CCl_4), kloroform ($CHCl_3$), metilen klorür veya diklorometan (CH_2Cl_2), tetrakloroetilen (C_2Cl_4), trikloroetan ($C_2H_3Cl_3$) ve trikloretilen (C_2HCl_3) gibi klorlu çözücüler alerjik ve kansorojen özellik gösterebilmektedirler. Ayrıca sudaki canlılar içinde zararlıdırlar. (Ghaly, vd., 2014).

Sülfatlar (-SO4)

Sülfatlar, bellirlenen miktarlara kadar toksik olarak kabul edilmez. En önemli tehlikeleri, ortam pH'ı etkileyen güçlü asitleri oluşturabilme özellikleridir (Tüfekci, Sivri & Toroz, 2007).
pH: Canlılar için önem bir değerdir. Su ortamındaki canlı ve balıkların çoğu pH 6-9 arasında hayatta kalmaktadır.

Sıcaklık: Sıcaklık artışının her canlı için farklı etkileri olmaktadır. Sıcak atık sular, karıştıkları alıcı ortamın sıcaklığını değiştirerek canlılık türünde değişimine neden olabilmektedirler.

Elektrik İletkenliği: Atık su içerisindeki çözünen tuzların miktarı ve toplam çözünmüş katı madde miktarı ile çeşidi atık suların elektrik iletkenliğini etkilemektedir (Siddique, Rizwan, Shahid, Ahmad & Rizvi, 2017).

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ): BOİ, atık suyun organik kirliliğinin ortaya konmasında kullanılan parametrelerdendir (Eltem, 2008). BOİ, parçalanabilen kimyasalların 20oC sıcaklıkta, 5 günde oksitlenmesi için aerobik bakterilerin kullandığı oksijen miktarını göstermektedir (Öztürk, Timur & Koşkan, 2010).

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ): KOİ, atık su içinde yükseltgenebilir kimyasalların oksitlenmesi için gerekli olan oksijen miktarını göstermektedir (Eltem, 2008). Tekstil atıksularında kirlilik derecesini belirtmede kullanılan en önemli parametrelerden birisidir.

Toplam Çözünmüş Katı Madde Miktarı: Atık sudaki çözünmüş ve askıda katı madde miktarlarının toplamını gösteren parametredir. Karıştığı su ortamındaki canlılar için risk oluşturmaktadırlar.

3. Su Deşarj Standartları

Arıtılmamış üretim atık suları, içerdikleri kimyasal kirleticiler ile karıştıkları ortamda ekolojik dengeyi bozarak çevre ve insan sağlığına risk oluşturabilecekleri için direkt olarak akıtılamazlar. Üretim atık sularının, kirlilik yüklerine uygun yöntemlerle arıtılmaları gerekmektedir. Doğru uygulanan arıtılma işlemleri sayesinde 2004 yılında yürürlüğe giren Çevre ve Orman Bakanlığı'nın yayınlamış olduğu Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen kirletici miktarları, izin verilen değerlere düşürülmektedir.

Deşarj standartları, alıcı ortam su kalitesini koruyabilmek için hazırlanmıştır. Su kalitesi parametrelerini, belirleyen, özel (Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı (TEMA) v.b.) ve kamu (Çevre ve Orman Bakanlığı, belediyeler) kuruluşları mevcuttur.

3.1.Türkiye Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)

SKKY'de Tekstil sanayinden oluşan atık sular için 7 alt başlık oluşturulmuştur. Alt başlıklarda, üretim işlemlerine bağlı olarak atık su deşarj limitlerinde farklılıklar vardır. Tekstil deşarj standartları, SKKY'de Tablo 10'da yer almaktadır. SKKY'deki Tekstil deşarj standartları çizelgeler 2-7 de verilmiştir (SKKY, 2004).

Çizelge 2: SKKY 'de Tablo 10: Tekstil Sanayii Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartlarından 10.1: Sektör: Tekstil Sanayi (Açık Elyaf, İplik Üretimi ve Terbiye)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	250
AMONYUM AZOTU (NH_4-N)	(mg/L)	5
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3
TOPLAM KROM	(mg/L)	2
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1
SÜLFİT	(mg/L)	1
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Çizelge 3: SKKY'de10.2: Sektör: Tekstil Sanayi (Dokunmuş Kumaş Terbiyesi ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	300
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	140
AMONYUM AZOTU (NH_4-N)	(mg/L)	5
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3
TOPLAM KROM	(mg/L)	2
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1
SÜLFİT	(mg/L)	1
FENOL	(mg/L)	1
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Çizelge 4: SKKY'de Tablo 10.3: Tekstil Sanayii (Pamuklu Tekstil ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	225
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	160
AMONYUM AZOTU (NH_4-N)	(mg/L)	5
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3
TOPLAM KROM	(mg/L)	2
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1
SÜLFİT	(mg/L)	1
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Çizelge 5: SKKY'de Tablo 10.4: Tekstil Sanayii (Yün Yıkama, Terbiye, Dokuma ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	300
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	400
AMONYUM AZOTU (NH_4-N)	(mg/L)	5
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1
SÜLFİT	(mg/L)	1
YAĞ VE GRES	(mg/L)	200
SEBEST KLOR	(mg/L)	0.3
TOPLAM KROM	(mg/L)	2
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Çizelge 6: SKKY'de Tablo 10.5 :Tekstil Sanayii (Örgü Kumaş Terbiyesi ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	250
AMONYUM AZOTU (NH_4-N)	(mg/L)	5
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10
TOPLAM KROM	(mg/L)	2
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1
SÜLFİT	(mg/L)	1
FENOL	(mg/L)	1

BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Çizelge 7: SKKY'de Tablo 10.6 : Tekstil Sanayii (Halı Terbiyesi ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	200
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	160
AMONYUM AZOTU (NH_4-N)	(mg/L)	5
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3
TOPLAM KROM	(mg/L)	2
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1
SÜLFİT	(mg/L)	1
FENOL	(mg/L)	1
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Çizelge 8: SKKY'de Tablo 10.7: Tekstil Sanayii (Sentetik Tekstil Terbiyesi ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	300
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1
FENOL	(mg/L)	1
ÇİNKO (Zn)	(mg/L)	12
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	3
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Son yıllarda çevresel duyarlılığın önem kazanması ile SKKY'ya, tekstil, kozmetik gibi renkli atık su oluşturan endüstriler için renk te kirletici parametrelere eklenmiştir.

Avrupa Birliğinde, Kentsel Atıksu Arıtma Direktifi 91/271/EEC (Bayram, Altıkat & Torun, 2011), endüstri atık sularının bir merkezde toplanmasına ait ön arıtma standartlarını belirtmektedir. Bu direktif, AB'de izin verilen atık su deşarj parametrelerinin sınırları hakkında bilgi vermektedir.

IFC-EHS Yönergelerinde belirtilen tekstil üretimi deşarj parametreleri ve sınır değerleri Çizelge 9 'de verilmiştir.

Çizelge 9: Tekstil Sektörü İçin IFC-EHS Yönergelerinde Belirtilen Deşarj Kriterleri (Textile Industry Waste water Discharge Quality Standards, 2015)

PARAMETRE	SINIR DEĞERİ
PH	6-9
BOİ5	30
KOİ	160 mg/l
AOX	1
ASKIDA KATI MADDE	50
YAĞ VE GRES	10
PESTİSİT	Toplam pestisitler için 0,05 mg/l (organofosforlu pestisitler hariç organo fosforlu pestisitler için 0.10 mg/l
KADMİYUM	0,02
TOPLAM KROM,	0,5
KROM VI	0,1
BAKIR	0,5
KOBALT	0,5
NİKEL	0,5
ÇİNKO	2
FENOL	0,5
SÜLFÜR	1
TOPLAM FOSFOR	2
AMONYUM- AZOT	10
TOPLAM AZOT	10
RENK	7 m-1 (436 nm, sarı), 5 m-1 (525 nm, kırmızı), 3 m-1 (620 nm, mavi)
BALIK YUMURTALARI İÇİN TOKSİSİTE	2
SICAKLIK ARTIŞI	<3 °C

Tekstil üretiminin fazla olduğu Bangladeş'de 'Çevre Koruma Yasası' ve 'Çevre Koruma Kuralları (ECR 1997)' tekstil endüstrsi atık sularının ulusal deşarj kalite standardına uygun olarak işlemesi ve izlemesi için standartları rapor etmektedir (Sharif & Hannan, 1999; Huq, 2003).

Çizelge 10:Farklı Ülkelerde Tekstil Atık Suları için BOİ Standartları

ÜLKELER	BOİ DEŞARJ (MG/L)	KAYNAK
BANGLADESH (TEKSTİL)	50	Dey& Islam (2015)
HİNDİSTAN (DYE AND DYE İNDUSTRY)	100	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları (2015)
ENDONEZYA (TEKSTİL)	60	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları (2015)
TAYLAND (TEKSTİL)	60	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları (2015)
SRİ LANKA (TEKSTİL)	60	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları (2015)
TAYVAN (TEKSTİL)	30	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları (2015)
VİETNAM (TEKSTİL E, USED FOR DRİNKİNG WATER),	30	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları, 2015
AVRUPA BİRLİĞİ (TEKSTİL)	30	IFC-EHS Yönergeleri (2007)
ALMANYA (ENDÜSTRİ)	25	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları (2015)

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ulusal ve uluslararası endüstriyel kirlilik mevzuatlarının incelenmesinin sonunda alt katagorilerde denim üretimi atık sularına ilişkin kirlilik parametlerinin olmadığı tespit edilmiştir.

Tekstil sektörü ile ilgili çevresel sorunlara etkili önlemler planlamak için tekstil endüstrisinin üretim alanlarını kapsayacak şekilde, özellikle yaygın kullanılan bir ürün çeşidi olan denime ait alt kategorilerin oluşturulmasının kirlilik kontrolü için önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada tekstil endüstrisine sahip ülke klavuzlarında yer alan parametrelerin ve sınır değerleri incelenmiştir. Ülkeden ülkeye değişen kirlilik parametre ve izin değerleri olduğu görülmüştür. Hammadde, üretim ve tüketim aşamaları birlikte değerlendirildiğinde tekstil atık sularının küresel olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle denim üretimi için uluslararası tek tip bir atıksu deşaj kılavuzu hazırlanıp, uygulandığında dünyadaki tüm su kaynaklarının kirlilik yükünün azaltılabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma Trakya Üniversitesi tarafından desteklenen TÜBAP 2021/96 nolu projeden destek alarak üretilmiştir. Trakya Üniversitesine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Bayram, T. T., Altıkat, A., & Torun, F. E. (2011). Avrupa Birliği ve Türkiye'de Çevre Politikaları Environmental. *Journal of the Institute of Science and Technology*, *1*(1), 33-38.

Du, W.,Zuo, D., Gan, H., &Yi, C.(2019). Comparative study on the effects of laser bleaching and conventional bleaching on the physical properties of indigo kapok/cotton denim fabrics. *Applied Sciences*, *9*(21), 4662.

Eltem, R. (2008). *Atık Sular ve Arıtım*. İzmir: Ege Üniv. Fen Fakültesi Yayınları No: 172.

Ghaly, A.E., Ananthashankar, R., Alhattab, M., & Ramakrishnan, V. V. (2014). Production, characterization and treatment of textile effluents: a critical review. *J. Chem. Eng. Process Technol. 5*(1), 1-19. https://doi.org/10.4172/2157-7048.1000182.

He, Z.,Li, M., Zuo, D., Xu, J., &Yi, C. (2019).Effects of color fading ozonation on the color yield of reactive-dyed cotton. *Dyes and Pigments*, *164*, 417–427.

Huq, M.E. (2003). A Compilation of Environment Laws Administrated By the Department of Environment. *Department of Environment and Bangladesh Environmental Management Project (BEMP), Dhaka*.

Hina, K.,Zou, H., Qian, W., Zuo, D., &Yi, C. (2018). Preparation and performance comparison of cellulose-based activated carbon fibres. *Cellulose*, *25*(1), 607–617.

Morali, E.K. (2010). *Ozonation of a denim production textile industry wastewater – Process optimization*. Middle East Technical University

Kahraman, Ö.,&Şimşek, İ. (2020). Color removal from denim production facility wastewater by electrochemical treatment process and optimization with regression method. *Journal of Cleaner Production*, *267*, 122168.

Khan, A.A.,& Husain, Q. (2005). Potential of immobilized bitter gourd peroxidases in the decolorization and removal of textile dyes from polluted wastewater and dyeing effluent. *Chemosphere*, *60*(3), 291-301.

Pal, H.,Chatterjee, K.N., &Sharma, D.(2017). Water footprint of denim industry. *Sustainability in Denim*, 111–123.

Pearce, C.I., Lloyd, J.R., & Guthrie, J.T. (2003). The removal of colour from textile wastewater using whole bacterial cells: A review. Dye. *Pigment*, *58*, 179–196.

Romera, E., Gonzalez, F., Ballester, A., Blazquez, M.L., & Munoz J.A. (2007). Comparative Study of Biosorption of Heavy Metals using Different Types of Algae. *Bioresource Technology*, *98*, 3344-3353.

Sharif, M.I.,& Hannan, M.A. (1999). Guide to the Environmental Conservation Act 1995 and Rules 1997. *Bangladesh Centre for Advanced Studies (BCAS), Dhaka, Bangladesh*.

Siddique, K., Rizwan, M., Shahid, M.J., Ali, S., Ahmad, R., & Rizvi, H. (2017). Textile wastewater treatment options: a critical review. *Enhancing cleanup of environmental pollutants*, 183-207.

Sivaram, N.M., Gopal, P.M., & Barik, D. (2019). Toxic waste from textile industries. Debabrata Barik (Ed.), *Energy from toxic organic waste for heat and power generation içinde* (s. 43-54). Cambridge: Woodhead Publishing

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) (2004). https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7221&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5 adresinden erişildi.

Textile Industry Wastewater Discharge Quality Standards (2015). https://wastewater.sustainabilityconsortium.org/downloads/textile-industry-wastewater-discharge-quality-standards adresinden erişildi.

Tüfekci, N., Sivri, N., & Toroz, İ. (2007). Pollutants of textile industry wastewater and assessment of its discharge limits by water quality standards. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *7*(2).

Yaseen, D.A.,& Scholz, M. (2017). Comparison of experimental ponds for the treatment of dye wastewater under controlled and semi-natural conditions. *Environmenta*

Öztürk, İ., Timur, H., & Koşkan, U. (2010, Ekim 8) Atık Su Arıtımının Esasları. 8 Nisan 2017 tarihinde http://www.hasanege.com/download/hasanege_atiksuaritimiesaslari.pdf adresinden erişildi.

DENİM KUMAŞ ÜRETİMİ ATIKSULARININ KİRLİLİK PARAMETRELERİNE VE ÇÖZÜM İÇİN UYGULANAN TEKNOLOJİLERE GENEL BAKIŞ

Dr. Öğretim Üyesi Hayri ŞEN
Trakya University, Edirne Vocational College of Technical Sciences
Prof. Dr. Ahmet Karadeniz Campus**ORCID:** https://orcid.org/0000-0003-1453-5279
Muhammed ALHİLEL
Trakya UniversityInstitute of Natural Sciences, Department of AppliedScienceandTechnology,
Balkan Campus
Doç.Dr. Nilgün BECENEN
Trakya University, Edirne Vocational College of Technical Sciences
Prof. Dr. Ahmet Karadeniz Campus
ORCID: 0000- 0003-4422-8552

ÖZET

Tekstil üretimi için kurulan fabrikaların çoğu iplik, dokuma, kot, örme ve boyama fabrikalarıdır. Bu fabrikaların bazıları, kanallara veya nehirlere karışan yeterince arıtılmamış büyük miktarda atık su üretir. Bu atık sular kimyasal madde, boyarmadde içermekte ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bir tekstil yaş işleme tesisinden boşaltılan atık su, kullanılan hammaddelerin, boyaların, kimyasalların, yardımcı maddelerin ve işlemin türüne bağlı olarak çeşitli türlerde safsızlıklar içerir. Bu safsızlıkların bazıları zehirli kabul edilirken bazıları değildir. Denim kumaş, en fazla tercih edilen ve üretiminde birçok farklı kimyasal madde kullanılan bir tekstil ürünüdür. Bu nedenle çevre ve insan sağlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Atık suların çevre kirliliğine etkisini azaltıcı önlemlerin alınabilmesi için etkiyi incelemek şarttır. Ayrıca, kişilerin kullandığı tekstil malzemesi üretiminden oluşan atık suların özellikleri hakkında fikir sahibi olması da önemlidir. Çevre kirliliğinin zararları hakkında farkındalık yaratmak gerekmektedir. Tekstil atık sularının içeriği ve kirleticileri üretim işlemlerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu çalışmada amaç; denim (kot) üretimi atık sularının kalitesini, kirlilik parametrelerini ve atık su mevzuatlarını araştırmaktır. Endüstriyel kirlilik mevzuatlarının incelenmesinin sonunda, tekstil sektörü ile ilgili çevresel sorunlara etkili önlemler planlamak için denim üretimini de kapsayacak alt katogarilerin oluşturulmasının gerekli olduğu tespit edilmiştir. Tekstil endüstrisine sahip ülkelerin atık su kirlilik parametrelerin incelenmesi sonucunda ülkeden ülkeye değişen kirlilik parametreleri ve sınır değerleri olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Denim, tekstil üretimi, atık su, kirlilik parametreleri

AN OVERVIEW OF THE POLLUTION PARAMETERS OF DENIM FABRIC PRODUCTION WASTEWATER AND APPLIED TECHNOLOGIES FOR REMEDY

ABSTRACT

Most of the factories established for textile production are spinning, weaving, denim, knitting and dyeing factories**.** Some of these factories produce large volumes of insufficiently treated wastewater that enters canals or rivers. These wastewaters contain chemicals and dyestuffs and cause environmental pollution. Wastewater discharged from a textile wet treatment plant contains various types of impurities, depending on the type of raw materials, dyes, chemicals, auxiliaries and treatment used. Some of these impurities are considered poisonous while others are not. Denim fabric is a textile product that is the most preferred and many different chemicals are used in its production. Therefore, it has a significant impact on the environment and human health. It is essential to examine the effect in order to take measures to reduce the impact of waste water on environmental pollution. In addition, it is important for people to have an idea about the characteristics of the wastewater generated from the production of textile materials. It is necessary to raise awareness about the harms of environmental pollution. The content and pollutants of textile wastewater vary depending on the production processes. The aim of this study; To investigate the quality of denim (denim) production wastewater, pollution parameters and wastewater regulations. At the end of the examination of industrial pollution legislation, it has been determined that it is necessary to create sub-categories that will also include denim production in order to plan effective measures for environmental problems related to the textile sector. As a result of the examination of the wastewater pollution parameters of the countries with the textile industry, it has been seen that there are pollution parameters and limit values that vary from country to country.

Keywords: Denim, textile production, wastewater, pollution parameters

GİRİŞ

Denim kumaşların ön terbiye, beyazlatma, renklendirme gibi üretim işlemlerinde yüksek miktarda su kullanılmaktadır (He, Li, Zuo, Xu &Yi, 2019; Morali, 2010).Tek bir denim pantolon elde etmek için yaklaşık 11.000 L su kullanıldığı hesaplanmıştır (Pal,Chatterjee & Sharma, 2017). Denim üretim işlemleri ile oluşan atık sularda, organik madde, toksik kimyasallar, deterjanlar, boyarmaddeler, tuzlar gibi karmaşık bileşikler bulunmakta ve bu kimyasalların çoğuda biyolojik olarak parçalanamaz özelliktedir. Bu durum çevre kirliliği açısından risk oluşturmaktadır (Kahraman&Şimşek, 2020; Yaseen & Scholz, 2019). Her geçen gün kullanıcısı artan denim mamüllerin üretimlerinde çevre ve insan sağlığına duyarlı atıksu arıtma yöntemleri araştırılmaktadır (Du, Zuo, Gan &Yi, 2019; Hina, Zou, Qian, Zuo &Yi, 2018).

2. Tekstil Atık Sulardaki Kirletici Parametreler

Boyarmaddeler: Tekstil ürünlerinde müşteri taleplerindeki hızlı değişimler nedeniyle farklı özellikte boyarmaddeler ve kimyasallar kullanmaktadır (Khehra, Saini, Sharma, Chadha & Chimni, 2005). 100.000'den fazla ticari olarak temin edilebilen sentetik boyarmadde bulunmaktadır (Pearce, Lloyd & Guthrie, 2003).

Çizelge 1: Boyarmaddelerle ilişkili kirleticiler (Sivaram, Gopal & Barik, 2019).

BOYARMADDE SINIFI	LİF ÇEŞİDİ	KİRLİLİK TÜRÜ
Direkt Boyarmaddeler	Pamuk	Tuz, fikse edilmemiş boya, bakır tuzu, katyonik fiksaj maddeleri
Reaktif boyalar	Pamuk	Tuz, alkali, sabitlenmemiş boya
Kükürt boyaları	Pamuk	Alkali, oksitleyici ve indirgeyici maddeler, sabitlenmemiş boyalar
Krom boyalar	Yün	Organik asitler, sabitlenmemiş boyalar, metaller, sülfür
1:2Metal kompleks boyalar	Yün	Organik asitler, metaller
Asit boyalar	Yün	Organik asitler, sabitlenmemiş boyalar
dispers boyalar	Polyester	İndirgeyici ajanlar, organik asit taşıyıcılar

Tekstil boyalarının kimyasal yapısında yer alan koloidal maddeler karıştıkları su ortamının bulanıklılığını artırarak, kötü görüntü ve istenmeyen kokuya neden oluşturmaktadırlar. Doğal su kaynaklarına tekstil atık suları ile karışmış boyarmaddeler, su kaynaklarının yüzeyinde ince bir boya tabakası oluşturup, bu tabaka ile oksijen transferine, su içindeki canlı yaşamına tesir ederek, güneşten gelen ışınlarının su içine girmesini engellerler.

Atık sularla eko sisteme karışan tekstil boyalarının zaman içinde ayrışması ile aromatik aminler, ağır metaller ve klorür ortaya çıkmaktadır. Bu maddelerde canlılarda toksit ve genotoksit etkiye neden olmaktadır (Yaseen & Scholz, 2017).

Yüzey Aktif Maddeler ve Deterjanlar: Tekstil işlemlerinde, liflerin,kumaşların yıkanmasında, beyazlatılmasında farklı yapılarda noniyonik, katyonik ve anyonik yüzey aktif maddeler (ıslatıcı maddeler) kullanılmaktadır. Yüzey aktif maddeler ve deterjanların ekosistem için etkileri; ortam oksijenini azaltma, su ortamında aşırı birikim sonucu alg oluşumu, bulanıklık artışı, canlı türünde azalmaya yol açması olarak sıralanabilmektedir. Atık sulardaki deterjanların neden olduğu fosfor miktarı %15-20 civarında olduğu belirlenmiştir. Bu durum temiz su kaynaklarının temizlenme yeteneğini azalmaktadır.

Ağır Metaller

Tekstil atık suları içerisindeki krom, kurşun, çinko ve bakır gibi ağır metallerin varlığı (Panigrahi & Santhoskumar, 2020) karıştıkları ortamdaki bitki ve hayvan yaşamına yönelik tehditleri nedeniyle büyük bir endişe kaynağıdır (Romera, Gonzalez, Ballester, Blazquez & Munoz, 2007).

Yağ ve Gres

Tekstil üretiminde köpük azaltıcı kimyasallar atık su içerisinde gres olarak karşımıza çıkmaktadır. Atık suları ile temiz su kaynaklarına karışan gres, görüntü olarak istenmeyen film tabakası oluşturarak su canlıları için tehlike oluştururlar.

Klorlu Solventler

Tekstil endüstrisinde kullanılan karbon tetraklorür (CCl_4), kloroform ($CHCl_3$), metilen klorür veya diklorometan (CH_2Cl_2), tetrakloroetilen (C_2Cl_4), trikloroetan ($C_2H_3Cl_3$) ve trikloretilen (C_2HCl_3) gibi klorlu çözücüler alerjik ve kansorojen özellik gösterebilmektedirler. Ayrıca sudaki canlılar içinde zararlıdırlar. (Ghaly, vd., 2014).

Sülfatlar (-SO4)

Sülfatlar, bellirlenen miktarlara kadar toksik olarak kabul edilmez. En önemli tehlikeleri, ortam pH'ı etkileyen güçlü asitleri oluşturabilme özellikleridir (Tüfekci, Sivri & Toroz, 2007).
pH: Canlılar için önem bir değerdir. Su ortamındaki canlı ve balıkların çoğu pH 6-9 arasında hayatta kalmaktadır.

Sıcaklık: Sıcaklık artışının her canlı için farklı etkileri olmaktadır. Sıcak atık sular, karıştıkları alıcı ortamın sıcaklığını değiştirerek canlılık türünde değişimine neden olabilmektedirler.

Elektrik İletkenliği: Atık su içerisindeki çözünen tuzların miktarı ve toplam çözünmüş katı madde miktarı ile çeşidi atık suların elektrik iletkenliğini etkilemektedir (Siddique, Rizwan, Shahid, Ahmad & Rizvi, 2017).

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ): BOİ, atık suyun organik kirliliğinin ortaya konmasında kullanılan parametrelerdendir (Eltem, 2008). BOİ, parçalanabilen kimyasalların 20oC sıcaklıkta, 5 günde oksitlenmesi için aerobik bakterilerin kullandığı oksijen miktarını göstermektedir (Öztürk, Timur & Koşkan, 2010).

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ): KOİ, atık su içinde yükseltgenebilir kimyasalların oksitlenmesi için gerekli olan oksijen miktarını göstermektedir (Eltem, 2008). Tekstil atıksularında kirlilik derecesini belirtmede kullanılan en önemli parametrelerden birisidir.

Toplam Çözünmüş Katı Madde Miktarı: Atık sudaki çözünmüş ve askıda katı madde miktarlarının toplamını gösteren parametredir. Karıştığı su ortamındaki canlılar için risk oluşturmaktadırlar.

3. Su Deşarj Standartları

Arıtılmamış üretim atık suları, içerdikleri kimyasal kirleticiler ile karıştıkları ortamda ekolojik dengeyi bozarak çevre ve insan sağlığına risk oluşturabilecekleri için direkt olarak akıtılamazlar. Üretim atık sularının, kirlilik yüklerine uygun yöntemlerle arıtılmaları gerekmektedir. Doğru uygulanan arıtılma işlemleri sayesinde 2004 yılında yürürlüğe giren Çevre ve Orman Bakanlığı'nın yayınlamış olduğu Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen kirletici miktarları, izin verilen değerlere düşürülmektedir.

Deşarj standartları, alıcı ortam su kalitesini koruyabilmek için hazırlanmıştır. Su kalitesi parametrelerini, belirleyen, özel (Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı (TEMA) v.b.) ve kamu (Çevre ve Orman Bakanlığı, belediyeler) kuruluşları mevcuttur.

3.1.Türkiye Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)

SKKY'de Tekstil sanayinden oluşan atık sular için 7 alt başlık oluşturulmuştur. Alt başlıklarda, üretim işlemlerine bağlı olarak atık su deşarj limitlerinde farklılıklar vardır. Tekstil deşarj standartları, SKKY'de Tablo 10'da yer almaktadır. SKKY'deki Tekstil deşarj standartları çizelgeler 2-7 de verilmiştir (SKKY, 2004).

Çizelge 2: SKKY 'de Tablo 10: Tekstil Sanayii Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartlarından 10.1: Sektör: Tekstil Sanayi (Açık Elyaf, İplik Üretimi ve Terbiye)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	250
AMONYUM AZOTU (NH_4-N)	(mg/L)	5
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3
TOPLAM KROM	(mg/L)	2
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1
SÜLFİT	(mg/L)	1
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Çizelge 3: SKKY'de10.2: Sektör: Tekstil Sanayi (Dokunmuş Kumaş Terbiyesi ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	300
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	140
AMONYUM AZOTU (NH_4-N)	(mg/L)	5
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3
TOPLAM KROM	(mg/L)	2
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1
SÜLFİT	(mg/L)	1
FENOL	(mg/L)	1
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Çizelge 4: SKKY'de Tablo 10.3: Tekstil Sanayii (Pamuklu Tekstil ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	225
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	160
AMONYUM AZOTU (NH_4-N)	(mg/L)	5
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3
TOPLAM KROM	(mg/L)	2
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1
SÜLFİT	(mg/L)	1
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Çizelge 5: SKKY'de Tablo 10.4: Tekstil Sanayii (Yün Yıkama, Terbiye, Dokuma ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	300
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	400
AMONYUM AZOTU (NH_4-N)	(mg/L)	5
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1
SÜLFİT	(mg/L)	1
YAĞ VE GRES	(mg/L)	200
SEBEST KLOR	(mg/L)	0.3
TOPLAM KROM	(mg/L)	2
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Çizelge 6: SKKY'de Tablo 10.5 :Tekstil Sanayii (Örgü Kumaş Terbiyesi ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	250
AMONYUM AZOTU (NH_4-N)	(mg/L)	5
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10
TOPLAM KROM	(mg/L)	2
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1

SÜLFİT	(mg/L)	1
FENOL	(mg/L)	1
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Çizelge 7: SKKY'de Tablo 10.6 : Tekstil Sanayii (Halı Terbiyesi ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	200
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	160
AMONYUM AZOTU (NH_4-N)	(mg/L)	5
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3
TOPLAM KROM	(mg/L)	2
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1
SÜLFİT	(mg/L)	1
FENOL	(mg/L)	1
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Çizelge 8: SKKY'de Tablo 10.7: Tekstil Sanayii (Sentetik Tekstil Terbiyesi ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	300
SÜLFÜR (S^{-2})	(mg/L)	0.1
FENOL	(mg/L)	1
ÇİNKO (Zn)	(mg/L)	12
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	3
pH	-	6-9
RENK	(Pt-Co)	280

Son yıllarda çevresel duyarlılığın önem kazanması ile SKKY'ya, tekstil, kozmetik gibi renkli atık su oluşturan endüstriler için renk te kirletici parametrelere eklenmiştir.

Avrupa Birliğinde, Kentsel Atıksu Arıtma Direktifi 91/271/EEC (Bayram, Altıkat & Torun, 2011), endüstri atık sularının bir merkezde toplanmasına ait ön arıtma standartlarını belirtmektedir. Bu direktif, AB'de izin verilen atık su deşarj parametrelerinin sınırları hakkında bilgi vermektedir.

IFC-EHS Yönergelerinde belirtilen tekstil üretimi deşarj parametreleri ve sınır değerleri Çizelge 9 'de verilmiştir.

Çizelge 9: Tekstil Sektörü İçin IFC-EHS Yönergelerinde Belirtilen Deşarj Kriterleri (Textile Industry Waste water Discharge Quality Standards, 2015)

PARAMETRE	SINIR DEĞERİ
PH	6-9
BOİ5	30
KOİ	160 mg/l
AOX	1
ASKIDA KATI MADDE	50
YAĞ VE GRES	10
PESTİSİT	Toplam pestisitler için 0,05 mg/l (organofosforlu pestisitler hariç organo fosforlu pestisitler için 0.10 mg/l
KADMİYUM	0,02
TOPLAM KROM,	0,5
KROM VI	0,1
BAKIR	0,5
KOBALT	0,5
NİKEL	0,5
ÇİNKO	2
FENOL	0,5
SÜLFÜR	1
TOPLAM FOSFOR	2
AMONYUM- AZOT	10
TOPLAM AZOT	10
RENK	7 m-1 (436 nm, sarı), 5 m-1 (525 nm, kırmızı), 3 m-1 (620 nm, mavi)
BALIK YUMURTALARI İÇİN TOKSİSİTE	2
SICAKLIK ARTIŞI	<3 °C

Tekstil üretiminin fazla olduğu Bangladeş'de 'Çevre Koruma Yasası' ve 'Çevre Koruma Kuralları (ECR 1997)' tekstil endüstrsi atık sularının ulusal deşarj kalite standardına uygun olarak işlemesi ve izlemesi için standartları rapor etmektedir (Sharif & Hannan, 1999; Huq, 2003).

Çizelge 10:Farklı Ülkelerde Tekstil Atık Suları için BOİ Standartları

ÜLKELER	BOİ DEŞARJ (MG/L)	KAYNAK
BANGLADESH (TEKSTİL)	50	Dey& Islam (2015)
HİNDİSTAN (DYE AND DYE İNDUSTRY)	100	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları (2015)
ENDONEZYA (TEKSTİL)	60	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları (2015)
TAYLAND (TEKSTİL)	60	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları (2015)
SRİ LANKA (TEKSTİL)	60	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları (2015)
TAYVAN (TEKSTİL)	30	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları (2015)
VİETNAM (TEKSTİL E, USED FOR DRİNKİNG WATER),	30	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları, 2015
AVRUPA BİRLİĞİ (TEKSTİL)	30	IFC-EHS Yönergeleri (2007)
ALMANYA (ENDÜSTRİ)	25	Tekstil endüstrisi atıksu deşarj kalite standartları (2015)

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ulusal ve uluslararası endüstriyel kirlilik mevzuatlarının incelenmesinin sonunda alt katagorilerde denim üretimi atık sularına ilişkin kirlilik parametlerinin olmadığı tespit edilmiştir.

Tekstil sektörü ile ilgili çevresel sorunlara etkili önlemler planlamak için tekstil endüstrisinin üretim alanlarını kapsayacak şekilde, özellikle yaygın kullanılan bir ürün çeşidi olan denime ait alt kategorilerin oluşturulmasının kirlilik kontrolü için önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada tekstil endüstrisine sahip ülke klavuzlarında yer alan parametrelerin ve sınır değerleri incelenmiştir. Ülkeden ülkeye değişen kirlilik parametre ve izin değerleri olduğu görülmüştür. Hammadde, üretim ve tüketim aşamaları birlikte değerlendirildiğinde tekstil atık sularının küresel olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle denim üretimi için uluslararası tek tip bir atıksu deşaj kılavuzu hazırlanıp, uygulandığında dünyadaki tüm su kaynaklarının kirlilik yükünün azaltılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Bayram, T. T., Altıkat, A., & Torun, F. E. (2011). Avrupa Birliği ve Türkiye'de Çevre Politikaları Environmental. *Journal of the Institute of Science and Technology*, *1*(1), 33-38.

Du, W.,Zuo, D., Gan, H., &Yi, C.(2019). Comparative study on the effects of laser bleaching and conventional bleaching on the physical properties of indigo kapok/cotton denim fabrics. *Applied Sciences*, *9*(21), 4662.

Eltem, R. (2008). *Atık Sular ve Arıtım*. İzmir: Ege Üniv. Fen Fakültesi Yayınları No: 172.

Ghaly, A.E., Ananthashankar, R., Alhattab, M., & Ramakrishnan, V. V. (2014). Production, characterization and treatment of textile effluents: a critical review. *J. Chem. Eng. Process Technol. 5*(1), 1-19. https://doi.org/10.4172/2157-7048.1000182.

He, Z.,Li, M., Zuo, D., Xu, J., &Yi, C. (2019).Effects of color fading ozonation on the color yield of reactive-dyed cotton. *Dyes and Pigments*, *164*, 417–427.

Huq, M.E. (2003). A Compilation of Environment Laws Administrated By the Department of Environment. *Department of Environment and Bangladesh Environmental Management Project (BEMP), Dhaka*.

Hina, K.,Zou, H., Qian, W., Zuo, D., &Yi, C. (2018). Preparation and performance comparison of cellulose-based activated carbon fibres. *Cellulose*, *25*(1), 607–617.

Morali, E.K. (2010). *Ozonation of a denim production textile industry wastewater – Process optimization*. Middle East Technical University

Kahraman, Ö.,&Şimşek, İ. (2020). Color removal from denim production facility wastewater by electrochemical treatment process and optimization with regression method. *Journal of Cleaner Production*, *267*, 122168.

Khan, A.A.,& Husain, Q. (2005). Potential of immobilized bitter gourd peroxidases in the decolorization and removal of textile dyes from polluted wastewater and dyeing effluent. *Chemosphere*, *60*(3), 291-301.

Pal, H.,Chatterjee, K.N., &Sharma, D.(2017). Water footprint of denim industry. *Sustainability in Denim*, 111–123.

Pearce, C.I., Lloyd, J.R., & Guthrie, J.T. (2003). The removal of colour from textile wastewater using whole bacterial cells: A review. Dye. *Pigment*, *58*, 179–196.

Romera, E., Gonzalez, F., Ballester, A., Blazquez, M.L., & Munoz J.A. (2007). Comparative Study of Biosorption of Heavy Metals using Different Types of Algae. *Bioresource Technology*, *98*, 3344-3353.

Sharif, M.I.,& Hannan, M.A. (1999). Guide to the Environmental Conservation Act 1995 and Rules 1997. *Bangladesh Centre for Advanced Studies (BCAS), Dhaka, Bangladesh*.

Siddique, K., Rizwan, M., Shahid, M.J., Ali, S., Ahmad, R., & Rizvi, H. (2017). Textile wastewater treatment options: a critical review. *Enhancing cleanup of environmental pollutants*, 183-207.

Sivaram, N.M., Gopal, P.M., & Barik, D. (2019). Toxic waste from textile industries. Debabrata Barik (Ed.), *Energy from toxic organic waste for heat and power generation içinde* (s. 43-54). Cambridge: Woodhead Publishing

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) (2004). https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7221&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5 adresinden erişildi.

Textile Industry Wastewater Discharge Quality Standards (2015). https://wastewater.sustainabilityconsortium.org/downloads/textile-industry-wastewater-discharge-quality-standards adresinden erişildi.

Tüfekci, N., Sivri, N., & Toroz, İ. (2007). Pollutants of textile industry wastewater and assessment of its discharge limits by water quality standards. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *7*(2).

Yaseen, D.A.,& Scholz, M. (2017). Comparison of experimental ponds for the treatment of dye wastewater under controlled and semi-natural conditions. *Environmenta*

Öztürk, İ., Timur, H., & Koşkan, U. (2010, Ekim 8) Atık Su Arıtımının Esasları. 8 Nisan 2017 tarihinde http://www.hasanege.com/download/hasanege_atiksuaritimiesaslari.pdf adresinden erişildi.

NANOTEKNOLOJİNİN ENERJİ VE BİYOLOJİK ETMENLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Lisans Öğrencisi Gürol Gürkan GÜLBİTTİ [1], Dr. Öğr. Üyesi Derya PEKER[2], Dr. Öğr. Üyesi Mehmet PEKER[3]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, - 0009-0005-4297-3972

[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, - 0000-0001-5596-0277

[3]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, - 0000-0002-9864-1046

ÖZET

Nanoteknoloji, 1 ile 100 nanometre arasında değişen ölçülerde yapılan mühendislik ve teknoloji çalışmalarının tamamına verilen isimdir. Bu alan; yer bilimi, organik kimya, moleküler biyoloji, yarıiletken fiziği ve mikrofabrikasyon gibi bilim alanlarını içerir ve doğal olarak çok geniştir. İlgili araştırma ve uygulamalar da aynı şekilde çeşitlidir.

Nanoteknolojinin günlük hayatta kullanım alanları oldukça geniştir. Örneğin, elektronik cihazların üretiminde nanoteknoloji sayesinde daha küçük ve daha hızlı işlemciler üretilebilmektedir. Ayrıca, nanoteknoloji sayesinde geliştirilen malzemelerin kullanımı ile daha dayanıklı ve hafif yapılar inşa edilebilmektedir. Bu da daha az kaynak kullanımı ve daha az atık üretmesi anlamına gelir. Nanoteknolojinin gelecekteki kullanım alanları ise sınırsızdır. Örneğin, nanoteknoloji sayesinde geliştirilen ilaçlar ile kanser gibi hastalıkların tedavisinde büyük ilerlemeler kaydedilebilir. Nanoteknolojinin diğer bir kullanım alanları da çevre ve enerjidir. Nanoteknoloji sayesinde çevre koruma adına geliştirilen filtreler ile su ve hava çevre kirliliği azaltılarak doğal kaynakların korunması sağlanabilir, güneş panelleri daha verimli hale getirilebilir ve nanoteknoloji sayesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanılabilir. Ayrıca, nanoteknoloji sayesinde geliştirilen piller daha uzun ömürlü hale getirilebilir ve enerji depolama kapasiteleri arttırılabilir.

Sonuç olarak, "Nanoteknolojinin Enerji ve Biyolojik Etmenler Üzerindeki Etkileri" konulu bu araştırmada, nanoteknolojinin kullanım alanlarının oldukça geniş ve sınırsız olduğuna değinilecek ve insanlık için büyük önem arz eden enerji ile biyolojik alanlardaki araştırma ve gelişmeler incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Nanoteknoloji, Enerji, Doğa, İnsan.

1. GİRİŞ

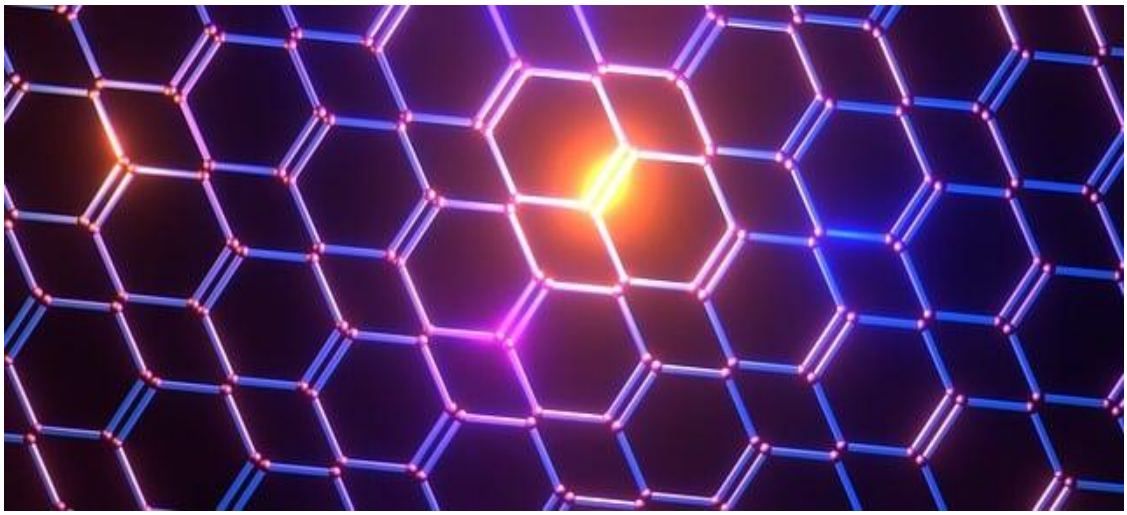
Nanoteknoloji; malzemelerin, cihazların ve sistemlerin nano ölçekte şeklini ve ebatlarını kontrol ederek tasarımının, karakterizasyonunun, imalatının ve uygulamasının yapılmasına verilen addır.

Nanoteknoloji üç hayali eksen üzerine yayılır:

1) Artan karmaşıklık açısından elle tutulabilir nesneler ekseni: malzemeler-cihazlar- sistemler. "Akıllı" malzemeler gibi ürünlerin bu üçü arasındaki sınırları da aşabildiğini göz önünde bulundurmak gerekiyor.

2) Bu eksen küçük ebatlardan kaynaklanan özelliklere sahip (örneğin aynı kimyasal bileşime sahip yığın nesnelerin özelliklerinin farklı olması gibi) pasif ve statik nesneler (nanoparçacıklar gibi) ile başlar aktif ile (örneğin, enerjiyi dönüştürebilen, bilgiyi saklayabilen veya durumu değiştirebilen) devam eder. Yani, aktif cihazların dinamik özellikleri açıkça değerlendirilmelidir eksen üzerinde daha ilerde, daha kapsamlı ve daha fazla parçacığa sahip örneğin gelişmiş bilgi işleme gibi yetenekleri olan cihazlar bulunmaktadır. Eksenin sonunda aynı zamanda da atomik hassaslıkta imalat olarak (AHİ) imalat yöntemleri (nano imalat), başka bir ifadeyle süreçler ve çeşitli karmaşık cihaz, prosedürler derlemesi olan nanoteknoloji bulunmaktadır. Bunlar bazen tam bir sürdürülebilir nano imalat dizisi anlamına gelen "üretken nano sistemler" şemsiyesi altında değerlendirilir.

3) Bu eksen doğrudan nanoteknoloji ile başlamaktadır: Nano ölçekte yapılandırılmış malzemeler (nanoparçacıklar dahil) nanoölçekte bileşenlere sahip cihazlar vb. ve nanoölçekte ayrı ayrı devre bileşenleri olan çok büyük ölçekte entegre devrelere dayalı güçlü bilgi işlemcileri gibi nesneleri kapsayan dolaylı nanoteknoloji ile devam eder ve mühendislik süreçlerinin (ve biyolojik olanlar da dahil diğer süreçlerin) onları daha iyi anlamak için nanoölçekte detaylı araştırılması anlamına gelen kavramsal nanoteknoloji ile biter (Görsel 1) [1].

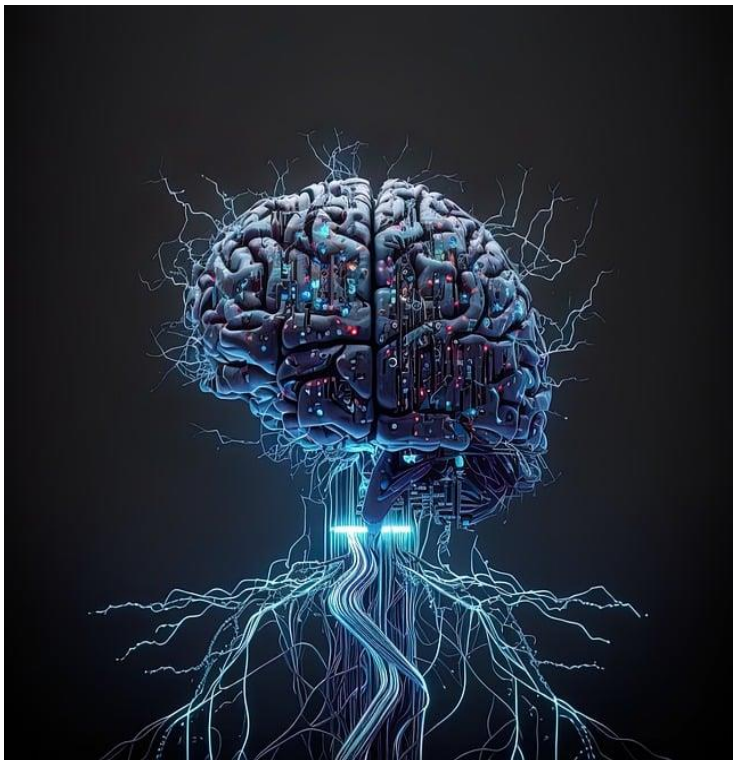


Görsel 1. Nano ölçekte yapılandırılmış bir malzeme [1].

2. NANOTEKNOLOJİNİN AVANTAJLARI

Bu avantajlar minyatürleştirmeyi, malzeme özelliklerinin yeni kombinasyonlarını ve evrensel bir imalat teknolojisini takip etmektedir. Minyatürleştirmenin kendine özgü faydalarına bir örnek de cep telefonlarıdır. Cep telefonu kavramı 1950'lerde geliştirildi, ancak ihtiyaç duyulan devrelerin boyutu o günün teknolojisi (termiyonik vanalar) kullanılarak yapılsaydı, çok katlı bir bina kadar yer kaplayabilirdi. Karbon nanotüplerle üretilmiş malzemeler çok hafif, çok

dayanıklı, transparan olabildiği gibi, elektriksel iletkenliğe de sahip olabilir. Montajcılara dayanan evrensel imalat (kişisel nano fabrikalar), insanların ihtiyacı olan pek çok bir enerji kaynağı ve asetilinden üretilmesini mümkün kılacaktır [2].



Görsel 2. Çağımızın anahtar teknolojisi Nanoteknoloji [3,4,5].

3. NANOTEKNOLOJİNİN KULLANIM ALANLARI

Nanoteknoloji, günümüzde fizik, kimya, biyoloji, bilgisayar, malzeme bilimi, elektronik gibi alanlarda kullanımının yanında tıp alanında da oldukça çarpıcı gelişmelere imkan sağlamaya başlamıştır. Bu teknolojiyle üretilebilecek birçok mikroskobik aygıtlar belki de damarlarımızda dolaşacak ve birer uzman gibi tedavi sağlayacaklardır. Nano boyuta sahip yapıların fiziksel özelliklerinin anlaşılması ile yeni bir nanoskopik dünya ile bir köprü kurulabilir. Nano materyallerin üretimi ile çok daha dayanıklı ulaşım araçları ve kirlenmeyen, paslanmayan eşyalar; hatta kendi kendini temizleyen giysiler üretilebilecektir. Gelecekte en büyük sorunlardan biri olacak olan kullanılabilir su kaynakları da bu teknoloji ile kendisini yenileyebilecektir. Belki de yakın bir tarihte insan vücudunda çalışabilecek biyolojik ve farmakolojik bilgisayarlar bu şekilde üretilebilir. Nanoteknoloji için çağımızın anahtar teknolojisi olduğunu söyleyebiliriz (Görsel 2) [3,4,5].

3.1. Nanoteknolojinin Enerji Sektöründeki Yeri

Nanoteknolojinin enerji sektöründeki yerine odaklanacak olursak, nanoteknolojinin enerji sektöründeki etkileri oldukça geniş bir yelpazede yer almaktadır. Enerji tüketimi ve üretimi alanlarını etkileyen nanoteknoloji projeleri özellikle aydınlatma ve ısınma verimliliğini yükseltme, elektrik depolama kapasitesini artırma ve enerji üretiminde ortaya çıkan kirliliğinin

temizlenmesine odaklanmaktadır. Nanoteknoloji enerji çalışmaları için geniş bir kaynak yelpazesi sunan gelişen bileşenler ve cihazlar 100 nm'den küçük olduğundan enerji yakalamak, depolamak ve değiş tokuş etmek için yeni yollar ve farklı seçenekler sağlayan bir teknolojidir. [6,7]. Nanoteknolojinin enerji sektöründe çok geniş bir uygulama alanına sahip olması nedeniyle kullanıldığı malzeme cinsine göre daha verimli, daha az kirletici ve enerji tasarruflu piller üretmek gibi birçok proje ve çalışma bulunmaktadır [8].

3.2. Nanoteknolojinin Biyolojik Etmenler Üstendeki Etkileri

Nanoteknolojinin biyolojik etmenler hakkındaki olumlu etkilerine de değindiğimizde, nanoteknolojinin biyolojik etkileri hakkında birçok araştırma yapıldığına rastlamaktayız. Nanoteknoloji ile üretilen nano ilaçlar, IoNT ile bağlı nano makineler ve sensörler, hastalıkların engellenmesi, tanı konulması ve tedavi edilmesi süreçlerine büyük destek sağlamaktadır. Nanoteknoloji ile güçlendirilmiş biyoçipler vücutta ortaya çıkabilecek kanser veya viral hastalıkların erken teşhisine olanak veriyor. Dünya genelinde nanoteknoloji kullanımı arttıkça günlük hayatımızda maruz kaldığımız nanomalzemeler de hızla artıyor. Nanomalzemelerin biyolojik ekosistemlere ve insanlara vereceği olası zararlar ve toksik etkiler ise araştırılmaya devam ediyor [9,10].

4. NANOTEKNOLOJİNİN DEZAVANTAJLARI VE RİSKLERİ

Nanoteknolojinin avantajları kadar riskleri olduğuna da değinmeden geçemeyiz. Nanoteknolojinin riskleri arasında nanomalzemelerin biyolojik ekosistemlere ve insanlara vereceği olası zararlar ve toksik etkiler yer almaktadır. Bu nedenle nanomalzemelerin üretimi ve kullanımı sıkı bir şekilde denetlenmektedir. Ayrıca, nanomalzemelerin doğal ortama, partikül boyutuna, şekline ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak çevresel etkileri de araştırılmaktadır. Nanoteknolojinin dezavantajları arasında ise yüksek maliyetler, üretim sürecindeki zorluklar ve ürünlerin ticari olarak pazarlanmasındaki zorluklar yer almaktadır. Ayrıca değinmesi gereken bir önemli husus da genleri yeniden düzenlemek için bir enzim ve kılavuz RNA kullanan bir gen düzenleme yöntemi olan CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats) yöntemi, doğada ortaya çıkan gen hatalarını nanoteknoloji ile düzeltmek için kullanılıyor. Genetik hastalıkların engellenmesi, yeni ilaçların keşfi ve kalp rahatsızlıklarının erken tedavisi ve bitkilerin özelliklerinin değiştirilmesi gibi birçok durum bu yöntemle mümkün hale gelmiştir. CRISPR aslında, doğada kuşaktan kuşağa aktarılan genlerle çok uzun bir zamanda ve kendiliğinden yaşanabilecek değişimleri çok kısa bir sürede ortaya çıkarmak için kullanılıyor. Ancak bu yöntemin faydalarının yanında getirdiği çok büyük riskler de bulunuyor. Büyük ölçekli DNA değişimlerinde fark edilemeyen gelecek nesil hücre bozulmaları veya sağlıklı genlerin etkilenmesi ciddi bir risk olarak değerlendiriliyor (Görsel 3). Bu hatalar fark edilmeden bir insana uygulandığında çok ciddi rahatsızlıkların ortaya çıkması da olası. Bilim insanları CRISPR'nin gen terapisi için kullanımına çok dikkatle yaklaşılması ve olası zararlı etkilerinin detaylı araştırılması gerektiğini öneriyor [11,12].



Görsel 3. Biyolojik DNA örneği [11,12].

Bu olası büyük risklerin doğru çalışmalarla azaltılması da mümkündür. Novo Nordisk Temel Protein Araştırma Merkezi bilim insanları, CRISPR gibi gen düzenleme yöntemlerinin istenmeyen yan etkilerini tespit etmek ve bir daha tekrarlanmamasını sağlamak için çalışıyor. Bir kriyoelektron mikroskopu yardımıyla incelenen işlemde kullanılan enzimin işini nasıl yaptığı nano ölçekte yakından izlenerek ortaya çıkarabileceği hatalar tespit ediliyor. Daha sonrasında hataların tekrarlanmaması için CRISPR yöntemi iyi yönde geliştirilebiliyor. Bu araştırmanın gelecekte çok daha kesin ve hatasız gen terapilerine imkân sunabileceği düşünülüyor [13].

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Nanoteknolojinin enerji ve biyolojik etmenler üzerindeki etkilerini değerlendiren bu araştırmada, nanoteknolojinin çok çeşitli kullanım alanları ve potansiyelleri vurgulanmıştır. Bu teknoloji, elektronik cihazların üretiminde daha küçük ve daha hızlı işlemcilerin elde edilmesini sağlamakta ve dayanıklı, hafif yapıların inşa edilmesine olanak tanımaktadır. Bu da kaynak kullanımının azalmasına ve atık üretiminin azalmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, nanoteknoloji ile geliştirilen ilaçlar, kanser gibi hastalıkların tedavisinde büyük bir potansiyele sahiptir.

Nanoteknolojinin gelecekteki kullanım alanları da oldukça umut vericidir. Örneğin, çevre ve enerji alanında nanoteknoloji sayesinde su ve hava kirliliği azaltılarak doğal kaynakların korunması sağlanabilir. Güneş panellerinin verimliliği artırılabilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanılabilir. Ayrıca, nanoteknoloji ile geliştirilen piller daha uzun ömürlü hale getirilebilir ve enerji depolama kapasiteleri artırılabilir.

Bu araştırma, nanoteknolojinin enerji ve biyolojik etmenler üzerindeki potansiyel etkilerini anlamak ve gelecekteki uygulama alanlarını keşfetmek için önemli bir adımdır. Ayrıca, bu çalışmanın, nanoteknolojinin insanlık için büyük önem taşıyan enerji ve biyolojik alanlarda araştırma ve gelişmelerin artırılmasına katkıda bulunabileceği sonucuna varılmıştır. Bu alandaki ilerlemeler, daha sürdürülebilir bir dünya ve gelişmiş tıbbi tedavi yöntemleri gibi birçok fayda sağlayabilir.

Sonuç olarak, nanoteknolojinin enerji ve biyolojik etmenler üzerindeki etkileri araştırıldığında, potansiyelinin oldukça geniş ve gelecekteki kullanım alanlarının sınırsız olduğu görülmektedir. Nanoteknolojinin ilerlemesiyle birlikte enerji verimliliği artırılabilir, çevre korunabilir ve tıbbi alanda büyük ilerlemeler kaydedilebilir. Bu nedenle, nanoteknolojinin araştırma ve geliştirme çalışmalarına daha fazla odaklanılması önemlidir.

KAYNAKÇA

[1] Ramsden, J., Nanoteknolojinin Esasları, Ankara, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş., 2011.

[2] Demirkıran, A., Benefits of Nanotechnology to Energy, Journal of Advanced Technology Sciences, 2019.

[3] STM ThinkTech., Think Tech STM Teknolojik Düşünce Merkezi: https://thinktech.stm.com.tr/tr/nanoteknolojinin-hayatimiza-etkileri, (Erişim tarihi: 09.02.2020).

[4] Akoğlu, A., Popüler Bilim Yayıncılığı ve Gökyüzü Gözlem Etkinlikleri, Journal of Istanbul Kültür University, 3(2), 1-4, 2005.

[5] Aktürk, C., ZnO Nano Sistemlerinin Sentezlenmesi ve Manyetik Özelliklerinin Elektron Paramanyetik Rezonans (EPR) Spektroskopisi ile İncelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2013.

[6] Allhoff, F., Lin, P. & Moore, D.,Nanoteknoloji Nedir ve Neden Önemlidir? Ankara, Tübitak Kitaplar Müdürlüğü, 2017.

[7] Anand, M. & Deepa, N., Understanding Trends and Changes in Media Coverage of Nanotechnology in India, Journal of Scientometric Research, 2(1), 70, DOI: 10.4103/2320-0057.115875, 2013.

[8] Anderson, A., Allan, S., Petersen, A. & Wilkinson, C., The Framing of Nanotechnologies in the British Newspaper Press, Science Communication, 27(2), 200-220, DOI:10.1177/1075547005281472, 2005.

[9] Baalousha, M., How, W., Valsami-Jones, E. & Lead, J. R., Overview of Environmental Nanoscience, J. R. Lead ve E. Valsami-Jones (Eds.), Frontiers of Nanoscience, Waltham: Elsevier, 1-54, 2014.

[10] Tüylek, Z., Nanoteknolojinin Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Riskleri, Kilis Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, 1-12, 2022.

[11] Bhushan, B., Introduction to Nanotechnology, B. Bhushan (Ed.), Springer Handbook of Nanotechnology (3nd Edition), Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1-13, 2010.

[12] Bhushan, B.. Governance, Policy and Legislation of Nanotechnology: A perspective, Microsystem Technologies, 21, 1137-1155, DOI: 10.1007/s00542-015-2511-x, 2015.

[13] Boholm, Å. & Larsson, S., What is the Problem? A Literature Review on Challenges Facing the Communication of Nanotechnology to the Public. Journal of Nanoparticle Research, 21(4), DOI: 10.1007/s11051-019-4524-3, 2019.

YAPAY ZEKÂNIN YENİLENEBİLİR ENERJİDEKİ ROLÜ

Lisans Öğrencisi Gürol Gürkan GÜLBİTTİ [1], Dr. Öğr. Üyesi Derya PEKER[2], Dr. Öğr. Üyesi Mehmet PEKER[3]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, - 0009-0005-4297-3972

[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, - 0000-0001-5596-0277

[3]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü,- 0000-0002-9864-1046

ÖZET

Yapay zekâ teknolojisi, yenilenebilir enerjiye geçişte önemli bir rol oynayacaktır. Özellikle, merkezi olmayan şebekeleri yönetmek ve adil erişim ve dayanıklılık sağlamak için sıkıyönetim gerektiren yenilenebilir enerjiye geçişte yapay zekâ teknolojisi önemli bir rol oynayacaktır.

Yapay zekâ, yenilenebilir enerjinin tahminini, şebeke işlemlerini ve optimizasyonunu, dağıtılmış enerji varlıklarının koordinasyonunu ve talep tarafı yönetimini geliştirerek enerji geçişine değer katmaktadır. Ayrıca, mikro şebekelerin entegrasyonu ve dağıtılmış enerjinin yönetiminde de yardımcı olabilir. Topluluk düzeyinde yenilenebilir enerji üretim birimleri ana şebekeye eklendiğinde, şebeke içindeki enerji akışını dengelemek zorlaşır. Yapay zekâ destekli kontrol sistemi kalite ve tıkanıklık sorunlarını çözmede önemli bir rol oynayabilir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, özellikle güneş fotovoltaikleri (PV), iklim değişikliğini azaltmak için kritik öneme sahiptir. Güneş pilleri bu alanda büyük bir rol oynamaktadır. Yapay zekâ ve makine öğrenmesi, yenilenebilir enerjinin geleceğini olumlu yönde dönüştürmektedir.

Sonuç olarak, "Yapay Zekânın Yenilenebilir Enerjideki Rolü" konulu bu araştırma çalışması, yapay zekânın yenilenebilir enerjideki önemi ve yapay zekânın hem ekonomik anlamda hem de iş gücündeki verim artışı açısından yenilenebilir enerji sektörüne katkısı vurgulanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Güneş Pili, Yapay Zekâ, Yenilenebilir Enerji.

1. GİRİŞ

Yapay zekâ terimi ilk olarak 1956 yılında kullanılmıştı. Ancak aradan geçen 67 yıla ve yapılan pek çok çalışmaya rağmen bugün yapay zekânın tam olarak ne olduğunu tanımlamak hâlâ çok zor. İnsanlar ve diğer canlılar tarafından sergilenen zekâyı doğal zekâ olarak adlandırırsak yapay zekânın da cansız varlıklar tarafından sergilenen zekâ olduğu söylenebilir. Fakat zekâ gerektiren işler yapan bilgisayar uygulamalarının pek çoğu bugün yapay zekâ olarak adlandırılmaz. Hatta belirli görevlerle ilgili uygulamalar bir dönem yapay zekâ olarak adlandırılsa bile gelişen teknolojiyle beraber sıradanlaştıktan sonra durum değişir. Bugün yapay

zekâ denince insanların aklına insan konuşmasını anlayabilen, satranç ve Go gibi strateji oyunlarında insanları yenebilen, arabaları idare edebilen vb. uygulamalar geliyor.

Başlangıçta yapay zekâ araştırmalarının ana hedefi bir insan gibi yeni şeyler öğrenebilen, çevresini algılayıp zekâ gerektiren davranışlar sergileyen makineler geliştirmekti (Görsel 1). Alanın kurucularından Herbert Simon bu hedefe kolaylıkla ulaşılacağından o kadar emindi ki 20 sene içinde makinelerin insanların yapabileceği tüm işlerin üstesinden geleceğini söylemişti. O dönemdeki bu iyimserliğin yansımalarını sinemada da görmek mümkündür: ünlü yönetmen Stanley Kubrick'in 1968 yapımı "2001: Bir Uzay Macerası" filmindeki bilgisayar HAL ya da ünlü senarist George Lucas'ın Yıldız Savaşları serisindeki robot R2D2 gibi.

Beklenenin aksine yapay zekânın gelişimi hızlı olmadı. Bugün bir insanın yapabileceği, zekâ gerektiren tüm işlerin üstesinden gelebilecek makineleri ifade etmek için "genel yapay zekâ" terimi kullanılıyor. Günümüzdeki yapay zekâ araştırmaları ise genel yapay zekâya ulaşmaktan çok "dar yapay zekâ" olarak adlandırılan sadece belirli görevleri başarmakta ustalaşmış uygulamalara odaklanıyor [1,2].



Görsel 1. Yenilenebilir enerjiye geçişte yapay zekâ teknolojisi.

2. YAPAY ZEKÂ ÖĞRENME MODELLERİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ SEKTÖRÜ

Her şeyden önce yapay zekânın bir şeyi öğrenme ve analiz etme sürecinin nasıl incelediğini ele almamız gerekiyor. Bu tarz çalışmalarda yapay zekânın analitik öğrenme metotlarını incelemeliyiz bunlar şu şekilde sıralanabilir:

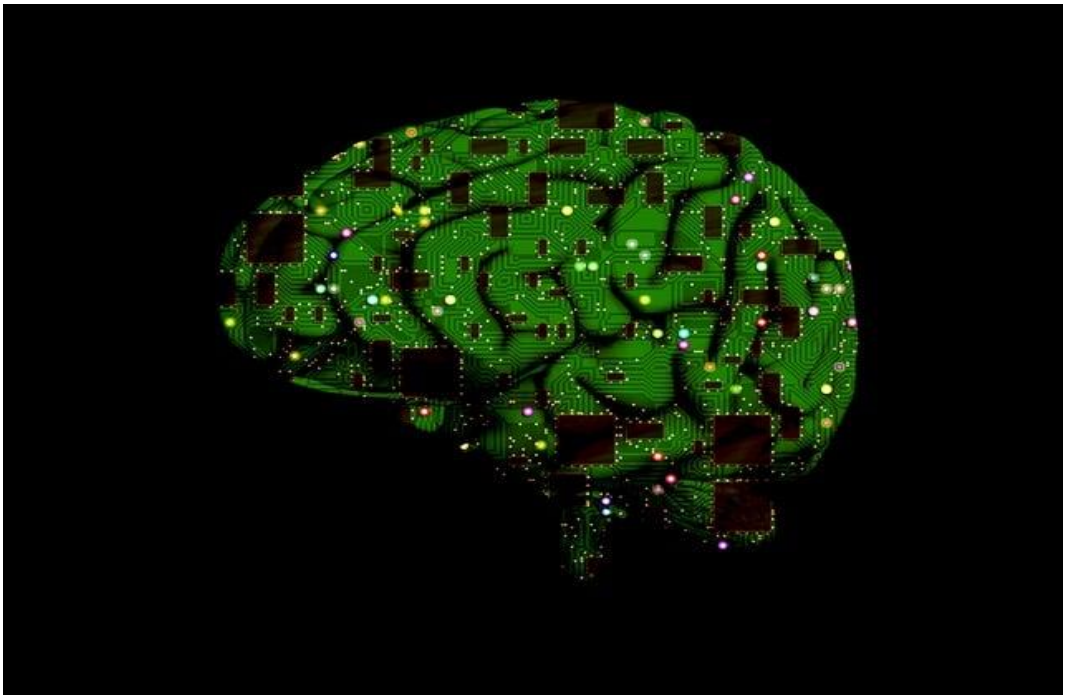
- Denetimli öğrenme
- Denetimsiz öğrenme
- Pekiştirmeli öğrenme
- Aktarım öğrenimi
- Hiyerarşik öğrenme
- Özyinelemeli öğrenme

Fakat biz bunlar dışında analitik öğrenme metodunu ele alacağız. Yapay zekânın analitik öğrenme yöntemi, verilerin matematiksel modellemesi ve istatistiksel analizi yoluyla öğrenme yapmasıdır. Bu yöntemde, verilerin özellikleri ve yapıları belirlenir ve bu bilgiler kullanılarak bir model oluşturulur. Model, verileri analiz eder ve öğrenir. Bu sayede, model verileri daha iyi anlayabilir ve gelecekteki verileri tahmin edebilir. Bu yöntem, yapay zekâ uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır [3].

Sanayi Devrimi'ne kadar hayvan gücü ve odun yanı sıra su ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılıyordu. Fosil yakıt kullanımı her zaman ikinci plandaydı. Ancak Sanayi Devrimi ve artan nüfus ile yükselen enerji talebi neticesinde söz konusu enerji kaynakları artık yeterli gelmeyince fosil yakıtların kullanımına başlandı. İklim değişikliğinin ana sebebi insan faaliyetlerinden kaynaklanan yoğun fosil yakıt kullanımına bağlı olarak atmosfere salınan ve ısı tutma kapasitesine sahip olan sera gazlarıdır. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları, 19. yüzyılın ortalarında büyük ölçekli sanayileşmenin başlamasından bu yana önemli ölçüde artmaya başladı. Artan sera gazı konsantrasyonlarına bağlı olarak zaman içinde küresel ortalama sıcaklıklar da arttı ve projeksiyonlar orta ve uzun vadede daha da artacağına işaret etmektedir. Yükselen sıcaklıklar yağışların düzeninde, fırtınaların şiddetinde ve deniz seviyesi yüksekliğinde değişikliklere sebep olmaktadır [4,5]. İklim değişikliği ile mücadelede yenilenebilir enerji kaynakları önemli bir rol oynamaktadır. İklim değişikliği gezegenimizi tehdit ettiği gibi rezervlerin azalması, artan nüfus ve tüketim alışkanlıklarındaki değişim ile artan enerji ihtiyacı ve buna bağlı enerji fiyatlarında ortaya çıkabilen sorunlar; enerji kaynaklarının gelecekteki ihtiyaçları karşılamak için yeterli olmayacağını ve acil olarak alternatif kaynaklara olan ihtiyacın bir göstergesidir. En basit çözüm alternatif kaynaklar olan yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından bazıları biyoenerji, güneş enerjisi, jeotermal enerji, okyanus enerjisi ve rüzgar enerjisidir. Hidrolik enerji karbon nötr bir enerji olmasına rağmen su yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almamaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkan suyun sürdürülebilir bir kaynak olmaktan çıkarmaktadır [6].

3. YAPAY ZEKÂNIN YENİLENEBİLİR ENERJİ SEKTÖRÜNDEKİ AVANTAJLARI

Yapay zekâ yenilenebilir enerji sektöründe birçok avantaj sağlar. Yapay zekâ, yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasına yardımcı olabilir (Görsel 2). Örneğin, rüzgâr türbinlerinin performansını artırmak için yapay zekâ kullanılabilir. Yapay zekâ ayrıca enerji tüketim modellerini anlamamıza, enerji kaçakları ve kayıplarını, cihazların sağlık durumlarını analiz ederek oluşabilecek tehlikeler için önlem almaya yardımcı olabilir. Yapay zekâ ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunu sağlamak için de kullanılabilir [7,8].



Görsel 2. Yapay zekâ yenilenebilir enerji sektöründe.

4. YAPAY ZEKÂNIN YENİLENEBİLİR ENERJİ SEKTÖRÜNDEKİ KULLANIM ALANLARI

Yapay zekâ yenilenebilir enerji sektöründe birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Yapay zekâ, enerji tüketim modellerini analiz ederek enerji tasarrufu sağlamakta ve enerji kaynaklarının dağıtımını optimize etmektedir. Örneğin, yapay zekâ ile donatılmış akıllı binalar, ısıtma, soğutma, aydınlatma gibi sistemleri otomatik olarak ayarlayarak enerji verimliliğini artırabilirler. Yapay zekâ ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunu sağlamak için de kullanılabilir. Yapay zekâ yöntemlerinin genel şebekeni güvenilirliğini ve esnekliğini desteklemesi, yenilenebilir enerjinin entegrasyonunu sağlaması ve yaygınlaştırması için gündeme gelebilecek 4 adım şunlardır:

- Yapay zekâ, merkezi kontrol mekanizmalarını geliştirecek,
- Yapay zekâ, mikro ızgaraları entegre etmek için yeni imkanlar sağlayacak,
- Yapay zekâ, yeni akıllı tüketici cihazları ve değer akışları yaratacak,
  Yapay zekâ, yenilenebilir enerjinin yerleşimini ve sonuç değerine dair araştırmalarda destek olacak [9].

Yapay zekâ, yenilenebilir enerjinin tahminini, şebeke işlemlerini ve optimizasyonunu, dağıtılmış enerji varlıklarının koordinasyonunu ve talep tarafı yönetimini geliştirerek enerji geçişine değer katmaktadır. Ayrıca, mikro şebekelerin entegrasyonu ve dağıtılmış enerjinin yönetiminde de yardımcı olabilir. Topluluk düzeyinde yenilenebilir enerji üretim birimleri ana şebekeye eklendiğinde, şebeke içindeki enerji akışını dengelemek zorlaşır. Yapay zekâ destekli kontrol sistemi kalite ve tıkanıklık sorunlarını çözmede önemli bir rol oynayabilir [10,11,12].

Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, özellikle güneş fotovoltaikleri (PV), iklim değişikliğini azaltmak için kritik öneme sahiptir. Güneş pilleri bu alanda büyük bir rol oynamaktadır. Örneğin, Hindistan 2030 yılına kadar 500 gigawatt güneş enerjisi kapasitesi kurma hedeflerini belirlemiştir. Bu alanda yapay zekâ da önemli bir rol oynamaktadır (Görsel 3). Örneğin, Hindistan'da ücretsiz uydu görüntülerini kullanarak ortalama %92 doğrulukla ölçekli güneş projelerini haritalamak için mekansal olarak açık bir makine öğrenme modeli geliştirilmiştir [13].



Görsel 3. Yenilenebilir enerji kaynaklarında yapay zekânın önemi.

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapay zekâ teknolojisi, yenilenebilir enerjiye geçişte önemli bir rol oynayacaktır. Yapay zekâ, yenilenebilir enerjinin tahminini, şebeke işlemlerini ve optimizasyonunu, dağıtılmış enerji varlıklarının koordinasyonunu ve talep tarafı yönetimini geliştirerek enerji geçişine değer katmaktadır. Ayrıca, mikro şebekelerin entegrasyonu ve dağıtılmış enerjinin yönetiminde de yardımcı olabilir. Topluluk düzeyinde yenilenebilir enerji üretim birimleri ana şebekeye eklendiğinde, şebeke içindeki enerji akışını dengelemek zorlaşır. Yapay zekâ destekli kontrol sistemi kalite ve tıkanıklık sorunlarını çözmede önemli bir rol oynayabilir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, özellikle güneş fotovoltaikleri (PV), iklim değişikliğini azaltmak için kritik öneme sahiptir. Güneş pilleri bu alanda büyük bir rol oynamaktadır. Yapay zekâ ve makine öğrenmesi, yenilenebilir enerjinin geleceğini olumlu yönde dönüştürmektedir.

Sonuç olarak, "Yapay Zekânın Yenilenebilir Enerjideki Rolü" konulu bu çalışmada, yapay zekânın yenilenebilir enerjideki önemi vurgulanmıştır. Ayrıca, yapay zekânın, hem ekonomik anlamda hem de iş gücündeki verim artışı açısından yenilenebilir enerji sektörüne büyük katkılar sağlayacağı görülmüştür.

KAYNAKÇA

- **[1]** Dirik, R., Dirik, Ö., & Taşkesen, E., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarında Yapay Zekâ Kullanımı, Researchgate.Net., Https://Doi.Org/10.59287/İcras.667, 2023.

- **[2]** İklimbu, (Erişim tarihi: 06.03.2023), http://climatechange.boun.edu.tr/: http://climatechange.boun.edu.tr/yenilenebilir-enerji/ adresinden alındı.
- **[3]** Ocak, M.E., Yapay Zekâ, Tübitak Yayınları, 2020.
- **[4]** www.dunyaenerji.org.tr. (2021, 8 16), (Erişim tarihi: 06.03.2023), Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi: https://www.dunyaenerji.org.tr/hindistan-100-gw-kurulu-yenilenebilir-enerji-kapasitesini-gecti/ adresinden alındı.
- **[5]** EIA, Energy and the Environment Explained: Greenhouse Gases and the Climate, U.S. Energy Information Administration, https://www.eia.gov/energyexplained/energy-and-the-environment/greenhouse-gases-and-the-climate.php, 2021.
- **[6]** IEA, Renewables 2020: Analysis and Forecast to 2025. International Energy Agency. https://iea.blob.core.windows.net/assets/1a24f1fe-c971-4c25-964a-57d0f31eb97b/Renewables_2020-PDF.pdf, 2020.
- **[7]** T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Kurulu Gücü 10 Bin Megavatı Aştı, https://enerji.gov.tr/haber-detay?id=10878, 2021.
- **[8]** TEİAŞ, Türkiye Elektrik Üretimi-İletim 2020 Yılı İstatistikleri-Grafik I.I.-Türkiye Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi, TEİAŞ, https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri (Erişim tarihi: 03.06.2023), 2020.
- **[9]** TEİAŞ, Türkiye Elektrik Üretimi-İletim 2020 Yılı İstatistikleri-Grafik I.IV.-2020 Kurulu Gücünün Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (MW), TEİAŞ, https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri, ---------(Erişim tarihi: 03.06.2023), 2020.
- **[10]** https://temizenerji.org/2023/05/03/yapay-zeka-ve-yesil-enerji-2027ye-kadar-kuresel-islerin-neredeyse-dortte-birini-degistirecek/, (Erişim tarihi: 06.06.2023).
- **[11]** Dinçer, İ., Arcaklıoğlu, E. & Ezan, M.A., Enerjide Yapay Zekânın Rolü Raporu, TÜBA Türkiye Bilimler Akademisi, 1-127, Ankara, 2022.,
- **[12]** Çetin, E. & Bilgin, S., Enerji Verimliliğinde ve Yenilenebilir Enerjide Yapay Zekâ Uygulamaları, 10. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi (YEKSEM 2019), 185-190, 12-14 Aralık, 2019.
- **[13]** United Nations, Goal 7-Affordable and Clean Energy. Department of Economic and Social Affairs, https://sdgs.un.org/goals/goal7, 2022.

ANKARA ALTINPARK'TA BULUNAN ODUNSU PEYZAJ BİTKİLERİNİN ESTETİK ÖZELLİKLERİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Öğr. Gör. Ali Cem Sönmez[1*], Prof. Dr. Murat Zencirkıran[2]

[*1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Orhangazi Yeniköy Asil Çelik MYO, BURSA, TÜRKİYE, - 0000-0001-6502-1863

[2]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, BURSA, TÜRKİYE - 0000-0003-0051-8937

[*]Bu bildiri "Peyzaj Özellikleri ve Ekolojik Tolerans Bakımından Peyzaj Bitkilerinin Değerlendirilmesi: Ankara Altınpark Örneği" isimli Ali Cem Sönmez'in Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

ÖZET

Parklar, kentlerin kimliğini yansıtarak doğa ve insan arasındaki ilişkiyi dengelemekle birlikte, aynı zamanda kentlere fiziksel ve estetik değer sağlamaktadır. Ayrıca parklarda kullanılan bitki türleri oluşturdukları bitki örtüsü ile birlikte farklı kompozisyon tipleri yaratmaktadır. Peyzaj tasarımlarında bitki materyali önemli bir yer tutmaktadır. Bundan dolayı bitkiler tasarım elemanı olarak kullanıldıklarında bazı estetik kriterlerin göz önüne alınması gerekmektedir. Bu çerçevede yapılan çalışmada, Ankara ili Altındağ ilçesinde yer alan "Altınpark" tasarımında kullanılan odunsu peyzaj bitkileri taksonlarının estetik özellikleri değerlendirilmiş olup, tespiti yapılan 192 taksonun 43 familya içerisinde yer aldığı ve taksonların %23,94'ünün ince dokulu, %55,85'inin orta dokulu, %20,21'inin ise kaba dokulu bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan, taksonların %27,08'inin koku etkisine, %57,81'inin vurgu etkisine, %41,67'sinin ise sonbahar renk etkisine sahip oldukları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Altınpark, Estetik Özellik, Odunsu Peyzaj Bitkileri

THE EVALUATION OF WOODY LANDSCAPE PLANTS IN ANKARA ALTINPARK IN TERMS OF AESTHETIC PROPERTIES

ABSTRACT

While the parks balance the relationship between nature and people by reflecting the identity of the cities, they also provide physical and aesthetic value to the cities. In addition, the plant species used in the parks create different composition types together with the vegetation they create. Plant material has an important place in landscape designs. Therefore, some aesthetic criteria should be considered when plants are used as design elements. In this study, the aesthetic properties of the woody landscape plant taxa used in the design of "Altınpark" located

in Altındağ district of Ankara province were evaluated. it was determined that it had a medium texture and 20,21% had a coarse textured texture. On the other hand, it was observed that 27,08% of the taxa had a scent effect, 57,81% had an accent effect, and 41,67% had an autumn color effect.

Keywords: Altınpark, Aesthetic Properties, Woody Landscape Plants

1. GİRİŞ

Hızlı artan nüfus sonucunda plansız yapılan yerleşim alanlarının artması kentlerin doğadan ve yeşil alanlardan uzaklaşmasına neden olmaktadır. Binalar, yürüme yolları gibi betonarme arasında kalan açık alanlar, yeşil alanlara dönüştürülerek bu olumsuzluğun az da olsa giderilmesine çalışılmaktadır. Kentsel alanlar içerisindeki yeşil kuşaklar ve diğer kentsel yeşil alanlar, kent sakinlerini rüzgâr, toz, gürültü ve hava kirliliğine karşı koruyan alanlardır. (Türkoğlu, 2019; Kaplan ve Yazıcı, 2022).

Parklar; kent sınırları içindeki tasarlanmış doğal alanlar olarak toprak, çim, çalı, ağaç, ağaççık gibi yumuşak yüzeylerden oluşan alanlardır. Kent içindeki parklar, hem insan sağlığı ve yaşam kalitesi hem de kent ekolojisi için önemlidir. Bitkiler, bu mekânların en önemli elemanlarıdır. Parklarda yer alan bitki materyalinin ölçü, form, doku, renk gibi özelliklerinden faydalanılarak oluşturulan görünümler kent insanını cezbedici bir değer taşımaktadır (Tercan, 1994; Eren, 2012; Eren ve Var, 2016). Bitkilerin bu niteliğinden dolayı, tasarımlarda bir temaya ait olsa dahi bitki tercihi yapılırken ekolojik istekleri ve fonksiyonel kullanımları kadar sergiledikleri estetik görünüşleri de göz önünde bulundurulmaktadır. Bitkilerin yapraklarının, çiçeklerinin, meyvelerinin, dallarının ve kabuklarının rengi, şekli ve dizilişi tasarımlarda kullanım alanlarını belirlemekte ve etkili kompozisyonların oluşturulabilmesini sağlamaktadır (Dönmez ve diğerleri, 2016; Olgun ve diğerleri, 2018).

Peyzaj alanlarında bitkilerin formu, ölçüsü, dokusu, rengi ile mekânın bileşenlerini oluşturmakta ve bu özellikler bir araya geldiklerinde görsel kaliteyi oluşturmaktadır (De La Fuente De Val ve Mühlhauser, 2014; Yılmaz ve diğerleri, 2019). Bitkilendirme tasarımının amacı mekâna işlevsel ve estetik olarak katkıda bulunmak dolayısıyla kullanıcıların isteklerine cevap vererek memnuniyet duygusu oluşturmaktır (Robinson, 1992; Yılmaz ve diğerleri, 2019). Bitkilendirme tasarımı peyzajın manzara güzelliğini doğrudan etkilemekte (Daniel, 2001; Scott, 2002; Yılmaz ve diğerleri, 2019) ve estetik nitelikleri iyi ve manzara güzelliğine sahip peyzajlardan alınan estetik memnuniyet, o peyzajın tercih edilebilirliğini, kullanabilirliğini ve kullanıcıda oluşturduğu olumlu algıyı doğrudan etkilemektedir (Richard ve Gobster, 1990; Yılmaz ve diğerleri, 2019). Bu nedenlerle ‘estetik memnuniyet’ bitlendirme tasarımının önemli bir hedefidir (Yılmaz ve diğerleri, 2019).

Bitkilerin seçimi ve tasarlanması; ilk olarak, bitkinin sahip olduğu dendrolojik ve tasarım özellikleri, ölçü, form, doku, renk, büyüme hızı vb. , ikinci olarak, bitkinin değerlendirileceği yetişme ortamı özellikleri ve koşulları: toprak, drenaj, rüzgâr, yağış, sıcaklık, güneşlenme vb., üçüncü olarak peyzaj planı veya tasarımının estetik ve işlevsel amaçları; planlanan alan için

bitkinin mekansal organizasyona katılım biçimi ve mekan modülasyonu, ekolojik onarım veya yıl boyu estetik süreklilik vb. (Acar 2016) kriterleri ile belirlenmektedir.
Bu çalışma, Ankara'nın önemli kentsel açık yeşil alanlarından biri olan Altınpark'ın odunsu peyzaj bitkilerinin estetik özellikleri bakımından değerlendirilmesi amacı ile yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmanın ana materyalini Ankara ili Altındağ ilçesinde yer alan "Altınpark" tasarımında kullanılan odunsu peyzaj bitkileri oluşturmaktadır.
Altındağ ilçesinde yer alan "Altınpark" ise 640 000 m^2'lik alan üzerine kurulmuş bir kent parkıdır. 1985 yılında Ankara Belediye Başkanı Mehmet Altınsoy'un talimatıyla açılan proje yarışması sonucu birincilik ödülünü alan Öner Tokcan, Hulusi I. Gönül ve C. İlder Tokcan'ın gerçekleştirdikleri projenin 1987 yılında uygulamaya geçilmesiyle hayata geçirilmiştir (Yenioğlu, 2010). 1994 Mart ayından itibaren gelişmesini sürdürmüş, olimpik yüzme havuzu ve diğer tesisler tamamlanmış, yeşil alanların bakımı ve ağaçlandırmaya önem verilerek bugünkü halini almıştır (Anonim, 2022a).

2.2. Yöntem

Araştırma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada; saha ziyaretleri gerçekleştirilerek Altınpark içerisinde yer alan peyzaj bitkileri taksonlarının belirlenmesi için fotoğraf çekimleri ve bazı örneklerin toplanması gerçekleştirilmiştir. Alınan örneklerin ait oldukları taksonlar, Davis, 1965-1988; Polunin, 1969; Polunin ve Huxley, 1981; Krusmann, 1984-1986; Dirr, 1992; Yaltırık, 1998; The Hillier Manual of Trees and Shrubs [THMTS], 1998; Zencirkıran, 2004; Zencirkıran, 2009; Zencirkıran, 2013; Zencirkıran ve Seyidoğlu Akdeniz, 2017 gibi farklı kaynaklardan yararlanılarak tespit edilmiştir.
İkinci aşamada, tespiti yapılan odunsu peyzaj bitkileri taksonlarına ait estetik özellikler; Davis, 1965-1985, Pamay, 1992; Pamay, 1993; THMTS, 1998; Güngör ve diğerleri, 2002; Zencirkıran, 2013; Anonim, 2019a; Anonim, 2019b; Yılmaz, 2019; Özkan, 2020; Özkan, 2021; Anonim, 2022b; Anonim, 2023a; Anonim, 2023b; Anonim, 2023c; Anonim, 2023d; Anonim, 2023e; Anonim, 2023f gibi kaynaklardan yararlanılarak ortaya konulmuştur. Bu çerçevede; *Bitki boyu* (0-20, 20-40, 40+ m), *Form* (piramidal-sütün, yuvarlak-küre, yayılıcı, sarkık), *Doku* (kaba, orta ve ince dokulu), *Yaprak rengi* (yeşil, sarı-kırmızı, açık yeşil, koyu yeşil, kırmızı-yeşil, yeşil, sarı-yeşil, gri-yeşil, mavi yeşil renkli), *Çiçek rengi* (sarı, kırmızı, beyaz, pembe, yeşilimsi sarı, krem-beyaz, krem, pembe- beyaz, lila-mor, farklı renkler*), Koku ve vurgu etkisi* (var (+), yok (-)) ve *Sonbahar renk etkisi* (etkin (+), etkin değil (-)) değerlendirilmiştir.

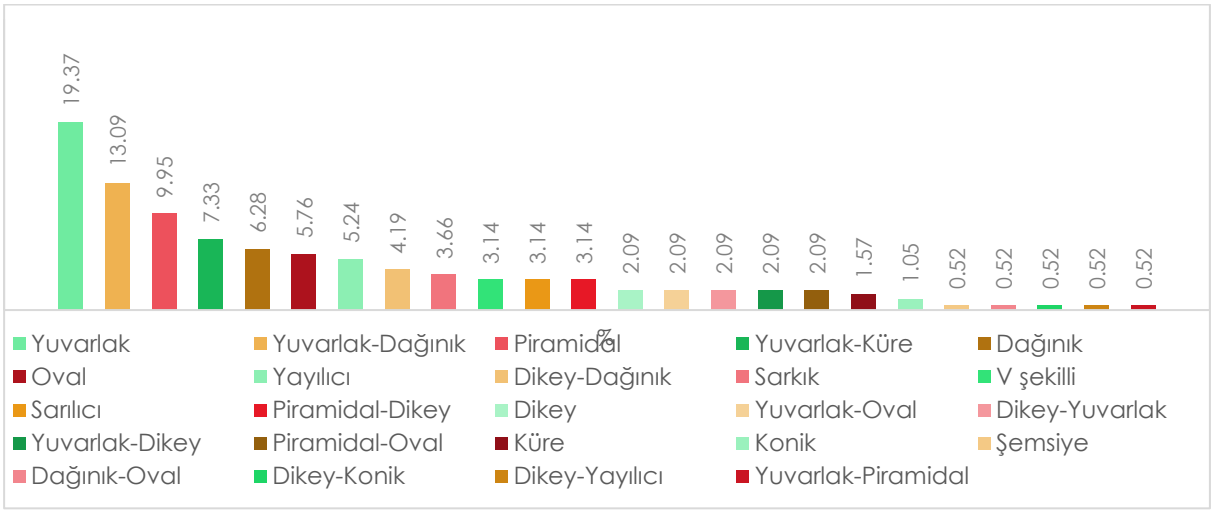
3. Bulgular

3.1. Peyzaj Bitkileri ve Dağılımları

Yapılan incelemeler neticesinde Altınpark tasarımında kullanılan 192 farklı odunsu peyzaj bitkisi saptanmıştır. Bu taksonların %90,85'lik kısmının Angiospermae ve %9,15'lik kısmının ise Gymnospermae alt bölümü içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Angiospermae taksonomik grubu içesindeki yaşam formları %62,34 ağaç- ağaççık ve %37,66 çalıdan oluşmaktadır. Gymnospermae ait yaşam formları ise %7,76 ağaç- ağaççık ve %92,24 çalı – sarılıcılardan oluşmaktadır.

3.2. Peyzaj Bitkileri Estetik Özellikleri

Tespit edilen peyzaj bitkileri taksonlarının estetik özellikleri bakımında dağılımları incelenmiş ve Çizelge.1'de verilmiştir.
Tespit edilen taksonların %19,37'lık kısmının yuvarlak, %13,09'luk kısmının yuvarlak-dağınık, %9,95'lik kısmının piramidal, %7,33'lük kısmının yuvarlak-küre ve %6,28'lik kısmının dağınık formda oldukları belirlenmiştir. Dikey-konik, dağınık-oval, dikey yayılıcı ve yuvarlak-piramidal formda olan taksonların ise %0,52'lik oran ile en düşük oranda park içerisinde yer aldıkları görülmüştür (Görsel 1).



Görsel 1. Odunsu peyzaj bitkileri taksonlarının formlarına göre dağılımları

Çizelge 1. Odunsu peyzaj bitki taksonlarının estetik özellikleri

No	Bitkinin Adı	Bitki Boyu (m)	Form	Doku	Renk		Koku	Vurgu	Sonbahar Renk Etkisi
					Yaprak	Çiçek	+ / -	+ / -	+ / -
1	*Abelia x grandiflora* Rehd.	0.5-1	Yuvarlak	Orta	Kırmızı Yeşil	Beyaz Pembe	+	+	-
2	*Abies nordmanniana* (Steven) Spach	20-30	Piramidal	İnce	Yeşil	-	-	+	-
3	*Acer ginnala* Maxim.	7-10	V şekilli	İnce	Açık Yeşil	Krem Beyaz	-	+	+
4	*Acer negundo* L.	10-20	Yuvarlak -Dağınık	Kaba	Açık Yeşil	Sarı	-	+	+

5	*Acer negundo* L. 'Flamingo'	8-15	Yuvarlak	Orta	Yeşil Kırmızı Beyaz	Pembe Yeşil	-	+	+
6	*Acer nigrum* F. Michx.	18-20	Oval	Orta	Sarı Yeşil	Yeşil	-	+	+
7	*Acer palmatum* Thunb.	5-6	Yuvarlak -Küre	İnce	Kırmızı Yeşil	Kırmızı	-	+	+
8	*Acer palmatum* Thunb. 'Atropurpureum'	5-8	Yuvarlak	Orta	Kırmızı	Kırmızı	-	+	+
9	*Acer platanoides* L.	20-30	Yuvarlak -Küre	Kaba	Yeşil	Krem	-	+	+
10	*Acer platanoides* L. 'Crimson King'	8-10	Yuvarlak	Kaba	Koyu Kırmızı	Yeşil	-	+	+
11	*Acer platanoides* L. 'Globosum'	5-7	Küre	Kaba	Yeşil	Sarı Yeşil	-	+	+
12	*Acer pseudoplatanus* L.	25-30	Yuvarlak -Dağınık	Kaba	Sarı Yeşil	Yeşil	-	+	+
13	*Acer saccharinum* L.	30-40	Yuvarlak -Küre	Orta	Açık Yeşil	Kırmızı	-	+	+
14	*Aesculus hippocastanum* L.	20-25	Yuvarlak -Dağınık	Kaba	Koyu Yeşil	Beyaz	-	-	+
15	*Aesculus pavia* L.	6-8	Yuvarlak -Küre	Kaba	Yeşil	Kırmızı	-	-	+
16	*Aesculus x carnea* Hayne.	8-15	Yuvarlak -Oval	Kaba	Yeşil	Kırmızı Pembe	+	-	+
17	*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle	12-15	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Krem-Beyaz	-	-	+
18	*Albizia julibrissin* Durazz.	10-12	Yuvarlak -Küre	İnce	Yeşil	Pembe	-	+	-
19	*Berberis thunbergii* DC.	1.2-1.8	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Kırmızı	Sarı	-	+	+
20	*Berberis thunbergii* DC. 'Atropurpurea'	0.8-1	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Koyu Kırmızı	Sarı	-	+	+
21	*Berberis vulgaris* L.	1-3	Dikey-Dağınık	Kaba	Yeşil	Sarı	-	+	+
22	*Berberis vulgaris* L. 'Atropurpurea'	1.5-2.0	Dikey-Dağınık	Kaba	Yeşil Kırmızı	Sarı	-	+	+
23	*Berberis x media* Grootend. 'Red Jewel'	Maks. 0.5	Dikey	Kaba	Yeşil Kırmızı	Sarı	-	+	+
24	*Betula alba* L.	8-10	Sarkık	İnce	Yeşil	Kahverengi	-	+	+
25	*Betula pubescens* Ehrh.	15-20	Dağınık-Oval	İnce	Yeşil	Sarı Kahveree	-	+	+
26	*Buddlea davidii* Franch.	0.8-1	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Yeşil	Beyaz Mor	+	+	-
27	*Buxus sempervirens* L.	2-3.5	Yuvarlak -Küre	İnce	Koyu Yeşil	Beyaz	-	-	-
28	*Buxus sempervirens* L. 'Rotundifolia'	1.5-3.0	Küre	İnce	Koyu Yeşil	Beyaz	-	-	-
29	*Calocedrus decurrens* (Torr.) Florin	30-50	Piramidal -Dikey	Orta	Yeşil	Sarı Yeşil	+	+	-
30	*Calocedrus decurrens* (Torr.) Florin 'Aureovariegata'	10-15	Piramidal -Dikey	Orta	Sarı Yeşil	-	+	+	-
31	*Carpinus betulus* L.'Fastigiata'	15-18	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Açık Yeşil	-	+	+
32	*Catalpa bignonioides* Walt.	10-15	Yuvarlak	Kaba	Açık Yeşil	Beyaz	-	-	+
33	*Cedrus atlantica* Manetti 'Glauca Pendula'	3-5	Sarkık	Orta	Mavi-Yeşil	-	-	+	-

34	*Cedrus atlantica* Manetti 'Glauca'	15-23	Piramidal	Orta	Mavi-Yeşil	-	-	+	-
35	*Cedrus deodara* G.Don	15-20	Piramidal	İnce	Yeşil	-	+	+	-
36	*Cedrus libani* A.Rich.	20-30	Piramidal	Orta	Koyu Yeşil	-	-	+	-
37	*Celtis australis* L.	15-23	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Koyu Yeşil	Beyaz Yeşil	-	-	-
38	*Cercis siliquastrum* L.	3-5	Yuvarlak -Dağınık	İnce	Yeşil	Mor Pembe	+	+	-
39	*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Spach	0.6-0.9	Yuvarlak -Oval	Orta	Yeşil	Turuncu Pembe	-	+	+
40	*Chamaecyparis lawsoniana* (Murr.) Parl.	15-23	Piramidal -Dikey	İnce	Yeşil	-	+	+	-
41	*Chamaecyparis nootkatensis* (D.Don) Spach	5-8	Piramidal	İnce	Mavi Yeşil	-	+	+	-
42	*Cornus alba* L.	1.5-3	Dikey-Yuvarlak	Orta	Yeşil	Krem	-	+	+
43	*Cornus alba* L. 'Elegantissima'	1-3	Küre	Orta	Yeşil Gri Beyaz	Beyaz	-	+	+
44	*Cotinus coggygria* Scop.	5-8	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Beyaz Pembe	-	+	+
45	*Cotinus coggygria* Scop. 'Atropurpureus'	6-8	Yuvarlak	Orta	Koyu Kırmızı	Beyaz Pembe	-	+	+
46	*Cotoneaster dammeri* Schneid.	0,5-3	Yayılıcı	İnce	Yeşil	Pembe	-	-	+
47	*Cotoneaster franchettii* Bois.	1-2	Dağınık	Orta	Gri Yeşil	Pembe	-	+	-
48	*Cotoneaster horizontalis* Decne.	0.5-0.7	Yayılıcı	İnce	Yeşil	Beyaz Pembe	-	-	+
49	*Cotoneaster lacteus* W.W.Sm.	2.5-4	Dağınık	Orta	Yeşil	Beyaz	-	+	-
50	*Cotoneaster lucidus* Schlecht.	2-3	Dikey-Yuvarlak	Orta	Koyu Yeşil	Pembe Beyaz	-	+	+
51	*Cotoneaster salicifolius* Franch.	60-80	Dağınık	Orta	Yeşil	Beyaz Pembe	+	+	-
52	*Crataegus mollis* (Torr. & A.Gray) Scheele	6-12	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Yeşil	Beyaz	-	-	+
53	*Crataegus monogyna* Jacq.	15-20	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Beyaz	+	-	+
54	*Cupressocyparis leylandii* (Dallim.& Jacks.) Dallim.	20-25	Piramidal	İnce	Koyu Yeşil	-	-	+	-
55	*Cupressus arizonica* Greene 'Glauca Spiralle'	1-5	Dikey	Orta	Mavi-Yeşil	-	-	+	-
56	*Cupressus arizonica* Greene not Hort.	15-20	Piramidal	Orta	Mavi-Yeşil	-	-	+	-
57	*Elaeagnus angustifolia* L.	6-7	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Gri Yeşil	Krem Sarı	+	+	-
58	*Elaeagnus pungens* Thunb.	3-5	Yuvarlak	İnce	Gri Yeşil	Krem Beyaz	+	+	-
59	*Euonymus fortunei* Hand.-Mazz.	0.2-0.5	Yayılıcı	Kaba	Koyu Yeşil	Krem	-	+	+
60	*Euonymus japonicus* Thunb.	1.5-3	Yuvarlak -Dağınık	Kaba	Yeşil	Krem	-	+	-
61	*Euonymus japonicus* Thunb. 'Aureus'	2.5-3	Yuvarlak -Küre	Orta	Sarı Yeşil	Kren	-	-	-
62	*Ficus carica* L.	5-8	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Yeşil	-	+	-
63	*Forsythia x intermedia* Zab.	2.5-3	Dağınık	Orta	Yeşil	Sarı	-	+	-

64	*Fraxinus americana* L.	15-23	Yuvarlak - Dikey	Orta	Yeşil	Sarı Yeşil	-	-	+
65	*Fraxinus angustifolia* Vahl	15-23	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Sarı Yeşil	-	-	-
66	*Fraxinus angustifolia* Vahl. 'Raywood'	15-20	Yuvarlak - Dikey	Orta	Yeşil Kırmızı	Yeşil	-	-	+
67	*Fraxinus excelsior* L.	12-18	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Yeşil	Krem Sarı	-	-	-
68	*Ginkgo biloba* L.	15-23	Dağınık	Orta	Açık Yeşil	Açık Yeşil	-	+	+
69	*Gleditsia triacanthos* L.	20-25	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Yeşil	Sarı Yeşil	+	-	-
70	*Hedera helix* L.	0.8-1	Sarılıcı	Orta	Koyu Yeşil	Sarı Yeşil	-	-	-
71	*Hedera helix* L. 'Aureovariegata'	0.8-1	Sarılıcı	Orta	Sarı Yeşil	Sarı Yeşil	-	-	-
72	*Hibiscus syriacus* L.	1.5-3	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Yeşil	Beyaz Eflatun	-	+	-
73	*Ilex aquifolium* L.	5-10	Piramidal	İnce	Yeşil	Beyaz Yeşil	+	+	-
74	*Ilex cornuta* Lindl. & Paxt.	5-8	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Beyaz	+	+	-
75	*Juglans regia* L.	25-30	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Yeşil	-	+	+
76	*Juniperus chinensis* L.	Maks. 25	Oval	İnce	Mavi Yeşil	-	+	-	-
77	*Juniperus chinensis* L. 'Pfitzeriana'	1-2	Şemsiye	İnce	Mavi Yeşil	-	-	-	-
78	*Juniperus communis* L.	Maks. 12	Yuvarlak -	İnce	Yeşil	-	-	-	-
79	*Juniperus communis* L. 'Hibernica'	1.5-4.5	Dikey-Konik	İnce	Mavi	-	-	-	-
80	*Juniperus horizontalis* Moench.	1.5-3	Yayılıcı	Kaba	Mavi Yeşil	-	-	-	-
81	*Juniperus sabina* L.	3-4	Yayılıcı	-	Koyu Yeşil	-	-	-	-
82	*Juniperus squamata* Buch.-Ham. ex Lamb.	Maks. 12	Dikey-Yayılıcı	-	Mavi Yeşil	-	-	-	-
83	*Juniperus squamata* Buch.-Ham. ex Lamb. 'Blue Carpet'	0.15-0.30	Yayılıcı	-	Gri Yeşil	-	-	-	-
84	*Juniperus virginiana* L. 'Skyrocket'	3-5	Piramidal -Dikey	İnce	Mavi Yeşil	-	-	-	-
85	*Koelreuteria paniculata* Laxm.	4-6	Yuvarlak - Dikey	Orta	Yeşil	Yeşil	-	+	+
86	*Laburnum anagyroides* Medikus	5-8	Dikey-Dağınık	Orta	Mavi Yeşil	Sarı	+	+	-
87	*Lagerstromia indica* L.	6-7	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Yeşil	Beyaz Mor	-	+	+
88	*Lavandula officinalis* Chaix	0.5-1	Yayılıcı	İnce	Gri Yeşil	Lila Mor	+	-	-
89	*Ligustrum japonicum* Thunb.	12-14	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Yeşil	Beyaz	+	-	-
90	*Ligustrum lucidum* Ait.	8-15	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Beyaz	-	-	-
91	*Ligustrum ovalifolium* Hassk	3-5	V şekilli	Orta	Yeşil	Krem Beyaz	+	-	-
92	*Ligustrum ovalifolium* Hassk. 'Aureum'	2-3	V şekilli	Orta	Sarı Yeşil	Krem Beyaz	+	-	-
93	*Ligustrum vulgare* L.	1.5-3	Yuvarlak	İnce	Yeşil	Beyaz	+	+	+

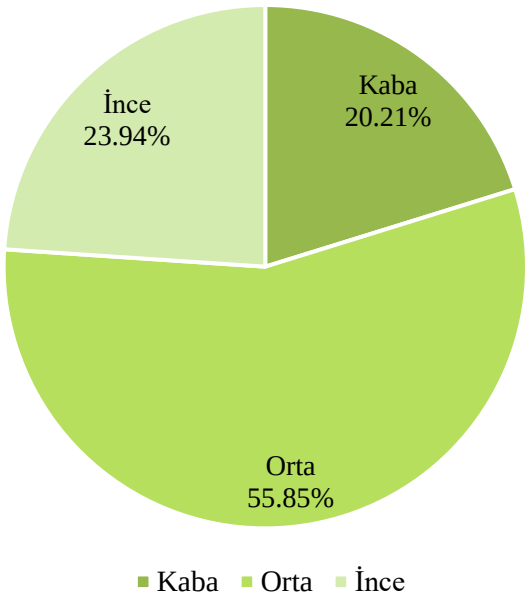
94	*Liquidambar styraciflua* L.	15-20	Piramidal -Oval	Orta	Yeşil	Sarı Yeşil	+	+	+
95	*Liriodendron tulipifera* L.	35-50	Dikey	Orta	Yeşil	Sarı Turuncu	+	+	+
96	*Lonicera caprifolium* L.	2-3	Sarılıcı	Orta	Yeşil	Krem Sarı	+	+	-
97	*Lonicera nitida* Wils.	1-1.5	Yayılıcı	Orta	Yeşil	Kremsi Beyaz	+	-	-
98	*Lonicera tatarica* L.	2.5-3.5	Yuvarlak	Orta	Mavi Yeşil	Pembe Beyaz	+	-	-
99	*Magnolia x soulangeana* Soulange- Bodin	5-6	Yuvarlak - Dikey	Kaba	Yeşil	Kırmızı Pembe	+	+	-
100	*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.	0.8-1	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Sarı	-	+	+
101	*Mahonia japonica* (Thunb.) DC.	1.5-2.0	Dağınık	Orta	Yeşil	Sarı	-	+	+
102	*Malus domestica* Borkh.	5-8	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Mor Pembe	+	+	-
103	*Malus floribunda* Sieb. Ex Van Houtte.	3-5	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Beyaz Krem	+	+	-
104	*Morus alba* L.	20-22	Yuvarlak -Dağınık	Kaba	Yeşil	Krem Yeşil	-	-	-
105	*Morus nigra* L. 'Pendula'	4-6	Sarkık	Kaba	Yeşil	Beyaz Yeşil	-	+	-
106	*Parrotia persica* (DC.) C.A.Mey.	6-10	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Kırmızı	-	+	+
107	*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planchon	9-15	Sarılıcı	Orta	Yeşil	-	-	+	+
108	*Philadelphus coronarius* L.	1.5-3	Oval	Orta	Yeşil	Beyaz	-	-	-
109	*Photinia x fraseri* Dress	3-5	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Beyaz	-	-	-
110	*Phyllostachys bambusoides* Sieb. & Zucc.	7.5.21	Sarkık	-	Yeşil	Beyaz	-	-	-
111	*Picea abies* (L.) Karsten	30-40	Piramidal	İnce	İnce	-	-	+	-
112	Picea glauca var. albertiana (Brown) Sarg. 'Conica'	1-4	Konik	Kaba	Yeşil	-	-	+	-
113	*Picea orientalis* (L.) Peterm.	30-45	Piramidal	İnce	İnce	-	-	+	-
114	*Picea pungens* Engelm.	9-18	Konik	Kaba	Mavi Yeşil	-	-	+	-
115	*Picea pungens* Engelm. 'Galuca Globosa Nana'	0.9-1.5	Oval	Kaba	Mavi Yeşil	-	-	+	-
116	*Pinus brutia* Tenore	15-25	Dikey-Dağınık	Kaba	Yeşil	-	+	-	-
117	*Pinus mugo* Turra	Maks. 5	Dağınık	Kaba	Yeşil	-	-	-	-
118	*Pinus nigra* Arnold.	20-40	Dağınık	Kaba	Yeşil	-	-	-	-
119	*Pinus strobus* L.	25-35	Piramidal	İnce	Yeşil	-	-	-	-
120	*Pinus sylvestris* L.	25-30	Piramidal	Kaba	Yeşil	-	-	-	-
121	*Pinus wallichiana* A.B.Jacks.	15-25	Piramidal	İnce	Yeşil	-	-	-	-
122	Platanus occidentalis L.	12-14	Yuvarlak -Dağınık	Kaba	Yeşil	Koyu Kırmızı	-	-	+
123	*Platanus orientalis* L.	25-30	Yuvarlak -Dağınık	Kaba	Yeşil	Yeşil	-	-	+

124	*Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd.	25-30	Yuvarlak -Küre	Kaba	Yeşil	Yeşil	-	-	+
125	*Populus alba L.*	Maks. 40	Oval	Kaba	Yeşil	Beyaz	-	-	+
126	*Populus nigra L.*	25-30	Piramidal -Dikey	Kaba	Yeşil	Kırmızı Yeşil	-	-	+
127	*Prunus armeniaca* L.	5-15	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Sarı	-	+	+
128	*Prunus avium* L.	25-35	Dikey-Dağınık	Orta	Yeşil	Beyaz	-	+	+
129	*Prunus cerasifera* Ehrh.	10-12	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Kırmızı	Beyaz Pembe	+	+	-
130	*Prunus cerasifera* Ehrh. *'Pissardii'*	4-6	Yuvarlak -Küre	Orta	Kırmızı	Pembe	-	+	+
131	*Prunus cerasus* L.	6-10	Yuvarlak -Küre	Orta	Yeşil	Beyaz	-	+	+
132	*Prunus domestica* L.	5-8	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Beyaz	+	-	-
133	*Prunus dulcis* (Mill.) D.A.Webb	5-8	Oval	İnce	Yeşil	Beyaz Pembe	+	-	-
134	*Prunus laurocerasus* L.	5-7	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Koyu Yeşil	Beyaz	-	+	-
135	*Prunus mahaleb* L.	5-10	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Beyaz	-	-	-
136	*Prunus serrulata* Lindl. 'Kanzan'	8-10	V şekilli	Orta	Yeşil	Pembe	+	+	+
137	*Prunus subhirtella* Lindl. 'Pendula'	5-8	Sarkık	Orta	Yeşil	Pembe	-	+	+
138	*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco	30-50	Piramidal	İnce	Gri Yeşil	-	-	+	-
139	*Pyracantha angustifolia* (Franch) Schneid.	2-4	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Yeşil	Beyaz	-	-	-
140	*Pyracantha coccinea* Roem.	3-5	Yuvarlak -Küre	Orta	Yeşil	Beyaz	-	-	-
141	*Pyrus communis* L.	8-15	Oval	Orta	Yeşil	Beyaz	-	-	-
142	*Pyrus elaeagrifolia* Pall.	6-8	V şekilli	Orta	Yeşil	Krem Beyaz	-	-	-
143	*Quercus frainetto* Ten.	20-25	Oval	Orta	Yeşil	Sarı	-	-	+
144	Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.	25-30	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Sarı Kahveree	-	-	-
145	*Quercus robur* L.	25-35	Dağınık	Orta	Yeşil	Sarı Yeşil	-	-	-
146	*Quercus robur* L. 'Fastigiata Koster'	15-20	Piramidal	Orta	Yeşil	Sarı Kahveree	-	-	-
147	*Quercus rubra* L.	15-23	Yuvarlak -Küre	Kaba	Yeşil	Kahverengi	-	-	-
148	Rhus glabra L.	2.7-4.5	Dikey-Dağınık	Orta	Koyu Yeşil	Sarı Yeşil	-	+	+
149	*Rhus typhina* L.	5-8	Dikey-Dağınık	Orta	Yeşil	Sarı Yeşil	-	+	+
150	Robinia hispida L.	1-3	Oval	Orta	Yeşil	Pembe	-	+	+
151	*Robinia pseudoacacia* L.	4-6	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Yeşil	Beyaz Krem	+	-	+
152	*Robinia pseudoacacia* L. 'Umbraculifera'	12-14	Yuvarlak	İnce	Yeşil	-	-	-	-
153	*Rosa canina* L.	2-5	Dikey-Dağınık	Kaba	Yeşil	Beyaz Pembe	+	-	-

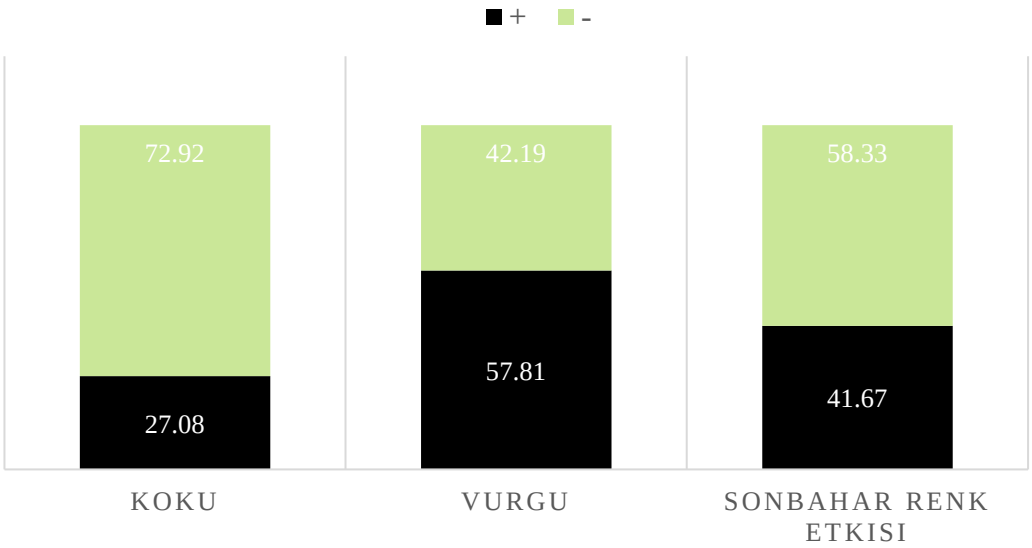
154	*Rosa* sp.	3-5	Dağınık	Orta	Yeşil	Farklı Renkler	-	+	-
155	*Rosmarinus officinalis* L.	0.5-1	Yuvarlak	İnce	Mavi Yeşil	Mor	+	-	-
156	*Rubus fruticosus* L.	Maks. 3	Sarılıcı	Orta	Yeşil	Beyaz Pembe	-	-	-
157	*Salix alba* L.	20-25	Sarkık	İnce	Yeşil	Krem-Beyaz	-	+	-
158	*Salix babylonica* L.	12-15	Sarkık	Orta	Yeşil	Sarımsı Yeşil	-	+	+
159	*Salix caprea* L.	5-8	Oval	Orta	Yeşil	Sarı Beyaz	-	+	-
160	*Salix matsudana* Koidz.	10-15	Yuvarlak -Oval	İnce	Yeşil	Sarı	-	+	-
161	*Sambucus nigra* L.	6-9	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Yeşil	Krem-Beyaz	-	-	+
162	*Sambucus nigra* L. 'Marginata'	2.5-4	-	Orta	Sarı Yeşil	Beyaz	-	-	+
163	*Santolina chamaecyparissus* L.	0.5-1	Yuvarlak	İnce	Mavi Yeşil	Sarı	+	-	-
164	*Sophora japonica* L.	15-22	Yuvarlak -Dağınık	Orta	Yeşil	Beyaz	-	-	-
165	*Spiraea japonica* L.f.	Maks. 1.5	Yuvarlak	İnce	Yeşil	Pembe	-	+	+
166	*Spiraea x bumalda* Burven	0.5-1	Yuvarlak	İnce	Yeşil	Beyaz Pembe	-	+	+
167	*Spiraea x vanhouttei* (Briot) Zab.	1.75-2	Yuvarlak	İnce	Yeşil	Beyaz	-	+	+
168	*Symphoricarpos albus* (L.) Blake	1-2	Yuvarlak	Kaba	Yeşil	Beyaz Yeşil	-	+	+
169	*Symphoricarpos orbiculatus* Moench.	1-2	Dikey-Yuvarlak	Kaba	Yeşil	Yeşil Beyaz	-	+	+
170	*Syringa meyeri* Schneid.	1.5-2.5	Dikey-Yuvarlak	Orta	Yeşil	Mor Pembe	+	+	-
171	*Syringa vulgaris* L.	3-4	Dağınık	Orta	Yeşil	Beyaz Mor	+	+	-
172	*Tamarix tetrandra* Pall.	2-3	Dağınık	İnce	Yeşil	Beyaz Pembe	-	-	-
173	*Taxodium distichum* (L.) Rich.	30-40	Piramidal	İnce	Açık Yeşil	-	-	+	-
174	*Taxus baccata* L.	15-20	Piramidal	İnce	Koyu Yeşil	-	-	+	-
175	*Thuja occidentalis* L.	Maks. 30	Piramidal -Oval	İnce	Yeşil	-	-	-	-
176	*Thuja orientalis* L.	7-15	Oval	İnce	Sarı Yeşil	-	-	-	-
177	*Thuja plicata* D.Don	30-40	Piramidal	İnce	Sarı-Yeşil	-	-	+	-
178	*Tilia cordata* Mill.	20-25	Piramidal -Dikey	Orta	Yeşil	Sarı	+	+	+
179	*Tilia platyphyllos* Scop.	Maks. 40	Piramidal -Oval	Orta	Yeşil	Sarı	+	+	+
180	*Tilia platyphyllos* Scop. 'Rubra'	12-18	Piramidal -Oval	Orta	Yeşil	Sarı	+	+	+
181	*Tilia tomentosa* Moench.	20-35	Yuvarlak -Küre	Orta	Gri Yeşil	Sarı	+	+	+
182	*Tilia x europaea* L.	25-30	Piramidal	Orta	Yeşil	Krem Sarı	+	+	+
183	*Ulmus laevis* Pall.	30-35	Yuvarlak -Oval	Orta	Yeşil	Kırmızı Beyaz	-	+	+

184	*Viburnum lantana* L.	2-3	Yuvarlak	Kaba	Koyu Yeşil	Beyaz Krem	+	-	+
185	*Viburnum opulus* L.	2-4	Yuvarlak	İnce	Yeşil	Beyaz	+	-	+
186	*Viburnum rhytidophyllum* Hemsl.	3-5	V şekilli	Kaba	Koyu Yeşil	Krem	-	-	-
187	*Viburnum tinus* L.	2-7	Yuvarlak -Küre	Kaba	Koyu Yeşil	Beyaz	+	-	-
188	*Vinca major* L.	0.35-0.5	Yayılıcı	Orta	Koyu Yeşil	Menekşe Mavi	-	-	-
189	*Vinca minor* L.	0.12-0.2	Yayılıcı	Orta	Koyu Yeşil	Menekşe Mavi	-	-	-
190	*Weigela florida* (Bunge) A. DC.	2-3	Yuvarlak	Orta	Yeşil	Pembe	-	+	+
191	*Wisteria sinensis* (Sims) Sweet	4-10	Sarılıcı	Orta	Yeşil	Mavi-Mor	+	+	-
192	*Yucca filamentosa* L.	0.5-1	Dikey	Kaba	Mavi Yeşil	Beyaz Pembe	+	+	-

Doku bakımından yapılan değerlendirmeler sonucunda, tespiti yapılan taksonların %23,94'ünün ince dokulu, %55,85'inin orta dokulu, %20,21'inin ise kaba dokulu bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir (Görsel 2). Diğer yandan, taksonların %27,08'inin koku etkisine, %57,81'inin vurgu etkisine, %41,67'sinin ise sonbahar renk etkisine sahip oldukları görülmüştür (Görsel 3).



Görsel 2. Altınpark'ta tespit edilen odunsu taksonların dokularına göre dağılımları



Görsel 3. Altınpark'ta tespit edilen odunsu taksonların koku-vurgu-sonbahar renk etkilerine göre oransal dağılımları (var (+), yok (-))

4. SONUÇ

Bitkilerin önemli işlevlerinden biri mekâna kattığı estetik değerdir. Bu estetik değeri sahip oldukları dendrolojik özellikleri ile sağladıkları gibi biçim, renk ve doku gibi görsel özellikleri ile de sağlamaktadırlar.

Ankara-Altınpark'ta tespit edilen odunsu peyzaj taksonları estetik özellikleri bakımından incelendiğinde, taksonların form açısından %19,37 oranında yuvarlak, %13,09 oranında yuvarlak-dağınık, %9,95 oranında piramidal, %7,33 oranında yuvarlak-küre, %6,28 oranında dağınık ve %0,52 oranında dikey-konik, dikey-oval, dikey yayılıcı, yuvarlak-piramidal formlarda olduğu, tespit edilen taksonların %23,94 orandakilerin ince dokulu, %55,85 orandakilerin orta dokulu, %20,21 orandakilerin kaba dokulu bir yapıda olduğu, %27,08'ı koku etkisine, %51,81'i vurgu etkisine, %41,67'si ise sonbahar renk etkisine sahip oldukları görülmüştür. Bu çerçevede form açısından değerlendirildiğinde tasarımda kullanılan odunsu taksonları formlarının büyük bir kısmının yuvarlak, yuvarlak-dağınık ve piramidal formda olduğu görülmüştür. Doku açısından yapılan değerlendirmede ise, orta dokulu bitkilerin park tasarımında kullanılan odunsu taksonların büyük bir kısmını oluşturduğu gözlenmiştir. Koku açısından değerlendirildiğinde ise, koku etkisi yapan taksonların genele oranla az sayıda bulunduğu görülmüştür. Bu kapsamda Çoşkun (2011) tarafından yapılan çalışmada, peyzaj düzenleme çalışmalarında kullanılan bitkilerin, görsel özelliklerinin yanı sıra içerdikleri esanslar sayesinde koku özelliği de taşımakta olduğu ve bitkilerin bu özelliği dikkate alınarak günümüzde duyu ve koku bahçelerinin giderek yaygınlaştığı ve toplumun ilgisini çektiği ifade edilmektedir.

Bitkilerin estetik özellikleri bir peyzajın en dikkate değer kısımlarını oluşturmaktadır. Bu durum bitkilerin görsel kalitesi ile değerlendirilerek, bir peyzaj çalışmasının başarısı veya başarısızlığını belirlemektedir. Bitkilerin şekil özellikleri, bitki kompozisyonlarının estetik

kalitesini artırarak alana boyut özelliği kazandırmaktadır. Çiçekler, yapraklar, meyveler ve gövdeler/dallar/kabuklar renk ve doku sağlayarak peyzajımızın estetik çekiciliğine katkıda bulunmaktadır. Bu özelliklerin etkisi bitki özellikleri ile birlikte mevsimlere göre değişiklik göstermektedir. Bahar aylarında çiçeklerinin renkleri, yaprakların dokusal nitelikleri, sonbahar ve kış aylarında ise yaprak rengi ve meyve, dal ve kabukların görünümleri, peyzajın dört mevsim çekiciliğine katkıda bulunmaktadır (Anonim, 2023g).

Altınpark'ın bu elde edilen veriler bağlamında değerlendirilmesi sonucunda incelenen estetik özellikleri bakımından başarılı bir kent parkı olduğu görülmüştür. Parkın tasarımının proje yarışması sonucunda gerçekleştirilmesi bu başarıyı kazanmasının önemli bir sebebi olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Acar, C. (2016). *Bitkilendirme tasarımı Basılmamış Ders Notları*, 2016 Bahar Yarıyılı, KTÜ, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü.

Anonim, (2019a). The Plant List. http://www.theplantlist.org/

Anonim, (2019b). Türkiye Bitkileri. https://www.turkiyebitkileri.com/tr

Anonim, (2022a). Golf Klübünden AltınPark'a... http://peyzajmimarligifp.blogspot.com/2008/01/golf-klbnden-altnparka.html

Anonim, (2022b). BITKIVT Online Bitki Veri Tabanı. https://www.bitkivt.itu.edu.tr/en/

Anonim, (2023a). Ebben Nurseries: Wide range of trees and shrubs https://www.ebben.nl/en/about-ebben/

Anonim, (2023b). AUB Landscape Plant Database. https://landscapeplants.aub.edu.lb

Anonim, (2023c). Gardenia Creating Gardens. https://www.gardenia.net

Anonim, (2023d). Missouri Botanical Garden. http://www.missouribotanicalgarden.org

Anonim, (2023e). Backyard Gardener. https://www.backyardgardener.com

Anonim, (2023f). The Royal Horticulturel Society. https://www.rhs.org.uk

Anonim, (2023g). A Guide for the Selection and Use of Plants in the Landscape. https://www.canr.msu.edu/resources/a_guide_for_the_selection_and_use_of_plants_in_the_landscape_e2941

Çoşkun, H. N. (2011). *Kokulu bitkiler ve koku bahçeleri üzerine araştırmalar.* [Yüksek lisans tezi, İstanbul üniversitesi].

Daniel, T. (2001). Whither scenic beauty? visual landscape quality assessment in the 21st century. Landscape and Urban Planning, 54, 267-281.

Davis, P.H. (1965-1985). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands.* Edinburgh University Press. Volume 1-10. Edinburgh.

De La Fuente De Val, G. And Mühlhauser S. H. (2014). *Visual quality: An examination of a South American Mediterranean landscape, Andean foothills east of Santiago (Chile).* Urban Forestry and Urban Greening, 13(2), 261-271.

Dirr, M.A. (1992). *Manual of woody landscape plants: their identification, ornamental characteristics, culture propagation and uses.* Varsity Press. p.1187.

Dönmez, Ş., Çakır, M. ve Kef, Ş. (2016). *Bartın'da yetişen bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin peyzaj mimarlığında kullanımı.* Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi, 1(2):1-8.

Eren, E. T. (2012). *Kentsel açık yeşil alanların dağılımlarının tarihi süreç içindeki değişimi: Trabzon kenti Boztepe-ganita aksı örneği.* [Yüksek lisans tezi, Karadeniz teknik üniversitesi].

Eren, E. T. ve Var, M. (2016). *Parkların Bitkisel Tasarımında Kullanılan Taksonlar: Trabzon Kent Merkezi Örneği.* Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 17 (2), 200-213.

Güngör, İ., Atatoprak, A., Özer, F., Akdağ, N. ve Kandemir N. (2002). *Bitkilerin Dünyası Bitki Tanıtımı Detayları ile Fidan Yetiştirme Esasları.*

Kaplan, M. ve Yazıcı K. (2022). *Kent İçi Yol Bitkilerinin Estetik ve Fonksiyonel Özelliklerinin Değerlendirilmesi.* Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(2), 95-108.

Krussman, G. (1984-1986). *Manual Of Cultivated Broad-Leaved Trees and Shrubs*. Timber Press, Portland, Oregon.

Olgun, R., Yılmaz T. ve Türk S. (2018). *Parkların Bitkisel Tasarımında Yenilenebilir Türlerin Kullanımı Üzerine Kullanıcı Görüşlerinin Antalya-Konyaaltı Örneğinde Araştırılması. Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi,* 1:1, 42-48.

Özkan, E. (2021). *Gebze- Orhangazi-İzmir Otoyolu Peyzaj Bitkilerinin Değerlendirilmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. YÖK Tez veri sistemi tabanı.

Özkan, P. (2020). *İstanbul Kenti Bazı Alışveriş Caddelerinin Peyzaj Tasarımı Açısından Değerlendirilmesi.* [Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. YÖK Tez veri sistemi tabanı.

Pamay, B. (1992). *Bitki Materyali I: Ağaç ve Ağaççıklar.* Uycan Matbaası, İstanbul, s.80.

Pamay, B. (1993). *Bitki Materyali II A: Çiçekli Çalılar, B: Sarmaşıklar, C: Kaktüsler, D: Saz ve kamışlar*. Orhan Ofset, İstanbul, s.128.

Polunin, O and Huxley, A. (1981). *Flowers of the Mediterranean. Chatto and Windus*. London.

Richard, E.C., Gobster, P.H. (1990). The Nature and Ecology of Aesthetic Experiences in the Landscape. Landscape Journal, 9, 1-8. doi- 10.3368/lj.9.1.1.

Robinson, N., (2004). *The Planting Design Handbook. (2nd ed.).* England: Ashgate Publishing Limited.

Scott, A. (2002). Assessing public perception of landscape: The LANDMAP experience. Landscape Research, 27, 271–295. doi- 10.1080/01426390220149520.

Tercan, S. (1994). *Ankara Mamak ilçesinde Açık ve Yeşil Alan ilişkileri ve Peyzaj Mimarlığı Açısından Alınması Gerekli Önlemler*. [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi).

The Hillier Manual of Trees and Shrubs. (1998) Pocket Edition. A. David and Charles Book, p.928.

Türkoğlu, S. (2019). *Ankara Yöresindeki Bazı Kent İçi Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi.* [Yüksek Lisans Tezi. Çankırı Karatekin Üniversitesi].

Yaltırık, F. (1993). *Dendrology Textbook II. Angiospermae (Angiosperms) Vol. I.* Istanbul.

Yenioğlu, F. (2010). *Kent Aydınlatma Elemanlarının Kullanımının Peyzaj Mimarlığı Açısından İrdelenmesi: Ankara- Altındağ Örneği.* [Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi]. YÖK Tez veri sistemi tabanı.

Yılmaz, S. (2019). *Bursa İlindeki Kentiçi Karayollarının Bitkisel Tasarım İlkeleri Yönünden Değerlendirilmesi.* [Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. YÖK Tez veri sistemi

tabanı.
Yımaz, S., Eren, E. T. ve Alpak E. M. (2019). *Peyzaj Tasarımında Estetik.* ISAS Winter 2019, 4(7), 61-65.
Zencirkıran, M. (2004). *Bursa Kent Peyzajında Kullanılan Bitki Türleri ve Bu Amaç İçin Kullanılabilecek Yerli ve Yabancı Orijinli Bitkilerin Saptanması.* Uludağ Üniversitesi Bilimsal Araştırma Projesi: 2002/24. s.307.
Zencirkıran, M. (2009). Determination of native woody landscape plants in Bursa and Uludağ. African J of Biotecn. 8: 5737-5746.
Zencirkıran, M. (2013). *Peyzaj Bitkileri I. (Açık tohumlu bitkiler – Gymnospermae).* Nobel Yayınevi. s.475.
Zencirkıran, M. ve Akdeniz Seyidoğlu N. (2017). *Bursa Kent Parkları Odunsu Bitki Taksonlarının Ekolojik Tolerans Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi.* Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(2), 11-19.

ESPALİER: PEYZAJ BİTKİLERİNİN DEKORATİF TASARIMI

Yüksek Lisans Öğr. Çağla KORKMAZ[1], Doç. Dr. Nilüfer SEYİDOĞLU AKDENİZ[2*]

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Bursa, - ORCID: 0009-0002-0019-977X.
[2]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, – ORCID: 0000-0001-6789-4473.

ÖZET

Yeşil alanlar insanların yaşam kalitesini yükselten en önemli alanlar olarak karşımızda çıkmakta olup günümüz kentleşme olgusu içerisinde giderek azaldığı bir gerçektir. Kentsel yeşil alanların bu denli önemli bir noktada olması kullanılan peyzaj bitkileri ile doğrudan ilişkilidir. İnsanların doğa ile iç içe olmalarını sağlayan bitkiler aynı zamanda onlara estetik ve farklı güzellikler sunarlar. Bitkilerin renk, doku ve form vb. özelikleri estetik açıdan önemli olup bu özellikleri ile mekanlara dinamiklik katarken monotonluğu kırarak mükemmel görünümler kazandırırlar. Bitkilerin estetik olarak değerleri insanların görsel olarak ilk algıladığı ve dikkatini çeken bir unsurdur. Peyzaj bitkilerinin farklı biçimlere göre tasarlanarak değişik form kazandırılması ve geliştirilmesi olanak sağlayacak tasarımlar estetik olarak etkin tasarımlar olup manzara güzelliğini arttırmakta ve peyzajın tercih edilebilirliğini yükseltmektedir. Bitkilerin estetik kombinasyonlarından yararlanılarak bitkilerin bulundukları mekan ve çevre ile bütünleşen tasarımlar başarılı bir tasarımın anahtarıdır. Bitkilerin bulundukları mekanlardaki yapısal öğeler ile çeşitli şekillerde kullanımları söz konusu olup bu yaklaşım çerçevesinde yer alan tasarım örneğinden birisi de “Espalier”dir. Espalier bitkinin dekoratif bir desen verilerek bir düzlem üzerinde geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Espalier olarak değerlendirilmiş bir bitki kentlerin yaşayan heykelleri olarak odak noktaları meydana getirir ve eşsiz dikey vurgular yaratır. Bununla birlikte Espalier tasarım kent peyzajına farklı bir bakış açısı getirerek ve alternatif çözümler sunarak kentin yeşil dokusu destekleyici niteliktedir. Tasarımda bitkilerin Espalier olarak kullanılması konusunda farkındalık yaratmak ve kent peyzajında uygulanmasının dikkati çekmek önemlidir. Bu doğrultuda çalışmamızda espalier tasarımın önemi ve peyzaja katkıları. espalier desenleri ve tasarımın uygulanma yöntemlerine değinilmiş espalier olarak kullanılabilecek bazı peyzaj bitkileri değerlendirilmeye alınmış ve öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Espalier, Görsel Sanat Eserleri, Peyzaj Bitkileri, Bitkisel Tasarım, Estetik,

THE ESPALIER: DECORATIVE DESIGN OF LANDSCAPE PLANTS

ABSTRACT

Green areas are the most important places increasing the life quality of people. However it's fact that these places have been gradually decreasing in today's urbanization phenomenon. The urban green spaces are important that also related to the landscape plants which are used. Some features of plants such as color, texture and form are aesthetically important for adding dynamism to the spaces, and thereby they get breaking the monotony and give perfect looks to them. The aesthetic value of plants is the first thing that people perceive visually and attracts their attention. The designs which allow to be designed according to different forms and to be developed are aesthetically effective designs, and they increase the beauty and the preferability of the landscape. The key to a successful design is the desing that integrate with the place and environment where the plants are located by using the aesthetic combinations of plants. Plants can be used in various ways with the structural elements in the places they are found. One of the most important design examples within the framework of this approach is "Espalier". Espalier allows the plant to be developed on a plane by giving a decorative pattern. A plant that considered as Espalier creates focal points and unique vertical accents as living sculptures of cities. Neverthess, Espalier design can support the green texture of the city by bringing a different perspective to the urban landscape and offering alternative solutions. It is important to raise awareness about the use of plants as Espalier in design and draw attention to its application in the urban. In this direction in this study, the importance of espalier design and its contribution to the landscape, the espalier patterns and the applying methods to the design, and some landscape plants that can be used as espalier are evaluated and suggestions are made.

Key Words: Espalier, Visual Art Works, Landscape Plants, Planting Design, Aesthetic

1. GİRİŞ

Espalier, Fransızca' da "düz", İtalyanca' da ise "sırt veya omuz desteği" anlamına gelmekte olup bitkilerin bir duvar, çit ve kafes vb. yapılar veya bir düzlem üzerinde eğitilerek şekil verilmesi ve büyütülmesi olarak ifade edilmektedir. İlk uygulama örneklerine M.Ö. 1400 yıllarında Mısırda mezar resimleri üzerinde rastlanmıştır. Bu resimlerde Firavun'un bahçesindeki incir ağaçlarınım espalier formda olduğu görülmektedir. Orta çağda Avrupa'da keşişler manastır bahçelerinin duvarlarında, fındık ve meyve ağaçları espalier olarak yetiştirdikleri bilinmektedir. Avrupalılar tarafından bir sanat dalı olarak geliştirilen espalier, orta çağ boyunca din adamları ve soylular için hobi amaçlı olarak çevresi duvarlarla kapalı bahçeler şeklinde düzenlendiği görülmüştür. 1600'lü yıllarda Fransızlar espalier'in ilerlemesine öncülük etmişlerdir [1,2,3]. Günümüzde halen önemini koruyan espalier, sanat ve bilimin bir arada kullanıldığı sanat dalı olarak sabır ve emek isteyen bir tasarımdır. Kullanılan bitkinin büyüme ritmine göre istenilen şekli alması uzun yıllar sürebilmektedir. Espalier, yalnızca meyve ağaçlarında değil aynı zamanda peyzaj bitkilerinde de kullanılan ve mekanların estetik

değerini güçlendiren bir tasarım olmakla birlikte fonksiyonel katkı da sağlamaktadır. Özellikle kent içerisindeki dar alanların bitkilendirmelerinde ve ev bahçelerinde tercih edilmekte olup ağaçlandırma çalışmaları açısından da alternatif bir çözüm olabildiği görülmektedir. Bununla birlikte kullanım alanlarını birbirinden ayırmak ve tarihi mekanlarda görsel kaliteyi arttırmak gibi birçok alanda da tercih edilebilmektedir. Diğer yandan bitki gelişiminin kısıtlı olacağı tretuarlarda da espalier kullanımı ile yeşil bir doku yaratabilmek mümkündür [2,3,4,5,6,7]. Her bitki espalier için uygun değildir. Tasarımın uygulanacağı alana ve mekana göre değişmekle birlikte kullanılacak bitki esneyebilen gövde yapısına sahip, yan dal yapabilen ve ilgi çekici çiçek, meyve, yaprak, dallanma özelliği vb. sahip olması gereklidir. informal ve formal kullanıma uygun bitkilerin seçilmesi önemli olup bazı bitkiler simetrik formda tek düzlemde sekil verilmeye uygun iken bazıları ise serbest şekilde oluşturulan desenler için uygun olduğu görülmektedir [2, 3]. .

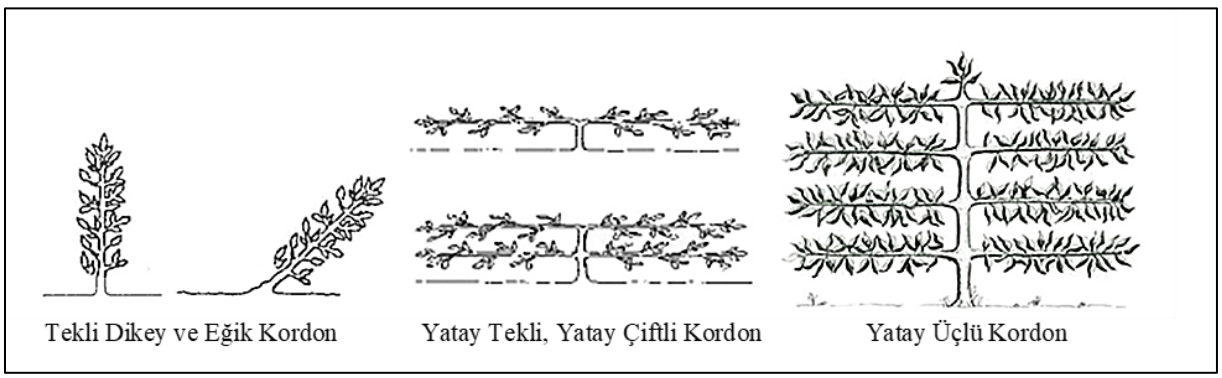
Yeşil alanların temel elemanları olan bitkiler ile tasarımların ne denli güçlü olacağı açıktır. Bitkiler farklı şekillerde tasarıma katılmakla birlikte özellikle yapısal öğeler ile birlikte kullanımları söz konusu olduğunda görsel etkilerini arttıran bir uygulama olan espalier karşımıza çıkmaktadır. Bu noktadan hareketle çalışmamızda espalier tanımı ve desenleri, espalier uygulanma aşamaları ve espalier için uygun peyzaj bitkileri değerlendirilmiş ve öneriler getirilmiştir.

2. ESPALİER DESENLERİ VE UYGULANMASI

Espelier desenleri 9 başlık altında gruplandırılmaktadır [2,3,5,6,8].

2.1. Tekli Dikey ya da Eğik kordon: Uygulanması en kolay olan sistemdir. Kısaltılmış düz bir gövdeden oluşan bu sistem duvar önleri vb. kullanımlarda dikey gösterimler oluşturmak için tercih edilmektedir. Tekli kordonun 30-60 derece arasında eğim verilmiş şekline ise eğik kordon ismi verilmektedir (Görsel 1 ve Görsel 2).

2.2. Yatay Tekli Kordon, Yatay Çiftli Kordon ve Yatay Katlı Kordon: Yatay tekli kordon sistemi dikey bir gövde üzerinde birbirine zıt olarak gelişen iki yan dal ile oluşturulan bir sistem olup yatay T şekli olarak da ifade edilmektedir. Tek kollu sabit kordon terbiye sistemi olarak da adlandırılan sistemde zayıf sürgünler çıkartılarak orta kısımdan büyümekte olan sürgünlerin 0,5 m dikey yönde uzamasına izin verilir. Sürgünlerin tekrardan alt dallara paralel olarak şekillendirmesi ile yatay katlı kordon sistemi meydana getirilir (Görsel 1 ve Görsel 2).

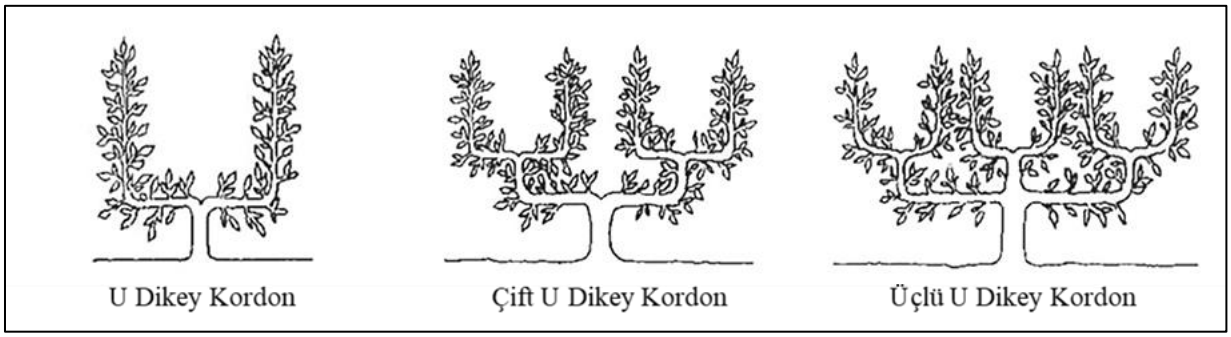


Görsel 1. Tekli, eğik, çiftli ve üçlü Kordon desenleri [2,3,8,9]



Görsel 2. Kordon deseni örnekleri [10,11,12]

2.3. U, Çift U ve Üçlü U dikey kordon: Yatay kordonun yan dallarının dikey şekilde geliştirilmesi ile oluşturulan sistemdir. Bu kordon sistemlerine şamdan şekline benzediği için şamdan sistemi de denilmektedir U, çift U ve üçlü U şekilde üç farklı şekilde kullanılabilir. Üçlü U dikey kordon sistemi diğer sistemlere nazaran bakımı ve budama işlemleri daha güç olmaktadır (Görsel 3 ve Görsel 4).



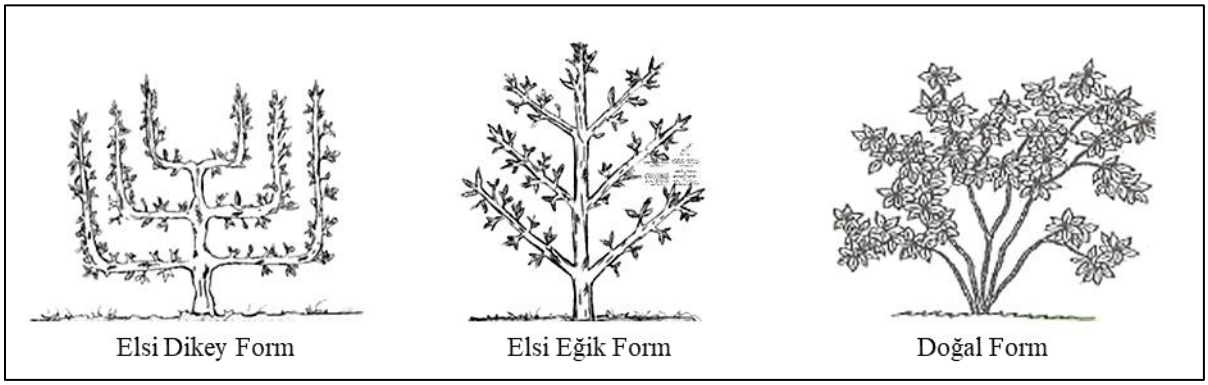
Görsel 3. U, Çift U ve Üçlü U Dikey Kordon desenleri [2,3,8,9].



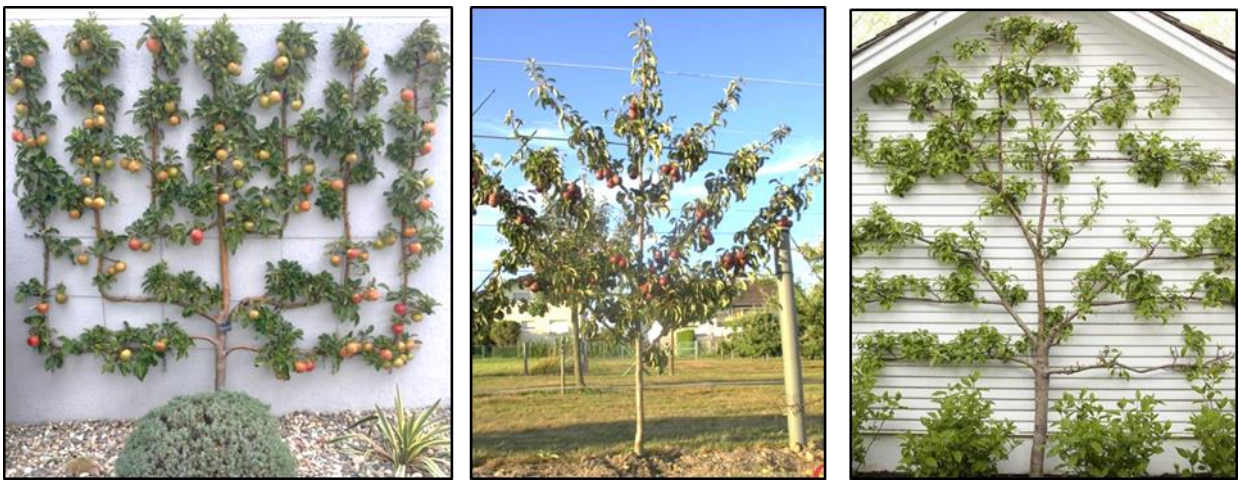
Görsel 4. U Dikey Kordon deseni örnekleri [13,14,15]

2.4. Elsi Dikey ve Elsi Eğik Form: Elsi formlar dikey veya eğik olarak iki farklı şekilde uygulanabilir. Elsi dikey formlar U şeklindeki kordon desenine benzemekle birlikte elsi dikey formlarda gövdeden yukarıya doğru gelişimin devam ettiği görülmektedir. Gövde üzerinde gelişim gösterilen dalların arasında 0,3 m'lik boşluk bırakılmalı ve dallar 5-10 derecelik açılarla bükülmelidir. Elsi eğik formda ise karşılıklı olarak aynı açı ile gelişen dallar, katmanlı olarak çoğalmasına müsaade edecek şekilde desen oluşturulmalıdır. Dal aralarındaki genişlik 90 dereceden küçük olmak şartı ile alanın genişliğine veya duruma bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Görsel 5 ve Görsel 6).

2.5. Doğal form: Elsi formlar şeklinde geliştirilen desenin belli ölçüleri uygulanmadan bitkinin doğal şekilde bırakılarak büyümesine izin verilmesi ile ortaya çıkmaktadır. Belirli bir standardı olmayan bu formun ilk başta sistemi kurarken destekleyici sistemlere gerek duyulurken daha sonra bitki kendi doğasına bırakılarak gelişimi sağlanır (Görsel 5 ve Görsel 6).



Görsel 5. Elsi ve Doğal form desenleri [2,3,8,9].

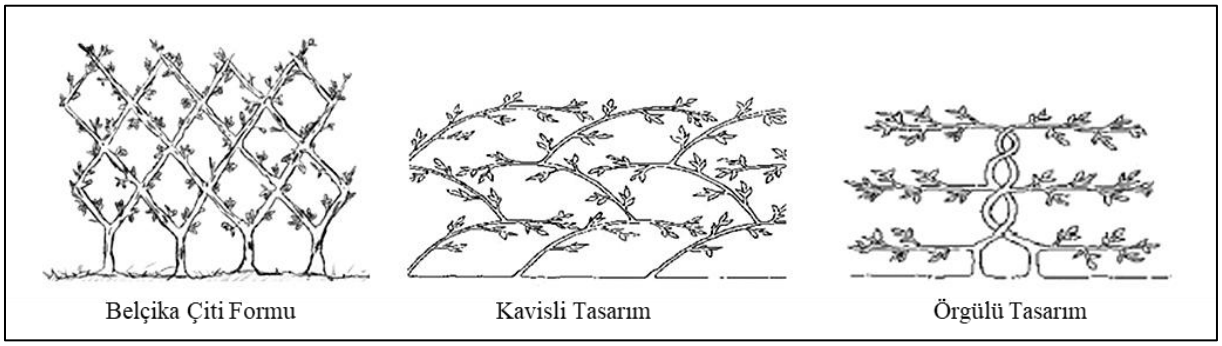


Görsel 6. Elsi form deseni örnekleri [16,17,18]

2.6. Belçika çiti formu: En az 3 yatay kordonun bir araya getirilerek 45 derecelik açı ile V şekli oluşturulan desendir. Çitin bütünlüğünün sağlanması için başında ve sonunda tek dikey form uygulanmaktadır. Baklava şekline benzeyen bu desende aralıklar daha gevşek de bırakılabilmektedir (Görsel 7 ve Görsel 8).

2.7. Kavisli Tasarım: Esnek yan dal yapabilen ağaç ya da çalıların 0,9 m aralıklar ve belli bir açı ile yarım daireler oluşturması ile sağlanan tasarımdır. Oluşturulan yarım daire şeklin üst sürgünün diğer yönde geliştirilmesi ile dikine büyüme sağlanarak bitki istenilen boya getirilir (Görsel 7 ve Görsel 8).

2.8. Örgülü tasarım: Gövdeleri birbirine zıt olarak geliştirilen, yan yana dikilmiş iki yan T kordon sisteminin bükülmesi ile örgü şekli oluşturulur. İstenilen boya gelinceye kadar yukarı doğru büyüyen dallar bükülerek tasarıma devam edilir (Görsel 7 ve Görsel 8).

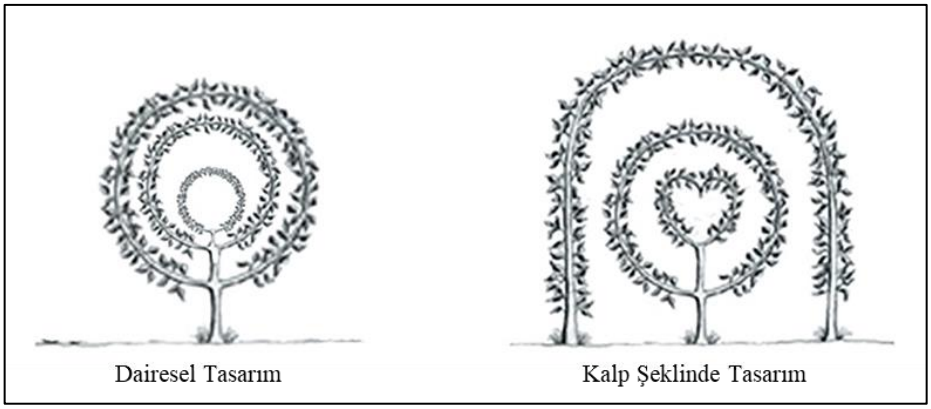


Görsel 7. Belçika Çiti, Kavisli ve Örgülü Tasarım desenleri [2,3,8,9].



Görsel 8. Belçika Çiti ve Örgülü Tasarım Örnekleri [19,20,21]

2.9. Serbest ve Değişken Şekiller: Hayal gücü ve isteğe bağlı olarak düzenlenen desenlerdir. Dairesel, kalp vb. farklı şekiller oluşturulabilir. Belirlenen şekillere uygun olarak dalların bükülmesi ise gerçekleştirilmektedir (Görsel 9 ve Görsel 10).



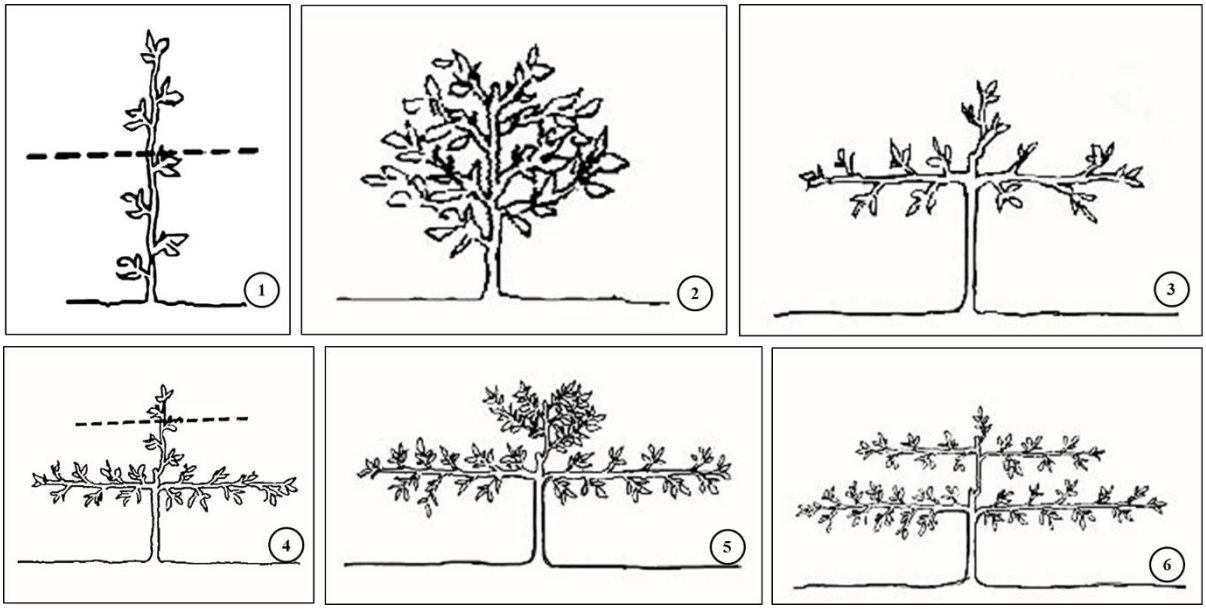
Görsel 9. Dairesel ve Kalp Şeklinde Tasarım Desenleri [2,3,8,9].



Görsel 10. Dairesel ve Kalp Şeklinde Tasarım Örnekleri [22,23,24]

Espalier tasarım uygulamasında iyi drene edilmiş ve humuslu toprak olması gereklidir. Toprak hazırlığı ile birlikte bitkinin yerleştirileceği alan ölçüsü düşünülerek, kullanılacak desene uygun servi veya sedir gibi dayanıklı malzemeden yapılmış ahşap kafes veya tel çerçeve, metal çit vb. seçilmelidir. Espalier uygulanacak bitki seçilen yapıların yakınına belirli aralık ve mesafelerde dikilmesi gereklidir. Bitkiler tuğla duvarlar ve ısıyı yansıtan metal çitlerden belirli mesafelerde dikilmesi sıcaklıktan korumak içinde etkili olup hava akımı sağlamaktadır. Bitki ile oluşturulan yapılar arasında en az 25-30 cm mesafe ve bitkiler arasında 30-40 cm aralık ile olması gereklidir. Espalier deseninin görsel açıdan tatmin edici bir güzellik sunması için en az 5 yıllık bir zaman gereklidir. Uygun bitki türü ve desen seçiminden sonra belirlenen tasarım doğrultusunda ilk yıldan itibaren dallar yavaşça eğilerek bitkiye zarar vermeyecek biçimde bağlanmalıdır. Ana sürgün boyu istenilen uzunluğa gelene kadar müdahale yapılmadan uzatılmaya devam edilir ve tasarıma göre örüntü tekrarlanır. Belirlenen desen tamamlana kadar geçen sürede görüntüyü bozacak olan kontrol dışı gelişen sürgünler düzenli olarak kesilir [2,3,5]. Espalier'in uygulama aşamaları Görsel 11'de verilmiştir [3]. Espalier'in mevcut deseninin korunması için özenli bir bakım yapılmalıdır. Ağacın görüntüsünün bozulmaması için düzenli budamaların yapılması ve kontrolsüz gelişen dalların çıkarılması gereklidir. Bununla birlikte bitkinin sağlıklı bir gelişim gösterebilmesi için ilkbahar ve sonbahar

dönemlerinde gübreleme yapılmalıdır. Espalier desenine göre zaman içerisinde birbirine geçmiş dalların olacağı göz önüne alındığında bitkide zararlı ve hastalıkların görülebileceği muhtemeldir. Bu amaçla belirli zaman aralıklarında bitki kontrol edilerek ilaçlama programının uygulanması gereklidir [2,5].



Görsel 11. Espalier uygulama aşamaları: 1. Ana dal, altında en az 3-4 tomurcuk kalacak şekilde kesilir. 2. İlk yıl, tomurcukların veya dalların uzun sürgünlere dönüşmesine izin verilir. 3. İki sürgünü yatay ve bir tanesini dikey olarak eğilir. Diğer tüm sürgünleri çıkarılır. 4. Ana lider, ikinci dal setinin istenildiği noktasından kesilir. 5. Tomurcukların sürgünlere dönüşmesine izin verilir. 6. İki sürgün yatay ve bir sürgün dikey olarak eğilir. Bitki istenen yüksekliğe ulaşana kadar aynı işlem tekrarlanır [3].

3. ESPALİER TASARIMA UYGUN PEYZAJ BİTKİLERİ

Espalier'e uygun peyzaj bitkileri farklı kaynaklardan yararlanılarak belirlenmiş ve kent peyzajında yaygın olarak kullanımı tercih edilen 44 tür seçilmiştir. Seçilen türler, familyaları, estetik özellikleri, ve ekolojik isteklerine göre sınıflandırılarak değerlendirilmiştir [2,3,5,8,25,26,27, 28, 29, 30,31,32]. Yapılan değerlendirmelerde espalier tasarım için geniş yapraklı ağaç, çalı ve sarılıcı- tırmanıcı türlerin kullanılabildiği görülmektedir. Seçilen türler familyalar bakımından incelendiğinde Rosaceae familyası 9 tür ile ilk sırada yer alırken bunu 4 tür ile Olecaea familyası izlemiştir. Rrunus sp., Malus sp., Pyrus communis, Eriobotrya japonica, Laurocerasus officinalis gibi türler Rosacea familyasına ait türlere örnek verilebilir. (Çizelge 1).

Çizelge 1. Espalier'e uygun peyzaj bitkileri

Familya	Bitki Türü
Aceraceae	*Acer palmatum Lindl.*
Adoxaceae	*Viburnum spp*
Apocynaceae	*Trachelospermum jasminoides*

Aquifolliceae	*Ilex aquifolium L.*
Araliaceae	*Hedera helix*
Aurantioideae	*Citrus spp. L.*
Betulaceae	*Carpinus betulus L*
Buddleiaceae	*Buddleia davidii Franch.*
Caprifoliaceae	*Abelia floribunda R.Br.*
	Lonicera spp
Celastraceae	*Euonymus alatus Thunb.*
Celastraceae	*Euonymus japonicus Thunb.*
Cupressaceae	*Juniperus spp*
Ebenaceae	*Diospyros spp.*
Eleagnaceae	*Elaeagnus x ebbingei Boom "Limelight"*
Ericaceae	*Arbutus unedo L.*
Fabaceae	*Acacia cyanophylla*
	Cercis siliquastrum L.
	Wisteria sinensis
Ginkgoaceae	*Ginkgo biloba L.*
Hydrangeaceae	*Deutzia gracilis Siebold &Zucc.*
Hydrangeaceae	*Philadelphus coronarius L.*
Lauraceae	*Laurus nobilis L.*
Lythraceae	*Lagerstroemia indica L.*
Magnoliaceae	*Magnolia grandiflora L.*
Malvaceae	*Hibiscus syriacus L.*
Malvaceae	*Tilia platyphyllos Scop.*
Moraceae	*Ficus spp*
Nyctaginaceae	*Bougainvillea spp.*
Oleaceae	*Forstytia intermedia Zabel*
	Ligustrum japonicum
	Olea europea L.
	Jasminum spp
Rosaceae	*Cotoneaster dammeri*
	Chanomeles japonica
	Eriobotrya japonica
	Laurocerasus officinalis
	Malus spp.
	Pyracantha coccinea M.Roem.
	Prunus spp.
	Prunus serrulata Lindl.
	Pyrus communis spp.
Taxaceae	*Taxus baccata L.*
Vitaceae	*Vitis spp.*

Espalier için seçilen bitki türleri estetik açıdan doku, çiçek ve meyve rengi, sonbahar renk etkisi ve koku özelliği bakımından değerlendirmeye alınmış ve Çizelge 2'de verilmiştir. Doku özelliği bakımından seçilen bitkiler değerlendirildiğinde 24 adet ile çoğunlukla orta dokulu oldukları görülürken 12 adet kaba dokulu ve 8 adet ince dokulu tür bulunmaktadır. Renk açısından incelenen bitkilerin beyaz, pembe, turuncu, sarı, kırmızı vb. olmak üzere farklı renklerde çiçeklere sahip oldukları görülmektedir. *Cotoneaster dammeri, Deutzia gracilis,*

Jasminum spp,, Philadelphus coronarius, Trachelospermum jasminoides ve *Pyrus communis* vb. türler beyaz çiçekli türlere, *Buddleja davidii - Wisteria sinensis* gibi türler mor çiçekli türlere *ve Malus spp – Prunus spp*. gibi türler ise beyaz-pembe çiçekli türlere örnek verilebilir. Bununla birlikte meyve rengi bakımından *Diospyros spp*. sarı- turuncu meyveli, *Magnolia grandiflora* kırmızı meyveli, *Chaenomeles japonica* sarı meyveli ve *Hedera helix* mor-siyah meyveli türler içerisinde yer alırlar. Diğer yandan çalışmamızda seçilen türlerin 15 adedinin sonbahar renk etkisine sahip türler olduğu görülmüş olup *Acer palmatum, Euonymos alatus, Cotoneaster dammeri* gibi türler sonbaharda yaprakları kırmızı renk etkisi sağlayan türlere ve *Tilia platyphyllos, Gingko biloba, Prunus sp.* gibi türler ise sarı renk etkisi sağlayan türlere örnek verilebilir. Ayrıca incelenen türler içerisinde *Buddleia davidii, Cercis siliquastrum, Citrus spp.* ve *Laurus nobilis* gibi çiçek veya yaprakları kokulu türlerinde bulunmaktadır.

Çizelge 2. Espalier kullanımı için uygun bitkilerin estetik özellikleri

Bitki türü	Doku	Çiçek rengi	Meyve Rengi	Sonbahar Renk Etkisi	Koku Özelliği
Abelia floribunda	Orta	Beyaz-pembe	Kahverengi	-	-
Acacia cyanophylla	İnce	Sarı	Kahverengi	-	-
Acer palmatum	Orta	Kırmızı	Kırmızı-yeşil	+	-
Arbutus unedo	Kaba	Beyaz-pembe	Kırmızı	-	-
Bougainvillea spp.	Orta	Mor, beyaz, pembe, kırmızı	Mor-siyah	-	-
Buddleja davidii	Orta	Mor	Kahverengi	-	+
Carpinus betulus	Kaba	Açık yeşil	Kahverengi	+	-
Cercis siliquastrum	Orta	Pembe	Kırmızı-kahverengi	-	+
Chanomeles japonica	Orta	Kırmızı	Sarı	-	-
Citrus spp.	Orta	Beyaz	Sarı-turuncu	-	+
Cotoneaster dammeri	Orta	Beyaz	Kırmızı	+	-
Deutzia gracilis	Orta	Beyaz	Kahverengi	+	+
Diospyros spp.	Orta	Beyaz	Sarı-turuncu	+	+
Elaeagnus x ebbingei	Orta	Krem-beyaz	Kahverengi-kırmızı	-	+
Eriobotrya japonica	Kaba	Beyaz	Sarı-turuncu	-	+
Euonymus alatus	İnce	Krem-beyaz	Turuncu	+	-
Euonymus japonicus	Kaba	Krem-beyaz	Kırmızı-pembe	-	-
Ficus spp	Kaba	Beyaz	Sarı-yeşil	-	-
Forstythia intermedia	Orta	Sarı	Yeşil	+	-
Ginkgo biloba	Orta	Krem-sarı	Yeşil	+	-
Hedera helix	Kaba	Krem-sarı	Mor-siyah	+	-
Hibiscus syriacus	Orta	Mor	Siyah-kahverengi	-	-
İlex aquifolium	Kaba	Beyaz	Kırmızı	-	-
Jasminum spp	Orta	Beyaz	Kahverengi	-	+
Juniperus spp.	Kaba	Sarı-yeşil	Mavi-siyah	-	-
Lagerstroemia indica	İnce	Pembe	Siyah-kahverengi	+	+
Laurocerasus officinalis	Orta	Beyaz	Siyah-kırmızı	-	+

Laurus nobilis	Orta	Krem-sarı	Mor-siyah	-	+
Ligustrum japonicum	Orta	Krem-beyaz	Siyah	-	+
Lonicera spp	İnce	Krem-beyaz	Kırmızı	-	+
Magnolia grandiflora	Kaba	Beyaz	Kırmızı	+	+
Malus spp.	İnce	Beyaz, pembe	Kırmızı	+	-
Olea europaea L.	İnce	Beyaz	Siyah-yeşil	-	+
Philadelphus coronarius	Orta	Beyaz	Kahverengi	-	+
Prunus serrulata	Orta	Pembe	Kırmızı	+	-
Prunus spp.	Orta	Pembe-beyaz	Sarı-kırmızı-siyah	+	-
Pyracantha coccinea	Orta	Beyaz	Turuncu- sarı-kırmızı	-	-
Pyrus communis	Orta	Beyaz	Sarı	+	-
Taxus baccata	Orta	Krem-sarı	Kırmızı	-	-
Tilia platyphyllos	Kaba	Krem-sarı	Kahverengi	+	+
Trachelospermum jasminoides	İnce	Beyaz	Kahverengi-siyah	-	+
Viburnum spp	Kaba	Beyaz	Siyah	+	+
Vitis spp.	Kaba	Yeşil-beyaz	Mor-sarı-yeşil	+	-
Wisteria sinensis	İnce	Mor	Kahverengi-yeşil	+	+

Espalier için seçilen türlerin ekolojik istekleri bakımından ışık ve toprak istekleri değerlendirilmiş, Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilmiştir. Işık istekleri bakımından türler Güneş, Güneş/Yarı Gölge ve Yarı Gölge / Gölge olmak üzere üçe ayrılarak sınıflandırılmış olup türlerin 21 adedi Güneş/Yarı Gölge ve 20 adedi Güneşli ortam isterken 3 adeti ise Yarı Gölge/Gölge ortam istediği belirlenmiştir. İncelenen türlerin her birinin farklı toprak istekleri bulunmakla birlikte genellikle humuslu, kumlu, kumlu-killi ve hafif asit karakterli toprak istedikleri görülmektedir.

Çizelge 3. Espalier için seçilen bitki türlerinin ışık istekleri

Güneş		
Abelia floribunda	*Lagerstroemia indica*	*Prunus serrulata*
Arbutus unedo	*Ligustrum japonicum*	*Prunus spp.*
Buddleia davidii	*Lonicera spp*	*Pyracantha coccinea*
Cercis siliquastrum	*Magnolia grandiflora*	*Tilia platyphyllos*
Citrus spp.	*Malus spp.*	*Vitis spp.*
Diospyros spp.	*Olea europea*	*Wisteria sinensis*
Ginkgo biloba	*Philadelphus coronarius*	
Güneş /Yarı Gölge		
Acacia cyanophylla	*Elaeagnus x ebbingei*	*İlex aquifolium*
Acer palmatum Lindl.	*Eriobotrya japonica*	*Jasminum spp*
Bougainvillea spp.	*Euonymus alatus*	*Juniperus spp.*
Carpinus betulus	*Euonymus japonicus*	*Laurocerasus officinalis*
Chanomeles japonica	*Ficus spp*	*Pyrus communis spp.*
Cotoneaster dammeri	*Forstytia intermedia*	*Trachelospermum jasminoides*
Deutzia gracilis	*Hibiscus syriacus L.*	*Viburnum spp*
Yarı Gölge / Gölge		
Hedera helix	*Laurus nobilis*	*Taxus baccata*

Çizelge. 4. Espalieriçin seçilen bitki türlerinin toprak istekleri

Bitki türü	Toprak isteği	Bitki türü	Toprak isteği
Abelia floribunda	Kumlu-tınlı	*İlex aquifolium L.*	Kumlu-killi
Acacia cyanophylla	Seçiçi değil	*Jasminum spp*	Kumlu-killi
Acer palmatum Lindl.	Kumlu-killi ve hafif asitli	*Juniperus spp.*	Kumlu, nemli, organik maddece zengin
Arbutus unedo	Kumlu-killi	*Lagerstroemia indica*	Kumlu, kireçli
Bougainvillea spp.	Humuslu, kumlu, asidik	*Laurocerasus officinalis*	Kumlu- humuslu
Buddleia davidii	Humuslu	*Laurus nobilis*	İyi drenajlı, humuslu
Carpinus betulus	Kumlu-killi ve hafif asitli	*Ligustrum japonicum*	Seçici değil
Cercis siliquastrum	Seçici değil	*Lonicera spp*	Seçici değil
Chanomeles japonica	Kumlu-killi	*Magnolia grandiflora*	Nemli, kumlu-tınlı
Citrus spp.	Kumlu-tınlı	*Malus spp.*	Killi, kumlu-tınlı
Cotoneaster dammeri	Kumlu-killi	*Olea europea*	Zengin, iyi drenajlı
Deutzia gracilis	Ağır,, iyi drenajlı.	*Philadelphus coronarius*	Nemli, hafif topraklar
Diospyros spp.	Ağır, iyi drenajlı	*Prunus serrulata*	Humuslu, iyi drenajlı
Elaeagnus x ebbingei	Seçici değil	*Prunus spp.*	Kumlu-humuslu
Eriobotrya japonica	Kumlu-tınlı	*Pyracantha coccinea*	Seçici değil
Euonymus alatus	Ağır, killi	*Pyrus communis spp.*	Kireçli, killi-tınlı
Euonymus japonicus	Kumlu-tınlı	*Taxus baccata*	Zengin, kumlu, killi
Ficus spp	Kumlu-tınlı	*Tilia platyphyllos*	Kumlu-killi
Forstytia intermedia	Kumlu-killi	*Trachelospermum jasminoides*	Seçici değil
Ginkgo biloba	Seçici değil	*Viburnum spp*	Kumlu-killi
Hedera helix	Nemli, alkali	*Vitis spp.*	Kumlu, tınlı, humuslu
Hibiscus syriacus.	Kumlu-killi	*Wisteria sinensis*	Seçici değil

4. SONUÇ

Kent peyzajının en önemli öğelerinden biri olan bitkiler estetik ve işlevsel özellikleri ile tasarımda önemli bir yer tutar. Kentlerde yoğun binaların ve yapıların keskin hatlarının yumuşatılmasında ve doğaya daha yakın hale getirilmesinde bitkilerin üstlendikleri görevler yadsınamaz. Tasarımda bitkiler farklı kompoziyonlarda kullanılabildikleri gibi bir binanın yüzü, duvar ve taş gibi sert yüzeylerin ön kısımlarında farklı bir şekilde kullanılmaları da mümkündür. Yaşayan görsel sanat eseri olarak bilinen bu kullanım şekli 'Espalier'dir. Espalier aslında geçmişten günümüzde özellikle meyve ağaçların büyüme gelişmesi amacı ile kullanılan bir yöntem olmakla birlikte peyzaj bitkilerinde de kullanıldığı görülmektedir. Espalier şeklinde yapılan farklı tasarımlar hem estetik açıdan oldukça ilgi çekici olmakta hem de kentlerdeki yeşil dokuyu destekler nitelikte olup bulunduğu çevreye anlam katacak ve farkındalık yaratacaktır. Bu bağlamda yaptığımız çalışmamızda espalier kavramı, desenleri ve uygulama ve bakımına yer verildikten sonra tasarım çalışmalarında sıklıkla tercih edilen ve espalier olarak kullanıma uygun olabilecek bitki türleri seçilerek değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda espalier olarak seçilen türlerin çoğunlukla yapraklı ağaç, çalı ve sarılıcı-tırmanıcı türler olduğu ve türlerin estetik özellikler açısından genellikle orta dokulu, beyaz renk çiçekli ve kırmızı, kahverengi, sarı, turuncu gibi farklı renkte meyveli türlerden oluştuğu görülmektedir. Bununla birlikte sonbahar renk etkisi ve koku özelliğine sahip olan espalier olarak kullanılabilecek

türlerinde bulunduğu belirlenmekle birlikte türlerin çoğunlukla güneş /yarı gölge ortam istedikleri ve farklı toprak tiplerinde gelişebildikleri de tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Reich, L. *Fruiting espaliers: A Fusion of Art and Science. The Pruning Book*. Amerika, 1997.
[2] Nemutlu, F. E. Bitkisel tasarımda espalier kullanımı ve Çanakkale örneğinde irdelenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 43(1), 89-100. 2012.
[3] Brown, S. P., Yeager, T. H., Black, R. J. Espaliers. Department of Environmental Horticulture. Florida Cooperative Extension Servise, İnstute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. http://edis.ifas.ufl.edu. (Erişim Tarihi 10.03.2023)
[4] Kösa, S. Antalya Kaleiçi sokaklarının bitkisel materyal ve bitkilendirme tasarımı açısından değerlendirilmesi. Ege Ziraat Üniversitesi Dergisi, 56 (1), 63-75. 2019.
[5] Caf, A. *Espalier Yapımına Uygun Bitki Türleri*. Bahçe Bitkileri Faaliyetlerinde Yenilikçi Yaklaşımlar, Bölüm. 10. Editörler: Prof. Dr. G. Söylemezoğlu, Doç. Dr. A. Çakır. İksad Yayınevi. ISBN: 978-625-8405-87-3. s: 359-377, 2022.
[6] Taylor, J.W., *The Well Dressed Wall, A Practical Guide for Espalier Training Fruit and Ornamental Trees in Australia*. Hortisculpture Espalier Book, 1- 22, Australia, 2009.
[7] Nemutlu F.E., Çelik A., Sağlık A., Devecioğlu N.E., *Tarihi Kentlerde Dış Mekan Süs Bitkilerinin Kullanımı*, V. Süs Bitkileri Kongresi, 51-60. Yalova, 2013.
[8] Kung, M., Kho, C., Kwok, L., Bin Abdullah, I.H. Espaliers: Transforming Ordinary Vegetation into Living Works of Art. https://www.nparks.gov.sg/-/media/cuge/ebook/citygreen/cg15/cg15_08.pdf, 6p. 2018.
[9] https://www.flemings.com.au/nurseries/resources/index/material/id/5/ (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[10] https://s42814.pcdn.co/wp-content/uploads/2019/12/01_espalier_plant.jpg.optimal.jpg (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[11] https://www.gardeningknowhow.com/wp-content/uploads/2021/01/fan-trained-tree.jpg (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[12] https://tr.pinterest.com/pin/684336105897707848/) (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[13] https://mapassionduverger.fr/forme-fruitiere/ (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[14] https://tr.pinterest.com/pin/367184175880350154/ (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[15] https://tr.pinterest.com/pin/567805465530926855/) (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[16] https://tr.pinterest.com/pin/143481938122686990/ (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[17] https://tr.pinterest.com/pin/511440101440417203/(Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[18] https://tr.pinterest.com/pin/443393525825078202/)(Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[19] https://tr.pinterest.com/pin/274578908522701702/ (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[20] https://pithandvigor.com/wp-content/uploads/2010/03/Needle_n_thread.jpg (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[21] https://tr.pinterest.com/pin/655203445801554382/ (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[22] https://mapassionduverger.fr/forme-fruitiere/ (Erişim Tarihi: 23.05.2023).

[23] https://tr.pinterest.com/pin/358176976587925420/ (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[24] https://tr.pinterest.com/pin/39519093606638752 (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
[25] Ürgenç, İ. *Genel Plantasyon ve Ağaçlandırma Tekniği*. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3997. ISBN: 975-404-443-0. İstanbul. 1998,
[26] Karaşah. B, Sarı D. *Hedges and Their Functions in Planting Design*, Multıdıscıplınary Perspectıves ın Educatıonal and Socıal Scıences, Multıdıscıplınary Perspectıves ın Educatıonal and Socıal Scıences, İksad Publisher, Ankara, p: 253-280, 2021.
[27] https://www.johnson.k-state.edu/docs/lawn-and-garden/in-house-publications/garden-maintenance/Espalier.pdf. (Erişim Tarihi: 18.05.2023).
[28] Öztürk, S., Akdeniz, N.S. Autumn Color Effects Of Woody Landscape Plants. Ege 7th Internatıonal Conference on Applıed Scıences. Izmir, 244-253. 2022,
[29] Zencirkıran, M. Akdeniz, N.S. 2017. Evaluation of Woody Plant Taxons in the Bursa Urban Parks in Terms of Ecological Tolerance Criteria. Journal of Bartın Faculty of Forestry, 19 (2):25-35.
[30] https://plants.ces.ncsu.edu. (Erişim Tarihi: 18.05.2023).
[31] https://landscapeplants.oregonstate.edu. (Erişim Tarihi: 18.05.2023).
[32] https://www.missouribotanicalgarden.org/plantfinder/plantfindersearch.aspx. (Erişim Tarihi: 18.05.2023).

THE FEBRUARY 6, 2023, KAHRAMANMARAS-TURKIYE EARTHQUAKES: SEISMO-TECTONIC EVALUATIONS AND EFFECTS ON RC BUILDINGS

Asst. Prof. Dr. Adnan Kiral
Recep Tayyip Erdogan University, The Faculty of Engineering and Architecture
Correspondence: - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4534-3686

Asst. Prof. Dr. Zeliha Tonyali
Recep Tayyip Erdogan University, The Faculty of Engineering and Architecture
- ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6637-7949

ABSTRACT

The Eastern Anatolian Fault Zone (EAFZ), which is one of Turkiye's two main active fault systems, experienced two of the largest and most destructive earthquakes last century on Feb. 6th, 2023. The epicentres were close to Kahramanmaras, in the districts of Pazarcik and Elbistan, at local times of 04:17 and 13:24, and the corresponding magnitudes were Mw7.7 and Mw7.6, respectively. The earthquakes' depths were 8.6km and 7.0km, respectively. Many buildings were damaged but did not collapse in the Pazarcik earthquake. However, nine hours later some of heavy damaged buildings collapsed in the Elbistan earthquake. This study (i) briefly presents seismotectonic features of the earthquake region, and (ii) presents damages on reinforced concrete buildings with on-site investigations due to the following subsequent earthquakes in the EAFZ. The use of plain round rebar, a lack of stirrup tightening in the column-beam joint, poor construction quality, the presence of a soft/weak ground story, low concrete strength, pounding effects, underestimating the requirements for earthquakes, and the building's foundation flipping over were the general causes of collapses.

Keywords: 2023 Kahramanmaras-Turkey Earthquakes; Damages on RC structures; The Eastern Anatolian Fault Zone

1. INTRODUCTION

Turkiye is one of the most seismically active regions of the world and the Middle East, having two active fault zones: The North Anatolian Fault Zone (NAFZ) and the East Anatolian Fault Zone (EAFZ). Two of the most destructive earthquakes occurred on the EAFZ on February 6th, 2023. The epicenter of first major earthquake was Pazarcik district of Kahramanmaras province, with a magnitude Mw7.7 at a local time of 4:17. Following this major earthquake, 9 hours later at 13:24 local time, a second major earthquake with a magnitude of Mw7.6 occurred in Elbistan district of Kahramanmaras province on the same fault zone as **Figure 1**. The closest distance between Pazarcık and Elbistan districts is about 80km, and the magnitudes and locations of the earthquakes were observed to be quite close to each other. A seismic sequence of hundreds of

aftershocks of magnitude greater than four and more than 50 aftershocks with a magnitude of Mw>5.0 have occurred in the earthquake region on the EAFZ as of March 14 **[1]**. These devastating sequential mainshocks occurred on the EAFZ having a strike-slip fault mechanism, and these are two of the strongest earthquakes ever recorded in the country's southeast (SE) region in the last century. **Table 1** shows the five largest magnitudes and the local coordinates of the epicenter of these main earthquakes. They felt in a very large area, including Syria, Egypt, Cyprus, Lebanon, and the Black Sea east coast of Turkiye. Also, the events produced the largest ground motions and caused major impacts to life and infrastructure throughout SE Turkiye and NW Syria. As a result of the damage assessment studies carried out in 11 provinces on the EAFZ line, 1895348 buildings were identified, of which 303455 were to be destroyed, heavily damaged (to be demolished immediately) or moderately damaged (to be repaired)**[1]**.

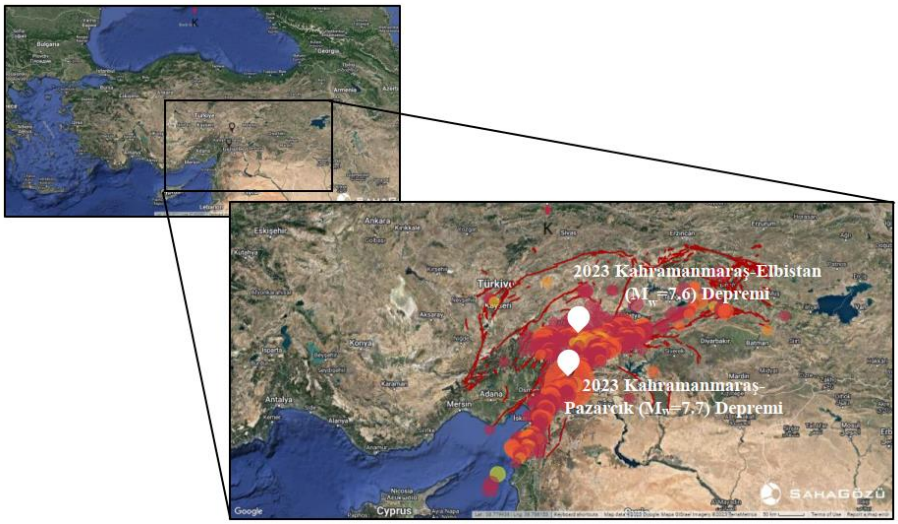


Figure 1. Kahramanmaras-Pazarcik (Mw7.7) and Kahramanmaras-Elbistan (Mw7.6) earthquakes occurred on February 6, 2023, and aftershocks in the region.

Table 1. Significant data about the five events with the greatest magnitudes [1]

Earthquake ID	*Date (m/d/y hour (UCT))*	*City*	*District*	*Lat. [°]*	*Long. [°]*	*Mw*	*Depth [km]*	*Mechanism*
543428	02.06.2023 01:17	Kahramanmaras	Pazarcik	37.288	37.043	7.7	8.60	Strike-slip
543431	02.06.2023 01:28	Gaziantep	Nurdagi	37.304	36.920	6.6	6.20	Strike-slip
543430	02.06.2023 01:36	Gaziantep	Islahiye	37.128	36.639	5.7	11.19	Strike-slip
543593	02.06.2023 10:24	Kahramanmaras	Elbistan	38.089	37.239	7.6	7.00	Strike-slip
551067	02.20.2023 17:04	Hatay	Yayladagi	36.037	36.021	6.4	21.73	Strike-slip

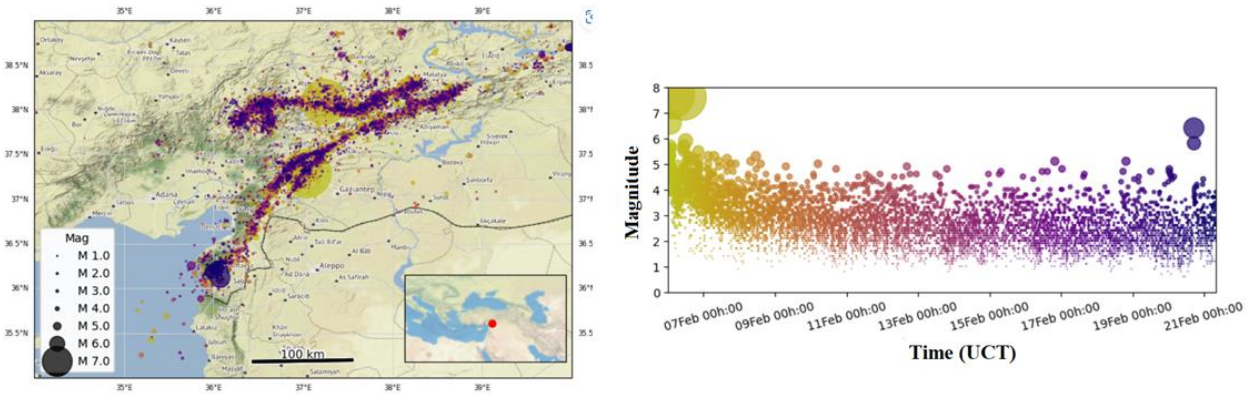
The aim of this study is to briefly presents seismotectonic features of the earthquake region, and to discuss observed damages on reinforced concrete buildings with on-site investigations due to the following subsequent earthquakes in the EAFZ. In the damage assessment studies conducted in the earthquake region, it was observed that numerous buildings in the earthquake-affected region were destroyed or suffered heavy damage. Besides that, to understand the

behaviour of collapsed or damaged buildings and to observe their performance during earthquakes, some evaluations based on field observations are presented in this study.

2. EVOLUTION OF THE SEISMIC SEQUENCE SO FAR

The EAFZ has complicated tectonics, and more research is still needed to comprehend the region's geologic history. The Arabian and Anatolian plates can move tectonically together through to the EAFZ, which is a large fault zone that extends through eastern Turkiye **[2]**. The whole length of the EAFZ, which begins in Karliova-Bingol and ends at the DSFZ (Dead Sea Fault Zone) and, creates triple connection with the NAFZ and DSFZ, is 550km **[3]**. By Emre et al **[4]**, the major branch of the EAFZ was divided into 7 segments: Karliova, Ilca, Palu, Poturge, Erkenek, Pazarcik, and Amanos portions.

On Feb. 6th, 2023, two earthquakes hit Turkey's Kahramanmaraş province at local times of 4:14 and 13:24, with magnitudes of Mw7.7 and Mw7.6. The epicenters of the earthquakes within the sequence are shown in **Figure 1**. 970 aftershock recorded three days after the mainshock with a magnitude greater than 2.5, including two major events of Mw7.7 and Mw 7.6 by EMSC**[5]**. As shown in **Figure 2a**, it's noteworthy to notice that their spatial distribution can be split into two lines and explained by the rupture of two adjacent faults. According to AFAD, 7915 aftershocks have been recorded between the 6th and 21th of February and locations of the earthquake sequence are shown in **Figure 2**.



(a) (b)

Figure 2. a) Locational evolution of the recorded earthquake sequence up to Feb. 21th; b) The variation of recorded earthquakes' magnitudes over time up to Feb. 21th**[5]**.

3. THE GROUND MOTION PROPERTIES OF THE EARTHQUAKE

The EAFZ in southeast Turkiye experienced two very significant earthquakes (Mw7.7 and Mw7.6). The events produced significant ground motions and caused major impacts on superstructures and infrastructure in the relevant region. Strong ground motions were observed for both occurrences, with intensities reaching the Modified Mercalli Intensity (MMI) 8 or 9

according to data gathered by a large network of strong motion stations and estimated from the ShakeMap product **[6]**. The two earthquakes produced the biggest ground motions in instrumental time and are the largest in the EAFZ system. This means that they are disastrous for the entire area **[7]**. Several stations operated by AFAD recorded the ground motions of the primary and aftershocks of the Kahramanmaraş earthquakes. These data are accessible in the official AFAD **[8]** database. The acceleration, velocity and displacement -time histories for all components of the earthquake at selected stations are given in **Figure 3**.

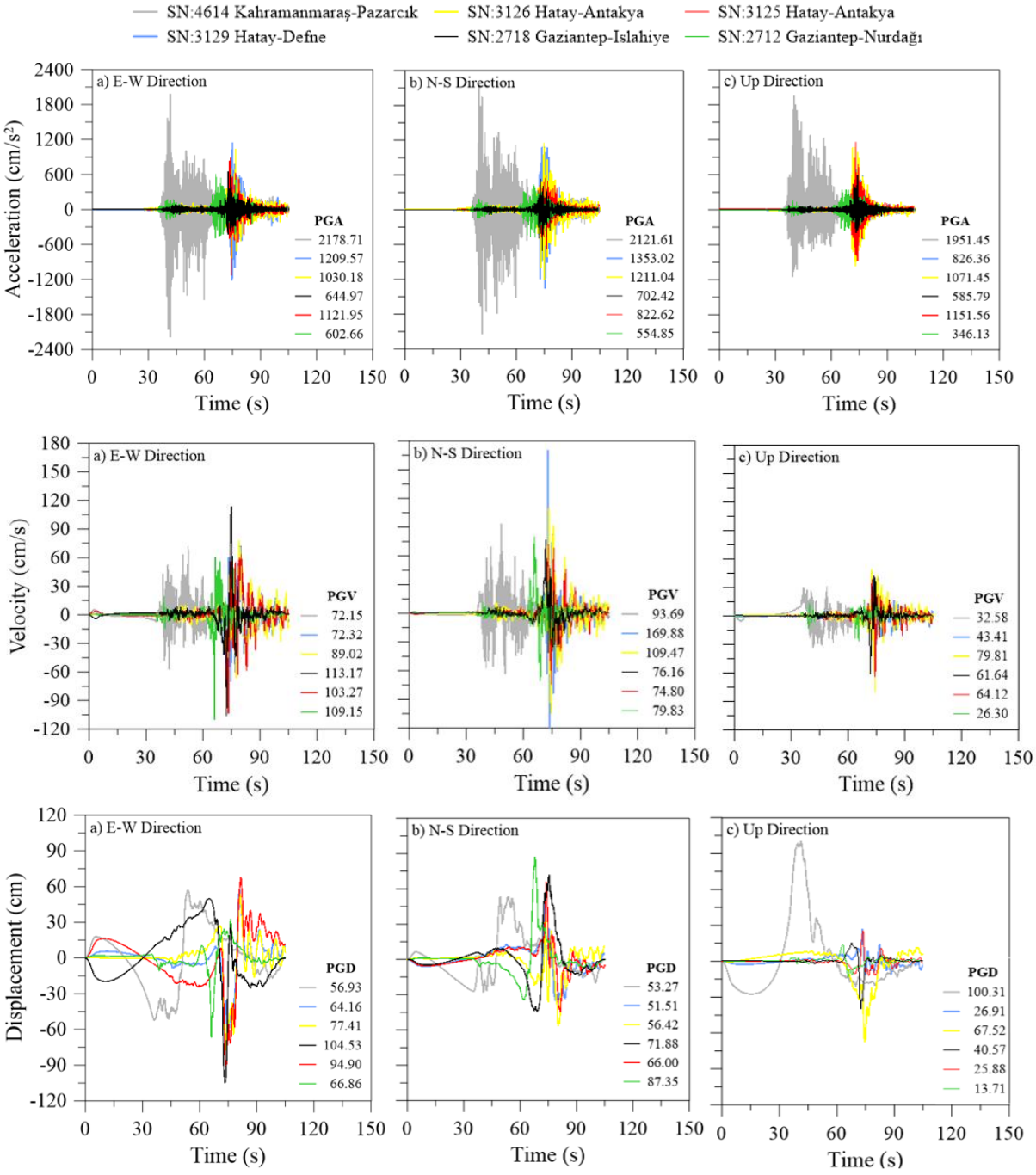


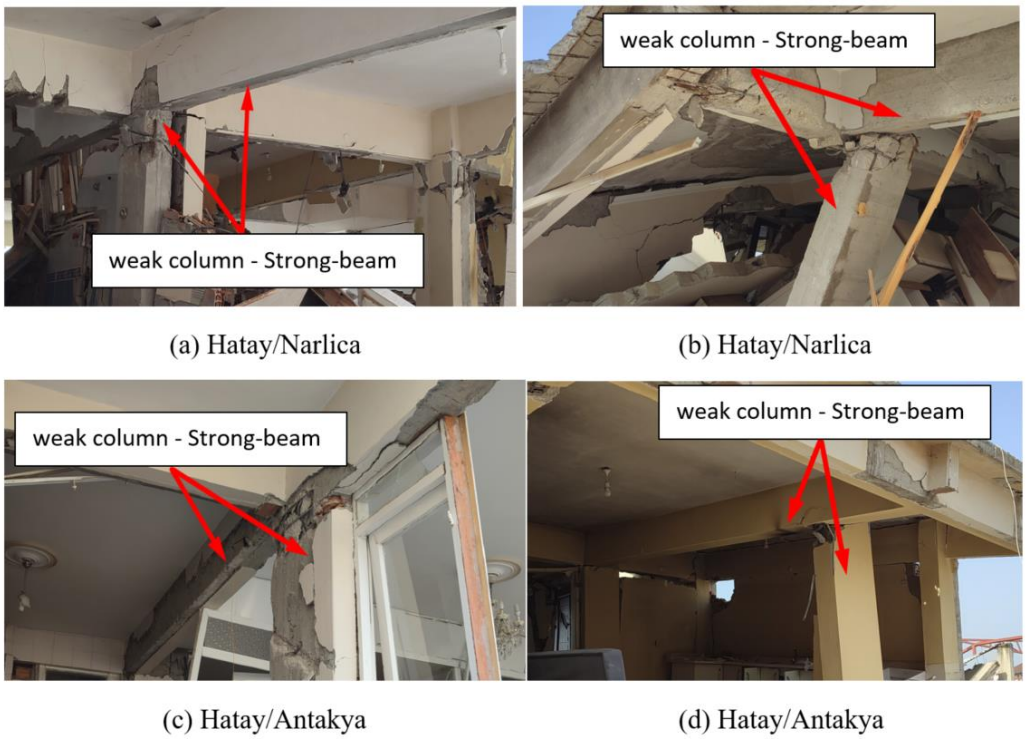
Figure 3. The largest acceleration, velocity and displacement time-histories recorded at selected stations on the Kahramanmaras-Pazarcik earthquake (Mw7.7)

According to the AFAD database on March 31th, the largest ground acceleration value was recorded at Pazarcik station located in the Pazarcik district of Kahramanmaras province on February 6th 2023 Kahramanmaras-Pazarcik earthquake (Mw7.7) and these are around 2g in all directions as shown in **Figure 3**. Also, the acceleration of ground motion exceeds the acceleration of gravity at many stations operated by AFAD. This means that these acceleration values are quite serious. While earthquake engineers frequently concentrate on acceleration, velocity more accurately depicts damage that can be seen **[9], [10]**. The Shakemap Intensity Map Worden et al. **[11]**, which includes 10 levels linked to ground velocity and acceleration, indicates that very substantial damage to structures and lifelines is associated with ground accelerations greater than approximately 1.4g or ground velocities exceeding around 180cm/s. It is also observed that the largest velocity records in the N-S direction occurred at Defne station in Hatay as shown in **Figure 3**, which is 169.88cm/s. A ground velocity greater than 80-90 cm/s in this earthquake implies considerable damage to structures.

4. RC BUILDING SEISMIC PERFORMANCE DURING THE 2023 TURKIYE EARTHQUAKE

4.1 Weak column-strong beam

The older RC structures in Turkiye were built using a strong beam and weak column design before the current seismic codes were introduced. The strong beams in this form of construction respond elastically to earthquakes, but the weak columns have brittle failures due to compression crushing or shear failure. When the Kahramanmaraş-Turkiye earthquake struck on February 6, 2023, the strong beam-weak column design was mostly to blame for the complete and partial collapse of buildings. **Figure 4** depicts the collapse of many structures damaged by this kind of design.



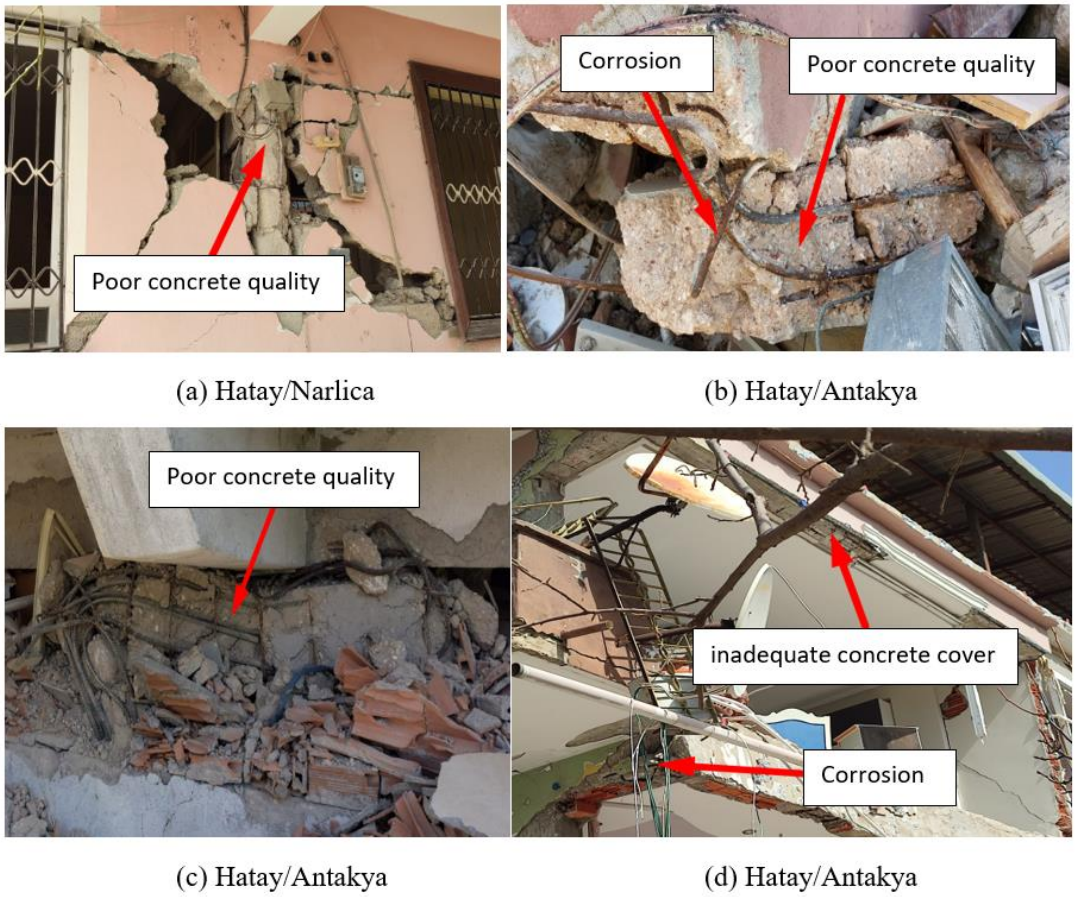
(a) Hatay/Narlica (b) Hatay/Narlica

(c) Hatay/Antakya (d) Hatay/Antakya

Figure 4. Damages related to weak column-strong beam

4.2. Damages due to poor concrete quality, corrosion and inadequate concrete cover

In order for RC buildings to perform as expected during earthquakes, concrete compressive strength is one of the crucial components. Field investigations revealed that many badly damaged or collapsed structures lacked appropriate concrete quality. Corrosion of reinforcing bars and inadequate concrete cover were other structural material issues observed in the earthquake regions. The lack of concrete cover resulted in reinforcement corrosion, which reduced the reinforcing bars' diameter. Turkiye began using ready-mix concrete after the 1999 Kocaeli earthquake. Prior to this earthquake, hand-prepared concrete without the use of a vibrator was often used. Because of this defect in the application, the concrete did not mix uniformly and did not produce the desired compressive strength. Damages to buildings caused by poor-quality concrete and corroded reinforcement bars are shown in **Figure 5**.



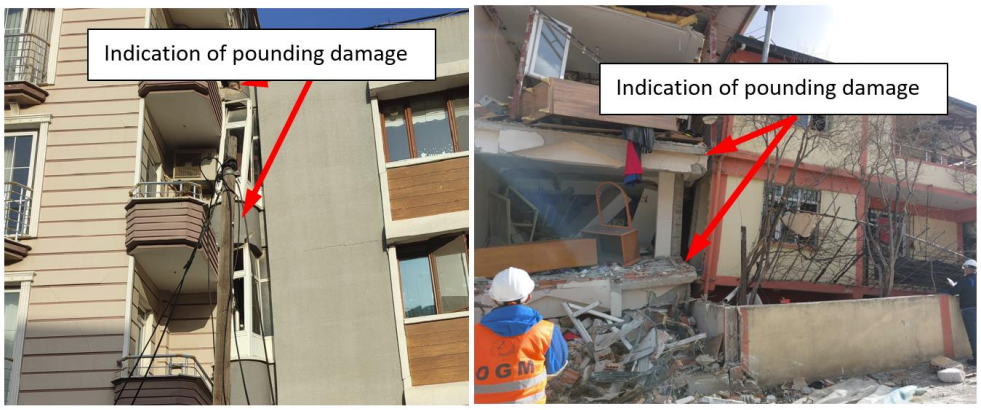
(a) Hatay/Narlica (b) Hatay/Antakya

(c) Hatay/Antakya (d) Hatay/Antakya

Figure 5. Poor concrete quality, corrosion and inadequate concrete cover related damages

4.3. Damages due to inadequate distances between neighbouring structures

In the city centres, adjacent structures are constructed due to a lack of available land. This allows one or two building facades to be in contact with one another or to have a little gap between them. Insufficient space between the two buildings causes them to collide during an earthquake. The scenario becomes especially dangerous when neighbouring structures' floor levels are out of alignment. These kinds of situations might result in brittle fractures if the floor of one structure crashes into the columns of the other. To avoid this damage, there must be enough space between neighbouring structures. **Figure 6** presents building damages in the region, which are related to inadequate distances between neighbouring structures.



(a) Hatay/ Antakya (b) Hatay/Antakya

Figure 6. Damages related to inadequate distances between neighbouring structures

4.4. Damages due to short column

An outside band window used for lighting the basement facilitates the formation of a short column. It reduces the effective length of a column, makes it stiffer, and causes considerable shear forces for the column, resulting in shear cracking and brittle failure. In **Figure 7**, this kind of critical failure is depicted.



(a) Hatay/Antakya (b) Hatay/Narlica (c)Hatay/ Narlica

Figure 7. Short column related damages

4.5. Damages due to transverse and longitudinal reinforcing

To achieve the expected structural response to earthquakes, all structural components must be sufficiently ductile. The flexural ductility and shear resistance of columns and beams are both critically dependent on transverse reinforcement. Due to improper construction, reinforced bars can easily bend under compression during an earthquake. Investigations at the site revealed that

more than 90% of seriously damaged structures did not comply with regulations regarding transverse reinforcement spacing. The spaces between structural members were particularly large in the plastic hinge regions, where they ranged from 20cm to 35cm. Bond failure, which may potentially result in brittle failures, was another problem that was noted. The design guidelines strongly advise against smooth reinforcement and insist that bars be tightly anchored. When bending seismic hooks and ties, the reinforcing bar must not be damaged and the bending angle must not be less than 135°. However, a site inspection revealed smooth transverse reinforcement, which reduces concrete adhesion (bond-slip), and 90-degree bent seismic tie hooks. **Figure 8** shows the observed building damages in the region due to transverse and longitudinal reinforcing .



(a) Hatay/ Antakya (b) Hatay/Antakya

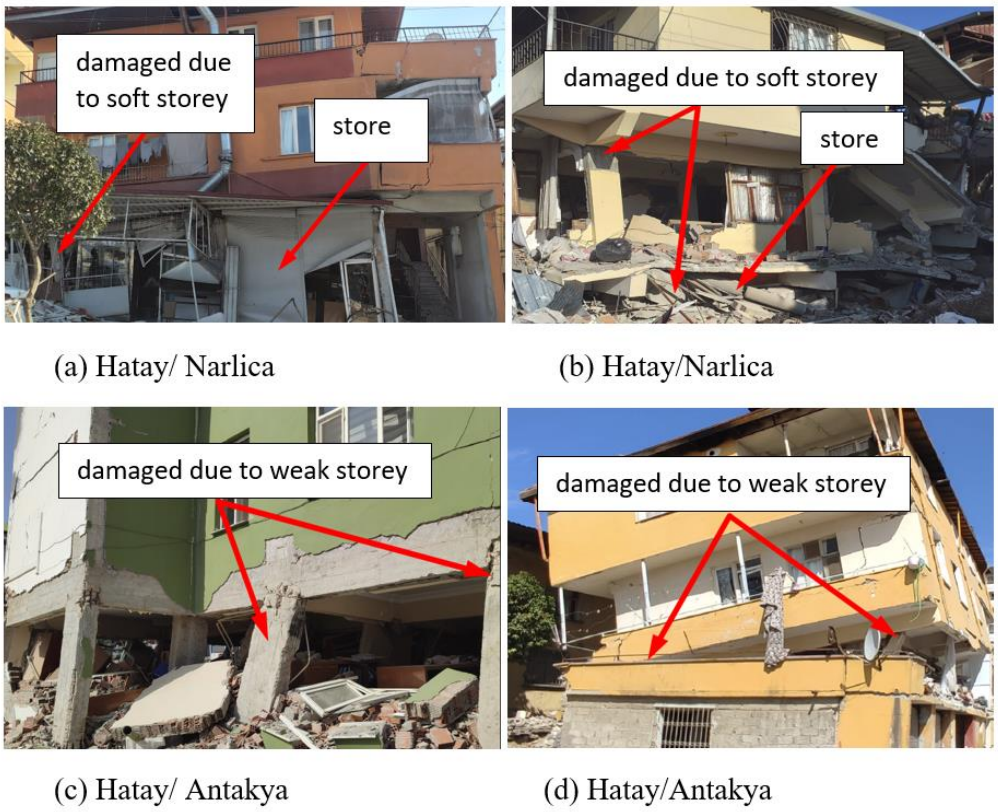
(c) Hatay/ Antakya (d) Hatay/Antakya

Figure 8. Damages related to transverse and longitudinal reinforcing

4.6. Soft/ weak storey formations

In Turkiye, the ground level of buildings is frequently used for commercial purposes like stores. When transforming ground floors into commercial spaces, business owners usually remove portions of the ground floor's infill walls. The base level, where the partition walls are removed, deforms more than the upper floors. This led to a soft-storey mechanism. Another aspect contributing to soft-story mechanisms development is the rise in ground floor height. Heightening the floor reduces floor rigidity. This floor experiences massive displacements and thus extremely big second-order moments during an earthquake, which causes the building to

completely collapse on this floor's top. Buildings should use RC shear walls or larger columns to restrict ground floor drift to avoid soft/weak-storey damage. **Figure 9** shows the collapses connected to a soft/weak-storey mechanism during the 2023 earthquakes.



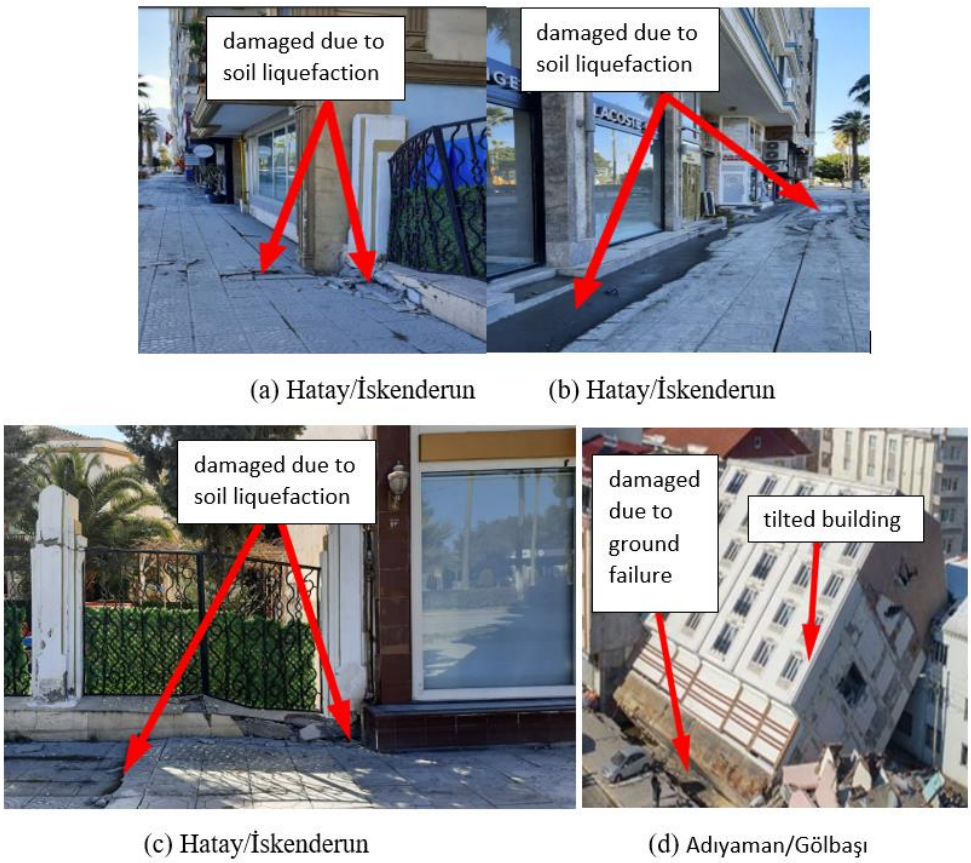
(a) Hatay/ Narlica (b) Hatay/Narlica

(c) Hatay/ Antakya (d) Hatay/Antakya

Figure 9. Damages related to weak and soft storey mechanism

4.7. Foundation damage

The excessive settlements and bearing capacity failures in the foundation of several residential structures in Hatay-Iskenderun (**Figure 10**a, b and c) and Adiyaman/Gölbaşi were observed due to seismic soil liquefaction. A few centimetres and as much as 100 centimetres were the sizes of these foundation settlements **[12]**. **Figure 10**d depicts a severe instance of liquefaction-induced bearing capacity failure in Adiyaman-Gölbaşi **[13]**.



(a) Hatay/İskenderun (b) Hatay/İskenderun

(c) Hatay/İskenderun (d) Adıyaman/Gölbaşı

Figure 10. Damages related to soil liquefaction

5. CONCLUSION

Powerful earthquakes shook Syria and Turkey. On February 6, 2023, a number of earthquakes occurred in Turkiye's EAFZ, with the strongest and most devastating having its epicentre in Kahramanmaraş. The outcomes of this paper is as follows:

- Buildings significantly damaged due to insufficient anchoring bars, inadequate transverse reinforcement spacing, smooth bars usage, 90-degree hook in stirrup end, corrosion, poor concrete quality, inadequate concrete cover and having weak/soft storey mechanism.
- Damage to ground floors caused by short-column formation was one of the frequent causes seen in the area. This area can be prevented from significant structural damage by building a wall around it.
- Because there was not enough space between the buildings, they felt the pounding of an earthquake. Damages can be avoided by leaving enough space between them.
- Nearly 90% of structural damage observed in the area's old structures was caused by strong beam-weak column mechanism. To avoid this sort of damage, columns should be stronger than beams.
- One of the causes of building damage in the area, particularly in Hatay and Adiyaman, was due to soil liquefaction. This issue could be resolved by restricting the number of storeys or by applying advanced foundation retrofitting methods.

Acknowledgment:

We would like to express our thanks to AFAD (Disaster and Emergency Management Presidency of Turkey) for providing the required data.

REFERENCES

[**1**] AFAD, "Disaster and Emergency Management Presidency of Turkey, Available From:https://www.afad.gov.tr," 2023.
[**2**] N. N. Ambraseys, "Temporary seismic quiescence: SE Turkey," *Geophys. J. Int.*, vol. 96, no. 2, pp. 311–331, 1989,
[**3**] A. M. C. Şengör, N. Görür, and F. Şaroğlu, "Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study," 1985.
[**4**] Ö. Emre *et al.*, "Active fault database of Turkey," *Bull. Earthq. Eng.*, vol. 16, no. 8, pp. 3229–3275, 2018,
[**5**] EMSC, "European-Mediterranean Seismological Centre," 2023. https://www.emsc-csem.org/Earthquake/271/Earthquake-sequence-in-Turkey-February-6th-2023
[**6**] USGS, "United States Geological Survey," 2023. https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jlqa/finite-fault
[**7**] D. Melgar *et al.*, "Sub- and super-shear ruptures during the 2023 Mw 7.8 and Mw 7.6 earthquake doublet in SE Türkiye," 2023.
[**8**] AFAD, "Disaster and Emergency Management Presidency of Turkey. 'Kahramanmaraş'ta Meydana Gelen Depremler Hk. – Basın Bülteni 36', Available From:https://www.afad.gov.tr/kahramanmarasta-meydana-gelen-depremler-hk-36," 2023.
[**9**] O. O. Erteleva, "Velocity response spectra: Estimates of parameters and shapes," *Seism. Instruments*, vol. 52, no. 4, pp. 301–307, 2016,
[**10**] N. Makris and C. J. Black, "Evaluation of Peak Ground Velocity as a 'Good' Intensity Measure for Near-Source Ground Motions," *J. Eng. Mech.*, vol. 130, no. 9, pp. 1032–1044, 2004,
[**11**] C. B. Worden, E. M. Thompson, M. G. Hearne, and D. J. Wald, "Shakemap 4.0 Manual. United States Geological Survey," 2020.
[**12**] TMMOB, "6 Şubat 2023 Depremleri Tespit Ve Değerlendirme Raporu," 2023.
[**13**] K. . Cetin, M. Ilgac, G. Can, and E. Cakar, "Preliminary Reconnaissance Report on February 6, 2023, Pazarcık Mw=7.7 and Elbistan Mw=7.6, Kahramanmaraş-Türkiye Earthquakes," 2023.

USING THE CONCEPT OF "WEAKENING AND VISCOUS DAMPING" FOR RETROFTTING OF A STRUCTURE

Asst. Prof. Dr. Adnan Kiral
Recep Tayyip Erdogan University, The Faculty of Engineering and Architecture
Correspondence: ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4534-3686
Asst. Prof. Dr. Ali Gurbuz
Recep Tayyip Erdogan University, The Faculty of Engineering and Architecture
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6509-7411
Prof. Dr. Ilker Ustabas
Recep Tayyip Erdogan University, The Faculty of Engineering and Architecture
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0473-2543

Abstract

The destructive earthquakes that occur as a fact of the world constantly keep the concerns about the safety of both new structures and existing structures on the agenda. New methods are constantly being developed to ensure earthquake safety of buildings. One of these methods is the "weakening and dumping" approach. The method is basically based on improving the earthquake performance of the structure by optimizing the earthquake accelerations acting on the structural system, the forces and displacements occurring in the elements. The weakening and viscous damping approach is explained on a sample design discussed in this study. As a result of the study, the improvement of the proposed method on the parameters showing the seismic performance of the sample structure has been demonstrated with tables and graphs.

Keywords: Weakening and damping approach, dampers, seismic design, reinforced concrete structures

Introduction

Earthquakes are the biggest disasters that cause damage to structures Especially after earthquakes of 7 magnitudes and above, the people of the region experience great losses **[1]**. Undoubtedly, the most important of these losses is the loss of life. While the damages in the housing structures create difficulties in meeting the shelter needs of the earthquake victims, transportation disruptions occur due to the collapse of the transportation structures **[2]**. Damages in transportation structures further aggravate the balance sheet of damage by making it difficult to supply food and supplies to the region. To avoid the consequences of large losses, it is necessary to define the earthquake behaviour of the buildings correctly and to improve the ones with insufficient earthquake safety. Researchers on the subject continue to work to make both new structures and existing structures safer by introducing new techniques every day. One

of these methods is the weakening and dumping procedure. The working principle of the weakening and damping procedure is based on diverting some of the seismic energy to isolation and dampers to limit the seismic responses of the structure. Using seismic isolation and damper systems is a preferred method in recent years to distribute the seismic effects to the building elements evenly. While seismic isolators, which are frequently preferred tools in this method, change the dynamic effects (with vibration control) on the structure, dampers act as shock absorbers and reduce the displacements that will occur by applying a counter force to the speed of the earthquake movement.

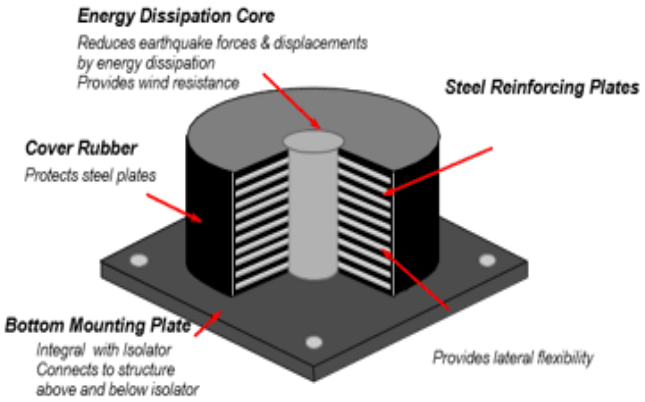


Figure 1. An example of seismic isolator **[3]**

Figure 1 shows an example of seismic isolator and Figure 2 shows various damper examples. Seismic isolators and various types of seismic dampers can be used in combination to improve the seismic behaviour of the structure. One of the important issues that researchers focus on is the distribution of dampers, damping coefficient and damper power **[4]**. The development of such combinations provides additional advantages **[5]**.

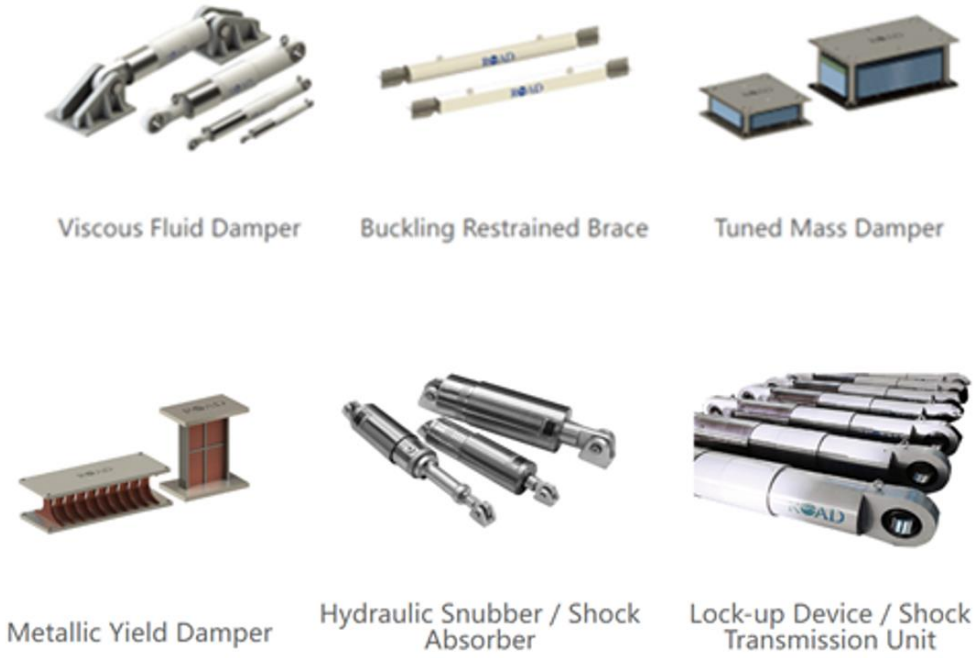


Figure 2. Various damper examples **[6]**

In this study, a system consisting of isolator + viscous dampers are proposed to improve the earthquake performance of a sample highway bridge.

Material and Method

In classical strengthening methods, earthquake resistance is generally provided by increasing the rigidity of the structure **[7]**. However, this is a laborious method. Moreover, while the rigidity of the structure is increased, the weight of the structure and, accordingly, the shear forces also increase **[8]**. Seismic isolators and dampers are relatively more practical methods. Laminated Rubber Bearings (LRB) are common isolator. They are directly placed between girders and piers. LRB transmit the loads from the deck to the piers. They limit the forces and provide the bridge span by horizontal movement to keep the piers intact during earthquakes. Figure 3 shows a general application of LRB for an example bridge. Seismic isolators provide control over the accelerations affecting the structure by changing the period of the structure.

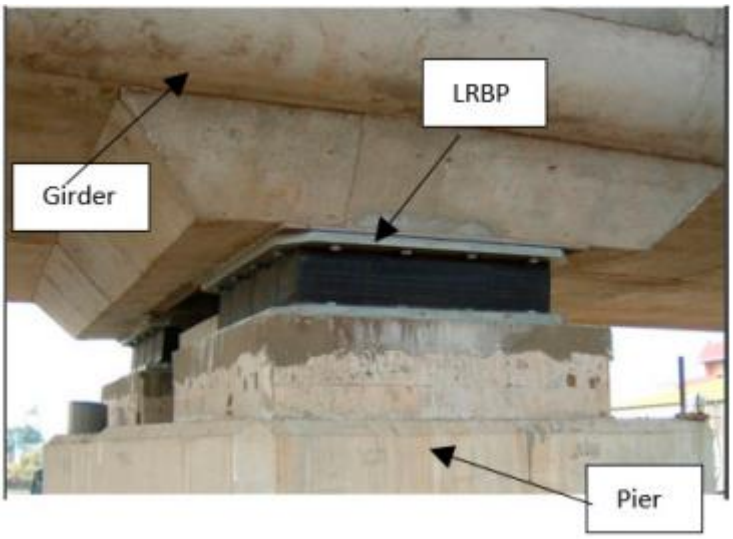


Figure 3. Laminated rubber bearing application in an example bridge **[9]**

As the stiffness of the bridge is reduced, the system's displacement will increase, but the viscous dampers added to the system will prevent it from drifting out of limits**[9]**.

Figure 4 shows a general application of viscous damper in an example bridge.

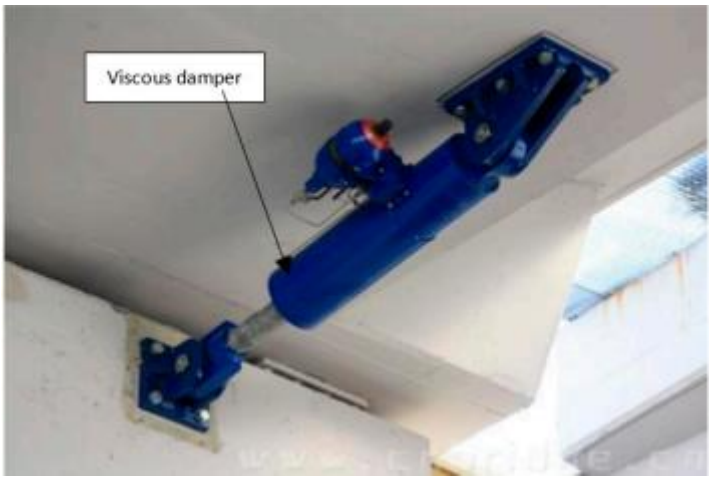


Figure 4. Laminated rubber bearing application in an example bridge **[9]**

In this study, the finite element method is employed for nonlinear analysis. Seismic isolators are considered as link elements in software **[10]**. The properties isolator movements are allowed in three directions (Eqs. **1, 2** and **3**).

$$K_H = \frac{G_{eff} \times A}{H_r} \quad (1)$$

$$K_V = \frac{E_c \times A}{H} \quad (2)$$

$$K_\theta = \frac{E \times I}{H_r} \quad (3)$$

Horizontal, vertical, and rotational stiffness are represented by the symbols of K_H, K_V, and K_θ. H denotes isolator height. Hr is thickness of rubber layer. A is gross plan area. Viscous dampers to be used are responsible for reducing the earthquake effects on the bridge or any superstructure. The damper force and the number of dampers are decided according to the forces that will affect the structure. The damper force, which opposes the motion of the structure, is given in Eq. (**4**).

$$F_d = C_d \times \left|\dot{\delta}\right|^a \times \mathrm{sgn}(\dot{\delta}) = k_d \times \delta_d \qquad (4)$$

where F_d is the damper force, C_d is the damping coefficient, $\dot{\delta}$ is the velocity, α is velocity exponent, k_d is damper stiffness and δ_d is dashpot displacement.

This procedure has been successfully applied in many buildings and continues to be applied. Recent studies show that the weakening and dumping approach will be a useful and successful method for many bridge types. This new approach can effectively improve the seismic performance of bridges if the optimized damping coefficient and velocity exponent are used.

CASE STUDY

This study uses an example of a reinforced concrete bridge. Bearings do not exist at the top of the piers on this bridge. In the study, linear and nonlinear viscous dampers are used along with elastomer bearings on the top of piers. The schematic view of the example reinforced concrete bridge is given in Figure 5.

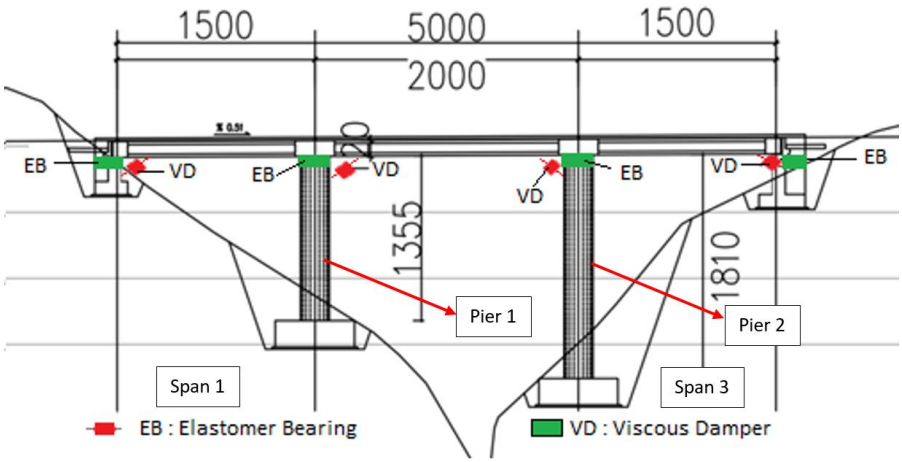


Figure 5. Schematic view of the example bridge

Kobe 1995 earthquake records from the Pacific Earthquake Engineering Research Center **[11]** is used for seismic analysis. Data of Kobe earthquake is given in Table 1.

Table 1: Selected natural ground motion record **[11]**

Earthquake	Mw	Abbr	Station ID/Component	PGA (g)	scale
1995 Kobe Hyogo	6.9	KOB	JMA/y	0.834	1.0

RESULTS

The bridge analysed for two different situations. In the first situation (Sys1), the bridge is reinforced with elastomer bearings and nonlinear viscous dampers (in pier top and abutments). In the second situation (Sys2), the bridge is reinforced with elastomer bearings and linear viscous dampers (in pier top and abutments). Figure 6 illustrates the bridge's response with bearings and viscous dampers in terms of maximum deck shear forces (Figure 6b) and maximum pier shear forces (Figure 6c) under the same maximum bearing drift (Figure 6a). It also illustrates maximum moments at the pier bottom (Figure 6d). Results are scaled to *pier fixed* system for comparison purposes. The damping coefficient of sys1 and sys2 are distributed by using a design methodology under Kobe 1995 earthquake.

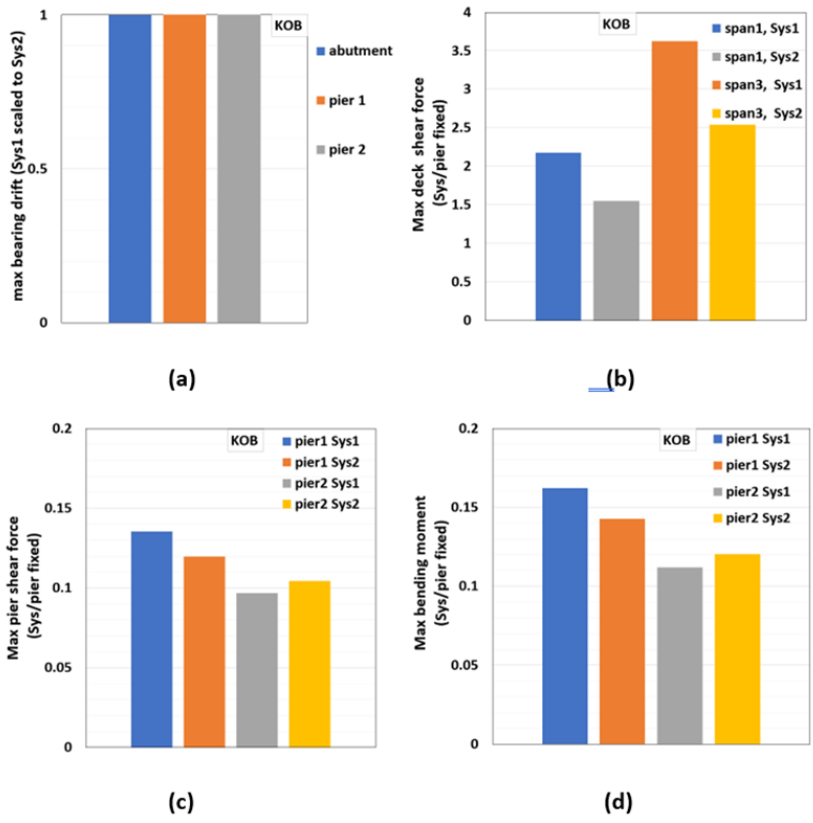


Figure 6. (a) The maximum bearing drift, **(b)** maximum shear force of the deck, **(c)** maximum pier shear forces and **(d)** maximum bending moments of piers

CONCLUSION

This study investigate an example bridge has 3 spans and 2 piers. Elastomer bearings (EBs) are placed at the top of piers and abutments. The bridge is also reinforced with two different viscous damper as linear and nonlinear in both the abutments and the piers. The efficiency of nonlinear viscous dampers with EBs and linear viscous dampers with EBs are evaluated in terms of shear forces, drifts and bending moments. The results of this study may be summarised as follows:

Compared with the pier fixed system under KOBE (1995) earthquake, the system with nonlinear viscous dampers reduced the maximum bending moment of the most affected pier from 77% to 89% whereas, for the system with linear viscous dampers it was 82% to 90.5%, respectively. When it comes to the maximum deck shear force, Sys1 increased the forces ranging from 70% to 155% whereas, for sys2, it increased the forces varying from only 17% to 77%. In summary, Sys2 performed better than sys1 in terms of both reducing bending moment of the piers and the having smaller deck shear forces than Sys1, yet the main performance difference between Sys1 and Sys2 is the maximum deck shear forces.

REFERENCES

[**1**] A. Gürbüz and M. Tekin, “Developing Damage Estimation Methods for Different Types of Reinforced Concrete Buildings,” *Tek. Dergi*, 2017.

[**2**] L. Zhen, L. Dejian, P. Leihua, L. Yao, C. Kepei, and W. Qianqiu, “Study on the damping efficiency of continuous beam bridge with constant cross-section applied by lead rubber bearings and fluid viscous dampers,” *Noise Vib. Worldw.*, vol. 51, no. 4–5, pp. 85–92, Apr. 2020,

[**3**] Y. Seo, “How to Perform Seismic Isolation Analysis?,” 2021. https://www.midasstructure.com/blog/en/blog/seismic-isolation-analysis

[**4**] X. Hu, R. Zhang, X. Ren, C. Pan, X. Zhang, and H. Li, “Simplified Design Method for Structure with Viscous Damper Based on the Specified Damping Distribution Pattern,” *J. Earthq. Eng.*, vol. 26, no. 3, pp. 1367–1387, 2022,

[**5**] D. Domenico and I. Hajirasouliha, “Multi-level performance-based design optimisation of steel frames with nonlinear viscous dampers,” 2021.

[**6**] ROAD Damping Technology Ltd., “ROAD Damping Technology CO., Ltd.,” 2023. http://en.roadjz.com/show.asp?id=12

[**7**] FHWA, “Federal Highway Administration:Report on Techniques for Bridge Strengthening: Main Report: U.S. Department of Transportation,” 2019.

[**8**] B. Dong, R. Sause, and J. M. Ricles, “Seismic Response and Damage of Reduced-

Strength Steel MRF Structures with Nonlinear Viscous Dampers," *J. Struct. Eng.*, vol. 144, no. 12, pp. 1–15, 2018,

[**9**] S. S. K. Dolati, A. Mehrabi, and S. S. K. Dolati, "Application of viscous damper and laminated rubber bearing pads for bridges in seismic regions," *Metals (Basel).*, vol. 11, no. 11, pp. 1–21, 2021,

[**10**] SAP2000, "SAP2000 Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures," Computers and Structures Inc. Berkeley, California, 2006.

[**11**] PEER ground motion dabase, "Pacific earthquake engineering research center," 2023. https://ngawest2.berkeley.edu/

EĞİTİM YAPISI TASARIMINDA ETKEN ÇEVRESEL FAKTÖRLERE YÖNELİK SİSTEMATİK BİR İNCELEME

Arş. Gör. Beyza Nur ÇALIŞKAN[1], Doç. Dr. Hatice Derya ARSLAN[2]
[1] Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi,
0000-0002-3257-352X
[2] Necmettin Erbakan Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi,
0000-0001-7742-3405

ÖZET

Fiziksel çevre ve insan davranışı arasındaki ilişkiyi etkileyen, mekân tasarımında girdi olarak kullanılan tüm fizyolojik ve sosyolojik etmenler çevresel faktörler olarak tanımlanmaktadır. Bireylerin davranışsal performansını etkileyen çevresel faktörler, eğitim yapılarında öğrenme ve akademik başarıda da etkili olmaktadır. Bu bağlamda eğitim yapılarında çevre-davranış çalışmalarının araştırılmasının önem arz etmesi sebebi ile mevcut literatürün sistematik olarak analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte bu konuda çalışan araştırmacılar için eğitim yapılarında çevresel faktörlerin kullanıcılar üzerindeki etkisini inceleme imkânı sunan bir rehber oluşturulması da hedeflenmektedir. Çalışma kapsamında literatür taramasında sistematik bir incelemenin gerekliliklerine uyarak ilgili yayınların bibliyometrik analizi sunulmuştur. Web of Science ve Dergipark veri tabanlarında "çevresel faktörler" ve "eğitim yapısı" ve (öğrenci veya sınıf) terimleri kullanılarak yayınlar taranmıştır. Ulaşılan 465 kaynağın öncelikle başlık, özet ve anahtar kelimeleri incelenmiştir. Üç kavram grubuna ait terimleri içeren 47 kaynak detaylı taramaya dâhil edilmiş, diğerleri hariç tutulmuştur. Tarama sonucu 28 kaynak çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Yapılan inceleme ile eğitim yapısı tasarımında etken çevresel faktörler ve çalışmalarda kullanılan yöntemler tablolaştırma yardımıyla belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda; eğitim yapısının fiziksel mekân koşullarından (mekânsal organizasyonundan, estetiğinden, erişilebilirliğinden, fiziki konfor koşullarından) kullanıcıların memnuniyeti ile akademik başarılarının da arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte eğitim yapılarında çevresel faktörlerin, öğrencilerin ve öğretmenlerin algı davranışsal performansları üzerinde etkili olduğu da görülmüştür. Çalışma kapsamında mevcut literatür üzerinde yapılan detaylı inceleme sonucu elde edilen bulgular çevresel faktörlerin tüm alt parametreleriyle birlikte tasarımın ilk aşamalarından itibaren planlamaya dâhil edilmesi gerektiğini göstermiştir. Ayrıca bu konuda yapılan çalışmalarda fiziki ortam koşullarının iyileştirilmesi ve kullanıcı memnuniyetinin sağlanması açısından tüm parametreler arasındaki etkileşimlere önem verilmesi ve konuya bütüncül bakılması gerektiği de önerilmektedir.
Anahtar Kelimeler: eğitim yapısı tasarımı, çevresel faktörler, akademik başarı, kullanıcı memnuniyeti.

1.GİRİŞ

Yapılar; insanların, çevreleriyle uyumlu bir şekilde yaşamlarını sürdürebilmeleri için kullanıcı gereksinimlerini karşılamak amacıyla tasarlanmakta ve bu gereksinimler doğrultusunda düzenlenmektedirler. Dolayısıyla insanların yaşamları boyunca zamanlarının önemli bir bölümünü geçirdikleri eğitim yapıları önem arz etmektedir (Ay, Baykuş, ve Ekinci 2016).

Eğitimden istenilen oranda verim alınabilmesi programa, personele, uygulanan yöntem ve tekniklere bağlı olduğu kadar kurumlara fiziksel anlamda sağlanan koşullara da büyük ölçüde bağlıdır. Mekanın öğrenci üzerinde bıraktığı olumlu psikolojik etkiyi sağlayacak fiziksel bileşenler, algıya dayalı olarak belirlenebilmektedir. Sınıf içi ve sınıf dışı fiziksel ortam tasarımları öğrenci psikolojisini etkilediği gibi eğitim kalitesini etkileyebilmektedir (Al, Sağsöz, ve Kahraman 2018). Bu durum öğrencinin gelişimine katkı sağlamak amacıyla davranış araştırmalarının yapılmasını gerekli kılmaktadır. Öğrencilerin günlük yaşamlarının çoğunu içerisinde geçirdikleri eğitim yapıları; sadece eğitim ve öğretim ile sınırlı olmamakla birlikte duyuları kullanmada, geliştirmede ve deneyimlemede önemli bir etkileşim mekanı olarak da karşımıza çıkmaktadır (Kızılkan ve Canbay Türkyılmaz, 2021). Eğitim görülen bu mekanlarda konfor koşullarının sağlanması, kullanıcı memnuniyeti ve mekânsal kalitenin belirlenmesi açısından önemlidir (Kavaz Altun ve Zorlu, 2021).
Mekan kalitesini etkileyen önemli bir unsur olarak çevresel faktörler; tasarım faktörleri, ortam faktörleri ve sosyal faktörler olarak alt başlıklar içermektedir (Çağatay vd. 2019). Mekanın planlanmasında etkili olan biçim, mekansal düzenleme, oran-ölçek, renk, malzeme gibi kriterler tasarım faktörlerini oluşturmaktadır. Kullanıcıların fiziksel konforunu sağlayacak mekanın ısı, ışık, ses, koku, havalandırma gibi kriterler ortam faktörü olarak nitelendirilmektedir. Bireyin sosyo-kültürel durumunu belirleyen yaş, cinsiyet, eğitim durumu gibi kriterler ise sosyal faktörleri oluşturmaktadır (Arslan 2010). Çevresel faktörlerin yerinde ve doğru kullanılması; mekânın kalitesini, kullanıcıların algı-davranışsal performansını, mekanda kalma süresini, mekânsal oryantasyonu ve kullanıcıların yön bulma performansını olumlu yönde etkilemektedir (Çağatay vd. 2019). İyi tasarlanmış bir eğitim binası, kullanıcıların tüm fizyolojik ve psikolojik ihtiyaçlarını karşılar (Kızılkan ve Canay Türkyılmaz, 2021).
Bu çalışmaların mekanlarda kullanılan renk, aydınlatma, ısıl konfor, mekânsal algı, iç mekan kalitesi, mekan donatıları gibi konularla sınırlı kaldığı, kullanıcı odaklı tasarım göz önünde bulundurularak tüm faktörlerin bir arada ele alındığı çalışmaların yoksunluğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu çalışma, alandaki araştırmaların geliştirilmesi, çevre davranış araştırmaları kapsamında eğitim yapılarının tasarımı için önem oluşturacak parametrelerin belirlenmesi ve tasarımcılara yol göstermesi açısından faydalı olacaktır. Bu nedenle mevcut literatürün sistematik olarak analiz edilmesi amaçlanmıştır. Belirlenen amaç doğrultusunda; yapılan çalışmalarda hangi çevresel parametrelerin araştırıldığı, hangi yöntemlerin kullanıldığı, elde edilen sonuçların değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

2. YÖNTEM

Çalışmanın araştırma modeli nicel (kantitatif) araştırma yöntemiyle tarama modelinde tasarlanmıştır. Bu araştırmanın verileri WoS (Web of Science) ve Dergipark veri tabanından elde edilmiştir. WoS uluslararası en önemli bilimsel atıf arama ve analitik bilgi platformlarından birisidir (URL 1, 2023). Dergipark ise Türkçe yayınlar için önemli bir veri platformudur. Araştırma alanının gelişimini görmek için bibliyometrik analiz yapılmıştır. Yapılan analiz araştırma konusunun yıllara göre gelişimini, çalışmalarda kullanılan anahtar kelimeleri, alan kategorilerini, ülkelerin katkısını, yazarları ve dergileri içeren bir dizi veri sunmaktadır. Çalışmalarda sıklıkla kullanılan anahtar kelimeleri ve bağlantılarını tespit etmek için veriler VOSviewer (version 1.6.19) programında görselleştirilmiştir (URL 2, 2023). Veri toplama ve analiz süreci Görsel 1'de şematik olarak sunulmuştur.

2.1. Arama Stratejisi

Arama stratejisi için beş madde belirlenmiştir;

1. Web of Science ve Dergipark veri tabanlarında taranmış olması,
2. Türkçe ve İngilizce dilinde hakemli dergilerde yayınlanmış olması,
3. derleme ve araştırma makaleleri olması,
4. son on yıllık zamanı kapsaması (2013-2023),
5. açık erişimli yayınlar olması.

2.2. Dahil Etme/Hariç Tutma Kriterleri

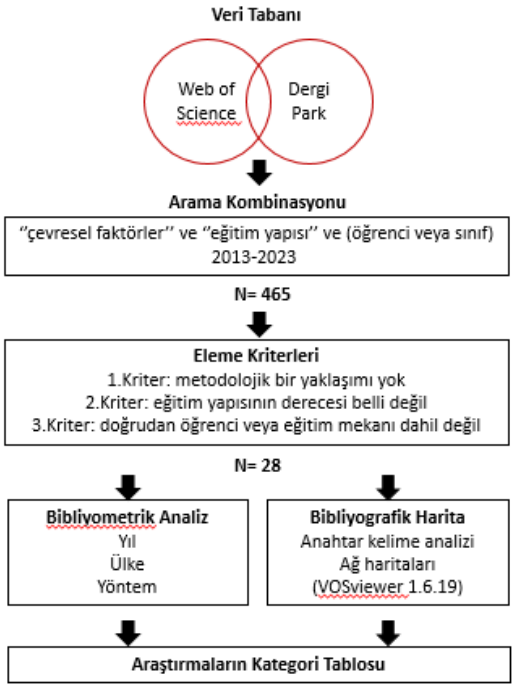
Araştırma üç kavram çerçevesinde oluşturulmuştur:

1. Çevresel faktörler (renk, biçim, konfor, aydınlatma, havalandırma, cinsiyet, yaş)
2. Eğitim yapısı (ilkokul, ortaokul, lise, üniversite, kurs, sınıf, derslik, stüdyo)
3. Kullanıcı (öğrenci, öğretmen, memnuniyet, performans, akademik başarı).

Veri tabanlarında arama kapsamını daraltmak için ‘‘çevresel faktörler’’ ve ‘‘eğitim yapısı’’ ve (öğrenci veya sınıf) kombinasyonu seçilmiştir. Öncelikle başlık, özet ve anahtar kelimeler incelenmiştir. Ulaşılan 465 makale şu kriterlere göre elenmiştir:

1. Kriter: metodolojik bir yaklaşımı yok
2. Kriter: eğitim yapısının derecesi belli değil
3. Kriter: doğrudan öğrenciyi veya eğitim mekanını dahil etmiyor

Eleme sonucu 47 yayın detaylı okumaya dahil edilmiş, diğerleri hariç tutulmuştur. Tarama sonucu çalışmanın örneklemini toplam 28 kaynak oluşturmuştur.



Görsel 1. Veri toplama ve analizinin şematik özeti

2.3. Kaynakların Kategorizasyonu

Kaynakların analiz edilmesini kolaylaştırmak amacıyla eğitim verilen seviye, çalışmanın mekânsal kapsamı ve incelenen çevresel faktörün türüne göre üç başlıkta kategorize edilmiş, alt başlıklarla sınıflandırılmıştır.

A. Eğitim Derecesi

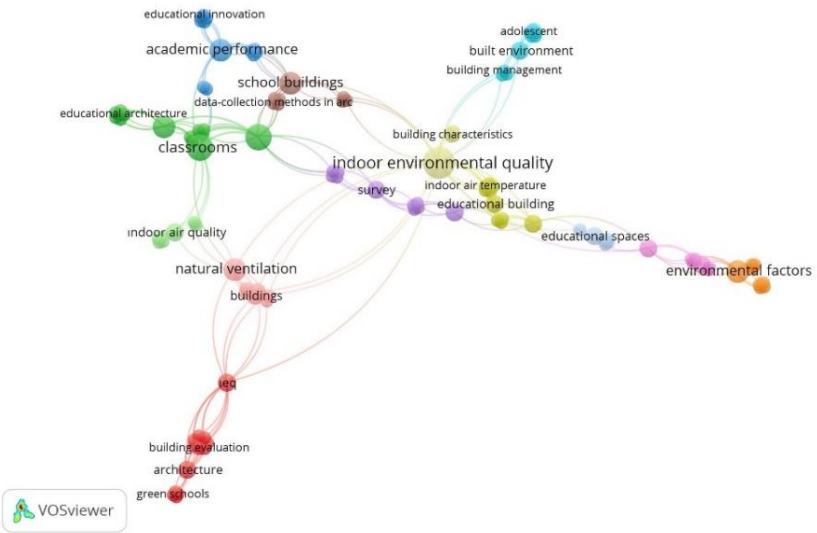
i. okul öncesi
ii. ilköğretim
iii. ortaöğretim
iv. üniversite

B. Mekânsal Kapsam
v. iç mekan
vi. dış mekan

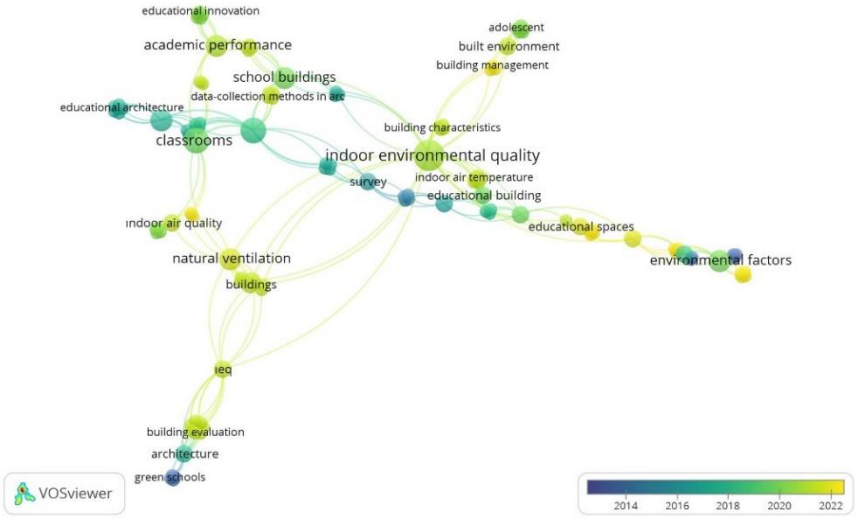
C. Çevresel Faktör
vii. tasarım faktörü
viii. ortam faktörü
ix. sosyal faktör

3. BULGULAR

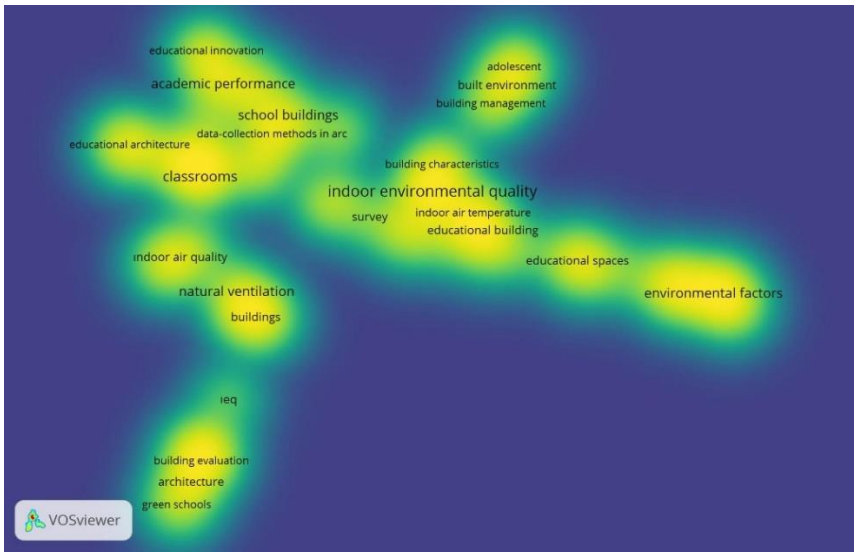
Anahtar kelimeleri ve bağlantılarını tespit etmek için VOSviewer programında birlikte bulunma analizi (cooccurrence/author keywords) yapılmıştır. Programla oluşturulan ağ görselleştirme (network visualization) analizine göre bir anahtar kelimenin diğer ögeler ile bağı ne kadar fazla ise daire boyutu da o kadar büyüktür. Buna göre en bağlantılı 5 temel kavram; iç mekan çevre kalitesi, termal konfor, sınıflar, doğal havalandırma ve akademik başarıdır (Görsel 2). Katman görselleştirme (overlay visualization), analizine göre anahtar kelimelerin yıllara göre araştırılma yoğunluğu sunulur. Program tarafından en yeni kelimeler sarı, en eski kelimeler ise mavi renkte gösterilir. Bu analize göre bina yöntemi, çevrimiçi kurs, enerji tüketimi gibi yeni kavramların araştırıldığı görülmektedir (Görsel 3). Yoğunluk görselleştirme (density visualization), analizi ise bir anahtar kelimenin bağlantılı olduğu diğer kelimelerle ilişkisinin ağırlık cinsinden analizidir. Bu analizde bir ögenin komşu ögelerle bağlantısı ne kadar fazla ise ögenin bulunduğu alan sarı gösterilmektedir (Görsel 4). Araştırmaların yıllara göre gelişimine bakıldığında ise yayın sayıları yaklaşık değerlere sahiptir (Görsel 5). Araştırmaların çoğunluğu Avrupa ve Asya kıtasında yer almaktadır (Görsel 6). Çalışmalarda anket (n=15), deney (n=13), gözlem (n=4), görüşme (n=1) ve literatür taraması (n=4) yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir (Görsel 7).



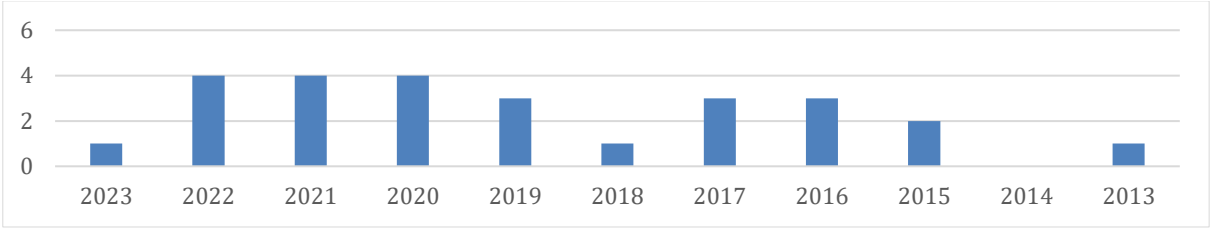
Görsel 2. Ağ görselleştirme (network visualization)



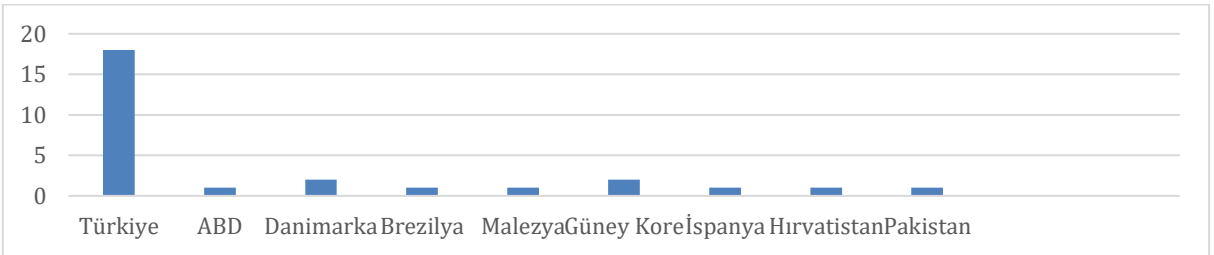
Görsel 3. Katman görselleştirme (overlay visualization)



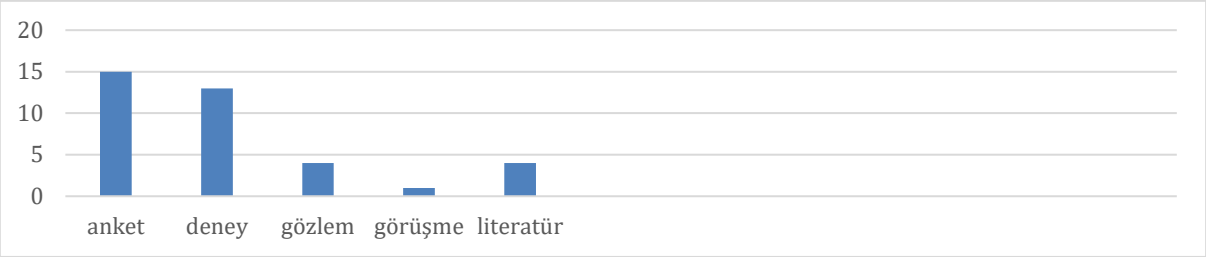
Görsel 4. Yoğunluk görselleştirme (density visualization)



Görsel 5. 2013-2023 yılları arasında yayın grafiği



Görsel 6. Yayınların coğrafi kapsamı



Görsel 7. Çalışmalarda kullanılan yöntemler

İncelenen 28 makale yöntem kısmında belirlenen A, B, C kategorilerine göre roma rakamlarıyla sınıflandırılmıştır (Çizelge 1). Kategorilerden elde edilen bulgular;

A. Eğitim seviyelerinin durumu nedir?

En çok araştırılan seviye ilköğretim (n=10) ve üniversitedir (n=10). Ardından okul öncesi (n=5) ve ortaöğretim (n=3) yer almaktadır. İlköğretim seviyesinde çalışmaların fazla olması kapsamlı bir eğitim kurumuyla ilk defa karşılaşan küçük çocuklarda koşullardan etkilenme durumunun daha fazla olacağı ile alakalıdır. Benzer şekilde üniversite yapılarında da yüksek sayıda çalışma yapılması deneyimlerini paylaşma ve değerlendirme becerisinin yükseköğretim öğrencilerinde daha fazla olması ile ilgilidir.

B. Mekanın kapsamı nedir?

Araştırmaların büyük çoğunluğu iç mekanlarda (n=24) yapılmıştır. Bu durum eğitim alınan sürede iç mekanlarda daha fazla vakit geçirilmesi ile ilişkilidir. Bununla birlikte uzun süre iç mekan kullanımında çevresel koşulların etkisinin artması da iç mekan değerlendirmelerinde bir nedendir.

C. Çevresel faktörlerin türü ve parametreleri nedir?

Araştırmalarda en çok 14 çalışma ile ortam faktörleri araştırılmıştır. Tasarım faktörleri 10, sosyal faktörler ise 5 çalışmada değerlendirilmiştir. İç mekan hava kalitesini ortam faktörleri belirlemektedir. Dolayısıyla ortam faktörlerinin sayıca fazlalığı iç mekanlarda uzun süre geçirilmesi ile ilişkilidir. Bir sınıfta yeterli düzeyde ısı, ışık, ses ve temiz havanın sağlanması gerekmektedir. Bu bağlamda ortam faktörlerinden ısıl, işitsel, görsel konfor ile havalandırma parametreleri değerlendirilmiştir. Tasarım faktörlerinde bireylerin genellikle algı-davranışsal durumunu etkileyen renk, biçim, yön bulma, mekanlara erişebilme gibi parametreler incelenmiştir. Araştırmalarda çevresel koşullardan etkilenme yaş, cinsiyet, eğitim durumu gibi sosyal faktörlerle ilişkilendirilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmaların kategorizasyonu

Yazar	Yıl	Ülke	Yöntem	A*	B*	C*	Parametreler
Kirk, B; Ha, M; Lee, S	2023	Güney Kore	anket	ii	vi	ix	korku
Paschoalin, JA; Dias, AJG; Storopoli, JH; Ghermandi, A; de Carvalho, HC	2022	Brezilya	deney anket	iv	v	viii	ısıl konfor işitsel konfor görsel konfor
Mahyuddin, N; Samzadeh, M; Zaid, SM; Ab Ghafar, N	2022	Malezya	deney	i	v	viii	görsel konfor
Khoudi, A	2022	Danimarka	deney	iv	v	ix	üretkenlik

			anket gözlem				
Kamer Aksoy, Çilenger ve Ekiciel	2022	Türkiye	gözlem	i	vi	vii	renk boyut
Kızılkan, G., Türkyılmaz, Ç.C.	2021	Türkiye	literatür taraması deney görüşme	i	v	vii viii	ergonomi
Ertin Tezgör ve Karakaya Aytin	2021	Türkiye	anket	iv	vi	vii	mekânsal düzenleme
Yanılmaz ve Tavşan	2021	Türkiye	anket	ii	v	viii	ısıl konfor işitsel konfor görsel konfor
Adın ve Yağmur	2021	Türkiye	anket	iv	v	viii	ısıl konfor işitsel konfor görsel konfor hijyen
Akyıldız ve Yıldız	2020	Türkiye	anket	iv	v	vii	biçim ergonomi yön bulma
Moyano, Fernandez ve Lezcano	2020	İspanya	literatür taraması	ii	v	viii	aydınlatma
Küçük	2020	Türkiye	gözlem	ii	v vi	vii	erişilebilirlik esneklik
Aydın Yağmur ve Şerefhanoğlu Sözen	2020	Türkiye	deney anket	iv	v	viii	görsel konfor
Arar	2019	Türkiye	anket	iv	v	vii	algı
Kılıç	2019	Türkiye	anket	i	v	viii	görsel algı kokusal algı işitsel algı dokunsal algı kinestetik algı
Çağatay, Yıldırım ve Subaşı	2019	Türkiye	anket	iii	v	ix	cinsiyet
Müezzinoğlu, Hidayetoğlu ve Yıldırım	2018	Türkiye	deney	iv	v	ix	eğitim durumu
Byun, G; Ha, M	2017	Güney Kore	deney anket	ii	vi	ix	korku
Çağatay, Hidayetoğlu, ve Yıldırım	2017	Türkiye	anket	iii	v	vii	renk
Ay, Baykuş ve Ekinci	2017	Türkiye	gözlem	iv	v vi	vii	erişilebilirlik
Ay, Baykuş ve Ekinci	2016	Türkiye	deney	ii	v	viii	ısıl konfor

Mendell vd.	2016	ABD	deney	ii	v	viii	havalandırma
Altuncu	2016	Türkiye	deney anket	iv	v	viii	ısıl konfor işitsel konfor aydınlatma
Petersen vd.	2016	Danimarka	deney	ii	v	viii	havalandırma
Hashempour ve Taghizadeh Sapchi	2015	Türkiye	literatür taraması	ii iii	v	vii	renk
Slunjski	2015	Hırvatistan	literatür taraması	i	v	vii	mekânsal düzenleme
Saraç, Miman ve Ege	2015	Türkiye	deney anket	iv	v	viii	ısıl konfor işitsel konfor
Akhtar vd	2013	Pakistan	deney	ii	v	viii	işitsel konfor

*2.3. başlığı altında kategorizasyonda belirtilen gruplandırma doğrultusunda düzenlenmiştir

4. SONUÇ

Tasarım faktörlerine ilişkin araştırmalar değerlendirildiğinde;

- eğitim mekanlarında doğru renk seçimi ile kullanıcıların odaklanma gücü artar
- sıcak renkler, soğuk renklere kıyasla daha pozitif değerlendirilir
- ortamın fiziki koşullarının iyi durumda olması öğretmenlerin iş performansını artırır
- tasarım özellikleri yeterli düzeyde mekanlar öğrencilerin akademik başarı düzeyini artırır
- dersliklerde kullanılan doğru ve zengin görsel uyarıcılar öğrenme eyleminin süresini uzatır
- evrensel tasarım ilkelerine uygun yapılar ulaşılabilirliği kolaylaştırır
- karmaşık olmayan mekânsal düzenlemeler eğitim mekanlarının kullanılabilirliğini artırır

Ortam faktörlerine ilişkin araştırmalar değerlendirildiğinde;

- mekanda iyi bir akustik tasarım işitsel konforu sağlar ve kullanıcı memnuniyetini artırır
- yeterli aydınlatma görsel konforu sağlarken öğrencinin eğitimden aldığı verimi artırır
- sıcaklık ve buna bağlı olarak nem değerleri arttıkça kullanıcılar rahatsızlık duyar, başarı ve görev performansları bozulur
- doğal ışık kullanımı öğrencinin performansını olumlu etkiler
- uzun zaman geçirilen dersliklerde yeterli havalandırma öğrencilerin konsantrasyonunu artırır, mantıksal düşünmeyi olumlu etkiler
- dışarıdan gelen gürültü seviyesinin en alt seviyede tutulması öğrenme düzeyini yükseltir

Sosyal faktörlere ilişkin araştırmalar değerlendirildiğinde;

- eğitim durumu mekanı algılamada farklılık oluşturur, tasarım eğitimi alan bireyler mekanları daha eleştirel değerlendirir
- erkek öğrenciler kız öğrencilere kıyasla mekanları daha olumlu yönde değerlendirir
- mekanı uzun bir süre deneyimleyen kullanıcılar yeni görenlere göre daha eleştirel yaklaşır
- yaş farklılığı mekanı algılamada etkilidir, küçük yaştaki bireyler bazı konfor değerlendirmelerini yapma yetkinliğine erişemez

Araştırmalar Kapsamında Kullanılan Veri Toplama Yöntemleri değerlendirildiğinde;

- *Anket;* Katılımcılar eğitim yapısının temel kullanıcıları olan öğrenciler ve öğretmenler arasından seçilir. Bulundukları ortamın çevresel faktörlerini sıfat çiftlerine göre veya o faktörün etkisinden memnun olup olmadıklarına göre bir değerlendirme yapmaları istenir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında anlamlı bir ilişkinin varlığı test edilir.
- *Görsel Anket;* Öğrenciler veya öğretmenler arasından seçilen katılımcılara veri toplanılacak mekanların büyük boyutlu, renkli fotoğrafları gösterilerek mekanla ilgili görüşleri alınır. Görsel anket çalışmasında belirlenen sıfat çiftlerine göre değerlendirme yapılır. Genellikle anlamsal farklılaşma ölçeği kullanılır.
- *Deney;* Deneklerin genellikle sınıf, atölye gibi test edilmek istenilen mekanlarda gerçek zamanlı değerlendirme yapmaları istenir. Deneklere mekanla ilgili önceden belirlenen kriterler sorulur ve sorulara mekanı test aşamasında gözlemleyerek cevap vermeleri istenir.
- *Literatür Taraması;* Araştırılmaya değer herhangi bir konu hakkında daha önce yapılan bilimsel çalışmaların incelenmesi, konu hakkında veri toplanması yöntemidir. Bu çalışmada da yapıldığı üzere literatüre genel bir bakış olarak da kullanılır. Bununla birlikte eğitim yapıları ile ilgili yönetmelik, standartlar kılavuzu veya tasarım rehberi gibi bilimsel çalışmalarla mevcut durumun kıyaslanması yapılır. Araştırılacak konu hakkında yapı veya mekan için bazı kriterler belirlenir, gerektiğinde test yapılır. Çıkan sonuçlar standartların altında veya üstünde gibi yorumlanır. Bazı çalışmalarda iki farklı yapının tasarım özellikleri de bu yöntem ile karşılaştırılır
- *Gözlem;* Araştırmacının veri toplanılacak mekanda belirli ay, gün veya saatler içerisinde gözlemlediği durumları kayıt altına alması yöntemidir. Bu yöntemle öğrencilerin bulunduğu mekandaki hareket türü, mekanı kullanma yoğunluğu gibi kriterler araştırılabilir.

Sonuç olarak eğitim yapılarında mekanların tasarım özellikleri kullanıcın fizyolojik, psikolojik ve çevresel konfor düzeylerini ideal seviyeye ulaştırır. Bireyin mekanı algılamasını, kendini rahat ve huzurlu hissetmesini kolaylaştırır. Tasarım özellikleri yeterli düzeyde bir mekan bireyin öğrenme sürecini ve akademik başarısını olumlu yönde etkiler. Tasarımda konfor koşullarının sağlanması, kullanıcıların ortamdan memnuniyetini ve fiziksel performansını üst düzeye çıkarır. Doğal aydınlatma performansı iyi, çevrenin görsel olarak algılanması rahat, gürültüden uzak, bireyin hareketlerini kısıtlamayacak seviyede sıcaklığa sahip mekanlar ile iç mekan hava kalitesinin yeterli düzeyde olduğu mekanların fiziksel koşulları kullanıcının memnuniyetini artırır. Dolayısıyla öğrenme ve öğretmenin daha verimli ve başarılı olmasına olanak sağlar. Eğitim yapılarının çevresel özelliklerinin değerlendirilmesinde cinsiyet, yaş ve alınan eğitimin farklılığı kullanıcıların mekanları algılamasında farklılık oluşturur. Bazı çalışmalarda mekanın değerlendirilmesinde kız öğrencilerin erkeklerden, aynı okuldaki üst sınıfların alt sınıflardan daha eleştirel yaklaştığı tespit edilmiştir. Bu durum bireyin sosyo-kültürel özelliklerinin mekan algılamasına farklılıklara neden olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda çalışmalar eğitim yapılarında çevresel faktörlerin, öğrencilerin ve öğretmenlerin algı

davranışsal performansları üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Çalışma kapsamında mevcut literatür üzerinde yapılan detaylı inceleme sonucu elde edilen bulgular çevresel faktörlerin tüm alt parametreleriyle birlikte tasarımın ilk aşamalarından itibaren planlamaya dâhil edilmesi gerektiğini göstermiştir. Ayrıca bu konuda yapılan çalışmalarda fiziki ortam koşullarının iyileştirilmesi ve kullanıcı memnuniyetinin sağlanması açısından tüm parametreler arasındaki etkileşimlere önem verilmesi ve konuya bütüncül bakılması gerektiği de önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Adın, M. S., ve Ş. Yağmur. 2021. "Yükseköğretim kurumları dersliklerinde fiziksel konfor koşullarının değerlendirilmesi ve öğrenci memnuniyeti açısından sorgulanması". Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi 16(62):157–87.

Akhtar, J., N. Anjum, ve N. Iftikhar. 2013. "Evaluatıon Of The Impact Of Noıse Pollutıon On Students In Congested Area Of Rawalpındı". Journal of Nurture 7:1–7. doi: 10.1016/j.jss.2005.11.565.

Akyıldız, R., ve N. Yıldız. 2020. "Eğitim Yapılarında Fiziksel Konfor Koşullarının Öğrenci Memnuniyeti Üzerinden Değerlendirilmesi". Ss. 11–19 içinde 3.Uluslararası Mimarlık ve Tasarım Kongresi.

Al, S., A. Sağsöz, ve M. U. Kahraman. 2018. "Eğitim Yapılarının Fiziksel Mekân Kalitelerinin Öğretmenlerin Performanslarına Etkisi". Researcher: Social Science Studies 6(4):363–82.

Altuncu, D. 2016. "Fiziksel Çevre Faktörlerinin İç Mimarlık Dersliklerinde İç Mekan Çevre Kalitesine Etkileri". Doktora Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.İstanbul.

Arar, B. 2019. "Mimarlık fakültelerinde mekansal performansın kullanıcılar üzerinden değerlendirilmesi: Erciyes Üniversitesi Mimarlık Fakültesi örneği". Yüksek Lisans Tezi. Hasan Kalyoncu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gaziantep.

Arslan, HD. 2010. "İlköğretim Sınıf Tasarımında Algıya Bağlı Parametrelerin Değerlendirilmesi Ve Tasarıma Yönelik Öneriler". Doktora Tezi.Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.Konya.

Ay, S., N. Baykuş, ve C. E. Ekinci. 2016. "Elazığ ve Malatya'da Bazı İlköğretim Binalarının Isıl Konfor ve Koruma Değerlendirmesi". KSU. Journal of Engineering Sciences 19(2):2016.

Ay, S., N. Baykuş, ve C. E. Ekinci. 2017. "Bedensel Engelliler Açısından Bir Eğitim Kurumunun Ulaşılabilirlik ve Kullanılabilirliğinin İncelenmesi". Engineering Sciences 12(4):201–15. doi: 10.12739/NWSA.2017.12.4.1A0387.

Aydın Yağmur, Ş., ve M. Şerefhanoğlu Sözen. 2020. "Dersliklerde Görsel Konfor ve İç Yüzeylerin Etkisi". Megaron 11(1):49–62. doi: 10.5505/megaron.2016.75537.

Byun, G., & Ha, M. (2017). Are children safe from crime?: Focusing on streets in elementary school zones. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 16(1), 45-52.

Çağatay, K., M. L. Hidayetoğlu, ve K. Yıldırım. 2017. "Lise Koridor Duvarlar ı nda Kullan ı lan Renklerin Ö ğ rencilerin Alg ı sal Lise Koridor Duvarlarında Kullanılan Renklerin Öğrencilerin Algısal Değerlendirmeleri Üzerindeki Etkileri Effects of Colors Used For

Corridor Walls of High Schools on Perceptual E". Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. doi: 10.16986/HUJE.2016016672.

Çağatay, K., K. Yıldırım, ve T. Subaşı. 2019. "De ğ erlendirmeleri Üzerindeki Etkileri The Effects of Wall Tape Colors Used in the Educational Spaces on ... Eğitim Mekanlarında Kullanılan Duvar Bandı Renklerinin Öğrencilerin Algısal Değerlendirmeleri Üzerindeki Etkileri The Effects of Wall Tape Colors". 4(May):194–200.

Ertin Tezgör, D. G., ve B. Karakaya Aytin. 2021. "Landscape Design of University Campuses and User Satisfaction". Ss. 158–67 içinde 4th International Conference of Contemporary Affairs in Architecture and Urbanism.

Hashempour, L., ve A. Taghizadeh Sapchi. 2015. "Okul Kütüphanelerinde Renk Etkileri ve Önemi". Milli Eğitim Dergisi (208):51–60.

Kamer Aksoy, Ö., B. Çilenger, ve S. Ekinciel. 2022. "Anaokullarında bulunan çocuk oyun alanlarının tasarım ilkeleri açısından incelenmesi: Aydın kenti örneği Investigation of children's playgrounds in kindergartens in terms of design principles: the case of Aydın city". Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 23(1):169–79. doi: 10.17474/artvinofd.1098025.

Kavaz Altun, İ., ve T. Zorlu. 2021. "Derleme Review Peyzaj Planlama ve Tasarım Landscape Planning and Design Mekansal Algıda Etkili Fiziksel Parametreler: İlk Kademe Eğitim Yapıları Derslikleri The Physical Parameters Affecting Spatial Perception: First Grade Educational Structure Classrooms". Inonu University Journal of Art and Design 15–32.

Khoudi, A. (2022). Using Noninvasive Depth-Sensors to Quantify Human Productivity Levels in Desk-Related Workspaces. Journal of Interior Design, 47(1), 51-65.

Kılıç, A. 2019. "Görme Engelli Çocuklar İçin Okulöncesi Eğitim Mekanlarının Duyusal Deneyimler Bağlamında Değerlendirilmesi". Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.

Kızılkan, G., ve Ç. Canbay Türkyılmaz. 2021. "Sürdürülebilir Mimari Yaklaşım ile Tasarlanmış Okul Öncesi Eğitim Yapılarında Ergonomi Kavramının Bahriye Üçok Ekolojik Anaokulu Örneği Üzerinden İncelenmesi". Megaron 16(1):53–67. doi: 10.14744/MEGARON.2021.03743.

Kirk, B., Ha, M., & Lee, S. (2023). The relationship between children's fear of crime and pedestrian volume in school zones. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 1-15.

Küçük, A. 2020. "Mekânda evrensel tasarım ilkeleri ve bu ilkelerin Ayazağa Işık Okullarında irdelenmesi". Yüksek Lisans Tezi. Işık Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Mahyuddin, N., Samzadeh, M., Zaid, S. M., & Ab Ghafar, N. (2022). Towards nearly zero energy building concept–visual comfort and energy efficiency assessments in a classroom. Open House International, 47(1), 167-187.

Mendell, M. J., E. A. Eliseeva, M. M. Davies, ve A. Lobscheid. 2016. "Do classroom ventilation rates in California elementary schools influence standardized test scores? Results from a prospective study". Indoor Air 26(4):546–57. doi: 10.1111/INA.12241.

Moyano, D. B., M. S. .. Fernández, ve R. A. G. Lezcano. 2020. "Towards a sustainable indoor lighting design: Effects of artificial light on the emotional state of adolescents in the

classroom". Sustainability (Switzerland) 12(10). doi: 10.3390/su12104263.

Müezzinoğlu, M. K., M. L. Hidayetoğlu, ve K. Yıldırım. 2018. "Eğitim Mekânlarının Algısal Değerlendirilmesinde Tasarım Eğitiminin Etkisinin Kontrollü Gerçek Mekân Deneyi ile Tespiti". Ss. 1335–41 içinde 2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies. C. 3.

Paschoalin Filho, J. A., Guerner Dias, A. J., Storopoli, J. H., Ghermandi, A., & de Carvalho, H. C. (2022). Relationship between environmental indoor conditions of a classroom and the performance of undergraduate students. Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research, 16(2), 359-377.

Petersen, S., K. L. Jensen, A. L. S. Pedersen, ve H. S. Rasmussen. 2016. "The effect of increased classroom ventilation rate indicated by reduced CO2 concentration on the performance of schoolwork by children". Indoor Air 26(3):366–79. doi: 10.1111/INA.12210.

Saraç, S., M. Miman, ve F. Ege. 2015. "Çevresel Faktörlerin Eğitime Olan Etkisi: Toros Üniversitesi Örneği". Jüleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 3(3):391–99.

Slunjski, E. 2015. "Multidisciplinary Approach to Designing Space of Early Childhood Education Institutions as a Condition for High-Quality Education Process". 17(1):253–64. doi: 10.15516/cje.v17i0.1512.

URL 1. https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search (Erişim tarihi: 20.05.2023)

URL 2. https://www.vosviewer.com/ (Erişim tarihi: 20.05.2023)

Yanılmaz, Z., ve F. Tavşan. 2021. "Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Konfor Koşullarına İlişkin Kullanıcı Görüşleri". The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University 12(2):240–54. doi: 10.29048/makufebed.928538.

GELENEKSEL DİVRİĞİ KONUTLARINDA MAHREMİYET VE MEKÂN: KÜLTÜREL BİR DEĞERLENDİRME

PRIVACY AND SPACE IN TRADITIONAL DIVRIGI HOUSING: A CULTURAL ASSESSMENT

Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa YEĞİN
Ç. Ü., Mimarlık Fakültesi, ORCID: 0000-0002-0025-6589

ÖZET

Divriği, Türkiye'nin Sivas ilinde yer alan tarihi ve kültürel bir bölgedir ve geleneksel konutları ile zengin bir mimari mirasa sahiptir. Bu çalışma, Divriği evlerindeki özel mekânlar ve mekânsal ilişkileri analiz ederek Divriği'nin kültürel kimliğini anlamak amacını taşımaktadır. Divriği'deki geleneksel konutlarda mahremiyetin korunması ve mekânın işlevi konularını incelemektedir. Divriği evlerinde avlu, ayaz, toyhane, başoda, selamlık ve harem gibi özel mekânlar bulunmaktadır. Bu mekânlar, aile ve misafirler arasında mahremiyetin korunması ve sosyal etkileşimin düzenlenmesine yardımcı olur. Avlu, iç avlu düzenlemesiyle dikkat çeker ve ailelerin bir araya gelip sosyal etkileşimde bulunabilecekleri bir alan sağlar. Ayaz bölümü, yaz aylarında serinlemek için kullanılan ve mahremiyeti koruyan bir alandır. Toyhane, aile üyelerinin bir araya geldiği ve misafirleri ağırladığı bir sosyal etkileşim alanıdır. Başoda, ailenin en önemli odası olup özel yaşamlarını korumak için ayrı bir mahremiyet alanı sunar. Selamlık, misafirleri ağırlamak ve toplumsal etkileşimi düzenlemek amacıyla tasarlanmış bir alandır. Harem bölümü ise kadınların özel yaşamlarını sürdürebilecekleri ayrı bir mekân olarak kullanılır.

Bildiri, aynı zamanda selamlık kış odası ve selamlık yaz odası gibi mekânları ve mekânsal ilişkileri de ele almaktadır. Bu çalışma, Divriği'nin geleneksel konutlarında yer alan özel mekânların ve mekânsal ilişkilerin önemini vurgulayarak mahremiyetin korunması ve mekânın işlevi arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Divriği'nin kültürel kimliğinin anlaşılmasına ve geleneksel konutların korunmasına katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mahremiyet, Kültürel Kimlik, Mekânsal İlişkiler, Geleneksel Konutlar

ABSTRACT

Divriği, a historical and cultural region located in the Sivas province of Turkey, possesses a rich architectural heritage with its traditional houses. This study aims to understand the cultural identity of Divriği by analyzing the private spaces and spatial relationships in Divriği houses. It examines the preservation of privacy and the function of space in traditional houses in Divriği. Special spaces such as courtyards, "ayaz" areas, "toyhane" (guest rooms), main rooms, "selamlık" (guest reception area), and "harem" sections can be found in Divriği houses. These spaces contribute to preserving privacy between family members and guests, as well as

regulating social interactions. The courtyard, with its internal arrangement, stands out and provides a space where families can come together and engage in social interactions. The "ayaz" area serves as a cool space used for relaxation during the summer months while maintaining privacy. The "toyhane" is a social interaction area where family members gather and host guests. The main room, known as the "başoda," offers a separate space for preserving the privacy of personal lives and is considered the most important room in the house. The "selamlık" is designed to accommodate guests and facilitate social interactions. The "harem" section serves as a separate space where women can maintain their private lives.
The paper also addresses spaces and spatial relationships such as the winter room and summer room in the "selamlık" area. This study aims to examine the importance of private spaces and spatial relationships in traditional houses in Divriği, emphasizing the relationship between privacy protection and the functionality of space. It contributes to understanding the cultural identity of Divriği and the preservation of traditional houses by highlighting the significance of these specific spaces and spatial relationships.

Keywords: Privacy, Cultural Identity, Spatial Relationships, Traditional Houses

1. GİRİŞ

Geleneksel konutların biçimlenmesinde kültür kavramı, fiziksel ve sosyal bileşenlerin bütünü olarak önemli bir faktördür. Kültürün fiziksel bileşenleri, iklim, topoğrafya, malzeme, yapım tekniği ve teknoloji gibi unsurları içerirken, sosyal bileşenleri ise inanç sistemleri, değerler, sosyal yapı, yaşam tarzı, alışkanlıklar, bireyler arasındaki etkileşimler ve toplumsal ilişkiler gibi öğelerden oluşur. Fiziksel bileşenler, konutun inşa edildiği coğrafi bölgenin iklimi ve doğal şartlarıyla doğrudan ilişkilidir. Topoğrafya, konutun yerleştiği arazinin şekline ve eğimine göre konutun tasarımını etkiler. Malzeme seçimi, geleneksel kültürün değerleri ve yerel kaynakların kullanımına dayanarak belirlenir. Ayrıca, yapım teknikleri ve teknoloji seviyesi de geleneksel konutların biçimlenmesinde etkilidir.

Sosyal bileşenler ise, geleneksel konutların tasarımını ve düzenlemesini etkileyen kültürel değerler, inanç sistemleri ve toplumsal yapılardır. Geleneksel toplumlarda yaşam tarzı, sosyal yapı ve alışkanlıklar, konutların fonksiyonel ihtiyaçları ve aile yaşamının dinamikleriyle uyumlu şekilde biçimlenir. Aile ilişkileri ve sosyal etkileşimler, iç mekân düzenlemesi ve mahremiyet ihtiyaçlarına yansıtılır. Aynı şekilde, toplumsal normlar ve değerler, konutun süslemeleri, simgeleri ve sembolleri üzerinde de etkilidir.

Geleneksel konutların biçimlenmesinde kültürün etkisi, bir toplumun değerlerini, inançlarını ve yaşam tarzını yansıtan mekânların yaratılmasına yol açar. Bu mekânlar, toplumsal kimliğin ve kolektif hafızanın bir ifadesi olarak işlev görür. Kültürel bileşenler, geleneksel konutların mimari tarzını, yapısal özelliklerini, iç mekân düzenlemesini ve süslemelerini belirler. Bu da geleneksel konutların sadece fiziksel bir yapı olmanın ötesinde, toplumun değerlerini ve kültürel mirasını koruma ve aktarma işlevini üstlendiği anlamına gelir.

2. DİVRİĞİ'NİN GELENEKSEL KONUTLARINDA ÖZEL MEKÂNLAR VE İŞLEVLERİ

Divriği'deki geleneksel konutların mahremiyet ve mekân kültürü üzerine derinlemesine bir inceleme yapmak bu çalışmada amaçlanmıştır. Bu inceleme, konutların iç mekân düzenlemelerini, kullanılan malzemeleri, planlama ve tasarım prensiplerini, mahremiyet algısını ve mekân kültürünü anlamak için bir fırsat sunmaktadır. Ayrıca, bu konuların Divriği'nin tarihi, kültürel ve sosyal bağlamında nasıl yer aldığını ve günümüzdeki etkileşimlerini araştırmayı amaçlamaktadır.



Görsel 1. Geleneksel Sokak Dokusu



Görsel 2. Konak Girişleri

Divriği geleneksel konutları, Türk kültürünün zengin bir parçasını temsil eder. Bu konutlar, yerel toplumun yaşam tarzını, değerlerini ve geleneklerini yansıtan mekânlardır. Mahremiyet algısı, iç mekân düzenlemeleri ve mekân kültürü, bu konutların tasarımında ve kullanımında önemli bir rol oynamaktadır. Araştırma, Divriği'nin geleneksel konutlarının mekân kültürünü koruma ve gelecek nesillere aktarma çabalarına katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

Geleneksel konutlarda mahremiyet ve mekân organizasyonu, iç mekânların kullanımı, düzenlenmesi ve tasarımıyla ilgili kavramları içerir. Bu konutlarda mahremiyet, aile üyelerinin ve misafirlerin özel yaşam alanlarını koruma ihtiyacını ifade ederken, mekân organizasyonu da iç mekânların fonksiyonel ihtiyaçlarına cevap vermek ve sosyal etkileşimleri kolaylaştırmak amacıyla düzenlenmesini kapsamaktadır.

Mahremiyet, geleneksel Divriği konutlarında özellikle aile yaşamı için büyük önem taşımaktadır. Genellikle ana girişten girilen bir avlu veya koridor, aile üyelerinin ve misafirlerin iç mekânlara girişini kontrol etmek için kullanılır (Görsel 1,2). Özel yaşam alanları, genellikle bu avlu veya koridorun etrafında yer alır ve genelde dışarıdan gözlerden uzak tutulacak şekilde konumlandırılır. Bu alanlar, aile üyelerinin dinlenme, uyuma veya kişisel işlerini yapma gibi faaliyetlerini gizlilik içinde gerçekleştirebilecekleri mekânlardır.

Divriği evlerinde mekân organizasyonu ise, geleneksel konutlarda kullanım amacına göre belirlenen iç mekânların düzenlenmesi ve tasarımını ifade etmektedir. Bu organizasyon, sosyal etkileşimi kolaylaştırmak, işlevsel gereksinimleri karşılamak ve aile üyelerine uygun mekânlar sağlamak için yapılır. Örneğin, oturma odaları aile ve misafirlerin bir araya gelerek vakit geçirebilecekleri, sohbet edebilecekleri ve dinlenebilecekleri mekânlardır. Yatak odaları ise kişisel yaşam alanlarıdır ve dinlenme ve uyku için özel olarak düzenlenmektedir. Geleneksel konutlarda mahremiyet ve mekân organizasyonu, iç mekanların kullanımını düzenleyerek aile üyelerinin özel yaşamlarını koruma altına alırken, aynı zamanda aile içi ve sosyal etkileşimi de teşvik etmektedir. Bu, konutların sakinleri için rahatlık ve güvenlik hissi yaratırken, toplumsal ilişkilerin güçlendirilmesine de katkıda bulunmaktadır.

2.1.Mahremiyetin Korunması ve Mekânın İşlevi Arasındaki İlişki

Mahremiyet, bireylerin özel alanlarında gizlilik ve kişisel sınırlarını koruma ihtiyacını ifade etmektedir. Bir mekânda mahremiyet sağlamak, bireylerin iç mekânlarda rahat hissetmelerini ve özel aktivitelerini gerçekleştirebilmelerini sağlar. Bu mekanlar, dışarıdan gözlerden uzak, gizlilik sağlayacak şekilde konumlandırılır ve perde, jaluzi gibi öğelerle kontrol edilmektedir. Mekân etkileşimi ise, bir mekânın içindeki kişilerin birbirleriyle ve mekânla etkileşime geçmelerini ifade eder. Bu etkileşim, mekânın düzenlenmesi ve tasarımıyla kolaylaştırılır. Örneğin, oturma odaları veya salonlar, aile üyeleri ve misafirler arasındaki sosyal etkileşimi teşvik etmek üzere tasarlanmaktadır. Ayrıca, mekân düzenlemesi, koridorlar, avlular veya açık alanlar gibi plan öğelerinin birbiriyle bağlantılı olmasını ve insanların mekânlar arasında kolaylıkla hareket etmelerini sağlamaktadır.

Geleneksel Divriği evlerinde, mahremiyet ve mekan etkileşimi, birbirini tamamlayan kavramlardır. Bir mekanın iç mekan düzenlemesi, mahremiyet ihtiyaçlarını karşılamak için uygun alanlar sağlarken, aynı zamanda sosyal etkileşimi teşvik eden bir atmosfer yaratmaktadır. Bu denge, bireylerin hem gizliliklerini korumalarına hem de sosyal bağlantılarını sürdürebilmelerine olanak tanımıştır. Mekan tasarımında mahremiyet ve mekan etkileşimi dikkate alındığında, kullanıcılar için işlevsel, rahat ve sosyal olarak tatmin edici bir mekan deneyimi sunulmaktadır. Türk konutunda mahremiyet için yapılan düzenlemeler; avlu duvarları, yapı girişleri, kapı tokmakları, kim geldi pencereleri, katların kullanıcı doğrultusunda şekillenmesi, gelin odası ve dönme dolaplar (servis dolapları) olarak belirlenmiştir.

Evlerin avlu içerisinde inşa edildiği İslam kentlerinde, sokak cephesi genellikle dükkânlar ve duvarlarla kaplıdır. Bu durum, konut-mahremiyet ilişkisi hakkında bilgi sunmaktadır [1].

Kentin kamusallığıyla mahremiyetin mekânsal yansımalarının güzel örneklerini görebilmek için Doğan Kuban'ın Türk Ahşap Konut Mimarisi adlı kitabına başvurabiliriz. Kuban'a göre, İslam kültüründe ev kapısının aileyi toplumdan ayıran ve sembolik bir statüye sahip olduğunu belirtmektedir [2].

Doğan Kuban, kamusal alan ile özel alan arasındaki sınırı çizen kapıların tasarımına gösterilen özenin, kapının simgesel öneminden kaynaklandığına inanmaktadır. Kuban'a göre, 16. yüzyılda

bile evlerde sokağa açılan pencerelerin görülmediği, tek cephenin bahçeye ya da avluya baktığı belirtilmektedir [2]. Ayrıca, "hayat" olarak adlandırılan çevrili açık alanın, bahçeye açık, gölgeli ve çok kullanışlı bir galeri olduğu şeklinde tanımlanmaktadır [2]. İslam/Türk ev geleneğinde görsel mahremiyetin kültürel bir zorunluluk olduğu da Kuban tarafından vurgulanmaktadır [2].

Kuban'ın ahşap Türk-İslam eviyle ilgili mahremiyetle ilişkilendirilebilecek diğer gözlemleri aşağıda sıralanmıştır:

1. "Hayat" olarak adlandırılan açık alanın bahçeye açılan cephesi dışındaki yüzeyleri duvarlarla kapatılmıştır.
2. Evlerin sokağa ya da komşuya bakan yanları kafeslerle örtülmüştür, bu da görsel mahremiyeti sağlamaktadır.
3. Merdivenin başlangıç noktası evin kapısından uzakta yerleştirilerek, giriş kapısı açıldığında geçenlerin gözlerinden saklanabilme imkânı sağlanmıştır.
4. Giriş katın duvarları sağır yapılmıştır, yani dışarıdan gelen sesleri engelleyecek şekilde tasarlanmıştır [2].

Bu tespitler, ahşap Türk-İslam evinin mahremiyet kavramıyla ilişkili tasarım özelliklerini daha açık bir şekilde ortaya koymaktadır. İslam konut geleneğinde cephe süslemesinin yaygın olmamasının nedeni, bir başka mahremiyet ihtiyacından veya dinî gerekliliklerden kaynaklanabileceği söylenebilir. Bu hassasiyet, gelirin, servetin ve sınıfın komşulara ve mahalleliye gösterilmesini yasaklayan dinî emirlerle ilgili olabilir. Bu durumda, mahremiyetin korunması, İslam konut mimarisinin en önemli özelliklerinden biridir.

Evlerin içe dönük, bahçeli ve avlulu olması, zemin katlarda pencerelerin sınırlı kullanılması da mahremiyetin korunması ilkesiyle ilişkilidir [3].

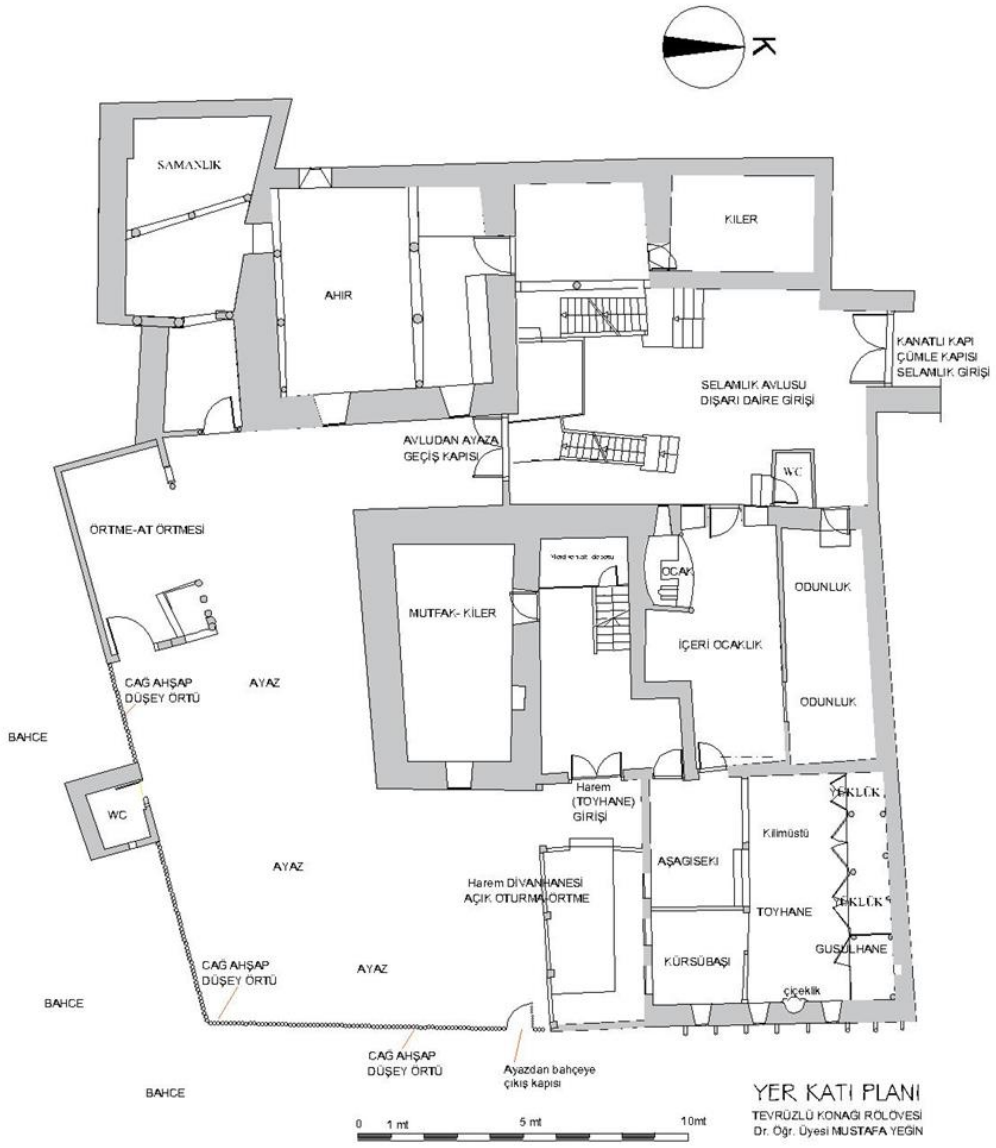
19.yüzyılda, haremlik ve selamlık bölmelerinden oluşan konutlarda selamlık kısmının misafirlerin ağırlandığı ve ikram edildiği (imarethane işlevi gören) bölüm olduğu bilinmektedir. Bu bölümdeki hayat özellikle Ramazan aylarında çok hareketlidir.

2.2. Divriği Geleneksel Konutlarında Özel Mekânlar ve İşlevleri

Mahremiyet, Divriği evlerinde gizlilik ve özel alan ihtiyacını karşılamak amacıyla tasarlanan bir kavramdır. Konutun biçimi ve düzenlemesi, mahremiyetin sağlanması için dikkatle planlanmaktadır. Evlerin ve konakların biçimlenmesinde mahremiyetin etkileri mimari öğelerde, mekân çözümlerinde, peyzaj uygulamalarında görmek mümkündür. Bu düzenlemeler aşağıda başlıklar halinde sınıflandırılmıştır. Geleneksel konutun biçimlenmesinde mahremiyetin etkilerini yerleşim kararlarında ve plan tiplerinde çok açık görebilmekteyiz.

2.2.1. Cephe Tasarımı ve Pencereler:

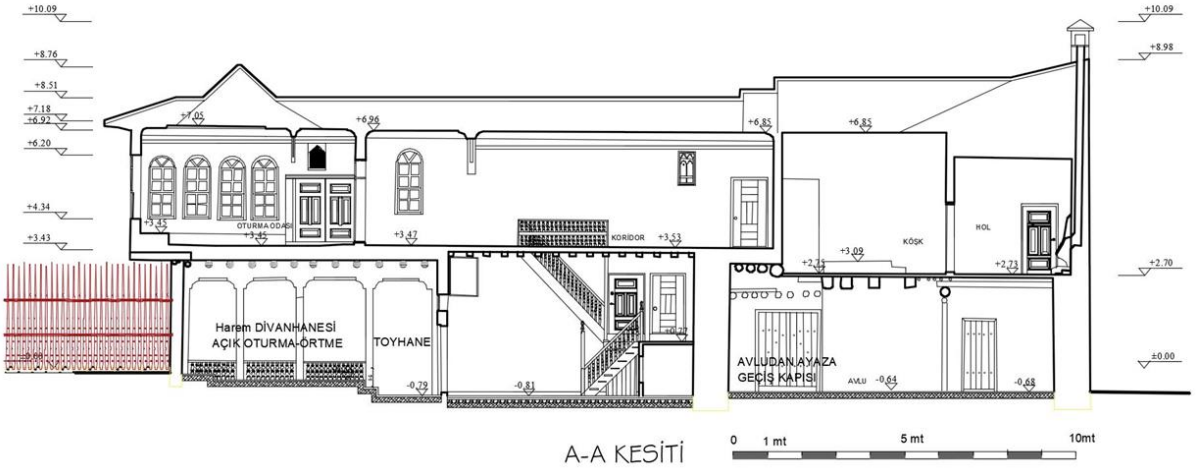
Geleneksel konutlarda cephe tasarımı, mahremiyetin korunması için önemli bir rol oynar. Pencereler, genellikle dışarıdan içeriye bakılmadan gizlilik sağlamak amacıyla küçük boyutlarda ve yüksek yerleştirilir. Aynı zamanda, pencerelerde perde veya jaluzi gibi öğeler kullanılarak iç mekanların görünürlüğü kontrol altına alınır. Divriği evlerinin cephe tasarımı genellikle sadedir ve süslemeler minimal düzeydedir. Beyaz renkli taş veya ahşap malzeme kullanılır ve sade bir görünüm tercih edilir. Bu, İslam konut mimarisindeki mahremiyet ilkesine uygun olarak, dışarıya gösterişten uzak durmayı amaçlar. Pencereler ise dikkatle düzenlenir. Genellikle küçük ve yüksek konumlandırılmış pencereler tercih edilir. Bu tasarım, içerideki mahremiyetin korunmasına yardımcı olurken dışarıdan gelen bakışları sınırlar. Pencereler genellikle taş veya ahşap çerçevelerle çevrilir ve bazen pencere açıklıklarında kafesler kullanılır. Divriği evlerinde pencere yerleşimi, güneş ışığının ve havalandırmanın dikkatli bir şekilde kontrol edilmesini sağlamak amacıyla düşünülür. Evlerin iç mekânlarında serinlik ve mahremiyet sağlamak için pencerelerin yerleşimi stratejik olarak planlanır. Bu şekilde, Divriği evlerinin cephe tasarımı ve pencereleri, geleneksel İslam konut mimarisindeki mahremiyet ve işlevsellik prensiplerine uygun olarak düzenlenir [4].



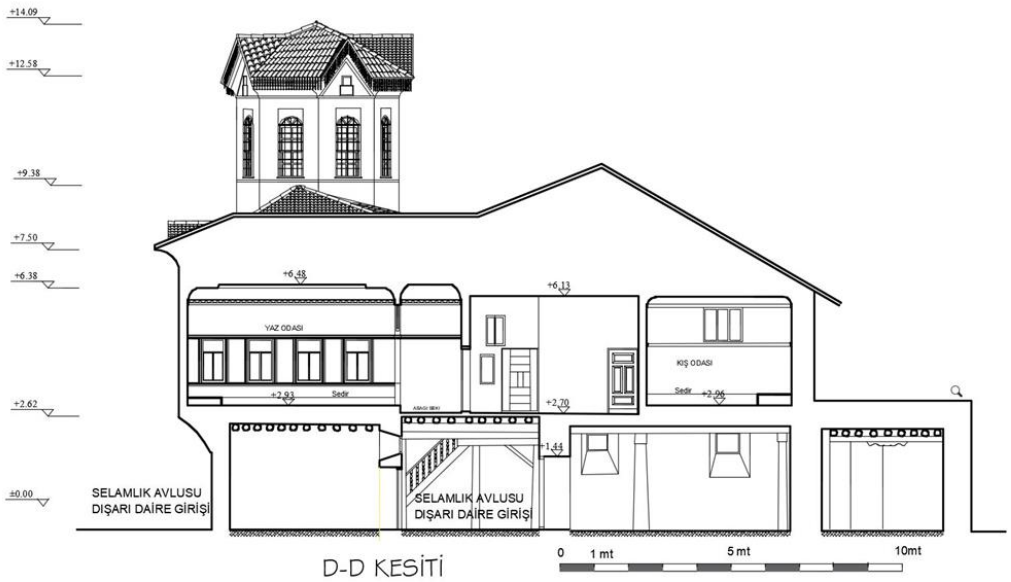
Görsel 3. Tevrüzlü Konağı Yerkatı Rölövesi (M. Yeğin, 2004)

2.2.2. İç Mekân Düzenlemesi:

Geleneksel konutlarda iç mekân düzenlemesi, mahremiyeti sağlamak için özenle planlanır. Özel yaşam alanları, diğer odalardan ayrı olarak tasarlanır ve genellikle daha iç kısımlarda yer alır. Yatak odaları gibi kişisel alanlar, dışarıdan görünmez olacak şekilde konumlandırılır (Görsel 3,4). Ayrıca, perde veya bölmeler gibi öğeler kullanılarak iç mekânların ihtiyaçlara göre bölünmesi sağlanır. Divriği evlerinde iç mekân düzenlemesinde yer alan başlıca bölümler;



Görsel 4. Tevrüzlü Konağı Rölövesi (M. Yeğin, 2004)



Görsel 5. Tevrüzlü Konağı Rölövesi (M. Yeğin, 2004)

A- Selamlık Bölümü:

Divanhane: Genellikle merdiven başında yer alan oturma birimleri olan yarı açık alanıdır. Misafirlerin ağırlandığı, toplumsal etkileşimlerin gerçekleştiği selamlık dairesi giriş bölümüdür.

Baş Oda: Ev sahibinin misafirleri ağırladığı işlemeli tavanları, ocak yaşmakları ve çiçeklikleri olan en gösterişli mekândır.

Yaz Odası: Sıcak mevsimlerde kullanılan odalardır. Bu odalarda genellikle minderler veya düşük oturma grubu bulunabilir ve hava sirkülasyonunu sağlamak için geniş pencereler yer almaktadır.

Kış Odası: Soğuk mevsimlerde kullanılan odalardır. Bu odalarda genellikle ısıyı korumak için kalın duvarlar ve ocak gibi ısıtma kaynakları bulunmaktadır.

Kahve Ocağı: Misafirlere kahve hazırlanan ve bir kahve pişirme alanıdır.

B- Harem Bölümü:

Toyhane: Çocukların, gençlerin, yaşlıların bir arada vakit geçirdiği bir alandır. Bu alan, nimseki, kürsü başı, kilim üstü gibi özel mekânlardan oluşur. Genellikle minderler veya oturma gruplarıyla donatılmıştır.

Yaz Odası: Kadınların, gelinlerin, kızların ve çocukların yaz mevsiminde kullandıkları odalardır. Serin ve ferah tutulmaları için geniş pencerelere ve uygun hava sirkülasyonuna sahip düzenlenmektedir.

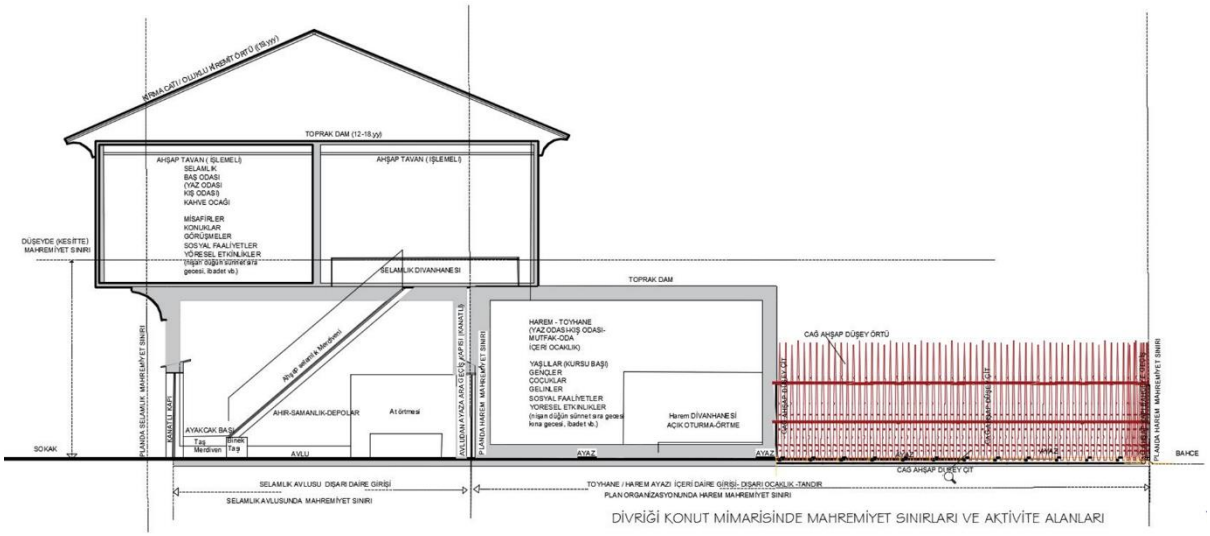
Kış Odası: harem bölümünün kış mevsiminde kullandığı odalardır. Daha sıcak tutulmaları için kalın duvarlar ve ısıtma kaynaklarına (ocak) sahiptir.

Divriği evlerinde iç mekân düzenlemesi, aile yaşamının ihtiyaçlarına ve yerel kültüre göre şekillenmiştir. Odalar genellikle işlevlerine göre düzenlenir ve ailenin mahremiyetini korumak amacıyla belirli ayrı yaşam alanları yaratılır. Geleneksel ahşap ve taş malzemelerin kullanılmasıyla evlerde sıcak ve samimi bir atmosfer oluşturulmuştur [5].

2.2.3. Dışa Kapalı ve İçe Yönelik Düzenleme:

Geleneksel konutların çoğunda dışa kapalı ve içe yönelik bir düzenleme görülür. Konutun dış cepheleri, sokaktan veya komşulardan gelen gözlerden korunmak için sade ve kapalı bir görünüme sahiptir. Bunun yanı sıra, iç mekânlarda aile üyelerinin bir araya gelebileceği, sosyal etkileşimin sağlandığı iç avlular veya avlu bahçeleri bulunur. Bu şekilde, dışarıdaki dünyadan izole edilen bir mahremiyet alanı yaratılır. Divriği evlerinde görülen bir özellik, dışa kapalı ve içe yönelik düzenlemelerdir. Bu, evlerin dış cephelerinin sade ve süslemesiz olmasıyla birlikte iç mekânların önemli ve dikkat çekici öğelerle dekore edildiği anlamına gelir. Bu tasarım yaklaşımı, ailenin mahremiyetini ve gizliliğini korumak için dış dünyaya kapalı bir duruş sergiler. Dış cepheler genellikle sadedir ve süslemelerden arındırılmıştır. Duvarlar genellikle düz ve sade bir görünüme sahiptir. Buna karşılık, iç mekânlar daha zengin bir dekorasyona ve detaylara sahiptir. İç mekânlarda ahşap oymalar, çeşitli motiflerle süslü tavanlar, duvar halıları ve el işi desenli kumaşlar gibi dekoratif unsurlar kullanılabilir [6].

Ayrıca, evlerin iç mekânları genellikle avlu veya bahçeye yöneliktir. Örneğin, avlu veya bahçeye açılan pencereler, içeriye doğal ışığın girmesini sağlar ve iç mekânları daha aydınlık hale getirir. Bu içe yönelik düzenleme, aile yaşamının özel ve mahrem bir atmosferde gerçekleşmesini sağlar (Görsel 6). Dışa kapalı ve içe yönelik düzenleme, geleneksel Türk-İslam ev mimarisinin bir özelliğidir. Bu tasarım yaklaşımı, ailenin özel yaşam alanını korurken toplumsal ilişkilerin avlu veya selamlık gibi belirli alanlarda gerçekleşmesini sağlar. Aynı zamanda iç mekânlara verilen önem, evlerin sıcak, samimi ve kişisel bir atmosfere sahip olmasını sağlar.



Görsel 6. Divriği Konut Mimarisinde Mahremiyet Sınırları

2.2.4. Kapılar ve Girişler:

Geleneksel konutlarda kapılar ve girişler, mahremiyetin korunması ve kontrol edilmesi için özenle tasarlanmıştır. Divriği evlerinde kapılar ve girişler, evin dış dünyayla olan bağlantısını sağlayan önemli unsurlardır. Kapılar, evin girişine ve mahremiyetin korunmasına yönelik bir işlevi yerine getirirken, aynı zamanda estetik bir değer de taşırlar.

Kanatlı Kapılar: Evlerin sokaktan avluya veya bahçeye açılan ana giriş noktaları genellikle kanatlı kapılarla sağlanmaktadır. Bu kapılar genellikle ahşaptan yapılmış olup, güçlü ve dayanıklıdır. Kanatlı kapılar, evin iç mekânını dışarıdan izlenmeye karşı korurken, aynı zamanda ev sahiplerine güvenli bir giriş sağlar.

Ayakçak (Ahşap merdiven): Ayakçak, kanatlı kapının hemen yanında bulunan ve avludan divanhaneye çıkan ahşap merdivenlerdir. Ayakçaklar genellikle süslemeli ve işlemeli ahşap detaylarla süslenmiştir. Aynı zamanda ayakçak başında binek taşı ve o alana yakın at örtmesi gibi yarı açık alanlar yer alır.

Mahremiyeti Sağlayan Kapılar: Divriği evlerinde mahremiyeti korumak için iç mekânlarda farklı kapılar kullanılır. Örneğin, selamlık bölümüne geçişi sağlayan kapılar genellikle süslü ve detaylı olarak tasarlanırken, harem bölümüne geçişi sağlayan kapılar daha sade ve basit olabilir. Bu kapılar, aile ve misafirler arasındaki ayrımı vurgular ve mahremiyeti korur. Kapılar, Divriği evlerinde hem işlevsel hem de estetik bir rol oynar. Evlerin karakteristik özelliklerini yansıtan tasarımlarıyla evin dış dünyayla olan ilişkisini belirlerken, iç mekânlarında tamamlayıcısı niteliğindedir(Görsel 6).

2.2.5. Mekân Hiyerarşisi:

Konutun iç mekânlarında bir mekân hiyerarşisi oluşturulabilir. Daha kamusal alanlar, giriş alanı veya oturma odası gibi, daha fazla sosyal etkileşime uygun ve dışarıdan görünürlüğe daha açık şekilde tasarlanırken, daha özel ve mahremiyeti gerektiren alanlar daha iç kısımlarda yer alabilir. Divriği evlerinde mekân hiyerarşisi, farklı fonksiyonlara ve kullanım amaçlarına göre düzenlenen iç mekânların sıralamasını ifade eder. Bu hiyerarşi, evin bölümleri arasında bir ayrım ve düzen oluştururken, aile yaşamının ihtiyaçlarına ve geleneksel kültüre uygun bir organizasyon sağlar(Görsel 6).

Avlu veya Bahçe: Divriği evlerinin genellikle avlu veya bahçeyle başlayan bir mekân hiyerarşisi vardır. Avlu veya bahçe, evin dış dünyayla olan bağlantısını sağlar ve genellikle misafirlerin karşılandığı ve hoş geldiniz denildiği bir alandır. Bu alanda aynı zamanda çeşme, çiçekler ve oturma alanları gibi unsurlar da bulunabilir.

Selamlık: Selamlık bölümü, evin girişinden hemen sonra yer alır. Bu bölüm, misafirlerin ağırlanması ve sosyal etkileşimin gerçekleştiği alandır. Divanhane, başoda, yaz odası, kış odası ve kahve ocağı gibi farklı fonksiyonlara sahip odalar selamlık bölümünde bulunabilir.

Harem: Harem bölümü, ailenin özel yaşam alanını temsil eder. Harem bölümünde genellikle toyhane (büyük oda), yaz kış odaları ve diğer aile yaşamı odaları bulunur. Bu bölüm, ailenin dinlenme, yemek yeme ve günlük aktivitelerini gerçekleştirdiği bir alan olarak kullanılır.

Ayaz: Ayaz, harem bölümünün bahçeye açılan bir bölümüdür. Burası genellikle daha serin ve gölgeli bir alandır. Ayaz, ailenin bahçeyle etkileşimini sağlar ve özellikle yaz aylarında tercih edilen bir mekândır.

Divriği evlerinde mekân hiyerarşisi, aile yaşamının farklı ihtiyaçlarını karşılamak ve toplumsal ilişkileri düzenlemek amacıyla tasarlanmıştır. Her bölümün belirli bir işlevi ve atmosferi vardır, bu da evin işlevselliğini ve yaşana bilirliğini artırır. Aynı zamanda geleneksel Türk-İslam ev kültürünü ve değerlerini yansıtan bir düzenlemeyi ifade eder (Görsel 6).

2.2.6. Bahçe, Ayaz, Avlu, İç Avlu ve Konut Planlaması:



Görsel 7. Divriği Konut Mimarisinde Bahçe ve Ayaz Arasında Çağ Düzenlemesi

Geleneksel konutlarda genellikle iç avlu ve iç bahçe bulunmaktadır. Bu iç avlu, konutun merkezi bir noktasıdır ve aile üyelerinin mahremiyetlerini koruyarak sosyal etkileşime olanak tanır. Diğer odalar, bu iç avluya açılan koridorlar veya geçitlerle bağlantılıdır. Bu düzenleme, iç mekânlara girişi kontrol altında tutarken, aile üyelerinin özel alanlarını ve mahremiyetlerini korur. Konutun etrafında bahçe veya avlu düzenlemesi, hem dışarıdaki gözlerden korunaklı

mekânlar yaratırken hem de açık hava yaşamını destekler. Mahremiyeti sağlamak için yeşil bitki örtüsü, çitler veya perdeleme gibi öğeler kullanılmaktadır (Görsel 7).

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma, geleneksel konutların biçimlenmesinde mahremiyetin ve mekân organizasyonunun önemini incelemeyi amaçlamıştır. Geleneksel konutlar, kültürün fiziksel ve sosyal bileşenlerinin bir yansıması olarak şekillenir. Mahremiyet, insanların iç mekânlarda gizlilik ve özel alan ihtiyacını karşılamak amacıyla tasarlanan bir kavramdır ve konutun biçimi ve düzenlemesi bu ihtiyaçları karşılamak için dikkatle planlanmalıdır.

Geleneksel konutların biçimlenmesinde mahremiyetin etkisi çok açıktır. İç avlu düzenlemesi, pencerelerin yerleşimi, iç mekân düzenlemesi ve mekân hiyerarşisi gibi unsurlar, mahremiyetin sağlanması için kullanılan stratejilerdir. Konutun dış cepheleri, sosyal etkileşimi sınırlayan ve iç mekânlara gizlilik sağlayan bir yapıda tasarlanırken, iç mekânlarda aile üyelerinin özel alanları korunur. Ayrıca, kültürel değerler, inanç sistemleri ve yaşam tarzları gibi sosyal bileşenler, konutların biçimlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Araştırma, geleneksel konutların mahremiyet ve mekân organizasyonunun kültürel bir perspektifle anlaşılmasına katkı sağlamaktadır. Mahremiyetin sağlanması, bireylerin ve ailelerin ruhsal ve fiziksel sağlığı için önemli bir unsurdur. Geleneksel konutların biçimlenmesinde kültürel değerlerin ve yerel yaşam tarzlarının göz önünde bulundurulması, toplumsal kimliğin korunmasına ve kültürel mirasın sürdürülmesine yardımcı olmaktadır. Divriği evlerinin iç mekân düzenlemesi, geleneksel Türk-İslam ev kültürünün bir yansıması olarak önemli karakteristik özelliklere sahiptir. Bu evlerde mekân hiyerarşisi, aile yaşamının ihtiyaçlarına ve toplumsal ilişkilere uygun bir şekilde düzenlenmiştir.

Avlu veya bahçe, evin dış dünyayla olan bağlantısını sağlarken, selamlık bölümü misafirlerin ağırlanması ve sosyal etkileşimin gerçekleştiği alandır. Harem bölümü ise ailenin özel yaşam alanını temsil eder ve aile bireylerinin günlük aktivitelerini gerçekleştirdiği bir mekân olarak kullanılır. Ayaz ise harem bölümünün bahçeye açılan serin ve gölgeli bir alanıdır. Divriği evlerinde iç mekân düzenlemesi, mahremiyetin korunması ve aile yapısının önemsenmesi üzerine kurgulanmıştır. Selamlık ve harem bölümleri arasındaki ayrım, misafirlerle ailenin ayrılmış alanları olduğunu vurgular. Ayrıca, iç mekânlarda kullanılan kapılar ve görsel mahremiyeti sağlayan unsurlar da bu düzenlemeyi destekler.

Bu mekân düzenlemesi, aile yaşamının ihtiyaçlarına cevap verirken, toplumsal ilişkileri de düzenler. Divriği evleri, geleneksel Türk-İslam mimarisinin ve kültürünün bir parçası olarak tarihi ve kültürel değerlerimizi yansıtan önemli bir örnektir. Divriği evlerinin iç mekan düzenlemesi, tarihi ve kültürel mirasımızın korunması ve gelecek nesillere aktarılması

açısından büyük önem taşır. Bu evler, geçmişimizin izlerini taşıyan değerli yapılar olarak dikkat çeker ve kültürel turizm açısından da büyük bir potansiyele sahiptir.

Sonuç olarak, Divriği evlerinin iç mekân düzenlemesi, geleneksel Türk-İslam ev kültürünün değerlerini yansıtan ve aile yaşamının ihtiyaçlarına uygun olarak tasarlanmış önemli bir örnektir. Bu düzenleme, evlerin işlevselliğini ve estetiğini bir arada sunarken, tarihi ve kültürel mirasımızın korunması ve gelecek kuşaklara aktarılmasına da katkıda bulunur.

Geleneksel konutlar, mahremiyetin ve mekân kültürünün bir araya geldiği önemli mekânlardır. Bu çalışma, geleneksel konutların biçimlenmesinde mahremiyetin önemini vurgulayarak, gelecekteki konut tasarımlarında bu unsurların dikkate alınmasını önermektedir. Kültürel değerlere saygı gösteren ve insanların mahremiyet ihtiyaçlarını karşılayan konutlar, sürdürülebilir ve yaşanabilir bir çevrenin oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Çınar, H. S. (2019). Tarihte din olgusu: Türk-İslam kentlerine yansıması, Researcher: Social Science Studies, 7 (1), 97-105.

[2] Kuban, D. (2017). Türk ahşap konut mimarisi: 17.-19. Yüzyıllar. (2. Baskı). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

[3] Saf, O. H. ve Ergül E. (2019). Osmanlı toplumu sosyal yapısının kent düzenindeki temsili. Sketch, 1 (1), 15-34.

[4] Yeğin, M., (2022). Geleneksel Divriği evlerinin kültür turizmi amaçlı yeniden işlevlendirilmesi. Journal of Humanities and Tourism Research, 12 (4): 798- 816.

[5] Yeğin, M., (2019). Geleneksel Yalvaç Evlerinde Ahşap Konut Sistemi. Journal of International Social Research, 12 (66), 576., Doi: 10.17719/jisr.2019.3608

[6] Yeğin, M., (2003). 'Divriği, Kültürel Doğal Değerlerin, Yaşatılması Ve Turizmin Geliştirilmesi Projesi', Proje Raporu, Çukurova Teknokent, Adana

DİVRİĞİ TARİHİ KENT DOKUSU VE KÜLTÜREL KİMLİK: ABDULLAH PAŞA KONAĞI REKONSTRÜKSİYONUNUN ETKİLERİ

DIVRİĞİ HISTORIC URBAN FABRIC AND CULTURAL IDENTITY: THE EFFECTS OF ABDULLAH PASHA MANSION RECONSTRUCTION

Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa YEĞİN
Ç. Ü., Mimarlık Fakültesi, ORCID: 0000-0002-0025-6589

ÖZET

Tarihi kent dokusu, bir yerin kültürel kimliğini tanımlamada ve korumada büyük bir öneme sahiptir. Tarihi kent dokusu, zaman içinde oluşmuş olan kolektif mimari miras, kentsel düzen ve genel karakteri içerir. Tarihi binalar, sokaklar ve halka açık alanlar, sadece fiziksel yapılar değil, aynı zamanda bir toplumun hikâyelerini, geleneklerini ve değerlerini barındırır. Geçmişe bağlantı sağlayan somut köprüler olarak işlev görürler ve süreklilik ve köken hissi sunarlar. Tarihi kent dokusunda bulunan mimari tarzlar, malzemeler ve mekânsal düzenlemeler genellikle belirli bir bölgeye veya döneme özgüdür ve toplumu şekillendiren kültürel ve tarihsel etkileri yansıtır.

Tarihi mimarinin korunması ve restorasyonu, bir şehrin kültürel kimliğini sürdürmede önemli bir rol oynar. Ancak son yıllarda, özellikle konak ve evlerde rekonstrüksiyon uygulaması popülerlik kazanmıştır. Zengin tarihi kent dokusuyla tanınan Divriği'de Abdullah Paşa Konağı'nın rekonstrüksiyonu gerçekleştirilmiş ve eserin fiziksel ve işlevsel özgünlüğü büyük ölçüde kaybolmuştur. Bu bildiri, Abdullah Paşa Konağı'nın rekonstrüksiyonunun Divriği'nin tarihi kent dokusu üzerindeki kültürel kimliğe etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Rekonstrüksiyon sürecinde karşılaşılan zorluklar ve sonrasında şehrin mirası ve yer duygusu üzerindeki etkiler araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kültürel kimlik, Rekonstrüksiyon, Abdullah Paşa Konağı, Özgünlük, Miras koruma

ABSTRACT

The historic urban fabric holds great importance in defining and preserving the cultural identity of a place. It encompasses the collective architectural heritage, urban layout, and overall character that have evolved over time. Historic buildings, streets, and public spaces are not merely physical structures but also repositories of a community's stories, traditions, and values. They serve as tangible bridges to the past, providing a sense of continuity and origin. The architectural styles, materials, and spatial arrangements found within the historic urban fabric are often specific to a particular region or period, reflecting the cultural and historical influences that have shaped the community. By preserving and respecting the historic urban fabric, we maintain a connection to our cultural heritage, fostering a sense of pride and identity within the

community. Moreover, it creates a sense of place, establishing a unique and authentic atmosphere that attracts visitors and contributes to the overall cultural vitality of a city or town.

The preservation and restoration of historic architecture play a vital role in maintaining a city's cultural identity. However, in recent years, the practice of reconstruction has gained popularity in traditional architecture, particularly in mansions and houses. Divriği, known for its rich historical urban fabric, has witnessed the reconstruction of Abdullah Pasha Mansion, leading to significant loss of both its physical and functional authenticity. This paper aims to examine the implications of the reconstruction of Abdullah Pasha Mansion on the cultural identity of Divriği's historic urban fabric. It investigates the challenges faced in the reconstruction process and the subsequent effects on the city's heritage and sense of place.

Keywords: Cultural identity, Reconstruction, Abdullah Pasha Mansion, Authenticity, Heritage preservation

1. GİRİŞ

Mimarlık alanında koruma, sadece binaların fiziksel yapısını korumakla kalmaz, aynı zamanda bir toplumun kültürel kimliğini sürdürmek ve ifade etmek için de büyük önem taşır. Her bir şehir veya bölgenin kendine özgü bir kültürel mirası vardır ve bu miras, o yerin tarihini, değerlerini ve kimliğini yansıtır. Bu nedenle, mimari mirasın korunması ve restorasyonu, o yerin kültürel kimliğini canlı tutmak, geçmişin anısını yaşatmak ve gelecek nesillere aktarmak için kritik bir rol oynar. Mimarlık alanında koruma, kültürel kimliğin korunması ve toplumun bağlılık duygusunun güçlendirilmesi açısından vazgeçilmez bir araçtır. Ayrıca, korunan ve restore edilen mimari yapılar, turizm ve ekonomik gelişme gibi alanlarda da önemli bir etkiye sahip olabilmektedir[1].

Rekonstrüksiyon, mevcut bir yapının, genellikle tarihi veya kültürel değeri olan bir yapı veya alanın, zarar görmüş, yıkılmış veya değiştirilmiş bölümlerinin restorasyon, yeniden inşa veya onarım yoluyla orijinal haline getirilmesi işlemidir. Bu süreçte, tarihi dokunun ve yapıya ait özgün özelliklerin korunması ve geri kazanılması hedeflenir. Rekonstrüksiyon, mimari mirasın ve kültürel değerlerin gelecek nesillere aktarılmasını sağlamak, yapıların estetik ve tarihsel bütünlüğünü korumak ve toplumun kimlik duygusunu güçlendirmek amacıyla gerçekleştirilir[1]. Bu süreçte, tarihi belgeler, arkeolojik kazılar, görsel ve yazılı kaynaklar gibi bilgiler kullanılarak, yapının geçmişine ve orijinal özelliklerine dair en iyi şekilde bilgi edinilir ve restorasyon çalışmaları buna göre gerçekleştirilir.

2. ABDULLAH PAŞA KONAĞI REKONSTRÜKSİYON UYGULAMASI

Divriği'deki Abdullah Paşa Konağı, 20. yüzyılın başlarında inşa edilmiştir. Abdullah Paşa, 1865-1917 yılları arasında yaşamış ve Divriği'nin köklü ailelerinden birine mensuptur. Bu dönemde, Paşa'nın yarı resmi fonksiyonuyla birlikte bu konak yaptırılmıştır. Konak, Divriği'nin klasik ev tiplerinden farklı bir tarza sahiptir ve Divriği ev mimarisine birçok yenilik getirmiştir.

İnşa edilmesiyle birlikte, bölgedeki mimari anlayışa yeni bir soluk kazandırmıştır. Ömer Usta tarafından yapılan konak, döneminin özelliklerini yansıtan bir tasarıma sahiptir. Bu yapı, Divriği'nin mimari mirasına katkıda bulunarak, bölgenin kültürel kimliğine zenginlik katmıştır. Abdullah Paşa Konağı, tarihi ve kültürel açıdan önemli bir yapı olarak Divriği'nin ve Türkiye'nin mimari geçmişine değerli bir örnek teşkil etmektedir (Görsel 1,2,3).



Görsel 1. Abdullah Paşa Konağı, Selamlık ve Harem Bölümü, 1930



Görsel 2. Abdullah Paşa Konağı Selamlık Rölövesi (M. Yeğin, 2004)

Rekonstrüksiyon uygulamaları, kültürel mirasın korunması ve restorasyonu için önemli bir araçtır. Doğru şekilde yapıldığında, rekonstrüksiyonlar kültürel kimlik üzerinde olumlu etkiler yaratabilmektedir. Öncelikle, rekonstrüksiyonlar, geçmişin mirasını canlandırarak ve koruyarak toplumun tarihsel ve kültürel köklerine bağlılık hissi yaratmaktadır. Aynı zamanda, tarihi yapıların işlevselliğini geri kazanarak yaşayan mekânlar olarak yeniden kullanımlarını teşvik eder ve toplumun günlük yaşamında etkin bir rol oynamalarını sağlar[2].

Ancak, hatalı rekonstrüksiyon uygulamaları kültürel kimlik üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir[3]. Öncelikle, yanlış veya tahribatçı restorasyonlar, yapıların özgünlüğünü ve geçmişle bağlantısını zedeler, kültürel mirasın kaybolmasına neden olabilir. Bu durum, toplumun tarihini ve kültürel değerlerini anlama ve geçmişle ilişki kurma yeteneğini engellemektedir (Görsel 4,5,6,7,8,9,10).



Görsel 3. Abdullah Paşa Konağı Rekonstrüksiyonu, 2003



Görsel 4. Abdullah Paşa Konağı Rekonstrüksiyonu, 2003

Hatalı rekonstrüksiyon uygulamalarının halk üzerindeki etkileri de önemlidir. Yanlış restorasyonlar, toplumda hayal kırıklığı, güvensizlik ve hatta tepki yaratabilmektedir. Orijinal yapıya sadakat eksikliği veya geçmişin gerçekçi bir şekilde yansıtılamaması, halkın kültürel

kimliklerine zarar verebilir ve geçmişlerine olan bağlılıklarını sarsabilir[4]. Ayrıca, hatalı rekonstrüksiyonlar turizm potansiyelini olumsuz etkileyebilmekte ve ziyaretçilerin güvenini zedeleyerek, kültürel mirasa olan ilgiyi azaltabilmektedir.

Bu nedenle, rekonstrüksiyon uygulamalarının doğru bir şekilde yapılması ve geçmişin ruhunu ve özgünlüğünü koruması büyük önem taşımaktadır. Yeterli araştırma, dikkatli planlama ve toplum katılımı gibi faktörler, hatalı rekonstrüksiyonların önlenmesine ve kültürel kimlik üzerinde olumlu etkilerin sağlanmasına yardımcı olabilmektedir.

Başarılı bir rekonstrüksiyon uygulaması için aşağıdaki faktörler önemlidir[5]:

1. **Doğru Araştırma ve Dökümantasyon**: Yapının tarihi ve özgün özellikleri hakkında ayrıntılı bir araştırma yapılmalıdır. Tarihi belgeler, arkeolojik kazılar, fotoğraflar, çizimler ve diğer kaynaklar incelenmeli ve yapıya ait tüm veriler toplanmalıdır.
2. **Uzmanlık ve Yetkinlik**: Rekonstrüksiyon çalışmaları, alanında uzman ve deneyimli mimarlar, restorasyon uzmanları, mühendisler ve diğer uzmanlar tarafından gerçekleştirilmelidir. Bu profesyoneller, tarihi yapıların özgün özelliklerini anlamak, restorasyon tekniklerini uygulamak ve gerekli hassasiyeti göstermek konusunda yetenekli olmalıdır.
3. **Malzeme Seçimi ve Kalite Kontrolü**: Rekonstrüksiyon çalışmalarında kullanılan malzemeler, orijinal yapının özelliklerine en uygun şekilde seçilmeli ve kalite kontrolü yapılmalıdır. Doğru malzemelerin kullanılması, yapının estetik ve tarihi bütünlüğünü sağlamada kritik bir rol oynar.
4. **Yerel Paydaşlar ve Toplum Katılımı:** Rekonstrüksiyon projelerinde yerel halk ve diğer paydaşların görüşleri ve katılımı önemlidir. Toplumun yapıya ve kültürel mirasa olan bağlılığını güçlendirmek için süreçte aktif bir rol almalıdır.
5. **Sürdürülebilirlik ve Bakım**: Yapının uzun vadeli sürdürülebilirliği için düzenli bakım ve restorasyon çalışmaları yapılmalıdır. Yapının orijinal özelliklerinin korunması ve gelecek nesillere aktarılması için düzenli bakım rutinleri oluşturulmalı ve sürdürülmelidir.
6. **Yasal ve Etik Standartlara Uyum**: Rekonstrüksiyon projeleri, ilgili yasal düzenlemelere ve etik standartlara uygun olarak gerçekleştirilmelidir. Kültürel mirasın korunması için geçerli yasalar, uluslararası standartlar ve koruma ilkeleri göz önünde bulundurulmalıdır[5].

Tüm bu faktörlerin birlikte dikkate alınması, başarılı bir rekonstrüksiyon uygulamasını destekleyecektir. Bu şekilde, yapının tarihi ve kültürel değerleri korunarak, özgün özelliklerin canlandırılması ve gelecek nesillere aktarılması sağlanabilmektedir[4].

Divriği Abdullah Paşa Konağı rekonstrüksiyon uygulaması, birçok tartışmayı da beraberinde getiren bir örnektir. Bu uygulama, yapıya yapılan müdahaleler sonucunda orijinal yapının özgünlüğünü büyük ölçüde kaybetmesine neden olmuştur. Yapının tarihi ve mimari özelliklerinin korunması yerine, tamamen yeni bir yapı inşa edilerek, geçmişin ruhu ve karakteri göz ardı edilmiştir. Bu durum, kültürel kimlik açısından önemli bir kayba yol açmıştır[5].




Görsel 5.,6. Yöneticilerin Rekonstrüksiyon Uygulamasını Yerinde İncelemesi, 2008



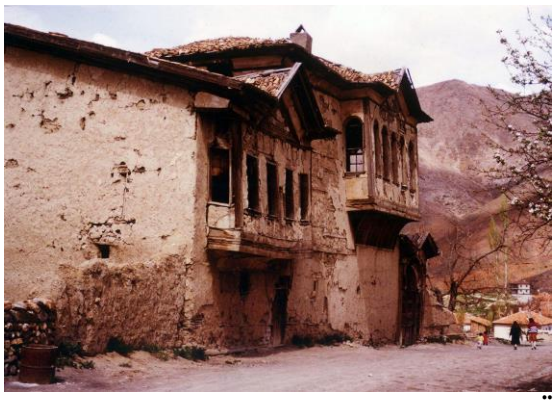

Görsel 7.,8. Konağın Özgün Hali ve Rekonstrüksiyon Uygulaması




Görsel 9.,10. Konağın Kuzey Cephesi Özgün Hali ve Rekonstrüksiyon Uygulaması

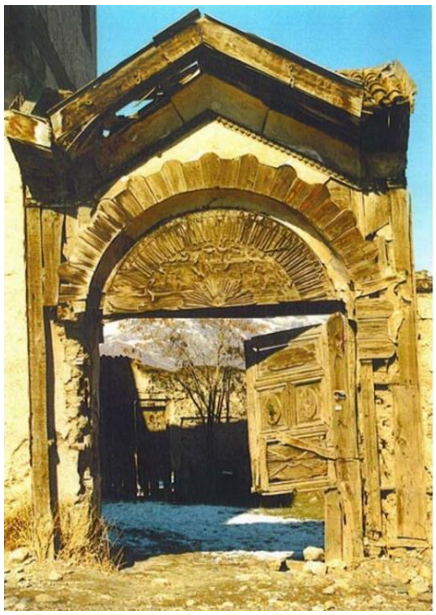



Görsel 11.,12. Konağın Güneydoğudan Görünüşü Özgün Hali ve Rekonstrüksiyonu

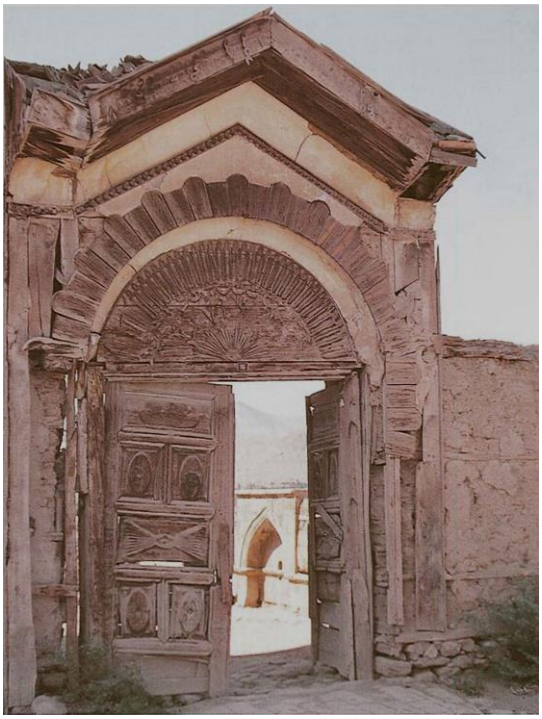



Görsel 13.,14. Konağın Sokak Cephesi Özgün Hali ve Rekonstrüksiyon Uygulaması

Abdullah Paşa Konağı, Divriği'nin tarihi kent dokusunda önemli bir yer tutmaktadır ve kendine özgü mimari tarzıyla tanınmaktadır. Ancak rekonstrüksiyon uygulaması sırasında, yapıya ait değerli detaylar ve öğeler göz ardı edilmiş veya yanlış bir şekilde yeniden oluşturulmuştur. Bunun sonucunda, orijinal yapıya ait özgünlük ve karakter kaybolmuş, yapı modernize edilmiş ve farklı bir kimlik kazanmıştır. Bu durum, bölgenin kültürel kimliğini ve tarihi dokusunu etkilemiş ve toplumda hayal kırıklığı ve tepkilere yol açmıştır (Görsel 11,12).




Görsel 15.,16. Konağın Giriş Kapısı Öncesi ve Günümüz




Görsel 17.,18. Konağın Giriş Kapısı Öncesi ve Günümüz

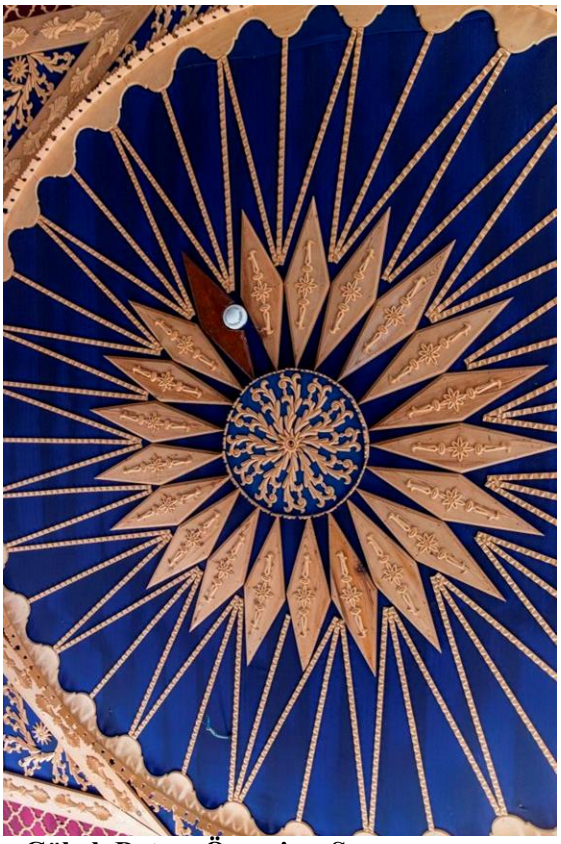



Görsel 19.,20. Konağın Başoda Tavanı Öncesi ve Günümüz

Abdullah Paşa Konağı rekonstrüksiyon uygulamasının hataları, halk üzerinde olumsuz etkiler bırakmıştır. Yapının özgünlüğünün kaybedilmesi, toplumun geçmişe olan bağlılığını sarsmış ve kültürel kimliklerine zarar vermiştir (Görsel 13, 14, 15, 16,17, 18, 19, 20).

Abdullah Paşa Konağı rekonstrüksiyon uygulaması, yapıdaki ahşap tavanlar, kapılar, çiçeklikler ve ocak yaşmakları gibi önemli detayların kaybolmasına neden olan imitasyon uygulamalara sahip olmuştur. Bu müdahaleler, yapıyı orijinal halinden büyük ölçüde uzaklaştırmış ve özgünlüğünü yitirmesine yol açmıştır(Görsel 21, 22, 23, 24).

Ahşap tavanlar, kapılar ve diğer öğeler, yapıya ait mimari özelliklerin temel taşlarıdır ve geçmişin ruhunu yansıtmaktadır. Ancak rekonstrüksiyon sürecinde, bu önemli detaylar yerine, özgün olmayan malzemeler ve detaylar kullanılmış veya orijinal formlarının yanlış bir şekilde yeniden oluşturulmasına çalışılmıştır.

Görsel 21.,22. Konağın Başoda Tavanı Göbek Detayı Öncesi ve Sonrası




Görsel 23.,24. Konağın Başoda Tavanı Göbek Kompozisyonu Öncesi ve Sonrası

Bu yanlış uygulamalar sonucunda, Divriği Abdullah Paşa Konağı'ndaki yapının özgünlüğü büyük ölçüde kaybolmuştur. Ahşap tavanlar, kapılar, çiçeklikler ve ocak yaşmakları gibi yapıya ait detaylar ve süslemeler artık orijinal form ve malzemelerinden uzaklaşmıştır. Bunun sonucunda, yapı kendine özgü karakterini ve tarihi dokusunu kaybetmiş ve modern ve taklit bir görünüme dönüşmüştür. Bu durum, yapıdaki kültürel ve tarihi değerlerin yok olmasına ve Divriği'nin tarihi kent dokusunun bozulmasına neden olmuştur.



Görsel 25.,26. Konağın Mabeyn Odası Tavanı Öncesi ve Sonrası

Divriği Abdullah Paşa Konağı rekonstrüksiyon uygulamasında yapılan imitasyon çalışmaları, aynı zamanda yapının işlevsel özgünlüğünü de etkilemiştir. Orijinal yapının iç mekan düzenlemesi ve kullanımı, imitasyon uygulamalarıyla değiştirilerek, yapıya yeni bir işlevsellik kazandırılmıştır. Bu durum, yapının geçmişteki kullanım amacı ve toplumun hayat tarzı ile bağlantısının kopmasına yol açmıştır. Örneğin, orijinal yapının kullanıldığı şekildeki odaların bölünerek farklı işlevlere ayrılması veya yeniden düzenlenmesi gibi değişiklikler, yapının özgünlüğünü ve tarihi değerlerini sarsmıştır(Görsel 25, 26).

Yapıya ait değerli öğelerin yok olması veya yanlış bir şekilde yeniden oluşturulması, toplumun kültürel kimliğine olan bağlılığını zedeler ve geçmişlerine duydukları saygıyı azaltır. Orijinalliği korunmuş ve tarihi dokusuyla bütünleşmiş yapılar, turistlerin ve ziyaretçilerin ilgisini daha çok çekmekte ve kültürel turizmin gelişimine katkıda bulunmaktadır. Hatalı rekonstrüksiyon uygulamalarından dersler çıkarmak ve gelecekteki projelerde daha hassas bir yaklaşım benimsemek, kültürel mirasın korunması ve gelecek nesillere aktarılması açısından

kritik öneme sahiptir. Uygun restorasyon yöntemleri, doğru malzemelerin kullanımı ve tarihi dokunun korunmasıyla, yapıların özgünlüğü ve kültürel kimliği korunabilir. Bu şekilde, rekonstrüksiyon projeleri toplumun geçmişine olan bağlılığını güçlendirir, turizm potansiyelini artırır ve yerel ekonomiyi destekler.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Divriği Tarihi Kent Dokusu içinde yer alan Abdullah Paşa Konağı'nın rekonstrüksiyon uygulaması, yapının fiziksel ve işlevsel özgünlüğünün büyük ölçüde kaybolmasına neden olmuştur. Ahşap tavanlar, kapılar, çiçeklikler ve ocak yaşmakları gibi önemli detaylar, imitasyon çalışmalarıyla değiştirilerek yapıya suni bir görünüm kazandırılmıştır. Bu durum, yapının tarihi ve kültürel değerlerinin zedelenmesine yol açmıştır. Hatalı rekonstrüksiyon uygulamaları, özellikle yapının özgünlüğünü ve işlevsel dokusunu kaybetmesiyle birlikte, bölgedeki halk üzerinde de olumsuz etkilere neden olmuştur. Yapıya ait değerli öğelerin kaybolması veya yanlış bir şekilde yeniden oluşturulması, halk arasında hayal kırıklığı ve endişe yaratmıştır. Toplum, yapıya ait kültürel kimliğin ve tarihi dokunun korunmasına önem vermektedir ve hatalı rekonstrüksiyon uygulamaları bu bağlılığı zedelemiştir.

Bu deneyimler, mimarlık alanında korumanın ve rekonstrüksiyonun önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Tarihi kent dokusunun ve yapıların korunması, bir yerin kültürel kimliğinin ve tarihine olan bağlılığının sürdürülmesi açısından hayati öneme sahiptir. Rekonstrüksiyon projeleri yapılırken, orijinal yapının özgünlüğüne, yapı malzemelerine ve mekansal düzenlemelerine dikkat edilmelidir. Ayrıca, halkın katılımı ve yerel paydaşların görüşlerinin alınması da bu sürecin başarısı için gereklidir.

Gelecekteki rekonstrüksiyon projelerinde, yapıların özgünlüğünü ve işlevsel dokusunu koruma hedeflenmeli ve yanlış uygulamalardan kaçınılmalıdır. Hatalı rekonstrüksiyon uygulamalarının bölge turizmi üzerindeki etkileri göz önünde bulundurulmalı ve kültürel turizmin gelişimine katkı sağlayacak çalışmalara odaklanılmalıdır.

Hatalı rekonstrüksiyon uygulamalarının etkileri sadece yapının fiziksel özelliklerinde değil, aynı zamanda toplumda da hissedilmiştir. Halk arasında, yapıya ve bölgeye ait kültürel mirasın değerinin azaldığı ve yerine suni bir görüntünün geldiği algısı oluşmuştur. Böyle bir algı, toplumun tarihi ve kültürel bağlarının zayıflamasına ve kimlik duygusunun sarsılmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, rekonstrüksiyon projelerinde hassas bir yaklaşım benimsenmelidir. Yapının orijinal özelliklerinin korunması, tarihi dokunun titizlikle takip edilmesi ve doğru malzemelerin kullanılması büyük önem taşır. Ayrıca, toplumun katılımı ve yerel paydaşların görüşlerinin alınması da projelerin başarısı ve toplumun bağlılığı açısından kritik öneme sahiptir.

Hatalı rekonstrüksiyon uygulamalarından çıkarılan dersler, gelecekteki projelerde daha bilinçli ve özenli bir yaklaşımın benimsenmesini sağlamalıdır. Kültürel mirasın korunması, tarihi ve kültürel kimliğin sürdürülmesi ve toplumun bu sürece katılımı, koruma çalışmalarının temel prensipleri olmalıdır. Böylece, tarihi kent dokusu içindeki yapılar özgünlüklerini koruyarak bölgenin kültürel kimliğini güçlendirecek ve gelecek nesillere aktarılmasını sağlayacaktır.

Sonuç olarak, Abdullah Paşa Konağı rekonstrüksiyonu özelinde yaşanan özgünlük kaybı, tarihi kent dokusunun ve kültürel kimliğin korunması konusunda dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

[1] Brandi, C. (2005). Rekonstrüksiyon ve Restorasyon: Estetik ve Tarihi Değerler. (Çev. M. Deniz Şahin). İstanbul: YEM Yayın.

[2] Jokilehto, J. (1999). History of Architectural Conservation. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.

[3] Kant, G., ve Mallory-Hill, S. (2014). Rekonstrüksiyon: Eski Binaların Onarımı ve Kurtarılması. (Çev. N. Gün). İstanbul: Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları.

[4] Munjeri, D. (2008). Principles for the Conservation of Heritage Sites in China, Macao, and Mongolia. Paris: UNESCO

[5] ICOMOS (International Council on Monuments and Sites). (2011). Principles for the Conservation of Heritage Sites in China, Macao, and Mongolia. Paris: ICOMOS

PLATİN, PLATİN-NİKEL BİMETALİK KATALİZÖR DESTEK MALZEMESİ OLARAK POLİTİYOFENİN METANOL OKSİDASYON PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Yağmur DUMLU [1], Ömer Furkan COŞKUN [2], Prof. Dr. Evrim HÜR [3]
[1] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
ORCID ID: 0000-0002-9526-5540
[2] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-5335-6559
[3] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
- ORCID ID: 0000-0002-7489-1198

ÖZET

Bu çalışmada, metanol yakıt hücrelerinde elektrot destek malzemesi olarak kullanılmak üzere kalem ucu grafit elektrot (KUG) dönüşümlü voltametri yöntemiyle (DV) politiyofenle (PTh) kaplanmıştır. Hazırlanan KUG/PTh, Pt ve bimetalik Pt-Ni katalizör sistemi için destek malzeme olarak kullanılarak KUG/3,5mMPt@PTh, KUG/3,5mMPt-2mMNi@PTh modifiye elektrot sistemleri oluşturulmuştur. En kararlı politiyofen filmini elde edebilmek için üç farklı asit (H_2SO_4, HCl ve $HClO_4$) kullanılarak asit, son potansiyel değerleri 1,80 – 2,40 V aralığında değiştirilerek gerilim, farklı tarama hızları (20, 30, 50, 70, 100 mVs^{-1}) uygulanarak tarama hızı ve 10, 20, 40, 60, 80, 100 döngü uygulanarak döngü sayısı optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. Buna göre; Th monomeri KUG elektrot yüzeyinde DV yöntemi kullanılarak +0,20 ile +2,20 V gerilim aralığında, 50 mVs^{-1} tarama hızı, 40 döngü ile polimerleştirilmiştir. Daha sonra katalizör olarak polimer filminin üzerine platin (Pt) 4 faklı derişimde (3,00, 3,25, 3,50 ve 3,75mM) katkılanmıştır. Pt katalizör optimizasyonuna göre belirlenen Pt miktarı 3,50 mM olarak bulunmuştur. Bu değer sabit tutulup, Ni derişimi (1,75, 2,00, 2,50, 3,00, 3,50 mM) değiştirilerek optimum Ni miktarı 2,00 mM olarak belirlenmiştir. Hazırlanan elektrot sistemlerinin metanol oksidasyonuna ait elektrokimyasal davranışlarını incelemek için; DV, kronoamperometri (CA), ve elektrokimyasal empedans spektroskopisi (EIS) yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca bu çalışmada kullanılan modifiye elektrot sistemlerinin SEM-EDS analizleri yapılarak polimer filmlerinin morfolojik yapıları hakkında ve filmlere katkılanan metal katalizör miktarları ile ilgili bilgi edinilmiştir. CV ve EIS yöntemleri kullanılarak yapılan analizler sonucu elde edilen verilerden yararlanılarak, modifiye elektrotların elektrokimyasal aktif yüzey alan (ECSA) ve spesifik kapasitans (C_s) değerleri hesaplanmıştır. KUG/PTh, KUG/3,5mMPt@PTh, KUG/3,5mMPt-2mMNi@PTh elektrotların metanol oksidasyon performansları karşılaştırıldığında; hesaplanan en yüksek ECSA ve C_S değerleri modifiye edilen elektrodlar içerisinde KUG/3,5mMPt–2mMNi@PTh ‘e ait olup sırasıyla 1091,70 m^2/g, 0,99 Fg^{-1} dır. CA yöntemi ile alınan kronoampreogramlardan elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında ise CO zehirlenmesine karşı toleransı en yüksek (745 µA) olan elektrodun yine KUG/3,5mMPt–2mMNi@PTh bimetalik sistemine ait olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Metanol oksidasyonu, İletken polimer, Yakıt hücresi.

1. GİRİŞ

Ekonomik büyüme ve artan nüfus, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyacı artırmaktadır. Yüksek verimlilik, çevre dostu özellikleri ve sessiz çalışma yeteneğiyle, metanol yakıt hücreleri doğrudan enerji dönüşüm cihazları olarak öne çıkmaktadır. Kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çevirdiği için, yakıt hücreleri bu alternatif enerji kaynakları arasında en uygun olanlarındandır. Dizüstü bilgisayarlar, ulaşım, savunma, biyomedikal ve teknolojik alanda cihazlara güç sağlamak için kullanılmaktadır. Metanol üretim, depolama ve taşınması yönünden avantajlı olduğundan yakıt olarak kullanımı daha güvenlidir (Tripković vd., 2003). Doğrudan metanol yakıt hücresi; anot, katot, sıvı elektrolit ve seçici geçirgenliğe sahip bir elektrolit zardan oluşmaktadır (Carrette et al., 2000). Katalizör olarak kullanılan en yaygın metal Pt'dir. Pt, düşük sıcaklıkta çalışan yakıt hücrelerinde yan ürün olan CO gazıyla zehirlenerek zamanla yakıt pilinin aktivitesinin düşmesine sebep olmaktadır. Bundan dolayı da katalizör tamamen etkisiz hale gelebilmektedir (Arico et al, 2003). Ayrıca Pt'in maliyetli olmasından dolayı Pt'in Ni, Fe, Ru ile birlikte bimetalik sistemleri kullanılmaktadır. Bu sayede katalizörün aktivitesi de büyük oranda artmaktadır (Greeley vd., 2009). DMYH de gerçekleşen anot, katot ve genel hücre reaksiyonları aşağıda verilmiştir (Yeğen, G., 2009).

Anodik reaksiyon:

$$CH_3OH + H_2O \rightarrow CO_2 + 6H^+ + 6e^- \quad (1)$$

Katodik reaksiyon:

$$3/2O_2 + 6H^+ + 6e^- \rightarrow 3H_2O \quad (2)$$

Toplam reaksiyon:

$$CH_3OH + 3/2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O \quad (3)$$

Bu çalışmada; doğrudan metanol yakıt hücrelerinde Pt, Pt-Ni bimetalik katalizör sistemlerine destek malzemesi olarak politiyofen kullanılarak katalizörlerin katalitik etkinliklerinin arttırılması hedeflenmiştir. Bu amaç için KUG/PTh, KUG/3,5mMPt@PTh, KUG/3,5mMPt-2mMNi@PTh elektrotlar hazırlanmıştır. Çalışma elektrodu olarak yüzey yapısı gözenekli, iyon iletkenliği yüksek, uygulamada pratiklik sağlayan, elde edilebilirliği ve ucuz olan KUG elektrodu tercih edilmiştir. Metaller iletkenlik ve katalitik aktivitelerinden dolayı birçok sistemde katalizör olarak kullanılmaktadırlar. Bu katalizörlerin katalitik etkilerinin iletken polimer desteği ile birlikte kullanılarak arttırılması hedefiyle sistematik ve kapsamlı bir çalışma ortaya konmuştur. Ayrıca iletken polimer olan politiyofenin katalizör desteği olarak kullanılmasıyla, katalizörün CO gazı ile zehirlenme oranının düşürülmesi amaçlanmaktadır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada kullanılan kimyasal maddeler herhangi bir saflaştırma işlemi olmadan, firmalardan temin edildiği şekilde kullanılmıştır. Deneysel çalışmalar üç boyunlu cam hücre sistemiyle yapılmıştır. Kullanılan elektrotlar ultrasonik banyoda sırasıyla aseton, etanol ve deneyde kullanılacak çözücü ile temizlenerek hücre içine alınmıştır. Ultrasonik banyo olarak Bandelin Sonarex cihazı ile kullanılmıştır. Elektrokimyasal deneysel çalışmalar Gamry Reference 3000 cihazı ile yapılmıştır. Cihazdan elde edilen sonuçlar Echem Analyst programı

ile analiz edilmiştir. Deneysel çalışmalar oda sıcaklığında atmosferik koşullarda gerçekleştirilmiştir. Yüzey morfolojisinin belirlenmesi için Hitachi Regulus 8230 FE-SEM cihazı kullanılmıştır. Tüm elektrokimyasal deneyler oda sıcaklığında, atmosfere açık ortamda, üç boyunlu cam hücre içerisinde yapılmıştır. Referans elektrot olarak susuz ortam çalışmalarında Gümüş Tel, sulu ortam çalışmalarında ise Gümüş/Gümüş klorür Elektrotlar kullanılmıştır. Karşıt elektrot ve çalışma elektrodu olarak ise sırasıyla Pt levha ve KUG kullanılmıştır. KUG elektrot tombo marka 0,5 mm kalem ucunun krokodil yardımı ile cam bir boruya yerleştirilmesiyle hazırlanmıştır. Uçlar 2,00 cm'lik (0,31cm^2) yüzeyi çözelti içerisine daldırılarak deneysel işlemler gerçekleştirilmiştir.

2.1. Politiyofenin optimizasyon çalışmaları

2.1.1. Asit derişimi optimizasyonu

En kararlı politiyofen filmini elde edebilmek için üç farklı asit kullanılarak filmlerin performans değerlendirmesi elektrokimyasal olarak yapılmıştır. Bu amaçla KUG elektrot yüzeyine, 0,01 M Th, 0,1 M $LiClO_4$ ve farklı derişimlerdeki H_2SO_4, HCl ve $HClO_4$ asitlerini içeren ayrı ayrı 10 ml lik ACN çözeltilerinde 0,20-2,10 V gerilim aralığında, 50 mVs^{-1} tarama hızıyla 5 döngülü kaplamaları yapılmıştır.

2.1.2. Gerilim aralığı optimizasyonu

En uygun gerilim aralığını belirleyebilmek için 0,01 molar Th, 0,10 molar $LiClO_4$ ve asit optimizasyonu sonucunda elde edilen 0,04 molar $HClO_4$ 10 ml lik ACN çözeltisi içine ilave edilip 50 mVs^{-1} tarama hızı uygulanmasıyla DV yöntemiyle 5 döngülü kaplamalar yapılmıştır. Son potansiyel değerleri 1,80 – 2,40 V aralığında değiştirilerek polimerizasyon için en uygun gerilim aralığı belirlenmiştir.

2.1.3. Tarama hızı optimizasyonu

En uygun tarama hızını belirleyebilmek için 0,01 molar Th, 0,10 molar $LiClO_4$, 0,04 molar $HClO_4$ 10 ml lik ACN çözeltisi içine ilave edilerek farklı tarama (20, 30, 50, 70, 100 $mVs^{-}1$) hızlarında optimizasyon sonucu elde edilen 0,20 – 2,20 V gerilim aralığı uygulanarak DV yöntemiyle 5 döngülü kaplamalar yapılmıştır. Böylece polimerizasyon için en uygun tarama hızı belirlenmiştir.

2.1.4. Döngü sayısı optimizasyonu

En uygun döngü sayısını belirleyebilmek için 0,01 molar tiyofen, 0,10 molar lityum perklorat ve asit optimizasyonu sonucunda elde edilen 0,04 molar perklorik asit 10 ml lik ACN çözeltisi içine ilave edilerek belirlenen tarama hızı ve potansiyel aralığında sırasıyla 10, 20, 40, 60, 80, 100 döngü uygulanarak DV yöntemiyle kaplamalar yapılmıştır. Böylece polimerizasyon için en uygun döngü sayısı belirlenmiştir.

2.2. Politiyofen Polimerinin KUG Elektrot Üzerindeki Elektrokimyasal Sentezi

Th monomeri KUG elektrot yüzeyinde DV yöntemi kullanılarak +0,20 ile +2,20V gerilim aralığında, 50 mV/s tarama hızı, 40 döngü ile polimerleştirilmiştir.

2.3. Katalizörlerin Optimizasyon Çalışmaları

2.3.1. Pt katalizörü Optimizasyonu

E. Hür vd., yapmış olduğu çalışmada metanol oksidasyonu için destek polimer ile birlikte kullanılacak olan en uygun Pt miktarı 3,50 mM olarak belirlenmiştir (Adhami, S. & Hür, E., 2022). Bu çalışmada da Pt derişim olarak 3,50 mM kullanılmıştır.

2.3.2. Pt-Ni bimetalik katalizör sisteminin optimizasyonu

Platin katalizör optimizasyonuna göre belirlenen en uygun Pt miktarı (3,50 mM) sabit tutulup, Ni miktarı değiştirilerek optimum Pt-Ni bimetalik katalizör sistemi belirlenmiştir. Bunun için, 3,50 mM Pt içeren 0,50 M H_2SO_4 sulu çözeltisi içerisine sırasıyla 1,75 mM, 2,00 mM, 2,50 mM, 3,00 mM, 3,25 mM, 3,50 mM, 3,75 mM, 4,25 mM ve 4,75 mM Ni ilave edilerek -0,30 V – 1,0 V gerilim aralığında, 50 mVs^{-1} tarama hızında 50 döngülü voltomogram alınmıştır.

2.4. Modifiye elektrotların metanol oksidasyon performanslarının karşılaştırması

Modifiye edilen elektrotların, CH_3OH içeren 0,05 M H_2SO_4 sulu çözeltisi içersindeki, elektrokimyasal davranışları DV, CA ve EIS yöntemleri kullanılarak birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

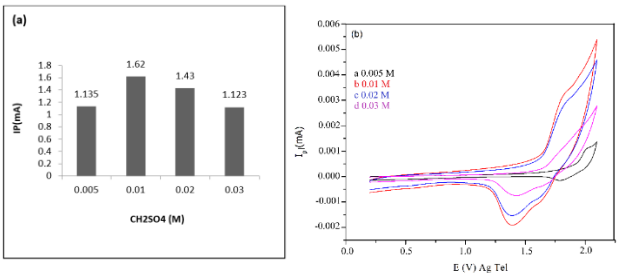
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Politiyofen

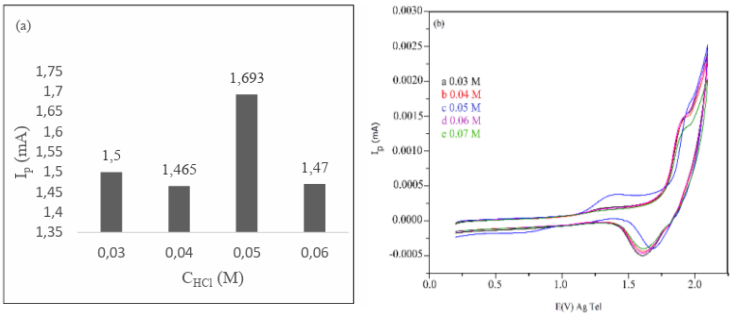
Politiyofen filminin en kararlı halini elde etmek için, dört farklı parametrenin optimum değerlerinin belirlenmesi için çalışmalar yapılmış ve aşağıda detayları ile verilmiştir.

3.1.1. Asit derişimi optimizasyonu sonuçları

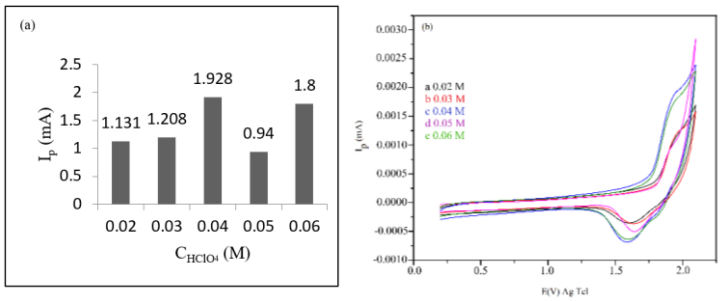
Optimizasyon çalışması için 0,01 molar Th, 0,10 molar $LiClO_4$ ve farklı derişimlerde üç ayrı asit (H_2SO_4, HCl, $HClO_4$) ilave edilen 10 ml lik ACN çözeltisine +0,20 ve +2,10 V potansiyel aralığında, 50 mVs^{-1} tarama hızı uygulanarak DV yöntemiyle 5 döngülü kaplamalar elde edilmiştir. Her bir asit belirli derişim araklılarında; [H_2SO_4 (0,005 M – 0,01 M), HCl (0,03 M – 0,06M) ve $HClO_4$ (0,02 M – 0,06 M)] değiştirilerek kaplamalar yapılmıştır. PTh filmi oluşumuna H_2SO_4, HCl ve $HClO_4$ asit derişimlerinin etkisi sırasıyla Şekil 3.1. (a), 3.2. (a) ve 3.3. (a) dan görülebilir. Daha sonra monomersiz çözelti içerisinde elektrotların tek döngülü voltomogramları alınarak, her bir voltomogramın maksimum akım değerleri belirlenmiş ve asit derişimime karşı akım değerleri grafiğe geçirilmiştir. Sonuçlar Şekil (3.1. (b), 3.2. (b), 3.3. (b)) de verilmiştir.



Şekil 3.1. (a) PTh filmi oluşumuna H_2SO_4 derişiminin etkisi (b) H_2SO_4 derişiminin PTh filmine etkisini gösteren tek döngülü DV grafikleri



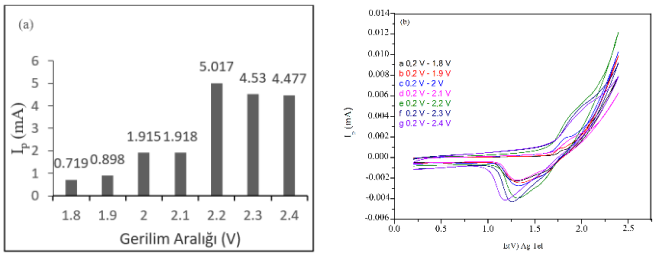
Şekil 3.2. (a) PTh filmi oluşumuna HCl derişiminin etkisi (b) HCl derişiminin PTh filmine etkisini gösteren tek döngülü DV grafikleri



Şekil 3.3. (a) PTh filmi oluşumuna $HClO_4$ derişiminin etkisi (b) $HClO_4$ derişiminin PTh filmine etkisini gösteren tek döngülü DV grafikleri

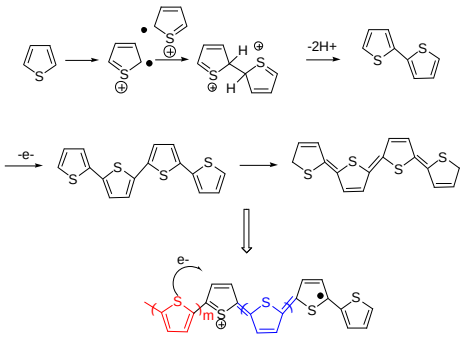
3.1.2. Gerilim aralığı optimizasyon sonuçları

En uygun gerilim aralığını belirleyebilmek için 0,01 molar Th, 0,10 molar $LiClO_4$ ve asit optimizasyonu sonucunda elde edilen 0,04 molar $HClO_4$ 10 ml lik ACN çözeltisi içine ilave edilip 50 mVs^{-1} tarama hızı uygulanarak DV yöntemiyle 5 döngülü kaplamalar yapılmıştır. Son potansiyel değerleri 1,80 V ile başlayıp +0,10 V arttırılarak 2,40 V olacak şekilde değiştirilerek kaplamalar yapılmıştır. PTh filmi oluşumuna son potansiyel değerinin etkisi Şekil 3.4. (a) da görülebilir. Daha sonra monomersiz çözelti içerisinde elektrotların tek döngülü voltomogramları alınarak, her bir voltomogramın maksimum akım değerleri belirlenmiş ve son potansiyel değere karşı maksimum akım değerleri grafiğe geçirilmiştir. Sonuçlar Şekil 3.4. (b) de görülebilir.

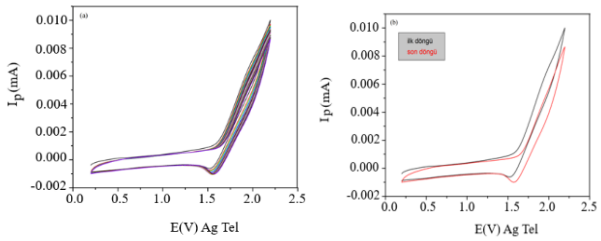


Şekil 3.4. (a) PTh filmi oluşumuna son potansiyel değişiminin etkisi (b) son potansiyel değerinin PTh filmine etkisini gösteren 0,10 M $LiClO_4$ ve 0,04 M $HClO_4$ içeren 10 ml ACN çözeltisi ile alınan tek döngülü DV grafikleri

Optimizasyon sonuçlarına sentezlenen iletken PTh'e ait polimerizasyon mekanizması Şekil 3.5. de verilmiştir. Çok döngülü voltomogram ile ilk ve son döngülere ait voltomogramlar sırasıyla Şekil 3.6. a ve b'de verilmiştir.



Şekil 3.5. Tiyofen monomerinin polimerizasyon mekanizması



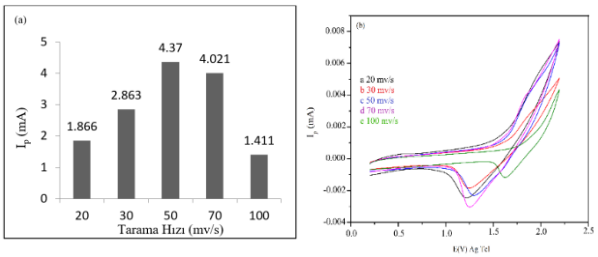
Şekil 3.6. PTh polimer filminin elektrokimyasal sentezi (a) çok döngülü voltommogram, (b) polimerizasyon voltommogramının ilk ve son döngüsü

PTh, KUG elektrot üzerinde yükseltgendiğinde ilk döngüde +1,90 V civarında (+6,30 m*A* akımında) monomerin yükseltgenme piki, indirgenme piki ise +1,50 V civarında (-623 μA akımında) gözlenmiştir. Son döngüde ise +1,90 V civarında (+4,563 m*A* akımında) yükseltgenme elektropolimerizasyonun piki ve +1,56 V civarında (-988,2 u*A* akımında) indirgenme piki gözlenmiştir.

3.1.3. Tarama hızı optimizasyon sonuçları

En uygun tarama hızını belirleyebilmek için 0,01 molar Th, 0,10 molar $LiClO_4$ ve asit optimizasyonu sonucunda belirlenen en uygun asit miktarı olan 0,04 molar $HClO_4$ 10 ml lik ACN çözeltisi içerisine ilave edilmiştir. En kararlı polimer filminin elde edildiği son potansiyel değeri olan 2,20 V gerilim değerinde sırasıyla 20, 30, 50, 70, 100 mVs^{-1} farklı tarama hızları

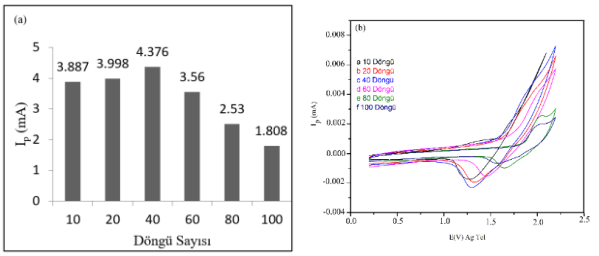
uygulanarak DV yöntemiyle 5 döngülü kaplamalar yapılmıştır. PTh filmi oluşumuna tarama hızının etkisi Şekil 3.7. (a) da görülebilir. Daha sonra monomersiz çözelti içerisinde elektrotların tek döngülü voltomogramları alınarak, her bir voltomogramın maksimum akım değerleri belirlenmiş ve tarama hızlarına karşı maksimum akım değerleri grafiğe geçirilmiştir. Sonuçlar Şekil 3.7. (b) de görülebilir.



Şekil 3.7. (a) PTh için +0,20 ile +2,20 V gerilim aralığında, farklı tarama hızları optimizasyonu değerlendirilmesi (b) 0,10 M $LiClO_4$ ve 0,04 M $HClO_4$ içeren 10 ml ACN çözeltisi içerisinde +0,20 ile +2,20 V gerilim aralığında farklı tarama hızlarında alınan tek döngülü DV grafikleri

3.1.4. Döngü sayısı optimizasyon sonuçları

En uygun döngü sayısını belirleyebilmek için 0,01 molar Th, 0,10 molar $LiClO_4$ ve asit optimizasyonu sonucunda belirlenen en uygun asit miktarı olan 0,04 molar $HClO_4$ ve 10 ml ACN çözeltisi içine ilave edilerek belirlenen 50 mVs^{-1} tarama hızı ve 0,20 V – 2,20 V potansiyel aralığında sırasıyla 10, 20, 40, 60, 80, 100 döngü uygulanarak DV yöntemiyle kaplamalar yapılmıştır. PTh filmi oluşumuna döngü sayısının etkisi Şekil 3.8. (a) da görülebilir. Daha sonra monomersiz çözelti içerisinde elektrodların tek döngülü voltomogramları alınarak, her bir voltomogramın maksimum akım değerleri belirlenmiş ve döngü sayılarına karşı maksimum akım değerleri grafiğe geçirilmiştir. Sonuçlar Şekil 3.8. (b) de görülebilir.

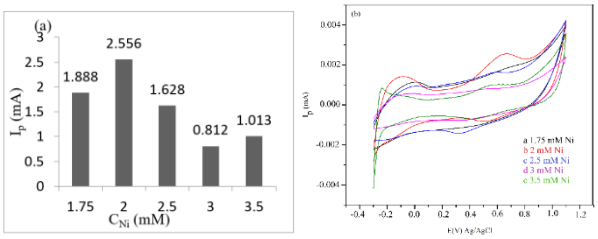


Şekil 3.8. (a) 0,01 M Tiyofen, 0,10 M $LiClO_4$ ve 0,04 M $HClO_4$ içeren 10 ml ACN çözeltisi içerisinde +0,20 ile +2,20 V gerilim aralığında, oluşturulan PTh filmi için döngü sayısı optimizasyon değerlendirmesi (b) 0,10 M $LiClO_4$ ve 0,04 M $HClO_4$ içeren 10 ml ACN çözeltisi içerisinde +0,20 ile +2,20 V gerilim aralığında alınan tek döngülü DV grafikleri

3.2. Nikel miktarı optimizasyon sonuçları

Elde edilen en kararlı PTh polimer filmi ile kaplanmış KUG elektrot üzerine Pt-Ni bimetalik katalizör sistemi katkılanmıştır. En uygun Pt-Ni miktarını belirlemek için daha önce belirtildiği gibi Pt miktarı 3,50 mM olarak sabit tutulmuştur. Ni miktarını belirlemek için 0,50 M H_2SO_4 10 ml sulu içerisinde -0,30 V – 1,10 V potansiyel aralığında, 50 mVs^{-1} tarama hızıyla

50 döngülü kaplamalar yapılmıştır. Optimizasyon için kullanılan Ni miktarları sırasıyla 1,75 mM, 2,00 mM, 2,50 mM, 3,00 mM, 3,50 mM dır. PTh filmine katkılanmış Pt-Ni bimetalik katalizör sisteminin performansı Şekil 3.9. (a) da görülebilir. Daha sonra 0,50 M H_2SO_4, 0,50 M CH_3OH 10 ml sulu çözelti içerisinde elektrodların tek döngülü voltomogramları alınarak, her bir elektrodun metanol oksidasyon performansı belirlenmiştir. Bu amaçla tek döngülü voltomogramlardan okunan maksimum akım değerleri Pt-Ni derişimine karşı grafiğe geçirilerek en iyi CH_3OH oksidasyonu sağlayan Pt-Ni bimetalik katalizör sistemi derişimi bulunmuştur. Sonuçlar Şekil 3.9. (b) de görülebilir.

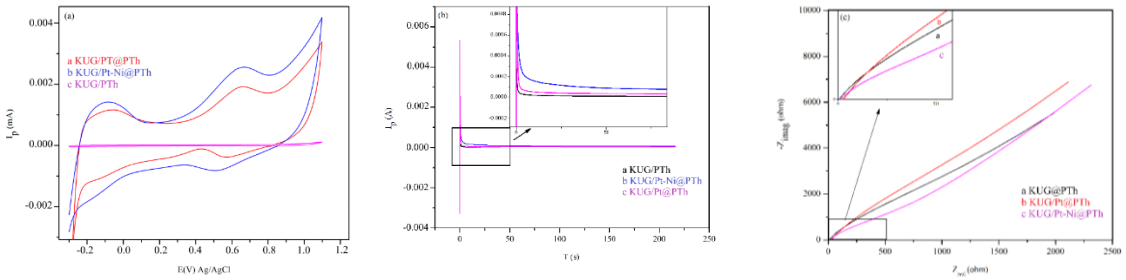


Şekil 3.9. a) Ni miktarının optimizasyon değerlendirme grafiği b) 0,50 M H_2SO_4 ve 10 ml Su içerisinde -0,30 V–1,10 V aralığında gerçekleştirilen Ni miktarının optimizasyonu için yapılan tek döngülü DV

3.3. PTh Polimeri için Önerilen Modifiye Sistemlerin Karşılaştırılması

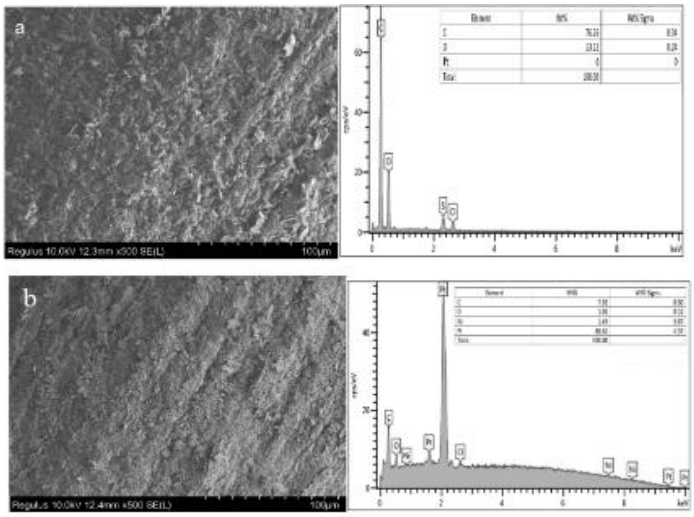
KUG/PTh, KUG/3,5MPt@PTh, KUG/3,5mMPt-2mMNi@PTh, (3,50mM Pt, 3,75 mM Ni) modifiye elektrotlarının metanol oksidasyon cevapları sırasıyla DV, CA ve EIS yöntemleri kullanılarak birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Modifiye edilmiş elektrotların metanol oksidasyona ait performanslarının, 0,50 M CH_3OH içeren 0,5 M H_2SO_4 10 ml saf su çözeltisi içerisinde -0,30- 1,10 V gerilim aralığında, 50 mVs^{-1} tarama hızı uygulanılarak alınan tek döngülü voltomogramları Şekil 3.10.'a da verilmiştir Hazırlanan modifiye elektrot sistemlerinin metanol oksidasyona ait performanslarının, 0,50 M CH_3OH içeren 0,5 M H_2SO_4 10 ml saf su çözeltisi içerisinde 0,50 V sabit gerilim uygulanarak, 300 sn boyunca alınan kronoamperogramları Şekil 3.10.b'de verilmiştir. Hazırlanan modifiye elektrotların metanol oksidasyonuna ait performansları 0,50 M CH_3OH içeren 0,05 M H_2SO_4 sulu çözeltide 10^{-2}-10^4 Hz frekans aralığındaki EIS sonuçlarından elde edilen "Nyquist" grafikleri Şekil 3.10.c'de verilmiştir. Modifiye elektrotların SEM mikrografları ve EDS sonuçları ise şekil (3.10. (a), (b)) de verilmiştir.



Şekil 3.10. 0,50 M CH_3OH içeren 0,50 M H_2SO_4 sulu çözeltisi içersindeki modifiye elektrotların (a) voltommogramları, (b) kronoamperogramları, (c) Nyquist eğrileri

3.4.Modifiye elektrot sistemlerinin SEM mikrografları ve EDS sonuçları



Şekil 3.11. a) KUG/PTh b) KUG/PTh@Pt-Ni modifiye elektrot sistemlerinin SEM mikrografları ve EDS sonuçları

Şekil 3.11. de verilen SEM mikrograf görüntülerinin ışığında yüzey yapısının gözenekli olduğu belirlenmiştir. Bu gözenekli yapı sayesinde elektronların katalizörle etkileşime geçmesi daha kolay olacaktır. Dolayısıyla elektrodun performansı da buna bağlı olarak yükselmiştir. SEM mikrogramlarında PTh filmi üzerine 3,50 mM Pt – 3,75 mM Ni, elektrokimyasal olarak katkılandığında ise filmlerin gözeneklerinde birikmiş olan Pt'den kaynaklandığı düşünülen beyaz parlak partiküller görülmektedir. Yapılan EDS analiz sonuçları da bu görüşü desteklemektedir. Katkılanan derişim miktarlarına göre PTh'in gözenekleri içersindeki Pt ve Ni yüzde miktarının arttığı görülmektedir. EDS analizinden elde edilen sonuçlar, metanol elektro-oksidasyonu için elektrokimyasal olarak hesaplanan teorik sonuçlar ile paralel olup birbirini desteklemektedir.

3.5. Modifiye elektrotların metanol ve metanol içermeyen ortamlardaki performanslarının farklı yöntemler ile karşılaştırması

Çizelge 3.1. Modifiye elektrotların farklı elektrokimyasal yöntemlere verdikleri cevapların, CH_3OH içeren ve CH_3OH içermeyen 0,05M H_2SO_4 sulu çözeltisine göre karşılaştırılması

0,05 M H_2SO_4			
Yöntem/Parametre/Birim	KUG/0,01MPTh	KUG/3,5mMPt@PTh	KUG/3,5mMPt-2mMNi@PTh
DV/I/ µA	342,20	292,10	632,60
CA/I/ µA	128,40	23,31	497,00
EIS/R/ kΩ	5,56	15,11	7,02

0,05 M H_2SO_4+0,50 M CH_3OH			
Yöntem/Parametre/Birim	KUG/0,01MPTh	KUG/3,5mMPt@PTh	KUG/3,5mMPt-2mMNi@PTh
DV/I/ µA	376,50	406,50	2,55
CA/I/ µA	140,30	475,00	745,00
EIS/R/ kΩ	5,90	13,55	3,18

Modifiye edilmiş elektrotların (0,05M H_2SO_4 + 0,50M CH_3OH) çözeltisi kullanılarak alınan tek döngülü voltommogramların integrasyonundan elde edilen verilerden teorik olarak elektrokimyasal olarak aktif yüzey alanı (ECSA) değerleri hesaplanmıştır. Voltamogramlardan okunan hidrojenin adsorpsiyon piki, katalizörlerin yüzey alanını tahmin etmek için kullanılmıştır. Ag/AgCl referans elektroduna karşı yaklaşık -0,15 V ve 0,20 V gerilim aralığında gözlenen iki farklı tepe noktası, katodik ve anodik reaksiyonlara ait olup bu tepe noktaları asidik ortamda sırasıyla H-adsorpsiyonundan ve H-desorpsiyonundan kaynaklanır. H-desorpsiyon Q_H için geçen yük kullanılarak, polimer destekli katalizörün ECSA değerleri hesaplanabilir (Chen vd., 2006).

$$\text{ECSA} = \frac{Q_H}{\text{c.m}} \qquad \text{Denklem 3.1.}$$

Bu formülde;
Q_H: hidrojen desorpsiyonunun yükü ($mCcm^{-2}$),
m: elektrottaki katalizör ağırlığı ($mgcm^{-2}$) ve
c: polimer destekli katalizörün üzerinde tek bir hidrojen tabakasını oksitlemek için gereken yüktür.
Hesaplama sonuçları Çizelge 3.2. de görülebilir.

Çizelge 3.2. Hazırlanan modifiye elektrotlar için ECSA değerleri

Modifiye Elektrot Sistemi	KUG elektrodu için hesaplanan ECSA değeri (m^2/g)
KUG/PTh	56,85
KUG/3,5mMPt@PTh	1,17

KUG/3,5mMPt-2mMNi@PTh	1091,70

Hesaplamalar sonucu ulaşılan ECSA sonuçları literatür ile karşılaştırıldığında, 3,50 mM Pt–3,75 mM Ni katkılı PTh ile modifiye edilmiş KUG elektrodun ECSA değerinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Ulaşılabilir literatürde metanol oksidasyonu için Pt'nin ve Pt-Ni' in katalizör olarak kullanıldığı modifiye elektrot sistemleri ve ECSA değerleri derlenerek Çizelge 3.3. de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Ulaşılabilir literatürde metanol oksidasyonu için Pt'nin katalizör olarak kullanıldığı modifiye elektrot sistemleri ve ECSA değerleri

Modifiye Elektrot Sistemi	**ECSA (m^2/g)**	**Referans**
Pt/C	32,20 m^2/g	Xiong Peng vd, 2017
Pt_2Ni_2Ir1/C	85,00 m^2/g	Rui Lin vd, 2020
NiPt	14,30 m^2/g	M.A. Domı´nguez-Crespo vd, 2012
$Pt_2.4Ni/C$	46,40 m^2/g	Guangda Niu vd, 2016
$Pd_{50}Pt_{30}Ni_{20}$	82,00 m^2/g	Juan Zhao vd, 2011
Pt–Ni–graphene nanocatalysts	98,00 m^2/g	Yaojuan Hu vd, 2012
$Pt_{67}Ni_{33}$	48,10 m^2 /g	Nigel Becknell vd, 2017

Kronoamperometri yönteminden elde edilen kronoamperogramlarda, akım değerleri başlangıçta düşme eğliminde olduğu halde, kısa bir süre sonra sabitlendiği gözlenmiştir. Bu değişim CO gibi ara ürünlerin oluşumu ile açıklanabilir (Prabakar vd., 2016).

Kronoamperogramlar karşılaştırıldığında, akımın yüksek olması metanolün oksidasyonu sırasında oluşabilecek CO zehirlenmelerine karşı daha yüksek tolerans sınırı olması ile açıklanabilir. Bu bilgi ışığında bimetalik katalizör sistemi ile modifiye edilen elektrot sistemlerinin CO zehirlenmesine karşı tolerans performansları karşılaştırıldığında KUG/PTh@3,5mMPt-2mMNi'in en iyi olduğu görülmektedir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen modifiye elektrotların 0,50 M CH_3OH + 0,50 M H_2SO_4 sulu çözeltisi içerisinde elde edilen Nyquist grafiklerinden teorik olarak spesifik kapasitans (C_S) değerleri hesaplanmıştır. Bu grafiklerden elde edilen frekans değerinden hesaplanan $1/(2\pi f)$ değerine karşı çizilen Zim grafiğinden elde edilen eğimin tersi kapasitans değerini vermektedir (Snook vd., 2011).

$$C_s = -\frac{1}{2\pi . f . Z_{ism} . m} \qquad \text{Denklem 3.2.}$$

Enerji depolama sistemlerinde yük depolanma miktarı ile enerji kullanım performansı doğru orantılıdır. Bu durumda yakıt hücresinin spesifik kapasitansının yüksek olması o hücrenin daha avantajlı olduğunu gösterir. Modifiye edilen elektrotların hesaplanan spesifik kapasitans değerleri Çizelge 3.4.'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. EIS değerleri kullanılarak hesaplanan Cs değerleri

Modifiye Elektrot Sistemi	KUG elektrodu için hesaplanan Cs değeri (Fg^{-1})
KUG/PTh	0,98
KUG/3,5mMPt@PTh	3,28
KUG/3,5mMPt–2mMNi@PTh	0,99

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

- Elektrokimyasal olarak polimerleştirilen politiyofen iletken polimeri metanol oksidasyon reaksiyonlarında Pt, Pt-Ni bimetalik katalizör sistemleri için, katalizör destek malzemesi olarak kullanımları üç farklı yöntemle araştırılarak karşılaştırıldığında, PTh'nin destek malzemesi olarak katalizörlerin katalitik etkinliğini artırdığı görülmüştür.
- PTh, Pt için destek malzemesi olarak metanol oksidasyon reaksiyonu için katalizör etkinlikleri araştırılmıştır. Elde edilen cevapların hemen hemen benzer olduğu görülmüştür. Bununla birlikte bu polimerler Pt-Ni bimetalik sistem için katalizör destek malzemesi olarak kullanıldıklarında metanol oksidasyon performanslarının arttığı görülmektedir.
- Farklı elektrokimyasal yöntemler ile yapılan analizler sonucu elde edilen verilerden yararlanılarak teorik hesaplamalar yapılmıştır. DV ve EIS yöntemlerinden elde edilen verilere göre sırasıyla teorik olarak ECSA ve Cs değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan en yüksek ECSA ve Cs değerleri modifiye edilen elektrotlar içerisinde KUG/3,5mMPt–2mM Ni@PTh 'e ait olup sırasıyla 1091,70 cm^2/gr ve 0,9909 Fg^{-1} 'dır. Kronoamperometri yöntemi ile alınan kronoampreogramlardan elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında ise CO zehirlenmesine karşı toleransı en yüksek (745 µA) olan modifiye elektrot sistemi KUG/3,5mMPt–2mMNi@Pth bimetalik sistemidir.
- Bu çalışmada önerdiğimiz KUG/3,5mMPt-2mMNi@PTh bimetalik modifiye elektrot sistemi metanolün oksidasyonunda elektrodu zehirleyerek oksidasyon performansının düşmesine neden olan CO zehirlenmesini daha düşük seviyelere çekmiştir. Buradaki en önemli nokta ise bu etkinliği eser miktarda katalizör (3,50mMPt-2mMNi) kullanımına olanak sağlamıştır.
- Metanol oksidasyon performansları araştırılan modifiye edilmiş bimetalik elektrot sistemleri incelendiğinde metanol oksidasyon performansı en yüksek olan KUG/3,5mMPt-2mMNi@PTh bimetalik elektrot sistemidir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje birimi tarafından **FYL-2021-1677 proje kodlu yüksek lisans projesi kapsamında** desteklenmiştir. Araştırmaların yürütülebilmesinde gerekli olan kimyasal ve cam malzemelerin alınmasında sundukları maddi kaynak için BAP birimine teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKÇA

1. Tripković, A. V., Štrbac, S., & Popović, K. D. (2003). Effect of temperature on the methanol oxidation at supported Pt and PtRu catalysts in alkaline solution. *Electrochemistry communications*, *5*(6), 484-490.
2. Carrette, L., Friedrich, K. A., & Stimming, U. (2000). Fuel cells: principles, types, fuels, and applications. *ChemPhysChem*, *1*(4), 162-193.
3. Aricò, A. S., Baglio, V., Di Blasi, A., Modica, E., Antonucci, P. L., & Antonucci, V. (2003). Analysis of the high-temperature methanol oxidation behaviour at carbon-supported Pt–Ru catalysts. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, *557*, 167-176.
4. Greeley, J., Stephens, I. E. L., Bondarenko, A. S., Johansson, T. P., Hansen, H. A., Jaramillo, T. F., ... & Nørskov, J. K. (2009). Alloys of platinum and early transition metals as oxygen reduction electrocatalysts. *Nature chemistry*, *1*(7), 552-556.
5. Yeğen, G. (2009). *Doğrudan metanol yakıt pili membran elektrot bileşkesinin tasarım ve optimizasyonu* (Doctoral dissertation, Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).
6. Adhami, S. & Hür, E. (2022). Metanolün Elektrokimyasal Yükseltgenmesi İçin Pt katalizör Destek Malzemesi Olarak Tiyofen Kullanımı . Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi , Ejosat Özel Sayı 2022 (ICAENS-1) , 812-818 . DOI: 10.31590/ejosat.1083344
7. Chen, Z., Xu, L., Li, W., Waje, M. and Yan, Y., 2006. Polyaniline nanofibre supported platinum nanoelectrocatalysts for direct methanol fuel cells. Nanotechnology, 17(20), p.5254. (20)
8. Peng, X., Omasta, T. J., Roller, J. M., & Mustain, W. E. (2017). Highly active and durable Pd-Cu catalysts for oxygen reduction in alkaline exchange membrane fuel cells. *Frontiers in Energy*, *11*, 299-309.
9. Lin, R., Che, L., Shen, D., & Cai, X. (2020). High durability of Pt-Ni-Ir/C ternary catalyst of PEMFC by stepwise reduction synthesis. Electrochimica Acta, 330, 135251.

10. Dominguez-Crespo, M. A., Ramírez-Meneses, E., Torres-Huerta, A. M., Garibay-Febles, V., & Philippot, K. (2012). Kinetics of hydrogen evolution reaction on stabilized Ni, Pt and Ni–Pt nanoparticles obtained by an organometallic approach. international journal of hydrogen energy, 37(6), 4798-4811.

11. Niu, G., Zhou, M., Yang, X., Park, J., Lu, N., Wang, J., Kim, M. J., Wang, L., & Xia, Y. (2016). Synthesis of Pt-Ni Octahedra in Continuous-Flow Droplet Reactors for the Scalable Production of Highly Active Catalysts toward Oxygen Reduction. *Nano letters*, *16*(6), 3850–3857.

12. Zhao, J., & Manthiram, A. (2011). Preleached Pd–Pt–Ni and binary Pd–Pt electrocatalysts for oxygen reduction reaction in proton exchange membrane fuel cells. Applied Catalysis B: Environmental, 101(3-4), 660-668

13. Hu, Y., Wu, P., Yin, Y., Zhang, H., & Cai, C. (2012). Effects of structure, composition, and carbon support properties on the electrocatalytic activity of Pt-Ni-graphene nanocatalysts for the methanol oxidation. Applied Catalysis B: Environmental, 111, 86 208-217.

14. Becknell, N., Son, Y., Kim, D., Li, D., Yu, Y., Niu, Z., ... & Yang, P. (2017). Control of architecture in rhombic dodecahedral Pt–Ni nanoframe electrocatalysts. Journal of the American Chemical Society, 139(34), 11678-11681.

15. Prabakar, S.R., Kim, Y., Jeong, J., Jeong, S., Lah, M.S. and Pyo, M., 2016. Graphite oxide as an efficient and robust support for Pt nanoparticles in electrocatalytic methanol oxidation. Electrochimica Acta, 188, pp.472-479.Prater,

16. Snook, Graeme A., Pon Kao, and Adam S. Best. "Conducting-polymer-based supercapacitor devices and electrodes." *Journal of power sources* 196.1 (2011): 1-12.

EFFECT OF Ag ON PHOTOCATALYTIC DEGRADATION PERFORMANCE OF $COWO_4$: PREPARATION, CHARACTERIZATION AND PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF 2,6 DICHOLOROPHENOL UNDER UV LİGHT IRRADIATION

[1]Doç.Dr. Ali İmran VAİZOĞULLAR, [2]Prof.Dr. Mehmet UĞURLU, [3]Huseyn OSMAN

[1] Muğla Sıtkı Koçman University Vocational School of Health Care, Medical Laboratory Program, 0000-0003-4369-405X,

[2] Muğla Sıtkı Koçman University Faculty of Science Department of Chemistry, 0000-0003-1107-477X

3 Muğla Sıtkı Koçman University Faculty of Science Department of Chemistry,

ÖZET

In this study, we present the synthesis, characterization, and photocatalytic performance of Ag-doped $CoWO_4$ nanoparticles. The Ag-doped $CoWO_4$ nanomaterials were successfully prepared via a facile chemical precipitation method, and their structural and morphological properties were investigated using X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and XPS techniques. The XRD analysis confirmed the formation of a single-phase $CoWO_4$ structure with no apparent phase separation upon Ag doping. The SEM images of two sample revealed well-defined broken rods like nanoparticles with an average size of 10-50 µm. The photocatalytic activity of Ag-doped $CoWO_4$ nanoparticles was evaluated by the degradation of a model organic pollutant under UV light irradiation. The results showed a significant enhancement in the photocatalytic efficiency of Ag-doped $CoWO_4$ compared to pristine $CoWO_4$. The enhanced photocatalytic activity can be attributed to the synergistic effect between Ag doping and $CoWO_4$, which promotes charge separation and extends the absorption range into the visible region. Moreover, the Ag-doped $CoWO_4$ nanoparticles exhibited excellent stability and recyclability, indicating their potential as efficient photocatalysts for environmental remediation applications. Overall, this study highlights the successful synthesis of Ag-doped $CoWO_4$ nanoparticles and their enhanced photocatalytic activity under UV-light. The findings contribute to the understanding of the role of Ag doping in improving the performance of metal oxide photocatalysts and pave the way for the development of efficient and sustainable materials for various environmental applications

Anahtar Kelimeler : Ag Doped, $CoWO_4$, Photocatalytic Degradation, Phenol

1. INTRODUCTION

In recent years, advanced oxidation process (AOP) technology has been widely studied. This technology is based on the principle of generating highly reactive oxidants, such as hydroxyl radicals (OH-), to degrade organic pollutants in aqueous solutions. Compared with the traditional methods, AOP technology has the advantages of high efficiency, low cost and easy operation. AOP technology is widely used in the treatment of dyestuff wastewater, and has

achieved good results. The main AOP technologies used to treat dyestuff wastewater include photocatalytic oxidation, electrochemical oxidation, sonochemical oxidation and Fenton oxidation. Photocatalytic oxidation is a method in which the pollutant is degraded using a photocatalyst (such as titanium dioxide, zinc oxide, etc.) under the action of light, and it is one of the most widely used AOP technologies. The electrochemical oxidation method generates strong oxidants by electrolyzing water and then uses them to degrade the pollutant. Sonochemical oxidation is a method in which high-frequency sound waves generate strong oxidants to degrade pollutants. The Fenton oxidation method uses hydrogen peroxide and iron ions as oxidants to degrade pollutants. To make the process more efficient, new photocatalytic materials with low cost and high activity are needed. The efficiency of photocatalysis depends on the ability of the catalyst to absorb light and the rate of reaction. Various techniques have been developed to increase the efficiency of the process, such as the use of sensitizers, co-catalysts, and light-harvesting systems. $CoWO_4$ has a layered structure and its electronic properties are highly dependent on its layered structure. It has a direct band gap at 2.8 eV, which is a relatively lower value than most metal oxides [1]. This low band gap allows for the absorption of light in the visible spectrum and is an essential feature for the photocatalytic activities of $CoWO_4$. $CoWO_4$ can also be used as an electrode material due to its high electrical conductivity. Its high electrical conductivity is due to the presence of the W atoms in the tungstate structure, which allows for faster electron transfer and thus higher efficiency in electrochemical processes [2].

2. RESULTS and DISCUSSION

2.1. SEM Images

As seen from the SEM images, both two samples have prickly morphology due to agglomerates or clusters. Also, the crystalline in nature, the observed prickly morphology could be related to the crystal growth process due to the irregular crystal growth, the presence of crystal defects, or preferred crystal orientations. In addition, with a porous structure may exhibit a prickly morphology due to the presence of interconnected pores or voids. The edges or rims of these pores can give the surface a rough or spiky texture.

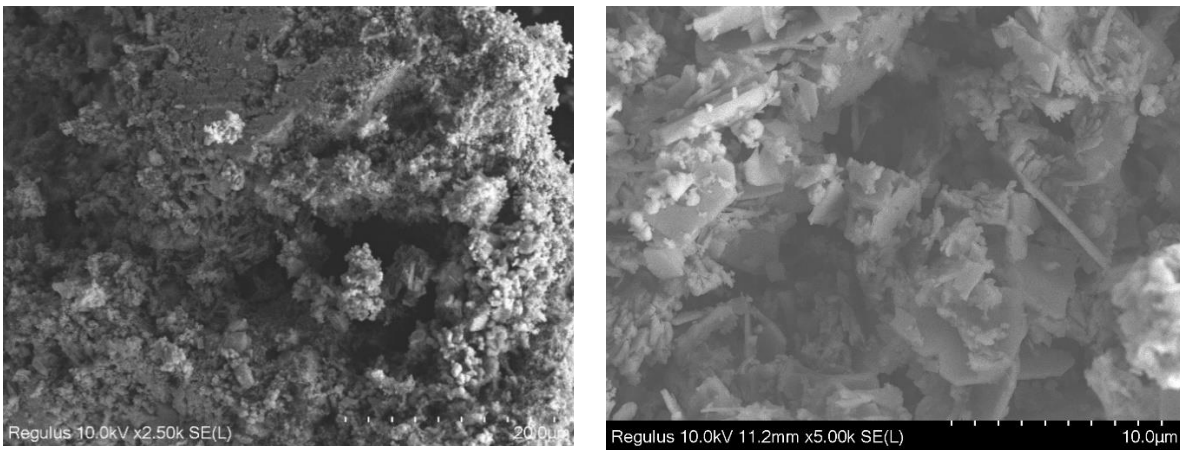


Figure 1. SEM image of $CoWO_4$ (a) and $Ag/CoWO_4$ (b)

2.2. XPS Results

Based on the provided information, the characterization of the Ag, W elements suggests the formation of $CoWO_4$ compound and the oxidation states of the respective elements: In Ag 3d peaks, the observation of two prominent peaks of Ag 3d at 368.48 eV and 374.48 eV indicates the presence of Ag^+ ions. The peaks correspond to Ag $3d_{5/2}$ and Ag $3d_{3/2}$ photoelectrons, respectively. This suggests that the silver (Ag) ions in the material are in the +1-oxidation state [3]. In W 4f peaks, the observed peaks of W 4f can provide information about the oxidation state of tungsten (W) [4]. Based on the combined information from the Ag, and W peaks, the inference is made that the material being characterized is $CoWO_4$, where Ag+ ions are present along with sample and the oxidation state of W is likely +6.

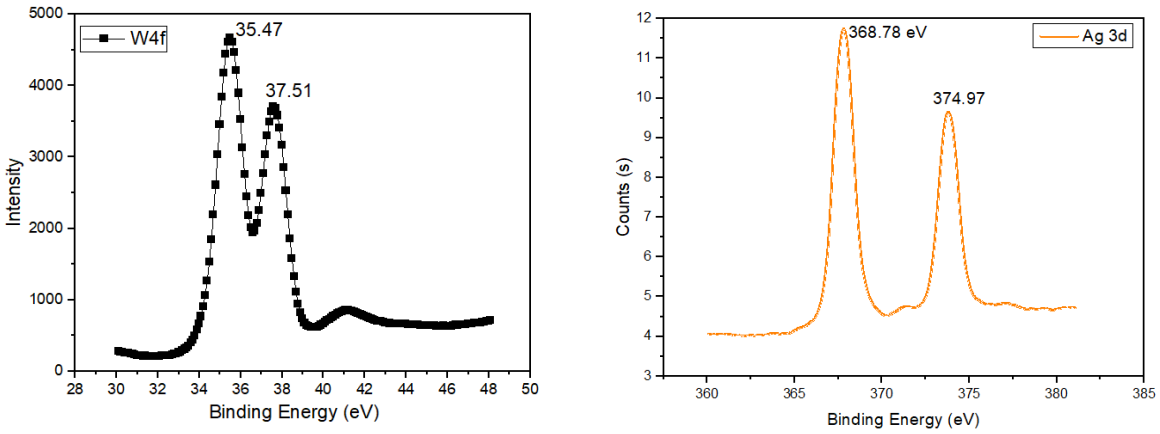


Figure 2. XPS results of W4f and Ag3d

2.3. UV-DRS Results

UV-DRS (Ultraviolet-Visible Diffuse Reflectance Spectroscopy) analysis is a valuable technique for characterizing the optical properties of materials. In the case of Ag-doped $CoWO_4$, the UV-DRS analysis result at 401 nm signifies an important aspect of the material's absorption behavior. UV-DRS analysis revealed an absorption peak at 401 nm for the Ag-doped $CoWO_4$ nanoparticles. This observation indicates the extension of the material's absorption range into the visible region [5]. The appearance of this peak can be attributed to the synergistic effect between Ag doping and $CoWO_4$, which promotes the generation and separation of photogenerated charge carriers. Consequently, the incorporation of Ag ions into the $CoWO_4$ lattice enhances the material's photocatalytic activity under UV-light irradiation. The absorption peak at 401 nm signifies the ability of Ag-doped $CoWO_4$ to harness a broader range of the solar spectrum, allowing for more efficient utilization of visible light energy. This finding is of great significance in the context of photocatalysis and presents a promising opportunity for the development of UV-light-active photocatalysts with improved performance.

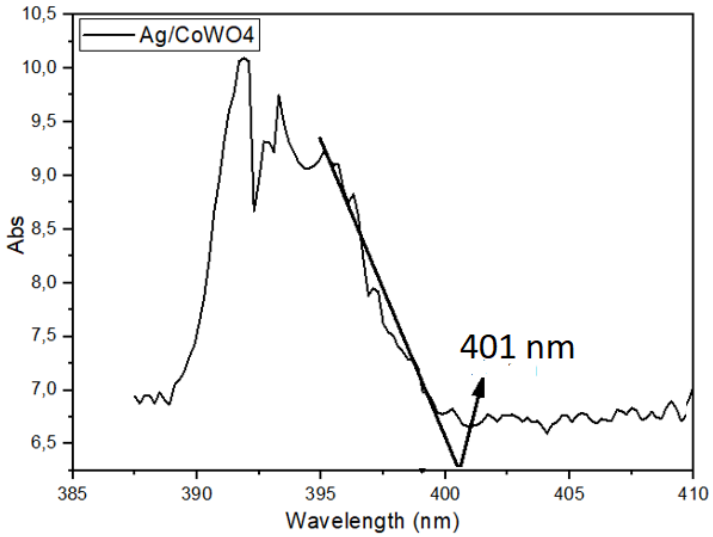


Figure 3. UV-DRS result of $Ag/CoWO_4$

2.4. XRD Results

XRD is a widely used technique to determine the crystal structure and phase identification of solid materials. The angles provided, 23.8°, 24.6°, 30.6°, 36.3°, 38.5°, 41.4°, 52.0°, 54.0°, 61.8°, 65.1°, and 68.6°, are the 2θ values of $CoWO_4$ at which the X-ray diffraction peaks were observed. These angles correspond to the scattering angles of X-rays by the crystal lattice planes of the $CoWO_4$ material [6]. For $Ag/CoWO_4$ the obtain XRD results were almost the same with $CoWO_4$. It can be concluded that there is some phenomenon caused this, firstly the crystal structures of the two materials are quite similar. In Ag-doped $CoWO_4$, it is possible that the Ag atoms have substituted some of the Co atoms in the crystal lattice without significantly altering the overall structure. Since Ag and Co have similar atomic sizes, the substitution may not cause significant changes in the interatomic distances or lattice parameters, resulting in similar diffraction patterns. Another possibility is that the Ag doping does not induce any phase change in the $CoWO_4$ material. Also, Ag-doped $CoWO_4$ and pristine $CoWO_4$ may have similar crystal structures even without intentional doping. It's possible that the presence of Ag does not significantly affect the arrangement of atoms or lattice parameters, resulting in comparable XRD patterns.

2.5. 2,6 Dicoloro-Phenol Degradation

To calculate the degradation percentage of 2,6-DCP (2,6-dichlorophenol) in the described photocatalytic experiment, you can use the following equation:

$$\text{Degradation (\%)} = [(C_0 - C_t) / C_0] \times 100$$

Where: C0 is the initial concentration of 2,6-DCP (10 mg/L in this case). Ct is the concentration of 2,6-DCP at a specific time interval. Based on the provided information, the experimental procedure for the degradation of 2,6-DCP can be summarized as follows: Dissolve 10 mg of 2,6-DCP in a sufficient volume of a suitable solvent to obtain a concentration of 10 mg/L. And then, the transferred of 50 mL of the 2,6-DCP stock solution into the UV reactor

and 0.1 g of the photocatalyst sample containing the 2,6-DCP solution stirred. Stirred the solution and catalyst mixture in the dark for 60 minutes to allow for adsorption-desorption equilibrium to be reached. Sampling at 15-minute intervals, withdraw 1 mL of the reaction mixture and filter it to remove any catalyst particles or other impurities. In the filtered samples using a spectrophotometer capable of UV-visible absorption measurements. Use a wavelength of 298 nm (λmax) to monitor the absorbance of 2,6-DCP.

The obtained results presented that $Ag/CoWO_4$ was more active than pristine $CoWO_4$. These results can be attributed to some parameters. Firstly, the synergistic effect improves the photocatalytic performance. Ag dopants may enhance the charge separation and migration processes, promote surface reactions, or modify the band structure of $CoWO_4$, leading to increased photocatalytic activity (Olivera et al., 2022). Secondly electron trapping and transfer, where Ag dopants can act as electron traps, capturing photogenerated electrons and preventing their recombination with holes. This trapping effect reduces electron-hole recombination, extending the lifetime of charge carriers and enhancing photocatalytic efficiency. Finally, plasmonic effects, Silver nanoparticles or Ag dopants can exhibit localized surface plasmon resonance (LSPR) properties. LSPR can enhance light absorption in the visible spectrum, leading to increased generation of electron-hole pairs and improving the photocatalytic activity of Ag-doped $CoWO_4$ under UV-light irradiation (Rong et al., 2022).

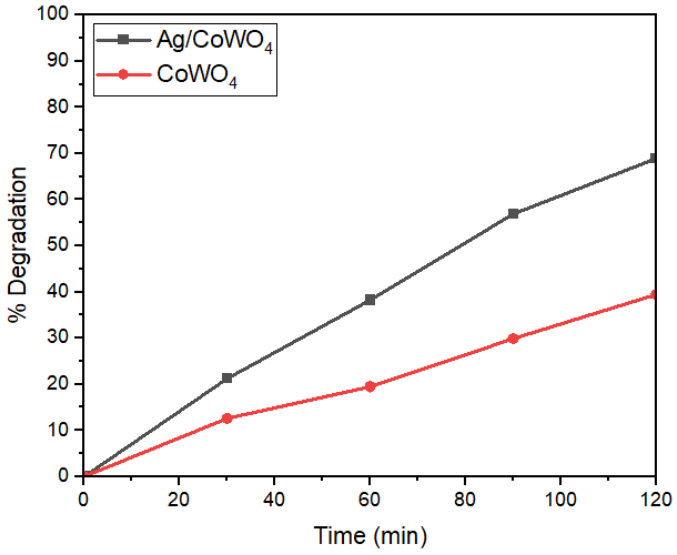


Figure 5. Photocatalytic degradation results of the samples

DISCUSSION

In the present study, Ag doped $CoWO_4$ pristine $CoWO_4$ were prepared with chemical precipitation method. The obtained SEM images present that particles have spiky morphology and lower aggregation. The XRD results exhibited that high crystallite structure for both $CoWO_4$ and Ag/$CoWO_4$. UV-DRS results shoed that 401 nm band edge potential for Ag/doped $CoWO_4$. The photocatalytic performances of the samples displayed that Ag/$CoWO_4$ higher photocatalytic activity than that of pristine $CoWO_4$ under UV light irradiation.

REFERENCES

[1] Mohammed, I. S., & Ammar, S. H. (2022). Synthesis of recyclable core/shell $CoFe2O_4$@ $CoWO_4$ photocatalysts for efficient visible-light photocatalytic degradation of environmental pollutants. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, *17*, 100664.

[2] Xue, M., Bao, X., Li, X., Qin, L., Han, S., & Kang, S. Z. (2019). A novel pathway toward efficient and stable C3N4-based photocatalyst for light driven H2 evolution: The synergistic effect between Pt and $CoWO_4$. *International Journal of Hydrogen Energy*, *44*(52), 28113-28122.

[3] Firet, N. J., Blommaert, M. A., Burdyny, T., Venugopal, A., Bohra, D., Longo, A., & Smith, W. A. (2019). Operando EXAFS study reveals presence of oxygen in oxide-derived silver catalysts for electrochemical CO 2 reduction. Journal of Materials Chemistry A, 7(6), 2597-2607.

[4] Vasilopoulou, M., Soultati, A., Georgiadou, D. G., Stergiopoulos, T., Palilis, L. C., Kennou, S., ... & Argitis, P. (2014). Hydrogenated under-stoichiometric tungsten oxide anode interlayers for efficient and stable organic photovoltaics. Journal of Materials Chemistry A, 2(6), 1738-1749.

[5] Xu, L., Liu, N. P., An, H. L., Ju, W. T., Liu, B., Wang, X. F., & Wang, X. (2022). Preparation of $Ag3PO_4$/$CoWO_4$ S-scheme heterojunction and study on sonocatalytic degradation of tetracycline. Ultrasonics Sonochemistry, 89, 106147.

[6] Alborzi, A., & Abedini, A. (2016). Synthesis, characterization, and investigation of magnetic and photocatalytic property of cobalt tungstate nanoparticles. Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 27, 4057-4061.

[7] Oliveira, Y. L., Gouveia, A. F., Costa, M. J. S., Lopes, F. H. P., Sczancoski, J. C., Longo, E., ... & Cavalcante, L. S. (2022). Investigation of electronic structure, morphological features, optical, colorimetric, and supercapacitor electrode properties of $CoWO_4$ crystals. Materials Science for Energy Technologies, 5, 125-144.

[8] Rong, F., Xue, Y., Tang, W., Lu, Q., Wei, M., Guo, E., & Pang, Y. (2022). Visible-light-active 1D Ag-$CoWO_4$/$CdWO_4$ plasmonic photocatalysts boosting levofloxacin conversion. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 133, 104267.

ELEKTROOKSİDASYON YÖNTEMİYLE SULU ÇÖZELTİDEN FLUMEKUİN GİDERİMİ VE CCD-RSM MODELİ İLE OPTİMİZASYONU

[1]Hüseyn OSMAN, [2]Gonca ERTÜRK, [3]Doç.Dr Ali İmran VAİZOĞULLAR,
[4]Prof.Dr. Mehmet UĞURLU, [5]Doç.Dr Oğuz AKPOLAT ,

[1]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID : 0000-0003-3535-9331
[2]Muğla Sıtkı Koçman Ünivesitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID : 0000-0002-8821-0330
[3]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuar Programı ORCID ID : 0000-0003-4369-405X
[4]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, RCID ID : 0000-0003-1107-477X
[5]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID : 0000-0002-6623-4323

ÖZET: Antibiyotikler ve ilaca dirençli bakteriler, farklı çevresel matrislerde yaygın olarak bulunur ve ortaya çıkan endişe verici kirletici maddeler olarak kabul edilmektedir. Yaygın olarak kullanılan bir antibiyotik sınıfı olan florokinolonlar (FQ'lar), atık su arıtma tesislerinde tamamen ortadan kaldırılamadığı için genellikle ortamlarda birikmektedir. Antibiyotik kontaminasyonunun azaltılması için ileri oksidasyon yöntemlerinin umut verici bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Elektrooksidasyon işlemi, kimyasal ilavesi gerektirmez ve doğrudan elektron transferinin bir kombinasyonu ile organik kirleticileri tamamen mineralize edebilmektedir. Bu çalışmada, karbon elektrotlar kullanılarak elektrokimyasal ileri oksidasyon yöntemi ile ilaç atığı Flumekuin (FLQ) antibiyotiğinin giderim performansı farklı parametrelerde incelenmiştir. Parametreleri optimize etmek için deneylerin tasarlanmasında yanıt yüzey metodolojisi altında merkezi kompozit tasarım (CCD-RSM) optimizasyon modeli uygulanmıştır. Konsantrasyon, pH, tuz miktarı, voltaj etkisi ve temas süresi bu tasarımın ana parametrelerini oluşturmaktadır. Değişken tahminleri için ikinci dereceden modeller kullanıldı ve istatistiksel parametreleri değerlendirmek ve değişkenlerin etkileşimlerini araştırmak için varyans analizi uygulanmıştır. Konsantrasyon 20 (mgL^{-1}), 5 pH değeri, 15 (V), 0.5 (gL^{-1}) tuz miktarı (NaCl) ve 45 (dk) temas süresi optimum koşulları bulmak için tasarlanan deney setindeki en arzu edilen deneme seçilmiştir. Elde edilen sonuçlardan, elektrokimyasal atık su arıtma uygulamalarında flumekuin gibi dirençli kirleticilerin gideriminde umut verici sonuçların elde edilebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Flumekuin, Elektrooksidasyon, Su arıtma, CCD-RSM

Flumequine Removal From Aqueous Solution By Electrooxidation Method and Optimization with CCD-RSM Model

ABSTRACT: Antibiotics and drug-resistant bacteria are commonly found in different environmental matrices and are recognized as emerging pollutants of concern. Fluoroquinolones (FQs), a widely used class of antibiotics, often accumulate in environments because they cannot be completely eliminated in wastewater treatment plants. Advanced oxidation methods have been shown to be a promising method for reducing antibiotic contamination. The electrooxidation process does not require the addition of chemicals and can completely mineralize organic pollutants through a combination of direct electron transfer. In this study, the removal performance of drug waste Flumekuin (FLQ) antibiotic by electrochemical advanced oxidation method using carbon electrodes was investigated in different parameters. In order to optimize the parameters, the central composite design (CCD-RSM) optimization model was applied under the response surface methodology in designing the experiments. Concentration, pH, salt content, voltage effect and contact time are the main parameters of this design. Quadratic models were used for variable estimates and analysis of variance was applied to evaluate statistical parameters and investigate the interactions of variables. Concentration 20 (mgL-1), pH value of 5, pH value of 15 (V), amount of salt of 0.5 (gL^{-1}) (NaCl) and contact time of 45 (min) was selected as the most desirable experiment in the set of experiments designed to find the optimum conditions.From the results obtained, it has been seen that promising results can be obtained in the removal of resistant pollutants such as flumequine in electrochemical wastewater treatment applications.

Keywords: Flumequine, Electrooxidation, Water treatment, CCD-RSM

1. İNTRODUCTİON

Antibiotics can reach the soil and groundwater depending on their physical and chemical properties. Low concentrations of antibiotics can lead to the development of antibiotic resistance in both pathogenic and non-pathogenic bacteria, highlighting the importance of removing them from the environment in which they are present (Lu et al., 2021). After human use, approximately 10-90% of these drugs are discharged into the sewage system without any alteration. If these waters from various sources are not properly treated, they can cause numerous toxicological effects and give rise to antibiotic-resistant microorganisms. The continuous release of these pharmaceuticals into aquatic systems, even at lower concentrations, poses a significant risk to aquatic organisms, marine biodiversity, and human health, leading to water pollution (Ling et al., 2023). The presence of high concentrations of Flumequin antibiotics, which belong to the fluoroquinolone class and are targeted for treatment, can have a toxic effect on microorganisms in the environment. There is a need to develop a rapid yet effective remediation method to address these issues.

Antibiotics, due to their inherent resistance to degradation, can hinder microorganisms and present significant challenges in the biological treatment of wastewater. Consequently, even after undergoing treatment in wastewater treatment plants, antibiotics may still be present in the treated wastewater unless advanced treatment methods like ozonation, activated carbon, or others are implemented (Yan et al., 2022). Advanced oxidation processes are widely employed for the removal of antibiotics from wastewater. However, in the present study, the utilization of graphite electrodes offers several advantages, including a straightforward electrochemical setup, cost-effectiveness, minimal sample consumption, and convenient electrode replacement, thereby preventing electrode fouling. Notably, the use of graphite electrodes for FLQ antibiotic removal and the application of CCD-RSM optimization model have not been documented in the existing literature.

The field of wastewater treatment has seen a growing interest in electrochemical advanced oxidation processes due to their remarkable efficacy, operational flexibility, stable performance, and modular advantages. In contrast to conventional advanced oxidation processes, electrochemical advanced oxidation processes offer the advantage of not requiring the addition of chemicals, as they can completely degrade organic pollutants through direct electron transfer. The electrooxidation method, which relies on the generation of hydroxyl radicals and their high oxidation efficiency, is considered a cutting-edge technology in the realm of wastewater treatment (Li et al., 2023). In this study, the performance of the electrochemical advanced oxidation method employing graphite electrodes was examined for the removal of Flumequin (FLQ), a pharmaceutical waste, under various parameter settings.

CCD-RSM experiment design optimization model

The key parameters in this experimental design include the initial concentration, pH, adsorbent dosage, temperature, and contact time. To optimize these parameters, a central composite design (CCD) under the response surface methodology (RSM) was employed. The CCD-RSM approach allowed for a comprehensive investigation of parameter optimization. Second-order models were utilized for predicting the variables, and analysis of variance (ANOVA) was

conducted to evaluate the statistical parameters and explore the interactions between variables. The RSM function that best represented the experimental measurements was determined, and the experimental parameters were calculated and optimized using this function (Gohari et al., 2022). The Design Expert software was employed for CCD-RSM and graphical analyses.
By employing the CCD-RSM experimental design optimization model, several unique outcomes are obtained for the study, including determining the interactions among independent parameters, mathematical modeling of the system, and reducing the number of experiments to save time and costs. The advantages offered by the CCD-RSM approach and its graphical analysis provide significant results for the conducted study.

2. MATERIAL AND METHOD

Electrooxidation experiments were conducted using graphite electrodes under a magnetic stirrer in a reactor with a volume of 200 mL, containing wastewater samples. NaCl was added as an electrolyte to ensure sufficient conductivity, and the stirring speed was kept constant for all experiments. The voltage was provided through graphite electrodes connected to an adjustable power supply. The concentration, pH, salt quantity, voltage effect, and contact time constitute the main parameters of these experiments. For pH adjustment, trace amounts of 0.1 M NaOH and 0.1 M HCl were used. In the electrooxidation experiments, the removal of FLQ was determined based on the decrease in absorbance using a UV-Vis spectrophotometer. A spectrum scan between 190 and 800 nm was performed to determine the wavelength to be measured for FLQ, and it was selected based on the wavelength where maximum absorbance was obtained. The schematic diagram and visual representation of the electrochemical reactor designed for the presented study are provided in Figure 1.

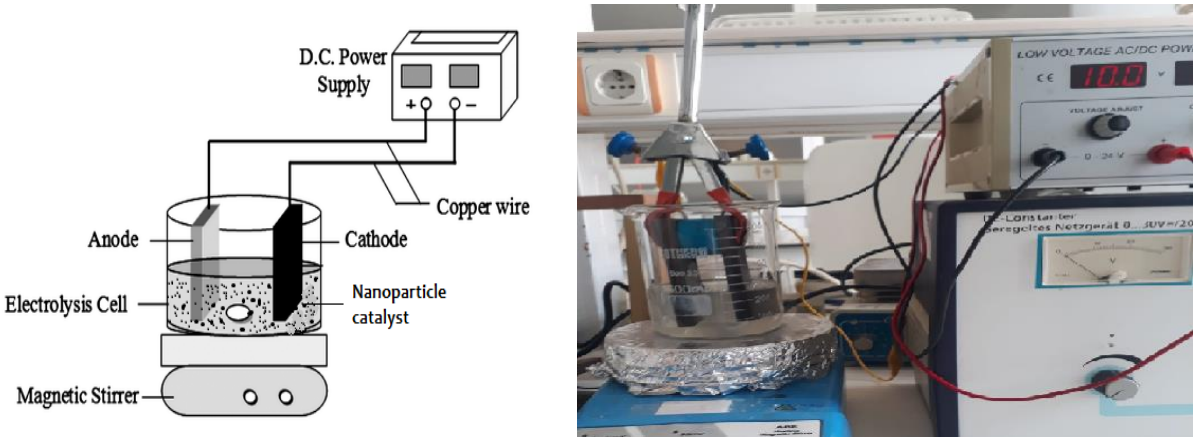


Figure 1. Electrochemical experiment and schematic view

Experimental Design

The experimental design aims to simultaneously change critical parameters that affect the response function and optimize them while improving the experimental results with a limited number of trials (Shi et al., 2020). The CCD-RSM method was applied as an experimental design to enhance the removal performance as a response function and optimize the influencing parameters. The experimental design and the levels of independent parameters for electrooxidation are provided in Table 1. Forty-four experiments were designed using the equation 2k + 2k + L (where k is the number of independent parameters, and L is the number

of central points). As seen in Table 1, due to the implementation of the limited form of the CCD method, there are five coded levels associated with parameter levels: -α, -1, 0, +1, and +α. The +α represents the highest level, 0 represents the middle level, and -α represents the lowest level for each parameter.

Table 1. CCD experimental design and levels

Parameter	Code	Real values				
		-α	-1	0	+1	+α
Voltage (V)	A	1.9	5	10	15	22
Salt (gL^{-1})	B	0.07	0.25	0.375	0.5	0.67
Time (min)	C	6	15	30	45	65
pH	D	3.6	5	6	7	8.4
Concentration ($mgL^{-1)}$	E	6.22	20	30	40	54

3. DISCUSSION AND EVALUATION

To clarify the importance of parameters and the adequacy of the model obtained from CCD-RSM, variance analysis (ANOVA) was employed. The variables A, B, C, D, and E were coded as Voltage, Salt amount, Contact time, pH, and Concentration, respectively. The significance of the model coefficients was evaluated based on the p and F values (Ebrahimpour et al., 2023). The model category explains a significant portion of the total variance and is statistically significant. This indicates that the model has a significant impact on the response variable of the independent variables. Factors A-Voltage, B-Salt, C-Time, and D-pH have significant effects on the response variable. These factors are statistically significant as their p-values are <0.05. The E-Concentration variable is not significant with a high p-value (0.2540). This indicates that the concentration variable does not have a significant effect on the response variable. Interactions between factors such as AB and AC have significant effects on the response variable (p-values <0.05). Other interactions (AD, AE, BC, BD, BE, CD, CE, and DE) are not statistically significant (p-values >0.05). Based on these results, the selected variables and some interactions (AB and AC) have a significant effect on FLQ removal.

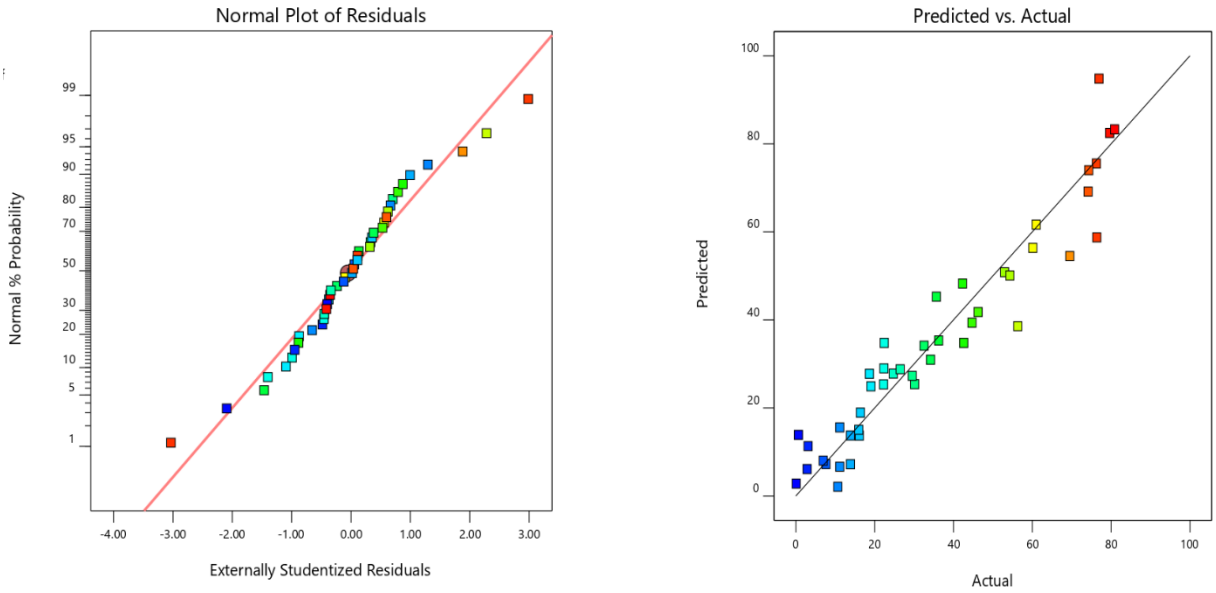
Figure (2a) visually represents the normal probability plot of experimental capacity residuals in an understandable manner. This graph indicates how well the data obtained in the experiments conform to a normal distribution. The points being approximately on the line indicate that the data is closer to a normal distribution (Manzar et al., 2021). We can assess the agreement between the predicted and actual values based on Figure (2b). The points being closely distributed around the line indicate an agreement between the predicted and actual values, while deviations indicate discrepancies. As a result, both graphs are useful for visual analysis and provide important information to understand the experimental results.

Although FLQ removal is effective over a wide pH range using the electrooxidation method, higher removal efficiency was observed at pH 5. Additionally, electrolytes play a significant role in electrochemical treatment processes. The use of NaCl as an electrolyte increases electrical conductivity and reduces the solubility of the solution. Under acidic conditions, the electrolyte concentration in the reaction solution increases, as electrochemical processes perform better in the separation and removal of pollutants. The amount of hydroxyl radicals

produced by lowering the pH of the solution increases, resulting in an increase in the removal rate. When the initial concentration in the electrochemical process is increased, a decrease in the removal efficiency of pollutants is observed. Based on the results of this study and literature reviews, promising results have been obtained for the removal of pollutants during the electrochemical process.

Table 2. Analysis of variance (ANOVA)

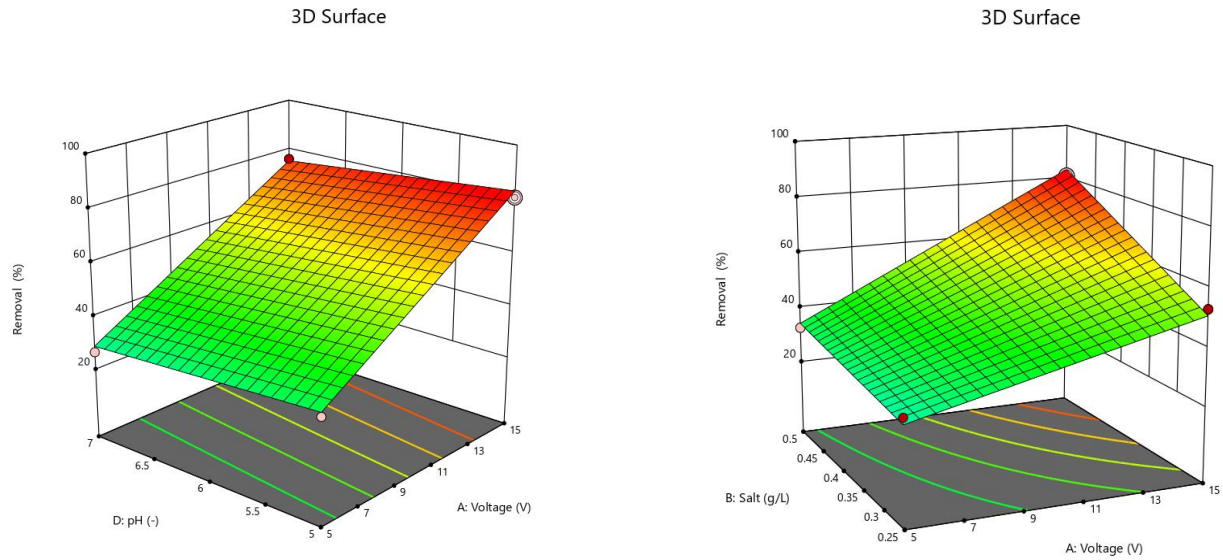
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	24947.05	15	1663.14	20.30	< 0.0001	significant
A-Voltage	10954.81	1	10954.81	133.70	< 0.0001	
B-Salt	2980.90	1	2980.90	36.38	< 0.0001	
C-Time	8419.28	1	8419.28	102.75	< 0.0001	
D-pH	376.00	1	376.00	4.59	0.0410	
E-Concentration	111.11	1	111.11	1.36	0.2540	
AB	1312.51	1	1312.51	16.02	0.0004	
AC	426.76	1	426.76	5.21	0.0303	
AD	11.66	1	11.66	0.1424	0.7088	
AE	213.42	1	213.42	2.60	0.1178	
BC	0.1035	1	0.1035	0.0013	0.9719	
BD	99.26	1	99.26	1.21	0.2804	
BE	0.9384	1	0.9384	0.0115	0.9155	
CD	2.58	1	2.58	0.0314	0.8605	
CE	2.18	1	2.18	0.0267	0.8715	
DE	41.72	1	41.72	0.5092	0.4814	
Residual	2294.22	28	81.94			
Lack of Fit	2090.60	27	77.43	0.3803	0.8835	not significant
Pure Error	203.62	1	203.62			
Cor Total	27241.27	43				



(a) **(b)**

Figure 2. Normal plot of residuals showing the relationship between normal probability (%) and internally residuals (a) and Plots indicating proximity between Predicted and Actual values (b)

CCD-RSM, simultaneously optimize the parameters and use RSM considering the interactions among the designed variables shown in Table 1. The interactions among the variables and their effects on the response function are depicted in Figure 3.



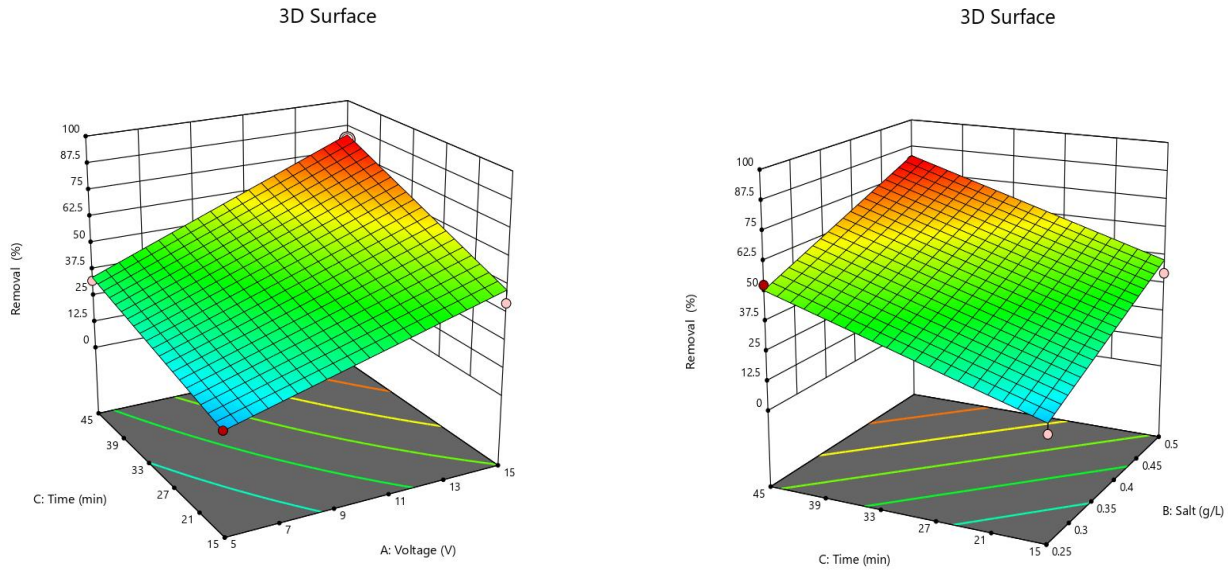


Figure 3. 3D response surface graphics

4. CONCLUSION

In the presented study, experimental investigations were conducted on the removal of Flumequine (FLQ), an antibiotic, using the electrooxidation method under different experimental parameters. The experiments were carried out through multivariable optimization using CCD-RSM. High removal efficiencies were achieved through electrooxidation without the need for chemical additives. Second-degree models were employed for predicting the variables. Variance analysis was applied to evaluate the statistical parameters and investigate the interactions among the variables. Among the designed set of experiments, the most desirable trial was selected with a concentration of 20 mgL^{-1}, pH value of 5, voltage of 15 V, salt (NaCl) of 0.5 gL^{-1}, and contact time of 45 minutes to find the optimum conditions. Considering the optimum conditions, the experimental design exhibits a maximum removal performance of 94.814%.

The promising results obtained in the removal of resistant pollutants such as FLQ in electrochemical wastewater treatment applications have provided a foundation for electrocatalytic studies.

References

Ebrahimpour, E., & Kazemi, A. (2023). Mercury (II) and lead (II) ions removal using a novel thiol-rich hydrogel adsorbent; PHPAm/Fe3O4@ SiO2-SH polymer nanocomposite. Environmental Science and Pollution Research, 30(5), 13605-13623.

Manzar, M. S., Khan, G., dos Santos Lins, P. V., Zubair, M., Khan, S. U., Selvasembian, R., ... & Kayed, T. S. (2021). RSM-CCD optimization approach for the adsorptive removal of Eriochrome Black T from aqueous system using steel slag-based adsorbent: Characterization, Isotherm, Kinetic modeling and thermodynamic analysis. Journal of Molecular Liquids, 339, 116714.

Gohari, R.M., Safari, M., Koohi, A.D., Salehi, M.B. 2022. " Adsorptive removal of cationic dye by synthesized sustainable xanthan gum-g p(AMPS-co-AAm) hydrogel from aqueous media: Optimization by RSM-CCD model" Chemical Engineering Research and Design, 188, 714-728.

Shi, X., Karachi, A., Hosseini, M., Yazd, M. S., Kamyab, H., Ebrahimi, M., & Parsaee, Z. (2020). Ultrasound wave assisted removal of Ceftriaxone sodium in aqueous media with novel nano composite g-C3N4/MWCNT/Bi2WO6 based on CCD-RSM model. Ultrasonics sonochemistry, 68, 104460.

Li, Z., Wang, J., Chang, J., Fu, B., & Wang, H. (2023). Insight into advanced oxidation processes for the degradation of fluoroquinolone antibiotics: Removal, mechanism, and influencing factors. Science of The Total Environment, 857, 159172.

Ling, L.,Yuan, C.,Xu, Q.,Li, T.,Zhu, M.,Zhai, C. 2023. " Directional charge separation on 2D/2D BiVO4/MXene for the enhanced photoelectrochemical detection of oxytetracycline antibiotic in water " Surfaces and Interfaces,36, 102483.

Lu, Q., Dai, L., Li, L., Huang, H., Zhu, W. 2021." Valorization of oxytetracycline fermentation residue through torrefaction into a versatile and recyclable adsorbent for water pollution control" Journal of Environmental Chemical Engineering, 9(4), 105397.

L, Yan., W, Chen., C, Wang., S, Liu., C, Liu., L, Yu., Y, Zheng., J, Jiang., Y, Zhang., C, Xia., SS, Lam. 2022. "Tetracycline removal in granulation: Influence of extracellular polymers substances, structure, and metabolic function of microbial community", Chemosphere, 288, 132510.

KEMOMETRİK HESAPLAMALARDA VERİ MADENCİLİĞİ KULLANIMI

Gonca Ertürk[1], Hüseyn Osman[2], Prof.Dr. Mehmet Uğurlu[3], Doç.Dr. Oğuz Akpolat[4]

[1]Muğla Sıtkı Koçman University, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Türkiye,
0000-0002-8821-0330

[2]Muğla Sıtkı Koçman University, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Türkiye,
0000-0003-3535-9331

[3]Muğla Sıtkı Koçman University, Fen Bilimleri, Kimya Bölümü, Türkiye,

0000-0003-1107-477X

[4]Muğla Sıtkı Koçman University, Fen Bilimleri, Kimya Bölümü, Türkiye,

0000-0002-6623-4323

ÖZET: Kemometri farklı yöntemle elde edilen kimyasal verilerin matematiksel teknikler uygulanarak bu verilerden daha fazla yararlı bilgi elde edilmesi olarak tanımlanabilir. Son zamanlarda bilgisayar donanımlı cihazların gelişmesi kimya alanında çok sayıda veri elde edilmesini sağlamaktadır. Bu verilerin işlenmesi ve değerlendirilmesi için istatiksel yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Kimyasal bir analizde verilere temel oluşturan sinyaller, ölçüm cihazından çıktığı şekli ile analog ve sayısal sinyal olarak ikiye ayrılabilir. Ölçüm alınırken genellikle bir veya birkaç parametre sabit tutularak ya da bunlardan biri kontrollü değiştirilerek, bir diğer büyüklüğün değişimi izlenir. İşlenmiş verilerin belirsizliğinin saptanması ve sonuçların bu belirsizliği içerecek şekilde verilmesi gereklidir. Kemometrinin anahtarı, veriler üzerinde anlamlı hesaplamaların nasıl gerçekleştirileceğini anlamaktır. Çoğu durumda, bu hesaplamalar elde yapılamayacak kadar karmaşıktır. Bu noktada veri madenciği ve veri işleme yöntemleri önem kazanmaktadır. Çok büyük veri hacimleri arasından, anlamı daha önceden bilinmeyen potansiyel olarak faydalı ve anlaşılır bilgilerin dinamik bir süreç ile çıkarıldığı ve arka planda veri tabanı yönetim sistemleri, istatistik, yapay zekâ, makine öğrenme, paralel ve dağıtık işlemlerin bulunduğu veri analiz tekniklerine veri madenciliği adı verilir. Bu süreçte sınıflandırma, kümeleme, veri özetleme sınıflama kurallarının öğrenilmesi, bağımlılık ağlarının bulunması, değişkenlik analizi ve anormalin tespiti gibi farklı birçok teknik kullanılmaktadır. Veri madenciliğinde sınıflandırma ve eğri uydurma öngörü yöntemleri olarak tanımlanırken, kümeleme ve birliktelik analizi gibi yöntemler ise tanımlayıcı olarak nitelendirilirler. Sınıflandırma, bir verinin niteliklerini inceleme ve bu veriyi önceden tanımlanmış bir sınıfa atamaktır. Burada önemli olan, her bir sınıfın özelliklerinin önceden net bir şekilde belirlenmiş olmasıdır. Kümeleme ise verilerin birbirine yakınlığı veya uzaklığına göre gruplandırılmasıdır önceden belirlenmiş grup sınırları yoktur ancak grup sayısı verilerek optimize edilebilir. Bu çalışmada da genel tanımlarla birlikte örnekleme amacıyla farklı coğrafi bölgelerden elde edilen bir grup zeytin yağına ilişkin ölçülen yağ asiti verileri için yapılan temel bileşen analizi ve kümeleme çalışması ile bu örnekler ilişkin gruplandırma sonuçları değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kemometri, Kimyasal Analiz, Veri Madenciliği, Sınıflandırma, Kümeleme

USING DATA MINING IN CHEMOMETRIC CALCULATIONS

ABSTRACT: Chemometric can be defined as obtaining more useful information from chemical data obtained by different methods by applying mathematical techniques. Recently, the development of computer-equipped devices provides a large amount of data in the field of chemistry. Statistical methods are needed for the processing and evaluation of these data. In a chemical analysis, the signals that form the basis of the data can be divided into analog and digital signals as they come out of the measuring device. While taking the measurement, the change of another quantity is followed by keeping one or more parameters constant or by changing one of them in a controlled manner. It is necessary to determine the uncertainty of the processed data and to give the results in a way that includes this uncertainty. The key to chemometrics is understanding how to perform meaningful calculations on the data. In most cases, these calculations are too complex to be done manually. At this point, data mining and data processing methods gain importance. Data mining techniques are used to extract potentially useful and comprehensible information from very large data volumes, the meaning of which is not known before, with a dynamic process, and in the background database management systems, statistics, artificial intelligence, machine learning, parallel and distributed processes are used. In this process, many different techniques are used such as classification, clustering, data summarization, learning classification rules, finding dependency networks, analysis of variability and detection of abnormality. In data mining, classification and curve fitting are defined as predictive methods, while methods such as clustering and association analysis are described as descriptive. Classification is examining the attributes of a data and assigning that data to a predefined class. The important thing here is that the characteristics of each class are clearly predetermined. Clustering, on the other hand, is the grouping of data according to their proximity or distance from each other. There are no predetermined group boundaries, but it can be optimized by giving the number of groups. In this study, together with general definitions, principal component analysis and clustering study for the measured fatty acid data of a group of olive oils obtained from different geographical regions for sampling purposes and the grouping results of these samples were evaluated.

Keywords: Chemometry, Chemical Analysis, Data Mining, Classification, Clustering

GİRİŞ VE AMAÇ: Kemometri bir çok farklı yöntem ile elde edilen kimyasal verilere matematiksel teknikler uygulanarak bu verilerden çok daha fazla yararlı bilgi kazanımı olarak tanımlanabilir. Kemometri aynı zamanda deneysel tasarımda da önemli rol oynamaktadır. Son zamanlarda bilgisayar donanımlı cihazların gelişmesi ile özellikle analitik kimya alanında çok sayıda veri elde edilmektedir. Bu verilerin işlenmesi ve değerlendirilmesi için istatiksel yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Kimyasal analizde işlenen verilere temel oluşturan sinyaller, ölçüm cihazından çıktığı şekli ile analog ve sayısal sinyal olarak ikiye ayrılabilir. Sayısal

sinyallerin daha az gürültü bileşeni içermesi, daha az elektriksel girişime uğraması ve bilgisayarlı sistemlerle uyumlu oluşu gibi üstünlükleri vardır. Ölçüm alınırken genellikle bir veya birkaç parametre sabit tutularak veya bunlardan biri kontrollü değiştirilerek, bir diğer büyüklüğün değişimi izlenir.

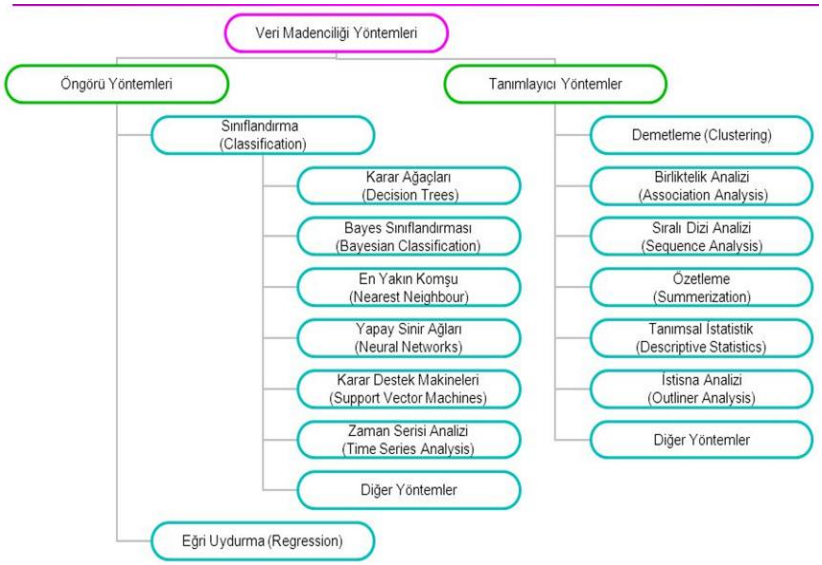
Kimyasal analizde izlenen basamaklar:

1. **Yöntem seçimi:** Nicel analizlerde en önemli basamaklardan biridir, kişinin bilgi ve deneyimi ile laboratuvar olanaklarına bağlıdır. Ayrıca incelenen örneğin yapısı yöntem seçimini etkileyen önemli bir parametredir.
2. **Örnek alma:** Anlamlı bir bilgi edinebilmek için ana örneği çok iyi temsil eden ve laboratuvar koşullarında çalışmaya uygun miktarda örnek alınmalıdır.
3. **Yönteme göre örnek hazırlama:** Analiz yöntemine uygun olarak örnek homojenleştirilir, uygun çözücü ve reaktiflerle çözelti haline getirilir. Sonrasında analizi bozucu etki yapan girişimcilerin giderilmesi işlemleri yer alır.
4. **Kalibrasyon ve Ölçüm alma:** Tüm analitik işlemler örnekte tayin edilmek istenen maddenin fiziksel ya da kimyasal özelliğine ilişkin sinyalin **(X)** ölçülmesini içerir. Bu özellik analit derişimi (C_A) ile orantılı olmalıdır. $\mathbf{X = k\ C_A}$ Bu eşitlikteki **k** orantı katsayısıdır. Çoğu analitik yöntemde bilinen C_A değerleri için bu k katsayısının hesaplanması gereklidir. Bu işleme kalibrasyon denir ve analit derişimi ile analite ilişkin sinyal arasındaki ilişkiyi tanımlar.
5. **Verilerin ayıklanması ve değerlendirilmesi:** Analiz sonuçlarının güvenilirliği incelenmeden analiz tamamlanmış sayılmaz. İşlenmiş verilerin belirsizliğinin saptanması ve sonuçların bu belirsizliği içerecek şekilde verilmesi gereklidir.

Kemometrinin anahtarı,veriler üzerinde anlamlı hesaplamaların nasıl gerçekleştirileceğini anlamaktır. Çoğu durumda, bu hesaplamalar elde yapılamayacak kadar karmaşıktır, bu yüzden bazı yazılımları kullanmak gerekmektedir. Bu noktada veri madenciği ve madencilik yöntemleri çok büyük fayda sağlamaktadır.

Veri Madenciliği; önceden bilinmeyen, geçerli ve uygulanabilir bilginin veri yığınlarından dinamik bir süreç ile elde edilmesi olarak tanımlanabilir. Çok büyük veri hacimleri arasında tutulan, anlamı daha önce keşfedilmemiş potansiyel olarak faydalı ve anlaşılır bilgilerin çıkarıldığı ve arka planda veri tabanı yönetim sistemleri, istatistik, yapay zekâ, makine öğrenme, paralel ve dağıtık işlemlerin bulunduğu veri analiz tekniklerine veri madenciliği adı verilir. Bu süreçte sınıflandırma, kümeleme, veri özetleme sınıflama kurallarının öğrenilmesi, bağımlılık ağlarının bulunması, değişkenlik analizi ve anormalin tespiti gibi farklı birçok teknik kullanılmaktadır. Veri madenciliğinde sınıflandırma ve eğri uydurma öngörü yöntemleri olarak tanımlanırken, kümeleme ve birliktelik analizi gibi yöntemler ise tanımlayıcı olarak nitelendirilirler. Sınıflandırma yöntemlerinin başlıcaları karar ağaçları, bayes sınıflandırma ve yapay sinir ağları ile karar destek makineleridir. Sınıflandırma, kısaca yeni bir nesnenin niteliklerini inceleme ve bu nesneyi önceden tanımlanmış bir sınıfa atamaktır. Burada önemli olan, her bir sınıfın özelliklerinin önceden net bir şekilde belirlenmiş olmasıdır. Kümeleme ise verilerin birbirine yakınlığı veya uzaklığına göre gruplandırılmasıdır önceden belirlenmiş grup sınırları yoktur ancak grup sayısı verilerek optimize edilebilir. Veri madenciliği yazılımları ticari ve açık kaynak kodlu olmak üzere ikigruba ayrılmaktadır.

Veri Madenciliği Temel İlkeleri: Kavramsal anlamda veri, kayıt altına alınmış her türlü olay, durum ya da fikirdir. Veri madenciliği ise, büyük miktarda veriden önceden bilinmeyen, faydalı, kullanışlı, anlamlı bilgilerin keşfedilme sürecidir. Veri madenciliği, diğer bir adla veri tabanında bilgi keşfi; çok büyük veri hacimleri arasında tutulan, anlamı daha önce keşfedilmemiş potansiyel olarak faydalı ve anlaşılır bilgilerin çıkarıldığı ve arka planda veri tabanı yönetim sistemleri, istatistik, yapay zekâ, makine öğrenme, paralel ve dağıtık işlemlerin bulunduğu veri analiz tekniklerine verilen addır. Bu süreçte kümeleme, veri özetleme sınıflama kurallarının öğrenilmesi, bağımlılık ağlarının bulunması, değişkenlik analizi ve anormalin tespiti gibi farklı birçok teknik kullanılmaktadır. Sınıflandırma ise, yeni bir nesnenin niteliklerini incelemek ve bu nesneyi önceden tanımlanmış bir sınıfa atamaktır. Burada önemli olan, her bir sınıfın özelliklerinin önceden net bir şekilde belirlenmiş olmasıdır. Kümeleme ise verilerin birbirine yakınlığı veya uzaklığına göre gruplandırılması olup önceden belirlenmiş grup sınırları yoktur ancak grup sayısı verilerek optimize edilebilir. Verilerin sınıflandırılma süreci iki adımdan oluşur. Veri kümelerine uygun bir model ortaya konur. Söz konusu model veri tabanındaki alan isimleri kullanılarak gerçekleştirilir. Sınıflandırma modelinin elde edilmesi için veri tabanından bir kısım eğitim verileri olarak kullanılır. Bu veriler veri tabanından rastgele seçilir. Test verileri üzerinde sınıflandırma kuralları belirlenir. Ardından söz konusu kurallar bu kez test verilerine dayanarak sınanır.



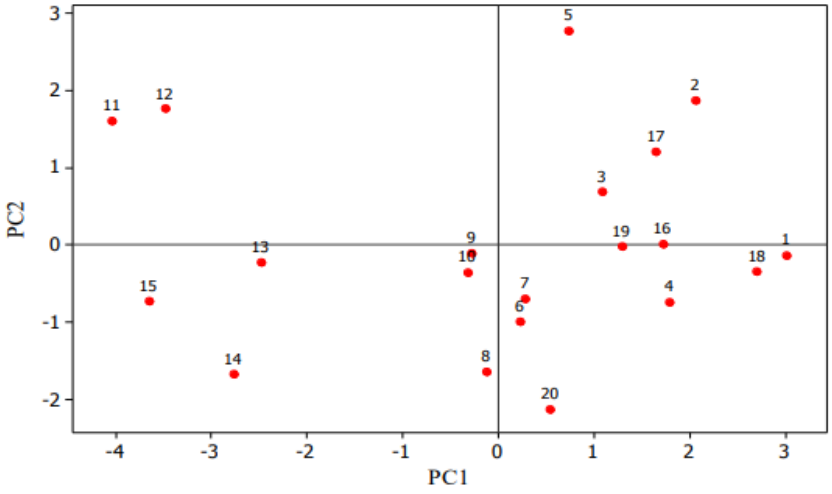
Görsel 1. Veri madenciliği yöntemlerinin sınıflandırılması (https://www.google.com/search?q=veri+madencili%C4%9Fi+ …. grc=JOcH2LIY5dF19M), 2020)

UYGULAMA:

Aşağıda çizelgede farklı coğrafi bölgelerden elde edilmiş 20 adet zeytin yağı örneğinin yağ asitleri profilini göstermektedir. Bu veriler kullanılarak PCA ve HCA analizleri yapılarak sözkonusu 20 örneğin kaç farklı gruba ayrılacağı belirlenmek istenmektedir.

Çizelge 1. Farklı coğrafi bölgelerden elde edilen 20 adet zeytin yağı örneğinin yağ asitleri profili.

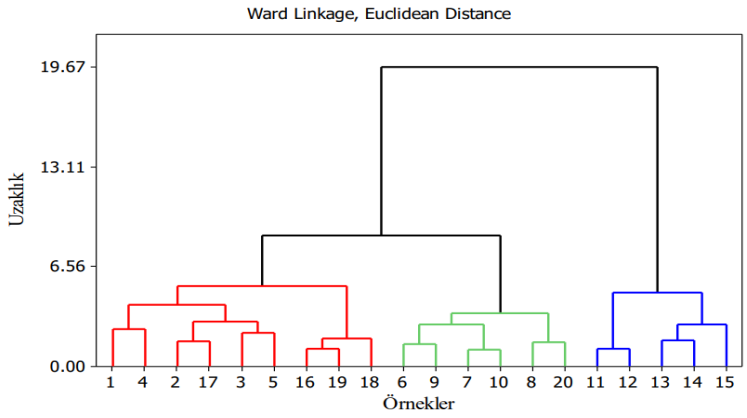
samples	palmitic	palmitoleic	stearic	oleic	linoleic	eicosanoic	linolenic	eicosenoic
1	911	49	268	7924	678	51	70	44
2	922	66	264	7990	618	49	56	29
3	1100	61	235	7728	734	39	64	35
4	1082	60	239	7745	709	46	83	33
5	1037	55	213	7944	633	26	52	30
6	1285	129	244	7323	819	57	65	36
7	1248	107	313	7299	840	46	66	33
8	1356	106	236	7209	866	48	75	36
9	1260	102	228	7354	870	49	64	28
10	1261	121	312	7238	877	47	65	25
11	1364	204	225	6929	1084	21	50	14
12	1410	199	216	7130	955	21	48	19
13	1384	178	208	7105	999	29	67	26
14	1412	185	217	6842	1203	34	72	32
15	1410	232	280	6715	1233	32	60	24
16	1136	72	341	7616	661	49	65	32
17	926	41	277	7815	784	45	65	25
18	1105	69	373	7714	532	51	68	37
19	1109	79	305	7576	763	45	64	36
20	1284	93	265	7235	893	43	77	46



GÖRSEL 2. MİNİTAP programı ile ilk iki temel bileşen skor vektörünün birbirine karşı grafiği.

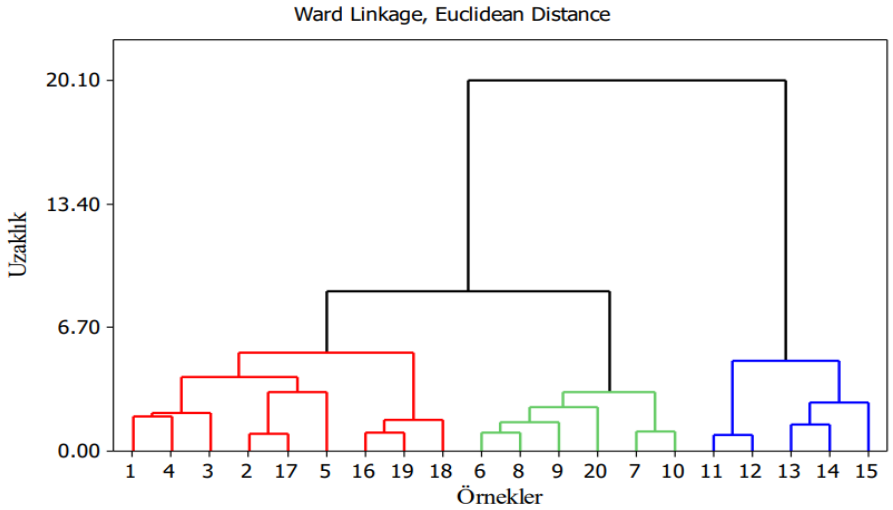
Yukarıda MINITAB çalışma sayfasına aktarılan veriler öncelikle PCA analizine tabi tutulmuş ve sözkonusu 20 örneğin nasıl sınıflandığı aşağıda verilen ilk iki temel bileşen skor vektörünün birbirine karşı grafiği çizilerek gösterilmiştir. PCA analizinden gelen ilk iki skor vektörünün grafiğini incelediğimizde örneklerin genel olarak üç alt gruba ayrıldığını söyleyebiliriz.

Yağ asitlerinden elde edilen veriler ile PCA analizi ve sonra HCA analizinde öncelikle ham veriler kullanılarak dendrogram oluşturulmuş ve elde edilen dendrogram aşağıdaki şekilde verilmiştir.



GÖRSEL 3. MİNİTAP programı ile ham veriler kullanılarak elde edilen dendrogram.

Yukarıda verilen dendrogram yakından incelendiğinde 11, 12, 13, 14 ve 15 numaralı örneklerin bağımsız bir grup olarak sınıflandırıldığı görülmektedir. Öte yandan, geriye kalan 15 örnekten 6, 7, 8, 9, 10 ve 20 numaralı örneklerin bir başka alt grubu oluşturduğu ve son olarak dendrogramın sol tarafındaki 10 örneğin bir başka alt grubu oluşturduğu görülmektedir. Daha sonra HCA analizi, ham veriler yerine, PCA analizinden gelen ve veri setindeki toplam varyansın %95'ini kapsayan ilk 4 temel bileşen skor vektörü kullanılarak oluşturulmuş ve elde edilen dendrogram aşağıda verilmiştir.



GÖRSEL 4. MİNİTAP programı ile ilk 4 temel bileşen skor vektörü kullanılarak oluşturulmuş ve elde edilen dendrogram.

SONUÇ: Yukarıda verilen dendrogram incelendiğinde ham veriler ile elde edilen dendrogramın hemen hemen aynısının PCA analizinden gelen ilk dört temel bileşen vektörü ile de elde edilebildiği görülmektedir. PCA analizinde ilk iki temel bileşen vektörünün verideki toplam değişkenliğin %79.42'sini açıkladığını öte yandan ilk dört temel bileşenin ise %95

civarındaki varyansı kapsadığını görmekteyiz. Farklı programlar / yazılımlar ile aynı yağ asidi verileri üzerinde yapılan sınıflandırma işlemleri ile de benzer sonuçlar elde edilmiştir.

KAYNAKLAR:

Ayşe Çınar Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi • Cilt 14, Sayı 51, Ocak 2019, ISSN 1300-0845, ss. 90-111 DO1: 10.14783/maruoneri.vi.522168

Brereton, R. G., (2003), Chemometrics: Data Analysis for thje Laboratory and Chemical Plant, John Wiley & Sons Ltd.

Doğan, O., (2017), Ücretsiz Veri Madenciliği Araçları ve Türkiyede Bilinirlikleri Üzerine Bir Araştırma, Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi Cilt 8, Sayı 1, 2017

Özdemir, D., (2012), Kemometri Temel Eğitimi Ders Notları, Kimya Akademisi, Antalya., **Silahtaroğlu,G.,** (2016), Veri Madenciliği Kavram ve Algoritmaları, Papatya Yayıncılık

https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software, (2022), SPSS22 Software**,** **https://www.minitab.com/en-us/**, (2022), MINITAB Software, **https://www.knime.com/data-mining**, (2022), KNIME Software

http://www.knime.org/downloads/datasets/bears.csv, (2020), UCI Makine Öğrenimi Deposu Verileri

http://www.amazon.com/Hach-8505700-Measurement-Luminescent-Dissolved /dp/ B00R3EGHJ4 , (2016)

https://erdincuzun.com/makine_ogrenmesi/.../, (2020),

https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software, (2022),

https://www.google.com/search?q=veri+madencili%C4%9Fi+y%C3%B6ntemleri&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjxnpjf1trnAhVd8aYKHXdNCgYQ_AUoAnoECAwQBA&biw=1920&bih=937#imgrc=JOcH2LIY5dF19M, (2020), Veri Madenciliği Yöntemleri

SİKLOSPORİN UYGULANAN RATLARDA BAZI KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE N-ASETİLSİSTEİNİN ETKİLERİ

Ali ÇINAR[1], Dr. Öğr. Üyesi Özkan DURU[2]

[1]Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, - ORCID ID: 0000-0002-4614-9404

[2]Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, - ORCID ID: 0000-0002-8792-442X

ÖZET

Siklosporin (Cs), klinik olarak bir bağışıklık baskılayıcı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Siklosporinin en önemli yan etkileri hipertansiyon, nefrotoksisite, nörotoksisite ve hiperlipidemidir. N-asetilsistein (NAC) antioksidan etkileri kanıtlanmış bir maddedir. Bu çalışma siklosporin uygulanan ratlarda kan parametreleri üzerine N- asetilsisteinin etkilerini araştırmak amacıyla yapıldı. Bu amaçla 32 adet dişi rat her bir grupta 8 adet rat olacak şekilde, kontrol (standart şartlarda besleme, FTS) (1), N asetilsistein (NAC) (100 mg/kg İ.P) (2) Siklosporin (Cs) (20 mg /kg S.C) (3), Siklosporin (Cs) (20 mg /kg S.C) +N asetilsisteinin (NAC) (100 mg/kg İ.P) (4) olmak üzere 4 gruba ayrıldı. İki haftalık bir deneme sonunda ratların kalbinden alınan kanlardan elde edilen serumlarda aspartat aminotransferaz (AST) ve alanin aminotransferaz (ALT) enzim aktiviteleri, üre, kreatinin, total protein, total kolesterol ve trigliserit düzeyleri ile tam kanda lökosit (WBC), eritrosit (RBC), hematokrit (HCT), hemoglobin (HB), ortalama alyuvar hemoglobini (MCH), ortalama alyuvar hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), ortalama alyuvar hacmi (MCV), lenfosit (LYM) değerleri belirlendi. Serum trigliserit düzeyleri Cs grubunda diğer gruplara göre yüksekti ($P<0.001$). N-asetilsistein uygulaması Cs verilmesiyle artan .trigliserit düzeylerini düşürdü ($P<0.001$). Hem Cs hem de NAC uygulaması diğer biyokimyasal parametreleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilemedi ($P>0.05$). Lökosit ($P<0.05$) ve RBC ($P<0.01$) değerleri NAC grubunda diğer gruplara göre düşüktü. Hemoglobin ve HCT değerleri NAC ve Cs gruplarında kontrol grubuna göre düşüktü ($P<0.05$). Sonuç olarak ratlara iki hafta boyunca siklosporin uygulanmasının trigliserit hariç diğer biyokimyasal parametreleri etkilemediği, 100 mg/kg N-astilsiteinin ise siklosporin uygulaması ile artan trigliserit düzeylerini azalttığı, ancak diğer parametreleri anlamlı olarak etkilemediği tespit edildi. Ratlara uygulanan 20 mg/kg siklosporine karşı N-asetilsisteinin farklı dozlarda ve değişik formlarının kullanıldığı araştırmalarının yapılmasının faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kan parametreleri, N-asetisistein, rat, siklosporin

1.GİRİŞ

Bir mantar polipepeptidi olan siklosporin (Cs), klinikte bağışıklık baskılayıcı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır [1]. Siklosporin güçlü immünosüpresif etkisi nedeniyle transplant

cerrahisinde en sık kullanılan ilaçtır [2]. Bu ilacın toksik etkileri, deney hayvanlarının böbrek, karaciğer, hematopoietik sistemleri, lenfoid ve sindirim sistemleri ve deri gibi çeşitli organlarında gösterilmiştir [3]. Siklosporinin en önemli yan etkileri hipertansiyon, nefrotoksisite, nörotoksisite, hepatotoksisite ve hiperlipidemidir [2,4]. Toksik etkiler arasında en ciddi olanları nefrotoksisite ve hepatotoksisiteyi içerir [2]. Hepatotoksisite; hiperbilirubinemi, hipoproteinemi, kanda alkalen fosfataz artışı, yüksek transaminazlar ve safra tuzları ve lipid sekresyonun bozulması ile karakterizedir [1,2]. Karaciğerde meydana gelen histopatolojik değişiklikler sinüzoidal dilatasyon, hepatositlerin sitoplazmik vakuolizasyonu, hücre infiltrasyonu (özellikle periportal alanlarda), parankimal mitoz ve orta derecede hepatoselüler nekrozu içerir. Siklosporinin karaciğerde yaptığı yan etkilerin altında yatan mekanizmalar, kapsamlı çalışmalara rağmen açıklanamamıştır [2]. Tüm bu yan etkiler genel olarak doza bağlıdır ilaç dozunun azaltılması ya da geçici olarak kesilmesi ile genelde düzelir [5]. Yapılan bazı çalışmalarda CsA, dokular arası dağılımda en çok yağ dokusunda birikmiştir. Bunun dışında siklosporin yoğun miktarda pankreas ve sürrenallerde de bulunur [6]. Siklosporinin nefrotoksik etkisi ilerleyici renal disfonksiyon, böbreklerde afferent arteriopati ile karakterizedir. Bunların sonucu olarak serum kreatinin ve üre düzeyleri yükselir, kreatin klirensi azalmaktadır. Siklosporin dozunun azaltılması ya da tedaviye bir süre ara verilmesiyle bu değerler normale dönebilmektedir [7]. Siklosporin tedavisi ile akut renal disfonksiyon, klinik renal transplantasyonda ilk kullanımı sırasında fark edilmiştir [8,9]. Siklosporin A kaynaklı nefrotoksisitenin kesin mekanizması belirsizliğini korumaktadır. Klinik ve deneysel çalışmalar, çeşitli mekanizmaların dahil olabileceğini ortaya koymuştur [9,10]. Siklosporinin yaptığı akut toksik etkiler genellikle geri dönüşümlüdür, oysa kronik etkiler tedavi kesildikten sonra bile kalıcı olarak devam edebilir [2].

Çeşitli araştırmalarda, CsA kaynaklı toksik etkilerin yan etkilerini hafifletmek için birçok antioksidan maddelerin kullanıldığı ifade edilmiştir [11, 12, 13, 14, 15]. N-asetilsistein antioksidan etkileri kanıtlanmış bir maddedir. N–Asetilsistein doğal bir aminoasit olan bir tiol molekül L-Sistein'in N-asetillenmiş türevine verilen isimdir [16]. N- asetilsistein antioksidan özelliğini hidroksil gibi reaktif oksijen radikalleri ile etkileşerek detoksifiye etmesinden alır. NAC moleküler yapısı ile kolayca intarsellüler alana girebilir ve deasetillenerek L–sisteine dönüsür. L–sistein hücre içinde glutatyon sentezini artırır. Glutatyon sitotoksik maddelerin ve oksijen radikallerinin hücreye zarar vermesini önleyerek bütünlüğünü ve fonksiyonlarının devam etmesini sağlayan önemli bir antioksidan ajandır [16, 17]. Yapılan literatür taramalarında ratlarda siklosporinin 21 gün alımından kaynaklanan hepatorenal toksisitesi ile ilgili çalışmalar yapılmış ve koruyucu olarak N-asetisitein [13, 18] ve farklı antioksidanlar kullanılmıştır [14, 19]. Bunun yanı sıra ratlara siklosporinin 21 günden daha az uygulanmasında etkilerini araştıran çalışma sınırlıdır [3,13]. Bu nedenle bu çalışma ile siklosporine kısa süreli maruziyet ile ratların kan parametrelerindeki değişiklikler ortaya konulmuştur

2.DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1.Gereç ve Yöntem

Bu çalışma, Kırıkkale Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Komitesi'nden gerekli izin ve onay alınarak (2023/03, Karar No: 12) Kırıkkale Üniversitesi Hüseyin Aytemiz Deneysel Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yapıldı.

2.2.Barınma ve Yetiştirme Koşulları

Çalışmada kullanılan 32 adet 5-7 aylık 200-300 gr ağırlıklarında Wistar ırkı dişi ratlar deney hayvanları üreten laboratuvardan temin edildi. Ratlar, tel kafeslerde tutularak, oda sıcaklığı 20-22ºC, nem oranı % 50-60 olan odalarda barındırılarak 12 saat aydınlık / karanlık döngüde, yem ve su *ad libutum* olarak verildi.

2.3.Deney Gruplarının Oluşturulması:

Adaptasyon süreci (2 hafta) sonrasında, 32 adet Wistar dişi rat deneme başında hayvanlar tartılarak her grupta canlı ağırlık yönünden fark olmayacak şekilde her birinde 8'er hayvan olacak şekilde 4 gruba ayrıldı. Deneme 2 hafta sürdü. Deneme grupları kontrol (20 mg/kg FTS i. p) (1), NAC (100 mg/kg i.p, Asist, Hüsnü Arsan İlaçları, İstanbul) (2), Cs (20 mg/kg s.c, ,Sandimmun 50 mg/ml, Novartis, Basel, Switzerland) (3) ve Cs (20 mg/kg s.c) + NAC (100 mg/kg i.p) (4) olarak düzenlendi. İki hafta boyunca süren denemenin sonunda ratların kan serumlarında ALT, AST aktiviteleri, üre, kreatinin, total protein, trigiserit ve total kolesterol düzeyleri ile tam kanda WBC, RBC, HCT, HB, MCH, MCHC, MCV ve LYM değerleri belirlendi.

2.4.Kan Numunelerinin Alınması

İki hafta süren denemenin sonunda ratlar kesim öncesinde 8 saat boyunca aç bırakılarak Ksilazin-Ketamin anestezisi yapılarak, kalpten antikoagulantlı (EDTA) ve antikoagulantsız kan tüplerine kanları alındı. Antikoagulantsız kan tüplerine alınan kanlar oda ısısında 45 dakika bekletildikten sonra 3000 *rpm'*de 10 dakika santrifüj edilerek serumları ayrıldı. Eppendorf tüplere alınan serumlar analize kadar -20°C de saklandı. EDTA'lı tüplere alınan kanlarda aynı gün içerisinde hematolojik parametreler değerlendirildi.

2.5.Bazı Biyokimyasal Parametrelerin Belirlenmesi

Serum örneklerinde AST ve ALT aktiviteleri, üre, kreatinin, total protein, trigliserit ve total kolesterol düzeyleri ticari test kitleri (Gesan, İtalya) kullanılarak otoanalizör ile (Gesan Chem 200, İtalya) ölçülerek tespit edildi.

2.6.Bazı Hematolojik Parametrelerin Belirlenmesi

Antikoagulantlı tüplerdeki tam kanda WBC, RBC, HB, HCT, MCV, MCH, MCHC, ve LYM değerleri Abacus Junıor Vet 5 marka kan sayım cihazında ölçülerek belirlendi.

2.7.İstatistiksel Analizler

Çalışma sonucunda elde edilen veriler SPPSS 20.0 istatistik programı ile analiz edildi. Normalite testi yapılarak verilerin parametrik dağılım gösterdiği tespit edildi. Tek yönlü

ANOVA ile analiz edilerek F değerleri anlamlı olduğunda Duncan's testi yapıldı. P<0,05 düzeyi anlamlı olarak kabul edilerek veriler ortalama değerler ve standart hata (x+Sx) olarak verildi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan çalışmada serum AST ve ALT aktivitelerinde, üre, kreatinin, total kolesterol düzeylerinde kontrol ve diğer deneme gruplarına göre Cs grubunda sayısal olarak artışlar saptandı, ancak anlamlı bulunmadı (P>0,05). Serum total protein düzeylerinin Cs grubunda kontrol grubuna göre düşük olduğu gözlendi (P>0,05). Serum trigliserit düzeyleri Cs grubunda diğer gruplara göre yüksek olduğu, NAC uygulamasının Cs verilmesiyle artan trigliserit düzeylerini düşürdüğü tespit edildi (P<0,001). Hem Cs hem de NAC uygulaması diğer biyokimyasal parametrelerini gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilemedi (P>0.05). (Çizelge 1).

Hayvanlarda biyokimyasal ve hematolojik parametrelerin belirlenmesi prognozun doğrulanması ve sonuçların değerlendirilmesi ile uygun tedavinin yapılması açısından önemlidir [20]. Kan parametrelerinde gözlenen değişimler; metabolik olayları ve organların fonksiyonlarını yansıtması açısından araştırmacılara ve hekimlere bilgiler vermektedir [21].

Yapılan bir çalışmada [19] 21 gün süreyle deri altı olarak 15 mg/kg canlı ağırlık/gün Cs uygulanan ratlarda serum AST, ALT aktivitelerinin, total kolesterol, üre değerlerinin arttığı, total protein düzeylerinin ise azaldığı, kreatinin değerlerinin değişmediği tespit edilmiştir. Aynı çalışmada oral olarak 100 mg/kg propolis uygulamasının Cs ile artan AST, ALT aktivitelerini ve üre düzeylerini azalttığı gözlenmiştir. Bu çalışmada Cs kaynaklı karaciğer toksisitesinden dolayı AST ve ALT enzim aktivitelerinin arttığı belirtilmiştir. Trasaminaz enzimleri olan AST ve ALT enzimleri karaciğer hasarının teşhisinde önemli rol oynayan en duyarlı belirteçlerdir. Transaminaz seviyelerindeki değişiklikler, bozulmuş karaciğer fonksiyon durumunun göstergeleridir [20]. Yapılan bir çalışmada [12] ratlarda 21 gün boyunca 20 mg/kg Cs (canlı ağırlık/gün) uygulanmasının serum total ptotein düzeylerini azalttığı, GGT, AST ve ALT aktivitelerini artırdığı saptanmıştır. Duru vd. (2008) [13] 10 gün boyunca 15 mg/kg CsA uygulanan ratlarda artan serum BUN ve kreatinin düzeylerinin NAC verilmesiyle azaldığını vurgulamışlardır. Haleagrahara vd (2009) [18] 21 gün boyunca zeytin yağında çözündürülmüş olarak verilen CsA (20 mg/kg/canlı ağırlık/gün)'nın kontrol veya tek başına NAC (20 mg/kg/canlı ağırlık/gün) uygulanan gruplara kıyasla BUN, serum kreatinin, üre ve ürik asit seviyelerini anlamlı olarak artırdığını, tek başına NAC uygulanan grupta, kontrol gruplarına kıyasla kreatinin, üre ve ürik asit seviyelerinde anlamlı bir düşüş sağladığını, NAC, CsA ile kombine verildiğinde, tek başına CsA uygulanan gruba göre bu kan parametrelerinde önemli bir düşüş sağladığı, ancak bu parametrelerin seviyesi, kontrol grubu ve tek başına NAC gruplarına göre önemli ölçüde yüksek kaldığını saptamışlardır.

Sunulan çalışmada Seven vd.(2014) [19], Hagar vd. (2006) [12]'ın bulgularına uyumlu olarak AST, ALT aktivitelerinde, total kolesterol düzeylerinde kontrol ve diğer deneme gruplarına

göre CsA grubunda sayısal olarak artışlar, protein değerinde ise sayısal olarak azalışlar belirlendi, ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (P>0,05). Bunun nedeni de Cs'nın ratlara 2 hafta süre uygulanmasından dolayı, adı geçen araştırmacıların yaptıkları çalışmalardan daha kısa süreli bir uygulama olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Sunulan çalışmada Seven vd. (2014) [19]'nin bulgularına uyumlu olarak serum kreatinin düzeyleri Cs uygulamasından etkilenmedi, serum trigliserit düzeyleri Cs grubunda diğer gruplara göre yüksek bulundu. Bununla birlikte NAC uygulamasının CsA verilmesiyle artan trigliserit düzeylerini düşürdüğü tespit edildi (P<0.001).

Yapılan çalışmada WBC (P<0.05) ve RBC (P<0.01) sayıları NAC grubunda diğer gruplara göre, HB ve HCT değerlerinin NAC ve Cs gruplarında kontrol grubuna göre düşük olduğu tespit edildi (P<0.05). (Çizelge 2).

Ratlarda akut ve kronik olarak CsA uygulamasının hematolojik parametreler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada [4], 4 hafta boyunca uygulanan CsA (20 mg/kg/gün)'nın RBC sayısında, HB ve HCT değerlerinde, MCHC'de, LYM %'sinde oldukça anlamlı düşüşlere (P<0.01) ve MCV, MCH ve nötrofillerde (%) artışa neden olduğu gözlenmiştir. İki ve 4 haftalık CsA uygulamasında kontrole göre MCV, 4 haftalık uygulamada MCH'nin anlamlı olarak arttığını (P<0.01), 2 ve 4 hafta boyunca CsA uygulanan ratlarda, kontrollerle karşılaştırıldığında lenfosit değerlerinde önemli ölçüde azalmalar (P<0.05) olduğunu saptamışlardır. Aynı çalışmada kontrol ile karşılaştırıldığında akut CsA (tek doz 50 mg/kg oral) uygulamasının, eozinofil %'sinde (P<0.05) ve bazofillerde (P<0.01) önemli düşüşlere neden olduğu gözlenmiştir. Sunulan çalışmada ise 2 hafta boyunca uygulanan CsA'nın kontrole göre HB ve HCT değerlerini anlamlı düzeyde (P<0.05), lenfosit değerlerini ise sayısal olarak düşürdüğü gözlenmiştir (P>0.05). Siklosporin ve HCT değerleri arasında anlamlı bir ters korelasyon olduğu [22] Cs uygulamasının HB düzeylerinde önemli bir azalmaya neden olduğu ve bu da anemi ile sonuçlandığı ve açıklanamayan aneminin en yaygın nedenin de immünosüpresif ilaçlardan kaynaklanan kemik iliği baskılanmasının olabileceği [3] bildirilmiştir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sonuç olarak ratlara iki hafta boyunca uygulanan 20 mg/kg (canlı ağırlık/gün) Cs'nin kontrol grubuna göre serum AST ve ALT aktivitelerini ve total kolesterol düzeylerini sayısal olarak, serum trigliserit düzeylerini önemli düzeyde artırdığı, 100 mg/kg (canlı ağırlık/gün) NAC'nin Cs uygulaması ile artan trigliserit düzeylerini azalttığı, ancak diğer parametreleri anlamlı olarak etkilemediği tespit edildi. Trigliserit artışının, siklosporinin yan etkilerinden hiperlipidemiden oluşabileceğini işaret etmektedir. Bununla birlikte kanda HB ve HCT değerlerinin NAC ve CA gruplarında kontrol grubuna göre anlamlı olarak düşük olması; immünosüpresif ilaçlardan kaynaklanan kemik iliği baskılanmasından oluşan anemiden ileri gelebileceğini düşündürmektedir. Elde edilen bu verilere göre iki hafta uygulanan 20 mg/kg (canlı ağırlık/gün) siklosporinin kısmen toksik etkisinin olduğu, ancak bir antioksidan olan 100 mg/kg dozda N-asetilsiteinin düzeltici etkisinin muhtemelen yeterli olmadığı düşünülmektedir. Ratlarda siklosporin ve N-asetilsisteinin biyokimyasal ve hematolojik parametreler üzerine etkilerinin

net olarak anlaşılması için bu maddelerin aynı dozlarda daha uzun sürelerde yada aynı sürede fark dozlarda denenebileceği yeni çalışmalar yapılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Çizelge 1. Kontrol ve deneme gruplarında bazı biyokimyasal parametreler (x ± Sx)

Parametreler	**Kontrol**	**NAC**	**Cs**	**Cs+NAC**	**P**
AST (U/L)	195.00±11.92	188,60±11.92	223.36±22.11	216.31±14.95	>0.05
ALT (U/L)	43.38±0.81	39.75±2.14	48.50±1.87	42.13±1.87	>0.05
Üre (mg/dl)	51.50±1.21	52.71±1.10	54.87±1.29	53.00±2.41	>0.05
Kreatinin (mg/dl)	0.44±0.04	0.49±0.02	0.53±0.04	0.50±0.05	>0.05
Total protein (mg/dl)	3.60±0.06	3.54±0.09	3.37±0.08	3.49±0.35	>0.05
Trigliserit (mg/dl)	88.13±3.82^{b}	78.29±3.68^{b}	117.33±9.63^{a}	82.38±5.71^{b}	<0.001
Total kolesterol (mg/dl)	151.31±5.78	169.47±4.19	173.45±9.88	155.62±7.24	>0.05

^{a,b}: Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir (P<0.05; P<0.01).

Çizelge 2. Kontrol ve deneme gruplarında bazı hematolojik parametreler (x ± Sx)

Parametreler	**Kontrol**	**NAC**	**Cs**	**Cs+NAC**	**P**
WBC (mm^3)	3.82±0.52^{a}	2.26±0.41^{b}	4.68±0.65^{a}	3.95±0.54^{a}	<0.05
RBC ($x10^6/\mu L$)	7.83±0.25^{a}	6.49±0.24^{b}	7.28±0.21^{a}	7.50±0.19^{a}	<0.01
HB (g/dL)	14.54±0.51^{a}	12.46±0.48^{b}	12.66±0.57^{b}	13.71±0.46^{ab}	<0.05
HCT (%)	46.42±1.65^{a}	40.48±1.70^{b}	39.97±1.88^{b}	43.76±1.52^{ab}	<0,05
MCV (fL)	60.38±1.16^{a}	63.13±1.04^{a}	57.25±0.98 ^{b}	61.00±0.89^{a}	<0.01
MCH (pg)	18.60±0.18	19.26±0.61	18.11±0.34	18.29±0.19	>0.05

MCHC (g/dL)	30.91±0.51	30.54±0.79	31.71±0.19	30.06±0.29	>0.05
LYM (%)	73.63±1.61	69.86±3.01	69.38±2.33	62.57±3.97	>0.05

[a,b]: Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir (P<0.05; P<0.01).

KAYNAKÇA

[1] Brunton, L.L., Lazo, J.S. & Parker, K.L. (2009). *Goodman &Gilman Tedavinin Farmakolojik Temeli* (Ö, Süzer, Çev.), Nobel Kitabevi, 2006.

[2] Lee, J. (2010). Use of antioxidants to prevent cyclosporine a toxicity. *Toxicological research*, *26*, 163-170.

[3] Elsayed, A. S. I., Jbireal, J., & Azab, A. E. (2018). Effect of acute and chronic cyclosporine A treatment on haematological data in male albino rats. *J Appl Biotechnol Bioeng*, *5*(6), 350-357.

[4] Magee, C. C., & Pascual, M. (2004). Update in renal transplantation. *Archives of internal medicine*, *164*(13), 1373-1388.

[5] Sibley, R. K., Rynasiewicz, J., Ferguson, R. M., Fryd, D., Sutherland, D. E., Simmons, R. L., & Najarian, J. S. (1983). Morphology of cyclosporine nephrotoxicity and acute rejection in patients immuno-suppressed with cyclosporine and prednisone. *Surgery*, *94*(2), 225-234.

[6] Eemaire M, Maurer G, Wood AJ. (1986). Pharmacokinetics and Metabolism. *Prog Allergy*,38: s. 93-107

[7] Onsun, N. (2016). Siklosporin. *Türkderm: Türk Deri Hastalıkları ve Frengi Arşivi= Turkderm: Turkish Archives of Dermatology and Venereology*, *50*, 28.

[8] Mason, J. (1990). Pharmacology of cyclosporine (sandimmune). VII. Pathophysiology and toxicology of cyclosporine in humans and animals. *Pharmacological Reviews*, *41*(3), 423-434.

[9] Li, C., Lim, S. W., Sun, B. K., & Yang, C. W. (2004). Chronic cyclosporine nephrotoxicity: new insights and preventive strategies. *Yonsei medical journal*, *45*(6), 1004-1016.

[10] Rezzani, R., Giugno, L., Buffoli, B., Bonomini, F., & Bianchi, R. (2005). The protective effect of caffeic acid phenethyl ester against cyclosporine A-induced cardiotoxicity in rats. *Toxicology*, *212*(2-3), 155-164.

[11] Tirkey, N., Kaur, G., Vij, G., & Chopra, K. (2005). Curcumin, a diferuloylmethane, attenuates cyclosporine-induced renal dysfunction and oxidative stress in rat kidneys. *BMC pharmacology*, *5*(1), 1-10.

[12] Hagar, H. H., El Etter, E., & Arafa, M. (2006). Taurine attenuates hypertension and renal dysfunction induced by cyclosporine A in rats. *Clinical and experimental pharmacology and physiology*, *33*(3), 189-196.

[13] Duru, M., Nacar, A., Yönden, Z., Kuvandık, G., Helvacı, M. R., Koç, A., ... & Söğüt, S. (2008). Protective effects of N-acetylcysteine on cyclosporine-A-induced nephrotoxicity. *Renal failure*, *30*(4), 453-459.

[14] Al-Zail, N. I. (2017). Antioxidant Activity of Lipoic Acid on Cyclosporine A-Induced Physiological Changes to the Kidneys in Male Albino Rats. *Al-Mukhtar Journal of Sciences*, *32*(1), 9-16.

[15] Kadhim, S. A. A., Ghafil, F. A., Majeed, S. A., & Hadi, N. R. (2021). Nephroprotectıve Effects Of Curcumın Agaınst Cyclosporıne A-Induced Nephrotoxıcıty In Rat Model. *Wiadomosci lekarskie (Warsaw, Poland: 1960)*, *74*(12), 3135-3146.

[16] Zafarullah, M., Li, W. Q., Sylvester, J., & Ahmad, M. (2003). Molecular mechanisms of N-acetylcysteine actions. *Cellular and Molecular Life Sciences CMLS*, *60*, 6-20.

[17] Grinberg, L., Fibach, E., Amer, J., & Atlas, D. (2005). N-acetylcysteine amide, a novel cell-permeating thiol, restores cellular glutathione and protects human red blood cells from oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine*, *38*(1), 136-145.

[18] Haleagrahara, N., Yee, T. M., Chakravarthi, S., & Lee, N. (2009). Protective effect of N-acetylcysteine on cyclosporine A-induced changes in lipid hydroperoxide levels and renal dysfunction in rats. *Archives of Medical Science*, *5*(1), 16-22

[19] Seven, I., Baykalır, B. G., Seven, P. T., & Dağoğlu, G. (2014). The ameliorative effects of propolis against cyclosporine A induced hepatotoxicity and nephrotoxicity in rats. *system*, *10*(14), 15

[20] Karagül H, Altıntaş A, Fidancı UR, Sel T, 2000. Klinik Biyokimya, 1. Baskı, Medisan Yayınevi, Dışkapı-ANKARA, s.1-419

[21] 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.

[22] Rosano, T. G. (1985). Effect of hematocrit on cyclosporine (cyclosporin A) in whole blood and plasma of renal-transplant patients. *Clinical chemistry*, *31*(3), 410-412.

POTASYUM DİKROMAT VERİLEN RATLARDA BAZI KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE KUERSETİNİN ETKİSİ

***Arş. Gör. Hilal Özçiflikçi[1], Prof. Dr. Miyase Çınar[2]**

[1]Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-2186-3804

[2]Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, ORCID ID: 0000-0003-4080-7776

*Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü bünyesinde yürütülen Yüksek Lisans Tez projesinden üretilmiştir. Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir (KÜBAP-2022-050)

ÖZET

Ağır metallerden birisi olan krom'un bir bileşiği olan potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$), antropojenik kaynaklı sebepler sonucu doğada bulunur, böbrek ve karaciğer başta olmak üzere birçok dokuda toksiktir. Kuersetin (Q), çeşitli terapötik etkilere sahip olan ve antioksidan etki gösteren bir polifenolik flavonoid türevidir. Bu çalışma, $K_2Cr_2O_7$ verilen ratlarda kan parametreleri üzerine Q'nun etkilerini araştırmak amacıyla yapıldı. Bu amaçla 40 adet erkek wistar albino rat her bir grupta 10'ar hayvan olacak şekilde, kontrol (15 mg/kg FTS gavaj) (1), Q (100mg/kg gavaj) (2), ($K_2Cr_2O_7$), (15 mg/kg gavaj) (3), ve $K_2Cr_2O_7$ (15 mg/kg gavaj) + Q (100 mg/kg gavaj) (4) olmak üzere 4 gruba ayrıldı. Dört haftalık denemenin sonunda ratların kan serumlarında; aspartat aminotransferaz (AST) ve alanin aminotransferaz (ALT) enzim aktiviteleri, üre, kreatinin, total protein, trigliserit düzeyleri ile tam kanda; akyuvar (WBC), alyuvar (RBC), lenfosit (LYM) ve nötrofil (NEU) sayıları, hematokrit (HCT) ve hemoglobin (HGB) değerleri tespit edildi. Potasyum dikromat grubunda AST aktiviteleri ve üre düzeyleri, kontrol ve Q gruplarına göre yüksekti ($P<0.01$). Alanin aminotransferaz aktiviteleri, $K_2Cr_2O_7$ grubunda Q grubuna göre yüksekti ($P<0.05$). Akyuvar ($P<0.01$) sayıları ve lenfosit ($P<0.05$) değerleri $K_2Cr_2O_7$ grubunda, kontrol ve Q gruplarına göre yüksekti. Gruplar arasında kreatinin, total protein, trigliserit düzeyleri NEU, WBC sayıları, HGB ve HCT düzeylerinde anlamlı farklılık bulunamadı ($P>0,05$). Sonuç olarak; ratlara oral olarak 15 mg/kg $K_2Cr_2O_7$ verilmesinin AST aktivitelerini, üre, LYM ve NEU değerlerini artırdığı ancak diğer parametreleri anlamlı olarak etkilemediği gözlendi. Potasyum dikromat verilmesi ile artan parametreler üzerine 100 mg/kg Q'nun etkili olmadığı tespit edildi. Ratlara verilen 15 mg/kg (canlı ağırlık/gün) $K_2Cr_2O_7$ 'a karşı Q'nun koruyucu etkisi için farklı dozlarının, farklı form ve veriliş yolunun uygulandığı araştırmaların yapılmasının yararlı olabileceği kanaatine varıldı.

Anahtar Kelimeler: Kan parametreleri, kuersetin, rat, potasyum dikromat

1.GİRİŞ

Krom (Cr) periyodik tabloda VI-B grubunda atom numarası 24 [1], atom ağırlığı 52, kütle numarası 51,996 ve yoğunluğu 7,19 g/mL olan parlak, sert ve kırılgan bir elementtir [2]. Krom, ortam sıcaklığında 5g/ m^3'ten daha yüksek yoğunluğa sahip olmasından dolayı ağır metal olarak nitelendirilirken [3] aynı zamanda katı faz kütle konsantrasyonunun 100ppm'den az olması nedeniyle iz elementtir [4]. Krom elementi (0)'dan (+6) değerliğe kadar değişen farklı oksidasyon formlarına sahiptir [5]. Üç değerlikli krom (Cr (III)) hücreler için iz elementtir ve birçok besin takviyesinde kullanılır [4,5]. Altı değerlikli krom olan kromat pek çok endüstriyel alanda; metalurji, refrakter ve kimya endüstrisinde, paslanmaz çelikler, tekstil boyaları, boya pigmentleri, metal kaplama, deri tabaklama, ahşap koruyucularda, tütün ürünlerinde kullanılmaktadır [6]. Popülasyonda krom maruziyeti genellikle Cr (III) içeren gıdalardaki kimyasalın yutulması yoluyla gerçekleşir. Ancak kontamine kuyu suyunun içilmesi yahut Cr içeren kontrolsüz tehlikeli atık alanlarının veya Cr kullanan endüstrilerin yakınında yaşamanın bir sonucu olarak da maruziyet mümkün olmaktadır [7]. Krom vücuda çoğunlukla gastrointestinal sistem ve akciğerler yoluyla, daha düşük oranda da deri yoluyla girer [8]. İnhalasyon veya perkütan yolla alınan Cr (VI) iyonları kan plazmasında taşınır ve genellikle konsantrasyona bağlı olarak alyuvarlara nüfuz eder. Alyuvarlar, Cr (III)'e hücre içi indirgeme ve eşzamanlı hücre içi protein bağlanması için Cr (VI) bileşiklerine mesleki olarak maruz kaldıktan sonra kantitatif krom tayini için kolayca erişilebilir bir hedef organ haline gelir [9]. Retiküloendotelyal sistemin Cr'ye karşı gösterdiği afinite ile birlikte yapılan çalışmalarda; böbrek, karaciğer, pankreas ve dalağa oranla beyin dokusu, akciğer, kas ve kanda Cr'nin daha az bulunduğu bildirilmiştir [8]. Kanserojen olarak kabul edilen ve Cr'nin toksik formlarından biri olan bileşik $K_2Cr_2O_7$'dir. DNA harabiyetleri ve mutasyonlara kromat iyonlarının karsinojenik etkilerinin sebep olduğu bildirilmektedir [10].

Krim ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmada 30 gün boyunca 15 ve 25 mg/kg dozda $K_2Cr_2O_7$'a maruz kalmış ratlarda; hepato-renal biyokimyasal parametrelerin önemli derecede arttığını ve hematolojik parametrelerin azaldığını bildirmişlerdir [11]. Mary Momo ve ark. (2019) 28 gün boyunca 10, 20 ve 40 mg/kg dozda $K_2Cr_2O_7$'ya maruz kalmış tavşanlarda artan biyokimyasal ve hematolojik parametreler sonucu hepato-renal ve hemato toksikasyonun şekillendiğini ifade etmişlerdir [12]. Saha ve ark. (2017) çalışmalarında 90 gün boyunca 0.25, 0.5 ve 1 mg/kg dozda $K_2Cr_2O_7$'a maruz kalan ratlarda günlük 1 mg/kg verilen grubun biyokimyasal ve hematolojik parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı artış şekillendiğini bildirmişlerdir [13]. Florenly ve ark. (2016) ise 1.000 mg/L i.p. Cr (VI)'nn 1 mL verildiği ratlarda 5 saat sonra yapılan ölçümlerde üre ve kreatinin seviyelerinin anlamlı olarak arttığını ifade etmişlerdir [14].

Çeşitli araştırmalarda, $K_2Cr_2O_7$ kaynaklı oksidatif stresi önlemek ve yan etkilerini azaltmak için antioksidan maddelerin kullanıldığı bildirilmiştir [11,15,16,17]. Kuersetin, çeşitli terapötik etkilere sahip olan ve flavonoid ailesinin diyetle alınan üyeleri arasında yer alan bir polifenolik flavonoid türevidir [18]. Daha çok soğan, dereotu, kişniş, çeşitli yemişler, elma [18], üzüm, kiraz, mango, narenciye, karabuğday, erik, domates ve çay gibi çeşitli sebze ve meyvelerde bulunur [19]. Kuersetin, antioksidan, antikanser, antiviral, antimikrobiyal, nöroproteksiyon,

antiinflamatuar, kardiyovasküler ve anti-obezite gibi birçok farmakolojik aktiviteye sahiptir [19]. İyi bir metal iyonoforu (antioksidatif, antiinflamatuar ve immünomodülatör çinko iyonofor) olan Q, ayrıca anti-enflamatuar, antimikrobiyal, özellikle patojenik bakterilerin büyümesini sınırlayıcı ve antitümör aktivite gösterir. Vücuttaki glutatyon (antioksidan) seviyesini arttırır. Bu özellikler, Q'u oksidatif stresin neden olduğu birçok hastalığı ve vücuttaki proinflamatuar maddelerin salınmasını önlemek/tedavi etmek için önemli bir terapötik ajan yapar [20].

Dönmez ve ark. (2019) [21] 3 gün boyunca 4 mg/kg dozda i.p. olarak kadmiyum (Cd) 'a maruz kalan ratlarda 50 mg/kg dozda Q'nun etkisi denemiş olup, Q uygulamasının akut Cd toksikasyonuna karşı hematopoietik sistem için koruyucu etkinlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Hashim ve ark. (2019) [22] yaptıkları bir çalışmada Q ve antihiperlipidemik ilaçlar ile biyokimyasal parametreler karşılaştırıldığında; AST ve ALT enzim aktiviteleri ve üre seviyesinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde, kreatinin düzeyinin ise sayısal olarak azaldığını bildirmişlerdir. Bahar ve ark. (2023) [23] ratlara 100 mg/kg manganez klorürü ($MnCl_2$) 0,3 mL, tek doz i.p olarak uygulayıp ardından oral olarak 25 mg/kg Q vermişler ve 4-5 saatlik akut toksikasyon oluşturmuşlardır. Aynı çalışmada yapılan subkronik toksikasyonda 15 mg/kg dozda i.p. $MnCl_2$ ile 50 mg/kg dozda Q uygulandığı bildirilmiştir. Yapılan bu akut ve subkronik toksikasyonların sonucunda Mn maruziyetine karşın Q tedavisinin hepato-renal ve hemato toksikasyonuna karşın olumlu etkilerinin olduğu kanaatine varılmıştır. Yapılan literatür taramalarında ratlara indükte edilen potasyum dikromata karşı kuersetinin etkilerini inceleyen çalışmalar sınırlı sayıda [24,25,26] olmasından dolayı bu çalışmada potasyum dikromat maruziyetine karşın ratların kan parametrelerindeki farklılıklar sunulmuştur.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1.Materyal ve Metot

Bu çalışma, Kırıkkale Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Komitesi'nden gerekli izin ve onay alınarak (2022/03, Karar No:09) Kırıkkale Üniversitesi Hüseyin Aytemiz Deneysel Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yapıldı.

2.2.Barınma ve Yetiştirme Koşulları

Çalışmada kullanılan 2-3 aylık ve 250-300 gr ağırlıklarında 40 adet wistar ırkı erkek ratlar, deney hayvanları üreten laboratuvardan temin edildi. Yem ve su yönünden ad *libitum* olarak beslenen hayvanlar, 12 saat aydınlık/karanlık döngüsünde, oda sıcaklığında (22 °C), nem oranı %50-60 olan ortamlarda ve refaha uygun tel kafeslerde tutuldu.

2.3. Deney Gruplarının Oluşturulması:

İki haftalık adaptasyon sürecine tabii tutulan hayvanlar, daha sonrasında tartılarak, her grupta canlı ağırlık yönünden fark olmaksızın her birinde 10'ar hayvan olacak şekilde 4 gruba ayrıldı.

Deneme 28 gün sürdü. Deneme grupları kontrol (15 mg/kg canlı ağırlık/gün FTS, gavaj) (1), Q (100 mg/kg canlı ağırlık/gün gavaj Cayman, Almanya) (2), $K_2Cr_2O_7$ (15 mg/kg canlı ağırlık/gün gavaj Merk, Almanya) (3) ve $K_2Cr_2O_7$ (15 mg/kg canlı ağırlık/gün gavaj) +Q (100 mg/kg canlı ağırlık/gün gavaj) (4) olacak şekilde düzenlendi. Dört haftalık denemenin sonunda hayvanların kan serumlarında alanin aminotransferaz (ALT) ve aspartat aminotransferaz (AST) enzim aktiviteleri, üre, kreatinin, total protein ve trigliserit düzeyleri ile hemogramda; akyuvar (WBC), alyuvar (RBC), nötrofil (NEU), lenfosit (LYM) sayıları, hematokrit (HCT) ve hemoglobin (HGB) değerleri saptandı.

2.4.Kan Numunelerinin Alınması ve Bazı Kan Parametrelerinin Belirlenmesi

Çalışmanın sonunda sakrifiye edilen hayvanlar işlem öncesi 8-10 saat aç bırakılarak Ksilazin-Ketamin anestezisi altındaki ratlardan kardiyak ponksiyon ile elde edilen kan numuneleri antikoagülanlı (EDTA'lı) ve antikoagülansız tüplere alındı. Biyokimyasal parametrelerin incelenmesi amacıyla antikoagülansız tüplere alınan kan numuneleri oda sıcaklığında 45 dk inkübasyonun ardından 3000 *rpm*'de 10 dk santrifüj edilerek serumları ayrıldı. Serum numunelerinin analizi yapılana kadar -20°C de derin dondurucuda muhafaza edildi. Antikoagülanlı tüplere alınan numuneler aynı gün içerisinde hematolojik parametreler yönünden incelendi.

2.5.Bazı Biyokimyasal Parametrelerin Belirlenmesi

Elde edilen serum numunelerinde ALT ve AST enzim aktiviteleri, üre, kreatinin, total protein ve trigliserit düzeyleri ticari test kitleri (Gesan, İtalya) kullanılarak otoanalizör (Gesan Chem 200, İtalya) cihazı ile belirlendi.

2.6.Bazı Hematolojik Parametrelerin Belirlenmesi

Antikoagülanlı tüplere alınan tam kanda; WBC, RBC, NEU, LYM sayıları, HGB ve HCT değerleri otomatik kan sayım cihazında (ABACUS JUNIOR VET 5, Amerika) okutularak belirlendi.

2.7.İstatistiksel Analizler

Elde edilen veriler istatistik programı (SPPSS 20) kullanılarak tek yönlü ANOVA testi uygulanarak F değerleri anlamlı olduğunda Duncan's testi yapıldı. Değerlendirmede elde edilen veriler $P<0,05$ düzeyi anlamlı farklılığın göstergesi olarak kabul edildi. Sonuç bilgileri ortalama değerler ve standart hata (x+Sx) şeklinde verildi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Sunulan çalışmada $K_2Cr_2O_7$ ve $K_2Cr_2O_7$+Q verilen gruplarda serum AST aktiviteleri kontrol ve Q gruplarına göre yüksek olduğu saptandı ($P<0.01$). Serum ALT aktiviteleri $K_2Cr_2O_7$ grubunda Q grubuna göre yüksek bulundu ($P<0.05$). Serum üre ($P<0.01$) ve kreatinin ($P>0.05$) düzeylerinin $K_2Cr_2O_7$ ve $K_2Cr_2O_7$+Q verilen gruplarda kontrol ve Q gruplarına göre yüksek olduğu tespit edildi. $K_2Cr_2O_7$ verilen gruplarda kontrol ve Q grubuna göre serum total protein düzeylerinde sayısal olarak azalışlar, trigliserit düzeylerinde ise artışlar gözlendi, ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($P>0.05$). Kuersetin uygulamasının biyokimyasal parametreler üzerinde etkili olmadığı tespit edildi ($P>0.05$). (Çizelge 1).

Sunulan çalışmada WBC ($P<0.01$) sayıları ve lenfosit ($P<0.05$) değerlerinin $K_2Cr_2O_7$ grubunda kontrol ve Q gruplarına göre yüksek olduğu saptandı. Kuersetin grubunda RBC, HCT değerlerinin $K_2Cr_2O_7$ verilen gruplara göre yüksek olduğu gözlendi, ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($P>0.05$) (Çizelge 2)

Kan parametreleri, toksik maddelere ve diğer durumlara ve/veya maddelere maruz kalan hayvanların durumunun patolojik bir yansıtıcısı olarak işlev görür [27].

Akinwumi ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada 12 mg/kg dozda 1 hafta boyunca $K_2Cr_2O_7$'ya maruz kalan ratlarda serum AST ve ALT aktiviteleri, kreatinin düzeyleri, kan WBC ve LYM düzeylerinin önemli ölçüde artış olduğunu bildirmişlerdir [28]. Saha ve ark. (2017) çalışmalarında erkek albino ratlara 90 gün boyunca oral olarak 0.25, 0.5 ve 1 mg/kg $K_2Cr_2O_7$ vermişlerdir. Bu araştırmacılar 0.5 mg/kg $K_2Cr_2O_7$'ın ratlarda HGB, RBC, WBC ve trombosit sayılarında azalış gösterdiğini ve pıhtılaşma süresinin önemli ölçüde arttığını, dolayısıyla anemik bir durum şekillendirebileceğini ifade etmişlerdir. Aynı çalışmada plazma ALT ve AST aktivitelerinde, glukoz ve kolesterol seviyesindeki artışla birlikte plazma protein ve albümin konsantrasyonunda bir azalma olduğunu, bu durumun ağır metallerin ratlar üzerindeki genel ve sistemik toksik etkisine işaret ettiğini ortaya koymuşlardır [13]. Krim ve ark. (2013) 30 gün boyunca oral olarak 15 ve 25 mg/kg dozda $K_2Cr_2O_7$ verilen ratlarda; serum AST, ALT ve ALP enzim aktivitelerinde, üre, kreatinin, total lipit, total kolesterol ve trigliserit düzeylerinde artış olduğunu, bir flavanoid olan zencefil ilavesinin kromattan dolayı artan enzim aktivitelerinde ve lipit profilinde önemli bir azalışa neden olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada kromat verilen grupta RBC, HCT, MCV, HGB düzeylerinde anlamlı düşüşler olduğu ve zencefil ilavesinin bu parametreler üzerinde etkili olmadığı, sonuç olarak kromatın anemiye neden olabileceği ortaya konulmuştur [11]. Ejoh ve ark. (2021) 21 gün boyunca 0.635 mg/ kg dozda $K_2Cr_2O_7$'ya maruz kalan dişi ve erkek ratlarda $K_2Cr_2O_7$'nın NEU, LYM'i artırırken HGB ve HCT konsantrasyonunu azalttığını tespit etmişlerdir [29].

Sunulan çalışmada Krim ve ark. (2013)'nin [11] bulgularına uyumlu olarak $K_2Cr_2O_7$ uygulaması ile serum AST ($P<0.01$) ve ALT ($P>0.05$) aktiviteleri ile üre ($P<0.01$) ve kreatinin ($P>0.05$) düzeyleri artmıştır. Plazma veya serumdaki karaciğer enzimlerindeki (ALT ve AST) yükselmenin, karaciğer, böbrek ve kalpteki doku hasarına veya hücre zarının geçirgenliğindeki değişikliklere ve transaminazların sentezinin artması ya da yıkımının azalmasından dolayı kaynaklanabileceği [30] düşünülmektedir. Serum üre ve kreatinin değerlerinin artışı ratlarda

kromun renal toksisiteye neden olması [31,32] ve böbrekler vasıtası ile atılmasından dolayı [33] ileri gelebileceğini düşündürmektedir.

Sunulan çalışmada Akinwumi ve ark. (2016)'nın [28] sonuçlarına paralel olarak akyuvar sayısı artmış, Ejoh ve ark. (2021) 'nın [29] bulgularına uyumlu olarak da LYM değerleri artmıştır. Akyuvar sayısındaki bu artışın $K_2Cr_2O_7$'ın yaratttığı kronik inflamasyona karşı bir belirteç olabileceği ifade edilmiştir [28]. Beyaz kan hücrelerinin bileşenlerinden monositler, granülositler ve lenfositler patojenlere karşı koruyucu görevi görür ve enfeksiyon durumunda artma eğilimindedir [12]. Bu nedenle, bu çalışmada WBC'deki artış, $K_2Cr_2O_7$'ın bir toksik madde olarak kabul edilmesiyle açıklanabilir. Krim ve ark. (2013)'nın [11] bulgularına uyumlu olarak da yapılan çalışmada ratlara $K_2Cr_2O_7$ verilmesi ile RBC ve HGB değerlerinde düşüşler olduğu gözlenmiş, ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

4.. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sonuç olarak, ratlarda 15 mg/kg (canlı ağırlık/gün) $K_2Cr_2O_7$'ın kontrol grubuna göre AST enzim aktiviteleri ve üre düzeylerini istatistiki olarak önemli düzeyde, ALT enzim aktiviteleri ve kreatinin düzeylerini sayısal olarak artırdığı, total protein düzeylerini ise sayısal olarak azalttığı gözlendi. Bu sonuçlar ağır metallerin ratlar üzerindeki genel ve sistemik toksik etkisini işaret etmektedir. Kontrol grubuna göre $K_2Cr_2O_7$'ın WBC ve LYM sayılarını istatistiki olarak önemli düzeyde artırmış olması muhtemelen antiinflamatuvar bir yanıtın şekillenmiş olabileceğini göstermektedir. Elde edilen bu bilgiler ışığında, 15 mg/kg (canlı ağırlık/gün) $K_2Cr_2O_7$'ın toksik etkisinin olabileceği, ancak Q'nun 100 mg/kg (canlı ağırlık/gün) dozunun muhtemelen yeterli antioksidan etkisini gösteremediği düşünülmektedir. Ratlarda $K_2Cr_2O_7$'ın ve Q'un biyokimyasal ve hematolojik parametreler üzerine etkilerinin tam olarak saptanması ve aydınlatılması için bu maddelerin farklı dozlarının, farklı form ve veriliş yolunun tecrübe edileceği yeni çalışmaların ortaya konması kanaatine varılmıştır.

Çizelge 1. Kontrol ve deneme gruplarında bazı biyokimyasal parametreler (x ± Sx)

Parametreler	K	Q	$K_2Cr_2O_7$	$K_2Cr_2O_7$+Q	P
AST (U/L)	164.06±9.27^{b}	157.79±6.93^{b}	206.07±12.25^{a}	197.30±10.16^{a}	<0.01
ALT (U/L)	49.78±1.35^{ab}	48.33±1.22^{b}	59.89±1.87^{a}	58.11±6.25^{ab}	<0.05
Üre(mg/dL)	53.67±1.21^{b}	54.67±0.83^{b}	61.44±2.41^{a}	60.11±1.72^{a}	<0.01
Kreatinin (mg/dL)	0.52±0.02	0.54±0.03	0.60±0.03	0.58±0.04	>0.05
Total Protein (mg/dL)	3.37±0.05	3.30±0.05	3.26±0.04	3.28±0.04	>0.05
Trigliserit (mg/dL)	56.89±3.11	57.33±2.05	61.33±2.67	59.00±5.10	>0.05

^{a,b} : Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir (P<0,05; P<0,01).

Çizelge 2. Kontrol ve deneme gruplarında bazı hematolojik parametreler (x ± Sx)

Parametreler	K	Q	$K_2Cr_2O_7$	$K_2Cr_2O_7$+Q	P
WBC ($x10^9$/L)	1,89±0,36^{bc}	1,23±0,04^{c}	3,19±0,50^{a}	2,62±0,34^{ab}	<0,01
RBC ($×10^{12}$/L)	7,80±0,30	8,24±0,27	7,72±0,27	7,94±0,41	>0,05
NEU ($x10^9$/L)	0,52±0,18	0,73±0,18	1,02±0,22	0,92±0,13	>0,05
LYM ($x10^9$/L)	0,98±0,26^{bc}	0,64±0,05^{c}	1,96±0,38^{a}	1,54±0,32^{ab}	<0,05
HGB (g/dL)	14,65±0,19	14,06±0,46	13,71±0,56	13,58±0,53	>0,05
HCT (%)	44,34±2,80	48,41±1,31	44,23±1,71	46,63±1,48	>0,05

^{a,b,c} : Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir (P<0,05; P<0,01).

KAYNAKÇA

[1] Zulfiqar, U., Haider, F., Ahmad, M., Hussain, S., Maqsood, M., Ishfaq, M., Shahzad, B., Waqas, M., Ali, Dr. B., Tayyab, M., Ahmad, S., Khan, I., & Eldin, S. (2023). Chromium toxicity, speciation, and remediation strategies in soil-plant interface: A critical review. *Frontiers in Plant Science*, *13*. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1081624

[2] Acar, B. Ç., & Yüksekdağ, Z. (2023). Deri Endüstrisinde Krom Kullanımı ve Biyolojik Yöntemlerle Krom Giderimi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *6*(1), Article 1. https://doi.org/10.47495/okufbed.1089874

[3] Khan, A., Khan, S., Khan, M. A., Qamar, Z., & Waqas, M. (2015). The uptake and bioaccumulation of heavy metals by food plants, their effects on plants nutrients, and associated health risk: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, *22*(18), 13772-13799. https://doi.org/10.1007/s11356-015-4881-0

[4] Guertin, J., Jacobs, J. A., Avakian, C. P., & Independent Environmental Technical Evaluation Group (Ed.). (2005). *Chromium (VI) handbook*. CRC Press.

[5] McDowell, L. R. (2003). Chapter 16: Chromium, Newly Discovered and Other Trace Element. İçinde *Minerals in Animal and Human Nutrition, 2nd Edition* (2. bs, s. 487). Elsevier. http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=9ac4e1bee554f70442591823ac64f15d

[6] Sun, H., & Costa, M. (2021). Chapter 8—Chromium. Içinde *Handbook on the Toxicology of Metals: Volume II: Specific Metals* (5. bs, ss. 197-220). Academic Press.

[7] Wexler, P. (2014). Chromium. Içinde *Encyclopedia of Toxicology* (3. bs, ss. 952-958). Academic Press.

[8] Wilbur, S., Abadin, H., Fay, M., Yu, D., Tencza, B., Ingerman, L., Klotzbach, J., & James, S. (2012). *Toxicological Profile for Chromium*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (US). http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK158855/

[9] Ray, R. R. (2016). Adverse hematological effects of hexavalent chromium: An overview. *Interdisciplinary Toxicology*, *9*(2), 55-65. https://doi.org/10.1515/intox-2016-0007

[10] Shadreck, M., & Mugadza, T. (2013). Chromium, an essential nutrient and pollutant: A review. *Afr. J. Pure Appl. Chem.*, *7*, 310-317.

[11] Krim, M., Messaadia, A., Maidi, I., Aouacheri, O., & Saka, S. (2013). Protective effect of ginger against toxicity induced by chromate in rats. *Annales De Biologie Clinique*, *71*(2), 165-173. https://doi.org/10.1684/abc.2013.0806

[12] Mary Momo, C. M., Ferdinand, N., Omer Bebe, N. K., Alexane Marquise, M. N., Augustave, K., Bertin Narcisse, V., Herve, T., & Joseph, T. (2019). Oxidative Effects of Potassium Dichromate on Biochemical, Hematological Characteristics, and Hormonal Levels in Rabbit Doe (Oryctolagus cuniculus). *Veterinary Sciences*, *6*(1), 30. https://doi.org/10.3390/vetsci6010030

[13] Saha, J., Choudhuri, S., & Choudhuri, D. (2017). Effect of subchronic exposure to chromium on hematological and biochemical parameters of male albino rat. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, *10*, 345. https://doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v10i5.17468

[14] Florenly, Fachrial, E., Hermansyah, A., & Zein, R. (2016). *The Effects of Cr(VI) in the kidney of experimental rats and utilization of longanpeel fruit (Dimocarpuslongan) as renal protector in dentistry*. *8*, 144-148.

[15] Barrera, D., Maldonado, P. D., Medina-Campos, O. N., Hernández-Pando, R., Ibarra-Rubio, M. E., & Pedraza-Chaverrí, J. (2003). HO-1 induction attenuates renal damage and oxidative stress induced by K2Cr2O7. *Free Radical Biology & Medicine*, *34*(11), 1390-1398. https://doi.org/10.1016/s0891-5849(03)00068-6

[16] García-Niño, W. R., Tapia, E., Zazueta, C., Zatarain-Barrón, Z. L., Hernández-Pando, R., Vega-García, C. C., & Pedraza-Chaverrí, J. (2013). Curcumin Pretreatment Prevents Potassium Dichromate-Induced Hepatotoxicity, Oxidative Stress, Decreased Respiratory Complex I Activity, and Membrane Permeability Transition Pore Opening. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2013*, e424692. https://doi.org/10.1155/2013/424692

[17] Bashandy, S. A., Salama, A., Fayed, A.-H. M., Omara, E. A., El-Toumy, S. A., & Salib, J. Y. (2020). *Protective Effect of Mandarin (Citrus Reticulata) Peel Extract on Potassium Dichromate Induced Hepatotoxicity and Nephrotoxicity in Rats*.

[18] Khan, F., Niaz, K., Maqbool, F., Ismail Hassan, F., Abdollahi, M., Nagulapalli Venkata, K. C., Nabavi, S. M., & Bishayee, A. (2016). Molecular Targets Underlying the Anticancer Effects of Quercetin: An Update. *Nutrients*, *8*(9), Article 9. https://doi.org/10.3390/nu8090529

[19] Wang, G., Wang, Y., Yao, L., Gu, W., Zhao, S., Shen, Z., Lin, Z., Liu, W., & Yan, T. (2022). Pharmacological Activity of Quercetin: An Updated Review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2022*, 1-12. https://doi.org/10.1155/2022/3997190

[20] Imran, M., Thabet, H. K., Alaqel, S. I., Alzahrani, A. R., Abida, A., Alshammari, M. K., Kamal, M., Diwan, A., Asdaq, S. M. B., & Alshehri, S. (2022). The Therapeutic and Prophylactic Potential of Quercetin against COVID-19: An Outlook on the Clinical Studies, Inventive Compositions, and Patent Literature. *Antioxidants*, *11*(5), 876. https://doi.org/10.3390/antiox11050876

[21] Dönmez, H., Dönmez, N., Kisadere, I., & Undag, I. (2019). Protective effect of quercetin on some hematological parameters in rats exposed to cadmium. *Biotechnic & Histochemistry*, *94*, 1-6. https://doi.org/10.1080/10520295.2019.1574027

[22] Hashim, W., Mshary, G., Al-Samawy, E., & Waad, S. (2019). *Physiological Study about Rosuvastatin and Lovastatin as Compared with Quercetin in Rats (Rattus norvegicus)*.

[23] Bahar, E., Lee, G.-H., Bhattarai, K. R., Lee, H.-Y., Kim, H.-K., Handigund, M., Choi, M.-K., Han, S.-Y., Chae, H.-J., & Yoon, H. (2019). Protective role of quercetin against manganese-induced injury in the liver, kidney, and lung; and hematological parameters in acute and subchronic rat models. *Drug Design, Development and Therapy*, *13*, 907-908. https://doi.org/10.2147/DDDT.S207534

[24] Alasmari, A. F. (2021). Cardioprotective and nephroprotective effects of Quercetin against different toxic agents. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, *25*(23), 7425-7439. https://doi.org/10.26355/eurrev_202112_27440

[25] Becerra-Torres, S. L., Rodríguez-Vázquez, M. L., Medina-Ramírez, I. E., & Jaramillo-Juárez, F. (2009). The flavonoid quercetin protects and prevents against potassium dichromate-induced systemic peroxidation of lipids and diminution in renal clearance of para-aminohippuric acid and inulin in the rat. *Drug and Chemical Toxicology*, *32*(1), 88-91. https://doi.org/10.1080/01480540802449951

[26] Tarasub, N., Tarasub, C., & Ayutthaya, W. D. N. (2010). *Effects of Quercetin on Acute Toxicity of Rat Spleen and Chromosome Aberrations in Bone Marrow Induced by Hexavalent Chromium*. http://imsear.searo.who.int/handle/123456789/132843

[27] Etim, N. (2014). Haematological Parameters and Factors Affecting Their Values. *Agricultural Science*, *2*, 37-47. https://doi.org/10.12735/as.v2i1p37

[28] Akinwumi, K. A., Osifeso, O. O., Jubril, A. J., Adedoja, A. W., Ogunbiyi, E. T., Adebo, F. M., Adesina, I. O., & Odunola, O. A. (2016). Potassium Dichromate Toxicities:

Protective Effect of Methanol Extract of Corchorus olitorius in Albino Rats. *Journal of Medicinal Food*, *19*(5), 457-465. https://doi.org/10.1089/jmf.2015.0116

[29] Ejoh, S. A., Iheagwam, F. N., & Olusola, A. O. (2021). Potassium Dichromate-Induced Hepato- and Hematotoxicity in Rats: Nutritive Composition and Ameliorative Role of Acacia nilotica L. Leaf. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, *16*(2), Article 2. https://doi.org/10.5812/jjnpp.104346

[30] Farag, A., Elhalwagy, M., & Farid, H. (2010). Effect of ginger supplementation on developmental toxicity induced by fenitrothion insecticide and/or lead in albino rats. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, *97*, 267-274. https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2010.03.007

[31] Becerra-Torres, S. L., Rodríguez-Vázquez, M. L., Medina-Ramírez, I. E., & Jaramillo-Juárez, F. (2009). The flavonoid quercetin protects and prevents against potassium dichromate-induced systemic peroxidation of lipids and diminution in renal clearance of para-aminohippuric acid and inulin in the rat. *Drug and Chemical Toxicology*, *32*(1), 88-91. https://doi.org/10.1080/01480540802449951

[32] Fatima, S., & Mahmood, R. (2007). Vitamin C attenuates potassium dichromate-induced nephrotoxicity and alterations in renal brush border membrane enzymes and phosphate transport in rats. *Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry*, *386*(1-2), 94-99. https://doi.org/10.1016/j.cca.2007.08.006

[33] Pedraza-Chaverrí, J., Barrera, D., Medina-Campos, O. N., Carvajal, R. C., Hernández-Pando, R., Macías-Ruvalcaba, N. A., Maldonado, P. D., Salcedo, M. I., Tapia, E., Saldívar, L., Castilla, M. E., & Ibarra-Rubio, M. E. (2005). Time course study of oxidative and nitrosative stress and antioxidant enzymes in K2Cr2O7-induced nephrotoxicity. *BMC Nephrology*, *6*(1), 4. https://doi.org/10.1186/1471-2369-6-4

NANO SELENYUM VE YERLEŞİM SIKLIĞININ ETLİK PİLİÇLERDE STRES GÖSTERGELERİ, BAĞIŞIKLIK VE DNA HASARI ÜZERİNE ETKİSİ

Ömer SEVİM[1], Umair AHSAN[2], Onur TATLI[3], Eren KUTER[4], Ehsan Karimiyan KHAMSEH[5], Artun REMAN TEMİZ[6], Özge SAYIN ÖZDEMİR[7], Aybala KÜBRA AYDIN[8], Hande Sultan ŞAHİNER[9], Merve AVCIOĞLU[10], Ece KOÇ YILDIRIM[11]

[1] Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, - 0000-0001-6123-4159

[2] Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, – 0000-0003-4741-3745

[3] Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,– 0000-0003-2733-1937

[4] Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,– 0000-0003-4536-9058

[5] Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, - 0000-0003-3324-1364

[6] Kartal Kimya Sanayi ve Ticaret AŞ, - 0000-0003-3974-6312

[7] Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, 0000-0002-3952-6769

[8] Erzurum İl Tarım ve Orman Müd. İspir İlçe Müd., - 0000-0001-7420-7117

[9] Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, – 0000-0003-2811-3579

[10] Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, 0000-0003-2061-4395

[11] Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, 0000-0002-3208-6772

ÖZET

Bu çalışmada, nano-selenyum (nano-Se) ve yerleşim sıklığının (YS) etlik piliçlerde stres parametreleri, bağışıklık tepkisi ve DNA hasarı üzerine etkileri incelenmiştir. Toplam 480 adet bir günlük erkek etlik civciv (Ross 308), iki diyet selenyum formu (inorganik veya nano) ve iki YS [düşük = 12 hayvan/m^2 (DYS) ve yüksek = 18 hayvan/m^2 (YYS)] faktörü için 2X2 faktöriyel deneme deseninde her biri 8 alt grup içeren 4 gruba rastgele ayrılmıştır. Diyetler mısır-soya fasulyesi küspesi temelinde hazırlanmış olup yemlerin Se içeriği dikkate alınmadan diyetlere 0,3 mg/kg Se sağlayacak şekilde inorganik (sodyum selenit) ve nano Se eklenmiştir. YYS veya nano-Se nedeniyle lenfoid organ (karaciğer, dalak, bursa fabricius) indeksinde anlamlı bir fark oluşmamıştır. Ne YYS ne de diyetteki nano-Se'nin kan heterofil:lenfosit oranı, serum kortikosteron, glutatyon, süperoksit dismutaz ve malondialdehit seviyeleri üzerinde etkisi olmamıştır. Serum interferon-gama, interlökin 12 ve interlökin 18 seviyeleri ne YS den

ne de diyetteki Se formundan etkilenmemiştir. Bununla birlikte, serum interferon-gama için YS ve diyet Se formu arasında bir interaksiyon tespit edilmiştir (P<0,05). YYS, lenfositteki DNA hasarını arttırmış (P<0,05), ancak diyet nano-Se'nin önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, YYS ve diyetteki nano-Se, organ indeksini, stres göstergelerini ve bağışıklık fonksiyonunu etkilememiştir. Ancak diyetteki nano-Se, YYS'nin serum interferon-gama üzerindeki olası olumsuz etkisini azaltmıştır. YYS, DNA hasarını artırmış ancak diyetteki nano-Se'nin hiçbir etkisi olmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Etlik piliç, Nano-selenyum, Yüksek yerleşim sıklığı, Stres göstergeleri, Bağışıklık, DNA hasarı

1. GİRİŞ

Yerleşim sıklığı (YS), etlik piliç üretiminde verimliliği optimum seviyede tutmak için önemli konulardan biridir. Yüksek yerleşim sıklığı (YYS), birim alan başına üretilen piliç ağırlığını artıran karlı bir faktör olarak görülmektedir. Bununla birlikte, YS 38 kg canlı ağırlık/m^2 nin üzerine çıkarsa piliç sağlığı ve refahı olumsuz etkilenir [1]. Ancak YYS, oksidatif durumu olumsuz etkileyen, büyüme performansını ve bağışıklığı azaltan bir stres faktörüdür [2, 3].

Stres, biyolojik moleküllerde oksidatif hasara neden olan serbest radikallerin üretimini teşvik eder. Antioksidanlar serbest radikalleri nötralize ederek lipidlerin peroksidasyonunu önlerler. Glutatyon peroksidaz (GSH-Px), süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) antioksidan sistemi oluşturur [4]. Selenyum (Se), organizmadaki antioksidan sistemin düzenlenmesi için gerekli olan GSH-Px'in ayrılmaz bir parçasıdır. Ayrıca bağışıklık sisteminin birçok bileşeni için de Se gereklidir [5]. Birçok çalışma, Se'nin antioksidan [6] ve bağışıklık [7] sistemleri üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymuştur.

Mineralin formu, biyoyararlanımı etkileyen bir faktördür ve etlik piliç rasyonlarında genelde olarak inorganik ve organik formları kullanılır. Bununla birlikte, nano form son yıllarda büyük ilgi görmüştür. Nano form, 1 ila 100 nm'lik bir parçacık boyutu ile karakterize edilir. Daha geniş bir yüzey alanına sahiptirler ve sindirim sisteminden kolayca emilebilirler, bu da daha yüksek biyoyararlanımla sonuçlanır [8].

Bu çalışmanın amacı, YYS altında yetiştirilen etlik piliçlerde diyetteki nano-Se'nin stres göstergeleri, bağışıklık tepkisi ve lenfosit DNA hasarı üzerindeki etkisini belirlemektir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Deneme, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Kanatlı Araştırma Birimi'nde yapıldı. Üniversitenin etik kurulu çalışmayı onayladı (No: 64583101/2017/042).

2.1. Deneysel Tasarım ve Diyetler

Toplam 480 adet bir günlük erkek etlik civciv (Ross 308), iki diyet selenyum formu (inorganik veya nano) ve iki YS [düşük = 12 hayvan/m^2 (DYS) ve yüksek = 18 hayvan/m^2 (YYS)] faktörü için 2X2 faktöriyel deneme deseninde her biri 8 alt grup içeren 4 gruba rastgele ayrılmıştır. Hayvanlar, 1 m^2 taban alanı kaplayan (yemlikler ve suluklar hariç) yer bölmelerinde barındırıldı. Deneme boyunca yem ve suya serbest erişimi sağlandı. Deneme süresi 42 gündü.

Mısır-soya fasulyesi küspesine dayalı başlangıç (1-10 gün), büyütme (11-24 gün) ve bitiş (25-42 gün) rasyonları, Aviagen'e [9] göre formüle edildi (Çizelge 1). İnorganik Se kaynağı olarak %99,0 saflıkta sodyum selenit (Sigma-Aldrich Co., ABD) kullanıldı. Nano-Se, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye Nanoteknoloji Mühendisliği Bölümü'nde Zhang ve diğerleri [10] ne göre hazırlandı. Nano-Se, boyutları 30 ile 60 nm arasında değişen %99,95 saflığa sahipti. Yemlerin Se içeriği dikkate alınmadan rasyonlarda 0,3 mg/kg Se sağlamak için sodyum selenit ve nano-Se sırasıyla 0,66 ve 0,30 mg/kg olarak katıldı.

2.2. Lenfoid Organ Ağırlıkları

Deneme sonunda, her tekrardan üç hayvan kesildi (toplam 96 hayvan) ve karaciğer, dalak ve bursa fabricius ayrı ayrı tartıldı. Bağıl organ ağırlıkları canlı ağırlık yüzdesi olarak hesaplandı.

2.3. Stres Göstergeleri ve Sitokin Seviyeleri

Kan örnekleri (iki hayvan/tekrara, toplam 64) subkütanöz damardan (v. subcutanea ulnaris) tüplere alındı, santrifüjlendi, serumlar toplandı ve -20 °C'de saklandı.

Heterofil:lenfosit (H:L) oranını belirlemek için, her kan örneğinden cam lam üzerine kan yayması hazırlandı ve Wright-Giemsa boyası ile boyandı. H:L oranını hesaplamak için hücreler mikroskop altında sayıldı [11].

Kandaki glutatyon (GSH) seviyeleri 412 nm'de spektrofotometrik olarak (Shimadzu UV-1601, Kyoto, Japonya) analiz edildi ve sonuçlar standart GSH solüsyonu [12] ile karşılaştırılarak µmol/g Hb olarak belirlendi. GSH düzeyi için kan örneklerinden Hb (U/g Hb) analizi de yapılmış ve spektrofotometrede 540 nm'de absorbans ölçülmüştür [13]. Serum SOD aktivitesi (U/g protein) spektrofotometre yardımıyla 560 nm'de SUN ve diğerleri [14] tarafından belirtilen yönteme göre yapıldı. Malondialdehit (MDA) absorbansı

spektrofotometrik olarak 532 nm'de ölçüldü ve konsantrasyonu absorbans katsayısı (ε=1,56 10^5/M/cm) ile hesaplandı [15].

Serum kortikosteron, interferon-gama (IFN- γ), interlökin 12 (IL-12) ve interlökin 18 (IL-18) (Cusabio Biotech Co. Ltd. Wuhan, Hubei, China, Cat. No: CSB-E11991C, CSB-Sırasıyla E08550Ch, CSB-E12836C ve CSB-E10070Ch) seviyeleri, üreticinin önerileri izlenerek ticari kitler kullanılarak ELISA ile belirlendi.

2.3. DNA Hasarı

Comet analizi Boyacıoglu ve diğerleri [16] tarafından bildirilen modifiye yönteme göre yapılmıştır. Heparinize tüplere alınan kandan lenfosit izole edildi. DNA hasarını belirlemek için kuyruk yoğunluğu ve kuyruk momenti (%) incelendi. Slaytlar hazırlandı, hücreler agaroz jele gömüldü, parçalandı, DNA sarmalı çözüldü ve elektroforez yapıldı, ardından nötralizasyon ve boyama yapıldı. Son olarak, slaytlar floresan mikroskobu altında görselleştirildi ve hasarlı veya hasarsız DNA görüntüleri alındı. Görüntüler bir bilgisayar yazılım paketi (Comet Assay v4.3, Perspective Instruments, UK) kullanılarak değerlendirildi.

2.4. İstatistiksel Analizler

Lineer model kullanılarak YYS ve nano-Se'nin etkisini değerlendirmek için SPSS'nin GLM prosedürlerinde (sürüm 22.0; IBM Corp., Armonk, NY, ABD) iki yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulandı. Ortalamaların karşılaştırılması Duncan Testi ile yapıldı. Sonuçlar ortalama ± SEM (havuzlanmış) olarak sunuldu ve %95 güven aralığı varsayımı ($P<0,05$) anlamlı olarak ifade edildi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Deneme sonunda DYS ve YYS gruplarında sırasıyla ortalama 34,3 kg ve 50,2 kg canlı ağırlık/m^2 belirlendi.

Bağıl lenfoid organ ağırlıkları için YS ve diyet Se formu arasında etkileşim yoktu. Ne YYS ne de diyet nano-Se, piliçlerin bağıl lenfoid organ ağırlıkları üzerinde önemli bir etkiye sahip değildi (Çizelge 2). Lenfoid organların bağıl ağırlığı, etlik piliçlerin bağışıklık durumunu değerlendirmek için önemli göstergelerden biridir. YYS'nin etlik civcivlerin lenfoid organ ağırlıklarını etkilemediği daha önce yapılan birçok çalışmada ifade edilmiştir [2, 17, 18]. Buna karşılık, bazı çalışmalar YYS'nin piliçlerin lenfoid organlarının tamamının veya bir kısmının bağıl ağırlığını düşürdüğünü bildirmiştir. Ravındran ve diğerleri [19], YS'deki kademeli artışın (16, 20 ve 24 hayvan/m^2) dalak ve bursanın bağıl ağırlığını azalttığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Qaıd ve diğerleri [20], YYS'nin (120 civciv/m^2) karaciğerin nispi ağırlığını azalttığını, oysa 14 günlük piliçlerde dalak ve bursa nispi ağırlıklarının etkilenmediğini gözlemlemiştir.

Sonuçlardaki tutarsızlık, çalışmaların YS düzeylerindeki farklılıklara bağlanabilir. Çalışmamızda YS, bağıl lenfoid organ ağırlıkları üzerinde olumsuz etki oluşturmaya yetmemiş olabilir.

Lenfoid organların bağıl ağırlıkları, farklı diyet Se formlarıyla beslenen gruplar arasında farklı değildi. Bulgularımız Mohammadı ve diğerleri [21] tarafından yapılan ve diyet nano-Se'nin (0,3 mg/kg) lenfoid organ ağırlıklarını etkilemediğini bildiren çalışma ile uyumludur. Ancak, Safdarı-Rostamabad ve diğerleri [22], diyet nano-Se'nin (0,6 mg/kg) piliçlerde bağıl karaciğer ağırlığını önemli ölçüde artırdığını gözlemlemiştir. Sonuçlar arasındaki tutarsızlıklar, prosedürler, hayvan ırkları, diyet bileşimi, diyetlerin besleyici değeri ve diyet nano-Se seviyelerindeki farklılıklara bağlanabilir.

Araştırma, piliçlerin H:L, serum kortikosteron, GSH, SOD ve MDA seviyeleri için YS ve diyet Se formu arasındaki etkileşimin önemli olmadığını ortaya koydu. Hem YYS hem de diyetteki nano-Se, H:L, serum kortikosteron, GSH, SOD ve MDA seviyeleri üzerinde önemli bir etkiye sahip değildi (Çizelge 3). YYS'nin stres göstergeleri üzerindeki etkisine yönelik farklı bildirişler vardır. Houshmand ve diğerleri [23], YYS'nin (16 hayvan/m^2) etlik civcivlerde H:L oranı ve kortikosteron düzeylerini etkilemediğini belirtmiştir. Ayrıca Cengiz ve diğerleri [2], H:L oranı, kortikosteron, MDA ve nitrik oksit (NO) düzeylerinin YYS (20 kanatlı/m^2) altında farklılık göstermediğini bildirmiştir. Ancak, YYS altında yetiştirilen etlik piliçlerde (18 hayvan/$m^{2)}$ kortikosteron seviyeleri üzerinde herhangi bir etki olmamasına ek olarak H:L oranında artış kaydedilmiştir [24]. Başka bir çalışmada YYS (27,2 kg/m^2), H:L oranını yükseltirken, GSH seviyesini düşürmüştür [25]. Sonuçlardaki farklılıkların olası açıklaması, araştırma protokolü, barınma ve yönetim varyasyonlarındaki farklılıkların bir sonucu olabilir. Bunların yanı sıra Dawkıns ve diğerleri [26], barınak koşullarının etlik piliç refahını YS'den daha fazla etkilediğini bildirmiştir. YS'nin stres belirteçleri üzerinde herhangi bir etkisinin olmamasının nedeni de bu olabilir.

Çalışmamızda, etlik piliçlerin stres göstergeleri, diyetteki Se formundan bağımsız olarak etkilenmedi. Benzer bulgular Prasoon ve diğerleri [27] tarafından da bildirilmiştir. Ancak, Xuetıng ve diğerleri [6], etlik piliçlerde krom VI kaynaklı oksidatif strese karşı diyetteki nano-Se'nin stres göstergelerini geliştirdiğini buldu. Bununla birlikte, çalışmaları, nano-Se ile beslenen oksidatif stres altındaki piliçlerin, nano-Se içermeyen diyetlerle beslenenlere kıyasla daha düşük serum MDA seviyelerine ve daha yüksek GSH-Px seviyelerine sahip olduğunu gösterdi. Mevcut çalışmada, DYS veya YYS'ye yerleştirilen hayvanlarda stres göstergeleri

farklı değildi. Mevcut çalışmanın ve literatürün sonuçlarına göre, diyet nano-Se'nin sadece stresli koşullar altında etkili olduğu düşünülebilir.

Serum IFN-γ düzeyi dışındaki tüm parametrelerde YS ve diyet Se formu arasında interaksiyon saptanmadı. Ne YYS ne de diyetteki nano-Se'nin piliçlerin IFN-γ, IL-12 ve IL-18 seviyeleri üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4). Mevcut çalışmanın sonuçları Jang ve diğerleri [28], YYS'nin (0,023 m^2/hayvan) etlik piliçlerde IFN-γ, IL-6 ve IL-18 düzeyleri üzerinde etkisinin olmadığını bildirmiştir. Ancak birçok araştırmacı, yüksek ortam sıcaklıkları gibi stresli durumların sitokin düzeylerini düşürdüğünü bildirmiştir [29, 30]. Sonuçlardaki tutarsızlık, stresin kaynağına ve şiddetine bağlı olabilir. Çeşitli çalışmalar, diyetteki Se formlarının piliçlerin bağışıklığını olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir [7, 22, 31]. EL-DEEP ve diğerleri [32], diyetteki nano-Se'nin hem termonötral hem de ısı stresi koşullarında IL-2 ve IL-6 seviyelerini arttırdığını bildirdi. Ancak Selim ve diğerleri [33], stressiz koşullar altında Se formunun (inorganik, organik ve nano) ve seviyesinin (0,15 ve 0,30 mg/kg) piliçlerin bağışıklığı üzerinde hiçbir etkisinin olmadığını bulmuşlardır.

YYS, lenfositin kuyruk yoğunluğunu ve kuyruk momentini yani böylece DNA hasarını arttırmıştır ($P<0,05$). Bununla birlikte, diyetteki nano-Se'nin lenfositlerdeki DNA hasarı üzerinde hiçbir etkisi olmamıştır (Çizelge 5). Benzer şekilde daha önce yapılan çalışmalarda farklı stres faktörlerinin DNA hasarını arttırdığı belirtilmiştir [34,35]. Sohn ve diğerleri [34], YYS ve yem kısıtlaması altında yetiştirilen yumurtacı tavuklarda DNA hasarının arttığını göstermiştir. YYS'deki DNA hasarının olası nedeni, genomun koruyucusu olarak kabul edilen bir tümör baskılayıcı protein olan p53 seviyesinin düşmesi olabilir [36].

Diyetteki inorganik ve organik Se'nin kanserli veya stres altındaki hayvan modellerinde DNA hasarını azaltabileceğini bildiren çalışmalar vardır [37, 38]. Bununla birlikte, diyetteki nano-Se'nin DNA hasarı üzerindeki etkisini açıklayan hiçbir literatür mevcut değildir. Se'nin DNA hasarını nasıl etkileyebileceği tam olarak açık değildir. Ancak bu etki, Se'nin selenoprotein sentezini arttırarak GSH-Px aktivitesini yükselterek reaktif oksijen türlerinin seviyesini ve DNA hasarını azaltabilecek mekanizma ile açıklanabilir [38]. Mevcut çalışmanın sonuçları, DYS veya YYS altında yetiştirilen etlik piliçlerde GSH seviyelerinin farklı olmadığını göstermiştir. Bu nedenle, DNA hasarı diyetteki nano-Se'den etkilenmemiş olabilir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME

Sonuç olarak, YYS'nin bağıl lenfoid organ ağırlıkları, stres göstergeleri, sitokin seviyeleri üzerinde etkisi bulunmazken, lenfositlerdeki DNA hasarını olumsuz yönde etkilediği belirlendi. Bağıl lenfoid organ ağırlıkları, stres göstergeleri, sitokin seviyeleri ve lenfositlerdeki

DNA hasarı, diyet nano-Se'den piliçlerde etkilenmedi. Bununla birlikte, diyetteki nano-Se, YYS'nin potansiyel olumsuz etkilerine karşı IFN-gama seviyelerini iyileştirebilir. Mevcut çalışmanın ve önceki çalışmaların sonuçları, YYS'nin piliçlerin bağışıklığı üzerindeki potansiyel olumsuz etkisinin, diyet nano-Se ile ortadan kaldırılabileceğini göstermektedir.

Teşekkürler

Yazarlar, projeyi (No. 117O848) finanse eden TÜBİTAK'a minnettardır.

KAYNAKÇA

[1]. Estevez, I., Density allowances for broilers: where to set the limits?, Poult. Sci., 86, 1265-1272, 2007

[2]. Cengiz, Ö., Köksal, B.H., Tatlı, O., Sevim, Ö., Ahsan, U., Üner, A.G., Ulutaş, P.A., Beyaz, D., Büyükyörük, S., Yakan, A., Önol, A.G. Effect of dietary probiotic and high stocking density on the performance, carcass yield, gut microflora, and stress indicators of broilers, Poult. Sci., 94, 2395-2403,2015

[3]. Cai, C.H., Zhao, R.X., Wang, P., Wang, J.S., Li, K.X., Zhan, X.A., Wang, K.Y. Effects of different stocking densities on growth performance, antioxidant ability, and immunity of finishing broilers, Anim. Sci. J., 90, 583-588, 2019

[4]. Birben, E., Şahiner, U.M., Saçkesen, C., Erzurum, S., Kalaycı, Ö. Oxidative stress and antioxidant defense, World Allergy Organ. J., 5, 9-19, 2012

[5]. Surai, P.F. *Selenium in Poultry Nutrition and Health*, Wageningen Academic Publishers, Netherlands, 2018.

[6]. Xueting, L., Rehman, M.U., Zhang, H., Tian, X., Wu, X., Shixue, Mehmood, K., Zhou, D. Protective effects of nano-elemental selenium against chromium-VI-induced oxidative stress in broiler liver, J. Biol. Regul. Homeost. Agents., 32 (1), 47-54, 2018

[7]. Khan, A.Z., Khan, I.U., Khan, S., Afzal, S., Hamid, M., Tariq, M., Ul Haq, I., Ullah, N., Bilal, S., Huwang, K., Liu, R. Selenium-enriched probiotics improve hepatic protection by regulating pro-inflammatory cytokines and antioxidant capacity in broilers under heat stress conditions, J. Adv. Vet. Anim. Res., 6 (3), 355-361, 2019

[8]. Konkol, D., Wojnarowski, K. The use of nanominerals in animal nutrition as a way to improve the composition and quality of animal products, J. Chem., ID 5927058, 1-7, 2018

[9]. Aviagen, *Ross 308 Broiler: Nutrition Specifications*, Scotland, UK, 2014.

[10]. Zhang, J., Gao, Y., Zhang, L., Bao, Y. Biological effects of a nano red elemental selenium, BioFactors, 15 (1), 27-38, 2001

[11]. Campbell, T.W. *Avian Hematology and Cytology*, Iowa State Univ. Press, Ames, IA, 1988.

[12]. Beutler, E., Duron, O., Kelly, B.M. Improved method for the determination of blood glutathione, J. Lab. Clin. Med., 61, 882-888, 1963

[13]. Fairbanks, V.F., Klee, G.G. *Biochemical Aspects of Heamatology*, in: Burtis CA, Ashwood ER (Eds.), Tietz Textbook of Clinial Chemistry third ed., WB Saunders Company, Philadelphia, 1999.

[14]. Sun, Y., Oberley L.W., Li Y. A simple for clinical assay of superoxide dismutase, Clin. Chem., 34, 497-500, 1988

[15]. Yoshioka, T., Kawada, K., Shimada, T., Mori, M. Lipid peroxidation in maternal and cord blood and protective mechanism against activated-oxygen toxicity in the blood, Am. J. Obstet. Gynecol., 135, 372-376, 1979

[16]. Boyacioglu, M., Sekkin, S., Kum, C., Korkmaz, D., Kiral, F., Yalinkilinc, H.S., Ak, M.O., Akar, F. The protective effects of vitamin C on the DNA damage, antioxidant defenses and aorta histopathology in chronic hyperhomocysteinemia induced rats, Exp. Toxicol. Pathol., 66, 407-413, 2014

[17]. Tong, H.B., Lu, J., Zou, J.M., Wang, Q., Shi, S.R. Effects of stocking density on growth performance, carcass yield, and immune status of a local chicken breed, Poult. Sci., 91, 667–673, 2012

[18]. Azzam, M.M.M., El-Gogary, M.R. Effects of dietary threonine levels and stocking density on the performance, metabolic status and immunity of broiler chickens, Asian J. Anim. Vet. Adv., 10 (5), 215-225, 2015

[19]. Ravindran, V., Thomas, D.V., Thomas, D.G., Morel, P.C.H. Performance and welfare of broilers as affected by stocking density and zinc bacitracin supplementation, Anim. Sci. J., 77, 110-116, 2006

[20]. Qaid, M., Albastan, H., Shafey, T., Hussein, E., Abudabos, A.M. Effect of stocking density on the performance and immunity of 1- to 14-d-old broiler chicks, Braz. J. Poult. Sci., 18 (4), 683-692, 2016

[21]. Mohammadi, A., Ghazanfari, S., Sharifi, S.D. Comparative effects of dietary organic, inorganic, and nano-selenium complexes and rosemary essential oil on performance, meat quality and selenium deposition in muscles of broiler chickens, Livest. Sci., 226, 21-30, 2019

[22]. Safdari-Rostamabad, M., Hosseini-Vashan, S.J., Perai, A.H., Sarir, H. Nanoselenium supplementation of heat-stressed broilers: effects on performance, carcass characteristics,

blood metabolites, immune response, antioxidant status, and jejunal morphology, Biol. Trace Elem. Res., 178 (1), 105-116, 2017

[23]. Houshmand, M., Azhar, K., Zulkifli, I., Bejo, M.H., Kamyab, A. Effects of prebiotic, protein level, and stocking density on performance, immunity, and stress indicators of broilers, Poult. Sci., 91, 393–401, 2012

[24]. Uzum, M.H., Oral Toplu, H.D. Effects of stocking density and feed restriction on performance, carcass, meat quality characteristics and some stres parameters in broilers under heat stress, Revue Med. Vet., 164 (12), 546-554, 2013

[25]. Simitzis, P.E., Kalogeraki, E., Golimytis, M., Charismiadou, M.A., Triantaphyllopoulos K., Ayoutanti A., Niforou K., Hager-Thedorides A.L., Deligeorgis S.G. Impact of stocking density on broiler growth performance, meat characteristics, behavioural components and indicators of physiological and oxidative stress, Br. Poult. Sci., 53 (6), 721-730, 2012

[26]. Dawkins, M.S., Donnely, C.A., Jones, T.A. Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density, Nature, 427, 342-344, 2004

[27]. Prasoon, S., Jayanaik, Malathi, V., Nagaraja, C.S., Narayanaswami, H.D. Effects of dietary supplementation of inorganic, organic and nano selenium on antioxidant status of giriraja chicken, Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci., 7 (8), 2399-2412, 2018

[28]. Jang, I.S., Yun, S.H., Ko, Y.H., Kim, S.Y., Song, M.H., Kim, J.S, Sohn, S.H., Moon, Y.S, The effect of stocking density and strain on the performance and physiological adaptive responses in broiler chickens, Korean J. Poult. Sci., 41, 205-215, 2014

[29]. Quinteiro-Filho, W.M., Calefi, A.S., Cruz, D.S.G., Aloia, T.P.A., Zager, A., Astolfi-Ferreira, C.S., Piantino Ferreira, J.A., Sharif, S., Palermo-Neto, J. Heat stress decreases expression of the cytokines, avian β-defensins 4 and 6 and toll-like receptor 2 in broiler chickens infected with Salmonella enteritidis, Vet. Immun. Immunopathol., 186, 19-28, 2017

[30]. Saleh, K.M.M., Al-Zghoul, M.B. Effect of acute heat stress on the mRNA levels of cytokines in broiler chickens subjected to embryonic thermal manipulation, Animals, 9, 2019

[31]. Dalia, A.M., Loh, T.C., Sazili, A.Q., Jahromi, M.F., Samsudin, A.A. Effects of vitamin E, inorganic selenium, bacterial organic selenium, and their combinations on immunity response in broiler chickens, BMC Vet. Res., 14, 249-259, 2018

[32]. El-Deep, M.H., Ijiri, D., Ebeid, T.A., Ohtsuka, A. Effects of dietary nano-selenium supplementation on growth performance, antioxidative status, and immunity in broiler

chickens under thermoneutral and high ambient temperature conditions, J. Poult. Sci., 53, 274-283, 2016

[33]. Selim, N.A., Radwan, N.L., Youssef, S.F., Salah Eldin, T.A., Abo Elwafa, S. Effect of inclusion inorganic, organic or nano selenium forms in broiler diets on: 2-physiological, immunological and toxicity statuses of broiler chicks, Int. J. Poult. Sci., 14 (3), 144-155, 2015

[34]. Sohn, S.H., Subramani, V.K., Moon, Y.S., Jang, I.S. Telomeric DNA quantity, DNA damage, and heat shock protein gene expression as physiological stress markers in chickens, Poult. Sci., 91, 829-836, 2012

[35]. Gormally, B.M.G., Fuller, R., McVey, M., Romero, L.M. DNA damage as an indicator of chronic stress: correlations with corticosterone and uric acid, Comp, Biochem. Phys. Part A, 227, 116-122, 2019

[36]. Hara, M.R., Kovacs, J.J., Whalen, E.J., Rajagopal, S., Strachan, R.T., Grant, W., Towers, A.J., Williams, B., Lam, C.M., Xiao, K., Shenoy, S.K., Gregory, S.G., Ahn, S., Duckett, D.R., Lefkowitz ,R.J. A stress response pathway regulates DNA damage through beta (2)-adrenoreceptors and beta-arrestin-1, Nature, 477, 349-353, 2011

[37]. Letavayova, L., Vlckova, V., Brozmanova, J. Selenium: from cancer prevention to DNA damage, Toxicology, 227, 1-14, 2006

[38]. Bera, S., De Rosa, V., Rachidi, W., Diamond, A. Does a role for selenium in DNA damage repair explain apparent controversies in its use in chemoprevention?, Mutagenesis, 28 (2), 2012

Çizelge 1. Diyetlerin içerik ve besin bileşimi

İçindekiler (%)	**Başlangıç (1-10 günler)**	**Büyütme (11-24 günler)**	**Bitiş (25-42 günler)**
Mısır	55,52	56,01	58,95
Soya küspesi (HP %48)	37,51	36,05	33,44
Bitkisel yağ	2,51	4,16	4,24
Kireçtaşı	0,88	0,84	0,81
Di kalsiyum fosfat	2,31	2,01	1,72
Tuz	0,36	0,34	0,36
DL-Metiyonin	0,36	0,24	0,13
L-Lizin	0,20	-	-
Vitamin karışımı [1]	0,25	0,25	0,25
Mineral karışım [2]	0,10	0,10	0,10
Besin madde bileşimi (hesaplanmış)			
ME[3], Mj/kg	12,68	13,17	13,34
Ham protein (HP)	22,96	22,00	21,00
Kalsiyum	1,00	0,91	0,82
Fosfor	0,50	0,45	0,40
Metiyonin-sistin	1,09	0,95	0,80
Lizin	1,42	1,21	0,15
Selenyum, mg/kg	0,35	0,35	0,35
Besin madde bileşimi (analizle elde edilmiş)			
Kuru madde	91,20	90,80	90,50
HP	23,16	22,18	21,24
Ham yağ	6,32	8,04	8,23
Nötral deterjan fiber	9,25	8,74	8,38
Ham kül	5,51	5,45	5,39
Selenyum, mg/kg	0,34	0,34	0,34

[1] Vitamin karışımı (kilogram başına diyet): A vitamini (retinil asetat) 12000 IU; D_3 vitamini (kolekalsiferol) 3000 IU; E vitamini (alfa tokoferol) 50 mg; K_3 vitamini (menadion sodyum bisülfit) 5 mg; B_1 vitamini (tiamin mononitrat) 3 mg; B_2 vitamini (riboflavin) 6 mg; niasin (nikotinik asit) 30 mg; pantotenik asit (kalsiyum-d-pantotenat) 10 mg; B_6 vitamini (piridoksin hidroklorür) 5 mg; B_{12} vitamini (siyanokobalamin) 0,03 mg; d-biyotin 0,1 mg; folik asit 1 mg; kolin klorür 400 mg.

[2] Mineral karışımı (kilogram başına diyet): manganez (mangan sülfat) 100 mg; demir (demir sülfat) 60 mg; bakır (bakır sülfat) 5 mg; kobalt (kobalt karbonat) 0,2 mg; iyot (kalsiyum iyodat) 1 mg; çinko (çinko oksit) 80 mg.

[3] ME: Metabolize edilebilir enerji. Bir tahmin denklemi kullanılarak ME için tahminler (TSI, 1991): ME, MJ/kg = 0,3431 (eter ekstraktı %) + 0,1551 (ham protein %) + 0,1301 (% şeker) + 0,1669 (% nişasta).

Çizelge 2. Yerleşim sıklığının (YS) ve diyet selenyum (Se) formunun piliçlerin bağıl lenfoid organ ağırlıkları üzerindeki etkileri (%)

Öğe	**Karaciğer**	**Dalak**	**B. fabricius**
DSY[1]			
İnorganik Se	1.68	0.09	0.19
Nano Se	1.65	0.09	0.17
YYS[2]			
İnorganik Se	1.67	0.09	0.19
Nano Se	1.67	0.09	0.20
SEM[3]	0.03	0.01	0.01
YS			
Düşük	1.66	0.09	0,18
Yüksek	1.67	0.09	0.19
Se formu			
İnorganik	1.67	0.09	0,18
Nano	1.66	0.09	0.19
SEM	0.02	0.01	0.01
P değeri			
YS	0,788	0,843	0,480
Se formu	0,616	0,906	0,825
YS × Se formu	0,651	0,968	0,095

[1] DSY: Düşük yerleşim sıklığı
[2] YYS: Yüksek yerleşim sıklığı
[3] SEM: Ortalamanın standart hatası

Çizelge 3. Etlik piliçlerde yerleşim sıklığının (YS) ve selenyum (Se) formunun kan heterofil:lenfosit (H:L) oranı, serum kortikosteron (ng/ml), glutatyon (GSH, µM/g Hb), süperoksit dismutaz (SOD, U/mg protein) ve malondialdehit (MDA, nmol/g protein) seviyelerine etkisi

Öğe	H:L	Kortikosteron	GSH	SOD	MDA
DSY[1]					
İnorganik Se	1.03	9.62	496,98	0.13	507.69
Nano Se	1.21	11.79	435,68	0.13	609.70
YYS[2]					
İnorganik Se	1.20	10.46	519.19	0.11	488.61
Nano Se	1.25	11.76	495,66	0.10	499,45
SEM[3]	0,14	1.13	49.80	0.02	35.16
YS					
Düşük	1.12	10.70	466.33	0.13	558.70
Yüksek	1.22	11.11	507.43	0.10	494.03
Se formu					
İnorganik	1.12	10.04	508.09	0.12	498.15
Nano	1.23	11.77	465.67	0.11	554.58
SEM	0.10	0.80	35.21	0.01	24.86
P değeri					
YS	0,462	0,720	0,412	0,087	0,071
Se formu	0,452	0,131	0,398	0,669	0,114
YS × Se formu	0,652	0,702	0,706	0,760	0,200

[1] DSY: Düşük yerleşim sıklığı
[2] YYS: Yüksek yerleşim sıklığı
[3] SEM: Ortalamanın standart hatası

Çizelge 4. Yerleşim sıklığı (YS) ve selenyum (Se) formunun etlik piliçlerde serum interferon-gama (IFN-γ), interlökin 12 (IL-12) ve 18 (IL-18) seviyeleri üzerindeki etkileri, pg/ml

Öğe	IFN-γ	IL-12	IL-18
DSY[1]			
İnorganik Se	68.26[a]	57.88	15.76
Nano Se	66.52[ab]	49.25	15.59
YYS[2]			
İnorganik Se	65.67[b]	47.84	12.96
Nano Se	67.67[ab]	50.77	16.78
SEM[3]	0,62	3,68	1.26
YS			
Düşük	67.39	53.56	15.68
Yüksek	66.67	49.30	14.87
Se formu			
İnorganik	66.96	52.86	14.36
Nano	67.09	50.01	16.19
SEM	0.44	2.60	0,89
P değeri			
YS	0,250	0,251	0,523
Se formu	0,840	0,442	0,152
YS × Se formu	0,040	0,121	0,118

[a,b] Aynı sütunda farklı üst simgelere sahip ortalamalar önemli ölçüde farklıdır (P<0,05)
[1] DSY: Düşük yerleşim sıklığı
[2] YYS: Yüksek yerleşim sıklığı
[3] SEM: Ortalamanın standart hatası

Çizelge 5. Yerleşim sıklığı (YS) ve selenyum (Se) formunun lenfositlerdeki DNA hasarına etkisi

Öğe	**Kuyruk yoğunluğu**	**Kuyruk momenti**
DSY[1]		
İnorganik Se	64.03	29.85
Nano Se	63.98	27.62
YYS[2]		
İnorganik Se	77.07	34.64
Nano Se	76.68	36.33
SEM[3]	6.22	3.06
YS		
Düşük	64.01	28.73
Yüksek	76.88	35.49
Se formu		
İnorganik	70.55	32.24
Nano	70.33	31.98
SEM	4.40	2.17
P değeri		
YS	0,045	0,033
Se formu	0,972	0,931
YS × Se formu	0,978	0,525

[1] DSY: Düşük yerleşim sıklığı
[2] YYS: Yüksek yerleşim sıklığı
[3] SEM: Ortalamanın standart hatası

TÜRKİYE DENİZLERİNDE (EGE, KARADENİZ ve AKDENİZ) YAYILIŞ GÖSTEREN BARBUNYA BALIĞININ (*Mullus barbatus*, Linnaeus, 1758) OTOLİT KÜTLE ASİMETRİSİ

Arş. Gör. Dr., SEMRA SAYGIN* [1], Doç. Dr., MELEK ÖZPİÇAK [2]

[1,*] Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, - 0000-0002-3249-5074

[2] Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, - 0000-0003-3506-4242

ÖZET

Bu çalışmada, Ege Denizi, Karadeniz ve Akdeniz'in Türkiye kıyılarından örneklenen *Mullus barbatus* türünün sagittal otolitlerinin kütle (x), mutlak kütle (|x|) asimetrisinin belirlenmesi ve denizler arasında bu değerlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir denizden 63 olmak üzere toplam 189 birey temin edilmiş, total boyları ölçülmüştür (±0,1 cm). Sagittal otolitler sağ ve sol ayrımı yapılarak çiftler halinde çıkarılarak hassas terazi yardımıyla tartılmıştır (±0,0001 g). Otolit kütle asimetrisi ve mutlak kütle asimetrisi hesaplanarak balık boyu ile ilişkisi linear ilişki denklemi kullanılarak tespit edilmiştir. Analizler sonucunda sağ ve sol otolitler arasında ağırlık bakımından Ege (Wilcoxon testi, P=0.103) ve Akdeniz (Wilcoxon testi, P=0.878) *M.barbatus* örnekleri arasında istatistiki açıdan fark bulunmazken, Karadeniz (Wilcoxon testi, P=0.032) bireylerinde ise anlamlı derecede fark olduğu tespit edilmiştir. *M.barbatus* türünün ortalama kütle asimetrisi ($\bar{x}$ ±se), Ege Denizi, Karadeniz ve Akdeniz için sırasıyla -0,01121±0,0068, -0,01274±0,0078, -0,00302±0,0074 olarak hesaplanmıştır. Balık otolit kütle asimetrisi çalışmalarının çoğunda bu değer -0,2 <x<+0,2 (<%20) arasında değişmektedir. Türün otolit mutlak kütle asimetrisi (|x|) ise Ege Denizi'nde 0,00000-0,14815, Karadeniz'de 0,00000-0,25000, Akdeniz'de 0,00000-0,15873 arasında değişmiştir. Balık boyu-x, balık boyu-|x| arasındaki ilişkiler incelendiğinde *Mullus barbatus* türünün her üç populasyonunun (Ege Denizi, Karadeniz ve Akdeniz) otolit kütle asimetrisinin ve mutlak kütle asimetrisinin balık boyu ile ilişkili olmadığı belirlenmiştir (P>0,05). Türün otolit kütle asimetrisi (Kruskal Wallis Testi, P=0,396) ve mutlak kütle asimetrisi (Kruskal Wallis Testi, P=0,819) lokaliteler arasında istatistiki açıdan anlamlı farklılık göstermemiştir. Otolit kütle asimetrisi, balıklarda strese sebep olan çevresel faktörler, özellikle de balık gelişiminde olumsuz etki oluşturabilecek değişkenler hakkında bilgi sunabilmesi açısından önemlidir. Otolit kütle asimetrisi balıkların yaşamını olumsuz etkileyebilmektedir. Türkiye için ticari öneme sahip olan barbunya türünün otolit kütle asimetrisinin belirlenmesi özellikle bu açıdan önem arz etmektedir. Ülkemiz denizlerinde türün otolit kütle asimetrisinin araştırıldığı ve karşılaştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Anahtar Kelimeler: *Mullus barbatus*, Kütle Asimetrisi, Sagittal otolit, Türkiye

1. GİRİŞ

Kemikli balıkların iç kulağında kafatasının her iki yanında asteriscus, lapillus ve sagitta olmak üzere üç çift otolit mevcuttur. Otolitler balığın yaşamı boyunca büyüme özelliğine sahiptirler.

Genellikle simetrik olarak büyürler, ancak sol ve sağ otolit kütleleri arasında ağırlık farklılıkları oluşabilir ve buna otolit kütle asimetrisi denilmektedir (Campana, 1999; Campana ve Thorrold, 2001). Balıklardaki asimetrinin, balıklar üzerindeki genetik veya çevresel baskılarla meydana gelen büyüme anomalileri ile ilgili oldukları, bu yüzden de önemli olduğu varsayılmaktadır (Valentine vd, 1973). Otolitin ağırlığındaki asimetri, işitme fonksiyonlarını etkileyerek balığın işitme kabiliyetini bozabilmekte ve balığın avcıların tespiti dahil çevresine tepki verme kabiliyetinde ciddi hasara yol açacağını öne sürülmektedir (Battaglia vd. 2010; 2015). Otolit kütle asimetri katsayısı, çeşitli su ortamlarının sağlık durumunu test etmek (Grønkjær, 2016) ve balık populasyonları üzerindeki çeşitli çevresel etkileri belirlemek için bir biyogösterge olarak kullanılmaktadır (Jawad vd., 2023). Otolit boyutları ve otolit ağırlığındaki asimetri farklı ülkelerden çeşitli ortamlardaki çeşitli balık türlerinde araştırılmıştır (Lychakov vd., 2006; Kontas vd., 2019; Labidi vd., 2020; Bouriga vd., 2021; Yedier vd., 2022). Otolit kütle asimetrisi ile ilgili yapılan önceki çalışmalarda, incelenen balık türlerinin çoğunun otolit kütle asimetrisinin $-0{,}2 < x < +0{,}2$ aralığında olduğu veya otolit kütle asimetrisinin %20'den küçük olduğu gözlenmiştir (Lychakov 1992; Lychakov ve Rebane 2004; Al Balushi vd., 2017; Jawad vd., 2020; Quindazzi vd., 2023).

Bu çalışmada, Ege Denizi, Karadeniz ve Akdeniz (Türkiye kıyıları)'de yayılış gösteren *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 türünün otolit kütle asimetrisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Literatür incelendiğinde ülkemiz sularında türün otolit kütle asimetrisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. *Mullus barbatus* ülkemiz denizlerinde avlanan ve ticari öneme sahip bir balık türüdür. Otolit kütle asimetrisinin belirlenmesi her balık türü için önemli olduğu gibi barbunya türü için de önem arz etmektedir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Mullus barbatus örnekleri 2022-2023 av sezonu içerisinde Türkiye kıyılarında yer alan Ege, Karadeniz ve Akdeniz'de ticari avcılık yapan balıkçılardan temin edilmiştir. Her bir çalışma alanından 63 balık örneği (Ege, N=63, Karadeniz, N=63, Akdeniz, N=63) olmak üzere toplam 189 birey değerlendirmeye alınmıştır. Balık örnekleri, buzlu saklama kapları yardımıyla Ondokuz Mayıs Üniversitesi İhtiyoloji Araştırma Laboratuvarı'na getirilerek üzerindeki yabancı maddeler uzaklaştırılarak yıkanmıştır. Her bir balığın total boyları ölçülmüş (0.1 cm), sağ ve sol ayrımları yapılarak sagittal otolitler çiftler halinde çıkarılmıştır. Zarar görmemiş otolitler saf suda temizlendikten sonra kurulanarak sağ ve sol ayrı olacak şekilde ependorf tüplerine aktarılmıştır. Sağ ve sol otolit ağırlıkları Precisa marka hassas terazi yardımıyla tartılmıştır (± 0.0001g).

Otolit kütle asimetrisi (x) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır;

$$X = (M_R - M_L) / M$$

Formülde yer alan M_R sağ otolitin, M_L sol otolitin kütlesini ifade etmektedir. M değeri ise sağ ve sol otolitlerin kütlelerinin ortalamasıdır. Otolit kütle asimetrisi değeri, sağ ve sol otolit kütlelerinin birbirine eşit olması durumunda ($M_R=M_L$) 0 (sıfır) olmaktadır. Sıfır olması otolit kütle asimetrisinin olmadığını ifade etmektedir. Bununla birlikte bu değer -2 ile +2 arasında değişiklik göstermektedir. X değeri pozitif olduğunda sağ otolit kütlesi sol otolit kütlesinden daha büyüktür ve negatif olduğunda ise bunun tersi durum söz konusudur. x = -2

veya x = +2 maksimum asimetriyi (bir otolitin yokluğunu) temsil etmektedir. Mutlak kütle asimetrisi (|x|), otolit kütle asimetrisinin mutlak değeri hesaplanarak belirlenmiştir.

Balık boyu ile otolit kütle asimetrisi arasındaki doğrusal ilişkiler X=b.TL+a denklemi ile belirlenmiştir. Denklemdeki b değeri otolitin büyüme hızı ile karakterize edilen katsayı, a ise ilişki sabitidir (Lychakov vd., 2008).

Sağ ve sol otolitler arasında ağırlık bakımından farklılık olup olmadığı veriler normal dağılım göstermediği için paired t testinin non-parametrik testi olan Wilcoxon testi ile test edilmiştir. Ege, Karadeniz ve Akdeniz örneklerinin otolit kütle asimetrisi Kruskal Wallis Testi ile karşılaştırılmıştır. Mutlak otolit kütle asimetrisi üç farklı habitatta Kruskal Wallis Testi ile test edilmiştir. Analizlerde SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Ege Denizi, Karadeniz ve Marmara Denizi'nden örneklenen balıkların boy değerleri 10,2 ile 20,1 cm arasında değişmiştir. *M. barbatus* bireylerinin total boyları Ege Denizi'nde 10,8-20,1 cm, Karadeniz'de 10,2 ile 17,3 cm, Akdeniz'de 12,0-15,1 cm arasındadır. Elde edilen barbunya örneklerinin balık boyu ve otolit ağırlıkları ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. *M.barbatus* bireylerinin balık boyu ve otolit ağırlıklarının tanımlayıcı istatistikleri

Lokalite	Değişken	Min	Maks	Ort± Sh	Ss
Ege	TL (cm)	10,8	20,1	14,024±0,2573	2,0424
	Sağ otolit (g)	0,0018	0,0051	0,002816±0,00009	0,0007441
	Sol otolit (g)	0,0017	0,0050	0,002848±0,00009	0,0007468
Karadeniz	TL (cm)	10,2	17,3	13,502±0,1848	1,4668
	Sağ otolit (g)	0,0019	0,0050	0,002925±0,00008	0,0006808
	Sol otolit (g)	0,0018	0,0051	0,002965±0,00008	0,0007023
Akdeniz	TL (cm)	12,0	15,1	13,457±0,829	0,6579
	Sağ otolit (g)	0,0018	0,0044	0,002757±0,00006	0,0005180
	Sol otolit (g)	0,0020	0,0042	0,002760±0,00006	0,0004868

Min: Minimum, Maks: Maksimum, Ort: Ortalama, Sh: Standart hata, Ss: Standart sapma

Her bir habitattaki *Mullus barbatus* bireylerinin sağ ve sol otolitleri ağırlık bakımından birbirleri ile karşılaştırıldığında Ege Denizi (Wilcoxon test, P=0,103) ve Akdeniz (Wilcoxon test, P=0,878) örneklerinin otolitlerinde anlamlı derecede fark olmadığı tespit edilmiştir. Karadeniz'dekilerde (Wilcoxon test, P=0,032) ise sağ ve sol otolitlerin ağırlıklarının birbirlerinden önemli derecede farklı oldukları belirlenmiştir.

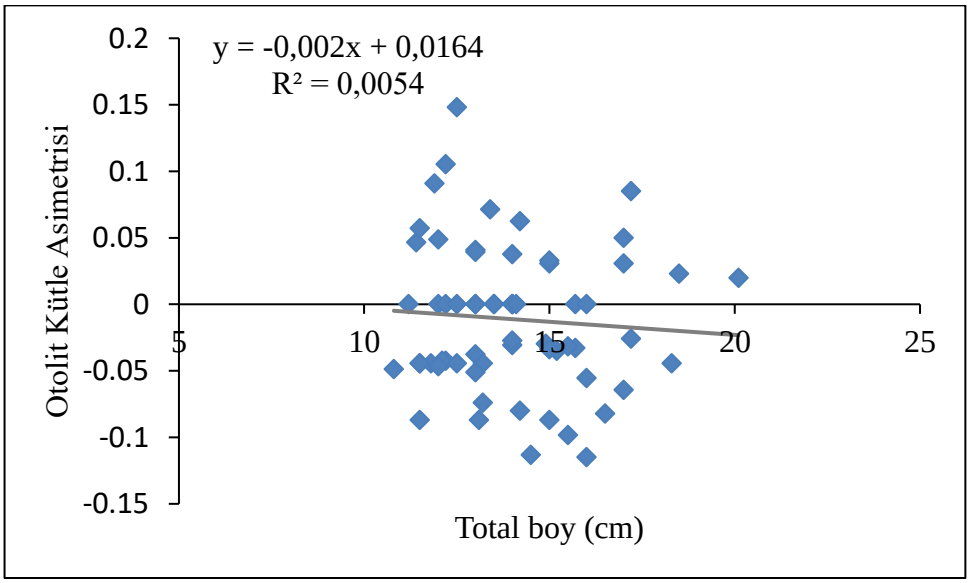
M. barbatus Ege Denizi, Karadeniz ve Akdeniz örneklerinin otolit kütle asimetrisi -0,17391 ile 0,25000 arasında, mutlak kütle asimetrisi ise 0,00000 ile 0,25000 arasındadır (Çizelge 2). Otolit kütle asimetrisi Ege, Karadeniz ve Akdeniz için sırası ile -0,11494≤x≤0,14815, -0,17391≤x≤0,25000, -0,15873≤x≤0,14085 şeklinde hesaplanmıştır. Mutlak kütle asimetrisi değeri ise Ege Denizi'nde 0,00000≤x≤0,14815, Karadeniz'de 0,00000≤x≤0,25000, Akdeniz'de 0,00000≤x≤0,15873 arasındadır.

Çizelge 2. Lokalitelere göre otolit kütle/mutlak kütle asimetrisinin tanımlayıcı istatistikleri

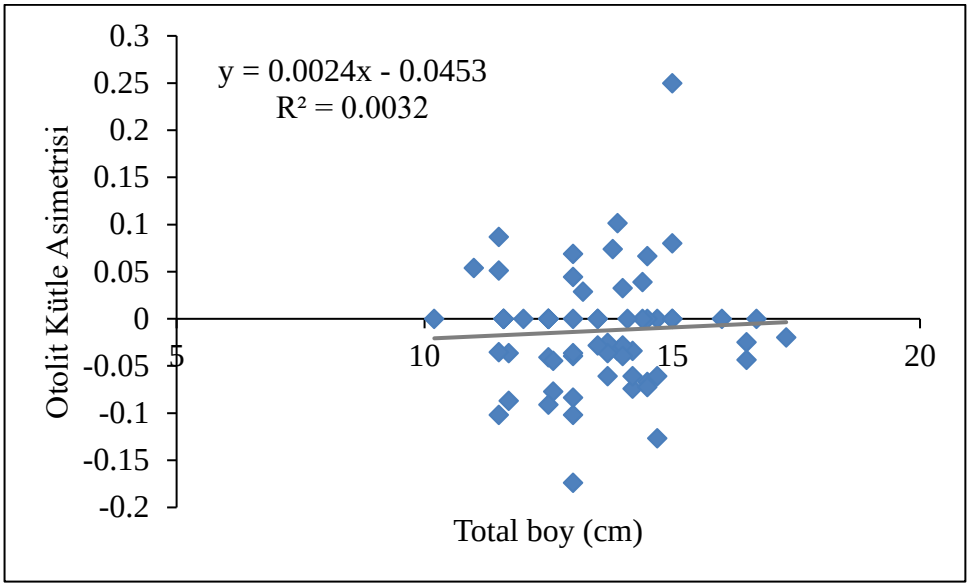
Lokalite	Değişken	Min	Maks	Ort± Sh	Ss
Ege	x	-0,11494	0,14815	-0,0112165±0,006	0,05455353
	|x|	0,00000	0,14815	0,0436188±0,0043	0,03421459
Karadeniz	x	-0,17391	0,25000	-0127464±0,00789	0,06265434
	|x|	0,00000	0,25000	0,0438298±0,0058	0,04624527
Akdeniz	x	-0,15873	0,14085	-0,0030248±0,007	0,05897301
	|x|	0,00000	0,15873	0,0442973±0,0048	0,03864208

Türün otolit kütle asimetrisi üç lokalite arasında anlamlı derecede farklılık göstermemektedir (Kruskal-Wallis test, P =0,396). Otolit mutlak kütle asimetrisi de habitatlar arasında istatistiki olarak benzer olduğu tespit edilmiştir (Kruskal-Wallis test, P =0,819).

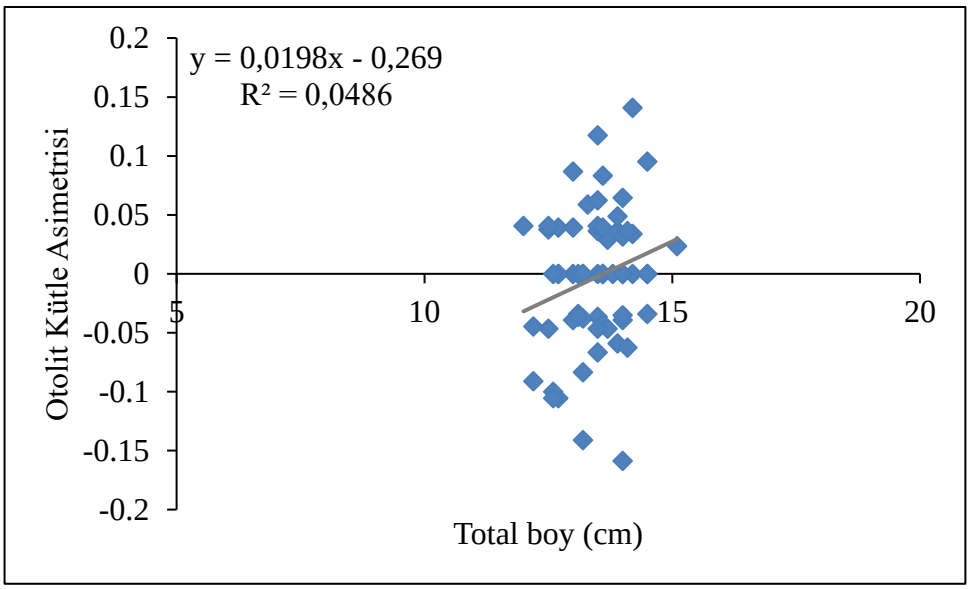
Otolit kütle asimetrisi-balık boyu arasındaki doğrusal ilişki denklemleri Ege Denizi, Karadeniz ve Akdeniz için sırasıyla x=-0,002TL+0,0164 (r^2=0,0054), x=0,0024TL+0,0453 (r^2=0,0032), x=0,0198TL-0,269 (r^2=0,0486) şeklindedir. Otolit mutlak kütle asimetrisi-balık boyu arasındaki ilişkiler ise Ege Denizi için |x|=0,0003TL+ 0,0481 (r^2=0,0004), Karadeniz için |x|=0,0006TL+0,0363 (r^2=0,0003), Akdeniz için |x|=-0,0047TL+0,1081 (r^2=0,007) olarak hesaplanmıştır (Görsel 1-6). Her üç lokalitede de çizilen tüm doğrusal ilişkilerin P değeri 0,05'ten büyüktür ve otolit kütle/mutlak otolit kütle asimetrisinin balık boyu ile ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir ($0,0004 \leq r^2 \leq 0,0486$, P>0,05).



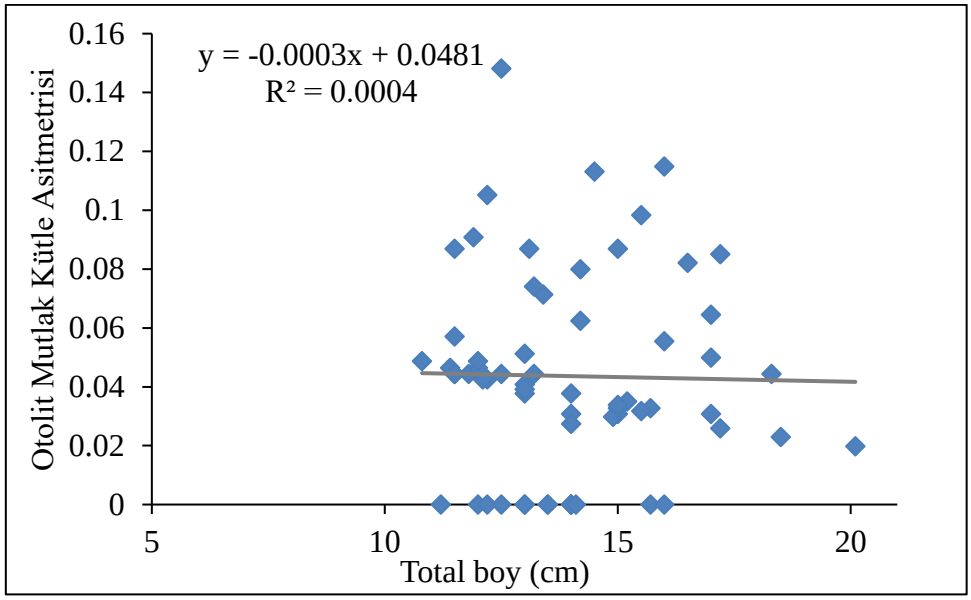
Görsel 1. Ege Denizi *M.barbatus* bireyleri otolit kütle asimetrisi-balık boyu ilişkisi



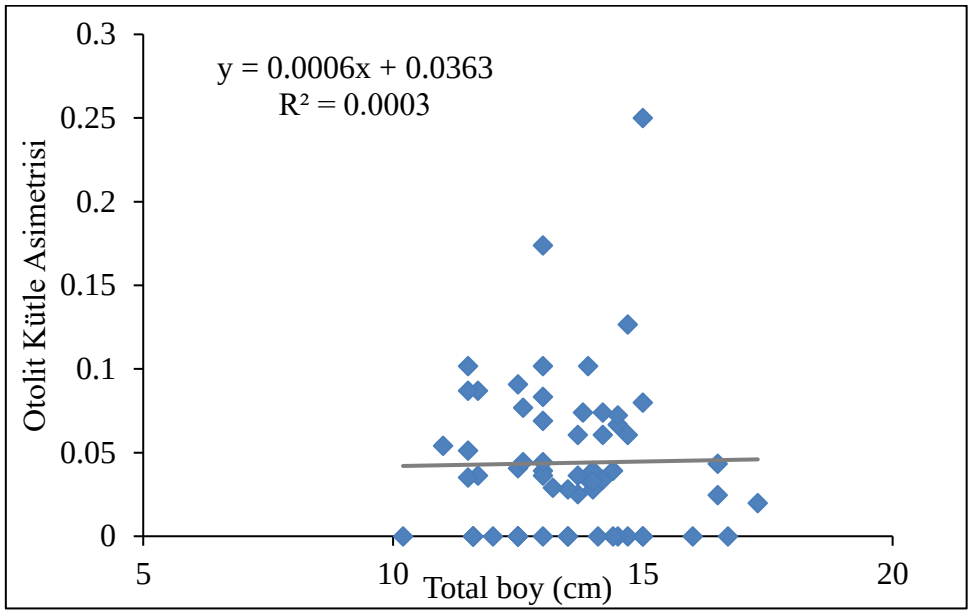
Görsel 2. Karadeniz *M.barbatus* bireyleri otolit kütle asimetrisi-balık boyu ilişkisi



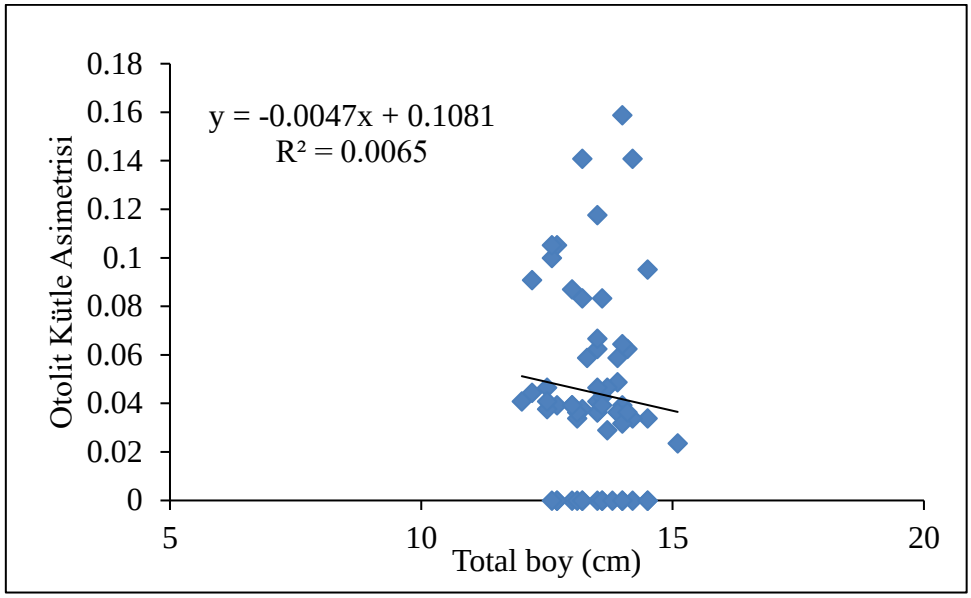
Görsel 3. Akdeniz *M.barbatus* bireyleri otolit kütle asimetrisi-balık boyu ilişkisi



Görsel 4. Ege *M.barbatus* bireyleri otolit mutlak kütle asimetrisi-balık boyu ilişkisi



Görsel 5. Karadeniz *M.barbatus* bireyleri otolit mutlak kütle asimetrisi-balık boyu ilişkisi



Görsel 6. Akdeniz *M.barbatus* bireyleri otolit mutlak kütle asimetrisi-balık boyu ilişkisi

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Balıkçılık araştırmalarında otolit kütle asimetrisinin kullanılmış olduğu birçok çalışma bulunmaktadır (Lychakov vd., 2006; Yedier vd., 2018; Kontas vd., 2019; Jawad vd., 2020; Jawad ve Quasim, 2020; Bouriga vd., 2021; Jawad vd., 2021). Hem deniz hem de tatlı su balıkları ile ilgili olarak gerçekleştirilen çalışmalar göstermiştir ki, otolit küste asimetrisi balıklarda $-0{,}2 < x < +0{,}2$ değerleri arasında değişmektedir (Lychakov, 1992; Helling vd., 2005; Lychakov ve Rebane, 2005; Jawad ve Sadighzadeh, 2013). Ticari olarak önemli bir balık türü olan *M. barbatus*'un otolit kütle asimetrisini belirlemek amacı ile gerçekleştirmiş olduğumuz bu çalışmadan da elde edilmiş değerler; Ege, Karadeniz ve Akdeniz için sırası ile $-0{,}11494 \leq x \leq 0{,}14815$, $-0{,}17391 \leq x \leq 0{,}25000$, $-0{,}15873 \leq x \leq 0{,}14085$ şeklinde hesaplanmıştır. Sadece Karadeniz'den örneklenen barbunya balığının maksimum otolit kütle asimetri değeri (0,2500) literatür bilgisinden farklılık göstermektedir. Bu durum çalışılan balıkların fizyolojik özellikleri ve yaşadıkları habitatları ile alakalıdır. Izzo vd. (2018) ve Grønkjær (2016) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında otolitlerin, balıkların yaşamış oldukları habitatlarının çevresel şartlarından (abiyotik ve biyotik özellikler) doğrudan etkilendiklerini rapor etmişlerdir. Bununla birlikte, antropojenik faktörlerin yanı sıra çevresel faktörlerin varyasyonlarının da otolitlerin gelişimi üzerinde dikkate değer etkileri mevcuttur (Munday vd., 2011). Türkiye denizlerinden örneklenmiş olan barbunya balığının otolit kütle asimetrisi lokasyonlar arasında benzer bulunmuştur ($P>0{,}05$). Otolit kütle asimetrisinin lokasyonlar arasında ve türler arasında fark gösterdiği durumların; daha yüksek değerlerin akustik fonksiyonu değiştirebileceği ve anormal balık davranışlarına sebep olabileceği ifade edilirken (Lychakov ve Rebane, 2004), otolitler arasındaki farklılığa bağlı olarak sesin alınması ve denge sağlanmasında zorluk yaşanabileceği bildirilmiştir (Lychakov ve Rebane, 2005). Otolit kütle asimetrisindeki farklılıklar, kirlilik, pestisitler, insektisitler, herbisitler, avcı baskısı, yiyecek ve ağır metal eksikliği, sudaki iyon değişimi, otolitlerde birikme sorunları, otolitlerin kristal yapıları (örn. aragonitik, vateritik) ve hastalık, genetik yatkınlık ve hatta bunların bir kısmının veya tamamının kombinasyonları ile de ilgilidir (Bostancı vd., 2017).

Lychakov ve Rebane (2005) otolit mutlak asimetri değerinin sadece büyük otolite sahip balıklarda |x|>0,2 olabileceğini bildirmişleridir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; *M. barbatus* türü için mutlak kütle asimetrisi 0,00000 ile 0,25000 arasındadır (Çizelge 2). Elde edilmiş olan sonuçlar literatürde farklı balık türleri ile ilgili olarak gerçekleştirilen çalışmalarla benzerlikler göstermektedir (Jawad vd., 2017; Bouriga vd., 2021; Jawad vd., 2021). Otolit mutlak kütle asimetrisi bakımından da habitatlar istatistiki olarak benzer bulunmuştur (Kruskal-Wallis test, P =0,819).

Balıklarda, sagittal otolitlerin morfolojileri genetik ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir (L'Abée-Lund, 1988; Lombarte vd., 2010; Vignon ve Morat 2010; Annabi vd., 2013). Deniz balıklarında sagittal otolitler diğer otolitlerden daha büyüktürler. Otolit kütle asimetrisinin artması veya azalması balığın yaşamı için gerekli olan diğer faktörleri, özellikle işitme ve denge duyusunu olumsuz etkileyebilir. Literatür incelendiğinde Türkiye'de *M. barbatus* türünün otolit kütle asimetrisi ve otolit mutlak kütle asimetrisinin incelenmiş olduğu herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak Bouriga vd (2021) Tunus Körfezi'nde gerçekleştirdikleri çalışmalarında *M. barbatus* türünün otolit kütle asimetrisini incelemişler ve otolit kütle asimetrisinin –0.0258 ve 0.0952 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Bununla birlikte, ülkemiz denizlerinde de yaşayan deniz balıklarından olan *Merluccius merluccius* (Lychakov vd. 2006), *Pagellus erythrinus* (Lychakov vd. 2006), *Solea solea* (Yedier vd. 2018), *Trachinus draco* (Bouriga vd., 2021), *Trachurus mediterraneus* (Bouriga vd., 2021), *Sardina pilchardus* (Bouriga vd., 2021), *Chelon auratus* (Bouriga vd., 2021) ve *Gobius niger* (Bouriga vd., 2021) türlerinin farklı denizlerde otolit kütle asimetrilerinin incelendiği araştırmalar da mevcuttur. Ülkemiz deniz balıklarında otolit kütle asimetrisinin incelendiği çalışmalar oldukça sınırlıdır (Yedier vd., 2018).

Gerçekleştirilen birçok çalışmada balık boyu ile otolit kütle ve mutlak otolit kütle asimetrisi arasındaki ilişki de incelenmiştir (Lychakov vd. 2006; Jawad vd., 2017; Yedier vd., 2018; Kontas vd., 2019; Jawad vd., 2020; Bouriga vd., 2021). Sagittal otolit kütle asimetrisi balık boyu ile artmasına rağmen, bu durum dip balıklarında, pelajik balıklara oranla daha sık rastlanılan bir olgudur (Lychakov vd., 2006). Bu çalışmada, otolit kütle asimetrisi-balık boyu arasındaki ilişkiler, Ege Denizi, Karadeniz ve Akdeniz için sırasıyla x=-0,002TL+0,0164 (r^2=0,0054), x=0,0024TL+0,0453 (r^2=0,0032), x=0,0198TL-0,269 (r^2=0,0486), otolit mutlak kütle asimetrisi-balık boyu arasındaki ilişkiler ise Ege Denizi için |x|=0,0003TL+ 0,0481 (r^2=0,0004), Karadeniz için |x|=0,0006TL+0,0363 (r^2=0,0003), Akdeniz için |x|=-0,0047TL+0,1081 (r^2=0,007) olarak hesaplanmıştır (Görsel 1-6). Bu çalışmada, her üç lokalite için de otolit kütle/mutlak otolit kütle asimetrisinin balık boyu ile ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir ($0,0004 \leq r^2 \leq 0,0486$, P>0,05). Dolayısı ile elde edilen bulgular, otolit kütle asimetrisi ile balık boyu arasında anlamlı bir ilişki olduğu hipotezini desteklememektedir (Jawad, 2013; Mille vd., 2015; Yedier vd., 2018; Bouriga vd., 2021). Bouriga vd (2021) de *M. barbatus* türü için benzer sonuçları bulmuştur.

Suda yaşayan hayvanlarda stres, çevrelerindeki kirlilikten kaynaklanmaktadır. Balıklarda bu stres gelişimsel dengesizliğe yol açabilir. Dolayısı ile, otolit kütle asimetrisi ile ilgili daha önceki araştırmalara göre, çevresel stres ile kirliliğe bağlı asimetri arasında bir bağlantı vardır (Jawad vd., 2012). Bu çalışma, Türkiye'de farklı denizlerden örneklenen barbunya balığının otolit kütle asimetrisinin ve otolit kütle asimetrisi balık boyu arasındaki

ilişkilerin incelenmiş olduğu ilk çalışmadır. Otolit kütle asimetrisi ile ilgili olarak gerçekleştirilen çalışmalar ülkemizde sınırlı sayıdadır. Bu çalışmanın, gelecekte deniz balıklarında otolit kütle asimetrisi üzerine yapılacak çalışmalara bir temel olarak kullanılması ve araştırmacıların Türkiye'den ve diğer ülkelerden örneklenen *Mullus barbatus* populasyonlarının otolit kütle asimetrisini karşılaştırmasına olanak sağlaması beklenmektedir.

.

KAYNAKÇA

[1] Al, Balushi, A. H., Jawad, L. A., Al Busaidi, H. K. Otolith mass asymmetry in *Lutjanus ehrenbergii* (Peters, 1869) collected from the Sea of Oman, International Journal of Marine Science, 7, 2017.

[2] Annabi, A., Said, K., Reichenbacher, B. Interpopulation differences in otolith morphology are genetically encoded in the killifish *Aphanius fasciatus* (Cyprinodontiformes), Scientia Marina 77, 2, 2013.

[3] Battaglia, P., Malara, D., Ammendolia, G., Romeo, T., Andaloro, F. Relationships between otolith size and fish length in some mesopelagic teleosts (Myctophidae, Paralepididae, Phosichthyidae and Stomiidae), Journal of Fish Biology, 87, 3, 2015.

[4] Battaglia, P., Malara, D., Romeo, T., Andaloro, F. Relationships between otolith size and fish size in some mesopelagic and bathypelagic species from the Mediterranean Sea (Strait of Messina, Italy). Scientia Marina, 74, 3, 2010.

[5] Bouriga, N., Mejri, M., Dekhil, M., Bejaoui, S., Quignard, J. P., Trabelsi, M. Investigating otolith mass asymmetry in six benthic and pelagic fish species (Actinopterygii) from the Gulf of Tunis, Acta Ichthyologica et Piscatoria, 51, 2, 2021.

[6] Bouriga, N., Mejri, M., Dekhil, M., Bejaoui, S., Quignard, J. P., Trabelsi, M. Investigating otolith mass asymmetry in six benthic and pelagic fish species (Actinopterygii) from the Gulf of Tunis, Acta Ichthyologica et Piscatoria, 51, 2, 2021.

[7] Campana, S. E. Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications, Marine ecology progress series, 188, 1999.

[8] Campana, S. E., Thorrold, S. R. Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations?, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 58, 1, 2001.

[9] Grønkjær, P. Otoliths as individual indicators: A reappraisal of the link between fish physiology and otolith characteristics, Marine and Freshwater Research, 67, 7, 2016.

[10] Helling, K., Scherer, H., Hausmann, S., Clarke, A. H. Otolith mass asymmetries in the utricle and saccule of flatfish. Journal of Vestibular Research, 15, 2, 2005.

[11] Izzo, C., Reis-Santos, P., Gillanders, B. M. Otolith chemistry does not just reflect environmental conditions: A meta-analytic evaluation, Fish and Fisheries, 19, 3, 2018.

[12] Jawad, L. A., Abdulsamad, S. M., Al-Nusear, A. N., Waryani, B., & Rutkayová, J. Otolith mass asymmetry in three sparid fish species collected from the Iraqi waters, Marine Pollution Bulletin, 173, 2021.

[13] Jawad, L. Otolith mass asymmetry in *Carangoides caerulepinnatus* (Rüppell, 1830) (family: Carangidae) collected from the sea of Oman, Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo, 71, 1, 2013.

[14] Jawad, L., Gnohossou, P., Tossou, A. G. Bilateral asymmetry in the mass and size of otolith of two cichlid species collected from Lake Ahémé and Porto-Novo Lagoon (Bénin, West Africa). In *Anales de Biología*, 42, 2020.

[15] Jawad, L., Qasim, A. Otolith mass asymmetry in *Otolithes ruber* (Bloch & Schneider, 1801) (Actinopterygii: Perciformes) collected from the Iraq marine waters, Thalassia Salentina, 42, 2020.

[16] Jawad, L., Qasim, A., Farrag, M., Osman, A., Samy-Kamal, M., Mehanna, S., Abdel-Maksoud, Y. Investigation of otolith asymmetry in *Mulloidichthys flavolineatus* and *Parupeneus forsskali* (Perciformes: Mullidae) from Egypt's Hurghada fishing harbour on the Red Sea, 2023.

[17] Jawad, L. A., Sadighzadeh, Z. Otolith mass asymmetry in the mugilid fish, Liza klunzingeri (Day, 1888) collected from Persian Gulf near Bandar Abbas. Anales de Biología 35, 2013.

[18] Kontas, S., Bostancı, D., Polat, N. Determination of otolith mass asymmetry in *Barbus tauricus* Kessler, 1877 inhabiting lower Melet River (Ordu, Turkey). Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research, 5, 3, 2019.

[19] L'Abée-Lund J.H. Otolith shape discriminates between juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L. Journal of Fish Biology, 33, 6, 1988.

[20] Labidi, M. B., Mejri, M., Shahin, A. A., Quignard, J. P., Trabelsi, M., Faleh, A. B. Otolith fluctuating asymmetry in *Boops boops* (Actinopterygii, Sparidae) from two marine stations (Bizerte and Kelibia) in Tunisian waters. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 100(7), 2020.

[21] Lychakov, D. V. Morphometric studies of fish otoliths in relation to vestibular function, Zh. Evol. Biokhim. Fiziol. 28, 1992.

[22] Lychakov, D. V., Rebane, Y. T. Fish otolith mass asymmetry: morphometry and influence on acoustic functionality. Hearing research, 201, 1-2, 2005.

[23] Lychakov, D. V., Rebane, Y. T., Lombarte, A., Demestre, M., Fuiman, L. A. Saccular otolith mass asymmetry in adult flatfishes, Journal of Fish Biology, 72, 10, 2008.

[24] Lychakov, D. V., Rebane, Y. T., Lombarte, A., Fuiman, L. A., Takabayashi, A. Fish otolith asymmetry: morphometry and modeling. Hearing research, 219,1-2, 2006.

[25] Lychakov, D. V., Rebane, Y.T. Otolith mass asymmetry in 18 species of fish and pigeon, Journal of Gravitational Physiology, 11, 3, 2004.

[26] Lychakov, D.V. Morphometric studies of fish otoliths in relation to vestibular function, Zh. Evol. Biokhim. Fiziol. 28, 1992.

[27] Mille, T., Mahe, K., Villanueva, M. C., De Pontual, H., Ernande, B. Sagittal otolith morphogenesis asymmetry in marine fishes, Journal of Fish Biology, 87, 3, 2015.

[28] Munday, P.L., Hernaman, V., Dixson, D.L., Thorrold, S.R. Effect of ocean acidification on otolith development in larvae of a tropical marine fish, Biogeosciences Discussions, 8, 2011.

[29] Quindazzi, M. J., Gaffney, L. P., Polard, E., Bohlender, N., Duguid, W., Juanes, F. Otolith mineralogy affects otolith shape asymmetry: a comparison of hatchery and natural origin Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*), Journal of Fish Biology, 102,4, 2023.

[30] Valentine, D. W., Soule M.E. & Samollow P. Asymmetry in fishes: a possible statistical indicator of environmental stress. Fishery Bulletin, 71, 1973.

[31] Vignon, M., Morat, F. Environmental and genetic determinant of otolith shape revealed by a non-indigenous tropical fish. Marine Ecology Progress Series, 411, 2010.

[32] Yedier, S., Bostanci, D., Kontaş, S., Kurucu, G. Polat, N. Fluctuating asymmetry in otolith dimensions of *Trachurus mediterraneus* collected from the Middle Black Sea. Acta Biologica Turcica, 31, 4, 2018.

[33] Yedier, S., Kontaş, S., Bostancı, D. Assessing of fluctuating asymmetry in otolith of the *Alburnus* spp. from Anatolian lotic and lentic systems. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 39, 1, 2022.

TIBBI VE AROMATİK BİTKİLERDEN ELDE EDİLEN UÇUCU YAĞLARIN ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ

ECEM ÖZER[1], Prof. Dr., BERNA KILINÇ [2]

[1] Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 0000-0002-9521-9712

[2] Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 0000-0002-4663-5082

ÖZET

Bitkilerin yaprak, çiçek, kabuk, meyve vb. kısımlarından su veya su buharı distilasyonu ile uçucu yağlar elde edilmektedir. Uçucu yağların elde edilme yöntemleri, bitkinin durumuyla ve çeşitli koşulara göre değişiklik göstermiştir. Uçucu yağlar sadece yağı çıkarılabilen bitkilerden elde edilebilmektedir. Bu yağlar genellikle sıvı halde bulunmaktadır. Açıkta bırakıldıklarında oda sıcaklıklarında bile buharlaşabildiğinden uçucu yağlar denmektedir. Lavanta, kekik, kimyon, rezene, reyhan, papatya, ıhlamur, sinameki, anason, çemen otu, sarı kantaron, adaçayı, biberiye, defne yaprağı gibi bitkilerden elde edilmektedir. Son yıllarda bitki kaynaklı uçucu yağlar tarımda önemli ürünlerden biri olmaya başlamıştır. Genellikle gıda ürünleri, içecekler, esanslar, ilaçlar ve kozmetik ürünlerinde aroma verici olarak kullanılmaktadır. Ayrıca antiseptik, antioksidan, sindirim uyarıcı, antimikrobiyal ve enzimatik etkiye sahip özellikleri de bulunmaktadır. Özellikle son yıllarda antibiyotik dirençli bakterilerde artış gözlenmektedir. Bu bakterilerle mücadele etmek için, bitki uçucu yağları içerdiği antimikrobiyal etkiden ve doğal kaynaklı ürünler olmalarında dolayı büyük önem taşımaktadır. Antimikrobiyal özelliğe sahip bu uçucu yağlar gram negatif ve gram pozitif bakteriler yanı sıra maya-küf gelişimi üzerine inhibe edici etkiye sahip olduğu yapılan birçok çalışmalarda bildirilmektedir. Özellikle gıda sanayinde tat ve koku etkisi dışında koruyucu etkisi de bulunmaktadır. Koruyucu etki, baharatların içerdiği uçucu yağlardan gelmektedir. Uçucu yağların içeriğinde bulunan antimikrobiyal etkisi sayesinde bakterilerin üremesi yavaşlatılmakta ve besinlerin çabuk bozulması gecikmektedir. Kullanılan uçucu yağların etkileri içerdikleri etken maddelerin özelliğine bağlı olarak antimikrobiyal etkileri farklılık gösterebilmektedir. Bitkilere ait uçucu yağların ana etken maddelerinin elde edilip değerlendirilmesi hem bilimsel hem ekonomik olarak önem taşımaktadır. Yapılan çoğu çalışma sonucunda, bitkilerin uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitelerinin olduğu bildirilmektedir. Bu çalışmada tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal etkisi hakkında yapılan çalışmalara değinilecektir.

Anahtar kelimeler: uçucu yağlar, antimikrobiyal etki, bitkiler.

1. GİRİŞ

Eski zamanlardan beri insanlar hastalıkların tedavisi, beslenme ve barınma gibi durumlarda bitkilerden yararlanmaktadır. Kimyon, haşhaş, anason, kekik, biberiye gibi bitkilerin tarımı yüzyıllardan beri yapılmaktadır. 1990'lı yıllardan önce bitki kullanımında düşüş gözlemlenirken bu yıllardan sonra tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımında yeni alanların bulunması ve doğal ürünlere talep gösterilmesiyle birlikte kullanım oranı gün geçtikçe artmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler günümüzde; gıda, kozmetik, boya, tekstil, ilaç, tarım gibi alanlarda kullanılmaktadır [3,4].

Tıbbi bitkilerin tam olarak tanımı yapılamamakta fakat günümüzde genel olarak tıbbi ve aromatik bitkiler terimleri birlikte kullanılmaktadır. Hastalıkları önlemek ve iyileştirmek için ilaç olarak kullanılan bitkilerdir. Gıda, kozmetik, cilt bakımı, tütsü gibi alanlarda tıbbi bitkiler kullanırken güzel koku ve tat vermek amacıyla aromatik bitkiler kullanılmaktadır. Gıda teknolojisinde, eczacılıkta, boya, tekstil, kozmetik ve parfümeride yaygın olarak kullanılmaktadır [5,7].

Doğadan toplanan ve kültürü yapılanlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Dünyada ticareti yapılan tıbbi ve aromatik bitkiler genel olarak doğal alanlardan toplanmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin ticareti en fazla kurtulmuş olarak yapılmasının yanı sıra uçucu yağ ve taze olarak da ticareti yapılmaktadır [6].

Bitkilerin kök, kabuk, tohum, çiçek, yaprak, meyve ve sap kısımlarında bulunan hücre veya hücre grupları tarafından üretilen uçucu yağlar, genellikle bitkilerin yağ kanalları, reçine kanalları içinde depolanmaktadır. Genetik varyasyon, bitki çeşitliliği, bitki beslenmesi, gübreleme, coğrafi konum, iklim koşulları, mevsim değişimleri, büyüme ve olgunlaşma sırasındaki çevresel faktörler, kurutma ve depolama gibi birçok faktör uçucu yağların kompozisyonunu etkilemektedir. Ayrıca kullanılan bitkinin türü ve elde edilme yöntemi de uçucu yağın kimyasal bileşenlerini ve karakteristik özelliklerini belirlemektedir. Uçucu yağlar; buhar distilasyonu, su distilasyonu veya çözücü ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilmektedir [10].

Uçucu yağların elde edilme yöntemleri, bitkinin durumuyla ve çeşitli koşulara göre değişiklik göstermektedir. Bu yağlar oda sıcaklığında genellikle sıvı halde bulunurlar; bazen donabilen, uçucu, kuvvetli kokulu ve yağımsı karışımlardır [8].

Bitkilerdeki antimikrobiyal bileşikler esansiyal yağ kısımlarında bulunmaktadır. Bitkinin karakteristik özelliklerini içermektedir. Bitkinin türü, kompozisyonu, konsantrasyonu, mikroorganizma türü ve yükü, gıdanın işleme ve depolama koşulları antimikrobiyal aktiviteyi etkilemektedir. Fenolik maddelerin antimikrobiyal aktivitelerini; proteinler, lipitler, tuzlar, pH ve sıcaklık gibi faktörler etkilemektedir [11;12].

Fesleğen, defne, karanfil, kekik, biberiye, nane, kimyon, rezene gibi bitkilerin uçucu yağlarının gıda sektöründe patojen bakterilere (*L. monocytogenes, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Proteus vulgaris, Bacillus subtilis*) karşı etki gösterdiği belirtilmektedir [14].

Bitkilerin uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitelerinin olduğu bildirilmektedir. Bu derleme çalışmasında tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal

etkisi ve bu özellikteki yağların kullanılması ile elde edilen yenilebilir filmler ile kaplanarak üretilen fonksiyonel ürünler hakkında yapılan çalışmalara değinilmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, Antimikrobiyal ve Antioksidan Özellikleri, Bakteriler Üzerine Etkileri

Dorman ve Deans (2000), bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitesi hakkında inceleme gerçekleştirmiştir. Çalışmada karabiber, karanfil, hindistancevizi ve kekik uçucu yağlarının, 25 farklı bakteri cinsine karşı antibakteriyel aktivitesi test edilmiştir. Uçucu yağlar test edilen tüm organizmalara karşı inhibe edici etki göstermiş ayrıca büyümeyi de engellemiştir [9].

Yapılan bir çalışmada, Libya'dan toplanmış 10 bitkiden (pelin (*Artemisia herba alba*), kapari (*Capparis spinosa*), kürrevi (*Globularia alypum*), papatya (*Matricaria chamomilla*), reyhan (*Ocimum basilicum*), mercanköşk (*Origanum majorana*), üzerlik otu (*Peganum harmala*), kaya boz çalısı *(Phagnalon rupestre*), nar (*Punica granatum*) ve kekik (*Thymus vulgaris*)) elde edilen uçucu yağların insanlarda patojen olan bakterilerdeki (*Enterococcus faecium, Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Proteus vulgaris, Pseudomonas aeroginosa* ve *Staphylococcus aureus*) antimikrobiyal etkisi incelenmiştir. Analizlerin sonucunda 9 bitkide kısmi bir antimikrobiyal aktivite olduğu saptanmıştır fakat inhibisyon tespit edilememiştir. Sadece bir bitkide (kapari (*Capparis spinosa*)) inhibasyon sağladığı tespit edilmiştir [13].

Yapılan bir çalışmada, altı bitkiden ekstrakt elde edilmiş ve bu ekstrakların antimikrobiyal aktivitesinin taranması için Gram +, Gram – ve mantar organizmalarına karşı disk difüzyon testi yapılmıştır. Analiz sonucunda dietil eter ekstraktlarının antimikrobiyal etkisinin etkili olduğuna ulaşılmıştır. Gram + ve fungal organizmalara karşı etki Gram – bakterilere olan etkiye göre daha belirgin görülmüştür [13].

İlkimen ve Gülbandılar, yapmış oldukları çalışmada lavanta (Lavandula stoechas), ada çayı (Salvia officinalis), kekik (Thymus vulgaris), papatya (Matricaria chamomilla) gibi tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen ekstrelerin antimikrobiyal ve antifungal etkilerini araştırmışlardır. S. aureus'a karşı tümü etkili olmuştur. En fazla etkiyi lavanta (L. stoechas) ve papatya (M. chamomilla) bitkileri göstermiş olup en düşük etkiyi de kekik (T. vulgaris) bitkisi göstermiştir. E.coli'ye karşı tüm bitkiler etkili olmuştur[16].

Yapılan başka bir çalışmada, 9 farklı aromatik bitkiden buhar destilasyonu ile uçucu yağ elde edilmiştir. Elde edilen uçucu yağların 13 mikroorganizma üzerine etkisi araştırılmış olup sonuç olarak mikroorganizmalar üzerinde farklı derecelerde inhibe edici etki gösterdiği bildirilmiştir [17].

Ülkemizde yaygın olan kekik (Thymus vulgaris) bitkisinin antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. 14 mikroorganizma üzerinde test edilmiştir. 4 tanesi maya, 10 tanesi de bakteri örneklerinden seçilmiştir. Sonuçta bir mikroorganizmada antimikrobiyal etki görülmüştür. [18].

Yapılan bir çalışmada, çay, baharat ve tıbbi amaçlı tüketilen 4 uçucu yağın (Teucrium polium L., Thymbra spicata L. var. spicata, Ocimum basilicum L., Foeniculum vulgare Miller) antibakteriyel ve antifungal aktiviteleri test edilmiştir. 12 bakteri türü ve 2 maya türü test için kullanılmıştır. Baharat ve tedavi amaçlı kullanılan bitkilerden elde edilen uçucu yağlarda,

mikroorganizma türlerine göre antimikrobiyal aktivite gözlenmiştir. Anrimikrobiyal aktivite üzerinde test edilen uçucu yağın konsantrasyonu da etkili olmaktadır [19].

Yapılan başka bir çalışma ise, İzmir kekiği (*Origanum onites*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve şeker otu (*Stevia rebaudiana*) bitkilerinin esansiyel yağları çıkarılarak bakteriler üzerindeki antimikrobiyal etkisi incelenmiştir. Kullanılan bakteriler; *Staphylococcus aureus ATCC 25923, Enterococcus faecalis ATCC 29212, Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853 Enterobacter cloacae ATCC 23355, Serratia marcescens ATCC 8100, Klebsiella pneumoniae ATCC 13883, Escherichia coli ATCC 25922, Salmonella typhimurium ATCC 14028* olarak seçilmiştir. Disk difüzyon metodu kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda kekik yağı tüm bakterilere etki göstermiştir. Biberiye yağı *P. Aeruginosa* bakteri hariç diğer bakterilere etkili olmuştur. Şeker otu ise sadece iki bakteri türüne etkili olduğu bildirilmiştir [20].

2.2. Tıbbı ve Aromatik Bitkilerden Elde Edilen Ekstrakt ve Yağlar İle Ürünlerin Kaplanması, Avantajları/ Dezavantajları, Ürünlerin Raf Ömürlerine Etkileri

Lipitler, polisakkaritler ve proteinler ve yenilebilir film ve kaplamaların hazırlanmasında çoğunlukla kullanılan ham maddelerdir. Bu maddeler farklı avantajlar yanısıra dezavantajlara da sahip olmaları nedeniyle bunlardan bir ya da birkaçı birlikte kullanılarak çeşitli karışımlar ve kompozit filmler elde edilmektedir. Bu şekilde üretilen kaplama ve filmlerin, nem-buhar geçirgenlik, yapışma, gaz vb. özellikleri geliştirilmektedir [1].

Yapılan bir çalışmada meyve kabuklarından portakal ve limon kabuğu ekstraktları kullanılarak antimikrobiyal yenilebilir filmler yapılarak Gökkuşağı alabalığı filetoları (*Oncorhynchus mykiss* 1792) ve kalamar halkalarının (*Loligo vulgaris* 1798), raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılmıştır. Sonuç olarak, kalamar halkalarının (CS) toplam mezofilik bakteri sayısı (TMC) 6. günde tüketimin mikrobiyolojik sınırını aşarken, kaplanmış kalamar halkalarının TMC değerinin 8. günde bile bu sınırı aşmadığı belirlenmiştir [2].

Yapılan bir çalışmada gıda muhafazasında kullanılmak için kitosan esansiyel yağ film ve kaplamaları hakkında araştırma yapılmıştır. Çalışma sonucunda esansiyel yağın kitosan filmlere dahil edilmesi kitosan filmin bozulmaya ve patojenik bakteri, küf ve mayaya karşı antimikrobiyal etkinliğini arttırdığı söylenmiştir. Esansiyel yağları içeren kitosan kaplamalar, taze ürünlerin raf ömrünü uzatmakta, doğal bakteri, küf ve maya popülasyonlarını ve gıda kaynaklı patojenleri inhibe ettiği bildirilmiştir [21].

Yapılan başka bir çalışmada ise karanfil (*Syzygium aromaticum L.*), rezene (*Foeniculum vulgare Miller*), selvi (*Cupressus sempervirens L.*), lavanta (*Lavandula angustifolia*), kekik (*Thymus vulgaris L.*), haç otu (*Verbena officinalis*), çam (*Pinus sylvestris*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) uçucu yağları 18 patojen bakteri cinsi üzerinde antimikrobiyal etkisi incelenmiştir. Sırasıyla en yüksek inhibitör karanfil esansiyel yağı, biberiye ve lavanta olarak belirlenmiştir. Bu yağların gıda koruyucu olarak kullanımını değerlendirmek için karanfil ve kekik esansiyel yağlarının en etkili olduğu balıktan yapılan bir ekstrakt üzerinde de çalışma

yapılmıştır. Karanfil esansiyel yağı ile birleştirilmiş jelatin-kitosan bazlı yenilebilir filmler hazırlanıp seçilen mikroorganizmalara (*Pseudomonas fluorescens, Shewanella putrefaciens, Photobacterium phosphoreum, Listeria innocua, Escherichia coli ve Lactobacillus acidophilus*) karşı antimikrobiyal aktiviteleri test edilmiştir. Sonuç olarak tüm mikroorganizmaları inhibe ettiği bildirilmiştir [22].

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bitkilerin meyve, çiçek, kabuk ve yaprak gibi kısımlarında bulunan uçucu yağlar antimikrobiyal özelliğe sahiptir. Bitkilerden elde edilen uçucu yağlara karanfil, adaçayı, biberiye, defne yaprağı, fesleğen, gül, kekik, karabiber, kimyon, lavanta, kişniş limon, nane, papatya, rezene, sarımsak, üzüm çekirdeği, çörek otu, okaliptus, keten tohumu örnek olarak verilebilir. Antimikrobiyal özelliğe sahip bitkilerden elde edilen bu uçucu yağlar bir çok gram pozitif ve gram negatif bakterilerin yanısıra maya ve küf gelişimi üzerine farklı derecelerde inhibe edici etkiye sahip olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmektedir. Bu nedenle bitkilerden elde edilen uçucu yağlar endüstri, tıp, gıda, ilaç kozmetik, kimya gibi bir çok alanda ekonomik öneme sahiptirler. Bitkilerden elde edilen bu uçucu yağlar gıdalara uygulandığında gıdaların farklı tat ve aroma kazanmasını sağlamaktadır. Ayrıca bu uçucu yağlar gıdalara renk vermesi yanısıra gıdalarda antioksidan özellikleri nedeniyle oksidasyonu önlemektedir. Antimikrobiyal olmaları nedeniyle de gıdalarda bozulmaya neden olan ve patojen bakterilerin gelişimi üzerine inhibe edici etkiye sahiptirler. Bu uçucu yağlar gıdalardaki mikrobiyal yükün azalmasına veya tamamen ortadan kaldırılmasında etkili olabilmektedir. Uçucu yağların sahip olduğu antimikrobiyal özellik nedeniyle gıdaların daha uzun süre dayanımını da sağlayarak raf ömrünü uzatmaktadır. Uçucu yağların antimikrobiyal etkisi gıdaya uygulanan uçucu yağ konsantrasyonuna, mikroorganizma türüne, gıdadaki mikroorganizma sayısına bağlı olarak değişebilmektedir. Bitkilerden elde edilen bu uçucu yağlar sentetik olarak elde edilenlere göre doğal olup, sağlık açısından da risk oluşturmamaktadır. Bu nedenle son yıllarda doğal ürünlere olan tüketici talepleri nedeniyle bitkilerden elde edilen uçucu yağlara da olan talebi arttırarak bu durum endüstride çeşitli alanlarda kullanımı da arttırmıştır. Bu tıbbi ve aromatik bitkiler gıda sektöründe ayrıca gıda katkı maddesi, baharat, gıda takviyesi ve bitkisel çay olarak da kullanılmaktadır. Aromatik ve tıbbi bitkiler ve bitkilerden elde edilen ekstrakt ve yağlar gıdalara direkt olarak uygulanmasının yanısıra ambalaj sektöründe de yaygın olarak tercih edildiği plastik ve tekstil gibi malzemelerin içerisine karıştırılarak kullanıldığı görülmektedir. Son yıllarda aromatik ve tıbbi bitkiler ve bu bitkilerden elde edilen ekstraktlar kullanılarak yenilebilir film üretimi çalışmaları da son derece yaygınlaşmıştır. Yenilebilir filmler çeşitli gıda ve su ürünlerine uygulanabilir nitelikte olup, tamamen doğal ve bitkisel içeriklidir. Yenilebilir filmler ürünlerin rengini, tat ve aromasını olumlu yönde etkilemektedir. Gıda ve su ürünlerinin bitkisel içerikli yenilebilir film ile kaplanması doğal yenilebilir olması yanısıra gıdaları antimikrobiyal özelliğe sahip olması nedeniyle mikroorganizmaların gelişiminden korumaktadır. Bu nedenle gıdaların bitkilerden elde edilen antimikrobiyal filmler ile kaplanması gıdalarda koruyucu bir bariyer görevi üstlenerek ürünlerin raf ömürlerinin uzamasını sağlamaktadır. Aynı zamanda ürünleri oksidasyona karşı da korumaktadır. Çeşitli gıda ve su ürünlerinin bitkisel içerikli yenilebilir film ile kaplanarak fonksiyonel gıda üretimi çalışmalarının gelecekte de artarak hızla devam edeceği düşünülmektedir.

Bu derleme çalışmasında tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların sahip olduğu antimikrobiyal özellikler, farklı mikroorganizma suşları üzerine yaptıkları inhibe edici etkileri, tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen antimikrobiyal ve antioksidant özellikteki ekstrakt ve yağlar kullanılarak elde edilen yenilebilir filmler ile kaplanarak üretilen fonksiyonel ürünler derlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Korkmaz, F. (2018). Yenilebilir Film/ Kaplamalar ve Su Ürünleri Perspektifi, Atatürk Üniversitesi Ziraaat Fakültesi Dergisi, 49,1, 79-86.
2. Kılınç, B., Sürengil, G. & Yalçın, T. (2023). The Impact of Edible Film Coatings With Lemon and Orange Peel Extracts on Microbiological Quality and Shelf-Life of Squid (Loligo vulgaris) Rings and Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss) Fillets . Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 26 (1), 172-182. DOI: 10.18016/ksutarimdoga.vi.995995
3. Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Kızıl, O. A. S., & Telci, İ. (2010). Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin arttırılması olanakları. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11, 15.
4. Göktaş, Ö. & Gıdık, B. (2019) Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları, Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Cilt 2, Sayı 1, 136-142.
5. Faydaoğlu, E., & Sürücüoğlu, M. S. (2011). Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 11(1), 52-67.
6. Acıbuda, V., & Budak, D. B. (2018). Dünya'da ve Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 33(1), 37-44.
7. Varlı, M., Hancı, H., & Kalafat, G. (2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim potansiyeli ve biyoyararlılığı. Research Journal of Biomedical and Biotechnology, 1(1), 24-32.
8. Kılıç, A. (2008), Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri, Bartın Orman Fakültesi Dergisi 10 (13), 37-45.
9. Dorman HJ, Deans SG. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. J Appl Microbiol. 2000 Feb;88(2):308-16. doi: 10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x. PMID: 10736000.
10. Kürekçi, C., & Sakin, F. (2017). Uçucu Yağlar: Antimikrobiyal Açıdan Uçucu Yağlar: In-Vitro ve In-Vivo Çalışmalar. Turkiye Klinikleri J Anim Nutr&Nutr Dis-Special Topics, 3(1), 15-20.
11. Sağdıç, O., Kuşçu, A., Özcan, M. and Özçelik, S. (2002). Effects of Turkish spice extracts at various concentrations on the growth E. coli O157:H7. Food Microbiology. 19:473-480.
12. Faydaoğlu, E., & Sürücüoğlu, M. (2013). Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanim olanaklari. Erzincan University Journal of Science and Technology, 6(2), 233-265.

13. Bufrag, S. M. I. (2017). Tıbbi ve Aromatik Bitkilerden Elde Edilen Esansiyel Yağların Bazı Balık Patojenleri Üzerine Antimikrobiyal Etkisi. Kastamonu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Genetik ve Biyomühendislik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu, Türkiye.
14. Koyuncu, İ., Yıldırım, İ., & Duranoğlu, S. (2008). Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal özellikleri. Türkiye, 10, 913-916.
15. Nostro, A., Germanò, M.P., Angelo, V.D., Marino, A., Cannatelli ,M.A. (2000). Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity, *Letters in Applied Microbiology*, Volume 30, Issue 5, 1 May 2000, Pages 379–384, https://doi.org/10.1046/j.1472-765x.2000.00731.x
16. İlkimen, H. & Gülbandılar, A. (2018). Lavanta, Ada Çayı, Kekik ve Papatya Ekstrelerinin Antimikrobiyal Etkilerinin Araştırılması, Türk Mikrobiyol Cem Derg 2018;48(4):241-246.
17. Sartoratta A., Machado A.L., Delarmelina C., Figueria G.M., Duarte M.C.T., Rehder V.L.G. , (2004), Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oils from Aromatic Plants Used in Brazil, 35: 275-280.
18. Benli, M. & Yiğit, N. (2005). Ülkemizde Yaygın Kullanımı Olan Kekik (Thymus vulgaris) Bitkisinin Antimikrobiyal Aktivitesi , Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi Cilt: 03 Sayı: 08 Sayfa: 1-8 www.mikrobiyoloji.org/pdf/702050801.pdf
19. Toroğlu, S., Dığrak, M., & Kocabaş, Y. Z. (2005). Çay veya Baharat Olarak Tüketilen Teucrium polium L., Thymbra spicata L. var. spicata, Ocimum basilicum L. ve Foeniculum vulgare Miller'in Uçucu Yağlarının In-Vitro Antimikrobiyal Aktivitesi ve Bazı Antibiyotiklerle Etkileşimleri. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 8, 36-42.
20. Ucar, E., Odabaş Köse, E. , Özyiğit, Y. & Turgut, K. (2015). Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerde Esansiyel Yağların Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi . Ziraat Fakültesi Dergisi , 10 (2) , 118-124 .
21. Zhang X, Ismail BB, Cheng H, Jin TZ, Qian M, Arabi SA, Liu D, Guo M. Emerging chitosan-essential oil films and coatings for food preservation - A review of advances and applications. Carbohydr Polym. 2021 Dec 1;273:118616. doi: 10.1016/j.carbpol.2021.118616. Epub 2021 Aug 28. PMID: 34561014.

SOME FIXED-CIRCLE RESULTS WITH MODIFIED F_C -CONTRACTIONS VIA α_S -ADMISSIBLE MAPPINGS ON S-METRIC SPACES

Assoc. Prof. Dr. NİHAL TAŞ [1], Asst. Prof. Dr. ELİF KAPLAN [2]

[1] Balıkesir University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics,
- 0000-0002-4535-4019

[2] Ondokuz Mayis University, Faculty of Science, Department of Mathematics,
- 0000-0002-7620-3387

ABSTRACT

Recently, some geometric properties of a fixed point set of a self-mappings have investigated under the fixed-circle problem. This problem was given as a geometric generalization of fixed-point theory by Özgür and Taş (N. Özgür and N. Taş, Some fixed-circle theorems on metric spaces, Bulletin of the Malaysian Mathematical Sciences Society 42 (2019), 1433-1449). Some solutions to this problem were given using different techniques on metric and generalized metric spaces. In this paper, we present new results related to the fixed-circle problem on S-metric spaces. To do this, we define the notion of modified F_C -contraction via α_S -asmissible mappings. Using this notion, we prove a fixed-circle theorem with an example and give some corollaries.

Keywords : fixed circle, S-metric space, modified F_C -contraction.

1. INTRODUCTION

Metric fixed-point theory has been extensively studied on metric and generalized metric spaces. To obtain new fixed-point results, different contractive conditions and techniques have been used. Also, some auxiliary functions have been used in fixed-point theorems. For example, Wardowski defined the function family to obtain new fixed-point results [15]. Using this function family, many authors proved various fixed-point theorems on metric and generalized metric spaces. For example, Devi et al. presented modified F-contractions on S-metric spaces and gave some fixed-point results [2]. The notion of an S-metric space was given as a generalization of metric spaces by Sedghi et al. in 2012 [12]. Recently, as a geometric approach, fixed-circle problem was introduced when the number of fixed points is more than one [6]. This problem has been studied with various approaches on both metric and generalized metric spaces (for example, see [5], [8], [9], [14] and the references therein).

Motivated by the above studies, our aim is to prove some new fixed-circle results using the notion of modified F_C -contraction via α_S -admissible mappings on S-metric spaces. Also, we give some corollaries and an illustrative example.

2. PRELIMINARIES

In this section, we recall some necessary concepts and properties.

At first, we give the Wardowski function family [15].

Let F be the family of functions $F:\mathbb{R}^+ \to \mathbb{R}$ satisfying the following conditions:

(F_1) F is increasing,

(F_2) For any sequence $\{a_n\}$ of positive real numbers,

$\lim_{n\to\infty} a_n = 0 \Leftrightarrow \lim_{n\to\infty} F(a_n) = -\infty$,

(F_3) There exists $k \in (0,1)$ such that $\lim_{a\to 0^+} a^k F(a) = 0$.

The following function family is used in the following section.

Let Ψ be the family of functions $\psi:[0,\infty)\to[0,\infty)$ satisfying the following conditions:

(ψ_1) ψ is nondecreasing,

(ψ_2) $\psi(0)=0$,

(ψ_3) $\psi(t)<t$ for all $t>0$.

Definition 2.1. [11] Let X be a nonempty set and $\alpha: X\times X\to[0,\infty)$ be given mapping. A self-mapping $T: X\to X$ is called α -admissible if we have

$$\alpha(x,y)\geq 1 \Rightarrow \alpha(Tx,Ty)\geq 1,$$

for all $x, y \in X$.

Now we recall the some basic notions related to the S-metric spaces.

Definition 2.2. [12] Let X be a nonempty set and the mapping $S: X\times X\times X\to[0,\infty)$ satisfies the following conditions:

(S_1) $S(x,y,z)=0 \Leftrightarrow x=y=z$ for all $x,y,z\in X$,

(S_2) $S(x,y,z) \le S(x,x,t)+S(y,y,t)+S(z,z,t)$ for all $x,y,z,t \in X$.

Then S is called an S-metric and the pair (X,S) is called an S-metric space.

Lemma 2.3. [12] 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 relationships between a metric and a S-metric were studied (see, [3], [4] and [7] for more details).

► Let (X,d) be a metric space. Then the function $S_d : X \times X \times X \to [0,\infty)$ defined by

$$S_d(x,y,z) = d(x,z)+d(y,z),$$

for all $x,y,z \in X$ is an S-metric on X . The S-metric S_d is called the S-metric generated by d [7].

► Let (X,S) be an S-metric space. Then the function $d^S : X \times X \to [0,\infty)$ defined by

$$d^S(x,y) = S(x,x,y),$$

for all $x,y \in X$ is a b-metric on X [13].

Definition 2.4. [10] Let X be a nonempty set and $\alpha_S : X \times X \times X \to [0,\infty)$ be a given mapping. A self-mapping $T : X \to X$ is called α_S -admissible mapping if we have

$$\alpha_S(x,y,z) \ge 1 \Rightarrow \alpha_S(Tx,Ty,Tz) \ge 1,$$

for all $x,y,z \in X$.

Definition 2.5. [8] Let (X,S) be an S-metric space. A circle $C^S_{x_0,r}$ is defined by

$$C^S_{x_0,r} = \{x \in X : S(x,x,x_0) = r\},$$

with the center x_0 and the radius r .

Defininition 2.6. [8] Let (X,S) be an S-metric space, $C^S_{x_0,r}$ be a circle and $T : X \to X$ be a self-mapping. 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 .

The metric version of a fixed circle was given in [6] and the b-metric version of a fixed circle was introduced in [14].

3. MAIN RESULTS

In this section, we give new fixed-circle results on S-metric spaces. To do this, we begin the following definition.

Definition 3.1. Let (X,S) be an S-metric space and $T:X\to X$ be an α_S -admissible mapping. If there exist $\tau>0$, $F\in \mathrm{F}$, $\psi\in\Psi$ and $x_0\in X$ such that

$$\alpha_S(x,x,x_0)\geq 1$$

and

$$S(Tx,Tx,x)>0\Rightarrow \tau+F\left(\alpha_S(Tx,Tx,x_0)S(Tx,Tx,x)\right)\leq F\left(\psi\left(S(x,x,x_0)\right)\right),$$

for all $x\in X$, then T is called a modified F_C -contraction via α_S -admissible mappings.

Proposition 3.2. Let (X,S) be an S-metric space and $T:X\to X$ be a modified F_C -contraction via α_S -admissible mappings with $x_0\in X$. Then we have $Tx_0=x_0$.

Proof: Let us take $Tx_0\neq x_0$. Then we have $S(Tx_0,Tx_0,x_0)>0$. Using hypothesis, we get

$$\tau+F\left(\alpha_S(Tx_0,Tx_0,x_0)S(Tx_0,Tx_0,x_0)\right)\leq F\left(\psi\left(S(x_0,x_0,x_0)\right)\right)=F\left(\psi(0)\right)=F(0),$$

a contradiction with the definition of F. Hence it should be $Tx_0=x_0$. □

Theorem 3.3. Let (X,S) be an S-metric space, $T:X\to X$ be a modified F_C -contraction via α_S -admissible mappings with $x_0\in X$ and the number r be defined as

$$r=\inf\left\{S(Tx,Tx,x):Tx\neq x,\ x\in X\right\}.$$

Then $C^S_{x_0,r}$ is a fixed circle of T.

Proof: Let us consider the following cases:

Case 1: Let $r=0$. Then we get $C^S_{x_0,r}=\{x_0\}$ and by Proposition 3.2, we say that $C^S_{x_0,r}$ is a fixed circle of T.

Case 2: Let $r>0$ and $x\in C^S_{x_0,r}$ be any point such that $S(Tx,Tx,x)>0$. Using the hypothesis, Proposition 3.2 and α_S -admissible definition, we get

$$\alpha_S(x,x,x_0)\geq 1$$

and

$$\begin{aligned}\tau + F\left(\alpha_S\left(Tx,Tx,x_0\right)S\left(Tx,Tx,x\right)\right) &\le F\left(\psi\left(S\left(x,x,x_0\right)\right)\right)\\ &= F\left(\psi\left(r\right)\right) \le F\left(\psi\left(S\left(Tx,Tx,x\right)\right)\right)\\ &< F\left(S\left(Tx,Tx,x\right)\right),\end{aligned}$$

a contradiction with $\tau > 0$ and $\alpha_S\left(Tx,Tx,x_0\right) \ge 1$. Hence $Tx = x$.

Consequently, $C^S_{x_0,r}$ is a fixed circle of T. □

Remark 3.4. Let us take $F\left(t\right) = \ln\left(t\right)$ in the inequality of the definition of modified F_C-contraction via α_S-admissible mappings. Hence we get

$$\tau + \ln\left(\alpha_S\left(Tx,Tx,x_0\right)S\left(Tx,Tx,x\right)\right) \le \ln\left(\psi\left(S\left(x,x,x_0\right)\right)\right)$$

$$\Rightarrow \ln\left(\alpha_S\left(Tx,Tx,x_0\right)S\left(Tx,Tx,x\right)\right) - \ln\left(\psi\left(S\left(x,x,x_0\right)\right)\right) \le -\tau$$

$$\Rightarrow \ln\left[\frac{\alpha_S\left(Tx,Tx,x_0\right)S\left(Tx,Tx,x\right)}{\psi\left(S\left(x,x,x_0\right)\right)}\right] \le -\tau$$

$$\Rightarrow \frac{\alpha_S\left(Tx,Tx,x_0\right)S\left(Tx,Tx,x\right)}{\psi\left(S\left(x,x,x_0\right)\right)} \le e^{-\tau}$$

$$\Rightarrow \alpha_S\left(Tx,Tx,x_0\right)S\left(Tx,Tx,x\right) \le e^{-\tau}\psi\left(S\left(x,x,x_0\right)\right).$$

Using Remark 3.4, we obtain the following corollary:

Corollary 3.5. Let $\left(X,S\right)$ be an S-metric space, the number r be defined as in Theorem 3.3 and $T : X \to X$ be an α_S-admissible mapping such that

$$\alpha_S\left(x,x,x_0\right) \ge 1$$

and

$$S\left(Tx,Tx,x\right) > 0 \Rightarrow \alpha_S\left(Tx,Tx,x_0\right)S\left(Tx,Tx,x\right) \le e^{-\tau}\psi\left(S\left(x,x,x_0\right)\right),$$

for all $x \in X$ where $\tau > 0$, $\psi \in \Psi$ and $x_0 \in X$. Then $Tx_0 = x_0$ and $C^S_{x_0,r}$ is a fixed circle of T.

If the S-metric S is generated by any metric d, then we get the following corollary.

Corollary 3.6. Let (X,d) be a metric space, the number r be defined as

$$r=\inf\{d(Tx,x):Tx\neq x,\ x\in X\}$$

and $T:X\to X$ be an α-admissible mapping such that

$$\alpha_S(x,x_0)\geq 1$$

and

$$d(Tx,x)>0\Rightarrow \tau+F\left(\alpha_S(Tx,x_0)\,d(Tx,x)\right)\leq F\left(\psi\left(d(x,x_0)\right)\right),$$

for all $x\in X$ where $\tau>0$, $F\in \mathrm{F}$, $\psi\in\Psi$ and $x_0\in X$. Then $Tx_0=x_0$ and $C_{x_0,r}$ is a fixed circle of T.

If the b-metric d^S is generated by the S-metric S, then we have the following corollary:

Corollary 3.7. Let (X,d^S) be a b-metric space, the number r be defined as

$$r=\inf\{d^S(Tx,x):Tx\neq x,\ x\in X\}$$

and $T:X\to X$ be an α-admissible mapping such that

$$\alpha_S(x,x_0)\geq 1$$

and

$$d^S(Tx,x)>0\Rightarrow \tau+F\left(\alpha_S(Tx,x_0)\,d^S(Tx,x)\right)\leq F\left(\psi\left(d^S(x,x_0)\right)\right),$$

for all $x\in X$ where $\tau>0$, $F\in \mathrm{F}$, $\psi\in\Psi$ and $x_0\in X$. Then $Tx_0=x_0$ and $C^{d^S}_{x_0,r}$ is a fixed circle of T.

Using the integral type contraction inspiring the given technique in [1], we obtain the following corollary:

Corollary 3.8. Let (X,S) be an S-metric space, the number r be defined as in Theorem 3.3 and $T:X\to X$ be an α_S-admissible mapping such that

$$\alpha_S(x,x,x_0)\geq 1$$

and

$$S(Tx,Tx,x)>0 \Rightarrow \tau+\int_0^{F(\alpha_S(Tx,Tx,x_0)S(Tx,Tx,x))}\varphi(t)dt \le \int_0^{F(\psi(S(x,x,x_0)))}\varphi(t)dt,$$

for all $x\in X$ where $\tau>0$, $F\in \mathrm{F}$, $\psi\in\Psi$, $x_0\in X$ and $\varphi:[0,\infty)\to[0,\infty)$ 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 $Tx_0=x_0$ and $C^S_{x_0,r}$ is a fixed circle of T.

Now we give the following illustrative example.

Example 3.9. Let $X=\mathbb{R}$ and the S-metric defined as

$$S(x,y,z)=|x-z|+|x+z-2y|,$$

for all $x,y,z\in\mathbb{R}$ [7]. This S-metric is not generated by any metric d. Let us define the self-mapping $T:\mathbb{R}\to\mathbb{R}$ as

$$Tx=\begin{cases} x & , \quad x\in\mathbb{R}-\{0\} \\ \dfrac{1}{2} & , \quad x=0 \end{cases},$$

for all $x\in\mathbb{R}$. Then T is a modified F_C-contraction via α_S-admissible mappings with $\alpha_S(x,y,z)=1$, $x_0=2$, $\psi(t)=\dfrac{t}{2}$, $F=\ln t$ and $\tau=\ln 2$. Also, we obtain $r=1$. Consequently, T fixes the circle $C^S_{2,1}=\left\{\dfrac{3}{2},\dfrac{5}{2}\right\}$.

REFERENCES

[1] 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).

[2] Devi, K. M., Rohen, Y. and Singh, K. A. Fixed Points of Modified F-Contractions in S-Metric Spaces, J. Math. Comput. Sci. 12, 197 (2022).

[3] Gupta, A. Cyclic Contraction on S-Metric Space, Int. J. Anal. Appl. 3 (2), 119-130 (2013).

[4] Hieu, N. T., Ly, N. T. and Dung, N. V. A Generalization of Ciric Quasi-Contractions for Maps on S-Metric Spaces, Thai. J. Math. 13 (2), 369-380 (2015).

[5] Mlaiki, N., Özgür, N., Taş, N. and Santina, D. On the Fixed Circle Problem on Metric Spaces and Related Results, Axioms 12, 401 (2023).

[6] Özgür, N.Y. and Taş, N. Some Fixed-Circle Theorems on Metric Spaces, Bull. Malays. Math. Sci. Soc. 42, 1433-1449 (2019).

[7] Özgür, N. Y. and Taş, N. Some New Contractive Mappings on S-Metric Spaces and their relationships with the mapping (S25), Math. Sci. 11 (1), 7-16 (2017).

[8] Özgür, N.Y. and Taş, N. Fixed-Circle Problem on S-Metric Spaces with a Geometric Viewpoint, Facta Univ. Ser. Math. Inform. 34, 459-472 (2019).

[9] Özgür, N. Fixed-Disc Results via Simulation Functions, Turk. J. Math. 43, 2794-2805 (2019).

[10] Priyobarta, N., Rohen Y., Stephen, Th. et al. Some Remarks on α-Admissibility in S-Metric Spaces, J. Inequal. Appl. 2022, 34 (2022).

[11] Samet, B., Vetro, C. and Vetro, P. Fixed Point Theorems for α-ψ-Contractive Type Mappings, Nonlinear Anal. TMA. 75, 2154-2165 (2012).

[12] Sedghi, S., Shobe, N. and Aliouche, A. A Generalization of Fixed Point Theorems in S-Metric Spaces, Mat. Vesnik. 64 (3), 258-266 (2012).

[13] Sedghi, S. and Dung, N. V. Fixed Point Theorems on S-Metric Spaces, Mat. Vesnik. 66 (1), 113-124 (2014).

[14] Taş, N. Suzuki-Berinde Type Fixed-Point and Fixed-Circle Results on S-Metric Spaces, J. Linear Topol. Algebra 7 (3), 233-244 (2018).

[15] Wardowski, D. Fixed Points of a New Type of Contractive Mappings in Complete Metric Spaces, Fixed Point Theory Appl. 2012, 94 (2012).

MIXED FORM OF SEMI*-OPEN SETS

Assoc. Prof. Dr. NİHAL TAŞ [1]

[1] Balıkesir University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics,

- 0000-0002-4535-4019

ABSTRACT

In general topology, it is very important to study the classes of various open sets and investigate some topological properties of these classes. For example, Levine introduced the notion of semi-open sets in topological spaces (N. Levine, Semi-open sets and semi-continuity in topological space, American Mathematical Monthly 70 (1963), 36-41). After then, many researchers studied various topological notions with the concept of semi-open sets. Also, Robert and Missier generalized the notion of a semi-open set to the notion of a semi*-open set (A. Robert and S. P. Missier, A new class of nearly open sets, Intenational Journal of Mathematical Archive 4 (12) (2013), 12-18). In this paper, we introduce the mixed form of semi*-open sets defined as (τ_1, τ_2)-semi*-open set. We investigate some basic properties of a class of (τ_1, τ_2)-semi*-open sets.

Keywords : mixed form, semi*-open set, (τ_1, τ_2)-semi*-open set.

1. INTRODUCTION

Some different versions of open sets have been studied in general topology. Also, some topological properties of these open sets have been investigated. For example, Levine defined the concept of semi-open sets [2], Mashhour introduced the notion of pre-open sets [4] and Njastad presented the class of α-open sets [5]. After then, Robert and Missier gave a new version of open sets called as semi*-open sets in a topological space [6].

Recently, some mixed forms of the class of open sets have been defined on topological and some generalized topological space. For example, the notions of a (τ_1, τ_2)-semi open soft set, a (τ_1, τ_2)-pre open soft set, a (τ_1, τ_2)-α-open soft set and a (τ_1, τ_2)-β-open soft set were defined on a soft topological space [7]. On the other hand, mixed forms of some topological concepts, such as continuity, have been studied with different approaches. For example, the concepts of mixed almost and mixed weakly continuity functions were defined on a generalized topological space [8].

By the above motivations, our main aim is to introduce the notion of a (τ_1, τ_2)-semi*-open set on a topological space and investigate some basic properties.

2. PRELIMINARIES

In this section, we recall the following notions.

Definition 2.1. Let (X,τ) be a topological space and $N \subset X$. If there exists $M \in \tau$ such that $M \subseteq N \subseteq cl(M)$ or equivalenlty $N \subseteq cl(\text{int}(N))$, then N is called a semi-open set [2].

Definition 2.2. Let (X,τ) be a topological space and $N \subset X$. If $N \subseteq \text{int}(cl(N))$ (resp. $N \subseteq \text{int}(cl(\text{int}(N)))$), then N is called a pre-open set [4] (resp. an α-open set [5]).

Definition 2.3. Let (X,τ) be a topological space and $N, M \subset X$. If $cl(N) \subseteq M$ whenever $N \subseteq M$ and $M \in \tau$, then N is called a generalized closed set (briefly, g-closed set) [3].

Definition 2.4. Let (X,τ) be a topological space and $N \subset X$. The generalized closure of N is defined as the intersection of all g-closed sets in X containing N and is denoted by $cl^*(N)$ [1].

Definition 2.5. Let (X,τ) be a topological space and $N \subset X$. If there exists $M \in \tau$ such that $M \subseteq N \subseteq cl^*(M)$, then N is called a semi*-open set [6].

3. MAIN RESULTS

In this section, we define the notion of a (τ_1,τ_2)-semi*-open set and investigate some properties of this new notion.

Let (X,τ_1) and (X,τ_2) be two topological spaces. Assume that int_1 represent the interior according to τ_1, int_2 represent the interior according to τ_2, cl_1 represent the closure according to τ_1 and cl_2 represent the closure according to τ_2.

Definition 3.1. Let (X,τ_1), (X,τ_2) be two topological spaces and $N \subset X$. If there exists $M \in \tau_1$ such that

$$M \subseteq N \subseteq cl_2^*(M),$$

then N is called a (τ_1,τ_2)-semi*-open set.

We give the following trivial example.

Example 3.2. Let (X,τ_1) and (X,τ_2) be two topological spaces. Then $\varnothing$ and X are (τ_1,τ_2)-semi*-open sets.

Example 3.3. Let $X=\{a,b,c,d\}$ and τ_1, τ_2 be two topologies as follows:

$$\tau_1=\{\varnothing,\{a\},\{a,b,c\},X\} \text{ and } \tau_2=\{\varnothing,\{a\},X\}.$$

Then $N=\{a,b,c\}$ is a (τ_1,τ_2)-semi*-open set.

Remark 3.4. If we take $\tau_1=\tau_2$ then the notions of a (τ_1,τ_2)-semi*-open set and semi*-open set coincide.

Theorem 3.5. Let (X,τ_1), (X,τ_2) be two topological spaces and $N\subset X$. N is a (τ_1,τ_2)-semi*-open set if and only if $N\subseteq cl_2^*(\text{int}_1(N))$.

Proof: $(\Rightarrow)$: Let N be a (τ_1,τ_2)-semi*-open set. Then there exists $M\in\tau_1$ such that

$$M\subseteq N\subseteq cl_2^*(M).$$

Then we have

$$\begin{aligned} M\subseteq N &\Rightarrow M=\text{int}_1(M)\subseteq\text{int}_1(N)\\ &\Rightarrow N\subseteq cl_2^*(M)\subseteq cl_2^*(\text{int}_1(N))\\ &\Rightarrow N\subseteq cl_2^*(\text{int}_1(N)). \end{aligned}$$

$(\Leftarrow)$: Suppose $N\subseteq cl_2^*(\text{int}_1(N))$. If we take $M=\text{int}_1(N)$, then we have $M\in\tau_1$ and

$$M\subseteq N\subseteq cl_2^*(M).$$

Hence N is a (τ_1,τ_2)-semi*-open set. □

Theorem 3.6. Let (X,τ_1) and (X,τ_2) be two topological spaces. If $\{N_i\}_{i\in I}$ is a collection of (τ_1,τ_2)-semi*-open sets then $\bigcup_{i\in I}N_i$ is a (τ_1,τ_2)-semi*-open set.

Proof: Let N_i be (τ_1,τ_2)-semi*-open for each $i\in I$. Then there exists $M_i\in\tau_1$ such that

$$M_i\subseteq N_i\subseteq cl_2^*(M_i).$$

Then we have

$$\bigcup_{i\in I}M_i\subseteq\bigcup_{i\in I}N_i\subseteq\bigcup_{i\in I}cl_2^*(M_i)\subseteq cl_2^*\left(\bigcup_{i\in I}M_i\right).$$

Since $\bigcup_{i\in I} M_i \in \tau_1$, then $\bigcup_{i\in I} N_i$ is a (τ_1,τ_2)-semi*-open set. □

Theorem 3.7. Let (X,τ_1), (X,τ_2) be two topological spaces and $N_1, N_2 \subset X$. If N_1 is a (τ_1,τ_2)-semi*-open set and $N_2 \in \tau_1$, then $N_1 \cap N_2$ is a (τ_1,τ_2)-semi*-open set.

Proof: Let N_1 be a (τ_1,τ_2)-semi*-open set. Then there exists $M \in \tau_1$ such that

$$M \subseteq N_1 \subseteq cl_2^*(M).$$

Since $N_2 \in \tau_1$, we get $M \cap N_2 \in \tau_1$ and

$$M \cap N_2 \subseteq N_1 \cap N_2 \subseteq cl_2^*(M) \cap N_2 \subseteq cl_2^*(M \cap N_2).$$

Consequently, $N_1 \cap N_2$ is a (τ_1,τ_2)-semi*-open set. □

Theorem 3.8. Let (X,τ_1), (X,τ_2) be two topological spaces and $N \subset X$. If $N \in \tau_1$ then N is a (τ_1,τ_2)-semi*-open set.

Proof: Let $N \in \tau_1$. Then we have

$$\text{int}_1(N) = N$$

and

$$N \subseteq cl_2^*(N) = cl_2^*(\text{int}_1(N)).$$

By Theorem 3.5, N is a (τ_1,τ_2)-semi*-open set. □

Theorem 3.9. Let (X,τ_1), (X,τ_2) be two topological spaces and $N_1, N_2 \subset X$. If N_1 is a (τ_1,τ_2)-semi*-open set and $N_2 \in \tau_1$, then $N_1 \cup N_2$ is a (τ_1,τ_2)-semi*-open set.

Proof: By Theorem 3.6 and Theorem 3.8, it can be easily seen. □

Theorem 3.10. Let (X,τ_1), (X,τ_2) be two topological spaces and $N \subset X$. If N is a (τ_1,τ_2)-semi*-open set, then we have

$$cl_2^*(N) = cl_2^*(\text{int}_1(N)).$$

Proof: Let N be a (τ_1,τ_2)-semi*-open set. Then we get

$$N \subseteq cl_2^*\left(\text{int}_1\left(N\right)\right)$$

and

$$cl_2^*\left(N\right) \subseteq cl_2^*\left(\text{int}_1\left(N\right)\right). \quad (1)$$

Also, we have

$$cl_2^*\left(\text{int}_1\left(N\right)\right) \subseteq cl_2^*\left(N\right). \quad (2)$$

By (1) and (2), we obtain $cl_2^*\left(N\right) = cl_2^*\left(\text{int}_1\left(N\right)\right)$. □

Theorem 3.11. Let $\left(X, \tau_1\right)$ and $\left(X, \tau_2\right)$ be two topological spaces. Let N_1 be a $\left(\tau_1, \tau_2\right)$-semi*-open set and $N_2 \subseteq X$ such that

$$N_1 \subseteq N_2 \subseteq cl_2^*\left(N_1\right).$$

Then N_2 is a $\left(\tau_1, \tau_2\right)$-semi*-open set.

Proof: Let N_1 be a $\left(\tau_1, \tau_2\right)$-semi*-open set. Then we have

$$N_1 \subseteq cl_2^*\left(\text{int}_1\left(N_1\right)\right).$$

Using the hypothesis, we get

$$\text{int}_1\left(N_1\right) \subseteq \text{int}_1\left(N_2\right)$$

and

$$cl_2^*\left(\text{int}_1\left(N_1\right)\right) \subseteq cl_2^*\left(\text{int}_1\left(N_2\right)\right).$$

By Theorem 3.8 and Theorem 3.10, we obtain

$$cl_2^*\left(N_1\right) \subseteq cl_2^*\left(\text{int}_1\left(N_1\right)\right)$$

and

$$N_2 \subseteq cl_2^*\left(N_1\right) \subseteq cl_2^*\left(\text{int}_1\left(N_2\right)\right).$$

By Theorem 3.5, N_2 is a $\left(\tau_1, \tau_2\right)$-semi*-open set. □

REFERENCES

[1] Dunham, W. A New Closure Operator for Non-T_1 Topologies, Kyungpook Mathematical Journal, 22 (1982), 55-60.

[2] Levine, N. Semi-Open Sets and Semi-Continuity in Topological Space, American Mathematical Monthly, 70 (1963), 36-41.

[3] Levine, N. Generalized Closed Sets in Topology, endiconti del Circolo Matematico di Palermo, 19 (2) (1970), 89-96.

[4] Mashhour, A. S., Abd El-Monsef, M. E. and El-Deeb, S. N. On Precontinuous and Weak Precontinuous Mappings, Proceedings of the Mathematical and Physical Society of Egyp, 53 (1982), 47-53.

[5] Njastad, O. On Some Classes of Nearly Open Sets, Pacific Journal of Mathematics, 15 (3) (1965), 961-970.

[6] Robert, A. and Missier, S. P. A New Class of Nearly Open Sets, International Journal of Mathematical Archive, 3 (7) (2012), 2575-2582.

[7] Taş, N. A. and Açıkgöz, A. Some Mixed Soft Operations and Extremally Soft Disconnectedness via Two Soft Topologies, Applied Mathematics, 5 (2014), 490-500.

[8] Taş, N. A. and Özbakır, O. B. On Some Mixed Types of Continuity on Generalized Neighborhood Systems, Journal of Advanced Studies in Topology, 5 (2) (2014), 32-43.

ON PSEUDOPARALLEL INVARIANT SUBMANIFOLDS OF NORMAL PARACONTACT METRIC MANIFOLDS

Prof. Dr. Mehmet ATÇEKEN [1], Doç. Dr. Tuğba MERT [2]

[1] Aksaray University, Faculty of Art and Science, 0000-0002-1242-4359

[2]Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Science, 0000-0001-8258-8298

ABSTRACT

In this article, pseudoparallel submanifolds for normal paracontact metric manifolds are investigated. The normal paracontact metric manifold is considered on the projective curvature tensor. Submanifolds of these manifolds with properties such as projective pseudoparallel, projective 2 pseudoparallel, projective Ricci generalized pseudoparallel, and projective 2 Ricci generalized pseudoparallel has been characterized.

Keywords: Normal Paracontact Manifolds, Pseudoparallel Submanifold, 2-Pseudoparallel Submanifolds

1. INTRODUCTION

The study of paracontact geometry was initiated by Kenayuki and Williams [1]. Zamkovoy studied paracontact metric manifolds and their subclasses [2]. Recently Welyczko studied curvature and torsion of Frenet Legendre curves in 3-dimensional nnormal paracontact metric manifolds [3],[4]. In the recent years, contact metric manifolds and their curvature properties have been studied by many authors in [5],[6],[7].

In this article, pseudoparallel submanifolds for normal paracontact metric manifolds are investigated. The normal paracontact metric manifold is considered on the projective curvature tensor. Submanifolds of these manifolds with properties such as projective pseudoparallel, projective 2 pseudoparallel, projective Ricci generalized pseudoparallel, and projective 2 Ricci generalized pseudoparallel has been characterized.

Let's take an n −dimensional differentiable M manifold. If it admits a tensor field ϕ of type (1,1), a contravariant vector field ξ and a 1-form η satisfying the following conditions;

$$\phi^2 a_1 = a_1 - \eta(a_1)\xi, \phi\xi = 0, \eta(\phi a_1) = 0, \eta(\xi) = 1, \quad (1)$$

and

$$g(\phi a_1, \phi a_2) = g(a_1, a_2) - \eta(a_1)\eta(a_2), g(a_1, \xi) = \eta(a_1), \quad (2)$$

for all $a_1, a_2, \xi \in \chi(M)$ is called almost paracontact structure and (M, ϕ, ξ, η) is called almost paracontact metric manifold. If the covariant derivative of ϕ satisfies

$$(\nabla_{a_1}\phi)a_2 = -g(a_1, a_2)\xi - \eta(a_2)a_1 + 2\eta(a_1)\eta(a_2)\xi, \quad (3)$$

then, M is called a normal paracontact metric manifold, where ∇ is Levi-Civita connection. From (3), we can easily to see that

$$\phi a_1 = \nabla_{a_1}\xi, \quad (4)$$

for any $a_1 \in \chi(M)$ [1].

Moreover, if such a manifold has constant sectional curvature equal to c, then is the Riemannian curvature tensor is R given by

$$R(a_1,a_2)a_3 = \frac{c+3}{4}[g(a_2,a_3)a_1 - g(a_1,a_3)a_2] + \frac{c-1}{4}[\eta(a_1)\eta(a_3)a_2$$
$$-\eta(a_2)\eta(a_3)a_1 + g(a_1,a_3)\eta(a_2)\xi - g(a_2,a_3)\eta(a_1)\xi + g(\phi a_2,a_3)\phi a_1 \quad (5)$$
$$-g(\phi a_1,a_3)\phi a_2 - 2g(\phi a_1,a_2)\phi a_3],$$

for any vector fields $a_1,a_2,a_3 \in \chi(M)$ [5].

In a normal paracontact metric space form by direct calculations, we can easily to see that

$$S(a_1,a_2) = \frac{c(n-5)+3n+1}{4}g(a_1,a_2) + \frac{(c-1)(5-n)}{4}\eta(a_1)\eta(a_2), \quad (6)$$

from which

$$Qa_1 = \frac{c(n-5)+4n+1}{4}a_1 + \frac{(c-1)(5-n)}{4}\eta(a_1)\xi, \quad (7)$$

for any $a_1,a_2 \in \chi(M)$, where Q is the Ricci operator and S is the Ricci tensor of M.

Lemma 1 *Let M be a **n**-dimensional normal paracontact metric manifold. In this case, the following equations are obtained.*

$$R(\xi,a_1)a_2 = g(a_1,a_2)\xi - \eta(a_2)a_1, \quad (8)$$

$$R(a_1,\xi)a_2 = -g(a_1,a_2)\xi + \eta(a_2)a_1, \quad (9)$$

$$R(a_1,a_2)\xi = \eta(a_2)a_1 - \eta(a_1)a_2, \quad (10)$$

$$\eta(R(a_1,a_2)a_3) = g(\eta(a_1)a_2 - \eta(a_2)a_1,a_3) \quad (11)$$

$$S(a_1,\xi) = (n-1)\eta(a_1), \quad (12)$$

$$Q\xi = (n-1)\xi, \quad (13)$$

where R,S and Q are Riemann curvature tensor, Ricci curvature tensor and Ricci operator, respectively.

Definition 1 *Let M be a n −dimensional semi-Riemannian manifold. Then the projective curvature tensor is defined as*

$$P(a_1,a_2)a_3 = R(a_1,a_2)a_3 - \frac{1}{n-1}[S(a_2,a_3)a_1 - S(a_1,a_3)a_2], \quad (14)$$

for all $a_1,a_2,a_3 \in \chi(M)$.

If we choose $a_1 = \xi, a_2 = \xi, a_3 = \xi$ respectively in (14) for n-dimensional normal paracontact metric manifold, we get

$$P(\xi,a_1)a_2 = g(a_1,a_2)\xi - \frac{1}{n-1}S(a_1,a_2)\xi, \quad (15)$$

$$P(a_1,\xi)a_2 = -g(a_1,a_2)\xi + \frac{1}{n-1}S(a_1,a_2)\xi, \quad (16)$$

$$P(a_1,a_2)\xi = 0. \quad (17)$$

Let $\tilde{M}$ be the immersed submanifold of a normal paracontact metric manifold $M(\phi,\xi,\eta,g)$. Let the tangent and normal subspaces of $\tilde{M}$ in $M(\phi,\xi,\eta,g)$ be $\Gamma(T\tilde{M})$ and $\Gamma(T^{\perp}\tilde{M})$, respectively. Gauss and Weingarten formulas for $\Gamma(T\tilde{M})$ and $\Gamma(T^{\perp}\tilde{M})$ are

$$\nabla_{a_1} a_2 = \tilde{\nabla}_{a_1} a_2 + \sigma(a_1,a_2), \tag{18}$$

$$\nabla_{a_1} a_5 = -A_{a_5} a_1 + \tilde{\nabla}^{\perp}_{a_1} a_5, \tag{19}$$

respectively, for all $a_1, a_2 \in \Gamma(T\tilde{M})$ and $a_5 \in \Gamma(T^{\perp}\tilde{M})$, where $\tilde{\nabla}$ and $\tilde{\nabla}^{\perp}$ are the connections on $\tilde{M}$ and $\Gamma(T^{\perp}\tilde{M})$, respectively, σ and A are the second fundamental form and the shape operator of $\tilde{M}$. There is a relation

$$g(A_{a_5} a_1, a_2) = g(\sigma(a_1,a_2), a_5)$$

between the second basic form and shape operator defined as above. The covariant derivative of the second fundamental form σ is defined as

$$(\nabla_{a_1}\sigma)(a_2,a_3) = \tilde{\nabla}^{\perp}_{a_1}\sigma(a_2,a_3) - \sigma(\tilde{\nabla}_{a_1} a_2, a_3) - \sigma(a_2, \tilde{\nabla}_{a_1} a_3). \tag{20}$$

Specifically, if $\nabla\sigma = 0$, $\tilde{M}$ is said to be is parallel second fundamental form.

Let $\tilde{R}$ be the Riemann curvature tensor of $\tilde{M}$. In this case, the Gauss equation can be expressed as

$$R(a_1,a_2)a_3 = \tilde{R}(a_1,a_2)a_3 + A_{\sigma(a_1,a_3)}a_2 - A_{\sigma(a_2,a_3)}a_1$$

$$+(\nabla_{a_1}\sigma)(a_2,a_3) - (\nabla_{a_2}\sigma)(a_1,a_3),$$

for all $a_1, a_2, a_3 \in \Gamma(T\tilde{M})$, where if

$$(\tilde{\nabla}_{a_1}\sigma)(a_2,a_3) - (\tilde{\nabla}_{a_2}\sigma)(a_1,a_3) = 0,$$

then it is called curvature-invariant submanifold. Let $\tilde{M}$ be a Riemannian manifold, T is $(0,k)$ −type tensor field and A is (0,2) −type tensor field. In this case, Tachibana tensor field $Q(A,T)$ is defined as

$$Q(A,T)(X_1,\dots,X_k;a_1,a_2) = -T((a_1 \wedge_A a_2)X_1,\dots,X_k)$$

$$-\dots -T(X_1,\dots,X_{k-1},(a_1 \wedge_A a_2)X_k), \tag{21}$$

where,

$$(a_1 \wedge_A a_2)a_3 = A(a_2,a_3)a_1 - A(a_1,a_3)a_2, \tag{22}$$

$k \geq 1, X_1, X_2, \dots, X_k, a_1, a_2 \in \Gamma(T\tilde{M})$.

Definition 2 *A submanifold of a Riemannian manifold (M,g) is said to be pseudoparallel, 2-pseudoparallel, Ricci-generalized pseudoparallel and 2-Ricci generalized pseudoparallel if*

$$R\cdot\sigma \text{and} Q(g,\sigma)$$

$$R\cdot\nabla\sigma \text{and} Q(g,\nabla\sigma)$$

$$R\cdot\sigma \text{and} Q(S,\sigma)$$

$$R\cdot\nabla\sigma \text{and} Q(S,\nabla\sigma)$$

are linearly dependent, respectively.

2. INVARIANT PSEUDOPARALLEL SUBMANIFOLDS OF NORMAL PARACONTACT METRIC MANIFOLDS

Let $\widetilde{M}$ be the immersed submanifold of an n −dimensional normal paracontact metric manifold $M(\phi,\xi,\eta,g)$. If $\phi(T_{a_1}M) \subset T_{a_1}M$ in every a_1 point, the $\widetilde{M}$ manifold is called invariant submanifold. We note that all of properties of an invariant submanifold inherit the ambient manifold. From this section of the article, we will assume that the manifold $\widetilde{M}$ is the invariant submanifold of the normal paracontact metric manifold $M(\phi,\xi,\eta,g)$. So, it is clear that

$$\sigma(\phi a_1, a_2) = \sigma(a_1, \phi a_2) = \phi\sigma(a_1, a_2) \tag{23}$$

$$\sigma(a_1, \xi) = 0, \tag{24}$$

for all $a_1, a_2 \in \Gamma(T\widetilde{M})$.

Lemma 2 *Let $\widetilde{M}$ be the invariant submanifold of the n −dimensional normal paracontact manifold $M(\phi,\xi,\eta,g)$. The second fundamental form σ of $\widetilde{M}$ is parallel if and only if $\widetilde{M}$ is the total geodesic submanifold.*

Let us now consider the invariant submanifolds of the normal paracontact metric manifold on the projective curvature tensor.

Definition 3 *Let $\widetilde{M}$ be the invariant submanifold of the n −dimensional normal paracontact metric manifold $M(\phi,\xi,\eta,g)$. If $P \cdot \sigma$ and $Q(g,\sigma)$ are linearly dependent, $\widetilde{M}$ is called projective pseudoparallel submanifold.*

Equivalent to this definition, it can be said that there is a function f_1 on the set $M_1 = \{x \in \widetilde{M} | \sigma(x) \neq g(x)\}$ such that

$$P \cdot \sigma = f_1 Q(g,\sigma).$$

If $f_1 = 0$ specifically, $\widetilde{M}$ is called a projective semiparallel submanifold.

Theorem 1 *Let $\widetilde{M}$ be the invariant submanifold of the n −dimensional normal paracontact metric manifold $M(\phi,\xi,\eta,g)$. If $\widetilde{M}$ is projrctive pseudoparallel submanifold, then $\widetilde{M}$ is either a total geodesic or a projective semiparallel submanifold.*

Proof. Let's assume that $\widetilde{M}$ is a projective pseudoparallel submanifold. So, we can write

$$(P(a_1,a_2)\cdot\sigma)(a_4,a_5) = f_1 Q(g,\sigma)(a_4,a_5;a_1,a_2), \tag{25}$$

for all $a_1, a_2, a_4, a_5 \in \Gamma(T\widetilde{M})$. From (25), it is clear that

$$R^{\perp}(a_1,a_2)\sigma(a_4,a_5) - \sigma(P(a_1,a_2)a_4,a_5)$$

$$-\sigma(a_4,P(a_1,a_2)a_5) = -f_1\{\sigma((a_1 \wedge_g a_2)a_4,a_5)$$

$$+\sigma(a_4,(a_1 \wedge_g a_2)a_5)\}.$$

Easily from here, we can write

$$\begin{aligned} &R^{\perp}(a_1,a_2)\sigma(a_4,a_5)-\sigma(P(a_1,a_2)a_4,a_5)\\ &-\sigma(a_4,P(a_1,a_2)a_5)=-f_1\{g(a_2,a_4)\sigma(a_1,a_5)\\ &-g(a_1,a_4)\sigma(a_2,a_5)+g(a_2,a_5)\sigma(a_4,a_1)\\ &-g(a_1,a_5)\sigma(a_4,a_2)\}. \end{aligned} \tag{26}$$

If we choose $a_1=a_5=\xi$ in (26) and make use of (15), (17), (24), we get

$$f_1\sigma(a_4,a_2)=0.$$

This completes the proof of the theorem.

Definition 4 *Let $\tilde{M}$ be the invariant submanifold of the n −dimensional normal paracontac metric manifold $M(\phi,\xi,\eta,g)$. If $P\cdot\nabla\sigma$ and $Q(g,\nabla\sigma)$ are linearly dependent, then $\tilde{M}$ is called projective−2 pseudoparallel submanifold.*

In this case, it can be said that there is a function f_2 on the set $M_2=\{x\in\tilde{M}\,|\nabla\sigma(x)\neq g(x)\}$ such that

$$P\cdot\nabla\sigma=f_2Q(g,\nabla\sigma).$$

If $f_2=0$ specifically, $\tilde{M}$ is called a projective 2 −semiparallel submanifold.

Theorem 2 *Let $\tilde{M}$ be the invariant submanifold of the n −dimensional normal paracontact metric manifold $M(\phi,\xi,\eta,g)$. If $\tilde{M}$ is projective 2 −pseudoparallel submanifold, then $\tilde{M}$ is either a total geodesic or projective 2-semiparallel submanifold.*

Proof. Let's assume that $\tilde{M}$ is a projective 2 −pseudoparallel submanifold. So, we can write

$$(P(a_1,a_2)\cdot\nabla\sigma)(a_4,a_5,a_3)=f_2Q(g,\nabla\sigma)(a_4,a_5,a_3;a_1,a_2), \tag{27}$$

for all $a_1,a_2,a_4,a_5,a_3\in\Gamma(T\tilde{M})$. If we choose $a_1=a_3=\xi$ in (27), we can write

$$\begin{aligned} &R^{\perp}(\xi,a_2)(\nabla_{a_4}\sigma)(a_5,\xi)-(\nabla_{P(\xi,a_2)a_4}\sigma)(a_5,\xi)\\ &-(\nabla_{a_4}\sigma)(P(\xi,a_2)a_5,\xi)-(\nabla_{a_4}\sigma)(a_5,P(\xi,a_2)\xi)\\ &=-f_2\left\{\left(\nabla_{(\xi\wedge_g a_2)a_4}\sigma\right)(a_5,\xi)+(\nabla_{a_4}\sigma)\left((\xi\wedge_g a_2)a_5,\xi\right)\right.\\ &\left.+(\nabla_{a_4}\sigma)(a_5,(\xi\wedge_g a_2)\xi)\right\}. \end{aligned} \tag{28}$$

Let's calculate all the expressions in (28). So, we can write

$$\begin{aligned} &R^{\perp}(\xi,a_2)(\nabla_{a_4}\sigma)(a_5,\xi)=R^{\perp}(\xi,a_2)\{\widetilde{\nabla}^{\perp}_{a_4}\sigma(a_5,\xi)\\ &-\sigma(\widetilde{\nabla}_{a_4}a_5,\xi)-\sigma(a_5,\widetilde{\nabla}_{a_4}\xi)\}\\ &=-R^{\perp}(\xi,a_2)\phi\sigma(a_5,a_4), \end{aligned} \tag{29}$$

$$\begin{aligned}&\left(\nabla_{P(\xi,a_2)a_4}\sigma\right)(a_5,\xi)=\widetilde{\nabla}^{\perp}_{P(\xi,a_2)a_4}\,\sigma(a_5,\xi)\\&-\sigma\left(\widetilde{\nabla}_{P(\xi,a_2)a_4}\,a_5,\xi\right)-\sigma\left(a_5,\widetilde{\nabla}_{P(\xi,a_2)a_4}\,\xi\right)\\&=-\sigma(a_5,\phi P(\xi,a_2)a_4)=0\end{aligned}\tag{30}$$

$$\begin{aligned}&\left(\nabla_{a_4}\sigma\right)(P(\xi,a_2)a_5,\xi)=\widetilde{\nabla}^{\perp}_{a_4}\,\sigma(P(\xi,a_2)a_5,\xi)\\&-\sigma\left(\widetilde{\nabla}_{a_4}\,P(\xi,a_2)a_5,\xi\right)-\sigma\left(P_1(\xi,a_2)a_5,\widetilde{\nabla}_{a_4}\,\xi\right)\\&=-\sigma\left(g(a_2,a_5)\xi-\frac{1}{n-1}S(a_2,a_5)\xi,\phi a_4\right)=0,\end{aligned}\tag{31}$$

$$\left(\nabla_{a_4}\sigma\right)(a_5,P(\xi,a_2)\xi)=0,\tag{32}$$

$$\begin{aligned}&\left(\nabla_{(\xi\wedge_g a_2)a_4}\sigma\right)(a_5,\xi)=\widetilde{\nabla}^{\perp}_{(\xi\wedge_g a_2)a_4}\,\sigma(a_5,\xi)\\&-\sigma\left(\widetilde{\nabla}_{(\xi\wedge_g a_2)a_4}\,a_5,\xi\right)-\sigma\left(a_5,\widetilde{\nabla}_{(\xi\wedge_g a_2)a_4}\,\xi\right)\\&=\eta(a_4)\phi\sigma(a_5,a_2),\end{aligned}\tag{33}$$

$$\begin{aligned}&\left(\nabla_{a_4}\sigma\right)\left((\xi\wedge_g a_2)a_5,\xi\right)=\widetilde{\nabla}^{\perp}_{a_4}\,\sigma\left((\xi\wedge_g a_2)a_5,\xi\right)\\&-\sigma\left(\widetilde{\nabla}_{a_4}\,(\xi\wedge_g a_2)a_5,\xi\right)-\sigma\left((\xi\wedge_g a_2)a_5,\widetilde{\nabla}_{a_4}\,\xi\right)\\&=-\sigma(g(a_2,a_5)\xi-g(\xi,a_5)a_2,\phi a_4)\\&=\eta(a_5)\phi\sigma(a_2,a_4),\end{aligned}\tag{34}$$

$$\begin{aligned}&\left(\nabla_{a_4}\sigma\right)(a_5,(\xi\wedge_g a_2)\xi)=\left(\nabla_{a_4}\sigma\right)(a_5,\eta(a_2)\xi-a_2)\\&=\left(\nabla_{a_4}\sigma\right)(a_5,\eta(a_2)\xi)-\left(\nabla_{a_4}\sigma\right)(a_5,a_2)\\&=-\eta(a_2)\phi\sigma(a_5,a_4)-\left(\nabla_{a_4}\sigma\right)(a_5,a_2).\end{aligned}\tag{35}$$

If we substitute (29), (30), (31), (32), (33), (34), (35) in (28), we obtain

$$\begin{aligned}&-R^{\perp}(\xi,a_2)\phi\sigma(a_5,a_4)=-f_2\{\eta(a_5)\phi\sigma(a_4,a_2)+\eta(a_4)\phi\sigma(a_2,a_5)\\&-\eta(a_2)\phi\sigma(a_5,a_4)-\left(\nabla_{a_4}\sigma\right)(a_5,a_2)\}.\end{aligned}\tag{36}$$

If we choose $a_5=\xi$ in (36) and use,

$$\left(\nabla_{a_4}\sigma\right)(\xi,a_2)=-\phi\sigma(a_4,a_2),$$

we get

$$2f_2\phi\sigma(a_2,a_4)=0.$$

This completes the proof of the theorem.

Definition 5 *Let $\widetilde{M}$ be the invariant submanifold of the n −dimensional normal parracontact metric manifold $M(\phi,\xi,\eta,g)$. If $P\cdot\sigma$ and $Q(S,\sigma)$ are linearly dependent, $\widetilde{M}$ is called projective Ricci generalized pseudoparallel submanifold.*

In this case, there is a function f_3 on the set $M_3=\{x\in\widetilde{M}|\sigma(x)\neq S(x)\}$ such that

$$P\cdot\sigma=f_3Q(S,\sigma).$$

If $f_3=0$ specifically, $\widetilde{M}$ is called a projective Ricci generalized semiparallel submanifold.

Theorem 3 *Let $\widetilde{M}$ be the invariant submanifold of the n −dimensional normal paracontact metric manifold $M(\phi,\xi,\eta,g)$. If $\widetilde{M}$ is projective Ricci generalized pseudoparallel submanifold, then $\widetilde{M}$ is either a total geodesic or projective generalized semiparallel submanifold.*

Proof. Let's assume that $\widetilde{M}$ is a projective Ricci generalized pseudoparallel submanifold. So, we can write

$$(P(a_1,a_2)\cdot\sigma)(a_4,a_5)=f_3Q(S,\sigma)(a_4,a_5;a_1,a_2),$$

that is

$$\begin{aligned}&R^{\perp}(a_1,a_2)\sigma(a_4,a_5)-\sigma(P(a_1,a_2)a_4,a_5)\\&-\sigma(a_4,P(a_1,a_2)a_5)=-f_3\{\sigma\big((a_1\wedge_S a_2)a_4,a_5\big)\\&+\sigma(a_4,(a_1\wedge_S a_2)a_5)\}.\end{aligned}\tag{37}$$

for all $a_1,a_2,a_4,a_5\in\Gamma\big(T\widetilde{M}\big)$. If we choose $a_1=a_5=\xi$ in (37) and make use of (15), (17), (24), we get

$$f_3(n-1)\sigma(a_4,a_2)=0.$$

This completes the proof of the theorem.

Definition 6 *Let $\widetilde{M}$ be an invariant pseudoparallel submanifold of the n −dimensional normal paracontact metric manifold $M(\phi,\xi,\eta,g)$. If $P\cdot\widetilde{\nabla}\,\sigma$ and $Q\big(S,\widetilde{\nabla}\,\sigma\big)$ are linearly dependent, $\widetilde{M}$ is called projective 2 −Ricci generalized pseudoparallel submanifold.*

Then, there is a function f_4 on the set $M_4=\{x\in\widetilde{M}|\nabla\sigma(x)\neq S(x)\}$ such that

$$P\cdot\nabla\sigma=f_4Q(S,\nabla\sigma).$$

If $f_4=0$ specifically, M is called a projective 2 −Ricci generalized semiparallel submanifold.

Theorem 4 *Let $\widetilde{M}$ be an invariant pseudoparallel submanifold of the n −dimensional normal paracontact metric manifold $M(\phi,\xi,\eta,g)$. If $\widetilde{M}$ is a projective 2 − Ricci generalized pseudoparallel submanifold, then $\widetilde{M}$ is either a total geodesic or a projective 2 −Ricci generalized semiparallel submanifold.*

Proof. Let's assume that $\widetilde{M}$ is a projective 2 −Ricci generalized pseudoparallel submanifold. So, we can write

$$(P(a_1,a_2)\cdot\nabla\sigma)(a_4,a_5,a_3)=f_4Q(S,\nabla\sigma)(a_4,a_5,a_3;a_1,a_2), \tag{38}$$

for all $a_1,a_2,a_4,a_5,a_3\in\Gamma(T\tilde{M})$. If we choose $a_1=a_5=\xi$ in (38), we can write

$$\begin{aligned}&R^{\perp}(\xi,a_2)(\nabla_{a_4}\sigma)(\xi,a_3)-(\nabla_{P(\xi,a_2)a_4}\sigma)(\xi,a_3)\\&-(\nabla_{a_4}\sigma)(P(\xi,a_2)\xi,a_3)-(\nabla_{a_4}\sigma)(\xi,P(\xi,a_2)a_3)\\&=-f_4\{(\nabla_{(\xi\wedge_S a_2)a_4}\sigma)(\xi,a_3)+(\nabla_{a_4}\sigma)((\xi\wedge_S a_2)\xi,a_3)\\&+(\tilde{\nabla}_{a_4}\sigma)(\xi,(\xi\wedge_S a_2)a_3)\}.\end{aligned} \tag{39}$$

Let's calculate all the expressions in (39). Firstly, we can write

$$\begin{aligned}&R^{\perp}(\xi,a_2)(\nabla_{a_4}\sigma)(\xi,a_3)=R^{\perp}(\xi,a_2)\{\tilde{\nabla}^{\perp}_{a_4}\sigma(\xi,a_3)\\&-\sigma(\tilde{\nabla}_{a_4}a_3,\xi)-\sigma(a_3,\tilde{\nabla}_{a_4}\xi)\}\\&=R^{\perp}(\xi,a_2)\phi\sigma(a_3,a_4),\end{aligned} \tag{40}$$

$$\begin{aligned}&(\nabla_{P(\xi,a_2)a_4}\sigma)(\xi,a_3)=\tilde{\nabla}^{\perp}_{P(\xi,a_2)a_4}\sigma(\xi,a_3)\\&-\sigma(\tilde{\nabla}_{P(\xi,a_2)a_4}\xi,a_3)-\sigma(\xi,\tilde{\nabla}_{P(\xi,a_2)a_4}a_3)\\&=-\phi\sigma(P(\xi,a_2)a_4,a_3)=0,\end{aligned} \tag{41}$$

$$(\nabla_{a_4}\sigma)(P(\xi,a_2)\xi,a_3)=0, \tag{42}$$

$$\begin{aligned}&(\nabla_{a_4}\sigma)(\xi,P(\xi,a_2)a_3)=\tilde{\nabla}^{\perp}_{a_4}\sigma(\xi,P(\xi,a_2)a_3)\\&-\sigma(\tilde{\nabla}_{a_4}\xi,P(\xi,a_2)a_3)-\sigma(\xi,\tilde{\nabla}_{a_4}P(\xi,a_2)a_3)\\&=-\sigma\left(\phi a_4,g(a_2,a_3)\xi-\frac{1}{n-1}S(a_2,a_3)\xi\right)=0,\end{aligned} \tag{43}$$

$$\begin{aligned}&(\nabla_{(\xi\wedge_S a_2)a_4}\sigma)(\xi,a_3)=\tilde{\nabla}^{\perp}_{(\xi\wedge_S a_2)a_4}\sigma(\xi,a_3)\\&-\sigma(\tilde{\nabla}_{(\xi\wedge_S a_2)a_4}\xi,a_3)-\sigma(\xi,\tilde{\nabla}_{(\xi\wedge_S a_2)a_4}a_3)\\&=(n-1)\eta(a_4)\phi\sigma(a_2,a_3),\end{aligned} \tag{44}$$

$$\begin{aligned}
&(\nabla_{a_4}\sigma)((\xi \wedge_S a_2)\xi, a_3) = (\nabla_{a_4}\sigma)(S(a_2,\xi)\xi - S(\xi,\xi)a_2, a_3)\\
&= (\nabla_{a_4}\sigma)((n-1)\eta(a_2)\xi - (n-1)a_2, a_3)\\
&= (n-1)\{\widetilde{\nabla}^{\perp}_{a_4}\sigma(\eta(a_2)\xi, a_3) - \sigma(\widetilde{\nabla}_{a_4}\eta(a_2)\xi, a_3)\\
&-\sigma(\eta(a_2)\xi, \widetilde{\nabla}_{a_4}a_3) - (\nabla_{a_4}\sigma)(a_2, a_3)\}\\
&= -(n-1)[(\nabla_{a_4}\sigma)(a_2, a_3) + \eta(a_2)\phi\sigma(a_4, a_3)],
\end{aligned} \tag{45}$$

$$\begin{aligned}
&(\nabla_{a_4}\sigma)(\xi, (\xi \wedge_S a_2)a_3) = (\nabla_{a_4}\sigma)(\xi, S(a_2,a_3)\xi - S(\xi,a_3)a_2)\\
&= (\nabla_{a_4}\sigma)(\xi, S(a_2,a_3)\xi) - (n-1)(\widetilde{\nabla}_{a_4}\sigma)(\xi, 2n\eta(a_3)a_2)\\
&= (n-1)\eta(a_3)\phi\sigma(a_4, a_2).
\end{aligned} \tag{46}$$

If we substitute (40), (41), (42), (43), (44), (45), (46) in (39), we obtain

$$\begin{aligned}
&R^{\perp}(\xi, a_2)\phi\sigma(a_3, a_4) = -f_4\{(n-1)\eta(a_4)\phi\sigma(a_2, a_3)\\
&-(n-1)\eta(a_2)\phi\sigma(a_4, a_3) + (n-1)\eta(a_3)\phi\sigma(a_4, a_2)\\
&-(n-1)(\nabla_{a_4}\sigma)(a_2, a_3)\}.
\end{aligned} \tag{47}$$

If we choose $a_3 = \xi$ in (47) and use

$$(\nabla_{a_4}\sigma)(a_2, \xi) = -\phi\sigma(a_4, a_2),$$

we get

$$2(n-1)f_4\phi\sigma(a_4, a_2) = 0.$$

This completes the proof of the theorem.

REFERENCE

[1] Kenayuki S., Williams F.L., Almost paracontact and parahodge structures on manifolds, Nagoya Math. J., 99 (1985), 173-187.

[**2]** Zamkovoy S., Canonical connections on paracontact manifolds, Ann Glob. Anal. Geom., 36 (2009), 37-60.

[3] Welyczko J., On Legendre curvaes in 3-dimensional normal almost paracontact metric manifolds, Result. Math. 54 (2009),377-387.

[4] Welyczko J., Slant curves in 3-dimensional normal contact metric manifolds, Mediterr. J. Math. 11 (2014), 965-978.

[5] Pandey H.B., Kumar A., Anti invariant submanifolds of almost paracontact metric manifolds, Indian J. pure appl. math., 16 (6) (1985), 586-590.

[6] Yıldırım Ü., Atçeken M., Dirik S., A normal paracontact metric manifold satisfying some conditions on the M-projectivecurvature tensor, Konuralp Journal of Mathematics, 7 (1) (2019), 217-221.

[7] Yıldırım Ü., Atçeken M., Dirik S., Pseudo projective curvture tensor satisfying some properties on a normal paracontactmetric manifold, Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Ser. A1 Math. Stat., 68(1) (2019), 997-1006.

MULTIPLE CRITERIA PERSONNEL SELECTION PROBLEM AND AN APPLICATION STUDY IN A PUBLIC INSTITUTION

ÇOK KRİTERLİ PERSONEL SEÇİM PROBLEMİ VE BİR KAMU KURUMUNDA UYGULAMA ÇALIŞMASI

Servet SOYGÜDER, Hatice Ceren ŞAHİN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, 06010, Ankara, Türkiye, ORDIC: ID/0000-0002-8191-6891

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Yönetimi Anabilim Dalı, 06010, Ankara, Türkiye, ORCID: ID/ 0009-0002-8729-885X

Abstract

One of the first and most important problems in Human Resources Management is the personnel selection problem. Personnel selection is the problem of determining the most suitable candidate for a job. Considering the human factor, the most effective solution to the problem will be possible by considering multiple subjective and objective decision criteria. This study will be carried out in a public institution, an institution that publishes an annual average of 200 advertisements and receives an average of 8660 applications. This study, which will be implemented in the human resources processes of the institution, is planned to be carried out within the scope of advertisements in certain service groups. While evaluating the applications of the candidates applying for the postings in the public institution in question, interviews will be conducted with more than one candidate, since 10 times the number of personnel to be employed at the interview stage will be interviewed. For this reason, due to the intensity created, the current system is insufficient for the human resources employees to evaluate the measurable qualities of all candidates equally. In this study; In order to increase efficiency in a public institution, it is aimed to provide a higher quality service in the human resources process with multi-criteria personnel selection by using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method, one of the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods, to be used in the recruitment processes.

Keywords: Personnel Selection Problem, Multi-Criteria Decision Making, Analytical Hierarchy Process, Multi-Criteria Decision

Özet

İnsan Kaynakları Yönetiminde ilk ve en önemli problemlerden biri personel seçimi problemidir. Personel seçimi, bir işe en uygun adayın belirlenmesi problemidir. Problemin en etkin çözümü insan faktörü göz önüne alındığında birden çok öznel ve nesnel karar kriterinin dikkate alınması ile mümkün olacaktır. Bu çalışma bir kamu kurumunda gerçekleştirilecek olup yıllık ortalama 200 kişilik ilan yayınlayan ve ortalama 8660 başvuru alan bir kurumdur. Kurumun insan kaynakları süreçlerinde uygulanacak bu çalışmanın belirli hizmet gruplarında çıkılan ilanlar kapsamında gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Söz konusu kamu kurumunda ilanlara başvuran adayların başvuruları

değerlendirilirken, mülakat aşamasında istihdam edilecek personel sayısının 10 katı kadar aday ile mülakat yapılacağından birden fazla aday ile mülakat gerçekleştirilecektir. Bu nedenle oluşan yoğunluk nedeniyle insan kaynakları çalışanları tarafından tüm adayların ölçülebilir niteliklerinin eşit bir şekilde değerlendirilmesinde mevcut sistem yetersiz kalmaktadır. Bu çalışmada; Bir kamu kuruluşunda verimliliği arttırmak amacıyla, işe alım süreçlerinde kullanılmak üzere Çok Kriterli Karar Verme(ÇKKV) yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak çok kriterli personel seçimi ile insan kaynakları sürecinde daha kaliteli bir hizmet sağlanması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Personel Seçim Problemi, Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Çok Kriterli Karar Verme

1. GİRİŞ

Bireyler yaşamlarını sürdürürken işletmelerse tüm hizmet ve üretim faaliyetleri süresince karar vermek zorundadırlar. Günlük yaşantımızda ihtiyaçlarımız bizleri karar vermeye yönlendirirken aynı zamanda büyüme ve gelişmeleri beraberinde getirmiştir. İnsan kaynaklarının en önemli işlevlerinden birisi olan personel seçim süreci, verimliliği ve dolayısıyla kârlılığı etkileyen önemli kararlardan birisidir. Bu süreç doğru bir şekilde, minimum maliyetle ve kısa sürede yürütülmelidir. Personel seçim sürecinden sonra işe alınan kişinin performansı şirketin başarısı ve geleceği için önemlidir.

Personel seçimi, işe alınacak pozisyonun gerektirdiği özelliklerin kişinin özellikleri ile kıyaslanarak bu pozisyona en uygun adayın belirlenmesi sürecidir. Pozisyonun ihtiyaçlarını belirlemek ve adayın özelliklerini bilmek personel seçim sürecinde çok önemlidir. Son yıllarda ulaşım, dağıtım, perakende, turizm, bankacılık ve danışmanlık gibi alanlarda çalışmalar yürütülmüştür. Özellikle hizmet sektöründe karşılaşılan problemlerin çözümünde karar vermek daha büyük bir etkiye sahiptir ve yapılan literatür araştırmasında özellikle Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bunun başlıca sebebi hizmet sektörünün kişiden kişiye farklılık göstermesidir ve günümüzde hizmet sektörünün öneminin artmasıyla sürekli artan hizmet kalitesine ihtiyaç duyulmasıdır. Kaliteyi sağlamak için ise yapıtaşlarından birisi olan insandan söz edilebilir. Buradan hareketle personelin doğru pozisyona atanamaması sonucunda personel devir hızı artacak ve dolayısıyla seçim sürecindeki maliyetler artacaktır (Kabak ve Kazançoğlu, 2012). Personelin seçilmesine yardımcı olacak seçim sürecini etkin ve sorunsuz bir şekilde planlamak ve uygulamak önemlidir. Personel seçim kararlarının niteliği ve doğruluğu personelin özelliklerine bağlıdır. Personel seçim işlemi ön görüşme ile başlar daha sonra mesleki testler, mülakat, adayın özgeçmişini araştırmak son olarak fiziksel muayene ve işe kabul ile sona erer. Bu süreç genel personel seçim sürecidir (Yıldız, 1994). Teknolojinin gelişmesiyle birlikte geleneksel yöntemlerin yanında günümüze kadar personel seçim sürecinde kullanılan yöntemler de gelişmiş ve değişmiştir. Bu sürece psikolojik testler, kişilik envanterleri, oyunlaştırma teknikleri de dahil olmuştur.

Çalışmanın kapsamı ele alındığında bir kamu kurumunun insan kaynakları departmanında adayların başvuru sonrasında ilk değerlendirme olan başvuru değerlendirme aşaması üzerinde problem çözümü gerçekleştirilmesi planlanmakta olup kurumun ilgili biriminin ihtiyaçlarına göre başvuran adaylar, kriterlerin ağırlıklandırılmasının ardından bu kriterlerin önem sırası dikkate alınarak adaylara ilişkin bir değerlendirme yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmada kurum içerisinde H2 grubu kapsamına giren alım ilanları için bir değerlendirme yöntemi tasarlanması planlanmaktadır. Özellikle en yoğun alım

yapılan ve kurum bünyesindeki en kalabalık hizmet grubunun söz konusu yöntemin tasarlanması için tercih edilmesi planlanmaktadır. Mevcut sistemde alımlar standart bir formül hesaplaması ile yapılmakta fakat bu durum vasıflı alım grubu için ölçülebilir birden fazla kriter olması sebebi ile yetersiz kalmaktadır. Adaylar için değerlendirilmesi gereken ölçülebilir kriterlerin de değerlendirme sürecine tabi tutulması insan kaynakları sürecinde daha kaliteli bir hizmet sağlanması anlamına gelecektir. Bu doğrultuda söz konusu çalışma ile bir kamu kurumunun gereksinim ve isteklerini en iyi şekilde karşılayabilecek insan kaynağını geleneksel yöntemler dışında önerilen Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden AHP yaklaşımı ile adayların ölçülebilir özelliklerinin değerlendirmeye tabi tutulması hedeflenmiştir. AHP yönteminin seçilmesinin temeli ise değer/fayda temelli yöntemlerden olan AHP yönteminde ikili karşılaştırma matrisleri ile ağırlıkların tespit edilmesine olanak sağlayan bir ÇKKV yöntemi olmasıdır.

Bu raporun ikinci bölümünde Literatür Araştırması yer almaktadır. Daha önceden yapılan çalışmalar incelenmiş ve bu çalışmanın amacına benzerlik gösteren çalışmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde Problem Tanımı yer almaktadır. Bu çalışma ile çözülmesi hedeflenen problemin tanımı yapılmıştır. Dördünce bölümde bu çalışma kapsamında problem çözümü aşamasında kullanılması planlanan yöntem/yöntemlere yer verilmiştir. Son olarak beşinci bölümde Sonuçlar yer almaktadır. Çalışma kapsamında ulaşılması öngörülen sonuç son bölümde belirtilmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Personel seçimine ilişkin çalışmalar 1945 yılında başlamış olup 1990'lı yılların sonundan günümüze kadar artarak devam etmektedir. Çalışma kapsamında ele alınacak problem doğrultusunda birden çok kritere göre birden fazla alternatif arasından seçim yapılacağı gerekçesiyle ÇKKV yöntemleri kullanılarak yapılan personel seçimi çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğrultuda çalışmalar 2000'li yıllarda yapılmış olup en fazla çalışmanın 2020 yılına ait olduğu tespit edilmiştir. Yapılan literatür araştırmasında personel seçimi problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinin kullanıldığı birçok çalışmaya rastlanılmıştır. Bu çalışmada resmi bir kurumun insan kaynakları sürecinde kullanılması planlanan ölçülebilir 20 farklı kriter mevcuttur. Bu kriterler arasında işe alım sırasında hangilerinin kullanılması gerektiği üzerine insan kaynakları sürecinde iyileştirmeler planlanmaktadır. Ölçülebilir kararlar arasında ÇKKV metodlarının kullanılarak personel seçiminde optimumu yakalamaya çalışma hedefi gösteren bu çalışmanın amacına benzerlik gösteren ve personel seçimi problemlerinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar içerisinden aşağıdaki çalışmalara yer verilmiştir. Tablo 2.1.'de ise yine bu çalışmanın amacına benzerlik gösteren personel seçiminde ÇKKV yaklaşımlarının kullanıldığı diğer çalışmalara yer verilmiştir.

(Chen vd., 2009) çalışmalarında nicel ve nitel bilgilerin bir arada bulunduğu problemleri için farklı işlere ilişkin farklı gereksinimlere göre PROMETHEE yöntemini kullanarak Uluslararası Pazarlama Müdürü seçimi yapmak isteyen bir işletme problemini ele almış ve 5 kişi arasından en iyi adayı seçmişlerdir. (Kelemenis ve Askounis, 2009) yaptıkları çalışmada ekip üyelerinin seçimindeki karmaşıklığı vurgulayarak bulanık ortamda grup karar verme sürecini uygulayarak ÇKKV yöntemlerinden Bulanık TOPSIS ile her bir kriter için karar vericilerin minimum gereksinimlerini yansıtan yeni bir çözüm önermişlerdir. Orta düzey bir danışmanlık yöneticisi seçim problemini örnek olarak ele aldıkları çalışmada bir alternatifin diğerlerinden açıkça daha iyi performans gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. (Dağdeviren, 2010) çalışmasında üretim sistemlerinde personel seçim sürecini desteklemek için ANP ve TOPSIS metodlarının birlikte kullanıldığı bir hibrit model önermiştir. ANP personel seçim probleminin yapısını analiz etmek ve kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için ve TOPSIS nihai sıralamayı

elde etmek için kullanılmıştır. Yaklaşımın personel seçimi probleminde nasıl kullanıldığını göstermek için bir şirkette gerçek bir vaka uygulaması yapılmıştır. Uygulama, önerilen modelin etkinliğini ve uygulanabilirliğini göstermiştir. (Afshari vd., 2010) tarafından yapılan çalışmada, telekomünikasyon şirketindeki bir pozisyon için 7 kriter belirlenmiş ve ÇKKV yöntemlerinden SAW (Simple Additive Weighting) yöntemi kullanılarak 5 aday değerlendirilmiştir. Bu çalışmada SAW yönteminin seçilmesinin nedeni karar verme sürecinde yöneticilerin kararlarının belirsizliğini görmezden gelen bir yöntem olmasıdır. SAW yöntemi kullanılarak en iyi adaya ulaşılmıştır. (Afshari vd., 2010) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise aynı problem ELECTRE yöntemi ile çözülmüştür. Karar verme sürecinde yöneticilerin kararlarının bulanıklığını görmezden geldiğinden ELECTRE yöntemi kullanılmıştır. Bazen ELECTRE yöntemi alternatifleri farklı sıralarda sıralayamadığından bu tarz problemlerde, bu çalışmada olduğu gibi AHP ve ELECTRE yöntemleri birlikte kullanılarak sonuca ulaşılmaktadır. (Aksakal ve Dağdeviren, 2010) uluslararası bir firma için personel seçim sürecini ele almış ve DEMATEL ve AAS metodlarını birlikte kullanarak sorunun çözümü için entegre bir algoritma geliştirmiş ve işe en uygun adayı belirleyip seçmişlerdir. (Yıldız ve Deveci, 2013) yaptıkları çalışmada bir teknoloji fabrikasının personel seçim sürecini incelemişlerdir. İnceleme sürecinde beş aday üç karar verici tarafından beş kritere göre değerlendirilmiş ve hesaplanan indekslere göre sıralama yapılmıştır. Çalışma bulanık VIKOR yönteminin personel seçiminde etkin bir yöntem olarak kullanılabileceğini göstermiştir. (Doğan ve Önder, 2014) çalışmalarında bilişim sektöründe yer alan perakende zincir mağazalarında çalışacak satış temsilcilerinin seçiminde AHP ile TOPSIS yöntemlerini birlikte kullandıkları görülmektedir. Çalışmada 10 aday kriterler dikkate alınarak sıralanmış ve daha sonra hiyerarşinin 23 sübjektif ve objektif kriteri AHP tekniği ile nicel hale getirilmiştir. Daha sonra alternatiflerin sıralanmasında TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Bu iki değişik uygulama sonucu oluşan sıralamaların birbirinden farklılık gösterdiği görülmektedir. Buradan hareketle yazarlar tarafından, işletmelerin insan kaynakları temin ve seçim süreçlerinde, önem dereceleri ve ağırlıkları belirlenmiş kriterler doğrultusunda seçim yoluna gitmelerinin işletmeler açısında daha olumlu sonuçlar doğurabileceği ileri sürülmüştür.

(Eroğlu vd., 2014) personel seçim sürecine Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biri olan ORESTE yöntemini uygulamış ve çeşitli kriterlere göre uygun personel seçim sürecini sonuçlandırmıştır. (Bedir ve Eren, 2015) perakende sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın satış danışmanı seçim problemi ele alınmıştır. Problemin çözümünü bulmak için analitik hiyerarşi süreci ve PROMETHEE sıralama yöntemleri kullanılmıştır. İlk olarak başvuru yapan adaylar, uygulama yapılacak kurumsal firmanın beklentilerine göre ön elemeden geçirilmiştir. Firmada uzman kişiler tarafından belirlenen kriterler dikkate alınarak analitik hiyerarşi süreci ile kriterler ağırlıklandırılmıştır. Son aşamada elemeden geçen adaylar için PROMETHEE sıralama yöntemi kullanılmış ve en uygun aday belirlenmiştir. (Tepe ve Görener, 2014) çalışmasında ara kademe yönetici pozisyonuna seçilecek personel için kullanılacak kriterlerin ağırlıkları AHP ile hesaplanmış, ardından MOORA yöntemi kullanılarak personel seçimi gerçekleştirilmiştir. (Kenger ve Organ, 2017), bu çalışmada, işe başvuran beş aday, üç farklı karar verici tarafından personel seçimi için on kriterin önem dereceleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Öncelikle, Entropi yöntemi ile personelin kriterler ağırlıkları hesaplanarak, kriterlerin önem dereceleri sıralanmıştır. Daha sonra elde edilen veriler çerçevesinde, Additive Ratio Assesment (ARAS) yöntemi uygulanarak, bankaya iş için başvuran alternatif adaylar değerlendirilmiştir. Sonuçta banka için en uygun personel adayı belirlenmeye çalışılmıştır.

(Kuşakçı vd., 2019) tarafından yapılan çalışmada, havacılık sektöründe uzman pozisyonunda çalışacak personel seçimi için MULTIMOORA yöntemi ile AHP-TOPSIS entegre yöntemi kullanılmış ve elde edilen sonuçlar kıyaslanarak çalışmanın tutarlılığı incelenmiştir. (Vural, Köse ve Bayam, 2020),

çalışmalarında Kayseri ili Organize Sanayi Bölgesi içerisinde yer alan orta ölçekli bir işletmenin personel seçim problemini ele almıştır. İş başvurusunda bulunan adaylar belirlenen kriterlere sahip olma düzeylerine göre sıralamaya tabi tutulmuşlardır. Değerlendirmede kullanılan kriterler eşit öneme sahip olmadığından kriter ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi (AHP), adayların sıralamasında ise VIKOR yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar personel seçiminde AHP ve VIKOR yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca yapay zeka alanında birçok çalışmalar vardır (Soyguder at al, 2010; Soyguder at al, 2010, Korkmaz at al, 2015; Soyguder at al, 2012; Talu at al, 2010).

Tablo 2.1. Personel Seçiminde ÇKKV Çalışmalarına İlişkin Literatür

Sıra No	Yıl, Yazar	Problem	Kullanılan Methodlar	Sektör	Çalışmanın Türü
1	2012, El-Santawy, M.F., El-Dean, R.A.Z.	Personel sıralama ve seçimi problemi	VIKOR	Uluslararası bir şirket	Uygulama çalışması
2	2012, Balezentis, A., Balezentis, T., Brauers, W.K.M.	Personel seçimi	Dilsel ve bulanık MULTIMOORA	-	Uygulama çalışması
3	2012, Kabak, M., Kazançoğlu, Y.	Öğretmen seçimi	Bulanık AHP ve dilsel değişkenler	Askeri okullar	Uygulama çalışması / Teorik çalışma
4	2012, Karaçolak, B., Ünal, M. F.	Aday değerlendirme kriterlerinin önceliklendirilmesi ve adayların sıralanması	Bulanık AHP	Kamu kurumu	Teorik çalışma / Örnek çalışma
5	2013, Bali, Ö.	Öğretim görevlisi seçimi	Bulanık boyut analizi ve bulanık VIKOR	Eğitim	Uygulama çalışması / Teorik çalışma
6	2013, Behera, D.K., Sarkar, A.	Öğretim üyelerinin seçimi	Bulanık TOPSIS	Eğitim	Teorik çalışma / Örnek çalışma
7	2014, İbicioğlu, H., Ünal, Ö.F.	İnsan kaynakları yöneticisi seçimi	AHP	-	Teorik çalışma / Uygulama çalışması
8	2014, Koyuncu, O., Özcan, M.	Personel seçiminde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin karşılaştırılması	AHP ve TOPSIS	Otomotiv	Teorik çalışma / Uygulama çalışması
9	2015, Yıldız, M.S., Aksoy, S.	Otomotiv yan sanayisinde personel seçim	AHP	Otomotiv	Teorik çalışma / Uygulama çalışması

10	2018, Özbek, D., Yaralıoğlu, K., Karagöz, E.	Personel seçimi	AHP çözüm algoritmasına dayalı geliştirilen web tabanlı bir uygulama	-	Teorik çalışma
11	2018, Şenel, B., Şenel, M., Aydemir, G.	Mavi yakalı işçi seçimi	TOPSIS ve ELECTRE	Otomotiv	Uygulama çalışması
12	2019, Ilgaz Yıldırım, B., Uysal, F., Ilgaz, A.	Havayolu işletmelerinde destek personeli seçimi	ARAS	Havacılık	Teorik çalışma / Uygulama çalışması
13	2020, Özcan, İ., İnan, U.H., Korkusuz, A.Y.	Bir büyükşehir belediyesi için metro sürücüsü seçimi	AHP, GRA ve TOPSIS	Büyükşehir Belediyesi	Teorik çalışma / Uygulama çalışması

Bu çalışmanın literatüre katkısı yapılan diğer çalışmalardan farklı olarak kurum tarafından uygulanan formül hesabı ile başvuran adaylardan mülakata katılacak adaylar sıralanırken uzmanlar tarafından belirlenen 20 ölçülebilir birbirinden farklı ve değerlendirme aşamasına dahil edilemeyen kriter için göreceli ağırlıklarının hesaplanarak adayların mülakat puanlarına dahil edilmesinin hedeflenmesidir. Böylece ölçülebilir olan 20 farklı kriter için ÇKKV yöntemlerinden AHP yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlıklarının hesaplanabileceği bir tasarım planlanmaktadır.

3. PROBLEM TANIMI

Bu çalışma kapsamında personel seçimi ilan yayınlayarak 2 aşamalı değerlendirme sürecine sahip ve kendine ait başvuru sistemi bulunan bir kamu kurumunda yapılacak olup bu kurumda son 6 yıla ilişkin yayınlanan ilan ve alınan başvuru sayılarına ilişkin bilgilere Tablo 3.1.'de yer verilmiştir.

Tablo 3.1. Bir Kamu Kurumunda Son 6 Yıla Ait İlan ve Başvuru Sayıları

	2022	**2021**	**2020**	**2019**	**2018**	**2017**
İlan sayısı	38	30	52	49	26	36
İstihdam edilecek kişi sayısı	1023	239	119	215	230	83
Başvuru sayısı	39431	4590	6848	7034	5020	6973
Mülakata katılan aday sayısı	5116	1021	653	1190	924	591
İşe alınan kişi sayısı	431 Bir kısmı devam etmektedir.	102	69	188	144	56

Çok sayıda ilan yayınlayan ve çok fazla adayın başvuruda bulunduğu bu kurumda başvuru sonrası değerlendirme aşamasında mülakata davet edilecek adaylar belirlenmektedir. Daha hızlı, daha güvenilir ve daha adil bir aday sıralaması hem maliyet hem de zaman kaybını önlerken ölçülebilir kriterlerin de adayların değerlendirme aşamasında ele alınabilir olmasıyla daha kaliteli bir işe alım sürecinin

yürütülmesi hedeflenmektedir. Kurum tarafından ilanlara başvuran adayların değerlendirme aşamasında kullanılan kriterler; adayların mezun olduğu bölümün birim ihtiyaçlarına uygunluğu, adayların mezuniyet not ortalaması, üniversite yerleştirme sıralaması ve adayların mesleki tecrübe yılıdır. Bu kriterler uzman görüşleri alınarak ve uygulama çalışmaları yapılarak belirlenmiş ve başvuru sonrası adayların mülakata davet edilmek üzere sıralanması için belirlenen bir formülasyon olarak kullanılmaktadır.

Mevcut sistemde gerekliliklerin ölçülmesi Tablo 3.2.'de yer alan kriterlere göre adayların bu şartları sağlayıp sağlamadığı tespit edilir. Personel ihtiyacı bulunan birimin gerekliliklerine bölüm uygunluğu ve yabancı dil puanı koşulunu sağlayan adaylar için formül puanı hesaplanarak adaylar mülakata davet edilir. Mülakata davet edilen adaylara mülakat öncesinde kişilik envanteri, genel yetenek ve genel kültür testleri uygulanabilmektedir.

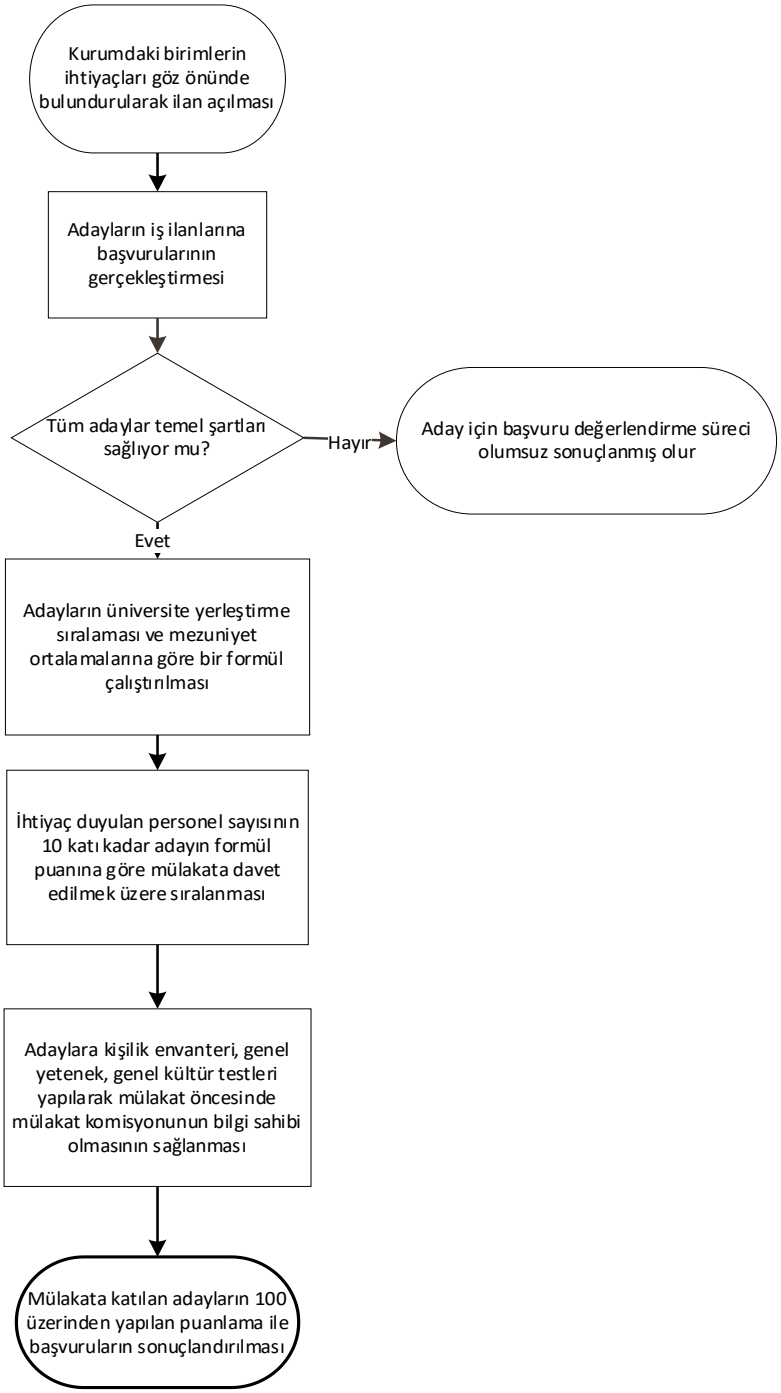
Tablo 3.2. Başvuru Değerlendirme Sürecinde Adaylarda Aranacak Koşullar

Adaylarda Aranan Nitelik	**Şart**
Bölüm Uygunluğu	Evet/Hayır
Yabancı Dil Şartı	>=70
Formül Puanı Koşulu Formül Puanı = Ağırlıklı Mezuniyet Ortalaması + Tecrübe Yılı/15+10.000/Üniversiteye Yerleştirme Sınavı Sıralaması ≥ 3,20	>=3,20
Tecrübe Şartı	Evet/Hayır

Çalışmanın gerçekleştirileceği kurum yapısı temelde 5 farklı hizmet grubu üzerine alım yapan bir kurumdur. Hizmet gruplarına ait genel nitelikler aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.
H1 hizmet grubu; kurum içinde görev alan yönetim faaliyetlerini yürüten hizmet grubunu ifade etmekte olup, bu hizmet grubunda ilanlı işe alım yöntemleri kullanılmamaktadır. H1 hizmet grubu kurum personelinin yaklaşık %2'sini oluşturmaktadır.
H2 hizmet grubu; kurum içinde en yoğun alım yapılan grup olup yaklaşık %56'lık bir orana sahiptir. Bu grupta yer alan personelin genel özelliği mühendis olmalarıdır.
H3 hizmet grubu; kurum içerisinde çeşitli alanlarda idari hizmet veren personel grubu olup %15'lik bir grubu oluşturmaktadır. Bu grup için alımlar ilanlı yürütülmekte olup farklı lisans ve yetenek şartları aranmaktadır.
H4 hizmet grubu; Kurum içerisinde ön lisans mezunu olarak görev yapan personel grubunu ifade etmektedir. H4 hizmet grubu personeli toplam sayının yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır.
H5 hizmet grubu; H5 hizmet grubu lise ve altı öğrenim bilgisine sahip personel grubunu ifade etmektedir. Toplam çalışan sayısının %2'sini oluşturmaktadır.

Bu çalışmada kurum içerisinde H2 grubu kapsamına giren alım ilanları için bir değerlendirme yöntemi tasarlanması söz konusudur. Özellikle H2 hizmet grubunun tercih edilmesinin sebebi en yoğun alım yapılan ve kurum bünyesindeki en kalabalık grup olmasıdır. Mevcut sistemde alımlar standart bir formül hesaplaması ile yapılmakta fakat bu durum yetkinlik sahibi alım grubu için ölçülebilir birden fazla nitelik olması sebebi ile yetersiz kalmaktadır. Adaylar için değerlendirilmesi gereken ölçülebilir niteliklerin de değerlendirme sürecine tabi tutulması insan kaynakları sürecinde daha kaliteli bir hizmet

sağlanması anlamına gelecektir. Bu nedenle geleneksel yöntemler dışında önerilen AHP yaklaşımı ile adayların ölçülebilir özelliklerinin değerlendirmeye tabi tutulması hedeflenmiştir.



Şekil 3.1. Mevcut Sistemde Başvuruların Alınması ve Değerlendirilmesi Süreci ve Aşamaları

Adaylara kişilik envanter testlerinden bir puan verilmemekte olup sadece mülakat komisyonunun mülakat öncesinde aday hakkında bilgi sahibi olmasını sağlamaktadır.

Temel Şartlar: Bölüm uygunluğu, yabancı dil şartı, tecrübe şartı.

Formül Puanı Şartları: Mezuniyet ortalaması, üniversite yerleştirme sıralaması ve tecrübe yılından oluşan formül puanı.

4. YÖNTEM

Günümüz iş dünyasında yaşanan hızlı değişimlere karşın uzmanlar çeşitli yöntemler geliştirmek için çalışmalar yapmaktadırlar. Bu yöntemler, bazı avantajları nedeniyle geniş bir kullanım ve uygulanabilirlik alanına sahiptir. Aynı zamanda bu yöntemlerin daha nitelikli adayları işe alabilmek için güvenilirlik seviyeleri de fazladır.

Personel seçimi birkaç şekilde yapılabilse de (mülakat teknikleri, yetkinlik bazlı testler, kişilik envanterleri), yeni geliştirilen tekniklerin önemli bir kısmı personel seçimini ÇKKV olarak ele almaktadır. Bunun nedeni artan gerçek zamanlı problemlere karşı uzmanların daha doğru ve hızlı sonuçlar arayışında olmalarıdır.
ÇKKV teknikleri, problemin türüne göre tüm seçim koşullarıyla uyumlu olacak nitelikte olduğundan (Khandekar ve Chakraborty, 2016), ve çok kriterli personel seçim yöntemleri, işin gerektirdiği becerilere en uygun adayı seçme avantajına sahip olması nedeniyle tercih edilmektedir.
Personel seçimi problemine ilişkin olarak işe alım süreci ve bu süreçte ÇKKV yöntemlerinin yeri hakkında bilgiler takip eden başlıklarda yer almaktadır.

4.1. İşe Alım Süreci

İşe Alım Sürecinin temel aşamaları şunlardır (Luecke, 2012):
a) İşin gereklerinin tanımlanması: İşe alım sürecine katılanların, hangi görev için personel arandığını, bu iş için gereken vasıfları, deneyimi ve kişilik özelliklerini çok iyi bir biçimde belirlemesi gerekir.
b) Aday seçimi: İş için gereken niteliklere sahip kişiler belirlenen kriterlere göre sırlanarak seçilir.
c) İş görüşmesi: Bu adımda, hem iş için başvuru yapan aday hem de görüşmeyi yürüten kişi kendileri için gerekli olan bilgileri elde eder. Burada önemli olan, görüşmede sorulacak soruların her aday için aynı veya benzer olması gerekir. Çünkü sorular aynı olursa adayların birbiri ile kıyaslanması daha kolay olur.
d) Adayların değerlendirilmesi: Bütün adaylar ile görüşme yapıldıktan sonra, her bir aday tek tek değerlendirilmeli ve işe alma sürecine katılan tüm yetkili kişiler, adaylar hakkında notlarını toplayıp karar alma matrislerini oluşturmalıdır.
e) Karar verme ve iş teklifi: Bu aşama, işe alım sürecinin son aşaması olup, bu aşamada pozisyona uygun olan en iyi aday seçilir ve seçilen bu adaya iş teklifi yapılır.
Diğer uygulamalarda olduğu gibi, işe alım süreci de sürekli geliştirilmelidir. Her işe alım süreci sonucunda ders çıkarılırsa, işletme belli bir süreden sonra personel seçimi konusunda verimli hale gelir. Nelerin doğru, nelerin yanlış yapıldığı tespit edilmeli ve çıkarılan dersler bir sonraki işe alım sürecine uygulanmalıdır (Luecke, 2012).

4.2. Personel Seçme Problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme

Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerini kullanan gerekli niteliklere dayalı olarak mevcut alternatifler arasından en iyi adayı seçme problemi için uygulanacak adımlar aşağıda sıralandığı gibidir. (Luecke, 2012).

Adım 1: Sorun alanını ortaya çıkararak problem çözme sürecinin başlatılması,

Adım 2: Problemin tanımlanması, iş ve işin gerekliliklerinin incelenmesi,

Adım 3: İşin gerekli niteliklerinin ortaya çıkarılması ve bunların sübjektif ve objektif olarak ayırt edilmesi,

Adım 4: İş için belirlenen gereklilikleri sağlayan uygun adayların (alternatiflerin) listelenmesi,

Adım 5: ÇKKV yöntemlerinin uygulanması,

Adım 6: Her adaya ilişkin değerin hesaplanması ve belirlenen yöntemin veri seti üzerinde uygulanmasından sonra, alternatiflerin sıralanmasına yardımcı olan sonuçların elde edilmesi, sonuçların iyileştirilmesi gerekiyorsa işlem tekrarlanmaktadır.

İşe alım süreçlerinde aday değerlendirme aşamasında kriterler ölçülebilir ve ölçülemeyen kriterler olarak iki grupta düşünülebilir. Bu kriterler uzman görüşlerine başvurularak, çeşitli kurum ve kuruluşların işe alım ilanları incelenerek tespit edilmiştir. Ölçülemeyen kriterler güçlü iletişim becerisi, analitik düşünebilme yeteneği, takım çalışmasına yatkınlık, sonuç odaklılık, problem çözme becerisi, gelişime ve değişime açıklık olarak sıralanabilir.

Bu kriterler dışında ölçülebilir 20 farklı kriter uzman görüşleri alınarak tespit edilmiştir. Standart formül hesabında kullanılamadığından adayların değerlendirme aşamasında bu kriterlerin katkısı tespit edilememektedir. Belirlenen ve bu çalışma kapsamında ÇKKV metodlarından AHP yöntemi ile ağırlıklarının belirlenmesi hedeflenen 20 farklı kriter ve açıklamalar Tablo 4.1.'de belirtilmiştir.

Tablo 4.1. İşe Alımda Adaylarda Aranabilecek Kriterler

İşe Alımda Adaylarda Aranabilecek Kriterler
Alanında tecrübeye sahip olması
Kamu kurumunda iş tecrübesi
Gönüllü staj/çalışma deneyimi
Yüksek lisans mezuniyeti
Doktora mezuniyeti
Akademik yayına/yayınlara sahip olması
Adayın yaşı
Geçmiş tecrübelerinde adayın uzun süreli olarak aynı iş yerinde çalışması
KPSS
Mesleki eğitim almış olması
Temel bilgisayar bilgisi
Ödül/Dereceler
Yapılan sosyal projeler
Yapılan akademik projeler
Yapılan teknik/mesleki projeler
Yan dal mezuniyeti
Çift ana dal mezuniyeti
Çift ana dal haricinde ek lisans/önlisans diploması sahibi olması
Başarı bursu almış olması

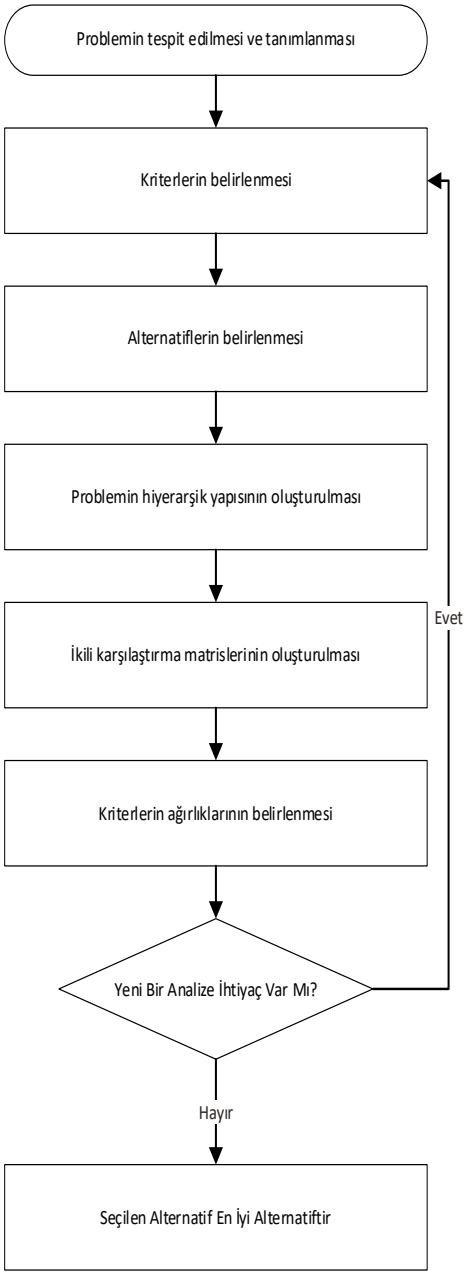
Proje bursiyerliği yapmış olması

Belirlenen 20 farklı kritere ilişkin açıklamalar aşağıda verilmiştir:

1) Alanında tecrübeye sahip olması: Adayın var ise önceki tecrübelerinin alanında olmasının göreceli ağırlığı.
2) Kamu kurumunda iş tecrübesine sahip olması: Adayın var ise daha önceki mesleki tecrübesinin kamu kurumunda olmasının göreceli ağırlığı.
3) Gönüllü staj/çalışma deneyimine sahip olması: Adayın daha gönüllü bir staj veya çalışma deneyimine sahip olmasının göreceli ağırlığı.
4) Yüksek lisans mezuniyeti: Adayın bir yüksek lisans mezuniyetine sahip olmasının göreceli ağırlığı.
5) Doktora mezuniyeti: Adayın bir yüksek lisans mezuniyetine sahip olmasının göreceli ağırlığı.
6) Akademik yayın/yayınlara sahip olması: Çalışmanın gerçekleştirileceği kurum açısından akademik çalışmaların öneme sahip olması nedeniyle adayın akademik yayın/yayınlara sahip olmasının göreceli ağırlığı.
7) Adayın yaşı: Yaş kriterinin göreceli ağırlığı.
8) Geçmiş tecrübelerinde adayın uzun süreli olarak aynı iş yerinde çalışması: Adayın sahip olduğu mesleki tecrübeleri incelendiğinde adayın uzun süreli olarak aynı iş yerinde çalışmış veya çalışıyor olmasının göreceli ağırlığı.
9) KPSS: Kamu kurumlarında KPSS puanına sahip olma şartı aranmaktadır fakat bu kamu kurumunda kurumlardan farklı olarak KPSS şartı yoktur. Adayın KPSS puanına sahip olmasının göreceli ağırlığı.
10) Mesleki eğitim almış olması: Adayın mezun olduğu bölüme ilişkin daha önceden almış olduğu bir mesleki eğitime sahip olmasının göreceli ağırlığı.
11) Temel bilgisayar bilgisi: Adayı temel bilgisayar bilgisine (Temel MS Office programları bilgisi) sahip olmasının göreceli ağırlığı.
12) Ödül/Dereceler: Adayın gerek eğitim hayatında gerek sonrasında almış olduğu bir mezuniyet veya yarışma derece/ödüle sahip olmasının göreceli ağırlığı.
13) Yapılan sosyal projeler: Adayın sosyal bir projede görev almış olmasının ağırlığı.
14) Yapılan akademik projeler: Adayın eğitim hayatı boyunca akademik bir projede görev almış olmasının ağırlığı.
15) Yapılan teknik/mesleki projeler: Adayın eğitim hayatı boyunca veya sonrasında teknik veya mesleki bir projede görev almış olmasının ağırlığı.
16) Yan dal mezuniyeti: Adayın var ise yan dal mezuniyetine sahip olmasının ağırlığı.
17) Çift ana dal mezuniyeti: Adayın var ise çift ana dal mezuniyetine sahip olmasının ağırlığı.
18) Çift ana dal haricinde ek lisans/önlisans diploması sahibi olması: Adayın çift ana dal mezuniyeti haricinde bir önlisans veya lisans programından ikinci bir diplomaya sahip olmasının ağırlığı.
19) Başarı bursu almış olması: Adayın eğitim hayatı boyunca aldığı bir başarı bursu var ise göreceli ağırlığı.
20) Proje bursiyerliği yapmış olması: Adayın varsa proje bursiyerliği yapmış olmasının göreceli ağırlığı.

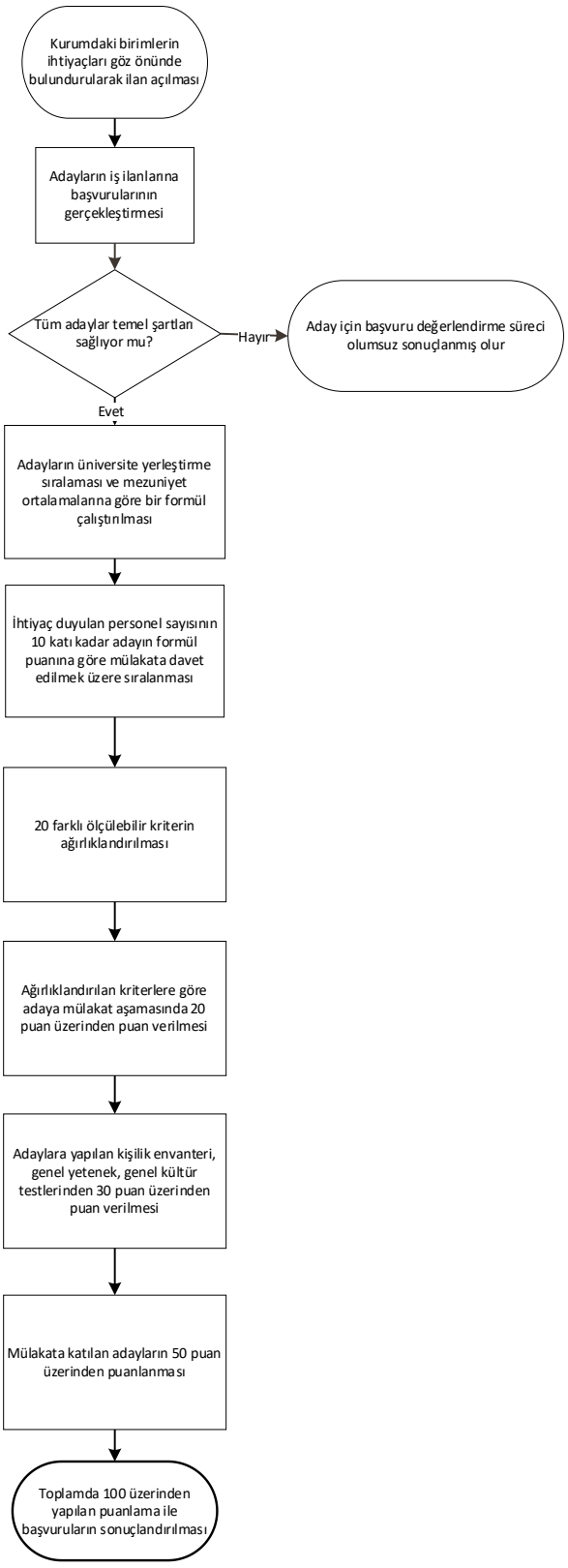
Birden fazla kriter ve aynı zamanda çok sayıda alternatife sahip işe alınacak adayların seçimi için uygun adayların sıralanması amacıyla Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerine başvurmaya karar verilmiştir.

ÇKKV yöntemleri çok sayıda seçeneğin seçilme, sıralama, sınıflandırma, önceliklendirme veya eleme amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış, birbirleri ile çelişen ve aynı ölçü birimlerini kullanmayan hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda kriter kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir (Yoon ve Hwang, 1995).



Şekil 4.1. Çok Kriterli Karar Verme Süreci ve Aşamaları

Bu çalışma ile hedeflenen işe alım süreci akış şemasına Şekil 4.2.'de yer verilmiştir.



Şekil 4.2. Yeni Değerlendirme Yöntemi Sonrasında Başvuruların Alınması ve Değerlendirilmesi Süreci ve Aşamaları

4.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP, ilk olarak Thomas L. Saaty tarafından karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir bir yöntem olarak geliştirilmiştir.

AHP, karar almada nicel ve nitel kriterleri değerlendirebilen, grup veya bireyin tercihlerini, deneyimlerini, sezgilerini, bilgilerini karar sürecine dahil edebilen, karmaşık problemlerin hiyerarşik bir yapı içinde ele alınarak çözülmesini sağlayan bir ÇKKV yöntemidir. Karar verici hem objektif hem de subjektif düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmektedir. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), karmaşık karar problemlerinde, karar alternatiflerine ve kriterlerine göreceli önem değerleri verilmek suretiyle yönetsel karar mekanizmasının çalıştırılması esasına dayanan bir karar verme işlemidir (Saaty vd., 2012). AHP'de hiyerarşi en az üç seviyede teşkil edilir. Hiyerarşinin en üst seviyesinde amaç bulunur. Bir alt seviyede ana kriterler, varsa ana kriterlerin altında alt kriterler yer alır (Saaty vd., 2001).

İkili karşılaştırmaların tutarlı olabilmesi için kriterlerin sayısı doğru tespit edilmeli ve her bir kriter doğru tanımlanmalıdır. AHP, çok sayıda kriter ile uygulanabilir. Grup kararlarının alınması için çok iyi bir yöntemdir.

AHP, karar seçeneklerini derecelendiren ve karar vericinin birden fazla hedef ya da kriteri olduğunda, en iyi olanı seçmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu özelliklerinden dolayı AHP, kantitatif ve kalitatif bilginin birlikte değerlendirilmesini gerektiren çeşitli disiplinlerde geniş bir uygulama alanı bulmuştur (Çakır, 2016; Erdem vd., 2002).

AHP yönteminin adımları aşağıdaki gibidir (Saaty, 2004; Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri-III.pdf):

Adım 1: Problem tanımlanır. Karar için gerekli olan kriterler belirlenerek, kriter öncelikleri tespit edilir.

Adım 2: Hiyerarşik yapı oluşturulur. En üstte ulaşılması gereken temel hedef yer alır. Onun altında ise temel kriterler ve alt kriterler bulunur. Hiyerarşinin en altında ise varsa alternatifler yer almaktadır. Hiyerarşinin aşama sayısı, problemin karmaşıklığına ve detay derecesine bağlıdır. Hiyerarşi oluşturulurken, aynı düzlemde yer alan seçeneklerin birbirlerinden tamamen bağımsız olduğu kabul edilir.

Adım 3: İkili karşılaştırmalar matrisi oluşturulur. 1 ile 9 arasında değerler alan bir önem derecesi ölçeği kullanılarak, önce temel kriterler, varsa alt kriterler ve son olarak tüm kriterlerin dikkate alınarak kriterlere göre karar seçeneklerinin karşılaştırıldığı matrisler oluşturulur. Karşılaştırma matrisleri köşegen elemanları 1 olan bir kare matristir.

$$A=\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21}=1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1}=1/a_{1n} & a_{n2}=1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

a , i. kriter ile j. kriterin ikili karşılaştırma değeri olup, ji a değeri 1 a_{ij} den elde edilir. ij a değeri, "Kriter i değeri bir başka kriter j ye göre ne oranda tercih edilmelidir?" sorusunun cevabıdır. Karar seçenekleri her bir kritere göre ayrı ayrı karşılaştırılır.

Karar matrisleri, Şekil 4.3.'de yer alan Saaty tarafından önerilmiş olan 1-9 karşılaştırma ölçeği kullanılarak oluşturulur.

Rating Scale	Definition	Explanation
1	Equal importance	Two elements contribute equally to the objective
2	Weak	Between equal and moderate
3	Moderate importance	Experience and judgment slightly favor one element over another
4	Moderate plus	Between moderate and strong
5	Strong importance	Experience and judgment strongly favor one element over another
6	Strong plus	Between strong and very strong
7	Very strong or demonstrated importance	An element is favored very strongly over another; its dominance demonstrated in practice
8	Very, very strong	Between very strong and extreme
9	Extreme importance	The evidence favoring one element over another is one of the highest possible order or affirmation

Şekil 4.3. Temel Karşılaştırma Ölçeği (Saaty vd., 2001)

Adım 4: İkili karşılaştırma matrisleri normalize edilir. Matristeki her eleman kendi sütun toplamına bölünerek, normalize edilir. Normalize edilmiş matrisin her bir sütun toplamı 1 olur.

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \qquad \text{i, j =1,2,…,n} \qquad (2)$$

eşitliği kullanılır.

Adım 5: Öncelik vektörü hesaplanır. Normalize edilmiş matrisin her bir satır toplamı, matrisin boyutuna bölünerek ortalaması alınır. Bulunan bu değerler her bir kriter için hesaplanan önem ağırlıklarıdır. Bu ağırlıklar, öncelik vektörünü oluşturur.

$$w_i = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^{n} a'_{ij} \qquad \text{i,j = 1,2,…,n} \qquad (3)$$

eşitliği kullanılır. Böylece, kriterlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilir. Öncelikler vektörünün oluşturulması aşamasında dört farklı yol izlenebilir. Bunlar, En Genel Yöntem, Daha İyi Bir Yöntem, İyi Bir Yöntem, En İyi Yöntem başlıkları ile tanımlanabilir. Karşılaştırma matrisleri tutarlı olduğunda bu yöntemlerin dördü de aynı sonucu verecektir.

Adım 6: Tutarlılık oranı hesaplanır. İkili karşılaştırmaların yapılması ve önceliklerinin belirlenmesinin ardından karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanır. İkili karşılaştırma yargısı sonucu oluşan bir A matrisinin tutarlı olup olmadığını belirleyebilmek için birçok yöntemden bir tanesi olan "Tutarlılık İndeksi (Consistency Index-CI)" adı verilen katsayının hesaplanması gerekir. CI katsayısı

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \qquad (4)$$

eşitliği ile hesaplanır. Burada,

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j}{w_i} \right) \text{ dır.} \qquad (5)$$

$$A \times W = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} = \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} = \frac{1}{a_{1n}} & a_{n2} = \frac{1}{a_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$d_i = \frac{x_i}{w_i} \qquad i = 1,2,\dots,n \quad (7)$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{n} \quad (8)$$

Tutarlılığı değerlendirebilmek için "Rassal Indeks (Random Index-RI)" değerinin bilinmesi gerekir. n boyutlu karşılaştırma matrisleri için tanımlanan RI değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Karşılaştırma matrislerinin boyutlarına göre RI değerleri

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59

CI ve RI değerleri belirlendikten sonra "Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio-CR)" hesaplanır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (9)$$

Tanımlı CR'nin 0,10'dan küçük çıkması durumunda karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğuna karar verilir.

Adım 7: Kriterler için ikili karşılaştırma matrisi oluşturularak, karar seçeneklerinin öncelik vektörü hesaplanır. Bu öncelik vektörü, kriterler için ağırlık vektörü olarak da tanımlanabilir.

Adım 8: Karar seçenekleri sıralanır. Kriterler için elde edilen öncelik vektörleri birleştirilerek, tüm öncelikler matrisi elde edilir. Tüm öncelikler matrisi ile karar seçeneklerinin öncelik vektörü çarpılıp toplanarak sonuç vektörü elde edilir. Bu vektörde en yüksek ağırlığa sahip olan karar seçeneği problemin çözümü için tercih edilmesi gereken karar seçeneği olarak belirlenir.

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), karmaşık karar problemlerinde, karar alternatiflerine ve kriterlerine göreceli önem değerleri verilmek suretiyle yönetsel karar mekanizmasının çalıştırılması esasına dayanan bir karar verme işlemidir (Saaty vd., 2012).

AHP, karar seçeneklerini derecelendiren ve karar vericinin birden fazla hedef ya da kriteri olduğunda, en iyi olanı seçmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu özelliklerinden dolayı AHP, kantitatif ve kalitatif bilginin birlikte değerlendirilmesini gerektiren çeşitli disiplinlerde geniş bir uygulama alanı bulmuştur (Çakır, 2016; Erdem vd., 2002).

5. UYGULAMA

Mevcutta uygulanan sistemde alımlar standart bir formül hesaplaması ile yapılmakta fakat bu durum yetkinlik sahibi alım grubu için ölçülebilir birden fazla nitelik olması sebebi ile yetersiz kaldığından adaylar için değerlendirilmesi gereken ölçülebilir niteliklerin de değerlendirme sürecine tabi tutulması insan kaynakları sürecinde daha kaliteli bir hizmet sağlanması amaçlanan bu çalışmada geleneksel yöntemler dışında önerilen AHP yaklaşımı ile adayların ölçülebilir özelliklerinin değerlendirmeye tabi tutulması hedeflenmiştir.
Bu hedef doğrultusunda belirlenen 20 kriter içerisinden H2 hizmet grubu olarak adlandırılan ve Kurumda en fazla çalışan sayısına sahip ve en fazla alım yapılan bu grup için işe alım ilanlarında değerlendirme aşamasında dikkate alınmak üzere uzman görüşü alınarak 15 kriter seçilmiştir. Bu kriterler ve kriterlerin Saaty tarafından önerilmiş olan 1-9 karşılaştırma ölçeği kullanılarak oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi Tablo 5.1.'de verilmiştir.

Tablo 5.1. Kriterlerin Göreceli Karşılaştırma Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
Alanında tecrübe (K1)	1,000	5,000	4,000	2,000	4,000	5,000	6,000	8,000	4,000	4,000	4,000	3,000	5,000	7,000	7,000
Gönüllü staj/çalışma deneyimi (K2)	0,200	1,000	0,200	0,143	0,250	0,250	0,500	0,167	0,333	0,500	0,250	0,200	1,000	1,000	1,000
Yüksek lisans mezuniyeti (K3)	0,250	5,000	1,000	0,333	1,000	4,000	3,000	7,000	2,000	1,000	3,000	0,500	4,000	4,000	4,000
Doktora mezuniyeti (K4)	0,500	7,000	3,000	1,000	3,000	4,000	6,000	8,000	4,000	3,000	4,000	3,000	5,000	6,000	6,000
Akademik yayına/yayınlara sahip olmak (K5)	0,250	4,000	1,000	0,333	1,000	3,000	3,000	7,000	1,000	1,000	3,000	0,200	4,000	4,000	4,000
Adayın yaşı (K6)	0,200	4,000	0,250	0,250	0,333	1,000	2,000	6,000	0,250	0,250	0,333	0,200	3,000	4,000	4,000
Ödül/Dereceler (K7)	0,167	2,000	0,333	0,167	0,333	0,500	1,000	5,000	0,333	0,250	0,333	0,250	3,000	2,000	2,000
Yapılan sosyal projeler (K8)	0,125	6,000	0,143	0,125	0,143	0,167	0,200	1,000	0,143	0,143	0,167	0,143	0,200	0,250	0,250
Yapılan akademik projeler (K9)	0,250	3,000	0,500	0,250	1,000	4,000	2,000	7,000	1,000	1,000	3,000	0,333	3,000	4,000	4,000
Yapılan teknik/mesleki projeler (K10)	0,250	2,000	1,000	0,333	1,000	4,000	3,000	7,000	1,000	1,000	3,000	0,333	3,000	4,000	4,000
Yan dal mezuniyeti (K11)	0,250	4,000	0,333	0,250	0,333	3,000	3,000	6,000	0,333	0,333	1,000	0,250	2,000	3,000	3,000
Çift ana dal mezuniyeti (K12)	0,333	5,000	2,000	0,333	5,000	5,000	3,000	7,000	3,000	3,000	4,000	1,000	4,000	5,000	5,000
Çift ana dal haricinde ek lisans/önlisans diplomasına sahip	0,200	1,000	0,250	0,200	0,250	0,333	0,250	5,000	0,333	0,333	0,500	0,250	1,000	0,333	0,333
Başarı bursu almış olmak (K14)	0,143	1,000	0,250	0,167	0,250	0,250	0,333	0,333	4,000	0,250	0,333	0,200	0,333	1,000	1,000
Proje bursiyerliği yapmış olmak (K15)	0,143	1,000	0,250	0,167	0,250	0,250	0,333	3,000	0,250	0,250	0,333	0,200	0,333	1,000	1,000

Bölüm 4.3'te yer alan adımlar sırasıyla uygulanarak elde edilen tablolar sırasıyla takip eden sayfalarda yer almaktadır.
İkili karşılaştırma matrisi kullanılarak elde edilen kare matris ve elde edilen satırlar toplamı Tablo 5.2.'de gösterilmektedir.

Tablo 5.2. Karşılaştırma Matrisi ile Oluşturulan Kare Matris

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	SATIRLAR TOPLAMI
Alanında tecrübe (K1)	15,000	210,000	41,476	18,298	53,143	115,750	109,017	298,167	79,810	47,893	89,417	27,160	140,267	164,667	164,667	1574,729
Gönüllü staj/çalışma deneyimi (K2)	1,561	15,000	4,032	1,915	4,869	9,816	9,374	27,293	8,708	4,740	7,966	2,768	12,264	14,515	14,515	139,336
Yüksek lisans mezuniyeti (K3)	7,701	116,083	15,000	8,473	18,083	44,333	45,567	141,333	33,833	18,083	31,750	10,850	61,983	73,333	73,333	699,740
Doktora mezuniyeti (K4)	13,164	185,500	33,126	15,000	44,810	97,250	89,350	256,167	65,976	40,143	73,917	21,426	120,100	139,167	139,167	1334,262
Akademik yayına/yayınlara sahip olmak (K5)	6,951	106,583	13,450	7,730	15,000	37,583	40,167	126,067	31,350	15,433	26,967	9,817	53,783	62,833	62,833	616,548
Adayın yaşı (K6)	4,572	67,917	8,343	4,978	9,352	15,000	17,917	65,583	24,952	9,952	13,350	6,699	27,417	31,733	31,733	339,497
Ödül/Dereceler (K7)	3,192	52,083	6,184	3,525	7,242	12,750	13,250	50,167	15,117	7,367	11,083	4,775	19,583	21,667	21,667	249,652
Yapılan sosyal projeler (K8)	1,923	18,648	3,342	1,823	4,156	6,607	7,950	13,833	5,579	5,357	5,508	2,706	11,821	13,008	13,008	115,270
Yapılan akademik projeler (K9)	6,462	104,167	12,433	7,265	14,417	35,833	38,817	118,667	29,667	14,250	24,917	8,950	49,900	61,667	61,667	589,077
Yapılan teknik/mesleki projeler (K10)	6,596	108,250	13,317	7,538	15,250	38,417	41,317	127,667	31,000	14,750	26,833	9,500	54,317	65,167	65,167	625,084
Yan dal mezuniyeti (K11)	4,949	78,917	9,157	5,471	10,524	20,167	25,117	80,750	22,107	10,690	15,000	7,163	37,367	43,000	43,000	413,378
Çift ana dal mezuniyeti (K12)	10,687	157,000	24,917	12,223	30,083	79,750	76,233	216,833	49,500	29,000	60,083	14,750	99,067	117,417	117,417	1094,960
Çift ana dal haricinde ek lisans/önlisans diplomasına sahip	2,029	44,067	4,564	2,373	5,559	11,008	10,706	30,644	6,898	5,343	8,600	3,399	12,972	15,100	15,100	178,362
Başarı bursu almış olmak (K14)	2,263	25,964	5,337	2,555	8,008	23,464	15,857	47,793	11,865	7,837	17,955	3,668	21,581	27,861	27,861	249,870
Proje bursiyerliği yapmış olmak (K15)	1,659	30,714	3,843	1,951	4,639	8,909	8,890	24,210	8,496	4,468	7,149	2,799	10,864	13,528	13,528	145,647

Tablo 5.2.'de gösterilen satırlar toplamı sütunu toplam değeri 8365,412 olarak hesaplanmıştır.

Matrisin her bir satır toplamı, matrisin boyutuna bölünerek ortalaması alınmış, bulunan bu değerler her bir kriter için hesaplanan önem ağırlıklarını göstermektedir. Bu ağırlıklar, öncelik vektörünü oluşturur. Bu doğrultuda oluşturulan öncelik vektörü Tablo 5.3.'te gösterilmektedir.

Tablo 5.3. Öncelik Vektörü

	ÖNCELİK VEKTÖRÜ
K1	0,188
K2	0,017
K3	0,084
K4	0,159
K5	0,074
K6	0,041
K7	0,030
K8	0,014
K9	0,070
K10	0,075
K11	0,049
K12	0,131
K13	0,021
K14	0,030
K15	0,017

Kriterlere ilişkin ikili karşılaştırma matrisi ve hesaplanan ağırlıklarına ilişkin öncelik vektörü çarpılarak Tablo 5.4.'te yer alan matris elde edilir.

Tablo 5.4. Karşılaştırma Matrisinin Öncelik Vektörü ile Çarpılması ile Elde Edilen Matris

A x W =

	x_i
K1	3,321
K2	0,308
K3	1,393
K4	2,780
K5	1,226
K6	0,705
K7	0,513
K8	0,256
K9	1,161
K10	1,229
K11	0,815
K12	2,210
K13	0,358
K14	0,532
K15	0,304

Karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplayabilmek için birçok yöntemden bir tanesi olan "Tutarlılık İndeksi (CI)" adı verilen katsayı hesaplanmıştır.

CI katsayısı $CI = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$ formülü ile hesaplanır. Bu katsayıya ulaşabilmek için öncelikle λ_{max} değerini ve daha da öncesinde d_i değerlerini hesaplamamız gerekmektedir.

d_i değerleri $d_i = \frac{x_i}{w_i}$ formülü kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 5.5.'te gösterilmiştir.

Tablo 5.5. d_i Matrisi

	d_i
K1	17,640
K2	18,466
K3	16,651
K4	17,432
K5	16,633
K6	17,362
K7	17,177
K8	18,589
K9	16,487
K10	16,452
K11	16,492
K12	16,881
K13	16,806
K14	17,796
K15	17,473

$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{n}$ formülü ile $\lambda_{max} = 17{,}222$ olarak hesaplanmıştır.

$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$ katsayısı hesaplanırken kriter sayısı n=15 olarak ele alınır.

Tutarlılık indeksi CI =0,159 olarak hesaplanır. Tablo 4.2.'deki karşılaştırma matrislerinin boyutlarına göre RI değerleri tablosunda n=15 değerine karşılık gelen RI değeri 1,59'dur.
Tutarlılık oranı $CR = \frac{CI}{RI} = 0{,}0998$ olarak bulunmuştur.
Tanımlı CR'nin 0,10'dan küçük çıkması durumunda karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğuna karar verilir.

6. SONUÇ

Yapılan bu çalışma ile yetkinlik sahibi H2 hizmet grubu için değerlendirilmesi gereken ölçülebilir niteliklerin de değerlendirme sürecine tabi tutulması sağlanmıştır. Böylece insan kaynakları sürecinde daha kaliteli bir hizmet sağlanması mümkün hale gelmiştir.

Mevcut sistemde gerekliliklerin ölçülmesi ile birlikte belirlenmiş kriterler dikkate alınarak adayların bu şartları sağlayıp sağlamadığı tespit edilir ve personel ihtiyacı bulunan birimin gerekliliklerine göre bölüm uygunluğu ve yabancı dil puanı koşulunu sağlayan adaylar için formül puanı hesaplanarak adaylar mülakata davet edilirdi fakat bu durum yetkinlik sahibi alım grubu için ölçülebilir birden fazla nitelik olması sebebi ile yetersiz kalmaktaydı. Yapılan bu çalışmada kurum içinde en yoğun alım yapılan grup olan H2 grubu kapsamına giren alım ilanları için bir değerlendirme yöntemi tasarlanmıştır.

Tasarlanan bu yöntem ile geleneksel yöntemler dışında önerilen AHP yaklaşımı ile insan kaynakları departmanında adayların başvuru sonrasında ilk değerlendirme olan başvuru değerlendirme aşaması üzerinde problem çözümü gerçekleştirilmiştir. Adaylar için değerlendirilmesi gereken ölçülebilir niteliklerin de değerlendirme sürecine tabi tutulması insan kaynakları sürecinde daha kaliteli bir hizmet sağlanması anlamına gelmektedir. Kurumun ilgili biriminin ihtiyaçlarına göre başvuran adaylar, kriterlerin ağırlıklandırılmasının ardından bu kriterlerin önem sırası dikkate alınarak adaylara ilişkin Şekil 4.2'de belirtildiği gibi adaylara 20 puan üzerinden bir puanlama yapılmıştır.

Belirlenen kriterler ve ağırlıklar göz önünde bulundurularak adaylara kriterleri sağlamaları halinde toplamda 20 puan üzerinden değerlendirilerek verilecek puanlar Şekil 6.1.'de gösterilmektedir.

Tablo 6.1. Kriter Ağırlıklarına Göre Hesaplanan Puanlama Tablosu

Kriterler	Puan
K1	3,765
K2	0,333
K3	1,673
K4	3,190
K5	1,474
K6	0,812
K7	0,597
K8	0,276
K9	1,408
K10	1,494
K11	0,988
K12	2,618
K13	0,426
K14	0,597
K15	0,348
TOPLAM	20 PUAN

Kriterlere H2 hizmet grubu için verilen ağırlıklar incelendiğinde ağırlığı en yüksek olan ve adayların en fazla puan alabilecekleri kriter "Alanında tecrübeye sahip olmak (K1)" olarak tespit edilmiştir. Bu kriteri "Doktora mezuniyeti (K4)", Çift ana dal mezuniyeti (K12)" ve "Yüksek lisans mezuniyeti (K3)" takip etmektedir. H2 hizmet grubu çoğunlukla mühendislerin yer aldığı bir grup olduğu için yapılan değerlendirmeler neticesinde yukarıda sıralanan kriterlerin diğer kriterlere oranla daha önemli olduğu sonucuna ve adayların bu doğrultuda alacakları puanlar hesaplanmıştır. Bu doğrultuda kriterler ve ağırlıkları hizmet gruplarına göre farlılık gösterebilir.

Çalışmada kriter ağırlıkları H2 hizmet grubu için belirlenen 20 kriter içerisinden 15 kriter kullanılarak hesaplanmıştır. Gelecekte yapılması planlanan çalışmalarda farklı hizmet grupları hatta farklı sektörlerde farklı kriterlerin belirlenmesi mümkün olabilecektir. Değerlendirme aşamasının devamında kullanılan formülasyon hesabı yerine ÇKKV yöntemleri ile ağırlıklar belirlendikten sonra personel seçim problemi tamamlanacak şekilde çalışma genişletilebilir.

7. KAYNAKÇA

Afshari, A.R., Mojahed, M., Yusuff, R.M., Hong, T.S., Ismail, M.Y. (2010). Personel Selection Using ELECTRE, Journal of Applied Sciences, 10(23), 3068–3075.

Afshari, A.R., Mojahed, M., Yusuff, R.M. (2010). Simple Additive Weighting Approach to Personnel Selection Problem, International Journal of Innovation, Management and Technology, 1(5), 511–515.

Aksakal, E., Dağdeviren, M. (2010). ANP ve DEMATEL Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25(4), 905-913.

Balezentis, A., Balezentis, T., Brauers, W.K.M. (2012). Personnel selection based on computing with words and fuzzy MULTIMOORA, Expert Systems With Applications, 39(9), 7961-7967.

Bali, Ö. (2013). Bulanık Boyut Analizi ve Bulanık VIKOR ile Bir ÇNKV Modeli: Personel Seçimi Problemi, KHO Bilim Dergisi, 23(2),125-146.

Bedir, N., Eren, T. (2015). AHP-PROMETHEE Yöntemleri Entegrasyonu ile Personel Seçim Problemi : Perakende Sektöründe Bir Uygulama, Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi, 4(4), 46–58.

Behera, D.K., Sarkar, A. (2013). A TOPSIS-based multi-criteria approach to faculty recruitment: A Case study, Applied Mechanics and Materials, Vol:415, 741-744.

Chen, T.C., Yuan, C.H., Wei, Z.H. (2009). Applying Multiple Linguistic PROMETHEE Method for Personnel Evaluation and Selection, IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, December 8-11, Hong Kong, CHINA, pp. 1312.

Çakır, E. (2016). KISMİ ZAMANLI OLARAK ÇALIŞACAK ÖĞRENCİLERİN ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ TEMELLİ VIKOR YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 12 (29) , 195-224.

Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri-III.pdf (18.04.2023). https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/105296/mod_resource/content/0/11.%C3%87ok%20%C3%96l%C3%A7%C3%BCtl%C3%BC%20Karar%20Verme%20Y%C3%B6ntemleri-III.pdf

Dağdeviren, M. (2010). A hybrid multi-criteria decision-making model for personnel selection in manufacturing systems, Journal Of Intelligent Manufacturing, 21(4), 451-460.

Doğan, A., Önder, E. (2014). İnsan Kaynakları Temin ve Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanılması ve Bir Uygulama, Journal of Yaşar University, 9(34), 5796-5819.

El-Santawy, M.F., El-Dean R.A.Z. (2012). On Using VIKOR for Ranking Personnel Problem, Life Science Journal, 9(4), 1534-1536.

Erdem, S., Kavrukkoca, G. (2002). Sürekli İyileştirme Projelerinin Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci'nin Kullanımı, *Ulusal Kalite Fonksiyon Göçerimi Sempozyumu*, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, 1-16.

Eroğlu, E., Yıldırım, B., Özdemir, M. (2014). Çok Kriterli Karar Vermede "ORESTE" Yöntemi ve Personel Seçiminde Uygulanması, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Yönetim Dergisi, 25(76).

Ilgaz Yıldırım, B., Uysal, F., Ilgaz, A. (2019). Havayolu İşletmelerinde Personel Seçimi: ARAS Yöntemi ile Bir Uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2 (33), 219-231.

İbicioğlu, H., Ünal, Ö.F. (2014). Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Yetkinlik Bazlı İnsan Kaynakları Yöneticisi Seçimi, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 28(4), 55-78.

Kabak, M., Kazançoğlu,Y. (2012). Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle Öğretmen Seçimi ve Bir Uygulama, Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi, 14(1), 95-111.

Karaçolak, B., Ünal, M. F. (2012). Örnek Bir Kamu Kurumunda İşe Alım ve Mülakat Sürecine Yeni Bir Yaklaşım; Bulanık AHP Yöntemi ile Aday Değerlendirme Kriterlerinin Önceliklendirilmesi.

Kelemenis, A.M., Askounis, D.T. (2009). An extension of fuzzy TOPSIS for personnel selection, IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics Conference Proceedings, October 11-14, San Antonio, TX, USA, pp. 4704-4709.

Kenger, M.D., Organ, A. (2017). Banka Personel Seçiminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden ENTROPİ Temelli ARAS Yöntemi ile Değerlendirilmesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4(4), 152-170.

Khandekar, A.V., Chakraborty S. (2016). Personnel Selection Using Fuzzy Axiomatic Design Principles, Verslas Teorija ir Praktika, 17(3), 251-260.

Koyuncu O., Özcan M. (2014). Personel Seçim Sürecinde Analitik Hiyerarşi Süreci ve TOPSIS Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 32(2), 195-218.

Kuşakçı, A. O., Ayvaz, B., Öztürk, F., Sofu, F. (2019). Bulanık MULTIMOORA ile Personel Seçimi: Havacılık Sektöründe Bir Uygulama, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(1), 96–110.

Luecke, R., (2012). En İyi Elemanı İşe Almak ve Elde Tutmak, Çev. Ö. Sarıkaya, Yaylacık Matbaacılık, 2. Baskı, İstanbul.

Özbek, D., Yaralıoğlu, K., Karagöz, E. (2018). The Effective Personnel Selection Via Multi-criteria Decision-making Method Analytic Hierarchy Process (AHP): A Web-based Application, Annual Conference on Economies of the Balkan and the Eastern European Countries in the Changing World KnE Social Sciences, 233-249.
Özcan, İ. , İnan, U. H. & Korkusuz, A. Y. (2020). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Metro Sürücüsü Seçimi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 15 (3) , 1185-1202.

Saaty, T. L., Vargas, L. G. (2001). Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process, *International Seires in Operations Research and Managament Science*, 3-13.

Saaty, T. L., Vargas, L. (2004). Decisioın making- the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP), *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(1), 1-35.

Saaty, T., Vargas, L. (2012). Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process. New York: Springer.

Şenel, B., Şenel, M., Aydemir, G. (2018). Use And Comparison of Topis And Electre Methods In Personnel Selection, ITM Web of Conferences 22.

Korkmaz, D., Akpolat, Z.H., Soyguder, S., Alli, H. 2015. Dynamic simulation model of a biomimetic robotic fish with multi-joint propulsion mechanism, Transactions of the Institute of Measurement and Control 37 (5), 684-695.

Soyguder, S., Alli, H. 2012. Computer simulation and dynamic modeling of a quadrupedal pronking gait robot with SLIP model, Computers & Electrical Engineering 38 (1), 161-174.

Soyguder, S., Alli, H. 2010. Dynamic model and fuzzy-pd type control of four-legged quadrupedal robot with a pronking gait, Mobile Robotics: Solutions and Challenges, 567-574.

Soyguder, S., Alli, H. 2010. Fuzzy logic control of a hexapod robot with bounding gait, Emerging Trends In Mobile Robotics, 509-516.

Talu, M.F., Soyguder, S., Aydogmus, Ö. 2010. An implementation of a novel vision-based robotic tracking system, Sensor Review, 30(3), 225–232.

Tepe, S., Görener, A. (2014). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Moora Yöntemlerinin Personel Seçiminde Uygulanması, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 25, 1-14.

Vural, D., Köse, E., Bayam, B. (2020). AHP ve VIKOR Yöntemleri ile Personel Seçimi, Yalova Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(21), 70-89.

Yıldız, G. (1994). İşletmelerde İşgören Yönetimi, Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Matbaası, 72(56), 1989. Sakarya.

Yıldız M.S., Aksoy, S. (2015). Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Personel Seçimi Üzerine Bir Çalışma, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15(1), 59-83.

Yoon, K.P., Hwang, C.L. (1995). Multiple attribute decision making: An introduction. SAGE Publications, London.

THE IMPORTANCE OF UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) IN TURKEY AND DETERMINATION OF THE BEST DOMESTIC UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR TURKEY BY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) METHOD

Servet SOYGUDER, Merve KARADUMAN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, 06010, Ankara, Türkiye,ORDIC: ID/0000-0002-8191-6891

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, 06010, Ankara, Türkiye, ORDIC: ID/0009-0007-5105-8922

Abstract

Today, it is seen that investments are concentrated in this area with the opportunity provided by the developing technology under the widespread development of the design, production and use of unmanned technologies. The fact that unmanned technologies can be controlled via a ground station or autonomous, there is no crew, maneuvering and operational capabilities under better conditions than manned technologies v.b. with more and more positive aspects, it has become indispensable for our age and continues to come. Thanks to such rapid developments in technology, the technology in the military field has also been affected by this. Nowadays, unmanned aerial vehicles(UAV) are at the forefront of unmanned systems. It has started to be used more widely in combat areas. The development of UAV technology in a military sense is actually interpreted as a reflection of this development of military technology. As in other countries, the development of UAV technology in Turkey has been realized for military purposes. The mission types of Turkish UAVs can vary according to their weights, wing types and ranges. According to these changes, classification is made to the aircraft in question. It is aimed to be used effectively in areas such as reconnaissance, surveillance, search and rescue. Dec. The aim of this study is to emphasize the importance of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in Turkey and to determine the most suitable for the Turkish defense industry by Analytical Hierarchy Process (AHP) method of 4 different domestic unmanned aerial vehicles produced in Turkey according to the determined 4 criteria.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicles (UAV), Analytical Hierarchy Process (Ahp), Technolog

TÜRKİYE'DE İNSANSIZ HAVA ARACININ (İHA) ÖNEMİ VE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHP) YÖNTEMİ İLE TÜRKİYE İÇİN EN İYİ YERLİ İNSANSIZ HAVA ARACININ BELİRLENMESİ

Özet

Günümüzde insansız teknolojilerin tasarım, üretim ve kullanımının yaygınlaşmasının altında gelişen teknolojinin sağlamış olduğu imkânla birlikte yatırımların bu alana yoğunlaştığı

görülmektedir. İnsansız teknolojilerin bir yer istasyonu ya da otonom aracılığıyla kontrol edilebilir olması, mürettebatın olmaması, insanlı teknolojilere göre daha iyi şartlarda manevra ve operasyonel kabiliyetlerin olması v.b. daha fazla olumlu yönler ile çağımızın vazgeçilmezi haline gelmiş olup gelmeye de devam etmektedir. Teknolojideki bu denli hızlı gelişmeler sayesinde, askeri alandaki teknoloji de bundan etkilenmiştir. Günümüzde insansız sistemlerin başında insansız hava araçları (İHA) gelmektedir. Muharebe alanlarında daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. İHA teknolojisinin askeri anlamda gelişimi aslında askeri teknolojinin bu gelişiminin yansıması şeklinde yorumlanmaktadır. Türkiye'de diğer ülkelerde olduğu gibi İHA teknolojisinin gelişimi askeri amaçlar doğrultusunda gerçekleşmiştir. Türk İHA 'larının görev türleri, ağırlıkları, kanat tipleri ve menzillerine göre değişiklik gösterilebilmektedir. Bu değişikliklere göre de söz konusu hava aracına sınıflandırma yapılmaktadır. Keşif, gözetleme, arama-kurtarma gibi alanlarda etkin olarak kullanılması amaçlanmaktadır. Bu Çalışmadaki amaç Türkiye' De İnsansız Hava Aracı (İHA) 'nın önemine vurgu yapılması ve Türkiye' de üretilen 4 farklı yerli insansız hava aracının belirlenen 4 kritere göre Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemiyle Türk savunma sanayisi için en uygununun belirlenmesidir.

Anahtar Kelimeler: İnsansız Hava Araçları (İHA), Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Teknoloji

1. GİRİŞ

İnsansız hava aracı (İHA) içinde mürettebat olmayan, sadece amaca uygun ekipman yahut mühimmat taşıyan, uzaktan kumanda edilen veya otomatik olarak görevini icra edebilen bir uçak çeşididir. İnsansız hava araçlarına, askeri veya sivil amaçlı kullanımları sebebiyle ülkemizde ve dünyada talep hızla artmakta olup bu sebeple önümüzdeki yıllarda İHA 'ların daha fazla gündemi meşgul edeceği öngörülmektedir. İHA 'ların kullanımı geçmişten günümüze kadar devam etmiş olup Afganistan, Irak ve Ukrayna Savaşında birçok askeri operasyonda kullanılmış ve halen de kullanılmaya devam edilmektedir. İHA 'ların kullanımı günümüzde fazlasıyla yaygınlaşmış durumdadır. Türkiye İHA teknolojisinin kıymetini kavramış ve bu alanda adından söz ettiren üretici ülke konumuna gelmiştir. Türkiye üretmiş olduğu İHA 'lar ile genellikle askeri amaçlara hizmet etmeyi hedeflemiştir. İnsansız hava aracı piyasasının hızla artış gösterdiği ve birçok ülkenin İHA 'lara yoğun ilgi duyduğu göz önünde bulundurulduğunda, bunun Türkiye'nin ekonomik büyümesine ve ihracatına büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada Türkiye'de gündem olmuş ve olmakta olan insansız hava araçlarının önemini incelerken, yine ülkemizde adından söz ettiren 4 insansız hava aracını analitik hiyerarşik prosesi yöntemi (AHP) ile karşılaştırması yapılacak olup Türkiye için en uygun İHA belirlenecektir. Seçilen yerli alternatif insansız hava araçları; Baykar Makinanın üretmiş olduğu Bayraktar Akıncı, Türk Havacılık Uzay Sanayii (Tuşaş) tarafından üretilen Aksungur, Lentatek tarafından üretilen Vestel Karayel ve yine Baykar Makinanın üretimlerinden birisi olan Bayraktar TB2'dir. Analitik Hiyerarşi Prosesinde kullanacağımız kriterler ise maksimum irtifa, havada kalış süresi, faydalı yük kapasitesi ve seyir hızı olarak belirlenmiştir.

Literatür taraması yapıldığında aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Özellikle son dönemlerde İHA 'larla ilgili yapılmış akademik çalışmaların sayısının arttığı dikkat çekmiştir. Kahvecioğlu ve Oktal yapmış oldukları çalışmalarında, Türkiye'nin geliştirmekte olduğu insansız hava araçlarını ve Türkiye'de İHA üretiminin geleceği analiz edilmiştir. (Kahvecioğlu at each, 2014). Aygün Altundaş ve arkadaşlarının çalışmasında Sınır güvenliği ve müdahale görevi yapan insansız hava araçların ÇKKV yöntemi ile değerlendirmesi yapılmıştır. (Altuntaş at each, 2022). Mert Kara ve arkadaşları Acil yardım müdahalesi yapan birimler için ÇKKV yöntemleri ile yapmış oldukları Kargo drone seçimi çalışmasında amaca uygun en iyi drone SK-62 Pro drone seçilmiştir. (Kara each, 2022). Özge tarafından 2008 yılında yapılan yüksek lisans tez çalışmasında iç güvenlikte kullanılmak üzere İnsansız Hava Aracı seçimi yapılmış ve ÇKKV yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılmıştır. Ayrıca seçimde dikkate alınması gereken 6 farklı ana kriter 25 farklı alt kriter belirlenmiş ve her bir ağırlığı için ikili mukayeseler yapılarak sonuç belirlenmiştir. Bulunan ağırlıklar yardımıyla 5 alternatif değerlendirilmesi yapılmış ve sonuç olarak iç güvenlik harekâtında kullanılmak üzere en iyi İHA seçimi yapılmıştır (Özge, 2008). Ayrıca yapay zeka alanında birçok çalışmalar vardır (Soyguder at al, 2010; Soyguder at al, 2010, Korkmaz at al, 2015; Soyguder at al, 2012; Talu at al, 2010).

2. TÜRKİYE'DE İNSANSIZ HAVA ARACININ ÖNEMİ (İHA)

İnsansız hava aracının, uzlaşılmış bir tanımı bulunmamaktadır. Yapılan genel tanımlara baktığımızda, İHA 'ları şöyle tanımlayabiliriz; içinde bir pilot bulundurulmayan, kullanım amacına göre üzerinde farklı donanımlar bulunduran, belli bir yönetim ve kontrol merkezinde yönetilen ya da önceden belirlenmiş bir güzergâh üzerinde kendiliğinden hareket edebilen hava araçlarıdır (Akkamış & Çalışkan, 2020). Günümüzde teknolojide yaşanan hızlı gelişmeler ile, askeri teknoloji de bundan hayliyle etkilenmiştir. İnsansız sistemler artık savaş alanlarında daha yaygın ve aktif olarak kullanılmaya başlanmıştır. İHA teknolojisinin ise askeri anlamda gelişimi, askeri teknolojinin gelişmesine pozitif yansıması olarak yorumlanmaktadır. Özellikle insansız sistemlerin terörle mücadele alanında başarı şansını artıracağı düşünülmektedir. Türkiye uzun yıllardır terörizmin hedefi haline gelmiş bir ülke olmuştur. Bu sebeple Türkiye'de İHA teknolojisinin gelişimi askeri hedefler öncelikli olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin yerli insansız hava aracı üretmek için geliştirdiği ilk proje İHA-X1-Şahit projesi olmuştur. X1-Şahit, insansız hava aracının iki adet üretilmesine ve başarıyla uçurulmasına rağmen yetersiz maddi imkanlardan dolayı seri üretime geçişi gerçekleşmemiştir. 1993 yılında Almanya tarafından 5 adet insansız hava aracı Türkiye'ye hibe edilmiş ve hibe edilen insansız hava araçları yaşanan bazı sebeplerden dolayı envanterden çıkarılmıştır. 1994 yılında ise ABD'den insansız hava aracı ithal edilmiş ve bu insansız hava araçları 1994-1998 yılları arasında aktif görevde kullanılmıştır. TSK'nın ihtiyacı olan İHA 'ların ithal edilmesine paralel olarak, yerli ve milli İHA üretimi için adımlar atılmaya başlanmıştır. Yerli olarak İHA Sistemleri üretmeyi hedefleyen Türkiye, ihtiyaçlar doğrultusunda 2005 yılında İsrail ülkesinden insansız hava aracı kiralama sürecine girilmiştir. 2007 yılında toplamda üç adet daha kiralanmasına rağmen, bu İHA 'lardan istenen verim elde edilememiştir.

Türkiye 2008 yılında ABD menşei 10 adet insansız hava aracı satın almış ve teknik özellikler açısından İsrail İHA 'sına göre daha gelişmiş olduğu anlaşılmıştır. Fakat İsrail ülkesinin Aselsan tarafından geliştirilen Aselflir 300T'yi (keşif, gözetleme ve hedefleme sistemi) İHA

’lara entegre etmeyi kabul etmesi üzerine Türkiye'nin İsrail İHA ’larını tercih etmesinde önemli bir rol oynamıştır. Sonraki dönemlerde İsrail ile yaşanmış olan Mavi Marmara krizinin yaşanması ile birlikte Türkiye, İHA konusunda yerli ve milli kaynaklara yönelmeye başlamıştır. 2007 yılında Baykar Makina tarafından üretimi gerçekleştirilen Bayraktar Mini İHA, TSK envanterine girmiştir. Bu İHA 2012 yılında Katar’a ihraç edilmiş ve ihracatı gerçekleştirilen ilk yerli insansız hava aracı olarak kayıtlara geçmiştir. Bu gelişmeler sonrasında Bayraktar TB2’ler, 2015 yılında silah sistemleri ile donatılmışlar ve Türkiye’nin gerçekleştirmiş olduğu Fırat Kalkanı, Zeytin Dalı, Barış Pınarı harekâtlarında aktif olarak kullanılmış ve başarılı olunmuştur. Ayrıca Türkiye’de yerli firmalarca üretilmiş ve üretilmekte olan birçok İHA ve SİHA bulunmaktadır. Türk Silahlı Kuvvetleri bünyesinde insansız hava aracı kullanan bazı birimler oluşturulmuştur. Bu birimlere örnek olarak Batman’daki 14. İnsansız Uçak Sistemleri Üs Komutanlığı, Elazığ’daki Elâzığ Taktik İHA Birlik Komutanlığı ve Çanakkale’deki 313. Deniz İHA-S İnsansız Hava Aracı Filo Komutanlıkları verilebilir. İnsansız hava aracı üretimi konusunda, Türkiye geldiği nokta ile ihracatçı ülke konuma yükselmiştir. İnsansız hava aracı üretimi maliyet avantajını da beraberinde getirmiştir. Türkiye insansız hava aracı ihracat pazarından daha yüksek paylar alarak, ekonomik büyümeyi arttırma ve dış ticaret açığını azaltma şansını bulabilmektedir.

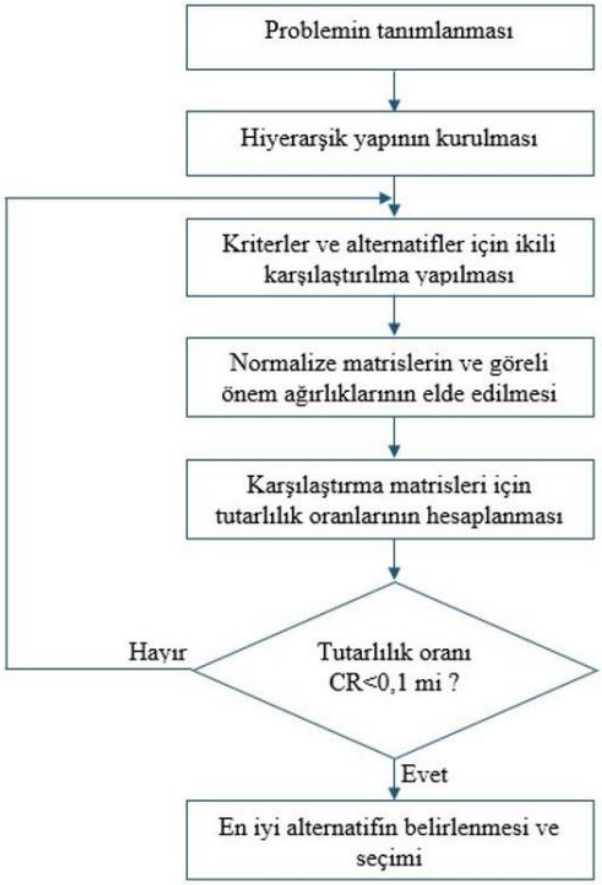
3. YÖNTEM

Bu çalışmada yöntem olarak, Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden (ÇKKV) biri olan analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemi tercih edilmiştir. ÇKKV bir veya birden fazla karar vericinin sayılamayan sonsuz veya sayılabilen alternatifler içinden en az 2 kriter kullanılarak yapılan seçme işlemidir. İki veya daha fazla kritere bağlı yapılan değerlendirmeler sonucunda seçenekler arasından seçim yapılmasıdır (Anık, 2007).

3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulama

AHP yöntemi 1970 senelerinde geliştirilen nitel ve nicel değişkenleri analiz edip karar problemlerini çözmek için kullanılan bir metodudur (Saaty, 1986).

AHP yönteminin sırası ile uygulanan aşamaları Görsel- 1’de gösterilmiştir.



Görsel -1: AHP metodu akış şeması (Saaty, 1980)

4. UYGULAMA

4.1. Problemin tanımlanması:

Dünyanın yeni gücü haline gelen insansız teknolojilere talepler çığ gibi artmakta olup Türkiye'de bu alanda da adından söz ettirmiştir. Yerli ve milli girişimler sonucunda farklı tasarımlar ile sektörde varlığını göstermiştir. Çalışmada, Türkiye' de muharebe alanında belirlenen kriterlere göre en iyi İHA seçimi ele alınmıştır. İHA seçimini yapmak için ÇKKV yöntemlerinden birisi olan analitik hiyerarşi prosesinden (AHP) faydalanılmaktadır. Alternatiflerin değerlendirileceği kriterlerin uzman kişiler tarafından belirlenmesi ve karşılaştırılması çözümlerin doğruluğu ve tutarlılığı açısından oldukça önem arz eden yöntemin uygulandığı çalışmada İHA 'ların değerlendirildiği kriterler İHA pilotu ile birlikte değerlendirilmiş ve karşılaştırılmış olup, görüşlerin birleştirilmesi sonucunda elde edilmiştir. Türkiye'deki üretilmiş ve geliştirilen insansız hava araçları incelendiğinde 4 farklı İHA çeşidinin farklı harekât bölgelerinde kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu İHA 'ların Belirlenen kriterler ve alternatifler doğrultusunda aşağıdaki Tablo-1 de verilen AHP Ölçeği kullanarak karşılaştırma matrisleri elde edilmiştir.

4.2.Kriterler

Çalışmamızda 4 kriter belirlenmiştir. Kriterler sırası ile;

1- Maksimum İrtifa: İHA görevlerini yerine getirirken oluşabilecek sorunlardan etkilenme oranının en az olduğu zamanlarda, olumsuz durumlardan minimum şekilde etkilendiği maksimum irtifada görevini yapacaktır.
2- Havada Kalış Süresi: Uzun süre havada kalan İHA görev boyunca karşılaşacağı sorunlara karşı daha faydalı olabilecektir.
3- Faydalı yük kapasitesi: İHA görevi boyunca taşıyabileceği faydalı yük kapasitesinin yüksek olması gerektiği değerlendirilmiş olup Faydalı yük kapasitesi çok olan İHA daha fazla mühimmat / cephane taşıyabilecektir.
4- Seyir Hızı: İHA görevlerini yerine getirebilmek için seyir halindeki hızları önemli bir kriter olmaktadır.

Tablo-1: Karşılaştırma Matrisinde kullanılan AHP Ölçeği (Saaty, 1980)

AHP ÖLÇEĞİ		
Önemi	Tanımı	Açıklama
1	Eşir öneme sahip	Her iki seçenekte eşit değerde öneme sahiptir.
2	Zayıf ya da daha hafif	
3	Biraz önemli	Bir ölçüt diğerine göre biraz daha önemli sayılmıştır.
4	Makul artı	
5	Fazla önemli	Bir ölçüt diğerine göre çok daha önemli sayılmıştır.
6	Güçlü artı	
7	Çok fazla önemli	Ölçüt diğer ölçüte göre kesinlikle çok daha önemli sayılmıştır.
8	Çok çok güçlü	
9	Son derece önemli	Bir ölçütün diğerine göre son derece önemli olduğu çeşitli bilgilere dayandırılmıştır.

4.3.Alternatifler

Çalışmamızda yerli olmak üzere toplamda 4 alternatif İHA belirlenmiştir. Bunlar;

- Bayraktar Akıncı
- TUSAŞ-Aksungur
- Vestel Karayel
- Bayraktar TB2

1- Bayraktar Akıncı

Türk savunma şirketi Baykar Makina tarafından üretilen yüksek irtifa uzun menzilli insansız hava aracıdır. İlk kez 29 Ağustos 2021 tarihinde Türk Silahlı Kuvvetleri envanterine girmişlerdir.

Tablo-2'de Bayraktar Akıncı İnsansız hava aracına ait kriter verileri verilmiştir.



Görsel-2: Bayraktar Akıncı İHA (Baykar Makina, 2023)

Tablo-2: Bayraktar Akıncı Kriter Verileri

Havada Kalış Süresi	Maksimum İrtifa	Faydalı Yük Kapasitesi	Seyir Hızı
24 Saat	40.000 Ft	1500 Kg	150 Knots

2- TUSAŞ- Aksungur

Türk Havacılık ve Uzay Sanayii (TUSAŞ) tarafından Türk Silahlı Kuvvetleri için geliştirilmekte olan bir insansız hava aracıdır.

Tablo-3'te TUSAŞ- Aksungur İnsansız hava aracına ait kriter verileri verilmiştir.



Görsel-3: Aksungur İHA (TUSAŞ, 2023)

Tablo-3: TUSAŞ- Aksungur Kriter Verileri

Havada Kalış Süresi	Maksimum İrtifa	Faydalı Yük Kapasitesi	Seyir Hızı
50 Saat	25.000 Ft	750 Kg	130 Knots

3- Vestel Karayel

Lentatek Firması tarafından geliştirilmiş bir insansız hava aracıdır. Karayel Taktik insansız hava aracı sistemi, hava aracı, yer kontrol istasyonu (YKİ), yer veri terminali (YVT) ve yer destek ekipmanlarından oluşmaktadır.

Tablo- 4'te Vestel Karayel İnsansız hava aracına ait kriter verileri verilmiştir.



Görsel -4: Vestel Karayel İHA (Lentatek, 2023)

Tablo-4: Vestel Karayel Kriter Verileri

Havada Kalış Süresi	Maksimum İrtifa	Faydalı Yük Kapasitesi	Seyir Hızı
24 Saat	40.000 Ft	1500 Kg	130 Knots

4- Bayraktar TB2

Baykar tarafından geliştirilerek kullanıma sunulan Bayraktar TB2 Taktik S/İHA Sistemi, kullanıcıya tüm çözümleri bir arada sunan bütünleşik ağ tabanlı bir sistem mimarisidir.

Tablo-5'te Bayraktar TB2 İnsansız hava aracına ait kriter verileri verilmiştir.



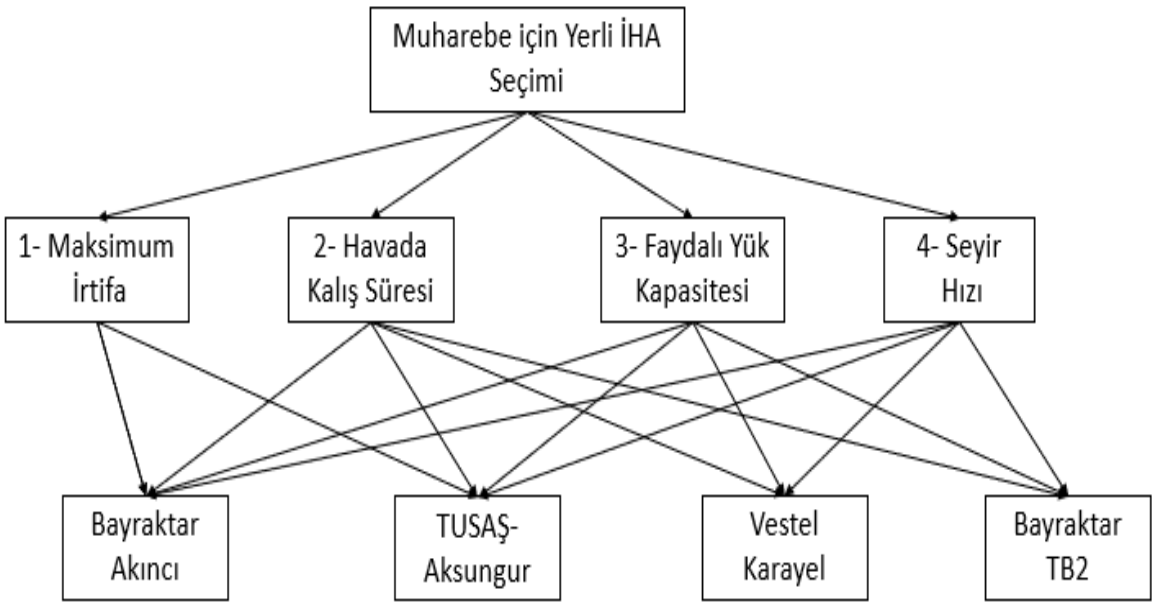
Görsel -5: Bayraktar TB2 İHA (Baykar Makina, 2023)

Tablo-5: Bayraktar TB2 Kriter Verileri

Havada Kalış Süresi	Maksimum İrtifa	Faydalı Yük Kapasitesi	Seyir Hızı
27 Saat	25.000 Ft	150 Kg	70 Knots

4.4.Problemin Çözümü

AHP yöntemi ile çözüm için öncelikle hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Belirtilen karar verme problemi için hiyerarşik yapının grafiksel olarak gösterimi Görsel-6'da oluşturulmuştur.



Görsel-6: AHP Hiyerarşik Yapı Gösterimi

4.4.1. Amaca Göre Kriterlerin Karşılaştırılması

Belirlenen Alternatif ve kriterlerin verileri Tablo-6 'de oluşturulan karar matrisinde gösterilmiştir.

Tablo-6: Karar Matrisi

	Maksimum İrtifa (Ft)	Havada Kalış Süresi(h)	Faydalı Yük Kapasitesi (Kg)	Seyir Hızı (Knots)
Bayraktar akıncı	40000	24	1500	150
TUSAŞ -Aksungur	25000	50	750	130
Vestel Karayel	22500	20	70	80
Bayraktar TB2	25000	27	150	80

Karar matrisinin oluşturulmasının ardından kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi Tablo-7' de gösterilmiştir. Karşılaştırma matrisinde kriterlerin sütun toplamı yapılarak, toplam sonuç sütundaki her bir hücreye bölümü Tablo 8'deki normalizasyon karar matrisinde elde edilmiştir.

Tablo-7: Karşılaştırma Matrisi

Karşılaştırma Matrisi	Maksimum İrtifa	Havada Kalış Süresi	Faydalı Yük Kapasitesi	Seyir Hızı
Maksimum İrtifa	1,00	0,14	0,20	0,33
Havada Kalış Süresi	7,00	1,00	3,00	5,00
Faydalı Yük Kapasitesi	5,00	0,33	1,00	3,00
Seyir Hızı	3,00	0,20	0,14	1,00
Toplam:	16,00	1,68	4,34	9,33

Normalizasyonun yapıldığı karar matrisi ele alınarak kriterlere ait satırdaki tüm hücreler toplanarak, toplam hücre sayısına bölümü sonucu elde edilen özvektörler de Tablo-8'de gösterilmiştir.

Tablo-8: Normalizasyon Karar Matrisi

Karşılaştırma Matrisi	Maksimum İrtifa	Havada Kalış Süresi	Faydalı Yük Kapasitesi	Seyir Hızı	Özvektörler Ortalama
Maksimum İrtifa	0,063	0,085	0,046	0,036	0,057
Havada Kalış Süresi	0,438	0,597	0,691	0,536	0,565
Faydalı Yük Kapasitesi	0,313	0,199	0,230	0,321	0,266
Seyir Hızı	0,188	0,119	0,033	0,107	0,112

Yapılan normalizasyonun ardından tüm öncelikler matris hesabı ile sonucun uyum sınırları içerisinde olup olmadığı öğrenilmiştir.

Tüm Öncelikler Matris Hesabı

1,00	0,14	0,20	0,33		0,057		0,2282476			4,004344194	
7,00	1,00	3,00	5,00		0,565		2,322			4,109734513	
5,00	0,33	1,00	3,00	x	0,266	=	1,0753333		=	4,042606516	
3,00	0,20	0,14	1,00		0,112		0,434			3,875	

Λortalama = 4,007

CI /Tutarlılık indeksi: 0,002

RI: N=4 İÇİN 0,9

CR: 0,002 < 0,1 Sonuç olduğu için uyum sınırları içerisindedir.

Amaca göre kriterlerin ikili karşılaştırılması sonucunda CR:0,002<0,1 ile sonuç uyum sınırları içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Belirlenen 4 kriterinde alternatiflere göre karşılaştırılması sırası ile yapılmıştır.

4.4.2. Maksimum İrtifa Kriterine göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

Tablo-9: Maksimum İrtifa Kriteri için Karşılaştırma Matrisi

Max. İrtifa	Bayraktar akıncı	TUSAŞ- Aksungur	Vestel Karayel	Bayraktar TB2
Bayraktar akıncı	1,00	5,00	7,00	5,00
TUSAŞ- Aksungur	0,20	1,00	5,00	1,00
Vestel Karayel	0,14	0,20	1,00	0,20
Bayraktar TB2	0,20	1,00	5,00	1,00
Toplam:	1,54	7,20	18,00	7,20

Tablo-10: Maksimum İrtifa Kriteri için Normalizasyon Karar Matrisi

Max. İrtifa	Bayraktar akıncı	TUSAŞ- Aksungur	Vestel Karayel	Bayraktar TB2	Özvektörler
Bayraktar akıncı	0,648	0,694	0,389	0,694	0,606
TUSAŞ- Aksungur	0,130	0,139	0,278	0,139	0,171
Vestel Karayel	0,093	0,028	0,056	0,028	0,051
Bayraktar TB2	0,130	0,139	0,278	0,139	0,171

Tüm Öncelikler Matris Hesabı

1,00	5,00	7,00	5,00		0,606		2,673			4,411	
0,20	1,00	5,00	1,00	X	0,171	=	0,718			4,200	
0,14	0,20	1,00	0,20		0,051		0,206			4,039	
0,20	1,00	5,00	1,00		0,171		0,718			4,200	

Ortλmaks= 4,212

CI: 0,071

RI: N=4 için 0,9

CR: 0,079

Sonuç: 0,079<0,1 olduğu için uyum sınırları içerisindedir.

4.4.3. Havada Kalış Süresi Kriterine göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

Tablo-11: Havada Kalış Süresi Kriteri için Karşılaştırma Matrisi

Havada Kalış süresi	Bayraktar akıncı	TUSAŞ- Aksungur	Vestel Karayel	Bayraktar TB2
Bayraktar akıncı	1,00	0,20	3,00	0,33
TUSAŞ- Aksungur	5,00	1,00	7,00	3,00
Vestel Karayel	0,33	0,14	1,00	0,14
Bayraktar TB2	3,00	0,33	7,00	1,00
Toplam	9,33	1,68	18,00	4,48

Tablo-12: Havada Kalış Süresi Kriteri için Normalizasyon Karar Matrisi

Havada Kalış süresi	Bayraktar akıncı	TUSAŞ- Aksungur	Vestel Karayel	Bayraktar TB2	Özvektörler
Bayraktar akıncı	0,107	0,119	0,167	0,074	0,117
TUSAŞ- Aksungur	0,536	0,597	0,389	0,670	0,548
Vestel Karayel	0,036	0,085	0,056	0,032	0,052
Bayraktar TB2	0,321	0,199	0,389	0,223	0,283

Tüm Öncelikler Matris Hesabı

1,00	0,20	3,00	0,33	0,117	0,477		4,076	CI:	0,047
5,00	1,00	7,00	3,00	0,548	2,346		4,281		
0,33	0,14	1,00	0,14	0,052	0,210		4,033	RI:	N=4 için 0,9
3,00	0,33	7,00	1,00	0,283	1,181		4,172		
						Ortλmaks =	4,141	CR:	0,052
								Sonuç:	0,052<0,1 olduğu için uyum sınırları içerisindedir.

4.4.4. Seyir Hızı Kriterine göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

Tablo-13: Seyir Hızı Kriteri için Karşılaştırma Matrisi

Seyir Hızı	Bayraktar akıncı	TUSAŞ- Aksungur	Vestel Karayel	Bayraktar TB2
Bayraktar akıncı	1,00	3,00	7,00	5,00
TUSAŞ- Aksungur	0,33	1,00	5,00	3,00
Vestel Karayel	0,14	0,20	1,00	0,33
Bayraktar TB2	0,20	0,33	3,00	1,00
Toplam	1,68	4,53	16,00	9,33

Tablo-14: Seyir Hızı Kriteri için Normalizasyon Karar Matrisi

Seyir Hızı	Bayraktar akıncı	TUSAŞ- Aksungur	Vestel Karayel	Bayraktar TB2	Özvektörler
Bayraktar akıncı	0,597	0,662	0,438	0,536	0,558
TUSAŞ- Aksungur	0,199	0,221	0,313	0,321	0,263
Vestel Karayel	0,085	0,044	0,063	0,036	0,057
Bayraktar TB2	0,119	0,074	0,188	0,107	0,122

Tüm Öncelikler Matris Hesabı

1,00	3,00	7,00	5,00	0,5588	2,357		4,218	CI:	0,040	
0,33	1,00	5,00	3,00	0,263	1,100		4,184			
0,14	0,20	1,00	0,33	0,057	0,230		4,037	RI:	N=4 için 0,9	
0,20	0,33	3,00	1,00	0,122	0,492		4,036			
						Ortλmaks=	4,119	CR:	0,044	
								Sonuç:	0,044<0,1 olduğu için uyum sınırları içerisindedir.	

4.4.5. Faydalı Yük Kapasitesi Kriterine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

Tablo-15: Faydalı Yük Kriteri için Karşılaştırma Matrisi

Faydalı Yük Kapasitesi	Bayraktar akıncı	TUSAŞ- Aksungur	Vestel Karayel	Bayraktar TB2
Bayraktar akıncı	1,00	5,00	9,00	7,00
TUSAŞ- Aksungur	0,20	1,00	5,00	3,00
Vestel Karayel	0,11	0,20	1,00	0,33
Bayraktar TB2	0,14	0,33	3,00	1,00
Toplam	1,45	6,53	18,00	11,33

Tablo-16: Faydalı Yük Kriteri için Normalizasyon Karar Matrisi

Faydalı Yük Kapasitesi	Bayraktar akıncı	TUSAŞ- Aksungur	Vestel Karayel	Bayraktar TB2	Özvektörler
Bayraktar akıncı	0,688	0,765	0,500	0,618	0,643
TUSAŞ- Aksungur	0,138	0,153	0,278	0,265	0,208
Vestel Karayel	0,076	0,031	0,056	0,029	0,048
Bayraktar TB2	0,098	0,051	0,167	0,088	0,101

Tüm Öncelikler Matris Hesabı

1,00	5,00	9,00	7,00	0,643	2,822		4,389	CI:	0,058
0,20	1,00	5,00	3,00	0,208	0,880		4,229		
0,11	0,20	1,00	0,33	0,048	0,195		4,056	RI:	N=4 için 0,9

0,14	0,33	3,00	1,00		0,101		0,406		4,022

Ortλmaks= 4,174 CR: 0,064

Sonuç: 0,064<0,1 olduğu için uyum sınırları içerisindedir.

4 kriterin; kriterlere göre alternatiflerin karşılaştırılması sonucunda CR<0,1 uyum sınırları içerisinde çıkmıştır.

Kriterlerin alternatiflere göre karşılaştırmalarından elde edilen özvektörler ile kriterlerin ikili karşılaştırmasından elde edilen kriter öncelik vektörü Tablo-17' de yapılan bütünsel öncelikler matris hesabının sonucunda alternatifler sıralaması yapılmıştır.

Bütünsel Öncelikler Matrisi									
	Max. İrtifa	**Havada kalış süresi**	**Seyir hızı**	**Faydalı yük kapasitesi**		**Kriter Öncelik Vektörü**		**Öncelik**	**Sıralama**
Bayraktar akıncı	0,606	0,117	0,558	0,643		0,057		0,321	2
TUSAŞ - Aksungur	0,171	0,548	0,263	0,263	X	0,565	=	0,419	1
Vestel Karayel	0,051	0,052	0,057	0,048		0,266		0,053	4
Bayraktar TB2	0,171	0,283	0,122	0,101		0,112		0,213	3
YORUM:	Bu değerlendirmeye göre TUSAŞ Aksungur İHA alternatifi öncelikli olarak değerlendirilmelidir.								

Tablo-17: Bütünsel Öncelikler Matrisi

5. SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye'de insansız hava araçlarının önemine vurgu yapılmış ve Türk savunma sanayisi sektöründe gelişmiş ve gelişmekte olan 4 farklı yerli İHA, ilgili sektörde deneyimli kişiler tarafından belirlenen 4 farklı kriterle ÇKKV yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile değerlendirilmiş olup Türkiye için ideal insansız hava aracı yapılan işlemler sonucunda belirlenmiştir. Son zamanlarda önemli ölçüde değer kazanmış modern askeri teknolojilerden birisi olan İHA 'ların, amaca uygun olarak seçimine yönelik bir çalışma yapılmış, AHP yöntemine göre elde edilen sonuçlar bütünsel öncelikler matrisinde gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan AHP metodundan elde edilen sonuçların tutarlı olması göz önünde bulundurulduğundan literatüre kazandırılmış olan insansız hava aracı seçim problemleri için uygun sonuçlar verdiği ve farklı çalışmalarda da uygulanabileceği değerlendirilmektedir.

Çözüm yaklaşımı sunulan problem için AHP yöntem literatüre katkı sağlamaktadır.

6. KAYNAKÇA

Kahvecioğlu S & Oktal H (2014). Turkish UAV capabilities as a new competitor in the market. International Journal of Intelligent Unmanned Systems, 2(3), 183-191.

Aygün ALTUNDAŞ*- Kemal Gürol KURTAY**- Serpil EROL *** (2022) Sınır Güvenliği ve Müdahale Görevi Yapan İHA'ların ÇKKV Yöntemleri ile Değerlendirilmesi Savunma Bilimleri Dergisi The Journal of Defense Sciences Kasım / November 2022, Sayı/Issue 42

Mert Kara1, Rabia Yumuşak 2, Tamer Eren*3 Acil Yardım Müdahalesi Yapan Birimler için Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Kargo Drone Seçimi Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi 2022: 4(2); 38-45

Özge, İ. (2008). İç güvenlikte kullanılacak insansız hava aracı seçiminde analitik hiyerarşi metodunun kullanılması. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara

Akkamış M & Çalışkan S (2020). İnsansız Hava Araçları ve Tarımsal Uygulamalarda Kullanımı. Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi, 2(1), 08-16.

Aksan S (2020). Türkiye'nin gökyüzündeki başarı imzası: Yerli İHA ve SİHA 'lar. TRT Haber Web Sitesi: https://www.trthaber.com/haber/gundem/turkiyenin-gokyuzundeki-basari-imzasi-yerli-iha-ve-sihalar-464449.html/, Giriş: 03.02.2021

Anık, Z. (2007). Nesne yönelimli yazılım dillerinin analitik hiyerarşi ve analitik network prosesi ile karşılaştırılması ve değerlendirilmesi. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Saaty, T. L. (1986). Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. Management Science, 32(7), 841-855.

Saaty, T.L., "Hierarchical-Multiobjective Systems, Control-Theory and Advanced Technology", Vol:5 (4), 485-489, 1989

https://www.tusas.com/urunler/iha/yuksek-faydali-yuk-kapasitesi/aksungur, Teknik Özellikler, Görsel,2023

Korkmaz, D., Akpolat, Z.H., Soyguder, S., Alli, H. 2015. Dynamic simulation model of a biomimetic robotic fish with multi-joint propulsion mechanism, Transactions of the Institute of Measurement and Control 37 (5), 684-695.

Soyguder, S., Alli, H. 2012. Computer simulation and dynamic modeling of a quadrupedal pronking gait robot with SLIP model, Computers & Electrical Engineering 38 (1), 161-174.

Soyguder, S., Alli, H. 2010. Dynamic model and fuzzy-pd type control of four-legged quadrupedal robot with a pronking gait, Mobile Robotics: Solutions and Challenges, 567-574.

Soyguder, S., Alli, H. 2010. Fuzzy logic control of a hexapod robot with bounding gait, Emerging Trends In Mobile Robotics, 509-516.

Talu, M.F., Soyguder, S., Aydogmus, Ö. 2010. An implementation of a novel vision-based robotic tracking system， Sensor Review, 30(3), 225–232.

https://baykartech.com/en/uav/bayraktar-tb2/, Teknik Özellikler, Görsel, 2023

https://baykartech.com/tr/uav/bayraktar-akinci/, Teknik Özellikler, Görsel,2023

https://www.vestel.com.tr/content/karayel, Teknik Özellikler, 2023

https://tr.wikipedia.org/wiki/Vestel_Karayel, Teknik Özellikler, 2023

https://tr.wikipedia.org/wiki/TUSA%C5%9E_Aksungur, Teknik Özellikler, Görsel, 2023

https://www.thk.org.tr/iha, İHA Tarihçesi, 2023

https://free3d.com/tr/3d-model/turkish-uav-karayel-drone-1896.html, Vestel Karayel Görsel,2023

ORGANIC–INORGANIC HYBRID MATERIALS: METALLACALIXARENES, PEROVSKITES, BIOMINERALS AND APPLICATIONS

Dr. Nihayet KOÇYİĞİT

Batman University, Department of Chemistry, Türkiye - ORCID ID:0000-0002-3472-1127

ABSTRACT

Hybrid materials, closely combining organic and inorganic building blocks, are a diverse, interesting class of systems that often mediate the formation of a chemical bond. Today, most hybrid materials are synthesized and processed using conventional soft chemistry. These processes are: a) copolymerization of functional organosilanes, macromonomers and metal alkoxides, b) encapsulation of organic components in sol-gel derived silica or metallic oxides, c) functionalization of nanofillers, nanoclays or other organic compounds with layered structures, etc. Many well-known materials such as metals, ceramics and plastics fall short of meeting all the technological demands for different emerging applications. Organic-inorganic hybrid materials are a creative alternative for academic research, new materials design and measurements, as well as an option for industrial applications where they are developed and used with outstanding properties. Therefore, organic-inorganic hybrid materials are of great interest due to their unique and improved properties compared to their inorganic and organic counterparts. In the future, it is thought that these new generation hybrid materials will find applications in many fields such as optics, electronics, ionic, mechanical field, energy, biology, health, membranes, separation devices, functional smart coatings, fuel and solar cells, sensors and the environment, etc. The aim of this study is to give information about organic-inorganic hybrid materials and their usage areas.

Keywords: Organic–inorganic hybrid materials, material growth, applications, nanostructured materials

1. INTRODUCTION

To support the most recent technological advancements, there is an enormous demand for innovative materials. Numerous well-known materials, such metals, ceramics, and plastics, are insufficient to satisfy all technological demands for the different new uses. Materials that have been mixed together can exhibit better qualities than their pure equivalents. Composites are formed by the incorporation of a basic structural material into a second substance, the matrix e.g., inorganic fiber-reinforced polymers and lightweight materials with advanced mechanical properties. Composites comprising organic and inorganic materials are particularly interesting because they can have new properties or traits that fall between the two initial phases. Due to the possibility of designing properties by the hybridization of the organic and inorganic components, multifunctional materials can be produced [1].

The three main categories of organic-inorganic materials include intercalation compounds, organic derivatives of inorganic solids, and sol-gel hybrid materials. It depends on the way organic and inorganic components interact and is typically used for all forms of hybrid materials [2]. According to the IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), a hybrid material is that composed of an intimate mixture of inorganic components, organic components, or both types of components which usually interpenetrate on scales of less than 1 μm [3]. Numerous methods can be used to implement the idea of organic-inorganic hybrid materials. Similar to this, it is possible to identify the so-called organic-inorganic materials as multi-component complexes with at least one organic (the polymer) or inorganic component that falls inside the sub-micrometric and, more frequently, nano-metric size range. Furthermore, based on how strongly the phases interact with one another, the organic-inorganic hybrid systems can be divided into two groups, class I and class II. The latter is dependent on the type of interactions: Class I interactions include van der Waals, hydrogen, electrostatic, and other types; Class II interactions include real chemical bonds between phases; and both types of interactions (I and II) may coexist in the same system [4]. As a result, it is discovered that organic-inorganic materials are multi-component compounds with at least one organic (the polymer) or inorganic component in the nano-metric size domain. These materials typically exhibit significantly superior performance than their non-hybrid counterparts [5,6].

Organic-inorganic hybrid materials are a vast, diverse, and fascinating class of systems that result from the close fusion of inorganic and organic building components, frequently mediated by the development of a chemical bond. Typically, either organic molecules or macromolecules (dyes, biomolecules, oligomers, or polymers) can be embedded into an inorganic (like silica) matrix, or inorganic building blocks (clusters, nanoparticles, fibres, whiskers, lamellae, etc.) can be added to a macromolecular polymer backbone. Class I materials are typically referred to as nanocomposites, and characterised by weak interactions (van der Waals, hydrogen bonding, weak electrostatic interactions) between the two phases, the organic and the inorganic one. Class II materials, which are instead characterised by strong (covalent or ionic) bonds among the building blocks [7].

Due to their new and improved properties over their inorganic and organic counterparts, organic-inorganic hybrid materials are of tremendous interest [8]. However, the majority of them have two shortcomings: structural disorder and inadequate long-term stability. Quite a few of them are merely non-crystalline substances. Hybrid organic-inorganic structures hold the most promise since they may exhibit novel features not present in any of their constituent parts. They offer novel perspectives on how to produce materials with the needed features and functions. However, a thorough understanding of what occurs at the atomic and electronic scales is a requirement for true advancement. In this respect, hybrid materials pose a challenge for electronic-structure theory. Methods that proved useful for describing one side may not be applicable for the other one, and they are likely to fail for the interfaces [9].

Material properties of composite materials are usually changed by modification of the composition on the molecular scale to result smart materials, such as materials that react to environmental changes or switchable systems for example electrochromic materials [10],

sensors [11], electroactive materials [12], membranes [13], and biohybrid materials [1]. In contrast to pure organic polymers, covalent embedding of various inorganic building blocks results in more stable materials with improved mechanical, thermal, and functional properties (such as electric, magnetic and optical). Improvement of structural as well as functional features is frequently noticed, and new or improved phenomena might arise as a result of molecular intermixing and/or of actions at the interface between organic and inorganic counterparts. The term "structural properties" refer to characteristics of a material's structure, including mechanical (hardness, stiffness, strength, etc.), thermal (Tg, decomposition threshold, depolymerization temperature, etc.), rheological (behaviour), chemical, and photochemical stability characteristics. On the other side, functional properties are those related to one specific functionality of the materials, such as for instance optical, magnetic, electronic, electrical properties, piezoelectricity, biochemical, catalytic activity, etc. [7].

2. ATOMIC LAYER DEPOSITION

Researchers have a great desire to regulate material growth at the atomic and molecular levels. These techniques include atomic layer deposition (ALD) and molecular layer deposition (MLD). Due to the difficulty in locating appropriate coupling precursors, research on MLD is still relatively limited in comparison to that invested in ALD. However, the recent successes of MLD applications in a variety of fields, including surface engineering, new energies, and catalysis, are very encouraging. ALD is a vapor-phase surface-controlled thin film technique based on alternative self-terminating surface reactions [14]. It allows for material growth that is regulated at the atomic level and works in a layer-by-layer growth manner. ALD has been widening its applications through offering new solutions with novel nanostructured materials. To this end, many excellent reviews have been documented in the literature for energies (e.g., photovoltaics [15], microelectronics [16], catalysis [17], batteries [18], fuel cells [19], supercapacitors [20], optoelectronics [15], water splitting [21], medical treatment [22], surface engineering [23], environmental issues [24], and novel nanodevices [25]. Recently ALD has accomplished many new successes such as ultralight and ultrastiff mechanical metamaterials [26] and superior two-dimensional materials [27]. As clearly indicated by its name, ALD itself enables material growth at the atomic level [14]. With this nature, ALD has been to date exclusively used for synthesizing inorganic materials [28], covering single elements [29], binary compounds (e.g., oxides [30], sulfides [31], ternary and more complex compounds [32]. In the meanwhile, a large number of novel nanostructures have been developed by ALD from zero-dimensional (0D) to 1D, 2D, and 3D morphologies [33].

3. MOLECULAR LAYER DEPOSITION

MLD as the sister technique exclusively for nanoscale films of organic materials, especially pure polymers and metal-based hybrid polymers [34]. This unique controllable process was first demonstrated for synthesizing polyimides, followingly more polymeric films were developed, including polyureas [35], polyazomethines [36], polyamides [37], polyimide–polyamides [38], poly(3,4-ethylenedioxythiophene) [39], polythioureas [40], polyethylene terephthalate [41], and others [42]. Studies on metal-based hybrid polymers are showing many

interesting properties [43]. Such films are an aluminum alkoxide ("alucone") [44], and other alucones [45] developed by MLD. These also ignited research interests in other metalcones (e.g., mangancone [46], zircones [47], zincones [48], titanicones [49], vanadicone [50], hafnicones [51] and other metal-based polymers [52]. This significantly increased our capacity for controlled mode advanced material search. Polymers can only be managed at the molecular level because they are made up of several repeating units. In comparison to ALD, MLD is still in its early stages of development. In the past few years, new efforts in MLD processes have also produced many promising hybrid materials such as metal–organic frameworks (MOFs) [53], lithium terephthalates [54], metal tetracyanoethylenes [55] and metal quinolones [56]. MLD is consequently generating an ever-increasing amount of interest due to its limitless potential for novel polymers and hybrid materials with precisely regulated growth. In reality, MLD has opened up a new space for the development of novel organic and organic-inorganic materials to overcome a number of technological obstacles in a wide range of applications, including energy conversion and storage, microelectronics, and catalysis [57,58].

4. METALLACALIXARENES

Metallacalixarenes are an organic-inorganic class of materials that were first identified by Lippert in 1992 [59]. Lippert compared the self-assembled platinum and palladium discrete cyclic oligomers derived from guanine and theophylline to the classical calixarene structure. The CH_2 groups of traditional calixarenes are replaced by cis square-planar metal entities, such as cis-L_2M^{2+} (where M is Pt^{2+} or Pd^{2+} and L is an amine or other ligand), and the calixarene phenol rings are replaced by ditopic N-heterocyclic arene ligands, which mimic calixarene walls. When the metallacalixarenes are formed from 1,3-benzenedicarboxylates, they are particularly fascinating in terms of their prospective applications because they can either be discrete cyclic oligomers based on heterocyclic linkers or a component of a polymeric network. In comparison to other coordination polymers, metallacalixarenes based on 1,3-benzenedicarboxylates have the largest benefit due to the presence of bowl-shaped cavities that can hold various types of guest molecules. Additionally, these metallacalixarenes contain distinctive hourglass-shaped channels, the size of which is influenced by the synthesis solvent. The special channels are helpful for designing highly selective receptors since they can block guests of the right size. In some circumstances, these materials can also adsorb methanol/benzene vapours because they have N_2 and/or H_2 sorption characteristics. Metallacalixarenes may be promising cation or anion receptors, just as classical calixarenes. The ability to bind up to two anions simultaneously in highly positively charged metallacalixarenes based on heterocycles and nucleobases makes them intriguing candidates for hosting anions. Additionally, some of them show preferences for mononucleotides, indicating the possibility of using them as selective DNA-binding drugs. Two different subclasses of metallacalixarenes are: cyclic discrete oligomers based on heterocycles or nucleobases and metallacalixarenes as part of a polymeric network based on 1,3-dicarboxylate ligands. In addition to their potential application in gas adsorption/separations, magnetism and catalysis, metallacalixarenes might complex cations, anions, or neutral molecules due to their calixarene-like cavities [60].

5. BIOMINERALS

Biominerals are a class of organic/inorganic hybrid compounds produced by living things. They form as a result of the self-organization of inorganic and organic components in an ambient environment. Because of their exceptional physical and chemical capabilities, which cannot be achieved by the simple aggregation of their organic and inorganic ingredients, biominerals frequently exhibit highly organised and hierarchical structures from nanometer to macroscopic length scales. These observations motivate researchers to produce novel functional materials exhibiting properties superior to conventional materials-both synthetic and natural. Biominerals are organic/inorganic hybrid substances that are vital parts of living things and provide support for critical processes. Typical examples are calcium carbonate ($CaCO_3$) in molluscan shells, hydroxyapatite ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) in bones and teeth of mammals, amorphous silica (SiO_2) in diatoms and marine sponges, and magnetite (Fe_3O_4) in chiton teeth [61]. Because of their complex hierarchical structures, these biominerals exhibit mechanical hardness and flexibility that are noticeably higher than those of traditional synthetic materials [62]. Single calcite crystals are a part of specialised photosensory organs that may serve as compound eyes and are present in the skeletal framework of brittle stars. Some animals, including bacteria and birds, use magnetite nanocrystals as biological geomagnetic sensors to locate and survive in their terrestrial habitats. Biominerals have complex structures made up of both organic and inorganic components, which give them their optical and mechanical capabilities [63].

Most biominerals are produced from plentiful materials found in the crust of the planet. Moreover, they are synthesized under mild conditions at a near-neutral pH and ambient temperature. The synthesis processes of biominerals have drawn a lot of study because of these intriguing characteristics, with the goal of understanding the mechanisms and using them to synthesise materials in industry. The results obtained from fundamental studies on biomineralization have allowed us to develop various organic/inorganic hybrid materials using proteins isolated from organisms and/or their mimicking macromolecules. Although most biological systems have exceedingly complex biomineralization pathways, contemporary biomimetic and bio-inspired syntheses are only based on specific elements of these mechanisms. The use of diverse synthetic methods involving many molecules will allow for the hierarchical organisation of materials as well as the tuning of the crystal size, morphology, surface structures, composition, and crystallinity. These concepts will also make it easier to generate ecologically friendly functional organic/inorganic hybrid materials with a variety of unique characteristics like light weight, high flexibility, mechanical strength, dynamic function, and structural hierarchy. Researchers from a wide range of scientific disciplines, including organic chemistry, inorganic chemistry, biology, engineering and computer science will collaborate to build more advanced materials in the future for a wide range of custom-made uses [61].

6. HYBRID NANOMATERIALS

Inorganic (metal ions, metal clusters or particles, sulphides, oxides, salts, non-metallic elements and their derivatives, etc.) and organic (organic groups or molecules, biomolecules, ligands, pharmaceutical substances, polymers, etc.) components are typically found in hybrid nanomaterials, which have two or more different components. These components are brought together by specific interactions, which lead to the synergistic enhancement of their functional properties. A hierarchy of interactions may be involved in the construction of hybrid materials, from the building of molecules (covalent bonds, π-complexation, etc.) to nanoscale binding and self-assembly (a wide variety of intermolecular interactions, including electrostatic interactions, H-bonding, dispersion interactions, etc.) and microstructuring (cooperative interactions in multiple modes). The combination of different components and structural layouts with different types of interactions results in a virtually infinite variety of unique task-specific materials. Hybrid organic–inorganic materials are powerful mimics of natural structures. These challenging natural composites achieve their properties through a complex, million-year-evolution-optimized hierarchical assembly, which is extremely difficult to reproduce [64].

Various innovative projects dealing with photoactive devices [65], high-performance electrochemical capacitors [66], photocatalysis [67], and solar cells [68]. Hybrid materials occupy a unique niche between regular nanomaterials and nanocomposites, which enriches their structural motifs [69]. Controllable porosity and exposure to surface functional groups promote the use of hybrid materials for such challenging applications as gas sensing and capture [70]. A number of functional nanostructured materials with promising thermal, electrical, optical, and mechanical properties have been developed based on graphene, fullerene, and carbon nanotubes. Carbon materials and their heteroatom-doped derivatives provide an excellent starting point for the production of advanced materials with tunable properties [71] to be used for electrocatalysis [72], energy storage [73], and in optoelectronic devices [74].

Researchers in the field of hybrid materials might choose to produce new artificial materials that compete with nature or emulate complicated natural materials. Both possibilities influence the furthest limits of contemporary cutting-edge science. The era of hybrid organic-inorganic systems is currently in its early stages. A new wave in the design of hybrid materials at the atomic and molecular levels will be guided by the deep mechanistic understanding and structural insights attained in recent years [64].

Spherical hybrid designs can be helpful in producing materials with several uses, such as biocompatible carriers, sensoring systems, photoluminescent materials, and materials for catalysis. Purely (dense or porous) siliceous nanoparticles have previously made significant strides, typically by straightforward methods based on inorganic polymerization at ambient temperature with neutral silicate precursors as starting agents [75].

The incorporation of specific organic functions at the external part of the nanospheres allowed to gradually control the delivery or entrance of active principles or other substrates toward the internal part of these container-type systems. Different organosiliceous particles were produced using a variety of techniques, including hydrolysis and condensation, spray-

drying, and, primarily, sol-gel. By stabilising various active sites (such as a number of metallic nanoparticles) in the interior of the hollow spheres, it should be possible to generate novel hybrid nanospheres that can be used as genuine catalytic reactors at the nanometric scale, taking into account both conceptual approaches related to the use of these spherical materials as carriers and deliver systems of active principles. The additional presence of organic functions homogeneously distributed along the external organosiliceous shell would facilitated the formation of multifunctional catalysts with different porous hierarchy with opening/closing of external molecular gates, maximizing the confinement effect and frequency factor during multi-step catalytic reactions. These materials would allow to carry out chemical processes with a high level of intensification [76].

7. HYBRID ORGANIC–INORGANIC PEROVSKITES

Hybrid organic–inorganic perovskites (HOIPs) are crystals with the structural formula ABX_3, where A, B, and X are organic and inorganic ions, respectively. While known for several decades, HOIPs have only in recent years emerged as extremely promising semiconducting materials for solar energy applications [77].

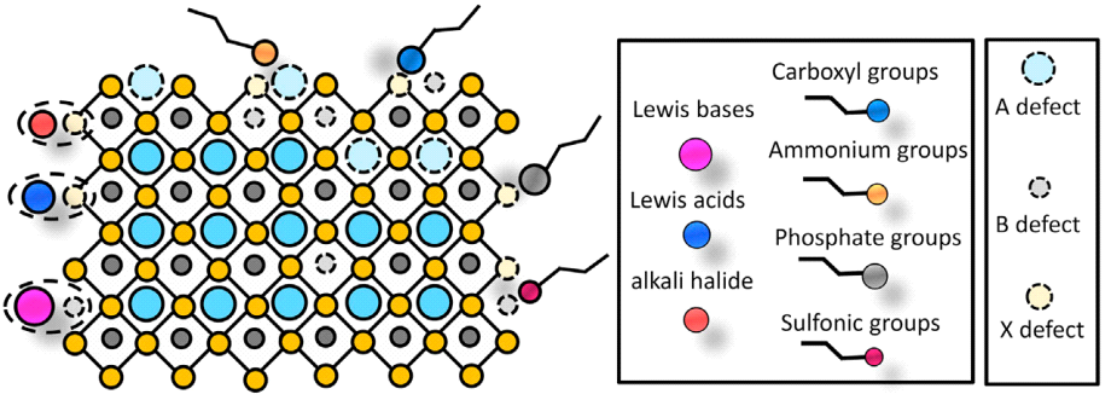


İmage 1. A description of some common passivation agents with different functional groups and an illustration of passivation procedures for perovskites [78].

In recent years, hybrid organic–inorganic perovskites (HOIPs) have raised great interest of researchers in the optoelectronics field [79]. They have long carrier diffusion length [80], low effective mass [81], high carrier mobility [82], and more than 25% efficiency, which makes them the best candidates for high efficiency photoelectric conversion device [83]. While the reason why they have so amazing performance is still a mystery [78]. One probable explanation for this remarkable efficiency is organic cation rotation. The ferroelectric polarisation of perovskites is first controlled by the rotation of cations, which may generate ferroelectric domains that function like logic gates in circuits [84]. Due to changes in electron-hole recombination in the bulk, the internal electrical fields connected to microscopic polarisation domains play a role in the hysteretic anomalies in the current-voltage response of hybrid

organic-inorganic perovskite solar cells [85]. Additionally, the active perovskite layer's flaws can be passivated by the molecular ferroelectric component of the perovskite solar cell [86]. Then the researchers found that the tilt of perovskite octahedron is related to the rotation of organic cations, and the key factor is the breaking and bonding of hydrogen bonds between organic cations and octahedron, which is considered to be one of the causes of perovskite phase separation [87]. In recent years, the role of organic cation rotation in band gap [88], ion migration [89], photodynamics [90], charge transportation [91], and others [92] has been discovered by researchers. The experimental tests show that the organic cations will rotate rapidly at the picosecond level at high temperature, and will show different rotation modes or even stop rotating when the temperature decreases [89].

REFERENCES

[1] Pandey, S. and Mishra, S. B., Sol–gel derived organic–inorganic hybrid materials: synthesis, characterizations and applications, Journal of Sol-gel Science and Technology, 59, 73-94, 2011.

[2] Rodrigues, M. O.,Isoppo, V.G., Moro, A.V.,Rodembusch, F.S., Photoactive organic-inorganic hybrid materials: From silylated compounds to optical applications, Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews, 51, 100474, 2022.

[3] Aleman, J. V., Chadwick, A. V., He, J., Hess, M., Horie, K., Jones, R. G., ...,Stepto, R. F. T., Definitions of terms relating to the structure and processing of sols, gels, networks, and inorganic-organic hybrid materials (IUPAC) Recommendations, Pure and Applied Chemistry, 79,10, 1801-1829, 2007.

[4] Faustini, M., Nicole, L., Ruiz-Hitzky, E.,Sanchez, C., History of organic–inorganic hybrid materials: Prehistory, art, science, and advanced applications, Advanced Functional Materials, 28,27, 1704158, 2018.

[5] Lazzara, G.,Cavallaro, G.,Panchal, A.,Fakhrullin, R.,Stavitskaya, A.,Vinokurov, V., Lvov, Y., An assembly of organic-inorganic composites using halloysite clay nanotubes, Current Opinion in Colloid & Interface Science, 35, 42-50, 2018.

[6] Garcia-Martinez, J. M.,Collar, E. P., Organic–inorganic hybrid materials, Polymers, 13,1, 86, 2020.

[7] Gross, S.,Oxocluste-reinforced organic–inorganic hybrid materials: Effect of transition metal oxoclusters on structural and functional properties, Journal of Materials Chemistry, 21,40, 15853-15861, 2011.

[8] Liu, W.,Fang, Y.,Li, J., Copper iodide based hybrid phosphors for energy-efficient general lighting technologies, Advanced Functional Materials, 28,8, 1705593, 2018.

[9] Draxl, C.,Nabok, D.,Hannewald, K., Organic/inorganic hybrid materials: Challenges for ab initio methodology, Accounts of Chemical Research, 47,11, 3225-3232, 2014.

[10] Fei, J., Lim, K. G.,Palmore, G. T. R., Polymer composite with three electrochromic states, Chemistry of Materials, 20,12, 3832-3839, 2008.

[11] Fang, Z.,Wang, S., Zhao, L., Dong, B.,Xu, Z.,Ren, J., Yang, Q., A novel organic–inorganic hybrid fluorescent material as a selective chemosensor and adsorbent for Pb^{2+} ion, Materials Letters, 62,10-11, 1514-1517, 2008.

[12] Zhou, H. and Bent, S.F., Fabrication of organic interfacial layers by molecular layer deposition: Present status and future opportunities, CVD Polymers: Fabrication of Organic Surfaces and Devices, 133-170, 2015.

[13] Nam, S. E., Kim, S. O., Kang, Y., Lee, J. W., Lee, K.H., Preparation of Nafion / sulfonated poly (phenylsilsesquioxane) nanocomposite as high temperature proton exchange membranes, Journal of Membrane Science, 322,2, 466-474, 2008.

[14] George, S. M., Atomic layer deposition: An overview, Chemical reviews, 110,1, 111-131, 2010.

[15] Meng, X., Wang, X., Geng, D., Ozgit-Akgun, C., Schneider, N., Elam, J. W., Atomic layer deposition for nanomaterial synthesis and functionalization in energy technology, Materials Horizons, 4,2, 133-154, 2017.

[16] Zaera, F., The surface chemistry of thin film atomic layer deposition (ALD) processes for electronic device manufacturing, Journal of Materials Chemistry, 18,30, 3521-3526, 2008.

[17] O'Neill, B. J., Jackson, D. H.,Lee, J., Canlas, C.,Stair, P. C.,Marshall, C. L.,....,Huber, G.W., Catalyst design with atomic layer deposition, ACS Catalysis, 5,3, 1804-1825, 2015.

[18] Ma, L., Nuwayhid, R. B., Wu, T., Lei, Y., Amine, K.,Lu, J., Atomic layer deposition for lithium-based batteries, Advanced Materials Interfaces, 3,21, 1600564, 2016.

[19] Johnson, R. W., Hultqvist, A.,Bent, S. F., A brief review of atomic layer deposition: from fundamentals to applications, Materials Today, 17,5, 236-246, 2014.

[20] Wang, X.,Yushin, G., Chemical vapor deposition and atomic layer deposition for advanced lithium ion batteries and supercapacitors, Energy & Environmental Science, 8,7, 1889-1904, 2015.

[21] Wang, T., Luo, Z., Li, C.,Gong, J., Controllable fabrication of nanostructured materials for photoelectrochemical water splitting via atomic layer deposition, Chemical Society Reviews, 43,22, 7469-7484, 2014.

[22] Narayan, R. J., Adiga, S. P., Pellin, M. J., Curtiss, L. A., Hryn, A. J.,Stafslien, S., ... Elam, J. W., Atomic layer deposition-based functionalization of materials for medical and environmental health applications, philosophical transactions of the royal society A: mathematical, Physical and Engineering Sciences, 368,1917, 2033-2064, 2010.

[23] Knez, M., Nielsch, K., Niinistö, L., Synthesis and surface engineering of complex nanostructures by atomic layer deposition, Advanced Materials, 19,21, 3425-3438, 2007.

[24] Marichy, C.,Bechelany, M.,Pinna, N., Atomic layer deposition of nanostructured materials for energy and environmental applications, Advanced Materials, 24,8, 1017-1032, 2012.

[25] Kim, H. and Maeng, W. J., Applications of atomic layer deposition to nanofabrication and emerging nanodevices, Thin Solid Films, 517,8, 2563-2580, 2009.

[26] Zheng, X., Lee, H.,Weisgraber, T. H.,Shusteff, M., DeOtte, J., Duoss, E. B.,..., Spadaccini, C.M., Ultralight, ultrastiff mechanical metamaterials, Science, 344,6190, 1373-1377, 2014.

[27] Tan, L.K., Liu, B.,Teng, J. H.,Guo, S.,Low, H.Y.,Loh, K. P., Atomic layer deposition of a MoS_2 film, Nanoscale, 6,18, 10584-10588, 2014.

[28] Miikkulainen, V.,Leskelä, M., Ritala, M.,Puurunen, R. L., Crystallinity of inorganic films grown by atomic layer deposition: Overview and general trends, Journal of Applied Physics, 113,2, 2, 2013.

[29] Lim, B.S.,Rahtu, A.,Gordon, R.G.,Atomic layer deposition of transition metals, Nature Materials, 2,11, 749-754, 2003.

[30] Niinistö, L., Nieminen, M., Päiväsaari, J., Niinistö, J., Putkonen, M.,Nieminen, M., Advanced electronic and optoelectronic materials by atomic layer deposition: An overview with special emphasis on recent progress in processing of high-k dielectrics and other oxide materials, Physica Status Solidi (a), 201,7, 1443-1452, 2004.

[31] Dasgupta, N. P., Meng, X.,Elam, J. W.,Martinson, A.B., Atomic layer deposition of metal sulfide materials, Accounts of chemical research, 48,2, 341-348, 2015.

[32] Miikkulainen, V.,Nilsen, O., Laitinen, M., Sajavaara, T., Fjellvåg, H., Atomic layer deposition of LixTiyOz thin films, RSC advances, 3,20, 7537-7542, 2013.

[33] Li, Q., Dong, C.,Nie, A.,Liu, J.,Zhou, W.,Wang, H., Microstructure-dependent conformal atomic layer deposition on 3D nanotopography, Langmuir, 28,45, 15809-15815, 2012.

[34] Gregorczyk, K. and Knez, M., Hybrid nanomaterials through molecular and atomic layer deposition: Top down, bottom up, and in-between approaches to new materials, Progress in Materials Science, 75, 1-37, 2016.

[35] Park, Y.S.,Kim, H.,Cho, B.,Lee, C.,Choi, S.E.,Sung, M.M.,Lee, J.S., Intramolecular and ıntermolecular ınteractions in hybrid organic–inorganic alucone films grown by molecular layer deposition, ACS Applied Materials & Interfaces, 8,27, 17489-17498, 2016.

[36] Yoshimura, T. and Ishii, S.,Effect of quantum dot length on the degree of electron localization in polymer wires grown by molecular layer deposition, Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces and Films, 31,3, 031501, 2013.

[37] Peng, Q.,Efimenko, K.,Genzer, J.,Parsons, G.N., Oligomer orientation in vapor-molecular-layer-deposited alkyl-aromatic polyamide films, Langmuir, 28,28, 10464-10470, 2012.

[38] Miyamae, T.,Tsukagoshi, K.,Matsuoka, O.,Yamamoto, S.,Nozoye, H., Preparation of polyimide-polyamide random copolymer thin film by sequential vapor deposition polymerization, Japanese journal of applied physics, 41,2R, 746, 2002.

[39] Atanasov, S.E., Losego, M.D., Gong, B.,Sachet, E.,Maria, J.P.,Williams, P. S.,Parsons, G.N., Highly conductive and conformal poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT) thin films via oxidative molecular layer deposition, Chemistry of Materials, 26,11, 3471-3478, 2014.

[40] Loscutoff, P. W., Lee, H. B. R.,Bent, S. F., Deposition of ultrathin polythiourea films by molecular layer deposition, Chemistry of Materials, 22,19, 5563-5569, 2010.

[41] Ivanova, T.V.,Maydannik, P.S.,Cameron, D.C., Molecular layer deposition of polyethylene terephthalate thin films, Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces, and Films, 30,1, 01A121, 2012.

[42] Vasudevan, S. A., Xu, Y., Karwal, S.,van Ostaay, H.G.,Meesters, G.M.,Talebi, M., ...,van Ommen, J.R., Controlled release from protein particles encapsulated by molecular layer deposition, Chemical Communications, 51, 63, 12540-12543, 2015.

[43] Meng, X., An overview of molecular layer deposition for organic and organic–inorganic hybrid materials: Mechanisms, growth characteristics, and promising applications, Journal of Materials Chemistry A, 5,35, 18326-18378, 2017.

[44] Dameron, A. A.,Seghete, D.,Burton, B.B., Davidson, S.D., Cavanagh, A.S., Bertrand, J.A.,George, S.M., Molecular layer deposition of alucone polymer films using trimethylaluminum and ethylene glycol, Chemistry of Materials, 20,10, 3315-3326, 2008.

[45] Park, Y.S.,Choi, S.E.,Kim, H.,Lee, J.S., Fine-tunable absorption of uniformly aligned polyurea thin films for optical filters using sequentially self-limited molecular layer deposition, ACS Applied Materials & Interfaces, 8,18, 11788-11795, 2016.

[46] Abdulagatov, A. I., Terauds, K. E., Travis, J. J., Cavanagh, A. S., Raj, R.,George, S. M., Pyrolysis of titanicone molecular layer deposition films as precursors for conducting TiO_2/carbon composite films, The Journal of Physical Chemistry C, 117,34, 17442-17450, 2013.

[47] Hall, R. A., George, S. M., Kim, Y., Hwang, W., Samberg, M. E., Monteiro-Riviere, N. A.,Narayan, R.J., Growth of zircone on nanoporous alumina using molecular layer deposition, JOM, 66, 649-653, 2014.

[48] Han, K.S. and Sung, M. M., Molecular layer deposition of organic–inorganic hybrid films using diethylzinc and trihydroxybenzene, Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 14,8, 6137-6142, 2014.

[49] Van de Kerckhove,K., Mattelaer, F.,Deduytsche, D.,Vereecken, P. M.,Dendooven, J.,Detavernier, C., Molecular layer deposition of "titanicone", a titanium-based hybrid material, as an electrode for lithium-ion batteries, Dalton Transactions, 45,3, 1176-1184, 2016.

[50] Van de Kerckhove, K.,Mattelaer, F.,Dendooven, J.,Detavernier, C., Molecular layer deposition of "vanadicone", a vanadium-based hybrid material, as an electrode for lithium-ion batteries, Dalton Transactions, 46,14, 4542-4553, 2017.

[51] Lee, B. H.,Anderson, V. R., George, S. M., Growth and properties of hafnicone and HfO_2/hafnicone nanolaminate and alloy films using molecular layer deposition techniques, ACS Applied Materials & Interfaces, 6,19, 16880-16887, 2014.

[52] Zhang, B., Chen, Y., Li, J., Pippel, E.,Yang, H.,Gao, Z., Qin, Y., High efficiency Cu-ZnO hydrogenation catalyst: the tailoring of Cu-ZnO interface sites by molecular layer deposition, ACS Catalysis, 5,9, 5567-5573, 2015.

[53] Ahvenniemi, E. and Karppinen, M., Atomic / molecular layer deposition: a direct gas -phase route to crystalline metal–organic framework thin films, Chemical Communications, 52,6, 1139-1142, 2016.

[54] Nisula, M. And Karppinen, M., Atomic / molecular layer deposition of lithium terephthalate thin films as high rate capability Li-ion battery anodes, Nano letters, 16,2, 1276-1281, 2016.

[55] Kao, C.Y.,Li, B.,Lu, Y.,Yoo, J.W.,Epstein, A.J.,Thin films of organic-based magnetic materials of vanadium and cobalt tetracyanoethylene by molecular layer deposition, Journal of Materials Chemistry C, 2,30, 6171-6176, 2014.

[56] Nilsen, O.,Haug, K.R.,Finstad, T.,Fjellvåg, H.,Molecular hybrid structures by atomic layer deposition–deposition of Alq_3, Znq_2 and Tiq_4 (q= 8-hydroxyquinoline), Chemical Vapor Deposition, 19,4-6, 174-179, 2013.

[57] Sarkar, D.,Ishchuk, S.,Taffa, D.H.,Kaynan, N.,Berke, B. A.,Bendikov, T.,Yerushalmi, R., Oxygen-deficient titania with adjustable band positions and defects; molecular layer deposition of hybrid organic–inorganic thin films as precursors for enhanced photocatalysis, The Journal of Physical Chemistry C, 120,7, 3853-3862, 2016.

[58] Ban, C. and George, S.M., Molecular layer deposition for surface modification of lithium-ion battery electrodes, Advanced Materials Interfaces, 3,21, 1600762, 2016.

[59] Rauter, H.,Hillgeris, E.C., Lippert, B., A cyclic tetranuclear platinum complex of uracil, Journal of the Chemical Society, Chemical Communications, 19, 1385-1386, 1992.

[60] Kulesza, J.,Barros, B. S.,Júnior, S.A., Organic–inorganic hybrid materials: metallacalixarenes, synthesis and applications, Coordination Chemistry Reviews, 257,15-16, 2192-2212, 2013.

[61] Arakaki, A., Shimizu, K., Oda, M.,Sakamoto, T., Nishimura, T.,Kato, T., Biomineralization-inspired synthesis of functional organic/inorganic hybrid materials: Organic molecular control of self-organization of hybrids, Organic & Biomolecular Chemistry, 13(4), 974-989, 2015.

[62] Weaver, J. C., Milliron, G. W., Miserez, A., Evans-Lutterodt, K., Herrera, S., Gallana, I.,...,Kisailus, D., The stomatopod dactyl club: A formidable damage-tolerant biological hammer, Science, 336,6086, 1275-1280, 2012.

[63] Natalio, F., Corrales, T. P., Panthöfer, M., Schollmeyer, D., Lieberwirth, I., Müller, W. E.,...,Tremel, W., Flexible minerals: self-assembled calcite spicules with extreme bending strength, Science, 339,6125, 1298-1302, 2013.

[64] Ananikov, V.P., Organic–inorganic hybrid nanomaterials, Nanomaterials, 9(9), 1197, 2019.

[65] Pardo, R., Zayat, M., Levy, D.,Photochromic organic–inorganic hybrid materials, Chemical Society Reviews, 40,2, 672-687, 2011.

[66] Yu, G., Xie, X., Pan, L., Bao, Z.,Cui, Y., Hybrid nanostructured materials for high-performance electrochemical capacitors, Nano Energy, 2,2, 213-234, 2013.

[67] Xu, C.,Anusuyadevi, P.R.,Aymonier, C.,Luque, R.,Marre, S.,Nanostructured materials for photocatalysis, Chemical Society Reviews, 48,14, 3868-3902, 2019.

[68] Wu, W.Q.,Chen, D.,Caruso, R. A.,Cheng, Y. B., Recent progress in hybrid perovskite solar cells based on n-type materials, Journal of Materials Chemistry A, 5,21, 10092-10109, 2017.

[69] Kustov, L.M., New organic–inorganic hybrid molecular systems and highly organized materials in catalysis, Russian Journal of Physical Chemistry A, 89, 2006-2021, 2015.

[70] Yoon, J. W., Chang, H., Lee, S. J., Hwang, Y. K., Hong, D.Y.,Lee, S. K.,...,Chang, J.S., Selective nitrogen capture by porous hybrid materials containing accessible transition metal ion sites, Nature Materials, 16,5, 526-531, 2017.

[71] Gobbi, M.,Orgiu, E.,Samorì, P.,When 2D materials meet molecules: opportunities and challenges of hybrid organic/inorganic van der Waals heterostructures, Advanced Materials, 30,18, 1706103, 2018.

[72] Liang, Y.,Li, Y.,Wang, H.,Dai, H., Strongly coupled inorganic/nanocarbon hybrid materials for advanced electrocatalysis, Journal of the American Chemical Society, 135,6, 2013-2036, 2013.

[73] Sun, J.,Lee, H.W.,Pasta, M.,Yuan, H.,Zheng, G.,Sun, Y.,...,Cui, Y., A phosphorene–graphene hybrid material as a high-capacity anode for sodium-ion batteries, Nature Nanotechnology, 10,11, 980-985, 2015.

[74] Koppens, F. H. L., Mueller, T., Avouris, P., Ferrari, A. C.,Vitiello, M. S., Polini, M., Photodetectors based on graphene, other two-dimensional materials and hybrid systems, Nature Nanotechnology, 9,10, 780-793, 2014.

[75] Torchilin, V. P., Nanoparticulates as drug carriers, Imperial College Press, London., 2006.

[76] Díaz, U. and Corma, A., Organic-inorganic hybrid materials: Multi-functio nal solids for multi-step reaction processes, Chemistry–A European Journal, 24,16, 3944-3958, 2018.

[77] Egger, D. A., Rappe, A. M., Kronik, L., Hybrid organic–inorganic perovskites on the move, Accounts of Chemical Research, 49,3, 573-581, 2016.

[78] Ma, C. and Park, N.G.,A realistic methodology for 30% efficient perovskite solar cells, Chem, 6,6, 1254-1264, 2020.

[79] Ahmed, G. H., Yin, J., Bakr, O.M., Mohammed, O.F., Successes and challenges of core/shell lead halide perovskite nanocrystals, ACS Energy Letters, 6,4, 1340-1357, 2021.

[80] Yang, W.F., Igbari, F., Lou, Y.H., Wang, Z.K., Liao, L.S., Tin halide perovskites: progress and challenges, Advanced Energy Materials, 10,13, 1902584, 2020.

[81] Lin, P. Y., Loganathan, A., Raifuku, I., Li, M. H., Chiu, Y. Y., Chang, S. T., ...,Chen, P.,Pseudo-halide perovskite solar cells, Advanced Energy Materials, 11,28, 2100818, 2021.

[82] Huang, H., Pradhan, B.,Hofkens, J.,Roeffaers, M. B., Steele, J. A.,Solar-driven metal halide perovskite photocatalysis: Design, stability, and performance, ACS Energy Letters, 5,4, 1107-1123, 2020.

[83] Liu, S., Guo, R.,Xie, F.,The Effects of organic cation rotation on hybrid organic-inorganic perovskites: A critical review, Materials & Design, 110951, 2022.

[84] Kim, B., Kim, J., Park, N., First-principles identification of the charge-shifting mechanism, and ferroelectricity in hybrid halide perovskites, Scientific Reports, 10,1, 19635, 2020.

[85] Frost, J.M.,Butler, K.T.,Walsh, A.,Molecular ferroelectric contributions to anomalous hysteresis in hybrid perovskite solar cells, Apl Materials, 2,8, 081506, 2014.

[86] Xu, X.L.,Xiao, L.B.,Zhao, J.,Pan, B.K.,Li, J.,Liao, W.Q.,...,Zou, G.F., Molecular ferroelectrics-driven high-Performance perovskite solar cells, Angewandte Chemie, 132,45, 20149-20157, 2020.

[87] Hu, X., Zhang, D., Chen, T., Chen, A. Z.,Holmgren, E. N., Zhang, Q., ..., Lee, S. H., Crystal structures and rotational dynamics of a two-dimensional metal halide perovskite (OA) $2PbI_4$, The Journal of Chemical Physics, 152,1, 014703, 2020.

[88] Xiao, Z., Zhou, Y.,Hosono, H.,Kamiya, T.,Padture, N. P.,Bandgap optimization of perovskite semiconductors for photovoltaic applications, Chemistry–A European Journal, 24,10, 2305-2316, 2018.

[89] Stallhofer, K., Nuber, M., Cortecchia, D., Bruno, A., Kienberger, R., Deschler, F., ... Iglev, H., Picosecond charge localization dynamics in $CH_3NH_3PbI_3$ perovskite probed by ınfrared-activated vibrations, The Journal of Physical Chemistry Letters, 12,18, 4428-4433, 2021.

[90] Lyu, F.,Zheng, X.,Li, Z.,Chen, Z.,Shi, R.,Wang, Z.,..., Lin, B.L., Spatiodynamics, photodynamics and their correlation in hybrid perovskites, Chemistry of Materials, 33,10, 3524-3533, 2021.

[91] Zhu, X. Y. and Podzorov, V., Charge carriers in hybrid organic–inorganic lead halide perovskites might be protected as large polarons, The Journal of Physical Chemistry Letters, 6,23, 4758-4761, 2015.

[92] Druzbicki, K.,Lavén, R., Armstrong, J., Malavasi, L., Fernandez-Alonso, F.,Karlsson, M.,Cation dynamics and structural stabilization in formamidinium lead iodide perovskites, The Journal of Physical Chemistry Letters, 12,14, 3503-3508, 2021.

PLATİN KAPLI TUNGSTEN-SARMAL ATOM TUZAK HİDRÜR SİSTEMLİ ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROMETRİ YÖNTEMİ KULLANILARAK MUĞLA İLİNDEKİ BAZI BUĞDAY NUMUNELERİNDEKİ SELENYUM MİKTARLARININ BELİRLENMESİ

Öğr. Gör. Dr. Muhammet ATASOY [1]

[1] Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla Meslek Yüksekokulu Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü Kimya Teknolojisi Programı, https://orcid.org/0000-0003-4312-1876

ÖZET

Bu çalışmada; platin kaplı tungsten sarmal (Pt-kaplı W-sarmal) atom tuzağı, kuvars T-tüp atomlaştırıcının giriş koluna yerleştirildikten sonra hidrür sistemli atomik absorpsiyon spektrometrisi (HGAAS) yöntemi kullanılarak Muğla ilindeki yerel halk tarafından yetiştirilen bazı buğday numunelerindeki selenyum konsantrasyonları tayin edildi. İlk önce, temin edilen buğday numuneleri bir mikrodalga yakma ünitesi (CEM, Mars-6) kullanılarak çözündürüldü. Daha sonra, W-sarmalın yüzeyi electrodeposition tekniği kullanılarak Pt ile kaplandı ve kulanılan tuzak metodundaki selenyumun analitik sinyalini etkileyebilecek olan tüm parametrelerin optimum değerleri deneysel olarak belirlendi. Deneysel çalışmalarda indirgeyici reaktif ve hidrür kaynağı olarak sodyum borhidrür ($NaBH_4$) kullanılmıştır. Bu çözeltiyi korumak amacıyla sodyum hidroksit (NaOH) kullanılmıştır. $NaBH_4$ ve NaOH çözeltileri birbiri içerisinde hazırlanmıştır. Çözeltileri asitlendirmek amacıyla hidroklorik asit (HCl) kullanılmıştır. $NaBH_4$, NaOH ve HCl çözeltilerinin optimum konsantrasyonları sırasıyla % 0,3 (w/v), % 0,5 (w/v) ve 7,0 mol L^{-1} olarak belirlenmiştir. Toplama sıcaklığının optimum değeri 190 ºC, sıyırma sıcaklığının optimum değeri ise 925 ºC olarak ölçülmüştür. Toplama sırasındaki hidrojen (H_2) gazının akış hızı 30,0 mL $dakika^{-1}$, sıyırma sırasındaki H_2 gazının akış hızı 150,0 mL $dakika^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Argon gazının, numune ve HCl/$NaBH_4$ çözeltilerinin optimum akış hızları ise sırasıyla 475,0 mL $dakika^{-1}$, 4,55 mL $dakika^{-1}$ ve 4,95 mL $dakika^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Optimum toplama süresi ise deneysel olarak 120 s olarak belirlenmiştir. Optimum parametreler kullanılarak, tuzak yöntemi için kalibrasyon grafiği oluşturuldu ve buğday numunelerindeki selenyum konsantrasyonları belirlendi. Buğday numunelerindeki en düşük ve en yüksek Se konsantrasyonları sırasıyla 0,208 mg kg^{-1} ve 0,365 mg kg^{-1} olarak tayin edildi. Kullanılan tuzak metodu için karakteristik konsantrasyon (C_0), gözlenebilme sınırı (LOD) ve tayin sınırı (LOQ) değerleri sırasıyla 8,3 ng L^{-1}, 12,8 ng L^{-1} ve 42,6 ng L^{-1} olarak hesaplanmıştır. Kullanılan yöntemin doğruluğu ERM-BD151 (skimmed milk powder), BCR-191 (Brown bread) ve Dolt:5 (dogfish liver) standart referans malzemeleri kullanılarak test edilmiştir. Elde edilen değerler ile sertifikalı değerlerin %95 güven seviyesinde uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pt-kaplı W-sarmal, Se tayini, atom tuzağı, HGAAS

1. GİRİŞ

Selenyum, insan vücudunda tiroid hormon metabolizması, redoks sinyalizasyonu ve organizmanın oksidatif strese karşı korunması gibi bir dizi biyokimyasal reaksiyona katılan insan sağlığı için gerekli olan temel bir eser elementtir [1]. Selenyum bağışıklığı önemli ölçüde iyileştirebilen ve kanserlerin önlenmesi ve tedavisinde büyük öneme sahip olan glutatyon peroksidaz enziminin önemli bir bileşeni olarak antioksidan görevi görür [2]. Metabolizma faaliyetleri sırasında oluşan serbest radikaller, hücre yapısı ve DNA'ya zarar vererek kalp hastalıkları ve kanser türleri dâhil olmak üzere çeşitli hastalıklara zemin hazırlayabilirler. Selenyum gibi antioksidanlar oluşan bu serbest radikalleri nötralize ederek zararlarını en aza indirebilirler. Ayrıca selenyum, bağışıklık sistemi ve tiroid bezinin fonksiyonlarını sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmeleri için gereklidir [3]. Selenyum, eksiklik ve fazla alımı arasında dar bir aralığa sahip olan bir metaloiddir [4]. Günlük 40 µg'ın altında selenyum alımı veya 400 µg'ın üstünde selenyum alımı ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir [5]. Selenyum eksikliği, Keshan hastalığı, Parkinson hastalığı, kardiyovasküler hastalıklar gibi çeşitli rahatsızlıkların artmasına yol açabilir [6]. Günlük alınması gereken miktarın üzerinde selenyum alımı sindirim sistemi rahatsızlıklarına, saç ve tırnak dökülmesine, sinirlilik, yorgunluk, kalp ritmi bozuklukları ve sinir hasarına neden olabilir. Hatta ciddi vakalarda kalp depresyonu ve akciğer ödemi gibi durumlara yol açabilen selenyum zehirlenmesine neden olabilir [7]. Selenyum, hem toprakta hem de su ortamında bulunur ve bitkiler ile sucul organizmalar tarafından emilerek besin zincirine katılabilir [8]. Buğday insan diyetinde önemli bir yere sahip olan bir hububattır. Bu nedenle buğday numunelerindeki selenyum miktarının izlenmesi için yüksek duyarlılığa sahip doğru ve hızlı yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Gıda örneklerindeki selenyum tayininde genellikle hem satın alma hem de işletme maliyetleri yüksek olan indüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometrisi (ICPMS) ve indüktif eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometrisi (ICPOES) gibi spektroskopik cihazlar kullanılmaktadır [9-11]. Alevli atomik absorpsiyon spektrometre (FAAS) cihazı, çoğu analitik laboratuvarında bulunan sağlam bir cihazdır fakat bu spektroskopik cihazla gıda örneklerindeki selenyum konsantrasyonlarını belirlemek mümkün değildir. Hidrür oluşturmalı atomik absorpsiyon spektrometre (HGAAS) yöntemi basitliği, seçiciliği ve duyarlılığı nedeniyle hidrür oluşturan elementlerin belirlenmesi için güçlü ve tercih edilen bir analitik metottur [12]. Çeşitli atom tuzakları ile HGAAS yöntemi bira araya getirilerek, bu yöntemle ultra eser düzeyde (ng L^{-1}) tayin yapılabilmiştir [9,13].

Bu çalışmanın amacı; yüksek doğruluğa ve duyarlılığa sahip, düşük maliyetli bir on-line tuzak yöntemi kullanarak bazı buğday numunelerindeki selenyum miktarlarını başarılı bir şekilde belirlemektir. Pt-kaplı W-sarmalın yüzeyi, taramalı elektron mikroskobu kullanılarak incelendi. Muğla ilinden temin edilen buğday numuneleri bir mikrodalga yakma ünitesi kullanılarak çözündürüldü. Daha sonra selenyumun analitik sinyalini etkileyebilecebilecek olan parametreler optimize edildi. Optimum parametreler kullanılarak kalibrasyon grafiği oluşturuldu ve bu kalibrasyon grafiği kullanılarak buğday numunelerindeki selenyum konsantrasyonları belirlendi. Son olarak yöntemin doğruluğu standart referans maddeler kullanılarak test edildi. Sertifikalı değerler ile elde edilen sonuçların %95 güven seviyesinde uyumlu olduğu görüldü.

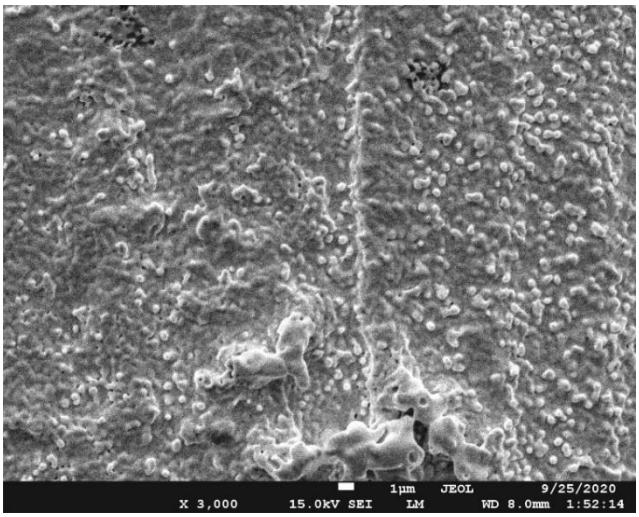
2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Tayin işlemi hidrür oluşturma sistemi (VGA 77) ve döteryum arka plan düzeltme sistemi ile donatılmış Agilent Technologies 200 serisi atomik absorpsiyon spektrometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Lamba akımı 10,0 mA, spektral bant genişliği 1,0 nm ve dalga boyu 196 nm'ye ayarlandı. Kuvars T-tüp atomlaştırıcı hava-asetilen alevi ile ısıtıldı. Kuvars T-tüp atomlaştırıcının dikey kolunun ucuna 10,0 cm uzunluğunda küçük bir kuvars tüp daha monte edildi. Bu küçük kuvars tüpün tam ortasına W-sarmalın girebileceği büyüklükte bir delik açıldı. W-sarmal kaynağı olarak ticari olarak satın alınan 15 V 150 W projeksiyon ampulü (Osram, 64633) kullanılmıştır. Ampulün dış kısmındaki cam kapsül dikkatli bir şekilde kesilerek içindeki W-sarmal çıkarılmıştır. W-sarmal yüzeyi electrodeposition tekniği kullanılarak Pt ile kaplanmıştır.

Deneysel çalışmalarda 1000 mg L^{-1} standart selenyum çözeltisi kullanılmıştır. Daha düşük konsantrasyona sahip selenyum çözeltileri bu standart çözeltiden seyreltilerek hazırlanmıştır. Taşıyıcı ve asit çözeltisi olarak HCl kullanılmıştır. İndirgeyici reaktif olarak $NaBH_4$ kullanılmıştır. Bu çözeltiyi korumak için NaOH kullanılmıştır. $NaBH_4$ ve NaOH birbiri içerisinde ve günlük olarak hazırlanmıştır.

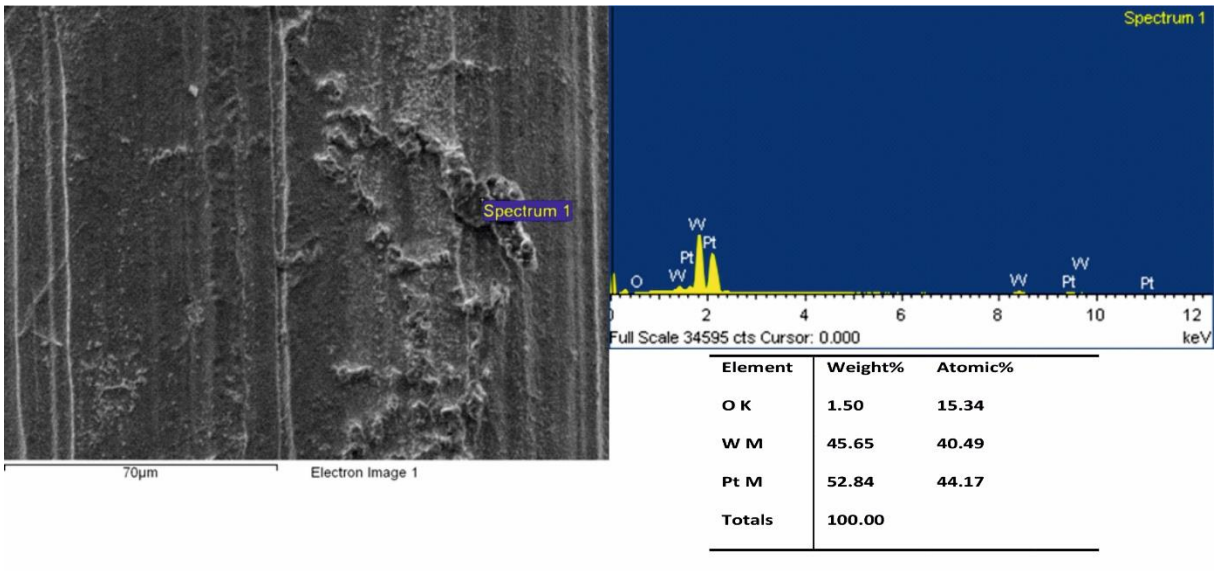
2.1. Kaplama Prosedürü

W-sarmal yüzeyini kaplama işlemi 1000 mg L^{-1} standart Pt çözeltisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 20,0 uL Pt çözeltisi W-sarmal yüzeyine manuel olarak damlatıldı ve daha sonra bir güç kaynağı (TT T-ECHNI-C, Çin) kullanılarak 60 s 3,8 A, 30 s 4,2 A, 5 s 0,0 A ve 5 s 7,0 A'lik akım uygulanmıştır [13]. Kaplama işlemi boyunca H_2 ve Ar gazlarının akış hızları sırasıyla 40,0 mL dakika^{-1} ve 300,0 mL dakika^{-1}'de sabit tutuldu. Bu işlem birkaç defa daha tekrarlanarak W-sarmal yüzeyi başarılı bir şekilde Pt ile kaplanmıştır. W-sarmal yüzeyinin morfolojisini araştırmak için bir taramalı elektron mikroskobu (SEM-EDX) (MSKU Malzeme Araştırma Laboratuvarı'ndan JEOL JSM-7600F JEOL JSM-7600F cihazı) kullanıldı. Pt-kaplı W-sarmalın 3000 kat büyütülmüş SEM görüntüsü Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. Pt-kaplı W-sarmalın 3000-kat büyütülmüş SEM görüntüsü

Görsel 2'de, Pt-kaplı W-sarmalın EDS sonucu verilmiştir. Görsel 2'de platinin %52.84'lük bir ağırlık yüzdesi ile W-sarmalının yüzeyine dağıldığı görülmektedir. Bu kaplama yüzdesinin, tuzak sistemine gönderilen uçucu selenyum buharını tuzaklamak için yeterli olduğu görülmüştür.



Görsel 2. Pt-kaplı W-sarmalın EDS sonucu

2.2. Numune Hazırlama

Deneysel çalışmalarda kullanılan on iki farklı buğday numunesi Muğla ilinde yaşayan yöresel halktan temin edilmiştir. Bu numuneler yöresel halkın kendi yetiştirdikleri mahsullerdir. Buğday numuneleri bir mikrodalga yakma ünitesi (CEM, Mars 6) kullanılarak çözündürüldü. Her bir buğday numunesinden yaklaşık 0,5 g olacak şekilde tartıldı ve mikro dalga yakma ünitesinin teflon kaplarına aktarıldı. Üzerlerine 10,0 mL HNO_3 ilave edildi ve yakma ünitesinin "gıda programı" kullanılarak çözündürüldü. Uygulanan program şu şekildeydi: sıcaklık 20 dakikada kademeli olarak 210 °C'ye yükseltildi ve 15 dakika boyunca bu sıcaklıkta sabit tutuldu. Uygulanan çözündürme programı tamamlandıktan ve teflon kaplar soğutulduktan sonra çözündürülen örneklerin son hacmi ultra saf su ile 50 mL'ye tamamlandı. ERM-BD151, BCR-191 ve Dolt:5 standart referans malzemelerinin her birinden yaklaşık 0,5 g tartıldı ve bu numuneler de aynı çözündürme programı kullanılarak çözündürüldü. ERM-BD151'in son hacmi ultra saf su ile 25,0 mL'ye, BCR-191'in son hacmi 10,0 mL'ye ve Dolt:5'in son hacmi de 50,0 mL'ye tamamlandı.

2.3. Yöntem

Bu çalışmada kullanılan yöntem tuzaklama ve serbest bırakma olmak üzere iki basamaktan oluşmaktadır. Tuzak sistemine hem Ar hem de H_2 gazları gönderilmiş ve akış hızları, akış ölçer kullanılarak kontrol edilmiştir. Tuzaklama basamağında sisteme çok az miktarda H_2 gazı

verilmiştir. Tuzak sisteminin sıcaklığı, bir güç kaynağı kullanılarak optimum tuzaklama sıcaklığına getirilmiştir. Daha sonra, VGA 77 hidrür oluşturma sisteminin peristaltik pompası çalıştırılmıştır. Asit, numune çözeltisi ve indirgeyici çözelti, ayrı tubingler kullanılarak sisteme gönderilmiştir. Belirli bir süre boyunca, analit buharının Pt-kaplı W-bobin yüzeyinde tuzaklanması sağlanmıştır. Serbest bırakma adımında ise, peristaltik pompa devre dışı bırakılmış ve tuzak sıcaklığı optimum sıyırma sıcaklığına ayarlanırken, H_2 gazı akış hızı da eş zamanlı olarak optimum akış değerine yükseltilmiştir. Birkaç saniye sonra sisteme gönderilen H_2 gazı akışı kesilmiş ve güç kaynağı kapatılmıştır. Aynı süre içerisinde, kesikli bir sinyalin görülmesine yol açan en yüksek uçuculuk verimliliği elde edilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Optimizasyon Çalışmaları

Selenyumun analitik sinyalini etkileyebilecek olan bütün parametrelerin optimum değerleri deneysel olarak belirlenmiştir. Optimize edilmiş deneysel parametreler, $NaBH_4$, NaOH ve HCl çözeltilerinin konsantrasyonları, tuzaklama süresi, tuzaklama ve serbest bırakma sıcaklığı ve Ar ve H_2 gazlarının akış hızlarıdır. Ayrıca numune, asit ve indirgeyici reaktif çözeltilerinin akış hızları da optimize edilmiştir. Optimizasyon çalışmaları 1,5 µg L^{-1} Se çözeltisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bir parametrenin optimum değeri belirlenirken, diğer parametreler sabit tutulmuş ve optimum değer için tekrarlanabilir ve kararlı sinyaller esas alınmıştır. İncelenen parametrelerin optimum değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. İncelenen parametrelerin optimum değerleri

Analitiksel parametre	**Optimum değer**
Taşıyıcı çözelti	7,0 mol L^{-1} HCl, 4,95 mL $dakika^{-1}$
İndirgeyici reaktif	0,3 % (w/v) $NaBH_4$, 0,5% (w/v) NaOH, 4.95 mL $dakika^{-1}$
Numune çözeltisi	1,5 µg L^{-1} Se, 4,55 mL $dakika^{-1}$
Tuzaklama basamağındaki taşıyıcı gazlar	475 mL $dakika^{-1}$ Ar; 30 mL $dakika^{-1}$ H_2
Serbest bırakma basamağındaki taşıyıcı gazlar	475 mL $dakika^{-1}$ Ar;150 mL $dakika^{-1}$ H_2
Tuzaklama sıcaklığı	190 °C
Sıyırma sıcaklığı	925 °C
Tuzaklama süresi	120 s

Bu optimum parametreler kullanılarak kalibrasyon grafiği oluşturuldu ve yöntemin 0,5 µg L^{-1} ile 15,0 µg L^{-1} arasında doğrusallık gösterdiği tespit edildi. Pt-kaplı W-sarmal HGAAS yöntemi için karakteristik konsantrasyon (C_0), gözlenebilme sınırı (LOD) ve tayin sınırı (LOQ) değerleri hesaplanmış ve bu değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Pt-kaplı W-sarmal HGAAS yönteminin analitik özellikleri

Analitik özellik	Değer
LOD, ng L^{-1}	8,3
LOQ, ng L^{-1}	42,6
Doğrusallık aralığı, µg L^{-1}	0,5-15,0
C_0, ng L^{-1}	8,3
Tuzaklama süresi, s	120

3.2. Yöntemin Doğruluğu

Kullanılan tuzak yönteminin doğruluğu, ERM-BD151, BCR-191 ve Dolt:5 standart referans maddelerin analizi ile değerlendirilmiştir. Optimum parametreler kullanılarak, sertifikalı referans malzemelerdeki selenyum içeriğini analiz etmek için harici bir kalibrasyon grafiği oluşturuldu. Elde edilen sonuçlar, Çizelge 3'te gösterildiği gibi %95 güven düzeyinde sertifikalı değerlerle uyum içerisindeydi.

Çizelge 3. Sertifikalı referans malzemelerin analiz sonuçları

Standart referans madde	Sertifikalı değer	Bulunan değer
ERM-BD151 (mg kg^{-1})	0,19 ± 0,04	0,22 ± 0,08
BCR-191 (µg kg^{-1})	25,0	25,6
Dolt:5 (mg kg^{-1})	8,3 ± 1,8	8,42 ± 1,1

Optimum koşullar altında oluşturulan kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak Pt-kaplı W-sarmal HGAAS yöntemi ile buğday numunelerindeki selenyum konsantrasyonları belirlenmiştir. Buğday numunelerindeki en düşük ve en yüksek Se konsantrasyonları sırasıyla 0,208 mg kg^{-1} ve 0,365 mg kg^{-1} olarak tayin edildi. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Buğday numunelerindeki selenyum konsantrasyonları

Buğday Numunesi	Selenyum miktarı (mg kg^{-1})	Buğday Numunesi	Selenyum miktarı (mg kg^{-1})
1	0,365 ± 0,008	7	0,297 ± 0,012
2	0,341 ± 0,005	8	0,266 ± 0,009
3	0,276 ± 0,009	9	0,208 ± 0,007
4	0,349 ± 0,005	10	0,325 ± 0,011
5	0,284 ± 0,008	11	0,254 ± 0,013
6	0,338 ± 0,007	12	0,270 ± 0,008

Sonuç olarak; yüksek doğruluğa ve duyarlılığa sahip düşük maliyetli Pt-kaplı W-sarmal HGAAS yöntemi ile buğday numunelerindeki selenyum miktarları başarılı bir şekilde belirlenmiştir. Pt kaplı W-sarmal portatifti, gerektiği zaman kolayca başka bir sarmal ilse değiştirilebiliyordu. Ayrıca deneysel çalışmalar boyunca aynı sarmal en az 250 kez tuzaklama döngüsünde kullanmasına rağmen hassasiyette herhangi bir düşüş gözlenmemiştir. Kullanılan yöntem, ICPMS ve ICPOES gibi satın alma ve işletme maliyetleri çok yüksek olan spektroskopik cihazlara erişimi olmayan araştırmacılar için benzer gıda örneklerindeki selenyum miktarlarının doğru bir şekilde belirlenmesi için iyi bir alternatif olabilir.

KAYNAKÇA

[1] dos Santos, M., da Silva Júnior, F. M. R., Muccillo-Baisch, A. L. Selenium content of Brazilian foods: a review of the literature values, Journal of Food Composition and Analysis, 58, 2017.

[2] Huang, S., Jin, Y., Cao, G., Tian, Y., Xu, K., Hou, X. A silver nanoparticle-based colorimetric assay of trace selenium with hydride generation for sample introduction, Microchemical Journal, 141, 2018.

[3] Maleki, N., Safavi, A., Doroodmand, M. M. Determination of selenium in water and soil by hydride generation atomic absorption spectrometry using solid reagents, Talanta, 66, 4, 2005.

[4] Panhwar, A. H., Tuzen, M., Kazi, T. G. Ultrasonic assisted dispersive liquid-liquid microextraction method based on deep eutectic solvent for speciation, preconcentration and determination of selenium species (IV) and (VI) in water and food samples, Talanta, 175, 2017.

[5] Jevtić, S., Arčon, I., Rečnik, A., Babić, B., Mazaj, M., Pavlović, J., Matijaševic, D., Nikšić, M., Rajić, N. The iron (III)-modified natural zeolitic tuff as an adsorbent and carrier for selenium oxyanions, Microporous and mesoporous materials, 197, 2014.

[6] Kieliszek, M., Błażejak, S., Kurek, E. Binding and conversion of selenium in Candida utilis ATCC 9950 yeasts in bioreactor culture, Molecules, 22,3, 2017.

[7] MacFarquhar, J. K., Broussard, D. L., Melstrom, P., Hutchinson, R., Wolkin, A., Martin, C., ..., Jones, T. F. Acute selenium toxicity associated with a dietary supplement, Archives of internal medicine, 170,3, 2010.

[8] Martínez, A. M., Vázquez, S., Lara, R., Martínez, L. D., Pacheco, P. Selenium analysis by an integrated microwave digestion-needle trap device with hydride sorption on carbon nanotubes and electrothermal atomic absorption spectrometry determination, Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, 140, 2018.

[9] Atasoy, M., Kula, İ. Speciation and determination of inorganic selenium species in certain fish and food samples by gold-coated W-coil atom trap hydride generation atomic absorption spectrometry, Food Chemistry, 369, 2022.

[10] Kim, M., Jung, J., Pak, Y. N. Determination of selenium in grains by hydride generation-ICP/MS, Analytical Science and Technology, 26,2, 2013.

[11] Naozuka, J., Vieira, E. C., Nascimento, A. N., Oliveira, P. V. Elemental analysis of nuts and seeds by axially viewed ICP OES, Food Chemistry, 124,4, 2011.

[12] Kratzer, J. Ultratrace determination of lead by hydride generation in-atomizer trapping atomic absorption spectrometry: optimization of plumbane generation and analyte preconcentration in a quartz trap-and-atomizer device, Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, 71, 2012.

[13] Yıldız, D. Determination of selenium by platinum-coated tungsten coil trap hydride generation-atomic absorption spectrometry, Atomic Spectroscopy, 42,4, 2021.

MASA TENİSİ SPORCULARININ BAŞ VE OMUZ POSTÜRLERİNİN SEDANTER BİREYLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

Ebrar Rana BARDAKÇI[1], Aleyna GÖKDENİZ[2] , PT, Akile Damla ÇALIŞKAN[3] , PT, MSc, Gamze ÇOBANOĞLU[4], PT, PhD, Prof,Nevin A. GÜZEL[5]

[1]Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, 0009-0003-8638-4139
[2]Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, 0009-0006-4793-8399
[3]Ankara Etlik Şehir Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, 0000-0002-5505-0721
[4]Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, 0000-0003-0136-3607
[5]Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, 0000-0003-0467-7310

ÖZET

Giriş: Tek el ile raket tutmayı gerektiren asimetrik bir spor olan masa tenisinde gövde ve alt ekstremitelerin genellikle fleksiyon pozisyonunda olması gereklidir. Ayrıca raketin vücudun önünde tutulduğu pozisyonun sürdürülmesi önemlidir. Sürekli aynı pozisyonda kalmak ve tek taraflı yüklenmeler de bu sporcularda postural sapmalara neden olabilir. Postural sapmaların belirlenmesi, önleyici ve tedavi edici stratejiler geliştirilmesi için gereklidir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı masa tenisi sporcularının baş ve boyun postürlerini değerlendirmek ve bu açıları sağlıklı sedanter bireylerle karşılaştırmaktır.

Metot: Çalışmaya 14 masa tenisi sporcusu (Yaş: 21.43±1.09; VKİ: 21.95±2.51) ve 18 sedanter birey (Yaş: 22; VKİ: 22.54±2.47) dahil edilmiştir. Katılımcıların postürleri fotoğrafik ölçüm ile değerlendirilmiştir. Fotoğrafik ölçüm sonucunda başın anterior tiltini gösteren kraniyovertebral açı değeri (KVA) ile omuz protraksiyon göstergesi olan sagital omuz açısı (SOA) değeri kaydedilmiştir. KVA için C7 spinöz çıkıntısından geçen yatay çizgi ile kulak tragusundan C7 vertebraya kadar uzanan çizgi arasındaki açı; SOA için C7 spinöz çıkıntısı ve humerusun orta noktasını birleştiren çizgi ile humerusun ortasından geçen horizontal çizgi arasındaki açı ölçülmüştür.

Bulgular: Yapılan analiz sonucuna göre benzer demografik özelliklere sahip olan iki grup arasında KVA bakımından fark yokken (p=0.403), SOA bakımından istatiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır (p=0000). Her iki grubun da KVA değerinin benzer ve normal değer aralığında olduğu görülmüştür. Masa tenisi sporcularının ortalama SOA değerlerinin (49.19±10.5°) sedanter bireylere göre (69.77±12.92°) daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yuvarlak omuz açısının göstergesi olarak kabul edilen SOA açısının masa tenisi sporcularında normal değerin (52°) altında olması omuz protraksiyon varlığını göstermektedir.

Sonuç: Sürekli aynı postürde antrenman ve maç yapan masa tenisi sporcularında görülebilecek yuvarlak omuz gibi postüral problemlerin önüne geçmek için sporcularda postür analizi taramalarının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu taramalar sonucu belirlenen postüral problemlere yönelik bireysel germe ve kuvvetlendirme egzersizlerinin antrenman programlarına eklenmesinin ileride olası yaralanmaların önlenmesi bakımından önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: masa tenisi, baş önde postürü, kraniyovertebral açı, yuvarlak omuz, sagital omuz açısı

1. GİRİŞ

Masa tenisi, hızın reflekslerin, anlık kararların ve teknik yönetimin önemli olduğu karmaşık bir spordur. Oyunda hem gövde hem de ekstremitelerin aktif olarak katılım göstermesi gereklidir (1). Oyun sırasında, sporcularda gövdenin önemli derecede öne eğildiği, omuzların öne kapandığı bir fleksiyon postürü gözlenir (2). Bu durum sagittal omuz açısını bozarak omuzun protraksiyona gitme eğilimini artırmaktadır (3). Sagittal omuz açısının öne yer değiştirmesiyle oluşan protrakte duruş (yuvarlak omuz), kraniovertebral problemlerden en ön planda olan servikal anterior tilt, sagittal baş açısının küçülmesi sonucu oluşan ileri baş postürü; postürün korunmasını sağlayan kaslarda spazmlara ve ağrıya sebep olabilmektedir (4). Kraniovertebral açı C7 spinous processinden geçen yatay bir çizgi ile kulak tragusundan C7 vertebraya kadar uzanan çizgi arasındaki açı olarak tanımlanmaktadır (5). Daha küçük KVA, başın ileri duruş pozisyonunda artışı göstermektedir. 48°–50°'den daha düşük bir KVA, ileri baş postürü olarak tanımlanmaktadır (6). Sagittal omuz açısı ise C7 spinöz çıkıntısı ve humerusun orta noktasını birleştiren çizgi ile humerusun ortasından geçen horizontal çizgi arasındaki açıdır (7). Literatürde sagittal omuz açısının 52'den büyük olmasını omuz protraksiyonu (yuvarlak omuz) olarak tanımlanmaktadır (8). Başın önde postürü ve yuvarlak omuz duruşunun omuz ağrısı ve patolojik durumların gelişmesinde rol oynayabilecek bir postüral düzensizlik olduğu belirtilmektedir (9). Sürekli kifotik postürde sporunu icra eden masa tenisi oyuncularında bu problemlerin görülmesi muhtemel görülmektedir (1,10). Literatürde, masa tenisi oynayan sporcularda, boyun ve omuz postüründeki değişiklikleri inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu sorunun yanıtını bulmak, sporcularda ileri baş postürü ve yuvarlak omuz varlığını saptamak için önemlidir. Ayrıca masa tenisi sporcularını bu parametreler bakımından herhangi bir spor branşı ile ilgilenmeyen sedanter bireylerle kıyaslayan bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı masa tenisi sporcularındaki baş ve boyun postürlerini değerlendirmek ve bu açıları sağlıklı sedanter bireylerle karşılaştırmaktır. Bireylerin bu açılarını değerlendirmek için lateralden fotoğraflama yapılacaktır. Bu fotografik değerlendirme sonrası analiz programı yardımı ile kraniovertebral açı, sagittal baş açısı ve sagital omuz açıları ölçülecektir. Bu çalışma ile masa tenisi sporcularının postür değerleri

sağlıklı sedanter bireylerle karşılaştırılarak sporun postüre olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

2. YÖNTEM

Çalışma Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Sporcu Sağlığı ünitesinde yürütülmüştür. Çalışma kapsamında 18- 35 yaş arasında olan ve en az iki yıldır masa tenisi sporu yapan 14 masa tenisi sporcusu; aynı yaş aralığında ve herhangi bir spor branşı ile ilgilenmeyen 18 sedanter birey değerlendirilmiştir. Baş, boyun ve omuzdan herhangi bir cerrahi geçiren bireyler, son bir ay içerisinde bu bölgelerin herhangi birinden yaralanma geçirenler veya ağrı hikayesi olanlar, herhangi bir sistemik ve nörolojik hastalığı olanlar çalışma dışı bırakılmıştır.

Değerlendirmeye başlamadan önce katılımcıların demografik bilgileri kaydedilmiştir. Bu amaçla yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi, baş, boyun ve omuz çevresinde herhangi bir yaralanma geçirip geçirmediği ve dominant taraf bilgileri sorgulanmıştır. Masa tenisi sporcuları için ayrıca kaç yıldır masa tenisi oynadığı sorgulanıp kaydedilmiştir. Katılımcıların postür değerlendirmesi fotografik yöntem ile yapılmıştır.

2.1. Postür Değerlendirmesi

Ayakta duruşta lateralden görüntüleme ile yapılmıştır. İşaretleyicilerin tam olarak konumlandırılmasını sağlamak için, katılımcılardan kolsuz tişört giymeleri istenmiştir. Dijital kamera sabit bir tripod üzerine rotasyon veya tilt olmadan postür chartından 1,5 metrelik bir mesafeye yerleştirilmiştir. Kameranın tabanı, katılımcıların omzunun yüksekliğine göre ayarlanmıştır (11, 12). Katılımcılardan ayakları omuz genişliğinde açık dururken ağırlıklarını simetrik olarak her iki alt ekstremitede paylaşmaları istenerek rahat duruş pozisyonunda durmaları istenmiştir. Daha sonra katılımcılara doğal dinlenme duruşlarında dümdüz ileri bakmaları talimatı verilmiş ve bu pozisyon korunarak 3'er ölçüm alınmıştır. Ölçüm sonucunda IMAGE J programı ile fotoğraflardan kraniovertebral açı (KVA) ve sagittal omuz açısı (SOA) hesaplanmıştır.

2.1.1. Kraniyovertebral Açı

KVA ölçümü için; katılımcıların C7 spinöz çıkıntısı ile tragus palpe edilerek bu noktalara iki işaretleyici bant yapıştırılmıştır (13). C7 spinöz çıkıntısından geçen yatay bir çizgi ile kulak tragusundan C7 vertebraya kadar uzanan çizgi arasındaki açı olarak tanımlanan KVA ölçülmüştür (11, 12).

2.1.2. Sagital Omuz Açısı

SOA ölçümü için; C7 spinöz çıkıntısı, humerusun orta noktası palpe edilerek bu noktalara iki işaretleyici bant yapıştırılmıştır. C7 spinöz çıkıntısı ve humerusun orta noktasını birleştiren çizgi ile humerusun ortasından geçen horizontal çizgi arasındaki açı olarak tanımlanan SOA ölçülmüştür (7).

2.2.Verilerin Analizi

İstatiksel analiz için SPSS 26.0 programı kullanılmıştır. Ölçülen veriler, nitel değişkenler için yüzde ve sayılar ile nicel değişkenler için ortalama ± standart sapmalar olarak ifade edilmiştir. Veriler elde edildikten sonra histogram ve olasılık grafikleri ile normal dağılım testleri yapılmıştır. İki grubun karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren veriler için parametrik olan t-testi, normal dağılım göstermeyen veriler için ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık için $p < 0.05$ kabul edilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Katılımcıların demografik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. İki grup arasında yaş, vücut ağırlığı, boy ve vücut kütle indeksi bakımından anlamlı farklılık görülmemiştir ($p > 0.05$, Çizelge 1). İki grup benzer demografik özellik göstermekteydi.

Çizelge 1: Katılımcıların demografik özellikleri

		Masa Tenisi Sporcuları (n=14) (Ort ± SS)	**Sedanter Bireyler (n=18) (Ort ± SS)**	**p**
Yaş		21.43 ± 1.09	22	0.072
Vücut ağırlığı		64.36 ± 12.86	65.78 ± 9.78	0.391
Boy		170.57 ± 9.15	170.56 ± 6.87	0.804
VKİ		21.95 ± 2.51	22.54 ± 2.47	0.403
		n (%)	**n (%)**	
Cinsiyet	**Kadın**	9 (%64.3)	11 (%61.1)	
	Erkek	5 (%35.7)	7 (%38.9)	
Dominant taraf	**Sağ**	11 (%78.6)	18 (%100)	
	Sol	3 (%21.4)	0 (%0)	

Ort: Ortalama; SS: Standart Sapma; n: Sayı; %: Yüzde; VKİ: Vücut Kütle İndeksi

Yapılan istatiksel analiz sonucuna göre masa tenisi sporcuları ile sedanter bireyler arasında KVA bakımından fark yokken ($p>0.05$, Çizelge 2) SOA bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$, Çizelge 2). Masa tenisi sporcuları sedanter bireyler ile benzer KVA değerleri göstermiştir. Ancak masa tenisi sporcularının SOA değerlerinin sedanter bireylerden daha düşük olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2: Masa tenisi sporcuları ile sağlıklı sedanter bireylerin baş ve boyun postürlerinin karşılaştırılması

	Masa Tenisi Sporcuları (n=14) (Ort ± SS)	**Sedanter Bireyler (n=18) (Ort ± SS)**	**p**
KVA	51.08 ± 4.44	52.17 ± 4.35	0.403
SOA	49.19 ± 10.5	69.77 ± 12.92	**0.000***

*p<0.05; Ort: Ortalama; SS: Standart Sapma; KVA: Kraniyovertebral Açı; SOA: Sagital Omuz Açısı

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma masa tenisi sporcularının baş ve boyun açılarını değerlendirmek ve bu açıları sağlıklı sedanter bireylerle karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucuna göre sürekli aynı postürde antrenman ve maç yapan masa tenisi sporcularında omuz protraksiyon varlığı tespit edilirken, kraniovertebral açının normal aralıklar içerisinde olması masa tenisi sporcularında baş önde postürün olmadığını göstermiştir.

KVA, SOA ve torakal kifoz açısı sırasıyla sagittal düzlemde baş, boyun, omuz ve torasik bölgelerin güvenilir ve kolay bir şekilde değerlendirilmesini sağlar. Bununla birlikte, açının belirli bir değeri duruştaki değişiklikleri tespit etmek için kullanılabilir (14). Shaghayeghfard ve arkadaşları sağlıklı bireylerde yaptığı çalışmada daha küçük KVA'nın, başın ileri duruş pozisyonunda arttığını ifade etmiştir (6). 48°–50°'den daha düşük bir KVA, ileri baş postürü olarak tanımlanmıştır. Bizim çalışmamızda her iki gruptaki bireylerin KVA değerlerinin benzer olduğu görülmüştür. Ayrıca her iki grubun KVA değerleri normal değer olarak tanımlanan 48°–50°'nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar masa tenisi sporunun baş önde postürüne bir etkisi olmadığını göstermiştir.

SOA, omuzun ileri pozisyonunun ölçümünü sağlar. Daha küçük açı, daha ileride bir omuzu göstermektedir (7). İleri omuz duruşu protraksiyon olarak da bilinir (15). SOA için referans değeri 52° kabul edilmektedir (16,17). Lynch ve arkadaşları çalışmalarında omuz protraksiyon açısının normal değerinin 52'den büyük olduğunu ifade etmişlerdir (8). Bizim çalışmamızın sonucunda ise iki grubun SOA değerlerinin farklı olduğu tespit edilmiştir. Masa tenisinin sporcularının SOA değerleri herhangi bir spor branşı ile ilgilenmeyen sedanter bireylere göre anlamlı şekilde daha düşüktü. Ayrıca masa tenisi sporcularının SOA değerleri normal değer olarak kabul edilen 52°'nin altındaydı. Bu sonuç sürekli aynı postürde antrenman ve maç yapan masa tenisi sporcularında yuvarlak omuz postürünün görülmesi olasılığının yüksek olduğunu göstermektedir.

Sporcu ve sedanter bireyleri postür bakımından kıyaslayan birçok çalışma olmasına rağmen baş ve boyun postürüne odaklanan az sayıda çalışma bulunmaktadır. Farklı spor branşlarındaki elit sporcuların postüral farklılıkları kıyaslamak amacıyla triatlon, judo, basketbol ve futbolcuları değerlendiren tez çalışmasının sonucunda triatlonculardaba baş önde postürü ve yuvarlak omuz görüldüğü saptanmıştır (18). Samakoush ve arkadaşlarının wushu atletleri ve güreşçilerinde baş önde postürünün sporcu olmayanlara göre önemli ölçüde daha fazla olduğu; ayrıca güreşçilerde ve wushu sporcularında yuvarlak omzun sporcu olmayanlara göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda baş, boyun ve omurga postürünün sporun tipinden etkilenebileceğini ifade etmişlerdir (19). Bizim çalışmamız sonucunda da masa tenisi sporcularının sedanter bireylere göre yuvarlak omuza sahip olma eğilimlerinin daha fazla olduğu görülürken, baş önde postürün iki grup için de yaygın olmadığı bulunmuştur.

Sürekli aynı postürde antrenman ve maç yapan masa tenisi sporcularında görülebilecek yuvarlak omuz gibi postüral problemlerin tespiti için sporcularda postür analizi taramalarının

yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu taramalar sonucu belirlenen postüral problemlere yönelik bireysel germe ve kuvvetlendirme egzersizlerinin antrenman programlarına eklenmesinin ileride olası yaralanmaların önlenmesi bakımından önemli olduğunu düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Tsafack, E. G., Mbiantcha, M., Ateufack, G., Djuichou Nguemnang, S. F., Nana Yousseu, W., Atsamo, A. D., ... & Ben Besong, E. (2021). Antihypernociceptive and Neuroprotective Effects of the Aqueous and Methanol Stem-Bark Extracts of Nauclea pobeguinii (Rubiaceae) on STZ-Induced Diabetic Neuropathic Pain. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2021*.
2. Gündüz, O. H. (2000). Yaşlılarda postür ve yürüme. *Türk Geriatri Dergisi*, *3*(4), 155-162.
3. Kılıç, A. G. (2021). *Başkent Üniversitesi 25-35 yaş arası öğretim elemanlarının fiziksel aktivite durumlarına göre postür değerlendirmesi* (Master's thesis, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
4. Erğun Keşli, E. (2019). *Akıllı telefon kullananlarda ağrı, kavrama kuvveti ve fonksiyonelliğin incelenmesi* (Master's thesis, İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
5. Ruivo, R. M., Pezarat-Correia, P., & Carita, A. I. (2014). Cervical and shoulder postural assessment of adolescents between 15 and 17 years old and association with upper quadrant pain. *Brazilian journal of physical therapy*, *18*, 364-371.
6. Shaghayeghfard, B., Ahmadi, A., Maroufi, N., & Sarrafzadeh, J. (2016). Evaluation of forward head posture in sitting and standing positions. *European spine journal*, *25*, 3577-3582.
7. Depreli, Ö. (2021). Omuz Protraksiyonu Olan Masa Başı Çalışanlarda Ofis Egzersizlerine Ek Olarak Verilen Omuz Stabilizasyon Egzersizlerinin Skapular Diskinezi, Kas Kuvveti, Postür ve Proprioseptif Duyu Parametreleri Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması.
8. Lynch, S. S., Thigpen, C. A., Mihalik, J. P., Prentice, W. E., & Padua, D. (2010). The effects of an exercise intervention on forward head and rounded shoulder postures in elite swimmers. *British journal of sports medicine*, *44*(5), 376-381.
9. Botha, C. M., Rossouw, F., Meyer, P. W. A., & Camacho, T. C. D. S. (2023). Comparative upper-quarter posture analysis of female adolescent freestyle swimmers and non-swimmers. *European Journal of Sport Science*, *23*(1), 36-43.
10. Iino, Y., & Kojima, T. (2009). Kinematics of table tennis topspin forehands: effects of performance level and ball spin. *Journal of Sports Sciences*, *27*(12), 1311-1321.
11. Salahzadeh, Z., Maroufi, N., Ahmadi, A., Behtash, H., Razmjoo, A., Gohari, M., & Parnianpour, M. (2014). Assessment of forward head posture in females: observational and photogrammetry methods. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, *27*(2), 131-139.

12. Ghamkhar, L., & Kahlaee, A. H. (2019). Is forward head posture relevant to cervical muscles performance and neck pain? A case–control study. *Brazilian journal of physical therapy*, *23*(4), 346-354.
13. Kim, T. H., & Hwang, B. H. (2019). Change of Head Position and Muscle Activities of Neck During Overhead Arm Lift Test in Subjects With Forward Head Posture. *Physical Therapy Korea*, *26*(2), 61-68.
14. Singla, D., Veqar, Z., & Hussain, M. E. (2017). Photogrammetric assessment of upper body posture using postural angles: a literature review. *Journal of chiropractic medicine*, *16*(2), 131-138.
15. Singla D, Veqar Z, Hussain ME. Photogrammetric Assessment of Upper Body Posture Using Postural Angles: A Literature Review. J Chiropr Med. 2017;16(2):131-138. doi:10.1016/j.jcm.2017.01.005
16. Ruivo, R. M., Pezarat-Correia, P., & Carita, A. I. (2014). Cervical and shoulder postural assessment of adolescents between 15 and 17 years old and association with upper quadrant pain. *Brazilian journal of physical therapy*, *18*, 364-371.
17. Nalbant, Ö. (2018). Kadın voleybolcularda postür faktörünün smaç performansına etkisi. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, *16*(2), 225-236.
18. En, E. (2014). *Farklı spor branşlarındaki elit sporcular ve sedanterlerde postür analizi* (Master's thesis, Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
19. Babagoltabar Samakoush, H., Norasteh, A. A., Mohammad Ali Nasab Firouzjah, E., & Abozarzadeh, A. A. (2018). Comparison of musculoskeletal abnormalities in professional wushu athletes and wrestlers with non-athletes. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*, *19*(4), 61-67.

REVIEW OF COMPUTER TOOLS TO ANALYZE THE FEASIBILITY STUDIES OF VARIOUS RENEWABLE ENERGY SOURCES

Furkan YILMAZ[1], Hasan Hüseyin ÇOBAN[2]
[1]Ardahan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 75002. Ardahan, Türkiye.
[1]ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7021-5301
[2]Ardahan Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 75002. Ardahan, Türkiye.
[2] ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5284-0568

Abstract

Energy project analysis and decision support tools stand out as tools used in the design, development, and operation of renewable energy and energy efficiency projects. These software are used to analyze, compare and optimize the technical, economic, and environmental performance of projects. Thanks to these analyses, environmental sustainability is also taken into account while determining the technical and economic suitability of the projects. In addition, these tools can be used in the operation and maintenance stages of power facilities. At this stage, it is aimed to monitor and report factors such as the performance of projects, energy generation, consumption, and costs. The decision support tools are designed for decision-makers, engineers, architects, students, and other interested parties. The most important feature of these software is that it provides the data necessary for the analysis and comparison of energy projects from different perspectives. These data cover factors such as the technical characteristics of the projects, their environmental impact, investment costs, and payback times. In this way, how the projects perform in different scenarios is predicted and the most suitable options are determined. At this stage, while the energy generation and consumption factors of the projects are monitored, costs and profitability can also be followed. In addition, the environmental performance of the projects should be monitored and reported. In this way, it can be ensured that the projects are operated in accordance with the sustainability goals. In this study, 20 different programming tools and current studies in the literature were examined in detail to analyze the feasibility studies of various renewable energy sources. It is planned that the analyzes in this study make the installation and operation stages of electricity generation facilities more efficient, manage the budgets allocated to these facilities more accurately and contribute to the work to be done.

Keywords: Energy project analysis, decision support tools, renewable energy sources, sustainable energy

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ FİZİBİLİTE ÇALIŞMALARINI ANALİZ ETMEK İÇİN BİLGİSAYAR PROGRAMLARININ GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

Özet

Enerji projesi analizi ve karar destek araçları, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği projelerinin tasarımı, geliştirilmesi ve işletilmesinde kullanılan araçlar olarak öne çıkmaktadır.

Bu yazılımlar, projelerin teknik, ekonomik ve çevresel performanslarının analiz edilmesi, karşılaştırılması ve optimize edilmesi için kullanılır. Bu analizler sayesinde, projelerin teknik ve ekonomik açıdan uygunluğu belirlenirken, çevresel sürdürülebilirliği de göz önünde bulundurulur. Ayrıca, projelerin işletme ve bakım aşamalarında da bu araçlar kullanılabilmektedir. Bu aşamada, projelerin performansı, enerji üretimi, tüketimi ve maliyetleri gibi faktörlerin izlenmesi ve raporlanması amaçlanır. Enerji projesi analizi ve karar destek araçları, karar vericilere, mühendislere, mimarlara, öğrencilere ve diğer ilgili taraflara yönelik olarak tasarlanmıştır. Bu yazılımların en önemli özelliği, enerji projelerinin farklı açılardan analiz edilmesi ve karşılaştırılması için gerekli olan verileri sağlamasıdır. Bu veriler, projelerin teknik özellikleri, çevresel etkileri, yatırım maliyetleri ve geri dönüş süreleri gibi faktörleri kapsamaktadır. Bu sayede, projelerin farklı senaryolarda nasıl performans göstereceği önceden tahmin edilebilmekte ve en uygun seçenekler belirlenebilmektedir. Bu aşamada, projelerin enerji üretimi ve tüketimi gibi faktörleri izlenirken, maliyetler ve karlılık da takip edilebilmektedir. Ayrıca, projelerin çevresel performanslarının da izlenmesi ve raporlanması gerekmektedir. Bu sayede, projelerin sürdürülebilirlik hedeflerine uygun olarak işletilmesi sağlanabilmektedir. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarının fizibilite çalışmalarını analiz etmek için 20 farklı bilgisayar programı ve literatürde yer alan güncel çalışmalar detaylı olarak incelenmiştir. Bu çalışmada yer alan analizlerin elektrik üretim işletmelerinin kurulum ve işletim aşamalarının daha verimli olarak yapılabilmesi, bu üretim tesislerine ayrılan bütçelerin daha doğru olarak yönetilmesi ve yapılacak olan çalışmalara katkı sunması planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enerji projesi analizi, karar destek araçları, yenilenebilir enerji kaynakları, sürdürülebilir enerji

GİRİŞ

Enerji sektörü, son yıllarda hızla değişen ve gelişen bir sektör haline gelmiştir. Bu değişim, yenilenebilir enerji kaynaklarının giderek daha fazla kullanılması, enerji verimliliği çalışmalarının artması ve çevre bilincinin artması gibi birçok faktöre bağlıdır. Bu değişim, enerji sektöründeki firmaları, yatırımcıları ve devletleri yeni zorluklarla karşı karşıya bırakmaktadır. Bu zorluklar arasında, enerji projelerinin analiz edilmesi, karşılaştırılması ve yönetilmesi gibi konular yer almaktadır. Bu nedenle, enerji projesi analizi ve karar destek araçları, enerji sektöründe giderek daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Bu araçlar, farklı açılardan enerji projelerinin analiz edilmesi ve karşılaştırılması için gerekli olan verileri sağlamaktadır. Bu makalede, enerji projesi analizi ve karar destek araçları hakkında daha detaylı bilgi verilecek ve popüler yazılımlar hakkında bilgi ve analizler sunulacaktır.

Enerji sektöründeki yatırım kararlarını vermek, günümüzde oldukça önemli bir konudur. Yatırımcıların kararlarını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler arasında projenin potansiyel getirisi ve riskleri, maliyetler ve sürdürülebilirlik gibi unsurlar yer almaktadır. Bu nedenle, enerji sektöründe yatırım yapacak olan kişiler ve firmalar, projelerin potansiyel risklerini ve getirilerini belirlemekte karar destek araçlarından yararlanmaktadır. Enerji projesi analizi ve karar destek araçları, yenilenebilir enerji kaynaklarını da içine alarak, enerji sektöründe sürdürülebilirliği arttırmak için önemli bir araç haline gelmiştir. Bu araçlar,

yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelini ve etkililiğini analiz ederek, yatırımcıların bu kaynaklara yatırım yaparken karşılaşacakları riskleri azaltmalarına yardımcı olur. Ayrıca, enerji projesi analizi ve karar destek araçları, yenilenebilir enerji kaynaklarının, geleneksel enerji kaynaklarına göre daha fazla fayda sağlamasını ve uzun vadede daha sürdürülebilir olmasını sağlar. Enerji projesi analizi ve karar destek araçları, teknik analizlere dayalı olarak çalışır. Bu analizler, projenin tüm teknik yönlerini, tesisin kapasitesini, işletme maliyetlerini ve enerji verimliliğini belirlemek için kullanılır. Teknik analizler, yatırımcılara projelerin potansiyel getirilerini belirlemelerine olanak tanır ve riskleri azaltmak için gereken bilgileri sağlar. Enerji projesi analizi ve karar destek araçları, yenilenebilir enerji kaynaklarının da dahil olduğu enerji sektöründeki sürdürülebilirliği artırmak için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu araçlar, yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelini ve etkililiğini analiz ederek, yatırımcıların bu kaynaklara yatırım yaparken karşılaşacakları riskleri azaltmalarına yardımcı olur. Ayrıca, enerji projesi analizi ve karar destek araçları, yenilenebilir enerji kaynaklarının, geleneksel enerji kaynaklarına göre daha fazla fayda sağlamasını ve uzun vadede daha sürdürülebilir olmasını sağlar. Bu araçlar, dünya genelinde enerji sektöründe kullanılmaktadır. Özellikle, gelişmekte olan ülkeler, enerji altyapılarını genişletirken, sürdürülebilir enerji kaynaklarını kullanarak karbon ayak izlerini azaltmaya çalışmaktadır. Enerji projesi analizi ve karar destek araçları, bu ülkelerde de yaygın olarak kullanılmakta ve bu ülkelerin sürdürülebilir enerji kaynaklarını kullanarak ekonomilerini ve toplumlarını ileriye taşımalarına yardımcı olmaktadır. Sonuç olarak, enerji sektöründe yatırım yapacak olan kişilerin ve firmaların, enerji projesi analizi ve karar destek araçlarından yararlanarak en doğru yatırım kararlarını almaları önerilmektedir. Bu araçlar, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırarak, enerji sektöründe sürdürülebilirliği artırmayı hedeflemektedir. Bu araçların kullanımı, küresel ölçekte ekonomik ve çevresel faydalar sağlayarak, dünya genelinde sürdürülebilir bir enerji geleceği için önemli bir adım olarak görülmektedir.

Çalışma Kapsamında İncelenen Programlar Hakkında Bilgilendirme ve Karşılaştırmalar

Çalışma kapsamında incelenen optimizasyon ve analiz programları, enerji şebekelerinin tasarımı ve optimizasyonunda çeşitli analizler, simülasyonlar ve hesaplamalar yapabilme özelliklerine sahip yazılımlardır. Her bir programın özellikleri, enerji projelerindeki farklı ihtiyaçlara cevap verebilen benzersiz özelliklere sahiptir. Makalede, bu programların kullanım alanları ayrıntılı olarak açıklanmış ve her bir programın örnek kullanım senaryoları verilmiştir. Ayrıca, enerji projeleriyle ilgili akademik çalışmalar incelenerek bu programlar arasındaki farklılıklar ve karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu kapsamlı inceleme, enerji şebekelerinin tasarımı ve optimizasyonu için kullanılan yazılımların geniş bir yelpazesini kapsamaktadır ve okuyuculara bu programlar arasında doğru seçimi yapmalarına yardımcı olacak kapsamlı bir kaynak sunmaktadır. Makalede, enerji projelerinde kullanılan 20 farklı program detaylı olarak incelenmiştir. Bu programlar arasında BLUESOL, Energycap, Energyplan, EnergyPlus, energyPRO, HelioScope, Homer Pro, Hybrid2, OpenStudio, MATPOWER, Polysun, PVGIS, Pvsyst, Retscreen, SAM, TRNSYS, T*Sol, WASP ve WEAP yer almaktadır. Bu programlar genel enerji yönetimi, özel olarak güneş, rüzgâr, hidroenerji, biyoenerji, bina, iklimlendirme gibi çeşitli ihtiyaç alanlarından birine, birkaçına veya bunların bazılarından oluşan hibrit

sistemlerin analizlerini sağlamaktadırlar. Bu analizler için Çizelge 1 üzerinde program hakkındaki genel bilgiler ve tanımlar yer almaktadır.

Çizelge 1. Çalışma Kapsamında İncelenen Programlar

Program Adı	Açıklama
Bluesol	Bluesol yazılım modeli fotovoltaik (PV) sistemlerin fizibilite çalışmalarını tasarlamaya yardımcı olan bir programdır. [1]
Energycap	Energycap, tüketimi yönetmek, karbon ayak izlerini azaltmak ve tasarruf sağlamak için tüm enerji veri noktalarında tam kontrol ve anlayışla enerji, sürdürülebilirlik için yazılımdır. [2]
Energyplan	Energyplan, ulusal enerji sistemlerinin işleyişini, elektrik, ısıtma, soğutma, sanayi ve ulaşım sektörlerini kapsayacak şekilde saatlik olarak simüle eden bir sistemdir. [3]
Energyplus	Energyplus, mühendisler, mimarlar ve araştırmacılar tarafından kullanılan bütünsel bir bina enerji simülasyon programıdır.[4]
EnergyPRO	Energypro, elektrik ve termal enerjinin bir arada sağlandığı karmaşık enerji projelerinin modellemesi ve analizi için bir yazılımdır. [5]
Helioscope	Helioscope, otopark alanında optimum yatırım ve amortisman ile maksimum verim sağlamayı amaçlayan bir yazılımdır. [6]
Homer	Hem dağıtık nesillerden bağımsız mikro şebekelere kadar hem de büyük ölçekli sistemlerde hibrit enerji sistemlerinizin değerini optimize edebilen yazılımdır. [7]
Hybrid2	Hybrid2 yazılım paketi, çok çeşitli hibrit güç sistemlerinde ayrıntılı uzun vadeli performans ve ekonomik analizler gerçekleştirmek için kullanıcı dostu bir araçtır.[8]
LEAP	Leap (uzun menzilli enerji alternatifleri planlaması), Stockholm çevre enstitüsü tarafından geliştirilen, bir ekonominin tüm sektörlerinde enerji tüketimini, üretimi ve kaynak çıkarımını izlemek için kullanılabilen entegre bir modelleme aracıdır. [9]
Matpower	Matpower, araştırmacılar ve eğitmenler için kullanımı kolay ve değiştirilebilir bir simülasyon aracı olarak tasarlanmıştır. [10]
OpenStudio	Openstudio, energyplus ve radiance gibi yazılım araçlarını kullanarak tüm bina enerji modellemesini ve gelişmiş gün ışığı analizlerini yapmak için platformlar arası bir (Windows, Mac ve Linux) yazılım araçları koleksiyonudur. [11]
Polysun	Polysun, binalar ve bölgeler için bütünsel enerji sistemlerinin simülasyon tabanlı planlama, tasarım ve optimizasyonuna yönelik yazılımdır. [12]
PVGIS	Pvgis, Asya ve Amerika'nın büyük bir bölümünün yanı sıra Avrupa ve Afrika'daki herhangi bir konum için güneş radyasyonu ve PV sistem performansı hakkında bilgi sağlar. [13]
Pvsyst	Pvsyst, şebekeye bağlı veya şebekeden bağımsız PV sistemleri, PV sulama sistemleri ve dc şebekeleri gibi PV sistemleri tasarlamak ve analiz etmek için Cenevre Üniversitesi, İsviçre tarafından geliştirilmiş bir simülasyon programıdır. [14]

Retscreen	Retscreen, tesis analizi yazılımıdır; endüstriyel ve enerji üretimi türleri için kapsamlı analiz sunar. [15]
SAM	Sistem danışmanı modeli (sam), yenilenebilir enerji endüstrisindeki insanların karar vermesini kolaylaştıran ücretsiz bir tekno-ekonomik yazılım modelidir. [16]
T*Sol	Valentin software tarafından geliştirilen T*sol yazılımı, 1993'ten beri bir simülasyon programıdır ve bir güneş enerjisi sisteminin verimliliğini bir yıllık döngü boyunca dinamik ve doğru bir şekilde hesaplamayı sağlar.[17]
Trnsys	Trnsys, yenilenebilir enerji mühendisliği ve pasif ve aktif güneş tasarımı için kullanılan bir simülasyon programıdır. [18]
Wasp	Wasp yazılım paketi, rüzgar türbinleri ve rüzgar çiftlikleri için rüzgar kaynağı değerlendirmesi, konumlandırma ve enerji verimi hesaplaması için endüstri standardıdır. Wasp yazılım paketi, tüm dünyada her türlü arazide bulunan siteler için kullanılır. [19]
WindPRO	Windpro, rüzgar çiftliği projelerinin tasarımı ve planlanması için endüstri lideri bir yazılım paketidir.[20]

Bu çalışmada, enerji projelerinde kullanılan 20 farklı program belirli başlıklar altında incelenmiştir. Çizelge 2 üzerinde, her bir programın program adı, üretici/ülke, erişilebilirlik, gereksinimler, demo mevcudiyeti, ücret, kullanıcı sayısı, güncel sürüm ve Türkçe dil desteği gibi bilgileri içeren bir tablo bulunmaktadır.

Çizelge 2. Çalışma Kapsamında İncelenen Programların Karşılaştırılması

Programlar	Üretici/Ülke	Erişilebilirlik	Gereksinimler	Demo	Ücret	Kullanıcı Sayısı	Güncel Sürüm	Dil Desteği
BLUESOL	Cadware - Macaristan	Deneme sürümü, normal sürümle aynı özelliklere sahiptir vardır.	Windows 7, 8, 8.1, 10, MAC OS X	Mevcut	Ücretsiz	Bilinmiyor	X	4 dil - İngilizce
Energycap	EnergyCAP, Inc. - ABD	Demo talebi gerektirir	Cloud, Windows, Mac, iPhone, iPad and Android.	Bulunamadı	$3.17 / ay	10 bin +	X	Bilinmiyor
Energyplan	Sustainable Energy Planning Research group, Aalborg University - Danimarka	Ad ve e-postanızı kaydettirme ve bir e-postanın onayı gerektirir.	Windows XP,Vista, 7, 8,10.	Mevcut	Ücretsiz	1 bin +	2022	İngizlice
Energyplus	U.S. Department of Energy's - ABD	BSD tarzı bir lisans koşulları altında dağıtılır.	Windows 10 11 Ubuntu 18.04, 20.04, 22.04 MacOS 10.15, 11.6, 12.1	Mevcut	Ücretsiz	Bilinmiyor	2023	İngizlice
energyPRO	EnergySoft - ABD	Ücretsiz	64-bit Windows (Windows 10 veya 11)	Mevcut	Ücretsiz	18 bin+	2023	İngizlice
HelioScope	Aurora Inc. - ABD	14 gün ücretsiz demo	Windows 10,11	Mevcut	159$/ay	Bilinmiyor	X	İngizlice
Homer Pro	Homer Software - ABD	21 gün ücretsiz demo	Windows 7, Windows 8 Windows 10.	Mevcut	249.00 $/ay	250 bin +	2021	İngizlice
Hybrid2	University of Massachusetts – UMass -ABD	Kayıt gerektirir	Windows 7, Windows 8 Windows 10.	Mevcut	Ücretsiz	Bilinmiyor	X	İngizlice

OpenStudio	NREL, ANL, LBNL, ORNL, ve PNNL. - ABD	Ücretsiz	64-bit Windows 10, OS X 10.14 ve 10.15, Ubuntu 18.04 ve 20.04.	Mevcut	Ücretsiz	Bilinmiyor	2023	İngizlice
MATPOWER	CEEHRS - ABD	Matpower'daki eli BSD lisansı3 altında dağıtılmaktadır.	Linux (32-bit), Mac OS X (PPC, Intel 32-bit) ve Windows (32-bit)	Mevcut	Ücretsiz	40 bin+	2022	İngizlice
Polysun	Vela Solaris - İsviçre	30 gün ücretsiz demo	Bilinmiyor	Mevcut	Ücretsiz	1 bin + şirket	X	İngizlice
PVGIS	Europe Comission - AB	Online erişim	Bilinmiyor	Bilinmiyor	Bilinmiyor	Bilinmiyor	2022	5 dil - İngilizce
Pvsyst	İsviçre	Bilgisayar başına bir lisans gereklidir.	Windows 8, 10, 11	Mevcut	666 $/yıl	Bilinmiyor	2022	10 Dil - Türkçe Destek Var
Retscreen	Minister of Natural Resources - Canada	On (10) bilgisayara kadar lisans ücretsiz	Windows 7, 8, 10, 12	Mevcut	869 $/yıl	575 bin +	2022	36 Dil - Türkçe Destek Var
SAM	NREL - ABD	Kayıt gerektirir	Windows 11/10/8, MacOS 10.15 or later, or Linux	Mevcut	Ücretsiz	35 bin+	2022	İngizlice
TRNSYS	Thermal Energy System Specialist - USA	Demo talebi gerektirir.	Windows 7, 8, 10, 12	Mevcut	€1.125,00	Bilinmiyor	2023	İngizlice
T*Sol	Valentin Software - Almanya	30 gün ücretsiz	Windows 8.1,10	Mevcut	895 €	Bilinmiyor	2022	İngizlice
WASP	DTU Wind and Energy Systems - Danimarka	WAsP Suite yükleyici, yazılımın herhangi bir alt kümesinin yüklenmesini sağlar	Windows 10 veya üstü	Mevcut	680 €	Bilinmiyor	2023	İngizlice
WEAP	Stockholm Environment Institute - İsveç	Kayıt gerektirir, 2 yıl Öğrenci lisansı sağlanır.	Windows XP, Vista, 7, 8, 10	Mevcut	300$	Bilinmiyor	X	İngizlice

WindPro	EMD - Danimarka	Kayıt gerektirir.	Windows 7, 8, 10	Mevcut	1400 € / kullanıcı	2,5bin+ lisanslı şirket	X	7 dil - İngizlice

Çizelge 2'ye göre, her bir programın belirli özelliklerini göstermektedir. "Erişilebilirlik" sütunu, programın çevrimiçi mi yoksa yerel indirme mi olduğunu belirtir. "Gereksinimler" sütunu, programın hangi sistem gereksinimlerine ihtiyaç duyduğunu açıklar. "Demo" sütunu, programın kullanıcılar tarafından denenebileceği bir demo sürümünün olup olmadığını gösterir. "Ücret" sütunu, programın ücretsiz mi yoksa ücretli mi olduğunu belirtir. "Kullanıcı Sayısı" sütunu, programı kullanan kullanıcıların sayısını yansıtır. "Güncel Sürüm" sütunu, programın en son sürümünü gösterir. Son olarak, "Dil Desteği (Türkçe)" sütunu, programın Türkçe dil desteği olup olmadığını İngilizce desteğini veya desteklenen dil sayısını ifade eder. Bu tablo, okuyuculara her bir programın temel özelliklerini ve kullanılabilirlik durumlarını göstermektedir. Böylece, kullanıcılar programları karşılaştırabilir ve ihtiyaçlarına en uygun programı seçebilirler. Bu çalışmada ayrıca, enerji projelerinde kullanılan 20 farklı programı enerji türlerine göre kategorilere ayırarak incelenmektedir. Bu kategoriler, hedef kitlenin ihtiyaçlarına ve enerji projelerindeki önceliklere dayanmaktadır. Programları kategorilere ayırarak yapılan incelemeye göre;

Hedef Kitle: Yöneticiler ve Karar Vericiler için: Energycap, Retscreen, WEAP gibi programlar, enerji portföyü yönetimi, maliyet analizi ve risk yönetimi gibi konulara odaklanarak, yöneticilere stratejik kararlar almada yardımcı olur. Energyplan, Hybrid2, Polysun gibi programlar, enerji senaryolarının analizi, sistem boyutlandırma ve konum optimizasyonu gibi teknik konulara odaklanarak, planlamacılar ve mühendislerin projeleri tasarlama ve optimize etme sürecine destek sağlar.

Enerji türleri, Fotovoltaik Enerji: BLUESOL, HelioScope, PVGIS, Pvsyst gibi programlar, güneş enerjisi projeleri için tasarlanmış olup, modül performansı, güneş ışınımı analizi ve enerji üretimi tahmini gibi özellikleri içerir. Rüzgar Enerjisi; Homer Pro, Hybrid2, WASP gibi programlar, rüzgar enerjisi projelerinin analizi ve optimizasyonu için kullanılır. Rüzgar hızı dağılımı, türbin performansı ve enerji üretimi tahmini gibi özellikleri bulunur. Hibrit Enerji; Homer Pro, Hybrid2 gibi programlar, güneş, rüzgar, hidroelektrik gibi farklı enerji kaynaklarının entegrasyonunu destekleyerek, hibrit enerji sistemlerinin tasarımını ve performans analizini yapar.

Maliyet Analizi ve Risk Yönetimi: Energycap, Retscreen gibi programlar, enerji projelerinin maliyet analizini yaparak, yatırım getirisi, enerji verimliliği ve finansal riskleri değerlendirir.

Konum Optimizasyonu ve Sistem Boyutlandırma: Energyplan, HelioScope, Hybrid2 gibi programlar, enerji projelerinin konum optimizasyonu ve sistem boyutlandırmasını yaparak, en verimli ve uygun çözümleri belirlemeye yardımcı olur.

Performans Tahmini ve Emisyon Tahmini: EnergyPlus, SAM gibi programlar, binaların enerji performansını simüle ederek, enerji tüketimi ve emisyon tahminlerini yapar.

Bu çalışmada incelenen programlar çeşitli hedef kitlelere yönelik farklı ihtiyaçları karşılayan özelliklere sahiptir. Programlar, enerji türlerine, maliyet analizi, risk yönetimi, konum optimizasyonu, sistem boyutlandırma, performans tahmini, emisyon tahmini, modelleme ve simülasyon gibi farklı kategorilere ayrılmıştır. Her bir program, enerji projelerinin belirli ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanmıştır. Bu özet, okuyuculara bu programların temel

özelliklerini ve hangi kategorilerde kullanıldığını anlatarak, enerji projeleri için doğru program seçimi konusunda rehberlik sağlamaktadır. Bu incelemelere Çizelge 3'de yer verilmiştir.

Çizelge 3. Çalışma Kapsamında İncelenen Programların Özellik İncelemesi

Programlar	**Hedef Kitle**	**Kategori**	**Enerji Türleri**	**Maliyet Analizi**	**Risk Yönetimi**	**Konum Optimizasyon**	**Sistem Boyutlandırma**	**Performans Tahmini**	**Emisyon Tahmini**	**Modelleme /Simülasyon**
BLUESOL	Güneş Enerjisi Analizine İhtiyaç Duyan Firmalar, Kuruluşlar ve Kişiler.	Güneş	Güneş	✓	X	✓	X	X	X	✓
Energycap	Enerji sektöründe faaliyet gösteren profesyoneller, araştırmacılar, enerji şirketleri, mühendisler, enerji danışmanları, akademisyenler	Genel Enerji Yönetimi	Güneş, Doğalgaz	✓	X	X	X	✓	✓	X
Energyplan	Enerji sektöründe faaliyet gösteren profesyoneller, araştırmacılar, enerji şirketleri, mühendisler, enerji danışmanları, akademisyenler	Bina	Bina, Isıtma, Soğutma, Güneş, Rüzgar, Jeotermal	✓	X	✓	✓	✓	X	X

Energyplus	Mühendisler, mimarlar, araştırmacılar	Bina	Bina, İklimlendirme, Güneş	X	X	X	X	✓	X	✓
energyPRO	Enerji sektöründe faaliyet gösteren profesyoneller, araştırmacılar, enerji şirketleri, mühendisler, enerji danışmanları, akademisyenler	Hibrit Teknolojiler	Hibrit	✓	X	X	X	X	X	X
HelioScope	Güneş Enerjisi Analizine İhtiyaç Duyan Firmalar, Kuruluşlar ve Kişiler.	Güneş	Güneş, PV, Termal Güneş, Su Isıtma	✓	X	X	✓	✓	X	✓
Homer	Enerji sektöründe faaliyet gösteren profesyoneller, araştırmacılar, enerji şirketleri, mühendisler, enerji danışmanları, akademisyenler	Genel Enerji Yönetimi	Güneş,PV, Rüzgar, Hidroelektrik, Doğalgaz, Yakıt Hücresi, Jeotermal, Biyokütle, Hidrojen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Hybrid2	Rüzgar, Dizel veya Güneş Enerjisi ya da Hibrit Sistem Analizine İhtiyaç Duyan Firmalar, Kuruluşlar ve Kişiler.	Hibrit Teknolojiler	Sadece Rüzgar/Dizel/Güneş veya bunlardan oluşan hibrit sistemler	✓	X	✓	X	✓	X	X
OpenStudio	Enerji sektöründe faaliyet gösteren profesyoneller, araştırmacılar, enerji şirketleri, mühendisler, enerji danışmanları, akademisyenler	Genel Enerji Yönetimi	Bina, Hidro Sistemler, Hava Sistem Komponentleri, Soğutma, Günışığı	✓	X	X	X	✓	X	✓
MATPOWER	Enerji sektöründe faaliyet gösteren profesyoneller, araştırmacılar, enerji şirketleri, mühendisler, enerji danışmanları, akademisyenler	Genel Enerji Yönetimi	Güneş, Rüzgar, Hidroelektrik, Termik	X	X	X	X	✓	X	✓

Polysun	Güneş Enerjisi Analizine İhtiyaç Duyan Firmalar, Kuruluşlar ve Kişiler.	Güneş	Güneş	✓	X	✓	✓	✓	X	✓
PVGIS	Güneş Enerjisi Analizine İhtiyaç Duyan Firmalar, Kuruluşlar ve Kişiler.	Güneş	Güneş, PV, PV-T, Termal Güneş	✓	X	✓	X	✓	✓	✓
PVsyst	Enerji sektöründe faaliyet gösteren profesyoneller, araştırmacılar, enerji şirketleri, mühendisler, enerji danışmanları, akademisyenler	Genel Enerji Yönetimi	Güneş, PV, Rüzgar, Hidroelektrik, Doğalgaz, Jeotermal, Biyokütle, Deniz, Sıcak Su, Isıtma-Soğutma	✓	X	✓	✓	✓	X	X
Retscreen	Enerji sektöründe faaliyet gösteren profesyonelle, araştırmacılar, enerji şirketleri, mühendisler, enerji	Genel Enerji Yönetimi	Güneş, PV, Rüzgar, Hidroelektrik, Doğalgaz, Jeotermal, Biyokütle, Deniz Dalgası, Gel-git	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X

	danışmanları, akademisyenler									
SAM	Güneş Enerjisi Analizine İhtiyaç Duyan Firmalar, Kuruluşlar ve Kişiler.	Güneş	Güneş, PV, Rüzgar, Hidroelektrik, Biyokütle, Jeotermal, Hibrit	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T*Sol	Güneş Enerjisi Analizine İhtiyaç Duyan Firmalar, Kuruluşlar ve Kişiler.	Güneş	Güneş, PV, Güneş Kollektör, Güneş Termal	✓	X	✓	✓	✓	X	X
TRNSYS	Güneş Enerjisi Analizine İhtiyaç Duyan Firmalar, Kuruluşlar ve Kişiler.	Genel Enerji Yönetimi	Güneş, Rüzgar, Jeotermal, Hidroelektrik, Yakıt Hücresi, Hidrojen, Biyokütle, Biyogaz, Yakıt Yakma, Congeneration	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
WASP	Rüzgar Enerjisi Analizine İhtiyaç Duyan Firmalar, Kuruluşlar ve Kişiler.	Rüzgar	Rüzgar	✓	X	✓	X	✓	X	X
WEAP	Hidroenerji Analizine İhtiyaç Duyan Firmalar, Kuruluşlar ve Kişiler.	Hidroenerji	Hidroelektrik, Termal, Diğer Enerji Türlerini Hidroenerjiye Etkisi	X	X	✓	X	✓	X	X

WindPro	Türbin üreticileri, proje geliştiricileri, mühendislik firmaları, hizmet sağlayıcılar, planlama otoriteleri ve araştırma kurumları	Rüzgar	Rüzgar	✓	X	✓	✓	✓	X	✓

Enerji Analizi Araçları İncelemeleri ve Tanıtımı

1) **Bluesol:** Bluesol, fotovoltaik sistemlerin fizibilite çalışmalarına yardımcı olan bir yazılım modelidir. Bu program, Microsoft'un kullanıcı ara yüzünü kullanarak modellemeyi gerçekleştirir. Bu simülasyon programının özelliklerini aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür: Planlanan güneş enerjisi santralinin arazisi, harita üzerinde otomatik olarak seçilebilir. Seçilen arazi üzerinde kurulacak güneş enerjisi santralinin üç boyutlu (3D) yerleşim yeri görülebilir. Optimum alan doldurma parametresi kullanılarak alan kayıpları minimuma indirilebilir. Yazılım, santralin kurulum aşamasında invertörlerin, panellerin, pillerin ve bağlantı kablolarının otomatik olarak yerleştirilmesini sağlar. Bunlar sadece yazılımın temel özelliklerinden bazılarıdır. [2, 21]
2) **EnergyCAP:** EnergyCAP bir enerji yönetimi yazılımıdır. EnergyCAP, kuruluşların enerji verilerini toplamalarını, analiz etmelerini ve enerji kullanımını optimize etmelerini sağlayan kapsamlı bir yazılımdır. EnergyCAP, enerji faturalarının izlenmesi, enerji tüketimi verilerinin toplanması ve analizi, enerji maliyetlerinin yönetimi, enerji tasarrufu projelerinin değerlendirilmesi gibi birçok işlevi yerine getirmek için tasarlanmıştır. Kuruluşlar, EnergyCAP'i kullanarak enerji kullanımını takip edebilir, enerji tüketim verilerini analiz edebilir, enerji tasarrufu fırsatlarını belirleyebilir ve enerji maliyetlerini etkin bir şekilde yönetebilir. [22]
3) **EnergyPRO:** Akıllı Hibrit Sistem'in matematiksel modellenmesi için LP2 adında bir doğrusal programlama algoritması geliştirilmiştir. Bu algoritmanın sonuçları, mevcut bir enerji optimizasyon yazılımı olan EnergyPro ile karşılaştırılmıştır. [23]
4) **EnegyPlan:** EnergyPLAN, Delphi tabanlı bir girdi/çıktı simülasyon modeline sahip olan bir yazılımdır. Bu yazılım, ulusal enerji sisteminin tüm alanlarını, elektrik, ısıtma, soğutma, sanayi ve ulaşım gibi, saatlik olarak simüle edebilme yeteneğine sahiptir. EnergyPLAN modeli olarak adlandırılan bu yazılım, 1999 yılında Aalborg Üniversitesi Sürdürülebilir Enerji Planlama Araştırma Grubu tarafından oluşturulmuş ve o zamandan beri düzenli olarak farklı versiyonlarıyla geliştirilmektedir. EnergyPLAN, dünya genelinde birçok araştırmacı, danışman ve politika yapıcı tarafından kullanılmaktadır. Kullanıcı dostu arayüzü, birçok ülkede erişilebilir olması ve ücretsiz olması gibi nedenlerle dünya genelinde yaygın bir şekilde tercih edilen bir yazılımdır [22]. EnergyPlan, Windows tabanlı bir program olmanın yanı sıra belirleyici bir girdi/çıktı modelidir. Bu programda girişler, enerji üretimi için maliyet, farklı talepler, yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji istasyonu kapasitesi gibi parametreleri içerir. Çıkışlar ise enerji dengeleri, yıllık üretim, yakıt tüketimi, elektrik borsasından toplam maliyet sonuçları gibi parametreleri içermektedir **[**24].
5) **EnergyPlus:** EnergyPlus, mühendisler, mimarlar ve araştırmacıların binalardaki enerji tüketimini -ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve takılı ve süreç yükleri dahil- ve su kullanımını modellemek için kullandıkları bir bina enerji simülasyon programıdır [4]. İzmir ilinde, sıcak ve nemli iklim koşullarına sahip bir eğitim binası üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, farklı cam türlerinin ve farklı yönlere sahip pencere/duvar alanı oranlarının enerji tüketimine olan etkisi EnergyPlus enerji analiz programı kullanılarak karşılaştırılmıştır [25]. EnergyPlus, atriyum tipi binalardaki enerji tüketimini ve kullanıcı

konfor koşullarını belirlemek için kullanılan bir enerji simülasyon programıdır. Bu program, iç mekân verilerini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. [26]

6) **Helioscope:** HelioScope yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen iki simülasyon modeli ile bir çalışma yapılmıştır. İlk olarak, ağaç faktörü dikkate alınmadan ve herhangi bir gölgeleme durumu olmaksızın bir simülasyon gerçekleştirilmiş ve sonuçlar elde edilebilmiştir [27]. Ek olarak çatı üstü güneş PV sistemlerinin enerji üretimini, HelioScope yazılımı kullanarak modellemişler ve gerçek zamanlı izlenen verilerle modelin doğruluğunu incelenebilmektedir. [28]
7) **Homer:** HOMER (Hybrid Optimization Model for Electric Renewables) üretici kaynağına göre, Dünya genelinde 190'dan fazla ülkede 250.000'den fazla sistem tasarımcısı ve geliştiricisi tarafından kullanılmaktadır. Bu platform sayesinde, farklı hibrit enerji sistemlerinin tasarımı ve performans değerlendirmesi kolayca yapılabilmektedir. HOMER yazılımları, sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelik geçişin hızlandırılmasına katkı sağlamaktadır. HOMER, güneş enerjisi, rüzgar, piller, hidroelektrik, birleşik ısı ve güç, biyokütle gibi çeşitli dağıtılmış yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı enerji sistemleri için Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL) tarafından geliştirilen bir yazılımdır [7, 29]. Bu program, önerilen ve mevcut dağıtık enerji sistemlerinin karşılaştırmalı ekonomik analizini gerçekleştirir ve sistemleri Net Bugünkü Değerleri (NBD) temelinde sıralar [30]. Hibrit sistemler oluşturma ve bu sistemlerin performansını ile ekonomik etkinliğini değerlendirme imkânı sunar. Bu yazılım aracılığıyla, maliyet analizi ve çevresel performans ölçümleri yapılabilir. Örneğin, dizel, fotovoltaik-dizel, rüzgâr-dizel-pil, fotovoltaik-rüzgâr-dizel pil gibi çeşitli kombinasyonlardaki hibrit sistemler, maliyetler ve enerji verimliliği gibi faktörlere göre karşılaştırılabilir. Bu sayede, en uygun hibrit enerji sistemi seçilebilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş hızlandırılabilir [31]. HOMER programı, bu verileri NASA'nın (Yüzey Meteorolojisi ve Güneş Enerjisi) veri tabanından almaktadır [32]. HOMER programı kullanılarak, farklı güçlerde şebekeye bağlı ve bağımsız çatı tipi GES (Güneş Enerji Sistemleri) tasarımları geliştirilmiştir. Bu tasarımlar hem şebekeden enerji talep eden hem de kendi kendine yeten sistemler olarak değerlendirilebilir. HOMER programı, bu tasarımların performansını ölçerek, en uygun tasarım seçeneklerini belirlemede yardımcı olur. Bu sayede, daha sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelik geçiş sağlanabilir. [33]
8) **Hybrid2:** Hybrid2, çok çeşitli hibrit güç sistemlerini incelemek için tasarlanmıştır. Hibrit sistemler, üç tip elektrik yükü, farklı tiplerde çoklu rüzgar türbinleri, fotovoltaikler, çoklu dizel jeneratörler, pil depolama ve dört tip güç dönüştürme cihazı içerebilir. Energy Laboratory (NREL) ve Massachusetts Üniversitesi (UMass), Hybrid2 yazılımını geliştirmiştir. Hibrit2, hibrit güç sistemlerinin performansını ve maliyetini doğru bir şekilde tahmin etmek için zaman serisi kaynak ve yük bilgilerini, istatistiksel analizle ve hibrit sistem ekipmanı için üretici verilerini kullanan bir zaman serisi/olasılık modelidir. Hybrid2 aynı zamanda birçok farklı yenilenebilir ve yenilenemez güç sistemi tasarımının doğrudan karşılaştırılmasına izin veren kullanıcı dostu bir araçtır. [34]
9) **Matpower:** Matpower, başlangıçta Cornell Üniversitesi'ndeki PSerc1'in yönetimi altında Ray D. Zimmerman, Carlos E. Murillo Sanchez ve Deqiang Gan tarafından Robert J. Thomas'ın yönlendirmesiyle geliştirilmiştir. Matlab tabanlı güç akışı ve optimal güç akışı

koduna olan ilk ihtiyaç, PowerWeb projesinin hesaplama gereksinimlerinden doğmuştur. Yıllar içinde birçok kişi Matpower'a katkıda bulunmuş ve Ray Zimmerman'ın yönlendirmesi altında geliştirilmeye ve bakımına devam etmektedir. [35, 36]

10) **OpenStudio:** OpenStudio, EnergyPlus ve Radiance kullanarak bütün bina enerji modellemesini ve gelişmiş gün ışığı analizini desteklemek için Windows, Mac ve Linux işletim sistemleri üzerinde çalışabilen bir yazılım araçları koleksiyonudur. [11, 37]
11) **Polysun:** POLYSUN adlı dinamik simülasyon programı kullanılarak yapılan villa ısıtma sistemi modellemesinde, 148,5 m² alanlı bir villanın farklı değişken parametrelerle 30 farklı model sistemi oluşturulmuştur. Bu değişken parametreler arasında ısı pompası kapasitesi ve güneş kollektörü sayısı gibi faktörler yer almaktadır. Simülasyon süreci boyunca, değişken parametrelerin sistem elektrik tüketimi, ısıtma tesir katsayısı ve performans faktörü üzerindeki etkileri grafiksel olarak elde edilmiştir. Bu grafikler sayesinde, her bir değişken parametrenin sistemin performansına nasıl etki ettiği ve enerji tüketimi üzerindeki etkileri görselleştirilmiştir [38]. Polysun yazılımı, yenilenebilir enerji alanında sistem tasarımı, enerji analizi ve hesaplamaları için kullanıcılarına doğru ve güncel hava durumu verileri ile kapsamlı bileşen veri tabanlarıyla birlikte önemli bir seçenek sunmaktadır. Bu uygulama, kullanıcıların istedikleri enlem ve boylam parametreleri, güneş panellerinin nominal gücü, toplam kapasiteler ve montaj bilgileri (montaj eğimi, yatay azimut açısı) gibi parametreleri belirleyerek güneş enerjisi sisteminin aylık ve yıllık enerji üretimini hesaplamaktadır [39]. Polysun simülasyon programının kullanıldığı bir simülasyon ortamında iklim verileri, yük talepleri ve temel sistem bileşenlerinin simülasyonu gerçekleştirilebilmektedir. Isparta ilinde kurulu 1 MW gücünde bir Güneş Enerjisi Santrali (GES) için gerçek üretim değerleri ile Polysun veri tabanlarından elde edilen üretim değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda, gerçek üretim değerleri ile simülasyon değerleri arasındaki sapma -%3,6 olarak hesaplanmıştır. [33,40]
12) **PVGIS:** Yapılan çalışmada [31], Bursa ve Karaman illerinin güneş enerjisi potansiyelleri, sıcaklık ve bağıl nem değerleri dikkate alınarak PVGIS programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analiz, Marmara Bölgesi'nde bulunan Bursa ile İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Karaman ilinin güneş panellerinin kullanılabilirliği açısından karşılaştırılmasını sağlanabilmektedir. Böylece, hangi ilde güneş panellerinin daha verimli bir şekilde kurulabileceği konusunda kapsamlı bir analiz yapılabilmektedir [31, 40]
13) **Pvsyst:** PVsyst programı, güneş panellerinin veya fotovoltaik (PV) modüllerinin yerleştirileceği alanın büyüklüğüne ve gücüne bağlı olarak sistem tasarımı yapmak için kullanılan bir yazılımdır. Bu program, planlanan güç veya mevcut alanda yerleştirilebilecek PV modüllerinin hesaplanmasını sağlar. Kullanıcılar, PVsyst yazılımını kullanarak en verimli sistem tasarımlarını oluşturabilir ve enerji üretimini artırabilirler. Bu program, güneş enerjisi sistemleri tasarlamak için kullanılabilir. Sistemin tasarımı ve boyutlandırması, önceden belirlenmiş enerji tüketimi ve kullanım senaryolarına göre yapılır. Gölgeleme analizi ve sahne simülasyonu, panellerin ve modüllerin yerleşimini ve performansını etkileyen faktörleri dikkate alır. Grid bağlantısı ve depolama seçenekleri, enerji yönetimi ve dağıtımını sağlar. Meteo veritabanları, güneş enerjisi potansiyelini tahmin etmek için kullanılır. Bifacial optimizasyonu, panellerin her iki yüzünden de enerji toplamasını sağlar. Ekonomik değerlendirme yapılırken, toplama süreci de dikkate alınır.

Bağımsız sistemler, şebeke bağlantısı olmayan bölgelerde kullanılabilir ve pompalama bileşenleri, su kaynaklarının yönetimi için kullanılabilmektedir [14,41]. PVsyst programı ile fotovoltaik güneş enerjisi sistemlerin tasarımı ve analizi yapılabilmektedir. Bu program ile farklı türlerdeki güneş enerjisi sistemi tasarlanabilmektedir. PVsyst programı, Cenevre Üniversitesi tarafından geliştirilmiş bir yazılımdır. Bu program sayesinde, şebekeye bağlı, şebekeden bağımsız, pompa ve DC üretim sistemleri için ayrı ayrı tasarımlar yapılabilmektedir. PVsyst, güneş enerjisi sektöründe yaygın olarak kullanılan bir araçtır ve farklı enerji sistemleri için detaylı tasarım ve analiz imkanı sağlar. Programın kullanıcı dostu arayüzü ve kapsamlı özellikleri, kullanıcıların çeşitli projelerin gereksinimlerine uygun sistemleri tasarlamasına olanak tanır. [42,43]

14) **Retscreen:** "RETScreen", Kanada hükümeti CANMET Enerji Araştırma Laboratuvarı tarafından desteklenen ve endüstri ve akademiden birçok uzmanın katkısıyla geliştirilen bir temiz enerji proje analiz yazılımıdır. Bu güçlü araç, temiz enerji projelerinin finansal sürdürülebilirliğini ve çevresel etkilerini değerlendirmek için kapsamlı bir destek sağlar ve işletmelerin ve kuruluşların enerji yatırımlarıyla ilgili daha bilinçli kararlar vermelerini sağlar. RETScreen, farklı temiz enerji projelerinin (güneş, rüzgar, hidroelektrik, biyokütle vb.) analizini yapabilme yeteneğiyle kullanıcılara geniş bir perspektif sunar. Yazılım, projenin ekonomik ve finansal performansını değerlendirirken enerji üretim potansiyelini, maliyetleri ve getiriyi dikkate alır. Ayrıca, projenin çevresel etkilerini de değerlendirerek sürdürülebilirlik açısından önemli bilgiler sunar [44]. Retscreen programının kullanıcı sayısı 575000'e ulaşmıştır, bu da programın geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından benimsendiğini göstermektedir [45]. Yazılım, enerji projelerinin performansını değerlendirmek için kullanılabilir. Yeni ve modernize edilen projelerin yanı sıra enerji projelerinin uygunluk çalışmaları, mevcut projelerin izlenmesi ve değerlendirilmesi gibi birçok farklı alanda kullanılabilir [46]. RETScreen International, CanmetEnerji Çeşitlendirme Araştırma Laboratuvarı (CEDRL) tarafından Natural Resources Canada iş birliğiyle geliştirilmiştir. Bu program, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği konularında çeşitli kurumlar ve kuruluşlarla iş birliği yaparak geliştirilmiştir. Bu ortaklar arasında Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA), Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Küresel Çevre Tesisi (GEF) gibi uluslararası kuruluşlar da yer almaktadır. RETScreen Suite, temiz enerji projelerinin ve enerji verimliliği iyileştirmelerinin modellemesi ve analizi için kullanıcılara kapsamlı bir yazılım aracı sağlamaktadır. Bugüne kadar RETScreen, 222 ülkede 420.000'den fazla kullanıcıya hizmet veren köklü bir kuruluştur. 35 farklı dilde mevcut olan yazılımı sayesinde, dünya çapında birçok kullanıcı tarafından kullanılmaktadır. RETScreen'in etkisi oldukça büyük. Tahmini olarak, kullanıcıların enerji tasarrufu sağlaması sayesinde RETScreen doğrudan 8 milyar dolarlık enerji tasarrufu sağlandığı tahmin edilmektedir. Ayrıca, yazılımın kullanımı dolaylı olarak yılda 20 milyon ton sera gazı emisyonu azaltımına katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle RETScreen, temiz enerji ve enerji verimliliği konularında önemli bir rol oynamaktadır [47]. Retscreen programının çalışabilmesi için gerekli olan sistem gereksinimleri, bilgisayarınızda bulunan işletim sistemi ve .NET Framework sürümüdür. Bu gereksinimler, Microsoft® Windows 8.1, Windows 10 veya Windows 11 işletim sistemlerinden birine sahip olmanız ve bilgisayarınızda yüklü olan Microsoft .NET Framework 4.8 veya daha yeni bir sürümüne

sahip olmanızı gerektirir. Bu gereksinimleri karşılayan bir bilgisayar ile Retscreen programı kullanabilmektedir [48]. KHES projelerinin ön-fizibilite çalışmalarında RETScreen yazılımının kullanılması, zaman ve dolayısıyla para tasarrufu sağlayabileceği düşünülmektedir [49]. RETScreen, farklı temiz enerji projelerinin (güneş, rüzgar, hidroelektrik, biyokütle vb.) analizini yapabilme yeteneğiyle kullanıcılara geniş bir perspektif sunar. Yazılım, projenin ekonomik ve finansal performansını değerlendirirken enerji üretim potansiyelini, maliyetleri ve getiriyi dikkate alır. Ayrıca, projenin çevresel etkilerini de değerlendirerek sürdürülebilirlik açısından önemli bilgiler sunar. RETScreen'ın kullanıcı dostu arayüzü, veri tabanları, istatistiksel analiz araçları ve özelleştirilebilir raporlama seçenekleri gibi özellikler, kullanıcıların temiz enerji projelerini ayrıntılı bir şekilde analiz etmelerini sağlar. Yazılım, güneş haritalama, rüzgar analizi, enerji verimliliği önlemleri ve karbon ayak izi hesaplamaları gibi birçok farklı modülü içerir. [50]

15) **SAM:** System Advisor Model (SAM), teknik ve ekonomik analizlerin yapıldığı bir yazılım aracı olarak kullanılmıştır. Bu program sayesinde enerji sistemlerinin performansı, enerji üretim potansiyeli, maliyet analizi ve getiri hesaplamaları gibi konular detaylı bir şekilde incenebilmektedir [51]. Örnek tasarım bilgileri öncelikli olarak İzmir için belirlenmiş ve daha sonra diğer beş noktaya uygulanmıştır. İklim veri seti dışındaki tüm değerler, her nokta için aynı şekilde alınmıştır. Türkiye'deki altı farklı il için kurulabilecek PV santrallerine yönelik tekno-ekonomik analiz, SAM adlı bir ön değerlendirme yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. SAM, kolay kullanılabilen, hızlı ve ücretsiz olarak dağıtılan bir yazılımdır ve fizibilite analizi için etkili bir araç olarak değerlendirilmektedir. SAM, diğer yazılımlarla karşılaştırıldığında görece kolay bir kullanıma sahiptir, ancak sonuçların doğru bir şekilde analiz edilebilmesi için kullanıcı tarafından girilen verilere dikkat etmek önemlidir. Analiz sürecinde kullanılan iklim verileri dikkate alınarak, farklı bölgelerde kurulabilecek PV santrallerinin teknik ve ekonomik performansı değerlendirilmiştir. [52]

16) **T*Sol:** TSOL adlı yazılım, termal güneş sistemlerinin verimini hesaplamak için kullanılan bir simülasyon programıdır. Bu program, kullanım suyu ısıtması, ısıtma desteği, yüzme havuzları veya proses ısısı gibi farklı kullanım senaryoları için tasarlanmıştır. TSOL, planlanan güneş enerjisi sisteminin boyutlandırma depolamasını ve kollektör dizilerini (ayrıca doğu / batı çatıları) en uygun şekilde tasarlamak için kullanılır ve ekonomik verimliliği belirleyebilir. Konutların ısıtılması için güneş enerjisi destekli ısıtma sisteminin kurulumu ve bu sistemin konvensiyonel ısıtma yöntemleriyle karşılaştırılmasının simülasyonunu yapmak için T*SOL Pro 4.4 programı kullanılabilir [18, 53]. T*SOL programı ile düzlemsel veya vakum tüplü kolektör tipleri kullanılarak güneş enerjili ısıtma sistemlerinin tasarlanması ve matematiksel modellenmesi sağlamaktadır. T*SOL Pro 4.5 programı kullanılarak, konutun ısıtma ihtiyacını karşılamak için gereken güneş kolektörü sayısı belirlenebilir. Ayrıca, bu sistemlerin enerji ve ekserji analizleri ile ekonomik analizleri de gerçekleştirilebilir. T*SOL programları, güneş enerjisiyle çalışan su ısıtma sistemlerinin simülasyonunu yapmak için kullanılmıştır. [54,55,56]

17) **TRNSYS:** Ankara ilinin iklim verileri kullanılarak şebekeden bağımsız bir PV sistemi modellemek için TRNSYS programı kullanılmıştır. Çalışmada, sistemin matematiksel modeli oluşturulmuş ve değişkenlerin programla nasıl entegre edildiği ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Modüllerin çalışma prensipleri hakkında kapsamlı bir bilgi sunulmuştur.

TRNSYS programı, görsel modelleme imkanı sunan ve yaygın olarak kullanılan bir yazılımdır. Bu program, yenilenebilir enerji konularında kullanıcılara esnek tasarım özellikleri sunar. Ankara ilinin iklim verileri kullanılarak oluşturulan PV sistemi modeli, TRNSYS programında detaylı bir şekilde simüle edilmiştir. Bu sayede sistem performansı, enerji üretimi ve diğer önemli parametreler analiz edilebilmiştir. TRNSYS programı, yenilenebilir enerji sistemlerinin tasarımı ve optimizasyonunda etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. [57]

18) **WASP:** WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program) yazılımı, Danimarka Meteoroloji Teşkilatı'nın Riso Meteoroloji Laboratuvarı'nda geliştirilmiş bir yazılımdır. Amacı, rüzgar atlası istatistiklerini elde etmektir. Bu yazılım, Türkiye ve Avrupa Rüzgar Atlası'nın (European Wind Atlas) oluşturulmasında kullanılmış ve günümüzde rüzgar enerjisiyle ilgili birçok çalışmada hala aktif olarak kullanılmaktadır. WAsP yazılımı, veri analizlerini, rüzgar hızı verilerinin 2 parametreli Weibull dağılımına uygun olduğunu varsayarak gerçekleştirmektedir. Bu yazılım, saatlik rüzgar verileri, bölge pürüzlülük bilgileri, yakın çevredeki engel bilgileri ve bölgenin topografyası gibi dört farklı girdi bilgisini kendi alt modellerinde değerlendirerek bölgesel rüzgar atlası istatistiklerini hesaplamaktadır [58]. Günümüzde, santral kurulumu için önerilen araziye ait yüzey pürüzlülük parametreleri ve pürüzlülük haritaları, WAsP yazılımı veya bilgisayar tabanlı analizlerde yer alan gözlemler doğrultusunda yaklaşık olarak çizilebilir. Ayrıca, saha gözlemleriyle elde edilen veriler de kullanılarak bu bilgiler belirlenebilir [59]. Türkiye'nin ilgili bölgesinde Açık Deniz Rüzgâr Santrali (ADRS) kurulumu için en uygun lokasyonların tespiti büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, ilgili bölgede bulunan potansiyel lokasyonlar, ADRS kurulum kriterlerine uygun olarak belirlenmiştir. Ardından, bu lokasyonların meteorolojik verileri, Rüzgâr Atlası analiz/uygulama programı olan WaSP ile detaylı bir şekilde incelenmiştir. WaSP, rüzgâr enerjisi projeleri için kullanılan bir yazılımdır ve rüzgâr kaynaklarının potansiyelini değerlendirmek için geniş bir veri tabanına sahiptir. Türkiye'nin ilgili bölgesindeki ADRS lokasyonları için WaSP programı kullanılarak meteorolojik veriler analiz edilmiştir. Bu analizler, rüzgâr hızı, yönü, dalga hareketleri gibi önemli parametrelerin belirlenmesini sağlamıştır. [60]

19) **WEAP:** Tatlı su yönetimi zorlukları giderek yaygınlaşmaktadır. Sınırlı su kaynaklarının tarımsal, belediye ve çevresel kullanımlar arasında tahsisi artık arz, talep, su kalitesi ve ekolojik hususların tam entegrasyonunu gerektirmektedir. Su Değerlendirme ve Planlama sistemi veya WEAP, bu konuları entegre su kaynakları planlaması için pratik ama sağlam bir araca dahil etmeyi amaçlar. [19]

20) **WindPro:** Rüzgâr verilerinin analiz edilerek bir bölgenin rüzgâr karakteristiğinin belirlenmesi, enerji üretimi için rüzgâr enerjisi santrali analizi yapılması, uygun rüzgâr türbin tipinin seçimi ve rüzgâr türbinlerinin en iyi şekilde araziye yerleştirilmesi için yaygın olarak kullanılan bir program olan WindPRO yazılımıdır. Bu yazılım, rüzgâr enerjisi projelerinin tasarım ve optimizasyonunda önemli bir araç olarak kullanılır. Rüzgâr verileri kullanılarak yapılan analizler sayesinde, rüzgâr potansiyelinin değerlendirilmesi, enerji üretim potansiyelinin hesaplanması ve rüzgâr türbinlerinin performansının simülasyonu gibi önemli bilgiler elde edilebilir. WindPRO, sektörde güvenilir ve etkili bir yazılım olarak kabul edilir ve rüzgâr enerjisi projelerinin başarılı bir şekilde geliştirilmesine katkı sağlar

[61]. WindPro modellerinde, aynı girdi verileri ve önceden belirlenmiş parametre değerleri kullanılarak yıllık üretim hesaplamaları yapılmıştır. Bu çalışmada, küçük ölçekli rüzgar türbinlerine yönelik olarak, mühendislik danışmanlığı almadan en basit ve pratik şekilde yatırım yapmayı planlayan son kullanıcının, piyasada bulunan yazılımları kullanarak doğru sonuçlara ulaşıp ulaşamayacağını test etmek amaçlanmıştır. Bu nedenle, varsayılan parametre değerleri kullanılarak yapılan hesaplamalar, son kullanıcının elde edebileceği sonuçları değerlendirmek için bir temel oluşturmayı hedeflemiştir. Ancak, rüzgar enerjisi projelerinin daha karmaşık ve özelleştirilmiş analizler için genellikle mühendislik danışmanlığına ihtiyaç duyduğunu unutmamak önemlidir [62]. Geliştirilen yöntemde; bölgenin coğrafi yapısı, rüzgar enerjisi santrallerinde kullanılan türbin teknolojilerinin teknik özellikleri, elektrik şebekesi kriterleri ve ekonomik bağlantı kriterleri göz önünde bulundurulmuştur. Rüzgar enerjisi analizi için WindPRO adlı program kullanılmıştır, bu program bölgesel değişkenlerin belirlenmesinde önemli bir araçtır. WindPRO programından elde edilen veri seti, farklı kule yükseklikleri ve farklı kurulu güçlere sahip rüzgar türbinlerinin kurulum analizinde kullanılmıştır (örneğin 50 MW, 100 MW vb.). Ayrıca, yatırım maliyetleri ve enerji iletim sistemi entegrasyon maliyetleri, otobüs tabanlı kurulum maliyetinin belirlenmesinde dikkate alınmıştır. Bu şekilde, proje maliyetleri ve performansı hakkında kapsamlı bir değerlendirme yapılmıştır. [63]

SONUÇ

Bu çalışmada incelenen programlar, enerji şebekelerinin tasarımı ve optimizasyonunda geniş bir yelpazede analizler, simülasyonlar ve hesaplamalar yapabilme yeteneklerine sahiptir. Her bir program, enerji projelerinin farklı ihtiyaçlarına cevap verebilen benzersiz özelliklere sahiptir. Yapılan incelemeler ve karşılaştırmalar, bu programların özelliklerini ayrıntılı olarak açıklamış, kullanım alanlarını belirtmiş ve akademik çalışmaların da desteğiyle değerlendirilmiştir. Bu sayede, BLUESOL, EnergyPlus ve RETScreen gibi programlar, ekonomik değerlendirme ve finansal analiz gibi alanlarda öne çıkmaktadır. EnergyPlus, enerji tüketimini simüle ederek sistem boyutlandırması ve enerji verimliliği analizi konularında avantajlar sunmaktadır. RETScreen ise maliyet analizi ve risk yönetimi alanında kullanıcılara önemli faydalar sağlamaktadır. Sonuç olarak, EnergyPlus ve RETScreen gibi enerji optimizasyon programları, farklı enerji türleri ve projelerin ihtiyaçlarına yönelik çözümler sunmaktadır. Bu programlar, enerji projelerinin tasarımı ve optimizasyonunda kullanıcıların karar verme sürecini destekleyerek başarılı sonuçlar elde etmelerine yardımcı olmaktadır. Enerji projelerinin tasarımı ve optimizasyonunda kullanılan yazılım programları, sektörde önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, HOMER, PVSYST, RETScreen ve SAM gibi programlar öne çıkmaktadır. HOMER, mikro şebeke sistemleri, off-grid sistemler ve hibrit sistemler gibi farklı enerji türleri için uygundur. Maliyet analizi ve risk yönetimi gibi faktörlerin dikkate alınması gereken durumlarda HOMER önemli avantajlar sunar. PVSYST, güneş enerjisi projelerinin tasarımı ve performans analizi için yaygın olarak kullanılan bir yazılım programıdır. PV sistemi boyutlandırma, enerji üretimi tahmini, gölge analizi gibi önemli araçları kullanıcılara sunar. RETScreen, enerji projelerinin maliyet analizi, karbon ayak izi hesaplaması ve sürdürülebilirlik değerlendirmesi gibi alanlarda kullanılan bir yazılım aracıdır. Farklı enerji türleri ve projeler için uygundur ve enerji projelerinin ekonomik ve çevresel etkilerini kapsamlı şekilde analiz eder. SAM, yenilenebilir enerji projelerinin tasarımı ve analizi için bir yazılım programıdır. Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidroelektrik enerjisi gibi çeşitli

enerji kaynakları için kullanılabilir. Enerji sistemlerinin boyutlandırılması, enerji üretimi tahmini, ekonomik analiz ve finansal değerlendirme gibi konularda kullanıcılara yardımcı olur. Bu programlar, enerji projelerinin tasarımı ve optimizasyonunda önemli bir rol oynamakta ve farklı ihtiyaçlara cevap verebilmektedir. HOMER, PVSYST, RETScreen ve SAM gibi programlar, enerji projelerinin başarılı bir şekilde değerlendirilmesi ve optimize edilmesi için kullanıcılara önemli avantajlar sunmaktadır. Özet olarak; SAM, TRNSYS, PVsyst, WindPro, Homer ve Retscreen gibi programlar, farklı enerji projeleri ve ihtiyaçları için öne çıkan yazılımlardır. Projenin spesifik gereksinimlerine ve kullanıcının tercihlerine bağlı olarak bu programlardan biri seçilebilir. Homer, PVsyst ve RETScreen, enerji projelerinin analizi ve tasarımı için kullanılan popüler programlardır. Homer, farklı enerji kaynaklarının kombinasyonlarını analiz ederek en uygun enerji türünü belirleme yeteneği sunarken, PVsyst PV sistemlerin detaylı analizi ve performans tahmini için kapsamlı özelliklere sahip olduğu için önerilebilir. RETScreen ise enerji projelerinin ekonomik değerlendirmesi, risk değerlendirmesi ve finansal analizleri için yaygın olarak kullanıldığından tavsiye edilebilir. Her bir programın avantajları, projenin spesifik gereksinimlerine ve kullanıcının tercihlerine bağlı olarak değişir. Bu nedenle, projenin ihtiyaçlarına en uygun olan programı seçmek önemlidir.

KAYNAKÇA

[1] Bluesol Photovoltaic Design Software, Erişim Tarihi 07.04.2023, www.bluesolpv.com/dnnsite/default.aspx
[2] Energycap, Erişim Tarihi: 21.04.2023, https://www.energycap.com/demo/
[3] EnergyPlan, Introduction, Erişim Tarihi: 08.04.2023, https://www.energyplan.eu
[4] EnergyPlus, Erişim Tarihi: 09.04.2023, https://energyplus.net
[5] Welcome to energyPRO, Erişim Tarihi: 11.04.2023, https://www.emd-international.com/energypro/
[6] The #1 Sales & Design Software for C&I Solar, Erişim Tarihi: 14.04.2023, https://helioscope.aurorasolar.com
[7] Homer, Erişim Tarihi: 17.04.2023, https://www.homerenergy.com
[8] Hybrid2, Erişim Tarihi: 16.04.2022, https://www.umass.edu/windenergy/research/topics/tools/software/hybrid2
[9] LEAP, Erişim Tarihi: 10.04.2023, https://www.energyplan.eu/othertools/national/leap/
[10] About MATPOWER, Erişim Tarihi: 29.04.2023, https://matpower.org/about/
[11] OpenStudio, Erişim Tarihi: 13.04.2023, https://openstudio.net
[12] Design of Reliable And Holistic Energy Systems, Erişim Tarihi: 16.04.2023, https://www.velasolaris.com/?lang=en#home
[13] PVGIS Online Tool, Erişim Tarihi: 25.04.2023, https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-online-tool_en
[14] Features, System Design Board, Erişim Tarihi: 23.04.2023, https://www.pvsyst.com/features/
[15] RETScreen Innovation Lab, Erişim Tarihi: 19.04.2023, https://natural-resources.canada.ca/energy/energy-offices-and-labs/canmetenergy/canmetenergy-varennes/retscreen-innovation-lab/23359
[16] System Advisor Model (SAM), Erişim Tarihi: 21.04.2022, https://sam.nrel.gov
[17] T*SOL Software, Erişim Tarihi: 12.04.2023, https://ye-em.com/tsol-2/
[18] TRNSYS Overview, Erişim Tarihi: 22.04.2023, https://www.trnsys.com/demo/index.html
[19] Welcome to the world of WAsP by DTU Wind Energy, Erişim Tarihi: 22.04.2023, https://www.wasp.dk

[20] WindPro, Erişim Tarihi: 17.04.2023, https://www.emd-international.com/windpro/
[21] Öztürk, H. (2021). Bir güneş enerji santralinin üretim ile simülasyon değerlerinin karşılaştırılması ve kayıp analizi: Beştepe enerji örneği (Master's thesis, Hasan Kalyoncu Üniversitesi).
[22] Ünal, C. (2022). Türkiye'de enerji sektörünün genişletilmiş ekserji analizi kullanılarak değerlendirilmesi (Master's thesis, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
[23] Ayan, S. (2019). Sezgisel Optimizasyon Algoritması Kullanılarak Hibrit (Fotovoltaik-Rüzgar) Enerji Sistemi için Boyut Optimizasyonu (Master's thesis, Kırklareli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
[24] Özçakır, A. O. (2012). Endüstriyel ve evsel kullanımda enerji planlama proseslerinin Almanya ve Türkiye'deki durumu (Master's thesis, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
[25] Yıldız, Y., Göksal Özbalta, T., Arsan, Z. D. (2011). Farklı cam türleri ve yönlere göre pencere/duvar alanı oranının bina enerji performansına etkisi: Eğitim binası, İzmir. *Megaron*.
[26] Göçer, Ö., Tavil, A. (2009). Atriyum tipi binalarda enerji tüketimi ve kullanıcı konforuna yönelik performans değerlendirme modeli. *İTÜDERGİSİ/a, 7*(1).
[27] Acar, M. E. (2019). İstanbul Avrasya Gösteri ve Etkinlik Alanı Alternatif Enerji Yatırımı Fizibilite Çalışması. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 4 (3), 72-96. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/humder/issue/50965/578165
[28] Gülsüm, Kara., Yakut, A. K. (2022). Bir Çatı Tipi Güneş Enerjisi Santrali İçin Projelendirme ve Karşılaştırmalı Analiz.
[29] What is HOMER Pro?, Erişim Tarihi: 21.04.2023, https://www.capterra.com/p/182590/HOMER-Pro/#about
[30] Yılmaz, U., Demirören, A., Zeynelgil, H. L. (2010). Gökçeada'da Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyelinin Araştırılması. Politeknik Dergisi, 13(3), 215-223.
[31] Adalı, S., ve Kılıç, M. (2021). Evsel elektrik ihtiyacının hibrit yenilenebilir enerji sistemleriyle karşılanması: Bursa örneği. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(2), 520-526.
[32] Türkdoğan, S., Dilber, S., Barış, Çam (2018). Hibrit Enerji Sistemlerinin Şebekeden Bağımsız Bir Çiftlik Evinde Uygulanabilirliğinin Ekonomik ve Teknik Açıdan İncelenmesi. Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 3(2), 52-65.
[33] Akkaya, S., Akkaya Sibel. (2021). Samsun, Bayburt ve Mersin illerine kurulabilecek güneş enerjisi santrallerinin modellenmesi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(2), 759-773.
[34] Baring-Gould, E. I., Green, H. J., van Dijk, V. A., & Manwell, J. F. (1996). *Hybrid2: the hybrid power system simulation model* (No. NREL/TP-440-21506; CONF-960630-6). National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States).
[35] R.D. Zimmerman, C.E.Murillo-Sanchez, (2020), User's Manual Version 7.1, https://matpower.org/docs/MATPOWER-manual.pdf
[36] MATPOWER Documentation, Erişim Tarihi: 30.04.2023, https://matpower.org/doc/
[37] Current Features, Erişim Tarihi: 26.04.2022, https://nrel.github.io/OpenStudio-user-documentation/getting_started/features/
[38] Karaca, G. Güneş enerjisi destekli ısı pompası sistemlerinin performansının incelenmesi: Muğla örneği (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
[39] Ceylan, O., Taşdelen, K. (2018). Isparta İli için Fotovoltaik Programlarının Simülasyon Sonuçlarının Doğruluğunun İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18*(3), 895-903.

[40] Kumruoğlu, L. C., Ateş, S. B. (2022). Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli ve İskenderun için Örnek Üretim Projeksiyonu. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 37*(1), 293-305.
[41] Akcan, E., Kuncan, M., Minaz, M. R. (2020). PVsyst yazılımı ile 30 kW şebekeye bağlı fotovoltaik sistemin modellenmesi ve simülasyonu. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (18), 248-261.
[42] Haydaroğlu, C., & Gümüş, B. (2016). Dicle Üniversitesi güneş enerjisi santralinin PVsyst ile simülasyonu ve performans parametrelerinin değerlendirilmesi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 7(3), 491-500.
[43] Bolat, M., Arifoğlu, U., Demiryürek, H. K. (2020). Lebit enerji güneş santralinin PVsyst programı ile analizi. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9(3), 1351-1363.
[44] Diken, B., Kayışoğlu, B. (2022). RetScreen Programı Kullanılarak Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraatbiyotek Binasına Uygulanabilecek Fotovoltaik Tasarımın Fizibilite Analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 19*(3), 656-667.
[45] Retscreen Cumulative Growth of User Erişim Tarihi: 29.04.2023 https://web.archive.org/web/20150920024148/http://www.retscreen.net/popup.php?id=10248&tcopy=&alt=RETScreen+Software:+Cumulative+Growth+of+User+Base&titre=
[46] İzmirli, A. C. (2022). 200 kWlık PV güneş enerji güç sisteminin retscreen programı kullanılarak amortisman ve enerji analizlerinin irdelenmesi (Master's thesis, İskenderun Teknik Üniversitesi/Lisansüstü Eğitim Enstitüsü/Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı).
[47] Rene E. Ganoe, Paul W. Stackhouse, Jr. and Russell J. DeYoung, 2014, RETScreen® Plus Software Tutorial, Erişim Tarihi: 19.04.2023, https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20150000447/downloads/20150000447.pdf
[48] Retscreen, Erişim Tarihi, 30.04.2023, https://natural-resources.canada.ca/maps-tools-and-publications/tools/modelling-tools/retscreen/7465
[49] Yüce, M. İ., Şimal, Yüce. Küçük Hidroelektrik Santral Projelerinin Ön-fizibilite Çalışmasının RETScreen ile Yapılması.
[50] Aydın, E. H., Çunkaş, M. (2019). Artvin Çoruh Üniversitesi Seyitler Yerleşkesi Enerji Talebinin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarıyla Karşılanması. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(1), 241-252.
[51] Kıraç, B. (2017). SAM (System Advisory Model) yazılımı ile şebeke bağlantılı bir fotovoltaik tesisin 20 yıllık teknik ve ekonomik analizi (Master's thesis, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
[52] Çeliktaş, M. S. Kirac, B. (2019). Şebeke Bağlantılı Bir Fotovoltaik Tesisin Uzun Erimli Teknik ve Ekonomik Analizi. Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi, 2 (2), 101-112. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/smutgd/issue/51192/657481
[53] Işık, M. A. (2007). *Güneş enerjisi destekli mahal ısıtma sisteminin Van ilinde sağladığı enerji tasarufunun incelenmesi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
[54] Karaoğlu, O. (2019). *Güneş Kaynaklı Bölgesel Isıtma Sistemlerinin İncelenmesi ve Bir Üniversite Kampüsündeki Belirli Bölge İçin Modellenerek Değerlendirilmesi* (Doctoral dissertation, Enerji Enstitüsü).
[55] Kışla Tekin, D. (2019). *Binalarda energo-ekonomik sürdürülebilirlik ve verimlilikİçin bir karar verme algoritması: Türkiye'de örnek vaka incelemesi* (Master's thesis, Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
[56] Vurucu, H. İ. (2022). *Güneş Kollektörleri Yardımıyla Isı Pompası Sistemi Performans Analizi* (Doctoral dissertation).

[57] Salihmuhsin, M., İşler, Y. S. (2018). Şebekeden Bağımsız Bir PV Sistemin TRNSYS ile Gerçek Zamanlı Modellenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *21*(1), 66-76.
[58] Bilgili, M., Şahin, B., Şimşek, E. (2010). Türkiye'nin Güney, Güneybatı ve Batı Bölgelerindeki Rüzgar Enerjisi Potansiyeli. Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 30 (1), 1-12. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/isibted/issue/33928/375566
[59] Neccaroğlu, V. (2016). Rüzgar enerjisi çalışmalarında yüzey pürüzlülüğünün sayısal görüntü işleme yöntemleri ile analizi ve uygulaması (Master's thesis, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
[60] Akdağ, O. (2021). Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi için Açık Deniz Enerji Potansiyelinin Değerlendirilmesi ve Bölgesel Sera Gazı Emisyonunlarının Azaltılmasına Etkisi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Ejosat Special Issue 2021 (ARACONF), 343-350. DOI: 10.31590/ejosat.901251
[61] Oral, F., Behçet, R. Gönel, E. (2019). WindPRO Programı ile Rüzgâr Analizi ve Enerji Üretim Miktarının Belirlenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8 (1), 362-371. DOI: 10.28948/ngumuh.517140
[62] Bingöl, F. (2019). Küçük rüzgar türbinlerinin optimizasyonu ve ticari promosyonu.
[63] Erduman, A., Uzunoğlu, B. Durusu, A. (2019). Meteorolojik, Finansal ve Elektrik Şebeke Verileri Kullanılarak Rüzgâr Enerji Santralleri için Bara Bölgelerini Belirlemeye Yönelik Yeni Bir Önişlem Yaklaşımı. Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology, 7 (3), 676-687. DOI: 10.29109/gujsc.563072

SODYUM PERBORATE ($NaBO_3.H_2O.3H_2O$) KULLANILARAK ZEYTİN KARASUYUNDAN LİGNİN GİDERİMİ

[1]Hüseyn OSMAN, [2]Gonca ERTÜRK, [3*]Prof.Dr. Mehmet UĞURLU, [4]Doç.Dr Oğuz AKPOLAT, [5]Doç.Dr Ali İmran VAİZOĞULLAR,

[1]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID : 0000-0003-3535-9331
[2]Muğla Sıtkı Koçman Ünivesitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID : 0000-0002-8821-0330
[3*]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID : 0000-0003-1107-477X
[4]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID : 0000-0002-6623-4323
[5]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuar Programı ORCID ID : 0000-0003-4369-405X

ÖZET: Sunulan çalışmada, zeytinyağı üretimi sonucu çevreye verilen ve önemli oranda toksik madde içeren zeytın karasuyundan, koagülasyon ve ileri oksidasyon yöntemi ile lignin giderimi amaçlandı. Karasu içerisinde bulunan kolloidal tanecikleri çöktürmek için ön arıtım işlemi yapıldı. Koagülasyon deneylerinde koagülant madde olarak kireç ve şap'ın (Alüminyum sülfat) belirli oranlardaki karışımları kullanıldı. Daha sonra sodyum perborat ile ikinci ön arıtım işlemi gerçekleştirildi. Bu işlemler sonucunda, lignin konsantrasyonu 10.60 g/L'den 1.61g/L değerine düştüğü gözlendi. Çalışmanın ilerleyen aşamasında karasuda fotolitik deneyler gerçekleştirildi. Fotolitik reaksiyonlarda, oksidasyon süresi, başlangıç pH'sı, reaksiyon sıcaklığı, $NaBO_3.H_2O.3H_2O$ miktarı ve ozon gibi parametrelerin etkisi araştırılarak, karasuda lignin giderim oranları incelendi. Çalışma sonucunda, sodyumperborrat/O_3/UV, O_3/UV ve $NaBO_3.H_2O.3H_2O$/UV ile yapılacak kombinasyonlarda çok önemli oranda giderimler elde edildi.

Anahtar Kelimeler: Zeytin Karasuyu, Sodyum Perborate ($NaBO_3.H_2O.3H_2O$), Lignin

Lignin Removal from Olive Blackwater Using Sodium Perborate ($NaBO_3.H_2O.3H_2O$)

ABSTRACT: In the presented study, it was aimed to remove lignin by coagulation and advanced oxidation method from olive black water, which is given to the environment as a result of olive oil production and contains a significant amount of toxic substances. Pre-treatment was carried out to precipitate the colloidal particles in the black water. In the coagulation experiments, mixtures of lime and alum (Aluminum sulfate) in certain proportions were used as coagulant material. Then, the second pretreatment was carried out with sodium perborate. As a result of these procedures, it was observed that the lignin concentration decreased from 10.60 g/L to 1.61 g/L. In the further stage of the study, photolytic experiments were carried out in black water. The effects of parameters such as oxidation time, initial pH, reaction temperature, amount of $NaBO_3.H_2O.3H_2O$ and ozone on photolytic reactions were investigated, and lignin removal rates in black water were investigated. As a result of the study, very significant reductions were observed in combinations with sodium perborrate/O_3/UV, O_3/UV and $NaBO_3.H_2O.3H_2O$/UV.

Keywords: Olive Black Water, Sodium Perborate ($NaBO_3.H_2O.3H_2O$), lignin

1. GİRİŞ

Zeytin karasuyunun, atmosfere verdiği en belirgin zarar kendine has kokusudur. Pek çok uçucu organik yağ asidi ve diğer düşük kaynama sıcaklığına sahip bileşenler kendine has karakteristik koku oluşturmaktadır. Fermente olmuş karasu doğal sulara deşarj edildiği zaman içerisindeki keskin koku ve diğer gazlar küçük su birikintilerinden, bitkilerden ve topraktan buharlaşarak atmosfere geçebilmekte ve de koku oluşturarak hava kirliliğine sebep olabilmektedir (Balice vd.,1986; Craveiro ve A.M. Rocha, 1986).

Oksidasyon işleminde yaygın olarak kullanılan oksitleyiciler oksijen, oksijenden üretilmiş (hidrojen peroksit ya da ozon), klor, klordan üretilmiş (klor dioksit, sodyum hipoklorit, kalsiyum hipoklorit, potasyum hipoklorit, sodyum hipoklorit, sodyum klorat) ya da potasyum permanganattır. Ağartıcı özelliğinden dolayı sodyum perborat da önemli oksşdant maddelerdendir. Birden fazla oksitleyici karıştırılarak da kullanılabilmektedir. Ozon, genellikle su dezenfeksiyonunda kullanılan kuvvetli bir oksitleyicidir. Teorik olarak, zeytin karasuyu içerisindeki biyo-ayrışabilir protein, şeker, doymamış yağ asidi ve fenoller oksitlenebilmektedir. Bu oksidasyon işlemiyle KOİ bir miktar azalırken, atık su içerisindeki toksik bileşenlerin konsantrasyonları da azalmaktadır. Ozon ya da hidrojen peroksit, UV radyasyonuyla birlikte uygulanır. Bu oksitleyiciler yüksek oksidasyon potansiyeline sahiptir (Şengül vd., 2000).

Başka bir yöntem de atmosferik basınç altında ve ortam sıcaklığında çürümüş bileşime oksidasyon ajanlarının uygulanmasıdır. Reaksiyon mekanizmasında H_2O_2 ve O_3 bileşikleri reaksiyonu sonucunda benzer ve farklı bileşenler açığa çıkmaktadır. H_2O_2 kullanımı negatif yüke sahip olmaması nedeniyle çevreye O_3'ten çok daha az zarar vermektedir (Bellido,1989). Hidroksil radikallerini açığa çıkararak KOİ ve fenol gideriminin sağlandığı ozonlama veya ileri oksidasyon teknikleri, karasu için de kullanılabilmektedir. Beltran vd., (1999) yılında yapmış oldukları bir çalışmada, ozon, hidrojen peroksit ve UV kombinasyonu ile %80-90 KOİ giderme verimi elde edilebileceği rapor edilmektedir. Fenton reaktifinin kullanıldığı bir başka çalışmada ise, 50 mg/L $FeSO_4$ ve 100 mg/L H_2O_2 ilavesi sonrasında %70 KOİ giderme verimi elde edilmiştir (Şengül vd., 2003).

2. MATERYAL ve METOD

Deneylerde karasuda meydana gelen; lignin konsantrasyon değişimleri spektroskopik yöntemlerle incelendi. Reaksiyon sıcaklığı, sodyum perborat konsantrasyonu, UV şiddeti ve

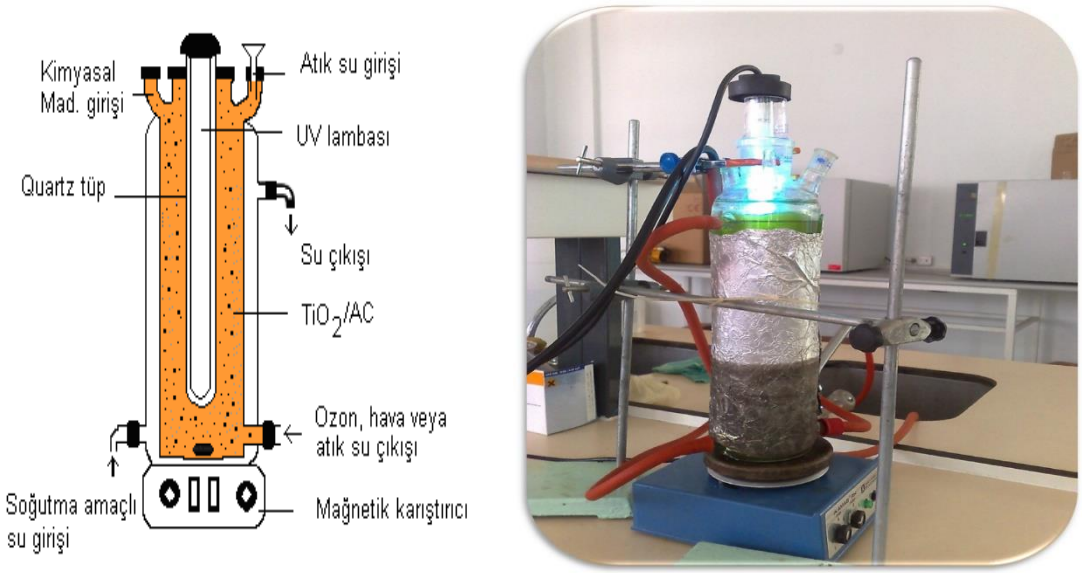
çözeltinin pH'sı parametre olarak seçildi.

2.1 Ön arıtım deneyleri ve ozon kullanılarak gerçekleşen deneyler:

Oksijen kullanılarak gerçekleştirilen fotolitik reaksiyonlarda, organik yükün fazlalığından dolayı, arzu edilen ölçüde giderim sağlanamadığı dikkate alınarak, ön arıtım amacıyla kimyasal koagülasyon deneyleri gerçekleştirildi. Maliyet ve çevreye uyumlulukları dikkate alındığında Koagülant madde olarak doğal kireç ve şap kullanıldı. Bu deneylerde, öncelikle 2 g kireç ve 8 g şap 2 L ham karasuya ilave edildi. Daha sonra, 100 dev/dak'da 15 dakika hızla, 30 dev/dak'da 30 dakika yavaş olarak karıştırıldı. Flokların oluşması ve partiküllerin çökmesi için karışım 24 saat bekletildi. Süzülerek ayrılan karasudan 1 L alınarak üzerine 10.0g $NaBO_3.4H_2O$ (sodyum tetra borat) ilave edilerek yaklaşık 50^oC'de 30 dakika ısıtılarak, ikinci koagülasyon için 24 saat oda koşullarında bekletildi. Daha sonra önemli oranda organik yükü azaltılan karasuda farklı parametrelerde fotolitik reaksiyonlar yürütüldü.

2.2 Fotolitik Reaksiyonların yürütülmesi

Gerek ön arıtım gerekse ön arıtım olmaksızın gerçekleştirilen deneylerde oksidasyon amacıyla Sodyum perborat ($NaBO_3$), oksijen (O_2), ozon (O_3) ve UV lambası kullanıldı. Bu amaçla özel olarak tasarlanmış ve daha önce çeşitli oksidasyon amaçlı çalışmalarda kullanılan UV reaktörü kullanıldı. Bu reaktör, UV lambası, sabit karıştırma, soğutma özellikli, oksijen veya ozon girişine sahip kapalı bir sistemden oluşmaktadır. Kullanılan reaktöre ait düzenek şekil 1'de verilmektedir. pH etkisinin incelendiği deneylerde ise seyreltik HCl ve NaOH çözeltileri kullanıldı.



Görsel 1. Deneysel çalışmada kullanılan UV reaktörünün şematik (a) ve deney düzeneğine ait görüntü

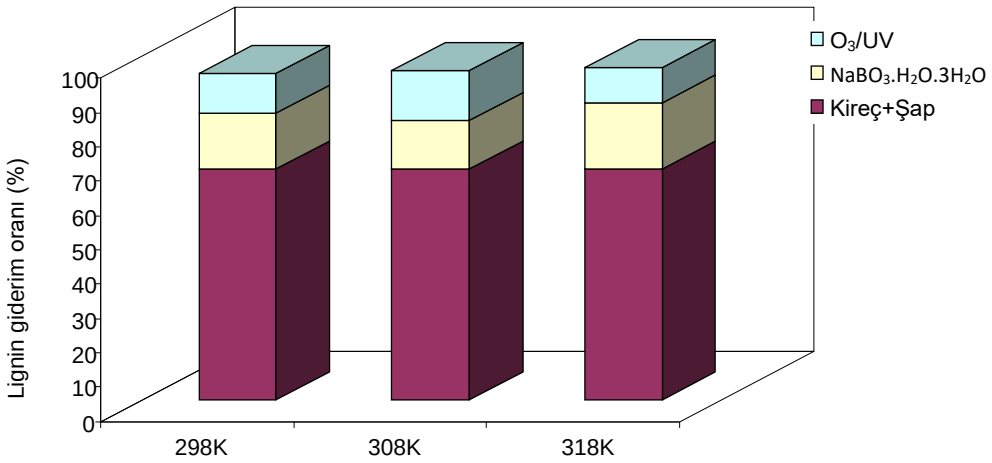
2.3 Lignin konsantrasyonlarının belirlenmesi

Yaklaşık 20^{o}C' deki atık su ve saf suyun 5 mL'lik miktarları üzerine hızlı bir sekilde 1,0 mL folinfenol reaktifinden ilave edildi. Daha sonra 0,1 mL karbonat tartarat reaktifinden ilave edilerek 30 dakika renk oluşumu için beklenildi. 700 nm dalga boyunda her bir numune için absorbans ölçümü yapıldı. Kalibrasyon eğrisi yardımıyla lignin konsantrasyonları belirlendi. Elde edilen sonuçlar folinfenol reaktifinin indirgediği madde miktarı olarak belirlendi (Uğurlu and Kula, 2007).

3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

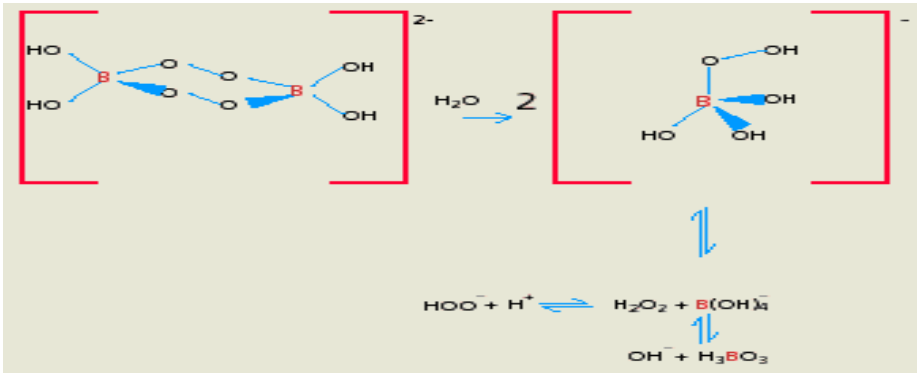
3. 1 Sıcaklığın Etkisi

Kimyasal reaksiyonlarda ortamın sıcaklığı reaksiyon hızını önemli oranda etkilemektedir. Bu durum dikkate alınarak, yapılan çalışmada, 298K, 308K ve 318K'de fotolitik reaksiyonlar yürütüldü. Tüm deneylerde $NaBO_3.H_2O.3H_2O$ miktarı, pH, karasu konsantrasyonu ve O_3 etkisi gibi parametreler sabit alındı. Sıcaklığa bağlı olarak zamanla karasuda meydana gelen lignin giderim oranları görsel 2'de grafik edildi.



Görsel 2: Farklı sıcaklıklarda zamanla lignin giderim oranlarındaki değişimler (pH:12, $NaBO_3.H_2O.3H_2O$: 10gL^{-1}, O_3:1,5 Ldk^{-1} ve UV şiddeti:17 Watt)

Görsel 2 incelendiğinde, sıcaklık artıkça zamanla fotolitik olarak lignin gideriminin arttığı gözlenmektedir. Yaklaşık 5 saate kadar hızlı bir giderim gerçekleşirken, bu süreden sonra giderim oranında sabitlenme gözlenmektedir. Maksimum lignin giderimi 303K'de yaklaşık %80 oranında gerçekleştiği görülmektedir.



Hidrojen peroksit gibi maddeler belirli oranda sulu ortama verildiğinde önemli elektron vericiler olup, hidroksil radikallerinin oluşumuna çok önemli katkılar sağlamaktadırlar. Burada H_2O_2 ilave edildiğinde peroksit iyonları ortamdaki maddelerin degradasyon hızlarını artırmaktadır. Bu durum aşağıdaki reaksiyon dizisiyle özetlenmektedir

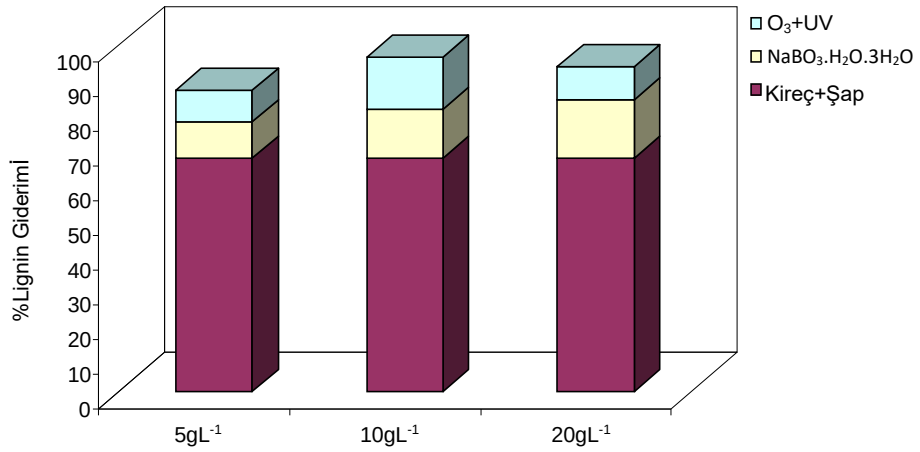
$$.H_2O_2 + e_{cb}^- \rightarrow OH^* + OH^- \quad (1)$$

$$H_2O_2 + O_2^{*-} \rightarrow OH^* + OH^- + O_2 \quad (2)$$

Yukarıdaki reaksiyonlardan da görülebileceği üzere hidrojen peroksit iyi bir radikal üreticisidir. Dolayısıyla ortamdaki konsantrasyonu, perborat miktarının artmasına bağlı olarak artacak ve organik maddelerin degradasyonunu etkileyecektir. Yapılan çalışmada perborat miktarı artmasına karşın, renk gideriminde yeterince azalmanın gerçekleşmemesi, ortamda bulunan boratlı bileşiklerin belirli bir bulanıklık oluşturmaları ve bununda renk giderimine olumsuz etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.2 Perborat miktarına bağlı değişimler

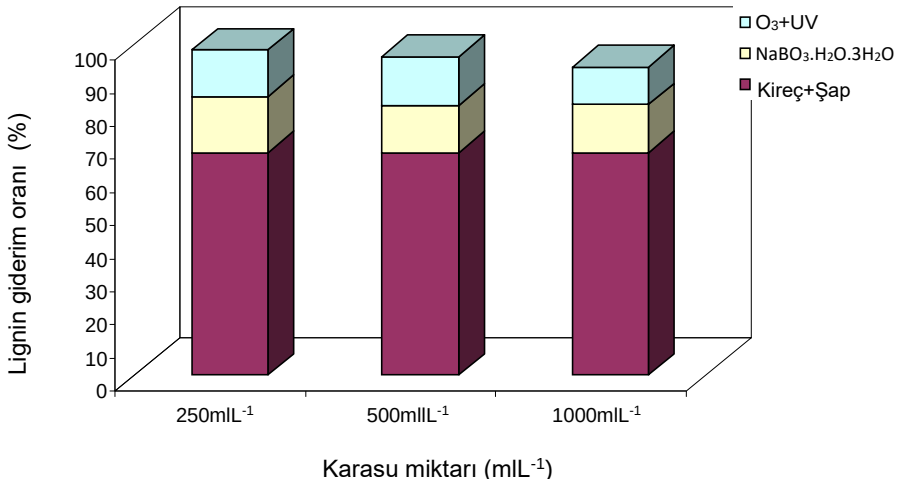
$NaBO_3.H_2O.3H_2O$ miktarına bağlı olarak karasuda meydana gelen lignin giderimleri incelendiğinde, 5 gL^{-1} ve 10 gL^{-1} kullanıldığında genel olarak 3 saat sonunda aynı oranda yaklaşık % 60 giderim gerçekleşirken, bu noktadan sonra 10gL^{-1} değerlerinde daha fazla giderimin gerçekleştiği ve maxsimum oranın %80 olduğu görüldü (Görsel 3). Buna karşın 20gL^{-1} kullanıldığında daha düşük giderimlerin gerçekleşmesi, yüksek konsantrasyonda önemli oranda türbidite ve dimerleştirme oluşumu ve bununda lignin giderimine olumsuz etki oluşturabileceğini düşündürmektedir.



Görsel 3. Farklı miktarlarda sodyum perborat kullanıldığında zamanla lignin giderim oranında meydana gelen değişimler (pH:12.0, 298K, O_3:1.5 Ldk^{-1} ve UV: 17 Watt)

3.3. Karasu Konsantrasyonunun Etkisi

Günümüzde, yüksek miktarda organik madde içeren endüstriyel atık suların arıtımında ileri oksitleme yöntemleri geniş oranda kullanılmaktadır. Toksik veya biyolojik arıtıma dirençli organik madde içeren atık suların arıtımında, biyolojik kademeye girişten önce veya sonra ileri oksidasyon proseslerinden geniş oranda faydalanılmaktadır (Uğurlu & Kula, 2007). Çalışmanın bu aşamasında, sabit UV, $NaBO_3.H_2O.3H_2O$ ve O_3 ile farklı konsantrasyona sahip karasuda fotolitik deneyler yürütüldü. Deneylerde belirli ön arıtıma tabi tutulmuş karasu örneklerinden seyretilmemiş, ½ ve ¼ oranında seyretilmiş 3 farklı konsantrasyon kullanıldı. Bu örneklerde, renk, fenol ve lignin giderim oranlarındaki değişimler incelendi. Deneyler sonucunda karasuda konsantrasyona bağlı olarak lignin değişimleri Görsel 4'de grafik edildi.

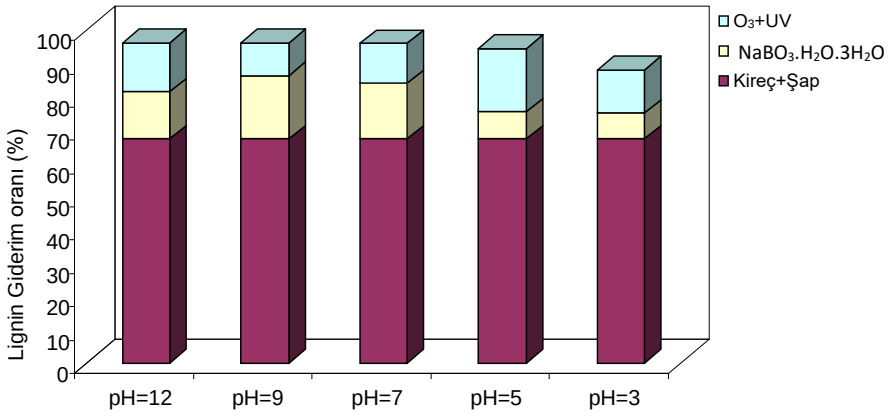


Görsel 4: Karasu konsantrasyonuna bağlı olarak zamanla, lignin giderimi (Doğal pH: 5.5, 298K, O_3:1.5 Ldk^{-1} ve $NaBO_3.H_2O.3H_2O$: 10gL^{-1})

Konsantrasyona bağlı olarak lignin giderimleri incelendiğinde, konsantrasyon arttıkça giderim oranında azalma gözlenmektedir (Görsel 4). Bu durum, yüksek konsantrasyona bağlı olarak UV girişiminin azalmasıyla ilişkilendirilebilir. Genel olarak 1/4 ve 1/2 oranında seyreltilen karasuda %70 ila %80 oranında giderim sağlanırken, seyreltilmemiş karasuda bu oran %65 oranında gerçekleşti. Lignin son derece bozunmaya dirençli bir biyomolekül olması ve diğer birçok artım işlemlerinde çok fazla giderilemediği dikkate alındığında elde edilen sonucun önemli bir verim artışı olabileceğini düşündürmektedir.

4.3 pH Etkisi

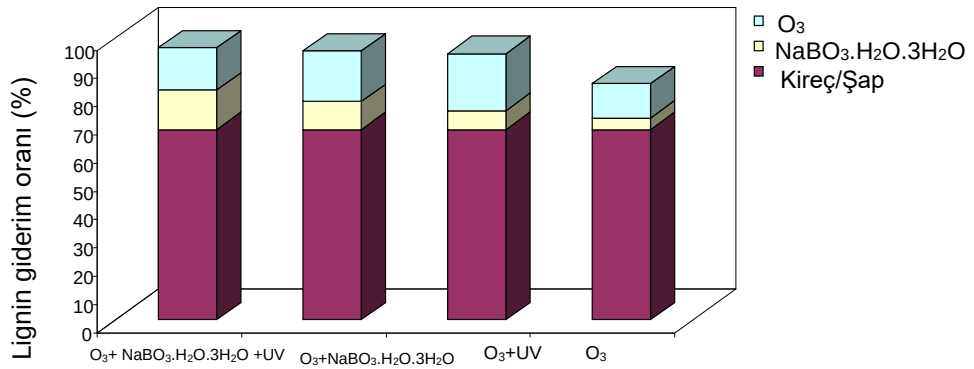
Fotolitik reaksiyonlar çözelti pH'sına önemli oranda bağlı olup, başlangıç pH'sının reaktantlar ve oluşan ürünler üzerine belirgin bir etki oluşturabilmektedir. Bu durumu daha iyi gözlemlemek amacıyla, farklı başlangıç pH'lara sahip karasu örnekleri oluşturuldu. Bu işlemler için seyreltik HCl ve NaOH çözeltilerinden yararlanıldı. Daha sonra, zamanla karasuda meydana gelen lignin giderim oranları sırasıyla Görsel 5'de grafik edildi. Fotolitik reaksiyon sonucu pH ve zamana bağlı olarak liginin gideriminde meydana gelen değişimler incelendiğinde ise özellikle ilk 3 saat sonunda lignin gideriminde hızlı bir artışın, sonrasında ise daha yavaş bir giderimin gerçekleştiği görülmektedir (Görsel 5). Tüm pH aralıklarında genel olarak artış gerçekleşirken, pH:3.0 hariç diğer tüm pH'larda 6 saat sonunda yaklaşık %70'in üzeride lignin gideriminin gerçekleştiği görülmektedir.



Görsel 5: Başlangıç pH'sına bağlı olarak zamanla, lignin giderimi (UV şiddet:17 Watt, 298K, O_3:1.5 Ldk^{-1} ve $NaBO_3.H_2O.3H_2O$:10gL^{-1})

4.4. O_3 /$NaBO_3.H_2O.3H_2O$/UV Etkisi

Zeytin karasuyunda, UV, O_3 ve $NaBO_3.H_2O.3H_2O$'ın ne oranda katkı sağladıkları ayrı ayrı ve birlikte kullanılarak, fotolitik deneysel gerçekleştirildi. Lignin giderim verimleri Görsel 6'da verildi. Görsel 6 incelendiğinde, O_3 tek başına, UV ve Perboratla bir arada kullanıldığında genel olarak zamanla giderimde önemli artışlar gözlenmektedir.



Görsel 6: UV, O_3 ve $NaBO_3.H_2O.3H_2O$ 'ın ayrı ayrı ve bir arada kullanıldığında zamanla lignin değişimi (UV şiddet:17 Watt, 298K, pH:12.0 ve $NaBO_3.H_2O.3H2O$:10gL^{-1})



Kireç/şap | Kireç/şap/ $NaBO_3.H_2O.3H_2O$ | O_3/$NaBO_3.H_2O.$ $3H_2O$ | O_3/UV/ $NaBO_3.H_2O.3H_2O$ (O_3=1,5g dak^{-1}) | O_3/UV/ $NaBO_3.H_2O.3H_2O$ (O_3=3.0g dak^{-1})

Şekil 7: UV, O_3 ve $NaBO_3.H_2O.3H_2O$'ın ayrı ayrı ve bir arada kullanıldığında 6 saat sonunda karasuda meydana gelen renk değişimleri.

Daha önceki kısımlarda da ifade edildiği üzere, $NaBO_3.H_2O.3H_2O$ suda çözündüğünde önemli oranda hidrojen peroksit ve dolayısıyla bol miktarda hidroksil radikalleri üretmektedir. Literatür çalışmalarında sulu ortamda bulunan H_2O_2'in O_3 molekülleri ile çok yavaş reaksiyona girdiği buna karşın, hidrojen peroksitin sudaki reaksiyonu sonucu oluşan HO_2^- molekülerin O_3 ile çok hızlı bir şekilde reaksiyona girdiği rapor edilmektedir (Kiliç vd., 2008). Yine bu çalışmada, hidrojen peroksitin, O_3'la başlayan ve $OH\cdot$ Radikalinin oluşumu ile sonuçlanan reaksiyonu tetiklediğini belirtmektedirler. Reaksiyonda temel olarak kullanılan H_2O_2 aynı

zamanda yüksek dozlarda reaksiyonu bozucu etki de göstermektedir. Bu prosesin temel reaksiyonları aşağıdaki gibidir (Kılıç ve Kestioğlu, 2008).

$$H_2O_2 + H_2O \rightarrow HO_2^- + H_3O^+ \quad (3)$$

$$HO_2^- + O_3 \rightarrow HO_2 \cdot + O_3^- \quad (4)$$

$$H_2O_2 + OH\cdot \rightarrow O_2^- + H_2O + H^+ \quad (5)$$

$$HO_2^- + OH\cdot \rightarrow OH^- + HO_2\cdot \quad (6)$$

Bu prosesin kısaltılmış tam reaksiyonu ise;

$$2O_3 + H_2O_2 \rightarrow 2OH\cdot + 3O_2 \quad (7)$$

Ayrıca, düşük konsantrasyonlarda bile HO_2^- iyonlarının başlangıçta O_3'u parçalanması ve hidroksil radikallerinin oluşumunda çok etkili olabileceği rapor edilmektedir (Arslan, 2000). O_3 tarafından tüketilen HO_2^- iyonlarının (4) denklemine göre değişen kimyasal denge ile $HO_2\cdot$ ve O_3^- oluşumu ve daha yüksek pH değerlerinde daha fazla H_2O_2, HO_2^- iyonlarının oluşabileceği rapor edilmektedir. Ayrıca, bu işlem sonucunda O_3'un parçalanması pH değerlerinin artmasıyla artabileceği rapor edilmektedir (Zhou ve ark., 2002). Yapılan çalışmada, O_3/UV/$NaBO_3.H_2O.3H_2O$ ile daha fazla giderimin gerçekleşmiş olması denklem (3-6) da kısaca özetleneceği şekilde O_3, $NaBO_3.H_2O.3H_2O$'a bağlı olarak oluşan H_2O_2 ve UV etkisi ile ortamdaki hidroksil radikallerinin etkinliği ve radikal zincir reaksiyonlarının yüksek pH koşullarında daha etkin olmasıyla ilişkilendirilmiştir.

5. SONUÇLAR

Koagülasyon deneylerinde, kireç ve şap birlikte kullanıldığında lignin 10.60 gL^{-1}'den 3.46gL^{-1} ye düştüğü gözlendi. Kimyasal koagülasyon sonrasında sodyum perborat kullanıldığında ise lignin 1.61gL^{-1} değerine düştüğü gözlendi. Bu sonuçlardan, karasuda %90 civarında lignin giderilebileceği görüldü. Ayrıca, ön arıtım işleminin ileri oksidasyon verimini artırdığı gözlendi. Ayrıca, O_3/UV/$NaBO_3.H_2O.3H_2O$ sistemi kullanarak yapılan deneylerde perboratın UV'li ve UV'siz ortamda lignin giderimine etkisinin büyük olduğu gözlendi. $NaBO_3.H_2O.3H_2O$ iyi bir oksidan madde olduğu söylenebilir. Yapılan çalışma sonucunda UV/O_3/$NaBO_3.H_2O.3H_2O$ sisteminin oksidasyon kapasitesinin yüksek olduğu görüldü. İlaveten $NaBO_3.H_2O.3H_2O$ ve ülkemiz rezervi yüksek olan Borlu bileşikleri için alternatif bir kullanım alanı oluşturabileceği görüldü.

KAYNAKÇA

BALİCE CARRİERİ, V., Cera, C., O- Di Fazio, A., Natural biodegradation in olive mill effluents stored in open basins, Proc. Int. Symp. on Olive By-Products Valorization, Sevile-Spain, 4–7 March, (1986).

BELLİDO, E., Un nuevo concepto de la depuracion de las aguas residuales de lasalmazaras, Reunion Internacional sobre Innovacion Tecnologica, Madrid-Spain, (1989).

BELTRAN F.J., Garcia-Arayal J.F., Frades J., Alvarez P.,Gımeno O., Effects of single and combined ozonation with hydrogen peroxide or UV radiation on the chemical degradation and biodegradability of debittering table olive industrial wastewaters, Water Res. 33 (3), 723-732, (1999).

CRAVEİRO, A.M., Rocha, B.M., Anaerobic digestion of vinasse in high-rate reactors, In proceedings of NWA-EWPCA Conference (Aquatech 86) on Anaerobic Treatment, September 15–19, Amsterdam- Netherland, (1986) pp: 307–320.

KİLİÇ M.Y., Kestioğlu, K., Endüstriyel atiksularin aritiminda ileri oksidasyon proseslerinin uygulanabilirliğinin araştirilmasi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 13:1, (2008).

ŞENGÜL, F., Özer, A., Çatalkaya, E.Ç., Oktav, E., Evcil, H., Çolak, O., Sağer, Y., Zeytin Karasuyu Arıtımı Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İzmir, (2003).

UGURLU M., Karaoğlu, M.H, Photocatalytic removal of olive mill waste water by TiO_2 loaded on sepiolite and under natural solar irradiation, Environ.l Progress and Sustainable Energy, in press, (2010).

UGURLU M., Kula I., Decolourization and Removal of Some Organic Compounds from Olive Mill Wastewater by Advanced Oxidation Processes and Lime Treatment, Env. Sci. Pollut. Res., 14 (5), 319 – 325, (2007).

ZHOU H., Smith D.W., Advanced Technologies in Water and Wastewater Treatment, J. Environ. Eng. Sci., 1, 247-264, (2002).