CONFERENCE BOOK

MUNZUR 9. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

TUNCELİ
26 - 28 EYLÜL 2025

MUNZUR
9. ULUSLARARASI
UYGULAMALI
BİLİMLER
KONGRESİ

MUNZUR
9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

SEPTEMBER 26 - 28, 2025
TUNCELI

Edited by
Prof. Dr. Başak Hanedan

MUNZUR 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
SEPTEMBER 26 - 28, 2025 – TUNCELI

CONFERENCE ORGANIZING BOARD

Prof. Dr. Ali Bilgili
Prof. Dr. Naile Bilgili
Prof. Dr. Başak Hanedan
Prof. Dr. Hajar Huseynova
Prof. Dr. Dwi Sulisworo
Prof. Zain Musa
Prof. Dr. Sameer Jain
Prof Yakup Babayev
Prof. Dr. Suyatno
Prof. Dr. Al-Rashiff H. Mastul -
Prof. Dr. Alhisan U. Jemsy
Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli
Assoc. Prof. Dr. Sıddık BAKIR
Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak
Assoc. Prof. Dr. Irade Kerimova
Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Aydın
Assoc. Prof. Dody Hartanto
Assoc. Prof. Dr. Rungchacadaporn
Assoc. Prof. Nazile Abdullazade
Assoc. Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi
Assoc Prof. Dr. Feran Aşur
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti
Assoc. Prof. Ivaylo Staykov
Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari
Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş
Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova
Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık
Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz
Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev
Assoc. Prof. Dr. Sevra Fırıncıoğulları
Assist. Prof. Ihwan Ghazali
Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu
Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade
Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracığan
Assist. Prof. Dr. Songül ATAK
Lecturer Mehmet Nuri Ödük
Dr. Fatih İ. Kurşunmaden
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou
Dr. Gültekin Gürçay
Dr. Aynurə Əliyeva
Dr. Amaneh Manafidizajı

CONFERENCE ID

MUNZUR 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE
SEPTEMBER 26 - 28, 2025
TUNCELI

ORGANIIZATION
ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

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

PARTICIPATING COUNTRIES
Turkey – China - South Korea- Taiwan- Lebanon- Nigeria- Saudi Arabia- Thailand- Pakistan- Malaysia- Iran- Iran- Poland- Serbia- Greece – Ghana – Singapore- Kenya- Egypt- India- Kazakhstan – Bangladesh- Russia – Jordan – Portugal- Japan – Italy -

PRESENTATION
Oral presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION
32 Papers from Turkey And 60 Papers From Other Counteries have been contributed in the conference.

Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"

Issued: 25.10.2025
ISBN: 978-625-5694-36-2

All rights of this book belong to Academy Conferences Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsibleboth ethically and juridically.
Academy Global–2025 ©

Scientific & Review Committee

Prof. Dr. Hülya Çiçek – Turkiye
Prof. Dr. Emine Koca – Turkiye
Prof. Dr. Fatma Koç – Turkiye
Prof. Dr. Valide Paşayeva - Türkiye
Prof. Dr. Ali Bilgili - Turkiye
Prof. Dr. Naile Bilgili - Turkiye
Prof. Dr. Başak Hanedan – Turkiye
Prof. Dr. Aysel Güven - Turkiye
Prof Dr. Bülent Kurtişoğlu – 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. 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
Prof. Yakup Babayev - Azerbaijan
Prof. Dr. Suyatno – Indonesia
Prof. Dr. Zain Musa – Cambodia
Prof. Dr. Sameer Jain – India
Prof. Mehdi Mohammadzade – Iran
Prof. Dr. Ika Maryani – Indonesia
Prof. Dr. Guler Yenice – Turkiye
Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi – Turkiye
Prof. Dr. Mavlonova Ugiloy Khamdamovna – Uzbekistan
Prof. Dr. Mehtap Kavurmacı – Türkiye
Prof. Dr. Belkıs Özkara – Türkiye
Prof. Dr. Al-Rashiff Hamjilani Mastul – Philipinnes
Prof. Dr. Alhisan U. Jemsy – Philippines
Assoc. Prof. Dr. Aysel Arslan - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Sıddık Bakır – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Meryem Öztürk - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Aydın - Turkiye
Assoc Prof. Dr. Feran Aşur – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Sevra Fırıncıoğulları - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet Aydın – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Dilorom Hamroeva - Ozbekistan
Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari – Iran
Assoc. Prof. Ivaylo Staykov - Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Ümit Ayata – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev - Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Okan Sarıgöz – 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
Assoc. Prof. Dr. Irade Kerimova - Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova – Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Ali Vandshoari – İran
Assoc. Prof. Dr. Dinara Fardeeva – Rusya
Assoc. Prof. Dr. Göksel Ulay – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Erkan Efilti - Kirgizhstan
Assist. Prof. K. R. Padma – India
Assist. Prof. Dr. Omid Afghan - Afghanistan
Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan Alanazi - Saudi Arabia
Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich Altayev - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amina Salihi Bayero – Nigeria
Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif Fakheer - Jordania
Assist. Prof. Dr. Dody Hartanto - Indonesia
Assist. Prof. Dr. Ihwan Ghazali - Malaysia
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heyladou – Iran
Assist. Prof. Dr. Bazarhan İmangalieva - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşulı Jaylıbay - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Mamatkuli Juraev – Ozbekistan
Assist. Prof. Dr. Kalemkas Kalibaeva – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bouaraour Kamel – Algeria

Assist. Prof. Dr. Alia R. Masalimova - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amanbay Moldibaev - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ayslu B. Sarsekenova - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bhumika Sharma - India
Assist. Prof. Dr. Gulşat Şugaeva – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. K.A. Tleubergenova - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Cholpon Toktosunova – Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Hoang Anh Tuan – Vietnam
Assist. Prof. Dr. Songül Atak - Türkiye
Assist. Prof. Dr. Botagul Turgunbaeva - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Dinarakhan Tursunalieva - Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Yang Zitong – China
Assist. Prof. Dr. Gulmira Abndirasulova – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa
Assist. Prof. Dr. Murat Genç – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India
Assist. Prof. Dr. Vaiva Balciuniene – Lithuania
Assist. Prof. Dr. Meltem Avan – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu - Azerbaijan
Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade – Azerbaijan
Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracığan – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Raihan Yusoph – Philippines
Dr. Que-Nhu Duong - Vietnam
Dr. Fatih İ. Kurşunmaden – Turkiye
Dr. Mehmet Nuri Ödük – Turkiye
Dr. Ayşe Baran - Turkiye
Dr. Dadash Mehravari – Iran
Dr. Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
Dr. Sonali Malhotra – India
Dr. Amaneh Manafidizaji - Iran

Azərbaycan Respublikası

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin Beynəlxalq Əlaqələr üzrə prorektoru

Sayı: 1 Tarih: 02/10/2023

Mövzu: Təşkilat Komitəsi üzvü olmaq haqqında

Məktub

"Təşkilat komitəsi üzvlüyü" mövzusunda məktub

Bildirirəm ki, prof. Dr. Həcər Hüseynovanın "Akademi Global Conference & Journals "Dərnəyi tərəfindən təşkil edilən konfranslarda təşkilat komitəsi üzvü olaraq təyin edilmişdir.

Prof. Dr. Mahirə Nağı qızı Hüseynova

ADPU, Beynəlxalq Əlaqələr Üzrə Prorektor

Filologiya Və Sosial Elmlər Bölməsi

Rəhbərliyinə

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
THE ART TOWN 5TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION

September 26 - 28, 2025
TUNCELI

Kongre Bağlantı Linki :

Join Zoom Meeting

https://us06web.zoom.us/j/88571518350?pwd=fOYazCWBmbAiWrHygjKSjkbbSvotfd.1

Meeting ID: 885 7151 8350

Passcode: 202224

ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

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

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

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

TECHNICAL INFORMATION

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

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Dr. Öğr. Üyesi, Serhat Soyşekerci**	1	ABBÂSÎ DÖNEMİ OKYANUS TİCARETİNDE DEYBUL LİMANI'NIN ÖNEMİ	Dr. Samet CENGİZ
		2	ABBÂSÎ DÖNEMİ DOĞU AFRİKA'DA FİLDİŞİNİN TİCARETE ETKİSİ	Dr. Samet CENGİZ
		3	Banditry Incidents in Harput According to Official Records (First Half of the 18th Century)	Dr. Buket EĞİTMEN,
		4	Reports In The Press on Atatürk's Vısıts to Elazığ and Tunceli	Dr. İncilay ÇAKIL
		5	KÜREK MAHKÛMU BİR BESTEKÂRIN PORTRESİ: SULTAN V. MURAD	Dr. Öğr. Üyesi, Serhat Soyşekerci

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Doç.Dr. Sevtap SARIOĞLU UĞUR**	1	OLUMSUZ LİDERLİK BİÇİMİ OLARAK İSTİSMARCI YÖNETİM VE KURUMSAL SONUÇLARI	Rahime AKKAYA Dr. Öğr. Üyesi Meryem TEKİN EPİK
		2	SAĞLIK ÇALIŞANLARINDA DUYGUSAL EMEK	Sevilay EKER Doç. Dr. Fuat KORKMAZER
		3	GENÇ YETİŞKİNLERDE ÇEVRİMİÇİ ALIŞVERİŞ BAĞIMLILIĞI VE İLİŞKİLİ DEĞİŞKENLER	Doç. Dr. Zöhre Kaya Ferdi Yağan Serkan Oruç
		4	FACTORS AFFECTING DIGITAL GAME ADDICTION AMONG MIDDLE SCHOOL STUDENTS	Assoc. Prof. Dr. Zöhre Kaya Specialist Psychological Counselor Güner Bozkurt Dr. Psychological Counselor Ferdi Yağan
		5	“ MEDENİ HAL” AYRICALIĞI VE ÇALIŞANLARI DOĞRU YÖNETMEK	Doç.Dr. Sevtap SARIOĞLU UĞUR
		6	SOSYAL MEDYA FENOMENLERİNİN MEŞRUİYETİNİN ANLAŞILMASI: LİTERATÜR TEMELLİ BİR DEĞERLENDİRME	Dr. Öğr. Üyesi Adem UYSAL

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Doç. Dr. Uğur UĞUR**	1	THE IMPACT OF THE COVID-19 PANDEMİC AND THE 2023 EARTHQUAKE ON INSURANCE INDEX RETURNS: A TİME SERİES AND EVENT STUDY APPROACH	Öğr. Gör. Dr. Fazlı Irmak Dr. Öğr. Üyesi Emrah Şahin
		2	DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN ADLİ MUHASEBEYE YANSIMALARI	Dr. Öğr. Üyesi Zeliha KOCA Doç. Dr. Ahmet Fethi DURMUŞ
		3	A STUDY ON TIME MANAGEMENT SKILLS OF UNIVERSITY STUDENTS	Doç. Dr. Mustafa SOBA Öğr. Gör. Ahmet TÜRKAN Arş. Gör. Ayşe Esra KATRANCI ALTAY
		4	TÜRKİYE'DE TURİZM GELİRLERİNİN BELİRLEYİCİLERİ: TÜİK VERİLERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ	Doç. Dr. Mustafa SOBA Arş. Gör. Ayşe Esra KATRANCI ALTAY
		5	TURİZMDE YAPAY ZEKÂ KULLANIMININ AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI: TÜKETİCİ ODAKLI BİR İNCELEME	Doç. Dr. Uğur UĞUR
		6	Where Do Organizations Go Green? A Bibliometric Sector-Based Review of Green Behavior Research	Asst. Prof. Dr. Sıdıka Ece YILMAZ Assoc. Prof. Dr. Onur ÇELİK

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Doç. Dr. SEVRA FIRINCIOĞULLARI**	1	LİSANS ÖĞRENCİLERİNİN DİJİTAL OKURYAZARLIKLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Yüksek Lisans Öğrencisi, Ebrar İleriok Doç. Dr., Canan Yıldıran
		2	A RESEARCH ON MEASURING THE FINANCIAL LITERACY LEVELS OF HIGH SCHOOL STUDENTS: THE CASE OF ELAZIG VOCATIONAL AND TECHNICAL ANATOLIAN HIGH SCHOOL	Öğr. Gör, Mehmet Şerif YEŞİLKAYA Doktora Öğrencisi, Turgay YILDIRIM Uzman Öğretmen, Ali YEŞİLKAYA
		3	EXAMINING THE SELF-EFFICACY OF PARENTS OF PRESCHOOL CHILDREN REGARDING STORYBOOK READING	Hümeyra ARVAS Prof. Dr. Ramazan SAK
		4	BOLLUK ÇAĞI, TÜKETİM ve REKLÂM	Doç. Dr. SEVRA FIRINCIOĞULLARI

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Doç. Dr. Fatih GÜLER**	1	AN EXAMINATION OF THE POSSIBILITY OF A POSITIVE CONFLICT OF JURISDICTION IN CASES RELATING TO POLITICAL PARTY CONGRESSES	Doç. Dr. Fatih GÜLER
		2	AN ORGANIC MODEL PROPOSAL FOR AIR INTERVENTION AGAINST FOREST FIRES FROM A PUBLIC ADMINISTRATION PERSPECTIVE	Doç. Dr. Fatih GÜLER
		3	ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE YANGIN RİSKLERİ VE GÜVENLİK YÖNETİMİ: PROAKTİF YAKLAŞIMLAR	Öğr. Gör. Abdurrahman OLGUN Öğr. Gör. Uğur MAZLUM
		4	KARMA GERÇEKLİK DESTEKLİ İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI İLE YANGIN VE DUMAN TESPİTİNDE UZAKTAN ALGILAMA YAKLAŞIMLARI	Öğr. Gör. Abdurrahman OLGUN Öğr. Gör. Uğur MAZLUM
		5	THE RELATIONSHIP BETWEEN SHAREHOLDERS' PROPERTY RIGHTS AND CORPORATE GOVERNANCE DECISIONS	Öğr. Gör. Dr. GÜLŞAH İSLAMOĞLU
		6	ASSESSMENT OF THE ELECTRONIC CHECKS	Öğr. Gör. Dr. GÜLŞAH İSLAMOĞLU

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Doç. Dr. Hande BABA KAYA**	1	SPORDA KAYGI AZALTMA VE NEUROFEEDBACK: VOSVİEWER ANALİZİ	Dr. Öğr. Üyesi, Öznur AKPINAR Doç. Dr. Melek GÜLER Prof. Dr. Selahattin AKPINAR Doç. Dr. Hande BABA KAYA
		2	SPORCULARDA DİKKAT ARTIRMADA NEUROFEEDBACK UYGULAMALARININ BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	Dr. Öğr. Üyesi, Öznur AKPINAR Doç. Dr. Melek GÜLER Prof. Dr. Selahattin AKPINAR Doç. Dr. Hande BABA KAYA
		3	AVRUPA'DAKİ ALEVİ ÖRGÜTLENMELERİNİ "TRAVELLING MEMORY" PERSPEKTİFİYLE YENİDEN DÜŞÜNMEK: SOSYAL MEDYA PRATİKLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	Doktora Öğrencisi, Cemre Aslan
		4	TÜRKİYE'DEKİ KIRSAL ALANDAKİ GEÇİT HAKKI UYUŞMAZLIKLARI: SOSYOLOJİK BİR DEĞERLENDİRME VE YAPISAL ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	Dr. Öğretim Üyesi İlker KARAÖNDER
		5	ISLAHÇI HAKLARI: TÜRKİYE'DE FİKRİ MÜLKİYETİN GÖZ ARDI EDİLEN ALANI	Dr. Öğretim Üyesi İlker KARAÖNDER
		6	FRANCİSCO SUÁREZ'İN DOĞAL HUKUK ANLAYIŞI: İRADE, AKIL VE YÜKÜMLÜLÜK	Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYRAM

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Assoc. Prof. Dr. Erkinbek Moldobekov**	1	DEVELOPING A STANDARDIZED FLUENCY ASSESSMENT FOR THE KAZAKH LANGUAGE IN HIGHER EDUCATION CONTEXTS	Dr. Ayan Zhaksybekov Dr. Leila Nurzhanova Prof. Dr. Timur Rakhimov
		2	THE IMPACT OF AGE ON SECOND LANGUAGE PROFICIENCY: A CASE STUDY FROM INDONESIA	Dr. Siti Nurhaliza Putri
		3	HISTORICAL DEVELOPMENT OF MULTILINGUAL DICTIONARIES IN EASTERN EUROPE	Dragan Iliev, Assis. Prof. Dr. Ana Stoilova
		4	IMPACT OF WORKING MEMORY ENHANCEMENT ON EXECUTIVE FUNCTION DEVELOPMENT IN ADOLESCENTS	Hanae Takahashi Riku Yamamoto
		5	COMPARATIVE EEG AND BEHAVIORAL RESPONSES TO SYNTACTIC VIOLATIONS IN NATIVE AND NON-NATIVE LANGUAGES AMONG CENTRAL ASIAN POPULATIONS	Aigerim Sarsenbayeva Yerzhan Beketuly Dilara Kurbanova Timur Rakhimov
		6	AN INVESTIGATION OF FINAL TESTS IN TRANSLATION EDUCATION WITHIN KYRGYZ UNDERGRADUATE PROGRAMS	Aida Asanova, Assoc. Prof. Dr. Erkinbek Moldobekov
		7	MORPHEMIC ANALYSIS AWARENESS: IMPACT ON ESL STUDENTS' VOCABULARY LEARNING STRATEGY	Arya B. Kumar, Dr. Sofia Ahmed, Dr. Khamzat U. Nazarov

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Prof. Dr. Naledi Motsumi**	1	PERCEPTIONS AND USAGE OF MACHINE TRANSLATION TOOLS AMONG IRANIAN ENGLISH TRANSLATORS	Dr. Farhad Zahiri
		2	TEMPORAL DYNAMICS AND TOP-DOWN MODULATION IN MULTISTABLE PERCEPTION	Dr. Yulia Petrova Dmitri Smirnov
		3	INFERENTIAL PROCESSES IN LITERACY: A STUDY OF ARABIC TEXT COMPREHENSION	Sarah Al-Mansour
		4	RELATIONSHIP BETWEEN MULTIPLE INTELLIGENCES AND GRAMMAR ACHIEVEMENT IN IRANIAN EFL STUDENTS	Dr. Narges Abbasi Assoc. Prof. Dr. Hamid Rahimi
		5	SELF-ASSESSMENT EFFECTIVENESS IN WRITTEN LANGUAGE OUTPUT AMONG SECONDARY SCHOOL STUDENTS	Assoc. Prof. Dr. Yumi Takahashi
		6	INFLUENCES OF LOCUS OF CONTROL, ACADEMIC SUCCESS, AND BIOLOGICAL FACTORS ON IRANIAN ONLINE EFL LEARNERS	Maryam Khosravi Leila Farhadi
		7	RESEARCHING STUDENT RETICENCE IN IRANIAN UNIVERSITY EFL CLASSROOMS	Maryam Khosravi Dr. Sara Alipour
		8	ANALYSIS OF COMMON WRITING ERRORS AND THE IMPACT OF PARTICIPATORY ERROR CORRECTION IN SECOND-YEAR STUDENTS	Sibusiso Dlamini
		9	NATION-BUILDING AND POLITICAL IDENTITY IN BOTSWANA	Prof. Dr. Naledi Motsumi

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Dr. Emmanuel J. Kabwe**	1	CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY AND GOVERNANCE: IMPACT ON NON-PROFIT SECTOR DEVELOPMENT IN EAST AFRICA	Moses N. Wanjiru Dr. Ruth K. Mugo
		2	ANALYZING CUSTOMER-ORIENTED AND BRAND-CENTRIC CAPABILITIES FOR BUSINESS SUCCESS IN EMERGING EUROPEAN STARTUPS	Melanie Schreiber
		3	ASSESSING THE ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF TRADE SECTOR EXPANSION: CASE EVIDENCE FROM TANZANIA	Dr. Emmanuel J. Kabwe
		4	THE ROLE OF UNIVERSITY VISION IN SHAPING INSTITUTIONAL BRAND PERCEPTION: A STUDY OF VIETNAM'S PRIVATE UNIVERSITIES	Nguyen Thi Lan Phuong
		5	STRATEGIC PUBLIC RELATIONS INITIATIVES FOR MANAGEMENT FACULTIES IN MALAYSIAN UNIVERSITIES	Assis. Dr. Noor Aini Razak
		6	INFLUENCE OF SOCIAL MEDIA-DRIVEN CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT ON BRAND LOYALTY IN INDIAN BANKING SECTOR	Ananya Desai
		7	DESIGNING ENGAGING VISUAL PRESENTATIONS TO PROMOTE JAPANESE CUISINE	Akira Yamamoto

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Assoc. Prof. Dr. Hassan Ali**	1	THE ROLE OF INTERNAL AUDIT IN FRAUD DETECTION AND PREVENTION AT PUBLIC UNIVERSITIES IN WEST JAVA	Dr. Dian Pratiwi Prof. Arif Santoso
		2	EVALUATION OF DISTRIBUTION EFFICIENCY IN NIKE SUPPLY CHAIN USING WINDOW DEA AND MALMQUIST PRODUCTIVITY INDEX	Assistant Prof. Farid Qureshi Mr. Asad Mahmood
		3	MODELING THE COST OF CAPITAL IN BANKING SERVICES: A COMPREHENSIVE APPROACH	Lecturer Amir Chaudhry Assoc. Prof. Dr. Hassan Ali
		4	THE IMPACT OF HUMAN VALUES AND SERVICE QUALITY ON CUSTOMER MOTIVATION IN MALAYSIAN COMMERCIAL BANKING SECTOR	Senior Lecturer Nurul Hidayah Ms. Zainab Omar
		5	EXAMINING THE ALIGNMENT OF INCENTIVE SYSTEMS WITH LOCUS OF CONTROL AND THEIR EFFECTS ON TEAM PERFORMANCE	Assis. Prof. Dr. Fatima Khalid Dr. Tariq Shah
		6	ANALYSIS OF INITIAL DELAYS IN CONSTRUCTION PROJECTS AND STRATEGIES FOR MITIGATION	Assoc. Prof. Dr. Khaled Al-Hassan
		7	FINANCIAL DECISION MAKING PRACTICES AMONG UNIVERSITY STUDENTS IN THE CZECH REPUBLIC: AN EMPIRICAL STUDY	Lecturer Petra Nováková
		8		

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Dr. Xiaohong Liu**	1	DEVELOPMENT OF AN ASSESSMENT SCALE FOR ELEMENTARY EFL WRITING PROFICIENCY	Assoc. Prof. Dr. Faisal Ahmad
		2	MIXED CODE-SWITCHING PHENOMENA IN DIGITAL MESSAGING: A STUDY OF JAPANESE, ENGLISH, AND THAI IN MOBILE CHATS	Dr. Natchanon Srisuwan Kenji Nakamura Assis. Prof. Dr. Aya Fujimoto
		3	PRAGMATIC ANALYSIS OF SPEECH ACTS AND POLITENESS IN ENGLISH LANGUAGE CLASSROOMS IN GEORGIA	Tinatin Javakhishvili Giorgi Beridze
		4	EFFECTIVENESS OF DIALOGUE JOURNALS AS A LANGUAGE LEARNING TOOL AMONG EFL STUDENTS IN FOUNDATION PROGRAMS	Dr. Sara Al-Mutairi Prof. Dr. Dr. Laila Abdulla
		5	LINGUISTIC CONSCIOUSNESS AND THE ROLE OF POLITICAL MYTH IN CENTRAL ASIAN DISCOURSE	Dr. Aigerim Bektayeva Akmaral Zholdasbekova
		6	THE FUNCTION OF SIGNS IN INTERPERSONAL COMMUNICATION PROCESSES	Svetlana Morozova Tatyana Ivchenko
		7	COMPARATIVE STUDY OF MICRO-READING VERSUS TRADITIONAL READING THROUGH THE LENS OF SCHEMA THEORY	Dr. Xiaohong Liu Dr. Wei Chen

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Assoc. Prof. Nattawut Chaiyasit**	1	ENHANCING ENGLISH PRONUNCIATION SKILLS USING PHONETIC PRINCIPLES AMONG UNIVERSITY ENGLISH MAJORS	Dr. Aisha Malik Faisal Ahmed Sana Qureshi
		2	METACOGNITIVE AWARENESS OF EFL TEACHERS AS A FACTOR IN PROFESSIONAL ACHIEVEMENT	Prof. Dr. Nadia Al-Salem Layla Farooq
		3	DEVELOPING LEARNER AUTONOMY THROUGH CONSTRUCTIVIST APPROACHES IN LANGUAGE EDUCATION	Dr. Mei Ling Chen Xiu Ying Wang
		4	EXPLORING THE CONNECTION BETWEEN LANGUAGE OUTPUT AND SECOND LANGUAGE ACQUISITION PROCESSES	Assistant Professor Khalid Javed Mr. Amir Rehman
		5	LINGUISTIC REPRESENTATIONS OF VIOLENCE IN LOCAL AND NATIONAL MEDIA OF SOUTHERN THAILAND	Assoc. Prof. Nattawut Chaiyasit Kamonrat Thongchai
		6	CRITICAL ANALYSIS OF TASK GRADING AND SEQUENCING IN TASK-BASED SYLLABUS DESIGN	Hassan Ali Dr. Mahnoor Iqbal
		7	GENDER DIFFERENCES IN EXPRESSIONS OF REFUSAL IN JORDANIAN ARABIC	Dr. Omar Hadi
		8	SENTIMENT ANALYSIS AND OPINION MINING IN THE CONTEXT OF DIGITAL TEXTS	Sana Ahmad Assoc. Prof. Bilal Hassan

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Prof. Dr. Fiona Roberts**	1	THE SEMANTICS OF DRAMATIC EXPRESSION IN ACTOR TRAINING: A CROSS-CULTURAL PERSPECTIVE	Prof. Dr. Elena Ivanova Luis Andrade
		2	WORKING MEMORY PROFILES IN BRITISH SIGN LANGUAGE (BSL)/ENGLISH INTERPRETERS AND DEAF SIGNERS	Prof. Dr. Fiona Roberts
		3	AWARENESS OF READING STRATEGIES AMONG EFL UNDERGRADUATES AT SOFIA UNIVERSITY	Assistant Prof. Dr. Mira Petrova
		4	ENHANCING ACADEMIC WRITING SKILLS AMONG FRENCH-SPEAKING ESL LEARNERS	Dr. Jean-Luc Morel
		5	EXPLORING THE CRITERION-RELATED VALIDITY OF CLOZE AND C-TESTS IN LANGUAGE PROFICIENCY MEASUREMENT	Ms. Claire Dubois Assis Prof. Dr. Martin Keller Prof. Dr. Eva Schmidt
		6	PATTERN ANALYSIS OF COGNITIVE MECHANISMS IN WRITTEN LANGUAGE COMPREHENSION	Dr. Anna Nowak
		7	LINGUISTIC ACCOMMODATION IN TELEPHONE INTERACTIONS: A STUDY OF RUSSIAN CONVERSATIONAL PRACTICES	Dmitry Orlov
		8	LANGTECH: AN EXPERT SYSTEM APPROACH FOR AUTOMATING ENGLISH TO BENGALI TRANSLATION	Mr. Rajib Choudhury Assistant Prof. Dr. Sahana Sen Assistant Prof. Dr. Arjun Das Dr. Tanvir Alam

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Prof. Dr. Bahadır KOZ**	1	Exploring Strategies for Nurses in Managing Patient Trauma in Emergency Settings	Seyedeh Majedeh Mortazavi Dr. Pouran Varani Farahani
		2	Contributions to the Moss Flora of Berit Mountain in Kahramanmaraş Province	Prof. Dr. Bahadır KOZ
		3	Evaluation of the use of some moss species in landscape architecture	Prof. Dr. Bahadır KOZ
		4	SÜRDÜRÜLEBİLİR ÖZELLİKTE NARENCİYE KABUĞU UÇUCU YAĞI KATKILI BİYOFİLMLERİN ELDE EDİLMESİ VE BİYOFİLMLERİN UYGULANDIĞI TAVUK GÖĞÜS ETİNDE DEPOLAMA SÜRESİNCE TOPLAM MİKROBİYAL YÜKTEKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Özlem Ertekin
		5	AĞIR METAL SİNERJİSİ: *Daphnia magna'*da DEMİR VE KURŞUN TOKSİSİTESİ	Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ
		6	Daphnia magna' da ABAMEKTİN AKUT TOKSİSİTESİ	Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ
		7	CHANGES IN PARAOXONASE-1 ENZYME ACTIVITY IN BROWN SWISS COWS WITH CLINICAL AND SUBCLINICAL MASTITIS	Asst. Prof. Dr., Serpil AYGÖRMEZ Prof. Dr., Mushap KURU Assoc. Prof. Dr., Mustafa MAKAV
		8	Spatio-temporal Variation in the Abundance of Whiting (Merlangius merlangus euxinus L., 1758) in the Southeastern Black Sea	Doç. Dr. Hatice ONAY

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Doç. Dr. Gülay Zulkadir**	1	SULAMA GÖLETLERİ ETÜT - YAPIM AŞAMALARI VE KONYA İLİNDE BULUNAN BAZI GÖLETLERİN İŞLETME SORUNLARI	Ahmet Çelik Doç. Dr. Nurcan YAVUZ
		2	DETERMINATION OF THE EFFECTS OF SOME DORMANCY BREAKING APPLICATIONS ON THE GERMINATION OF THE PISTACHIO AND ROOTSTOCKS SEEDS	Ahmet KALKAN Research Assist. Merve KARAKOYUN MUTLUAY Assoc. Prof. Dr. Şeyma ARIKAN Prof. Dr. Muzaffer İPEK
		3	EFFECTIVE CONTROL STRATEGİES AGAİNST Cercospora LEAF SPOT DİSEASE İN SUGAR BEET	Ziraat Mühendisi RABİA HANDE ŞEN Prof. Dr. NUH BOYRAZ
		4	A COMPREHENSIVE REVIEW OF THE EFFECTS OF BIO-INOCULANTS ON PLANT GROWTH, DEVELOPMENT AND AGRICULTURAL SUSTAINABILITY	Doç. Dr. Gülay Zulkadir
		5	TÜRKİYE'NİN TARIM RÖNESANSI: 2025'TE ÜRÜN ÜRETİMİ VE TEKNOLOJİK GELİŞMELER	Doç. Dr. Gülay Zulkadir
		6	PARAZİT BİTKİLERİN BİYOLOJİSİ VE TARIMSAL MÜCADELE STRATEJİLERİ ÜZERİNE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR	Dr. Cemal TÜLEK
		7	TARIM VE TARIM DIŞI ALANLARDA TERMAL YÖNTEMLERLE YABANCI OT KONTROLÜ: ETKİNLİK, UYGULAMA VE ÇEVRESEL ETKİLER	Dr. Cemal TÜLEK

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Prof.Dr.Selahattin BARDAK**	1	SAĞLIKTA YAPAY ZEKÂNIN KULLANIMI	Vedat ÇELİK Doç. Dr. Fuat KORKMAZER
		2	HEPATITIS C DETECTION USING XGBOOST	Prof.Dr.Kinyas POLAT Prof.Dr.Selahattin BARDAK
		3	HEART DISEASE PREDICTION USING XGBOOST: A MACHINE LEARNING APPROACH	Prof.Dr.Selahattin BARDAK Prof.Dr.Kinyas POLAT
		4	ENERJİ SEKTÖRÜNDE INMON VE KIMBALL YAKLAŞIMIYLA HİBRİT VERİ AMBARI TASARIMININ OLUŞTURULMASI VE İNCELENMESİ	Ahmet Gürgaşin
		5	TEDARİKÇİ PORTFÖY ANALİZİ İÇİN NİCEL BİR ÇALIŞMA: ENERJİ SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA	Ahmet Gürgaşin
		6	KARMA DAĞILIMLARIN PERFORMANSININ BEKLEME HATLARINDA DEĞERLENDİRİLMESİ	Doç.Dr., Melik KOYUNCU

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Doç. Dr. Zeki OMAÇ**	1	PROCESS ANALYSIS WITH METHODS ENGINEERING: STANDARD TIME DETERMINATION AND EFFICIENCY EVALUATION IN DEFENSE INDUSTRY PAINTSHOP PROCESSES	Prof. Dr., Servet Soygüder Endüstri Mühendisi, Emine Tekin
		2	DETERMINATION OF CARBON FOOTPRINT IN A DEFENSE INDUSTRIAL FACTORY USING IPCC AND DEFRA METHODS	Prof. Dr., Servet Soygüder Çevre Mühendisi, Meltem Rışvan
		3	MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ YERLEŞKESİNDE BULUNAN SODYUM BUHARLI ARMATÜRLER İLE LED LAMBALARIN KARŞILAŞTIRILMALI ANALİZİ	Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ Yüksek Lisans Öğrencisi Musa SEVİMLİ
		4	MUŞ İLİ ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNDE GÜNEŞ ENERJİSİNİN ÖNEMİ	Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ Yüksek Lisans Öğrencisi Musa SEVİMLİ
		5	SÜREKLİ MIKNATISLI SENKRON MOTORUN ÜÇ BOYUTLU SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİNDE İNCELENMESİ	Doç. Dr. Zeki OMAÇ

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Dr. Khorram MAnafidizaji**	1	GREEN-SYNTHESIZED PECTIN FROM COCOA BEAN SHELL WASTE AND ITS INTERACTION WITH Fe_3O_4 NANOPARTICLES	Güniz Karakuş Dr, Sedef Kaptan Usul Assoc. Prof. Dr. Ayşe Aslan Canpolat
		2	COMPARISON OF METAHURISTIC APPROACHES IN FINANCIAL DEFAULT RISK PREDICTION	Muhammed Efe DEVECİ Doç.Dr Feyza ALTUNBEY ÖZBAY Prof.Dr Erkan TANYILDIZI
		3	BAKIR ESASLI TOZLARIN ATOMİZASYON YÖNTEMLERİ İLE ÜRETİMİ	Metalurji ve Malzeme Mühendisi, Mert Can DEMİR Profesör, Rıdvan YAMANOĞLU
		4	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF HELIX ANGLE ON SURFACE ROUGHNESS IN END MILLS	Mak. Yük. Müh. Cem ARSLAN Doç. Dr. Yahya TAŞGIN

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Lecturer Ji-Hoon Lee**	1	EVALUATION OF SHEAR STRENGTH PARAMETERS OF AMENDED LOESS USING COMMON ADMIXTURES IN NORTHERN CHINA	Dr. Li Wei Prof. Jun Zhang Mr. Minghao Chen
		2	CLOUD-BASED DEVELOPMENT OF BIM SOFTWARE FOR SMART CONSTRUCTION MANAGEMENT	Assis. Prof. Dr. Hana Park Lecturer Ji-Hoon Lee
		3	FINITE ELEMENT SIMULATION AND PARAMETERIZATION OF C-SHAPE ELECTROMAGNETS FOR MATERIALS CHARACTERIZATION	Dr. Carlos Ramirez Mr. Felipe Gonzalez
		4	THERMAL CONVECTION ANALYSIS IN LIGHT WEIGHT TIMBER STRUCTURES WITH MINERAL WOOL INSULATION	Dr. Emily Wilson Prof. James Clark
		5	IDENTIFICATION AND PRIORITIZATION OF CONSTRUCTION SITE SAFETY ISSUES: A MULTI-PERSPECTIVE ANALYSIS	Dr. Ying Chen Ms. Hui Zhang
		6	STABILITY OPTIMIZATION OF FUNCTIONALLY GRADED PIPES UNDER FLUID FLOW CONDITIONS	Mr. Fares Al-Masri Professor Layla Haddad
		7	OPTIMAL DESIGN OF LAUNCHING NOSE IN INCREMENTAL LAUNCHING OF CONTINUOUS BRIDGES	Dr. Wei Chen
		8	APPLICATION OF STREAMLINED MATERIAL ACCOUNTING TO ENVIRONMENTAL IMPACT ESTIMATION	Lecturer Paul Armstrong

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Assoc. Prof. Dr. Piya Aramwit**	1	REMOVAL OF PENTACHLOROPHENOL THROUGH ADSORPTION AND BIODEGRADATION METHODS	Amina Yusuf Prof. Dr. Samuel Okeke
		2	FORMULATION AND PHYSICOCHEMICAL EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS SPECIES	Dr. Sanae Al-Masri Naveed Ahmad
		3	INFLUENCE OF SERICIN CONCENTRATION ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SILK-BASED FILMS	Niran Namviriyachote Assoc. Prof. Dr. Piya Aramwit
		4	DEVELOPMENT AND VALIDATION OF AN OPTIMIZED RP-HPLC METHOD WITH FLUORESCENT DETECTION FOR NORFLOXACIN ANALYSIS	Dr. Ghulam Mustafa Mahmood Khilji
		5	ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF PLUMERIA ALBA PETAL EXTRACTS AGAINST COMMON PATHOGENS	Dr. Laila Syakira Brenda Collins
		6	AUTOMATED DETECTION OF FALSE ALERTS IN DRUG-DRUG INTERACTION SYSTEMS USING MACHINE LEARNING	Dr. Yan-Jhih Huang Ms. Yu-Chuan Lee
		7	COMPARATIVE STUDY OF ANTIBACTERIAL EFFECTS OF ETHANOLIC AND ISOPROPYL-HEXANE EXTRACTS OF ZINGIBER OFFICINALE	Dr. Tahereh Nazari Mahsa Jasemi

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Prof. Dr. Chukwuemeka Nwosu**	1	THE IMPACT OF STAKEHOLDER COMMUNICATION STRATEGIES ON CONSUMER ACCEPTANCE AND FINANCIAL PERFORMANCE IN THE FERTILIZER INDUSTRY IN MALAYSIA	Dr. Amina Yusuf Dr. Abdul Rahman
		2	ANALYSIS OF RUBBER WASTE UTILIZATION IN MANUFACTURING PROCESSES: A CASE STUDY OF PANDORA PRODUCTION COMPANY	Wuttichai Thongchai Prof.Dr. Marek Kowalski
		3	STRATEGIES FOR COMBATING MONEY LAUNDERING IN THE BANKING SECTOR: LESSONS FROM MALAYSIA	Noor Fatimah Dr. Zainal Abidin
		4	HYBRID RENEWABLE ENERGY SYSTEMS FOR SMALL INDUSTRIAL COMPLEXES: OPTIMIZATION AND PERFORMANCE ANALYSIS	Eng. Nikola Stambolić Dr. Katarina Petrovska
		5	NEURAL NETWORK-BASED STATISTICAL PREDICTION OF FINANCIAL DISTRESS IN NIGERIA'S BANKING SECTOR	Prof. Dr. Chukwuemeka Nwosu
		6	EVALUATING EFFICIENCY IN URBAN GOVERNANCE FOR SUSTAINABILITY AND COMPETITIVENESS: A STUDY ON KUALA LUMPUR	Dr. Amir Hamzah Ms. Nurul Rashid
		7	APPLICATION OF NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEMS FOR FORECASTING GROSS DOMESTIC PRODUCT GROWTH	Assoc. Prof. Dr. Eleni Giovanis

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Assoc Prof. Dr. Hana Saad**	1	ONE-POT FACILE SYNTHESIS OF N-DOPED GRAPHENE FROM PARA-PHENYLENEDIAMINE AS METAL-FREE CATALYSTS FOR OXYGEN REDUCTION IN ALKALINE FUEL CELLS	Dr. Amina Adeyemi Kwame Mensah Thandi Mokoena
		2	MATERIAL SELECTION FOR FOOTWEAR INSOLES USING ANALYTICAL HIERARCHICAL PROCESS	Assis. Prof. Dr. Rajesh Singh Dr. Priya Nair
		3	EFFECTS OF TEST ENVIRONMENT ON SLIDING WEAR BEHAVIOR OF CAST IRON, ZINC-ALUMINUM ALLOY, AND THEIR COMPOSITES	Dr. Fahad Ahmad Imran Sheikh
		4	PREDICTION OF CUTTING TOOL LIFE IN DRILLING REINFORCED ALUMINUM ALLOY COMPOSITES USING A FUZZY LOGIC APPROACH	Assoc. Prof. Dr. Sameer Malik
		5	MATERIAL SELECTION FOR MANUAL WINCH ROPE DRUM APPLICATIONS	Dr.. Joseph Kamau Brian Okello Samuel Muriuki
		6	UV-CURED COATINGS BASED ON ACRYLATED EPOXIDIZED SOYBEAN OIL AND EPOXY CARBOXYLATE	Assis. Prof. Khalid Al-Mansoori Lecturer Lina Barakat Assoc Prof. Dr. Hana Saad
		7	EXPERIMENTAL STUDY ON OVER-CUT IN ULTRASONIC MACHINING OF WC-CO COMPOSITES	Ramesh Kumar Assist. Prof. Dr. Anil Singh
		8	INDUCTION MELTING TECHNIQUE FOR FABRICATION OF ALUMINUM-CARBON NANOTUBE NANOCOMPOSITES	Dr. Muhammad Tariq Adeel Zaman

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Assoc. Prof. Dr. Noura Al-Harbi**	1	VIRTUAL BIOLOGY LABORATORY FOR ENHANCED STUDENT LEARNING	Dr. Nurul Huda Dr. Amirul Faizal
		2	INTEGRATING ONLINE LABORATORIES INTO SECONDARY BIOLOGY EDUCATION IN KAZAKHSTAN	Ayan Mukhtar Zhanar Bektemir Dinara Sadykova
		3	BIOLOGICALLY INSPIRED REACTIVE AGENT MODELING USING X-MACHINES	Dimitrios Papadopoulos Elena Nikolaidis Yannis Christodoulou
		4	CRYPTOGENIC FRESHWATER FISH BIODIVERSITY IN BANGLADESH	Dr. Md. Hasan Dr. Kamal Uddin Md. Tarek Hossain
		5	UNIFIED MODELS IN GENOME REARRANGEMENT AND SORTING PRIMITIVES IN BIOINFORMATICS	Dr. Anil Kumar Assis. Prof. Dr. Priya Sharma Rohit Singh
		6	MOLECULAR IDENTIFICATION AND DIVERSITY ASSESSMENT OF AGRICULTURAL PESTS USING DNA BARCODING	Dr. Saud Al-Mutairi Faisal Al-Qahtani Assoc. Prof. Dr. Noura Al-Harbi
		7	ADVANCED MICROFLUIDIC TECHNIQUES FOR BIOMEDICAL AND BIOHEALTH APPLICATIONS	Dr. Zahra Roudsari Dr. Nima Etemad
		8	EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF INTERPROFESSIONAL SIMULATION TRAINING ON COLLABORATIVE SKILLS AMONG HEALTHCARE UNDERGRADUATES	Assoc. Prof. Dr. L. Thompson Ramirez, Lec. N. Khamal

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Assoc. Prof. Dr. Hiroshi Takeda**	1	DIFFERENTIATION OF GENE EXPRESSION PROFILES IN LIVER AND KIDNEY TISSUES OF PIGS	Assoc. Pro. Dr. Sergey Sokolova
		2	DECISION TREES FOR PREDICTING RISK OF MORTALITY USING ROUTINELY COLLECTED DATA	Dr. Emily Carter Dr. James Walker Dr. Michael Thompson
		3	SELENIUM LEVELS IN AGRICULTURAL SOILS AND CROPS OF THE BALKAN REGION	Mila Stefanovic Dragan Kovacevic
		4	MODELING THE COMPLEX INTERACTIONS BETWEEN miRNA DYSREGULATION AND BREAST CANCER PROGRESSION	Dr. Neda Karimi Assoc. Prof. Dr. Pardis Mousavi
		5	MODELING THE COMPLEX RELATIONSHIP BETWEEN miRNA DYSREGULATION AND BREAST CANCER PROGRESSION	Dr. Olufemi Adewale Dr. Chinedu Okoro
		6	PRELIMINARY ANALYSIS OF REAL-TIME HAND MOVEMENT RECOGNITION FOR UPPER-LIMB PROSTHETICS BASED ON ELECTROMYOGRAPHIC SIGNALS	Assoc. Prof. Dr. Hiroshi Takeda Assist. Prof. Dr. Maria Gonzalez Lec. Ahmed El-Sayed Dr. Jonathan Clarke
		7	ADVANCED SIMULATION PLATFORM FOR MEDICAL IMAGE FUSION AND LEARNING	Assoc. Prof. Dr. Beatriz Oliveira, Assis. Prof. Dr. Inês Soares, Miguel A. Duarte

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Dr. Lara M. Oliveira**	1	SUSTAINABLE URBAN HOUSING DESIGN STRATEGIES FOR RESILIENT COMMUNITIES	Elena Markarian, Assis. Prof. Dr. Dimitrios Kalogeropoulos, Maria Fernanda Castillo, Dr. Arvind Rathore
		2	INTEGRATED FLOOD-RESILIENT INFRASTRUCTURE PLANNING FOR COASTAL CITIES	Dr. Lara M. Oliveira, Assoc. Prof. Dr. Marco Vitali
		3	CROSS-CULTURAL PERSPECTIVES IN MODERN URBAN ARCHITECTURE	João Mendes, Assis. Prof. Dr. Farid Aliev, Nadira Khan
		4	INNOVATIVE FINANCIAL MODELS FOR AFFORDABLE HOUSING IN EMERGING ECONOMIES	Dr. Timothy Adebayo, Chidera Okonkwo, Rizal Hidayat
		5	ARCHITECTURAL STRATEGIES FOR CLIMATE-ADAPTIVE PUBLIC SPACES	Manoj Patel, Dr. Hana Syafiqah
		6	RISK ASSESSMENT AND SAFETY MANAGEMENT IN INDUSTRIAL URBAN ZONES	Dr. Khaya Qonono, Assis. Prof. Dr. Zeynep Alimova, Paulo Ribeiro
		7	DVANCES IN LIGHTING SIMULATION AND VISUAL COMFORT ANALYSIS IN CONTEMPORARY ARCHITECTURE	Assoc. Prof. Dr. Luca Moretti Mahmoud Al-Khatib E. S. Cantrell Sofia Petrova

MUNZUR 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES September 26 - 28, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
26 Eylül / Sept 26, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Prof. Dr. Laila Abdallah**	1	IMPACT OF TELEHEALTH IMPLEMENTATION ON MATERNAL AND NEWBORN HEALTH OUTCOMES IN RURAL MIDDLE EASTERN COMMUNITIES	Assoc. Prof. Dr. Layla Hassan Omar Al-Najjar Sara Al-Mutairi
		2	STRATEGIES TO ENHANCE MENTAL HEALTH SUPPORT FOR PREGNANT AND POSTPARTUM WOMEN IN MIDDLE EASTERN HEALTHCARE SETTINGS	Dr. Fatima Suleiman Khaled Al-Farsi
		3	IMPLEMENTING TELEHEALTH IN RURAL AND REMOTE COMMUNITIES FOR PRIMARY CARE	Prof. Dr. Alejandro Ruiz, Dr. Fatima Khan, Assis. Prof. Dr. Morten Larsen
		4	ASSESSMENT OF PAIN MANAGEMENT PRACTICES IN PEDIATRIC CARE UNITS ACROSS MIDDLE EASTERN COUNTRIES	Dr. Rania Khalil Youssef Mahmoud Dr. Leila Mansour
		5	THE ROLE OF NURSES IN CHRONIC DISEASE MANAGEMENT: A CROSS-COUNTRY STUDY IN THE MIDDLE EAST	Prof. Dr. Ahmed Farouk Dr. Salma Nabil Prof. Dr. Dalia Karam
		6	EVALUATION OF NURSING EDUCATION CURRICULA IN THE MIDDLE EAST: ALIGNMENT WITH GLOBAL HEALTHCARE NEEDS AND CULTURAL CONTEXTS	Prof. Dr. Samir Abbas
		7	PEDIATRIC NURSING AND FAMILY-CENTERED CARE: IMPROVING CHILDHOOD HEALTH OUTCOMES	Assoc. Prof. Dr. Helena Schmidt, Dr. Rafael Costa, lec. Priya Sharma
		8	EFFECTIVENESS OF COMMUNITY-BASED HEALTH PROMOTION PROGRAMS LED BY NURSES IN MIDDLE EASTERN URBAN AREAS	Dr. Sara Nasser Assoc. Prof. Dr. Fadi Hassan Prof. Dr. Laila Abdallah

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Contents

Exploring Strategies for Nurses in Managing Patient Trauma in Emergency Settings 1

KAHRAMANMARAŞ İLİ BERİT DAĞI KARAYOSUNU FLORASINA KATKILAR..... 2

PEYZAJ MİMARİSİNDE BAZI KARAYOSUNU TÜRLERİNİN KULLANILMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ..... 14

SÜRDÜRÜLEBİLİR ÖZELLİKTE NARENCİYE KABUĞU UÇUCU YAĞI KATKILI BİYOFİLMLERİN ELDE EDİLMESİ VE BİYOFİLMLERİN UYGULANDIĞI TAVUK GÖĞÜS ETİNDE DEPOLAMA SÜRESİNCE TOPLAM MİKROBİYAL YÜKTEKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ 30

Ağır Metal Sinerjisi: *Daphnia magna*'da Demir ve Kurşun Toksisitesi 31

Daphnia magna' da ABAMEKTİN AKUT TOKSİSİTESİ 38

CHANGES IN PARAOXONASE-1 ENZYME ACTIVITY IN BROWN SWISS COWS WITH CLINICAL AND SUBCLINICAL MASTITIS 42

Spatio-temporal Variation in the Abundance of Whiting (*Merlangius merlangus euxinus* L., 1758) in the Southeastern Black Sea..... 49

SULAMA GÖLETLERİ ETÜT- YAPIM AŞAMALARI VE KONYA İLİNDE BULUNAN BAZI GÖLETLERİN İŞLETME SORUNLARI 51

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF SOME DORMANCY BREAKING APPLICATIONS ON THE GERMINATION OF THE PISTACHIO AND ROOTSTOCKS SEEDS 52

ŞEKER PANCARINDA *Cercospora* YAPRAK LEKE HASTALIĞINA KARŞI ETKİLİ MÜCADELE STRATEJİLERİ.. 61

BIYO-İNOKULANTLARIN BİTKİ BÜYÜMESİ, GELİŞİMİ VE TARIMSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN KAPSAMLI BİR İNCELEMESİ..... 63

Türkiye'nin Tarım Rönesansı: 2025'te Ürün Üretimi ve Teknolojik Gelişmeler 74

TARIM VE TARIM DIŞI ALANLARDA TERMAL YÖNTEMLERLE YABANCI OT KONTROLÜ: ETKİNLİK, UYGULAMA VE ÇEVRESEL ETKİLER..... 90

PARAZİT BİTKİLERİN BİYOLOJİSİ VE TARIMSAL MÜCADELE STRATEJİLERİ ÜZERİNE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR 100

SAĞLIKTA YAPAY ZEKÂNIN KULLANIMI..... 109

HEPATITIS C DETECTION USING XGBOOST 125

HEART DISEASE PREDICTION USING XGBOOST: A MACHINE LEARNING APPROACH 133

TEDARİKÇİ PORTFÖY ANALİZİ İÇİN NİCEL BİR ÇALIŞMA: ENERJİ SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA..... 140

ENERJİ SEKTÖRÜNDE INMON VE KIMBALL YAKLAŞIMIYLA HİBRİT VERİ AMBARI TASARIMININ OLUŞTURULMASI VE İNCELENMESİ 150

KARMA DAĞILIMLARIN PERFORMANSININ BEKLEME HATLARINDA DEĞERLENDİRİLMESİ 164

PROCESS ANALYSIS WITH METHODS ENGINEERING: STANDARD..... 165

TIME DETERMINATION AND EFFICIENCY EVALUATION IN DEFENSE INDUSTRY PAINTSHOP PROCESSES 165

DETERMINATION OF CARBON FOOTPRINT IN A DEFENSE INDUSTRIAL FACTORY USING IPCC AND DEFRA METHODS 175

MUŞ İLİ ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNDE GÜNEŞ ENERJİSİNİN ÖNEMİ..... 177

MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ YERLEŞKESİNDE BULUNAN SODYUM BUHARLI ARMATÜRLER İLE LED LAMBALARIN KARŞILAŞTIRILMALI ANALİZİ 185

SÜREKLİ MIKNATISLI SENKRON MOTORUN ÜÇ BOYUTLU SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİNDE İNCELENMESİ 193

GREEN-SYNTHESIZED PECTIN FROM COCOA BEAN SHELL WASTE AND ITS INTERACTION WITH Fe_3O_4 NANOPARTICLES 200

COMPARISON OF METAHURISTIC APPROACHES IN FINANCIAL DEFAULT RISK PREDICTION 209

BAKIR ESASLI TOZLARIN ATOMİZYON YÖNTEMLERİ İLE ÜRETİMİ 225

PARMAK FREZELERDE HELİS AÇISININ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ 236

EVALUATION OF SHEAR STRENGTH PARAMETERS OF AMENDED LOESS USING COMMON ADMIXTURES IN NORTHERN CHINA 244

CLOUD-BASED DEVELOPMENT OF BIM SOFTWARE FOR SMART CONSTRUCTION MANAGEMENT 245

FINITE ELEMENT SIMULATION AND PARAMETERIZATION OF C-SHAPE ELECTROMAGNETS FOR MATERIALS CHARACTERIZATION 246

THERMAL CONVECTION ANALYSIS IN LIGHT WEIGHT TIMBER STRUCTURES WITH MINERAL WOOL INSULATION 247

IDENTIFICATION AND PRIORITIZATION OF CONSTRUCTION SITE SAFETY ISSUES: A MULTI-PERSPECTIVE ANALYSIS 248

STABILITY OPTIMIZATION OF FUNCTIONALLY GRADED PIPES UNDER FLUID FLOW CONDITIONS 249

OPTIMAL DESIGN OF LAUNCHING NOSE IN INCREMENTAL LAUNCHING OF CONTINUOUS BRIDGES . 250

APPLICATION OF STREAMLINED MATERIAL ACCOUNTING TO ENVIRONMENTAL IMPACT ESTIMATION 251

REMOVAL OF PENTACHLOROPHENOL THROUGH ADSORPTION AND BIODEGRADATION METHODS .. 252

FORMULATION AND PHYSICOCHEMICAL EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS SPECIES 253

INFLUENCE OF SERICIN CONCENTRATION ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SILK-BASED FILMS 254

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF AN OPTIMIZED RP-HPLC METHOD WITH FLUORESCENT DETECTION FOR NORFLOXACIN ANALYSIS 255

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF PLUMERIA ALBA PETAL EXTRACTS AGAINST COMMON PATHOGENS 256

AUTOMATED DETECTION OF FALSE ALERTS IN DRUG-DRUG INTERACTION SYSTEMS USING MACHINE LEARNING 257

COMPARATIVE STUDY OF ANTIBACTERIAL EFFECTS OF ETHANOLIC AND ISOPROPYL-HEXANE EXTRACTS OF ZINGIBER OFFICINALE 258

THE IMPACT OF STAKEHOLDER COMMUNICATION STRATEGIES ON CONSUMER ACCEPTANCE AND FINANCIAL PERFORMANCE IN THE FERTILIZER INDUSTRY IN MALAYSIA 259

ANALYSIS OF RUBBER WASTE UTILIZATION IN MANUFACTURING PROCESSES: A CASE STUDY OF PANDORA PRODUCTION COMPANY 260

STRATEGIES FOR COMBATING MONEY LAUNDERING IN THE BANKING SECTOR: LESSONS FROM MALAYSIA 261

HYBRID RENEWABLE ENERGY SYSTEMS FOR SMALL INDUSTRIAL COMPLEXES: OPTIMIZATION AND PERFORMANCE ANALYSIS 262

NEURAL NETWORK-BASED STATISTICAL PREDICTION OF FINANCIAL DISTRESS IN NIGERIA'S BANKING SECTOR 263

Keywords: Financial distress, neural networks, banking sector, Nigeria, risk prediction 263

EVALUATING EFFICIENCY IN URBAN GOVERNANCE FOR SUSTAINABILITY AND COMPETITIVENESS: A STUDY ON KUALA LUMPUR 264

Dr. Amir Hamzah Faculty of Social Sciences and Humanities, Universiti Kebangsaan Malaysia 264

Ms. Nurul Rashid Faculty of Social Sciences and Humanities, Universiti Kebangsaan Malaysia 264

APPLICATION OF NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEMS FOR FORECASTING GROSS DOMESTIC PRODUCT GROWTH 265

ONE-POT FACILE SYNTHESIS OF N-DOPED GRAPHENE FROM PARA-PHENYLENEDIAMINE AS METAL-FREE CATALYSTS FOR OXYGEN REDUCTION IN ALKALINE FUEL CELLS 266

MATERIAL SELECTION FOR FOOTWEAR INSOLES USING ANALYTICAL HIERARCHICAL PROCESS 267

EFFECTS OF TEST ENVIRONMENT ON SLIDING WEAR BEHAVIOR OF CAST IRON, ZINC-ALUMINUM ALLOY, AND THEIR COMPOSITES 268

PREDICTION OF CUTTING TOOL LIFE IN DRILLING REINFORCED ALUMINUM ALLOY COMPOSITES USING A FUZZY LOGIC APPROACH 269

MATERIAL SELECTION FOR MANUAL WINCH ROPE DRUM APPLICATIONS 270

UV-CURED COATINGS BASED ON ACRYLATED EPOXIDIZED SOYBEAN OIL AND EPOXY CARBOXYLATE . 271

EXPERIMENTAL STUDY ON OVER-CUT IN ULTRASONIC MACHINING OF WC-CO COMPOSITES 272

INDUCTION MELTING TECHNIQUE FOR FABRICATION OF ALUMINUM-CARBON NANOTUBE NANOCOMPOSITES 273

VIRTUAL BIOLOGY LABORATORY FOR ENHANCED STUDENT LEARNING 274

INTEGRATING ONLINE LABORATORIES INTO SECONDARY BIOLOGY EDUCATION IN KAZAKHSTAN 275

BIOLOGICALLY INSPIRED REACTIVE AGENT MODELING USING X-MACHINES 276

CRYPTOGENIC FRESHWATER FISH BIODIVERSITY IN BANGLADESH 277

UNIFIED MODELS IN GENOME REARRANGEMENT AND SORTING PRIMITIVES IN BIOINFORMATICS .. 278

MOLECULAR IDENTIFICATION AND DIVERSITY ASSESSMENT OF AGRICULTURAL PESTS USING DNA BARCODING 279

ADVANCED MICROFLUIDIC TECHNIQUES FOR BIOMEDICAL AND BIOHEALTH APPLICATIONS 280

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF INTERPROFESSIONAL SIMULATION TRAINING ON COLLABORATIVE SKILLS AMONG HEALTHCARE UNDERGRADUATES 281

DIFFERENTIATION OF GENE EXPRESSION PROFILES IN LIVER AND KIDNEY TISSUES OF PIGS 282

DECISION TREES FOR PREDICTING RISK OF MORTALITY USING ROUTINELY COLLECTED DATA 283

SELENIUM LEVELS IN AGRICULTURAL SOILS AND CROPS OF THE BALKAN REGION 284

MODELING THE COMPLEX INTERACTIONS BETWEEN miRNA DYSREGULATION AND BREAST CANCER PROGRESSION 285

MODELING THE COMPLEX RELATIONSHIP BETWEEN miRNA DYSREGULATION AND BREAST CANCER PROGRESSION 286

PRELIMINARY ANALYSIS OF REAL-TIME HAND MOVEMENT RECOGNITION FOR UPPER-LIMB PROSTHETICS BASED ON ELECTROMYOGRAPHIC SIGNALS 287

ADVANCED SIMULATION PLATFORM FOR MEDICAL IMAGE FUSION AND LEARNING 288

SUSTAINABLE URBAN HOUSING DESIGN STRATEGIES FOR RESILIENT COMMUNITIES 289

INTEGRATED FLOOD-RESILIENT INFRASTRUCTURE PLANNING FOR COASTAL CITIES 290

CROSS-CULTURAL PERSPECTIVES IN MODERN URBAN ARCHITECTURE 291

INNOVATIVE FINANCIAL MODELS FOR AFFORDABLE HOUSING IN EMERGING ECONOMIES 292

ARCHITECTURAL STRATEGIES FOR CLIMATE-ADAPTIVE PUBLIC SPACES 293

RISK ASSESSMENT AND SAFETY MANAGEMENT IN INDUSTRIAL URBAN ZONES 294

ADVANCES IN LIGHTING SIMULATION AND VISUAL COMFORT ANALYSIS IN CONTEMPORARY ARCHITECTURE 295

IMPACT OF TELEHEALTH IMPLEMENTATION ON MATERNAL AND NEWBORN HEALTH OUTCOMES IN RURAL MIDDLE EASTERN COMMUNITIES 296

STRATEGIES TO ENHANCE MENTAL HEALTH SUPPORT FOR PREGNANT AND POSTPARTUM WOMEN IN MIDDLE EASTERN HEALTHCARE SETTINGS 297

IMPLEMENTING TELEHEALTH IN RURAL AND REMOTE COMMUNITIES FOR PRIMARY CARE 298

ASSESSMENT OF PAIN MANAGEMENT PRACTICES IN PEDIATRIC CARE UNITS ACROSS MIDDLE EASTERN COUNTRIES 299

THE ROLE OF NURSES IN CHRONIC DISEASE MANAGEMENT: A CROSS-COUNTRY STUDY IN THE MIDDLE EAST 300

EVALUATION OF NURSING EDUCATION CURRICULA IN THE MIDDLE EAST: ALIGNMENT WITH GLOBAL HEALTHCARE NEEDS AND CULTURAL CONTEXTS 301

PEDIATRIC NURSING AND FAMILY-CENTERED CARE: IMPROVING CHILDHOOD HEALTH OUTCOMES .. 302

EFFECTIVENESS OF COMMUNITY-BASED HEALTH PROMOTION PROGRAMS LED BY NURSES IN MIDDLE EASTERN URBAN AREAS 303

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

EXPLORING STRATEGIES FOR NURSES IN MANAGING PATIENT TRAUMA IN EMERGENCY SETTINGS

Seyedeh Majedeh Mortazavi

Nursing Student MSc, Cyprus International University
22321524@student.ciu.edu.tr, 0009-0007-3505-9677

Dr. Pouran Varvani Farahani

PhD in Pediatric Nursing, Cyprus International University
pfarahani@ciu.edu.tr, 0000-0003-3053-8728

Abstract

Emergency departments call for nurses to respond to trauma cases rapidly while using clinical judgment and working collaboratively. Effective trauma management relies on reliable research evidence, scheduled training, and coping approaches to enhance patient outcomes and nurses' welfare. The objective of this study is to assess and summarize current practices used by nurses to manage trauma patients in an emergency care context to improve quality of care, nurse readiness, and establish psychological resiliency.

A comprehensive search of the Web of Science database was conducted, covering the period from 2007 to March-April 2024. The keywords used in English were as TS = ((strategies) AND (nurse) AND ("management" OR "care") AND (patient) AND ("trauma" OR "injury" OR "wound") AND (emergency)). Two reviewers independently assessed each study that satisfied the inclusion criteria. From the 196 articles reviewed, 32 were included in the review that focused on trauma care in an emergency environment. The most frequently cited selected strategies were triage, teamwork, and communication. The most cited barriers were heavy workload, stress and resources. The significance of implementing interventions, such as simulation and care bundles; the necessity of formal training, adequate supports and feasible policy.

Trauma patients may confront stressful situations with limited resources and communication obstacles. Education, teamwork, emotional wellness supports, work environment, and clearly understood roles and protocols are key elements in providing patient care and enhancing the health and wellness of nurses, allowing nurses to work in the emergency environment.

Keywords: Trauma, Emergency Nursing, Triage

KAHRAMANMARAŞ İLİ BERİT DAĞI KARAYOSUNU FLORASINA KATKILAR

Bahadır KOZ[1]
[1]Giresun Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Giresun, TÜRKİYE
bahadirkoz@yahoo.com, bahadir.koz@giresun.edu.tr-ORCID ID: 0000-0003-3264-0144

ÖZET

Bu çalışma ile Kahramanmaraş ili Berit dağları karayosunu Florası katkılar gerçekleştirildi. Araştırma bölgesinden 64 karayosunu numunesi toplandı, gerçekleştirilen teşhisler neticesinde; 12 familya, 23 cins ve 34 takson belirlendi. Bu taksonlardan 10 tanesi 4 tanesi *Grimmiaceae*, 5 tanesi *Brachytheciaceae*, 5 tanesi *Pottiaceae*, 4 tanesi *Thuidiaceae*, 2 tanesi *Bryaceae*, 2 tanesi *Hypnaceaea*, 1 tanesi *Polytrichaceae*, 1 tanesi *Dicranaceae*, 1 tanesi *Leucodontaceae*, 1 tanesi *Ditrichaceae, 1 tanesi Fissidentaceae, 1 tanesi Bartramiaceae* familyasına aittir. Bu sonuçlardan da görüldüğü gibi, bölgede *Grimmiaceae, Brachytheciaceae, Pottiaceae* familyalarına ait taksonlar ağırlıklı olarak görülmektedir.
Anahtar Kelimeler: Karayosunu, Sistematik, Flora, Kahramanmaraş

CONTRİBUTİONS TO THE MOSS FLORA OF BERİT MOUNTAİN İN KAHRAMANMARAŞ PROVİNCE

[1]Bahadir KOZ

[1]Giresun University, Department of Mathematics and Science Education, Giresun, TURKEY
bahadirkoz@yahoo.com, bahadir.koz@giresun.edu.tr-ORCID ID: 0000-0003-3264-0144

ABSTRACT

This study contributed to the moss flora of the Berit Mountains in Kahramanmaraş province. 64 moss samples were collected from the research area, and as a result of the identifications; 12 families, 23 genera, and 34 taxa were identified. 10 of these taxa belong to the family Grimmiaceae, 5 to the family Brachytheciaceae, 5 to the family Pottiaceae, 4 to the family Thuidiaceae, 2 to the family Bryaceae, 2 to the family Hypnaceae, 1 to the family Polytrichaceae, 1 to the family Dicranaceae, 1 to the family Leucodontaceae, 1 to the family Ditrichaceae, 1 to the family Fissidentaceae, and 1 to the family Bartramiaceae. As can be seen from these results, taxa belonging to the families Grimmiaceae, Brachytheciaceae, and Pottiaceae are predominantly observed in the region.
Key Words: Moss, Systematic, Flora, Kahramanmaras.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

1. GİRİŞ

Bryiofitler, bitkiler aleminde karaya ilk çıkan grup olup, eşeyli üremede suya bağımlı olmaları ve ekolojik parametrelerin belirlenmesinde indikatör türler olarak kullanılmaları önemlidir (Watt, 2010). Karada gelişen bitkilerde iletim sistemleri, stoma ve kütiküla gelişmiştir.

Bryophitlerin dünyada yaklaşık 23 bin türü vardır. Bunlar nemin var olduğu her yerde bulunurlar, bu yüzden Karayosunları; ekosistemin önemli bir parçasıdır (Schofield, 1985). Genellikle de birkaç cm'lik küçük bitkilerdir (Walther, 1970).

Bryofitlerle ilgili bilimsel çalışmalar ilk zamanlarda taksonomileri üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu bilim adamlarından bazıları; Handel-Mazzetti (Handel ve Mazzetti,1909), Henderson (Henderson, 1963)'dır. Türkiye'deki ilk çalışmalar ise Çetin, Yurdakulol, Gökler ve Öztürk tarafından gerçekleştirilmiştir. Çetin 1988'de, Türkiye'de o zamana kadar yapılmış çalışmaları derleyerek "Checklist of the Mosses of Turkey" (Çetin, 1988) ve "Checklist of the Liverworts and Hornworts of Turkey" (Çetin, 1988) adlı çalışmaları verdi.

Günümüzde ise karayosunlarından; Eczacılık, peyzaj mimarlığı, çevre kirliliğinin belirlenmesi amacıyla analiz yöntemleri gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, orman tabanındaki karayosunlarının bazıları kendi ağırlıklarının 3 ile 12 katı arasında su tutabilmektedirler. Bu durum ormandaki yüksek bitkilerin tohumlarının çimlenebilmesi için ortam oluşturmaktadır ve bu özellik ekolojik açıdan da çok önemlidir.

Araştırma alanı olarak seçilen Kahramanmaraş ili Berit dağı Henderson kareleme sistemine göre C13 karesine girmektedir ve bölge karayosunu sistematiği çalışmalarının yapılması bakımından oldukça fakirdir.

Bu çalışma da; Türkiye Karayosunu Florasına katkıda bulunabilmek ve bölgede yayılış gösteren karayosunu türlerini tespit edebilmeyi amaçlamaktayız.

1.1. Araştırma Alanının Genel Coğrafik Durumu

Berit Dağı, Kahramanmaraş ili sınırları içinde, Ceyhan Nehri'nin batısında, Engizek ve Binboğa dağları arasında yer alır. Güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanır ve zirvesi 3027

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

metreyi bulur. Hemen doğusunda yer alan aynı doğrultudaki bir başka zirve ise 2967 metreye ulaşır. Çeşitli metamorfik kayaç türlerinden oluşan dağ, Akdeniz iklimi ile karasal iklim kuşakları arasındaki geçiş alanında bulunması nedeniyle zengin bitki çeşitliğine sahiptir. **A**lanın alçak kesimlerinde kızılçam (*Pinus brutia*) ormanları, karışık iğne yapraklı ormanlar, ardıç (*Juniperus*) ve karışık çalı toplulukları, kayalık bitki toplulukları, bozkırlar ve yüksek dağ bozkırları ile tarım alanlarından oluşur. 2000–2200 metreye kadar yükselen alanlar orman üst sınırını oluşturmaktadır. Daha yüksek seviyelerde dağ bozkırları görülür. Tarım alanları, alandaki dere ve çay boylarında bulunur (https://dogadernegi.org/berit-dagi)

Kahramanmaraş ili Berit dağı, Akdeniz Bölgesi'nde bulunur, Araştırma Bölgesinin konumu Şekil 1'de verilmiştir. Çalışma alanı, Henderson'un kareleme sisteminde C13 karesindedir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Araştırma Bölgesinin sınırları.

Araştırma materyali, 2025 yılının Temmuz-Ağustos aylarında, Kahramanmaraş ili Süleymanlı köyü mevkiinden 850m -1200 m arasında rakımı bulunan istasyonlardan toplandı.

Materyal toplama işlemi toplam 5 istasyondan gerçekleştirildi. Bu gezilerde araştırma alanı olarak sadece Süleymanlı köyü civarındaki istasyonları belirledik. Bu 5 istasyondan karayosunlarına ait 64 numune toplandı. Şekil 1'de araştırma alanının haritasında bu istasyonların konumları verilmektedir.

Numunelerin alındığı istasyonların konumları şöyledir.

İstasyon 1: $37^0$51'4.77'' K-$36^0$49'28.82'' D;

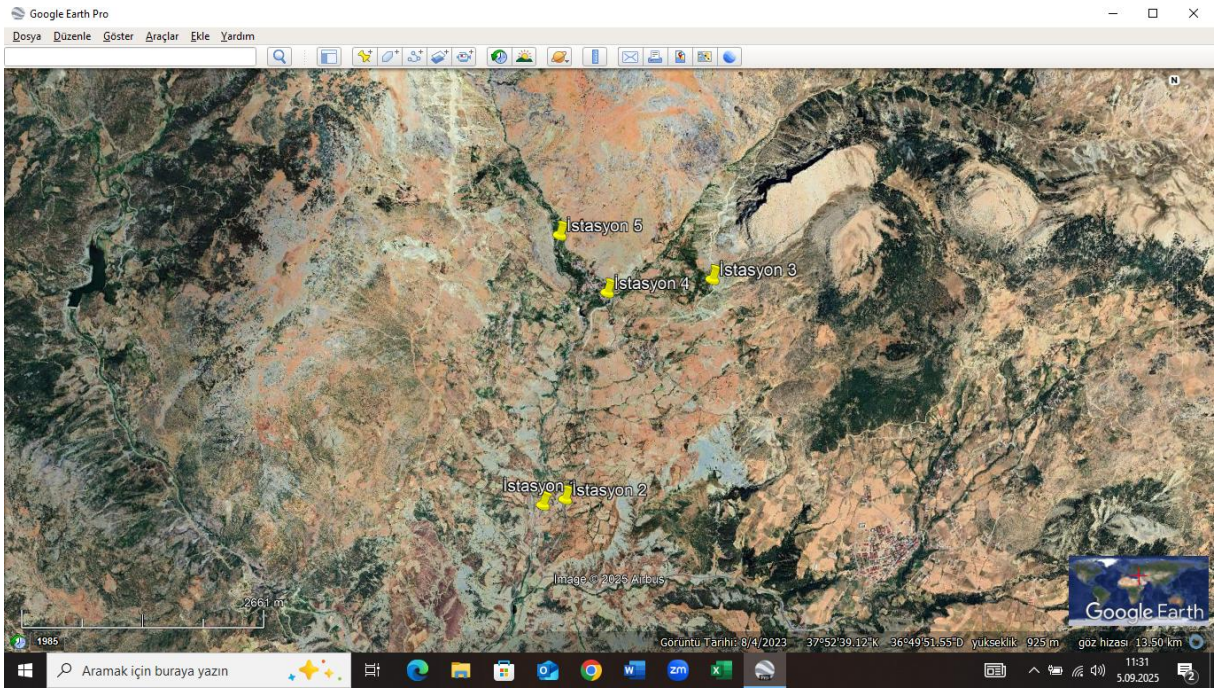
İstasyon 2: $37^0$51'7.99'' K-$36^0$49'39.42'' D;

İstasyon 3: $37^0$52'30.62'' K-$36^0$50'52.02'' D;

İstasyon 4: $37^0$52'27.64'' K-$36^0$50'1.33'' D,

İstasyon 5: $37^0$52'50.15'' K-$36^0$49'38.56'' D.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2



Şekil 1. Çalışma Alanı Haritası

2.2. Materyalin Toplanması

Araziye, Temmuz-Ağustos 2025 aylarında çıkıldı. Araziden toplanan numuneler, spatula gibi aletlerin yardımıyla bulunduğu ortamdan alınarak polietilen torbalara konuldu. Bu torbalar numaralandırıldı ve numunelerin alındığı habitatın özellikleri (Taş üzeri, Toprak üzeri, Dere, Yol gibi bazı parametreler), rakım ve tarih gibi bilgiler kaydedildi.

2.3. MateryalinTeşhis Edilmesi

Laboratuvara getirilen örnekler mikroskopla incelenip ve karayosunları flora kitapları yardımıyla yararlanılarak teşhisleri gerçekleştirildi. Örneklerin teşhisinde, Smith tarafından 1980 yılında yazılan "The Moss Flora of Britain and Ireland", Watson tarafından 1981'de yazılan "British Mossess and Liverworts", Nyholm tarafından 1981'de, Chien tarafından 1999'da yazılan "Moss Flora of China-English Version" ve Frey and Frahm tarafından 1995'de yazılan, Schofield tarafından 1985'te yazılan "İntroduction to BRYOLOGY" ve Vitt, Marsh ve Bovery tarafından 1988'de yazılan çeşitli flora eserlerinden faydalanıldı.

Teşhisi gerçekleştirilen takson numuneleri, Eğitim Fakültesi Biyoloji laboratuvarında herbaryum zarflarında koruma altına alınmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. Teşhisi Yapılan Faksonların Sistematik Listesi

Bu sistematik listesi yazılırken, Fleischer tarafından yazılan "Die Musci der Flora von Buitenzorg", Smith tarafından yazılan "The Moss Flora of Britain and Ireland", Gao Chien ve Marshal R. Crosby tarafından yazılan "Moss Flora of China-English Version", W. B. Schofield tarafından yazılan "İntroduction to BRYOLOGY", W. Frey J.-P.Frahm ve E. Fischer-W. Lobin tarafından yazılan "Die Moos-und Farnpflanzen Europas" eserlerindeki düzenlemeler esas alındı.

	Şube :	BRYOPHYTA
1.	Sınıf :	POLYTRICHOPSIDA
1.	Takım :	POLYTRICHALES
1.	Familya :	POLYTRICHACEAE
1.	Cins:	*Polytrichum*. Hedw., Sp., Musc.
1.	Tür :	*Polytrichum commune* Hedw.
2.	Sınıf :	BRYOPSIDA
2.	Alt Sınıf :	DICRANIDEAE
2.	Takım :	DICRANALES
2.	Familya :	DITRICHACEAE
2.	Cins :	*Ditrichum* Hampe
2.	Tür :	*Ditrichum heteromallum* Hedw.
3.	Familya :	DICRANACEAE
3.	Cins :	*Dicranum* Hedw.
3.	Tür :	*Dicranum majus* Turn.
3.	Takım :	FISSIDENTALES
4.	Familya :	FISSIDENTACEAE
4.	Cins :	*Fissidens* Hedw.
4.	Tür :	*Fissidens adianthoides* Hedw.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

4. Takım : POTTIALES

5. Familya : POTTIACEAE

5. Cins : *Tortula* Hedw.

5. Tür : *Tortula intermedia* Brid.

6. Cins : *Barbula* Hedw.

6. Tür : *Barbula unguiculata* Hedw.

7. Cins : *Tortella* Limpr. Laulom.

7. Tür : *Tortella fragilis* (Hook& Wilson) Limpr.

8. Tür : *Tortella tortuasa* (Hedw.) Limpr.

8. Cins: *Didymodon* Hedw.

9. Tür : *Didymodon rigidilus* Hedw.

5. Takım : GRIMMIALES

6. Familya : GRIMMIACEAE

9. Cins : *Grimmia* Hedw.

10. Tür : *Grimmia laevigata* (Brid.) Brid.

11. Tür : *Grimmia anodon* Bruch & Schimp.

12. Tür : *Grimmia trichophylla* Grev.

13. Tür : *Grimmia donniana* Sm.

14. Tür : *Grimmia pulvinate* (Hedw.) Sm.

10. Cins: *Schistidium* Bruch & Schimp.

15. Tür : *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch & Schimp.

16. Tür : *Schistidium confertum* (Funck) Bruch & Schimp.

17. Tür : *Schistidium flaccidum* (De Not.) Ochyra.

11. Cins : *Racomitrium* Brid.

18. Tür : *Racomitrium aquaticum* (Brid. Ex Schrad.) Brid.

19. Tür : *Racomitrium heterostichum* (Hedw.) Brid.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

3. Alt Sınıf: BRYIDEAE

6. Takım : BRYALES

7. Familya : BRYACEAE

12. Cins : *Bryum* Hedw., Sp., Musc.

20. Tür : *Bryum capillare* Hedw.

21. Tür : *Bryum mildeanum* Jur.

8. Familya : BARTRAMIACEAE

13. Cins : *Philonotis* Brid., Br., Univ.

22. Tür : *Philonotis fontana* (Hedw.) Brid.

7. Takım : HYPNALES

9. Familya : LEUCODONTACEAE

14. Cins : *Leucodon schwaegr*.

23. Tür : *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwaegr.

10. Familya : THUIDIACEAE

15. Cins : *Thuidium* Br., Eur.

24. Tür : *Thuidium tamariscinum* (Hedw.) Schimp in Bruch et al.,

25. Tür : *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske

16. Cins : *Hygrohypnum* Lındb.

26. Tür : *Hygrohypnum molle* (Hedw.) Loeske

17. Cins : *Calliergonella* (Sull.) Kindb.

27. Tür : *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske.

11. Familya : BRACHYTHECIACEAE

18. Cins : *Homalothecium* Br.

28. Tür : *Homalothecium sericeum* (Hedw.) Schimp.

29. Tür : *Homalothecium lutescens* (Hedw.) H. Rob.

19. Cins : *Brachythecium* Br.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

30. Tür : *Brachythecium albicans* (Hedw.) Schimp.

20. Cins : *Pseudoscleropodium* (Limprs.) Fleisch.in Broth.

31. Tür : *Pseudoscleropodium purum* (Hedw). M. Fleisch. in Broth.

21. Cins : *Rhynchostegium*

32. Tür : *Rhynchostegium murale* (Hedw.) Schimp.

12. Familya HYPNACEAE

22. Cins : *Platygrium* Br., Eur.

33. Tür : *Platygrium repens* (Brid) Schimp.

23. Cins : *Hypnum* Hedw.

34. Tür : *Hypnum cupressiforme* Hedw.

Bu çalışmada, araştırma alanı olarak seçilen Kahramanmaraş ili Berit dağından 2025 yılı Temmuz-Ağustos ayları arasında toplanan 64 karayosunu örneği teşhis edilmiş ve bunlar, 12 familya, 23 cins ve 34 takson olarak tespit eidlmiştir. Aşağıda ki tablo 1'de Takson sayıları ve bu sayıların familyalara ait toplamdaki yüzdeleri verilmektedir.

Tablo 1. Taksonların ve familyalardaki yüzdelerinin dağılımı

FAMİLYALAR		**TAKSON SAYISI**	**YÜZDE (%)**
1-	Grimmiaceae	10	29,41
2-	Brachytheciaceae	5	14,70
3-	Pottiaceae	5	14,70
4-	Thuidiaceae	4	11,76
5-	Hypnaceae	2	5,88
6-	Bryaceae	2	5,88
7-	Polytrichaceae	1	2,94
8-	Dicranaceae	1	2,94

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

9.	Ditrichaceae	1	2,94
10-	Bartramiaceae	1	2,94
11-	Leucodontaceae	1	2,94
12.	Fissidentaceae	1	2,94

Bu taksonlarımızdan bazıları kaya üzerinde bulunmaktadır, Bunlar: *Barbula unguiculata, Didymodon rigidilus, Grimmia trichophylla, Grimmia anodon, Grimmia laevigata, Grimmia donniana, Grimmia pulvinate, Schistidium apocarpum, Schistidium confertum, Schistidium flaccidum, Racomitrium aquaticum, Racomitrium heterostichum, Bryum capillarea, Bryum mildeanum, Leucodon sciuroides, Tortula intermedia, Tortella fragilis, Tortella tortuosa,*

Toprak üzerinde bulunan taksonlar: *Brachythecium albicans, Oxyrrhynchium hians, Homolothecium sericeum, Homolothecium lutescens, Hypnum cupressiforme, Leucodon sciuroides, Polytrichum commune.*

Islak zeminlerde bulunan taksonlar: *Barbula unguiculata, Bryum capillarea, Bryum mildeanum, Brachythecium albicans, Ditrichum heteromallum, Homolothecium sericeum, Homolothecium lutescens, Hypnum cupressiforme, Pseudoscleropodium purum, Thuidium tamariscinum, Sanionia uncinata, Philonatis fontona.*

Çalışmanın sonucunda en fazla rastlanılan taksonlar şunlardır; *Thuidium tamariscinum, Hypnum cupressiforme, Homolothecium sericeum, Homolothecium lutescens, Grimmia trichophylla, Grimmia anodon, Grimmia laevigata, Grimmia donniana Racomitrium aquaticum, Bryum capillarea, Bryum mildeanum, Brachythecium albicans, Thuidium tomariscinum, Schistidium apocarpum, Schistidium confertum, Schistidium flaccidum,*

Yörede en az yayılış gösteren taksonlar: *Ditrichum heteromallum, Sanionia uncinata, Philonotis fontana, Rhynchostegium murale.*

Tablo 1'e göre bölgedeki en fazla bulunan türlerin familyaları; *Grimmiaceae, Brachytheciaceae, Pottiaceae'*dir.

Tablo 2'de ise bu çalışma ile Türkiye'de ki bazı çalışmalar da tespit edilen tür sayıları ve familya oranları verilmektedir.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Tablo 2'ye göre; Karadeniz bölgesinde Pleurokarpus şeklinde gelişen türlerin yüzdesinin daha önce bölgede yapılmış çalışmalarla kıyaslandığında (*Brachytheciaceae, Hypnaceae*) diğer yapılmış çalışmalarla kıyaslandığında, Pleurokarpus türlerin karadeniz bölgesinde baskın olduğu görülürken, buna karşılık Akrokarp türlerden olan *Grimmiaceae, Brachytheciaceae, Pottiaceae* familyası belirgin olarak Akdeniz Bölgesinde daha baskın olduğu görülmektedir. Akrokarp türlerin yaprak uçlarında genellikle tüy benzeri çıkıntılar olması, sık yastıklar şeklinde gelişme göstermesi ve Akrokarp türler Pleurokarplara göre daha uzun dönem sıcaklığa ve kuraklığa dayanıklı olmaları gibi sebepler, Akdeniz bölgesinde Akrokarp türlerin baskın olmasına neden olmaktadır.

Bryofitlerin yüksek su tutma kapasiteleri mevcuttur. Her bir Bryofit'in sahip olduğu su potansiyeli, hem yeşil morfolojilerine hem de içi anatomilerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Schofield, 1985). Bu durum karayosunlarının yayılışında da etkili olmaktadır.

Ormansız alanlar ile Alpin bölge ve kutup bölgelerinde de karayosunları en büyük floristik örtüyü oluşturur. Buna karşılık; Islak alanlar ve geniş kar örtüsü mevcudiyeti Bryofitlerin en zengin geliştiği liman bölgeleridir. Geç kar yağan bölgelerde briyofit örtüsü, kar kalış süresinden önemli ölçüde etkilenir; Bir alanda kısa bir süre kar kalmamışsa, briyofit örtüsü genellikle yoktur. Kurak ve yarı kurak alanlarda karayosunları, genellikle kaya yarıklarında bulunmaktadır (Schofield, 1985). Bizim çalışmamız da da genellikle kaya üzerinden toplanmıştır karayosunlarını içermektedir.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Tablo 2. Taksonların Familyalara göre dağılım değerlerinin karşılaştırılması

	Mevcut çalışma		**Köprülü Kanyon/Antalya (Kırmacı ve Özçelik, 2010)**		**Nemrut Höyüğü/ Adıyaman (Urlu ve Kara, 2025)**		**Trabzon ve Çevresi (Özdemir, 1994)**		**Yedigöller Milli Parkı (Çetin ve Yurdakulol, 1987)**		**Gerede – Aktaş (Bolu) (Çetin ve Yurdakulol, 1986)**		**Sinop ve Çevresi (Çetin, B., Uyar, G., 1997)**	
Familyalar	Takson Sayısı	%	Takson Sayısı	%	Takson Sayısı	%	Takson Sayısı	%	Takson Sayısı	%	Takson Sayısı	%	Takson Sayısı	%
Encalyptaceae			2	1.44										
Funariaceae			1	0.72										
Brachytheciaceae	5	14.70	20	14.49	8	23.52	22	18.0	15	17.0	19	14.3	23	20.5
Hypnaceae	2	5.88	4	2.89	2	5.88	11	9.00	8	9.10	11	8.30	10	8.90
Pterygnandraceae			2	1.44										
Pottiaceae	5	14.70	43	31.16	5	14.7	13	10.6	12	13.7	16	12.1	12	10.7
Grimmiaceae	10	29.41	12	8.69	4	11.76	8	6.50	3	3.40	8	6.10	3	2.60
Amblystegiaceae			6	4.34	0	0	6	4.90	5	5.70	8	6.10	9	8.00
Leskeaceae			1	0.72										
Bryaceae	2	5.88	13	9.42	2	5.88	6	4.90	2	2.20	17	12.9	6	5.40
Polytrichaceae	1	2.94	0	0	1	2.94	8	6.50	5	5.70	4	3.00	3	2.60
Mniaceae			0	0	1	2.94	7	5.70	8	9.10	9	6.80	6	5.40
Dicranaceae	1	2.94	2	1.44	1	2.94	9	7.40	3	3.40	10	7.60	3	2.60
Hylocomiaceae			0	0	2	5.88								
Orthotrichaceae			17	12.31			2	1.60	4	4.50	5	3.80	5	4.50
Bartramiaceae	1	2.94	2	1.44	1	2.94								
Fontinalaceae			1	0.72										
Leucodontaceae	1	2.94	4	2.89	1	2.94								
Neckeraceae			5	3.62										
Thidiaceae	4	11.76			4	2.94								
Ditrichaceae	1	2.94	3	2.17	1	2.94								
Fissidentaceae	1	2.94	5	3.62	1	2.94								
	34		143		34		121	88	132	112				

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

KAYNAKLAR

Çetin, B. (1988). *Checklist of the Mosses of Turkey, Lindbergia* 14: 15-23.
Çetin, B. (1988). *Checklist of the Liverworts and Hornworts of Turkey, Lindbergia*, 14: 12-14.
Çetin, B. ve Uyar, G., (1997). Sinop ve Çevresi (Ayancık, Boyabat ve Gerze) Karayosunları Florası. Doğa, Turkish Journal of Botany, 21, 231-244.
Çetin, B.., Yurdakulol, En., (1986). Gerede-Aktaş (Bolu) ormanlarının karayosunları (Musci) Florası, Doğa Bilim Dergisi, 9(1), 29-38.
Çetin, B.., Yurdakulol, En., (1987). Yedigöller milli parkı'nın karayosunu florası, Turkish Journal of Botany, 12, 2, 128-145.
Chien, G., Crosby M.R., (1999*). Moss Flora of China-English Version*, Beijing.
Fleischer, A. D., (2001). *Die Musci der Flora von Buitenzorg*, Milano.
Frey, W., Fram, P.J., (1995*). De Moos-und Farnpflanzen Europas*, New York.
Handel-Mazetti, H.M. (1909). Ergebnisse einer botanische Reise in des Pontische Randgebrige in Sandschac Trapezunt. *Ann. K.K. Hofmus*, Wien, 23: 124-212.
Henderson, D.M. (1963). Contributions to the Bryophyte Flora of Turkey VI, *Notes R.B.G. Edinb.*, 25: 279-291.
http://www. https://dogadernegi.org/berit-dagi/(05.09.2025)
Kırmacı, M., Özçelik, H., (2010). Köprülü Kanyon Milli Parkı(Antalya) karayosunu Florasına Katkılar. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman fakültesi, 2, 59-73.
Nyholm, E. (1981). *Illustrated Moss Flora of Fennoscandia*, Swedish Naturel S.R.C. Fasc. 1-6
Özdemir, T. (1994). Sürmene (Trabzon) Yöresi Karayosunu *(Musci)* Florası, *Doğa Tr. J.of Botany*, 18: 331-335.
Schofield, B.W. (1985). *Introduction to Bryology*, New Jersey.
Smith, A.J.E. (1980). *The Moss Flora of Britain and Ireland*, Cambridge Univ. Press, London.
Urlu, E., Kara, R., (2025). Nemrut höyüğü karayosunu Florası. Anatolian Bryology, 26-32. DOI: 10.26672.
Walther, K. (1970). *Beitrage zur Moos flora Westanatoliens* I. Mitt. Saatsinst., *Allg., Bot., Hamburg*, 13: 168-180.
Vitt, D.H., Marsh, J.E., Bovery, R.G. (1988). *Mosses, Lichens and Fern of Nortwest North Amerika*, University of Washington Press, Washington.
Watson, E. V. (1981). *British Mosses and Liverworts*, Cambridge Univ. Press, London
Watt D. 2010. Managing Biological growth on building, 2010, http://www.buildingconservation.com. [Accessed 02 Sept 2025]

PEYZAJ MİMARİSİNDE BAZI KARAYOSUNU TÜRLERİNİN KULLANILMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bahadır KOZ[1]

[1]Giresun Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Giresun, TÜRKİYE

bahadirkoz@yahoo.com, bahadir.koz@giresun.edu.tr- ORCID NO: 0000-0003-3264-0144

ÖZET

Bu çalışmada, karayosunlarından bazılarının peyzaj mimarisinde kullanılabilme durumları değerlendirilecektir. Botanik bahçelerinde ve doğada doğal yayılış göstermeleriyle birlikte, bu taksonların, peyzaj mimarisinde sergilenmesi ve bununla birlikte ileride gerçekleştirilebilecek bazı çalışmalar öncülük etmesi ele alınacaktır. Bu kapsamda*; Didymodon acutus, Tortella fragilis, Racomitrium heterostichum, Bryum capillare* ve *Pseudoscleropodium purum* taksonlarının peyzaj mimarisinde kullanılabilmeleri değerlendirilecektir. Bugün, karayosunu bahçeleri, başta uzak doğu olmak üzere gelişmiş ülkelerde peyzaj mimarisinde kullanımı hızla artmaktadır, bundan dolayı bu taksonların peyzaj açısından kullanımı değerlendirilecektir.

Anahtar Kelime: Karayosunu türleri, Peyzaj, Türkiye

Evaluation of the use of some moss species in landscape architecture

Bahadir KOZ[1]

1Giresun University, Department of Mathematics and Science Education, Giresun, TURKEY

bahadirkoz@yahoo.com, bahadir.koz@giresun.edu.tr- ORCID NO: 0000-0003-3264-0144

ABSTRACT

This study will evaluate the potential use of some mosses in landscape architecture. Given their natural distribution in botanical gardens and nature, the potential for displaying these taxa in landscape architecture will be discussed, along with their potential for pioneering future studies. In this context, the potential use of *Didymodon acutus, Tortella fragilis, Racomitrium heterostichum, Bryum capillare,* and *Pseudoscleropodium purum* taxa in landscape architecture will be evaluated. Today, the use of moss gardens in landscape architecture is rapidly increasing

in developed countries, particularly in the Far East. Therefore, the potential use of these taxa in landscape design will be evaluated.

Keyword: Moss species, Landscape, Turkey

1. GİRİŞ

Karayosunları, Eğreltiotları, Açık tohumlu bitkiler ve Kapalı tohumlu bitkiler karada gelişmiştir. Bütün bunlardan Karayosunları üremelerinin suya bağımlı olmasından dolayı bitkiler aleminin amfibileri olarak tanımlanabilir.

Bryofitlerin küçük gövdeli ve genellikle birkaç cm uzunluğunda olabilmektedirler. Bunlar üremelerinin suya bağımlı olması sebebiyle nemli duvar üzerlerinden orman tabanlarına kadar birçok ortamda yaşayabilmektedirler (Crum, 2001). Bryophitlerin dünyada yaklaşık 23 bin türü bulunmaktadır.

Ciğerotları, Boynuzsuotlar ve Yapraklı Karayosunları (Gerçek karayosunları, *Musci*) olmak üzere Bryophyta (Karayosunları) üçe ayrılırlar ve bunların hepsinin yapısı küçüktür, yeşil renklidir, gerçek köksüzdürler, çoğu epifitiktir, karada yaşarlar, sadece küçük bir grubu su ortamında yaşayabilirler. Karayosunları tek başlarına pek dikkat çekmezken, kümeler halinde oldukları zaman geniş alanları kaplarlar. Yeşil renkli olan gametofitleri haploid yapıda olup, hayat devresinde bağımsızdır. Diploid yapıda olan Sporofit ise gametofite bağımlı olarak yaşar.

Ülkemizdeki çalışmalar sonucunda 1244 takson karayosunu belirlenirken bunlardan; 1025 yapraklı karayosunu, 215 ciğerotu ve 4 takson da boynuzsuotlara girer (Kürschner ve Erdağ, 2023).

Karayosunları eskiden beri farklı alanlarda kullanılmaktadır. Özellikle İskandinav ülkeleri, A.B.D., Japonya, Çin, Rusya gibi ülkelerde farklı amaçlarla kullanıldıkları görülmektedir. Karayosunlarının ekolojik açıdan önemleri, ekonomik açıdan önemine göre daha fazladır (Gavini ve ark., 2019; Spangler, 2021). Karayosunlarının yüksek su tutma kapasitelerinden dolayı ve orman tabanlarını kapladıkları için biyoçeşitliliğin korunmasında önemli bir etkiye sahiptirler (Gignac, 2001; Turetsky, 2003). Turba yosunu olarak bilinen *Sphagnum,* karayosunları içinde en önemli ekonomik değeri olan cinstir, kuzey ülkelerindeki turbalıkların esas karbon kaynağıdır (Hirano ve ark., 2012). Polonya ve kuzey ülkelerindeki bu turba yatakları, o bölgedeki insanlar için önemli geçim kaynaklarından birisidir (Turunen ve

ark., 2002). Aynı zamanda Karayosunları, kuşlarında yuva yapmada önemli malzemesini oluşturmaktadırlar (Chmielewski ve Eppley, 2019).

Bryofitleri seçerken bahçede mevcut türlere yakın türlerin seçimi bahçedeki peyzajın başarı şansını arttıracaktır.

Karayosunu türlerindeki farklılıklar, farklı ihtiyaçları da getirecektir. Akrokarp ve pleurokarp türlerin ayrı ayrı tutulması önerilir. Pleurokarp türlerin yatay büyüme formu, dik duran akrokarp türleri kolayca geride bırakır (Glime, 2017.)

Akrokarp yosunlar çoğunlukla sürekli nemi sevmezken, pleurokarp yosunların çoğu sevmektedir. Bununla başa çıkmanın bir yolu, düzenli bir sulama programını sürdürmek ve gelişen yosunların gelişmeyenleri devralmasına izin vermektir.

Bazı durumlarda geniş alanlara yeni koşullara uygun olmayan bir karayosunu nakledilebilir ve yeni nakledilenler ortama uyum sağlayamayıp ölebilirler. Eğer alandaki yosun hala canlıymış gibi sulanmaya devam ederse, bri müddet sonra ortamdaki ölen yasunlar başka bir türün sporlarının çimlenmesi için ortam oluşturabilirler (Glime, 2017.) Bazı briyofitlerin daha kısıtlayıcı olan özel yerlere yerleştirmesi de tercih sebebi olabilir. Bunlar kayalar, taş veya beton duvarlar, hatta patikalar olabilir. Bazı yosunların buralara nakledilmesi uygundur.

Birçok briyofit, tohumlu bitkiler tarafından işgal edilemeyen, kabuk veya kaya gibi sert yüzeyleri işgal edebildiklerinden, ekolojik toleransları çoğu tohumlu bitkiden belirgin bir şekilde daha geniştir. Ayrıca; Biryofitler toprak yüzeylerinde de kolonileşebilirler. Bununla birlikte, toprakta daha kısa süre kalırlar, çünkü briyofit örtüsü genellikle alt tabakada tohum bitkileri tarafından kolonizasyona uygun hale getiren değişiklikler başlatır ve bu köklü bitkiler genellikle tarafın değiştirirler, böylece ilk briyofit kolonistleri hayatta kalamazlar (Schofield, 1985).

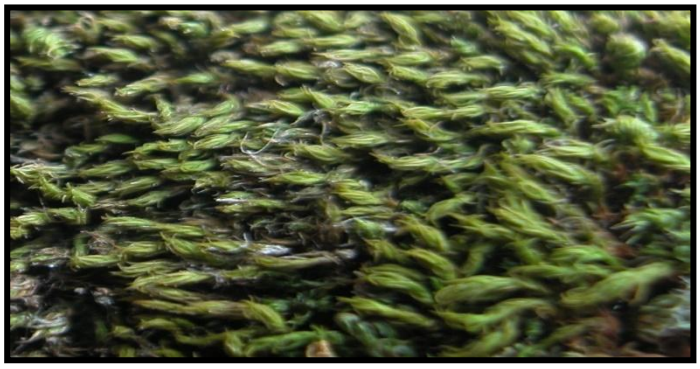
Ekolojik ve ekonomik kullanım alanlarına yukarıda değindiğimiz karayosunlarından *; Didymodon acutus, Tortella fragilis, Racomitrium heterostichum, Bryum capillare ve Pseudoscleropodium purum* 5 türün peyzaj mimarisinde ve botanik bahçelerinde kullanımının değerlendirilebilmesini bu çalışmada ortaya koymayı amaçlamaktayız. Bazı gelişmiş ülkelerde son yıllarda peyzaj mimarisinde karayosunlarının da kullanıldığı görülmektedir bu kapsamda yukarıdaki bu 5 türün peyzaj mimarisinde kullanılabilirliği ortaya konulmaya çalışılacaktır.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

1. *1. Didymodon acutus*

Dioiktir. Bitkiler 0.5-2.0 cm büyüklüktedir. Yapraklar kuru iken gövdeye yapışıktır ve dalgalıdırlar, yaşken gövdeye ± diklikle 45° lik açılar arasındadır. Yapraklar konkav, taban kısmı oval, diğer kısımlar mızrak şeklinde olup sivrileşmiştir. Yapraklar tabandan tepeye doğru derece derece daralır. Yaprak kenarı darca aşağıya doğru kıvrık olup dişleşmemiştir. Orta damar kuvvetli olup yaprağın üst kısmının büyük bir bölümünü kaplar.

Gövdenin yukarısındaki yapraklarda uç kısımdan çıkıntı yapmıştır. Alttaki hücreler altıgen şeklinde, üst kısımdaki hücreler de altıgen şeklinde olup biraz daha yuvarlaklaşmış ve kalın çeperlidir. Yaprak ortasında 7-12 µm genişliktedirler. Yarı küre şeklindeki gemmalar küçük olup üst kısımdaki yaprakların uç kısımlarında bulunurlar. Kapsül dar elipsoid şeklindedir. Kapsül kapağı gaga şeklindedir.



Şekil 1. *Didymodon acutus*

Şekil 2. *Didymodon acutus* (https://www.britishbryologicalsociety.org.uk/)

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

1.2. Tortella fragilis

Bitkiler ± 1 cm kadar büyüklüktedir. Yapraklar kuru iken sert ve aşağı kısımları düz, yukarı kısımları kıvrıktır, yaşken gövdeye 20-25° lik açılarda olup şekilleri dar uzun ve dalgalıdır. Yaprak kenarı çok ince bir şekilde dişleşmiştir. Orta damar tepeye kadar uzar ve ince uzun bir kıl gibi çıkıntı yapar. Yaprak taban hücreleri uzun ve dar, hyalin renkli olup yukarı doğru uzarlar ve birden yeşil renkli (kloroplastlı) hücrelerle birleşirler. Yeşil hücreler küçük yapılı altıgen şeklinde ve papillalıdırlar. Yaprağın üst yüzeyindeki hücreler 2 tabaka halindedir.

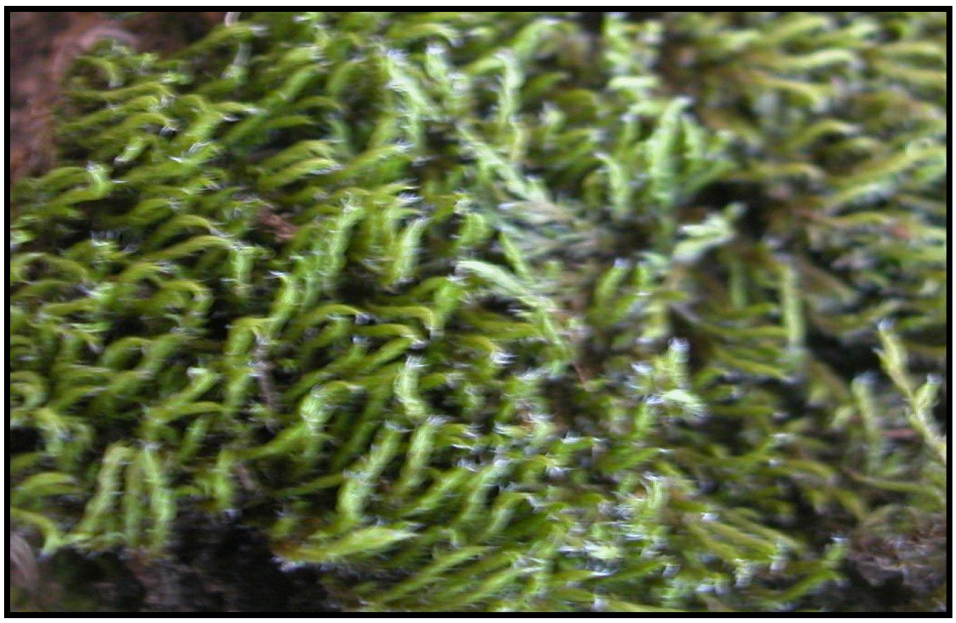
Şekil 3. *Tortella fragilis*

Şekil 4. *Tortella fragilis* (https://www.britishbryologicalsociety.org.uk/)

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

1.3.Racomitrium heterostichum

Bitkiler ana gövdesi 5 cm uzunluğunda ve genellikle yüzükoyun yere serilmiş şekildedir, dallar genellikle yukarı doğru büyüyen veya gövdeye yapışmayan paralel yapraklı ve kısadır. Yapraklar gövdeye yapışık, yayılmış veya kuruduğunda kıvrılmış, sarılmıştır, bazen yaşken bir yöne doğru tomurcuklanmıştır, üst yapraklar (1,5-) 2,5-3,6 mm uzunluğunda (hair-point içerdiğinde) geniş bazal kısımdan yukarı doğru darlaşarak mızrak şeklinde incelir, apex geniştir, hair-point olmadığı zaman kördür, yaprak kenarı kıvrıktır; hair-point (saçsı yaprak ucu) toplam yaprak uzunluğunun %15-45'i kadardır, düzdür. (Yassılaşmıştır.), çok ince bir şekilde dişleşmiştir, papillosa yoktur; bazal hücreler dar dikdörtgendir ve birbirine paraleldir, dişli, keskince sivri uçlu-yumru şeklinde kalınlaşmış, kalın şekilde damarlaşmış, yaprak kenar hücreleri daha kısadır, yarı şeffaf değildir, yaprak ortasındaki hücreler kare ve dikdörtgen arasıdır. Kalın, güçlü, keskin dişlere sahiptir, 6-10 µm genişliğindedir, yaprak ucuna doğru uzunluğu genişliğinin 1,0-1,5-2,0 katı kadardır, papillose bulunmaz, yaprak kenarı genellikle 2 hücre kalınlıktadır.



Şekil 5. *Racomitrium heterostichum*

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Şekil 6. *Racomitrium heterostichum* (https://www.britishbryologicalsociety.org.uk/)

1.4. Bryum capillare

Bitkiler dioktir. Boyları 1-2,5 cm'dir. Yapraklar kuru iken spiral şekilde kıvrımlar yapar ve tepeleri kıvrık, yaş iken yumuşak yapılı gövdeyle ± 45° lik açılardadırlar. Yaprakların boyu genişliklerinin ± 3 katı kadardır, uç kısmı sivridir. Yaprak kenarları aşağıya doğru eğilmiş olup ince bir şekilde dişleşmiştir. Orta damar genellikle yaprağın ucundan dışarıya doğru çıkıntı yapmıştır. Gövde de kiremit şeklindeki yapraklar birbiri üzerine binmiştir. Nerve kalın ve uzundur. Yaprak ortasındaki hücreler altıgen şekilli, kalın duvarlı ve sarı-kırmızımsıdırlar. Hücreler sadece bir tabaka halindedir. Peritikal yapraklar dar, mızrak şeklinde, yaklaşık olarak uzunlukları genişliklerinin 3 katıdır. Kırmızımsı-kahverengi rizoidlere sahipti. Kapsül kuru iken eğrilmiş, silindir şeklinde veya armut şeklinde olup büzülmüştür

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Şekil 7. *Bryum capillare*

Şekil 8. *Bryum capillare*

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

1.5. Pseudoscleropodium purum

En yaygın büyük pleurokarp türlerimizden biri olan Pseudoscleropodium purum, habitat tercihleri açısından şaşırtıcı derecede geniş bir yelpazeye sahiptir, ancak genellikle barınak olan yerlerde bulunur. Bu nedenle, örneğin kuzeye bakan kireçli çayırlarda veya engebeli yamaçlardaki fundalıkların arasında da aynı şekilde yuvalanabilir. Genellikle *Hylocomiadelphus triquetrus, Rhytidiadelphus squarrosus, Hylocomium splendens* ve *Calliergonella cuspidata* gibi diğer büyük pleurokarp türleriyle birlikte bulunur.

Diğer birkaç güçlü pleurokarp türü, bu yosunun üst üste binen, içbükey yapraklarına veya oldukça düzgün tüylü dallanma yapısına sahiptir. Yaprakların sıkışık ve düzgün bir şekilde üst üste gelmesi sayesinde gövdeler ve dallar her zaman biraz şişkin ve pürüzsüz görünür; bu, suyu mümkün olduğunca uzun süre tutmak için fizyolojik bir adaptasyondur.

P. purum genellikle o kadar kolay tanınır ki, el dürbünüyle yakından incelemek nadiren gerekir. Ancak, bazen birlikte büyüdüğü iki benzer türle karıştırılma olasılığı vardır, ancak bu durumda benzersiz yaprak şekli onu hemen diğerlerinden ayırır. Uçları genellikle geriye doğru kıvrık olan çok kısa bir noktanın altında yuvarlatılmış, oval, belirgin şekilde içbükey yapraklara sahiptir (en belirgin olanı sürgün uçlarındadır). Bazen temel yaşam alanlarında birlikte büyüdüğü *Entodon concinnus* ve fundalık/bataklık ve asitli çayırlarda birlikte bulunabilen *Pleurozium schreberi*'nin yaprak şekli böyle değildir.

Şekil 9. *Pseudoscleropodium purum* (https://www.britishbryologicalsociety.org.uk/)

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Şekil 10. *Pseudoscleropodium purum*(https://www.britishbryologicalsociety.org.uk/)

2. KARAYOSUNLARININ BOTANİK BAHÇELERİNDE SERGİLENMESİ VE KORUMA ÇALIŞMALARI

Bitkilerin koruması ve sürdürülebilirliği adına bilimsel çalışmaların gerçekleştirildiği Botanik bahçeleri, dünyanın farklı bölgelerinde yaşayan bitkilerin sergilendiği açık ve kapalı alanlara sahip mekanlardır (Rakow ve Lee, 2011). Ulusal botanik bahçeleri, genetik çeşitliliğin korunması, ekosistemlerin zarar görmesinin engellenmesi, çeşitli bozulmaların ve tehditlerin oluşturduğu negatifliğin kamuoyunca doğru bir şekilde algılanmasını amaçlamaktadır. Tohumlu bitki biyoçeşitliliği bakımından neredeyse Avrupa'yla aynı seviyede olan ülkemizdeki Botanik bahçe sayısının her geçen gün arttırılması gerekmektedir. Uluslararası Botanik Bahçeleri Koruma Birliği verilerine göre ülkemizde sadece 15 adet botanik bahçesi bulunurken bu sayı Almanya'da 109, İngiltere'de 199 ve ABD'de 813 adettir.

Bu korunan alanlar zamanla bölgedeki karayosunlarının ev sahipliğine dönüşmektedir. Bunlarla birlikte dünyadaki bazı özel bölgelerde Royal Botanik Bahçesi gibi (Royal Botanical Garden, Edinburgh) alanlarda karayosunları sergilenmektedir.

3. KARAYOSUNU BAHÇELERİ

Japonya'daki karayosunu bahçeleri, İngiltere, ABD, Kanada gibi ülkelerde olduğu gibi dünyada da giderek daha popüler hale gelmektedir. Karayosunu bahçelerinde, gübreye, herbisit ve pestisite olan ihtiyaç oldukça azdır (Martin, 2015; Glime, 2017). Japonya'da bulunan

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

karayosunu bahçeleri zarafet ve sadelikle ilişkilendirilmektedir (Japan Endless Discovery, 2023).

Kokedera (Kyoto/Japonya), Yosun Tapınağı anlamına gelen bu tapınakta 12'den fazla yosun türü bulunmaktadır (www.japan-guide.com).

Şekil 11. Kokedera (Kyoto/Japonya), Karayosunu bahçesi

Şekil 12 'de Japonya'nın batısındaki Ishikawa Eyaletindeki Hiyo köyünden bir yosun bahçesi görülmektedir. Japonya'nın uzun yağmurlu ve nemli iklimi karayosunları için mükemmel bir ortam oluşturur ve burada yaklaşık 1.800'den fazla karayosunu türü olduğu tahmin edilmektedir (www.kanpai-japan.com).

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Şekil 12. Ishikawa Yosun bahçesi

Yosun bahçesi, karayosunlarıyla kaplı bir orman parçası anlamına gelir. Bu bahçelerdeki en önemli olaylardan birisi yeterli nemin sağlanmasıdır ve yosun ekiminde de doğru zaman belirlenmesi önemlidir. Yosun ekiminden de kastedilen bahçelere yosun taşınmasıdır. Giresun İlinde'de nemli ikliminden dolayı bol miktarda karayosunu mevcuttur. Karayosunlarının taşınırken benzer özelliklere sahip yerlerin, benzer lokasyonlar, benzer iklimsel yapıların olmasına önem gösterilmelidir (Gardener, 2023). Ayrıca; Karayosunlarını taşıma harici vejetatif olarak ta üretmek mümkündür (The Spruce, 2023). Karayosunu bahçeleri kurulurken temiz toprak yüzeyleri tercih edilmeli, Ekim yapılmadan önce toprak iyice sıkıştırılmalı ve diğer yabancı bitki ve tohumlardan arındırılmalıdır (Fine Gardening, 2023-a). Karayosunlarına bakım yapıldıkça güzel gelişim gösterirler (Fine Gardening, 2023-b). Karayosunlarının sulanması gelişimine olumlu katkı sağlar. Kireçli sular ise karayosunlarının gelişimine zarar vermektedir. Yukarıda verdiğimiz taksonlar peyzajda ve karayosunu bahçelerinde verimli bir şekilde kullanılabilecek taksonlardır.

Doğu Karadeniz'deki Giresun'da yoğun bir şekilde görülen taaksonlardan bazısı *Didymodon acutus, Tortella fragilis, Racomitrium heterostichum, Bryum capillare ve Pseudoscleropodium purum*. Bu türler, Dere kenarlarında, ormanlarda, kayaların üzerinde gibi birçok lokasyonda bulunmaktadırlar. Bunlar toprağın tutulması ve erozyonun önlenmesinde de etkilidirler.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Bunlar süksesyonda da oldukça başarılılar ve uygun şartlarda, çıplaklaşmış bir alanı hızlı bir şekilde kapatırlar. Bu durum bize bitkinin çoğalmasının ve ortama uyumunun hızlı olduğunu göstermektedir.

Didymodon acutus, Tortella fragilis, Racomitrium heterostichum, Bryum capillare ve Pseudoscleropodium purum. Bu taksonlar pleurokarp (Halı şeklinde) türler olup, bulunduğu lokasyonun tabanını güzel bir şekilde kapatırlar.

Karadeniz bölgesi nemli ve yağışlı olduğundan karayosunları için harika bir ortam oluşturmaktadır. Bundan dolayı, Karadenizdeki orman tabanları karayosunları ile kaplıdır. *Didymodon acutus, Tortella fragilis, Racomitrium heterostichum, Bryum capillare ve Pseudoscleropodium purum* bu türlerin karadenizde oluşturulacak herhangi bir karayosunu bahçesi için oldukça uygun olduğu görülmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkilerin en eski gruplarından biri olan oluşturan karayosunları hakkında yapılan çalışmalar, bunların ekosistemin kilit organizmalarından birisi olduğunu göstermektedir. Son yıllarda Ülkemizde de yapılan çalışmalarda da görülmektedir ki karayosunlarına olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Karayosunu çalışmaları öncelikle sistematik alanında yoğunlaşırken, son yıllarda ağır metal analizleri, radyasyon analizleri, antimikrobiyal ve antioksidant gibi alanlarda da çalışmalar hız kazanmıştır. Karayosunlarının Peyzaj mimarisi alanında kullanımı çalışmaları oldukça yenidir ve bu tür işlerde profesyonel şirketlerde karayosunlarını kullanmaktadır. Ülkemizde doğa koruma alanlarının artması karayosunlarının da korunmasının artması anlamına gelecektir. Gelişmiş bazı ülkelerde olduğu gibi karayosunlarının peyzaj mimarisinde daha fazla kullanılmasını talep etmekteyiz.

Karayosunu bahçeleri, hem yeşil alanlar oluşturup, hem de ortam neminin korunmasında görev alırlar. Bu bölgeler, diğer organizmalar içinde uygun habitatlar oluşturmaktadır. Bu bahçeler, karayosunları çeşitliliğinin korunmasına katkı sağlar ve bazı karayosunu bahçeleri de 100'den fazla tür içerir (Hasegawa, 2002; Oishi, 2015). Karayosunu bahçeleri çevrelerindeki şehirlerdeki epifitik bryofitlerin de çeşitliliğini arttırmaktadır (Oishi ve Hiura, 2017).

Karayosunları, ‘eko şehir’ oluşturmak amacıyla da kullanılmaktadır. Sonuçta binaların yeşil alanlar olarak oluşturulmasında kullanılırlar (Chiaffredom, 2004). Karayosunlarının kentlerdeki park ve bahçelerde kullanımı çok önemlidir. Karayosunlarının hızlı yayılmaları, kentlerdeki yüksek binaların gölgelinde yetiştirilmeleri sağlar (Schenk, 2007). Buralarda yetişen karayosunları, daha çok toprağa ihtiyaç duymayan kozmopolit türlerdir (Delgadillo ve Angeles, 2000).

Ülkemizde de son zamanlarda, karayosunları yatay dikey panolar halinde, peyzaj mimarlarının kullandığı suni duvarlar gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Fakat buralardaki karayosunları maalesef doğadan izinsiz olarak toplanmaktadır, bu durumda doğaya zarar vermektedir. Çünkü karayosunları, bulunduğu orman tabanında ağaçların tohumlarının çimlenmesi için uygun ortam ve nem oluşturmaktadır. Bundan dolayı karayosunu üretim çiftliklerinin kurulması son derece önemlidir. Karayosunları doğadan rastgele toplanmamalı bu konuda gerekli düzenlemeler yapılmalı ve vatandaşlarımız konu hakkında aydınlatılmalıdır.

5. KAYNAKLAR

Chiaffredom, M.K. (2004) When mosses recreate the landscape on the roof. *MCK Environment & Bryotec Technology*, Arzal.

Chmielewski, M.W. & Eppley, S.M. (2019). Forest passerines as a novel dispersal vector of viable bryophyte propagules. *Proceed. Royal Soc. B: Biol. Sci.*, 286(1897), 2018-2253. https://doi.org/10.1098/rspb.2018.2253

Crum, H. (2001). *Structural Diversity of Bryophytes*. Ann Arbor: University of Michigan Herbarium.

Delgadillo, C. & Ángeles, C.S. (2000). Urban mosses in Mexico City. *Serie Bot.*, 71(2), 63-72.

Fine Gardening (2023-a). Tips for Creating a Moss Garden, https://www.finegardening.com/article/tips-for-creating-a-moss-garden, Erişim Tarihi: 30.10.2023

Fine Gardening, (2023-b). Moss Makes a Lush Carpet, https://www.finegardening.com/article/moss-makes-a-lush-carpet, Erişim Tarihi: 30.10.2023

Gavini, S.S., Suárez, G.M., Ezcurra, C. & Aizen, M.A. (2019). Facilitation of vascular plants by cushion mosses in high-Andean communities. *Alpine Bot.*, 129(2), 137–148. https://doi.org/10.1007/s00035-019-00222-6

Gignac, L. D. (2001). Bryophytes as Indicators of Climate Change. *The Bryol.*, 104(3), 410-420.

Glime, J. M. (2017). *Gardening: Moss garden development and maintenance. Chapter 7-4.* In: Glime, J.M. (Ed.). Bryophyte Ecology, 5: 1-22, Houghton.

Hasegawa, J. (2002). Bryophyte flora in Saihoji Temple (Koke-dera). In: The red data book of Kyoto prefecture 2002. Vol. 2 Landforms, Geology, and Natural 376 Communities, Kyoto prefecture, Kyoto, pp. 292–297 (in Japanese).

Hirano, T., Segah, H., Kusin, K., Limin, S., Takahashi, H. & Osaki, M. (2012). Effects of disturbances on the carbon balance of tropical peat swamp forests. *Global Change Biol.*, 18(11), 3410-3422. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02793.x

https://www.britishbryologicalsociety.org.uk/ 08.09.2025

https://www.japan-guide.com/e/e3937.html- 22 Mayıs 2025

https://www.kanpai-japan.com/hiyo-koke-no-satoErişim Tarihi: 26.05.2025

Japan Endless Discovery (2023). https://www.japan.travel/en/blog/exploring-japan-s-magical-moss-gardens, Erişim tarihi: 30.12.2023

Joe Gardener (2023). https://joegardener.com/resources/, Erişim Tarihi: 30.10.2023

Kürschner, H. ve Erdağ, A. (2023). *Türkiye Karayosunları Florası - Bryophyte Flora of Türkiye*. İstanbul: Hiperlink Yayınları.

Martin, A. (2015). *The Magical World of Moss Gardening*. Timber Press.

Oishi, Y. (2015). Changes in epiphyte diversity in declining forests: implications for conservation and restoration. *Landsc. Ecol. Eng.*, 11, 283–291.

Oishi. Y. & Hiura. T. (2017). Bryophytes as bioindicators of atmospheric environment in urban-forest landscapes. *Landsc. Urban Plan.*, 167, 348–355.

Rakow, D. & Lee, S. (2011). *Public Garden Management: A Complete Guide to the Planning and Administration of Botanical Gardens and Arboreta*. John Wiley & Sons.

Schenk, G. (2007). *Moss Gardening*, Timber Press, Oregon, USA.

Schofield, W.B. (1985). Introduction to Bryology. New Jersey, USA.

Spangler, K. (2021). *Bryophyte Ecosystem Services: How Bryophytes Impact Ecosystem Processes and Their Use in Urban Systems*, University Honors Theses. Portland State University, Portland.

The Spruce (2023). https://www.thespruce.com/how-to-grow-moss-1402369, Erişim Tarihi: 30.12.2023

Turetsky, M.R. (2003). The Role of Bryophytes in carbon and nitrogen cycling. *The Bryol.*, 106(3), 395-409.

Turunen, J., Tomppo, E., Tolonen, K. & Reinikainen, A. (2002). Estimating carbon accumulation rates of undrained mires in Finland — application to boreal and subarctic regions. *Holocene*, 12, 69–80.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

SÜRDÜRÜLEBİLİR ÖZELLİKTE NARENCİYE KABUĞU UÇUCU YAĞI KATKILI BİYOFİLMLERİN ELDE EDİLMESİ VE BİYOFİLMLERİN UYGULANDIĞI TAVUK GÖĞÜS ETİNDE DEPOLAMA SÜRESİNCE TOPLAM MİKROBİYAL YÜKTEKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Özlem Ertekin
Munzur Üniversitesi
oertekin@munzur.edu.tr - ORCID ID:0000-0002-2548-2478

ÖZET

Bu çalışmada sürdürülebilirlik çerçevesinde narenciye kabuğu atıklarının değerlendirilmesiyle elde edilen uçucu yağ ile biyofilm üretiminin sağlanması ve bu biyofilmler ile tavuk etinin korunması hedeflenmiştir. Çünkü günümüzde gıda ambalajı için çeşitli sentetik malzemeler kullanılmakta ve bunların çevreye zarar verdiği bilinmektedir. Bu bağlamda gıda kalitesinin korunması ve gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için antimikrobiyal ve fonksiyonel özellikte ekonomik ve biyobozunur yenilebilir filmlerin üretilmesine olan ilgi artmıştır. Günümüzde içerdiği antimikrobiyal bileşenlerden dolayı bazı uçucu yağlar önem taşımaktadır. Gıda olarak tüketiciler, daha ekonomik ve çabuk hazırlanabilen kimyasal koruyucunun kullanılmadığı doğal gıdaları tercih etmektedir. Ekonomik olması ve yararlı içeriği sebebiyle tavuk eti en çok tüketilen gıdalar arasında yer almaktadır. Ancak tavuk eti besin içeriği, pH gibi nedenlerden dolayı kolayca mikrobiyal kontaminasyonlara maruz kalabilmekte; hem sağlık için tehdit oluşturabilmekte hem de ekonomik açıdan sorun oluşturabilmektedir.

Bu çalışma kapsamında, sodyum kazeinat – nişasta esaslı yenilebilir biyofilmler üretilmiş ve bu filmlere belirli oranlarda narenciye (limon, portakal, mandalina, greyfurt) kabuğu uçucu yağları ilave edilmiştir. Üretilen biyofilmler tavuk göğüs etlerine sarılarak 11 gün boyunca +4°C'de depolanmıştır. Mikrobiyolojik analizler 0., 3., 6., 9. ve 11. günlerin sonunda yapılmıştır. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve toplam psikrofilik bakteri (TPB) sayısı belirlenmiştir. Bütün biyofilmlerin toplam yük üzerinde antimikrobiyal etkili olduğu; bu etkinin en yüksek limon ve en az mandalina kabuğu yağı için olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresince bir bozulmanın olmadığı da tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Sürdürülebilirlik, narenciye, uçucu yağ, biyofilm, tavuk eti, mikrobiyal yük

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

AĞIR METAL SİNERJİSİ: *Daphnia magna*'DA DEMİR VE KURŞUN TOKSİSİTESİ

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ

Munzur Üniversitesi, yelizcakir@munzur.edu.tr.- 0000-0003-1905-5506

ÖZET

Herhangi bir su ekosisteminin durumunu anlamak için en önemli yöntemlerden biri, balık veya omurgasızlar gibi test organizmalarının kullanılmasıdır. *Daphnia magna*, ekotoksikolojik çalışmalar için yaygın olarak model tür olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, *D. magna*, daha önce ekosistemlerde rapor edilenlere benzer metal konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. Ferrik klorür ($FeCl_3$), kurşun klorür ($PbCl_2$) ve bunların farklı konsantrasyonlardaki karışımlarının 48 saatlik akut toksisite testleri *D. magna* üzerinde uygulanmıştır. Probit analizi, Fe, Pb ve bunların karışımları için 48 saatlik LC_{50} değerlerini hesaplamak amacıyla kullanılmıştır. Sonuçlar, Fe'nin Pb'den daha toksik olduğunu ve 48 saatlik LC_{50} değerlerinin sırasıyla 6,47 ve 13,14 mg/L olduğunu göstermiştir. Ayrıca Fe-Pb karışımının *D. magna* üzerinde sinerjik bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Bu çalışma, Fe ve Pb seviyelerinin tatlı su kabuklularında ölümcül etkilere yol açabileceğini ve ekosistem ile besin ağı üzerinde yıkıcı sonuçlar doğurabileceğini ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, antropojenik endüstriyel kirlenmeden büyük ölçüde etkilenen ulusal su sistemlerini korumaya yönelik su kalitesi kriterleri ve standartlarının geliştirilmesinde değerli olabilir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metaller, Fe, Pb, LC50, *Daphnia magna*

GİRİŞ

1940'larda Anderson, toksisite çalışmalarında *Daphnia magna* kullanmaya başlamıştır (Anderson, 1944). Günümüzde *D. magna*, dünya genelinde ekotoksisite testlerinde kullanılan en önemli tatlı su türlerinden biridir. Atık suların, su ve sediman örneklerinin, ağır metallerin ve ilaçların toksisitesini incelemek için kullanılmış ve birçok çevresel kirleticiye karşı hassas olduğu gösterilmiştir. Bu durum; boyutunun küçük olması, kısa ömrü, partenogenetik üreme kapasitesi ve yüksek üreme oranı ile ilişkilidir. (Mano ve Shinohara, 2020; Tkaczyk ve ark., 2021).

Son zamanlarda, Yin ve ark., (2023), mikroplastiklerin *Daphnia* türleri üzerindeki toksikolojik etkilerini incelemiş ve bu tür üzerindeki toksisite testlerinde kirleticilerin su ekosistemi üzerindeki etkilerini tahmin etmede kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Pashaei ve ark., (2023), *D.magna*'nın kafein, nanoplastikler, triklosan, mikroplastikler ve bunların kombinasyonlarına akut maruziyetini araştırmış; kirletici konsantrasyonları ve maruziyet süresi arttıkça ölüm oranlarının da arttığını belirlemişlerdir.

Ağır metaller biyolojik olarak parçalanamadıkları için belirli bir konsantrasyon seviyesinden sonra tehlikeli hale gelirler. Böylece besin zinciri yoluyla insan sağlığını da tehdit

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

ederler. Dolayısıyla ağır metaller hem ekolojik hem de sağlık açısından önemli riskler oluşturmaktadır.

Cui ve ark., (2018), 11 ağır metalin hem *D. magna* hem de *D. galeata* üzerindeki etkilerini incelemiş ve *D. galeata*'nın *D. magna*'dan daha hassas olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, *D. galeata*'yı suda yaşayan toksisite testleri için potansiyel bir model olarak önermişlerdir.

Ahmed ve ark., (2019) göre, demirin yutma, solunum ve tüketim yoluyla biyoakümülasyona uğradığını ve bunun da besin ağı aracılığıyla insanlarda sağlık risklerine yol açabileceğini belirtmişlerdir. Shaw ve ark., (2006), demir ve alüminyumun madencilik, çelik işlemleri ve endüstriyel drenaj suları nedeniyle kirli sularda yaygın olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Cui ve ark., (2018), *D. galeata* üzerindeki Fe^{+2}'nin 48 saatlik LC50'sini 1,05 mg/l olarak kaydetmişlerdir. Ancak, *D. magna* üzerinde ferrik metalin etkisini inceleyen araştırmalar sınırlıdır. Bu nedenle mevcut çalışmada, farklı ferrik klorür ($FeCl_3$) konsantrasyonlarının *D. magna* üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Kurşun, genellikle sucul ekosistemlerde askıda katı madde ile ilişkilidir ve yağışlarla birlikte yüzey akışından veya endüstriyel atık su deşarjları yoluyla sucul ortamlara taşınabilir. Nörotoksik etkileri olan kurşun, çevrede yaygın olarak bulunmakta ve bir kez tespit edildiğinde geri dönüşü olmayan etkiler yaratmaktadır (Andrade ve ark., 2015). Gooley ve ark., (2000) ve Widiastuti ve ark., (2019), Pb'un biyolojik olarak parçalanamayan ve suda yaşayan canlılar için son derece zararlı bir ağır metal olduğunu belirtmişlerdir. Toksisitesi uzun süredir bilinse de ekotoksikolojik potansiyeli tam olarak tanımlanmamıştır. Paul ve ark., (2019), kurşun nitratın ($Pb(NO_3)_2$) adi sazan (*Cyprinus carpio*) üzerindeki etkisini araştırmış ve yüksek miktarda $Pb(NO_3)_2$'ye uzun süre maruz kalmanın balık sağlığı için önemli sonuçları olduğu göstermişlerdir. Ayrıca 350 mg/l dozunun *C. carpio* histolojisi üzerinde ciddi sorunlara yol açtığını ortaya koymuşlardır.

Heys ve ark., (2016), ağır metal etkileşimlerinin genellikle larvalarda ölüm oranlarını, böbrek hasarını, embriyonik toksisiteyi ve sperm toksisitesini artırdığını; ancak bazı durumlarda beklenenden daha düşük toksisiteye yol açabileceğini bildirmişlerdir.. Doğada, canlı organizmalar, çok çeşitli kimyasal karışımlara maruz kalmaktadırlar. Çoğu araştırmacı, kimyasal karışımların çevresel riskini değerlendirirken toplam toksisitenin yalnızca tek tek elementlerin toksisitelerinin toplanmasıyla tahmin edilebileceğini varsaymaktadırlar. Ancak bazı durumlarda kimyasal reaksiyonlar, karışımların toksisitesini değiştirerek beklenenden farklı sonuçlar doğurabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı Fe, Pb ve ikisinin karışımlarının 48 saatlik maruziyet süresinde *D. magna*' ya akut toksisite etkilerini belirlemek ve bu değerleri her bir metalin tek başına etkileriyle karşılaştırmaktır.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

MATERYAL VE METOT

Çalışmamızda kullanılan *D. magna* örnekleri Elazığ ilinde bulunan yerel akvaryumculardan temin edilmiştir. Laboratuvar getirilen test canlılarına 15 günlük adaptasyon süresi uygulanmış ve böylece spontan ölümler en aza indirilmiştir. Canlıların yaşamsal faaliyetlerinde herhangi bir aksama olmaması için düzenli olarak yemleme yapılmış, ayrıca fotoperiyot (16: 8 saat ışık / karanlık) (22 ± 2°C) sağlanmıştır.

Kontrol grubu ve tüm uygulamalarda, 24 saatin altındaki 10 yeni doğan birey 250 ml'lik cam kaplarda tatlı su ortamında test edilmiştir. Test süresince besin verilmemiştir. Deneyin sonunda (48 saat) canlı kalan *Daphnia* bireyleri sayılmış ve aynı anda kontrol grubu da değerlendirilmiştir.

Toksisite testlerinde kullanılan metaller %99 saflıkta Fe olarak demir klorür($FeCl_3$) ve Pb olarak kurşun klorürdü ($PbCl_2$) kullanılmıştır. Test edilen Fe konsantrasyonları: 2, 4, 6, 8, 10, 12 ve 14 mg/l; Pb konsantrasyonları 48 saatlik akut testler için: 2, 4, 8, 12, 16, 20 ve 24 mg/l olarak uygulanmıştır

D. magna farklı Fe ve Pb konsantrasyonlarının karışımlarına maruz bırakılmıştır. Beş farklı subletal konsantrasyon şu şekilde hazırlanmıştır: LC1, LC3, LC7, LC10 ve LC15 değerlerine karşılık gelen konsantrasyonlar.

Fe ve Pb'nin her ikisinin de LC1'i (sırasıyla 0,38 ve 1,06 mg/l),

Fe ve Pb'nin her ikisinin de LC3'ü (sırasıyla 0,66 ve 1,72 mg/l),

Fe ve Pb'nin LC7'si (sırasıyla 1,08 ve 2,66 mg/l),

Fe ve Pb'nin LC10'u (sırasıyla 1,37 ve 3,28 mg/l) ve

Fe ve Pb'nin LC15'i (sırasıyla 1,84 ve 4,28).

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

SPSS programı kullanılarak *D. magna*'da 48 saatlik LC50 akut testleri için probit analizi uygulanmıştır.

Toksikolojik araştırmalarda, karışık toksik etkiler genellikle toksik birimler (TU) kullanılarak analiz edilir. TU, ölçülen son nokta için bir toksin karışımının kimyasal konsantrasyonunun tek toksik konsantrasyonuna bölünmesi ile hesaplanır (Ishaque ve ark., 2006).

SONUÇ ve TARTIŞMA

D. magna'nın yeni doğan bireyleri farklı Fe konsantrasyonlarına (2, 4, 6, 8, 10, 12 ve 14 mg/l) maruz bırakılmış ve Probit analiziyle hesaplanan 48 saatlik LC50 6,47 mg/l olarak bulunmuştur. (Tablo 1). Santos-Medrano ve Rico-Martínez (2013), bazı ağır metallerin *Asplanchna brigthwellii* ve *Brachionus calyciflorus* üzerindeki öldürücü etkilerini araştırmışlarve *B. calyciflorus*'un *A. brigthwellii*'den daha hassas olduğunu, ayrıca Fe'nin en az

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

toksik metal olduğunu ortaya koymuşlardır. Fe için 24 saatlik LC50 değerleri *A. brigthwellii* için 0,35 mg/l ve *B. calyciflorus* için 0,23 mg/l olarak tespit edilmiştir. Cui ve ark., (2018) *D. galeata*'da Fe^{+2}'nin 48 saatlik LC50 değerini 1,05 mg/l olarak kaydetmiştir. Bu sonuçlar *A. brigthwellii, B. calyciflorus* ve *D. galeata*'nın *D. magna*'dan daha hassas olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. *D. magna*'da Fe, Pb ve bunların karışımlarının 48 saatlik öldürücü dozları

Metal	48-h LC10	48-h LC50	48-h LC90
Fe	1.37	6.47	30.57
Pb	3.28	13.14	52.52
Fe ve Pb Karışımı	1.64	3.9	9.44

Yeni doğan *D. magna*' lar 2, 4, 8, 12, 16, 20 ve 24 mg/l Pb'ye maruz bırakılmıştır. Tablo (1)'de gösterildiği gibi, 48 saatlik LC50 13.14 mg/l' olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ölüm oranı gözlenmemiş ve bireyler herhangi bir anormal davranış sergilememiştir. Bu sonuçlar, Pb $(NO_3)_2$' ın *D. magna* üzerindeki 48 saatlik LC50 değerini 0,15 mg/l olarak kaydeden Le Blanc'ın (1982) sonuçlarıyla uyuşmamaktadır. Ayrıca, Altındağ ve ark., (2008), Pb $(NO_3)_2$' ın *D. magna* üzerindeki akut toksisite testini araştırmış ve 24 saatlik EC50 değerini 0,44 mg/l olarak bulmuşlardır. Bu farklılık, *D. magna*'nın zaman içinde daha yüksek tolerans göstermesi ile açıklanabilir. Buna ek olarak, Theegala ve ark., (2007), Pb $(NO_3)_2$' ın *D. pulex* üzerindeki 48 saatlik LC50 değerinin 4 mg/l olduğunu belirtmiştir. Bodar ve ark., (1989), *D. magna*'nın erken yaşam evrelerinin ağır metallere yetişkinlerden daha toleranslı olduğu ve yüksek Pb $(NO_3)_2$' ın konsantrasyonlarının (1, 10 ve 25mg/L) erken yaşam evrelerinin ölüm oranları üzerinde belirgin bir etkiye yol açmadığını bildirmiştir.

Gordillo ve ark., (1998), Pb $(NO_3)_2$ için 24 saatlik LC50 değerini *D. magna* için 4,92 mg/ L olarak bulmuştur. Santos-Medrano ve Rico-Martínez'e (2013), 24 saatlik Pb LC50 değerleri A. *brigthwellii* ve *B. calyciflorus* üzerinde sırasıyla 0,318 ve 0,248 mg/l' olarak rapor etmiş ve rotiferlerin (*A. brigthwellii ve B. calyciflorus*) cladoceran *D.magna*'dan daha hassas olduğunu ortaya koymuştur. Hernández-Flores ve ark., (2020), Fe'nin *Euchlanis dilatata* üzerinde en az toksik metal olduğu sonucuna varmış olsa da, mevcut çalışma Fe'nin *D. magna* üzerinde Pb'den daha yüksek bir toksisite etkisine sahip olduğu göstermektedir.

Tablo (1)'de gösterildiği gibi, Fe ve Pb karışımının hesaplanan medyan letal konsantrasyonu (48 saatlik LC50) 3,9 mg/l dir. Bu nedenle, Marking'e (1977) göre S = 0,89 (S < 1) ve AI = 0,12 (AI > 0) ve bu, ekosistemde Pb'ye Fe eklenmesinin *D.magna* ölüm oranı

üzerinde sinerjik bir etki yarattığını göstermektedir. Benzer bir şekilde Piri ve Ordag (1993), titanyum dioksit ve nanopartikül karışımının *D. magna* üzerindeki etkisini araştırmış ve kirlilik karışımının ölüm oranının, tek başına her bir kirleticinin toksisite oranına kıyasla üç kat daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Chen ve ark. (2015) de galaksolid (HHCB) ve Pb karışımının *D. magna* üzerinde sinerjik bir etki gösterdiğini rapor etmiştir. Ayrıca, askıda maddelerin yokluğunun ve varlığının karışımın toksik etkisi üzerinde önemli etkisinden bahsetmişlerdir. Sonuç olarak, bir metalin konsantrasyonu tehlikeli olmasa da, diğer kimyasalların varlığının ve yokluğunun karışımın toksik etkisi üzerinde önemli rol oynadığını belirtmiştir.

Sonuç olarak, bir metalin tek başına tehlikeli sayılmayacak konsantrasyonlarda bulunması, diğer kimyasalların varlığında toksisiteyiartırabilir. Gholami ve ark., (2013), Cd ve Cu karışımında toksisite ve ölüm oranının, her bir metalin tek başına etkisine kıyasla arttığını ortaya koymuşlardır. Bu nedenle ağır metallerin standart sınırlarının güncellenmesi için farklı metaller üzerinde daha fazla ekotoksikolojik araştırma yapılması önerilmektedir. Özellikle çeşitli metallerin sinerjik ve antagonistik etkilerinin ortaya konulabilmesi için karışım toksikolojisine yönelik çalışmalar artırılmalıdır.

KAYNAKLAR

Ahmed, A. S., Rahman, M., Sultana, S., Babu, S. O. F., & Sarker, M. S. I. (2019). Bioaccumulation and heavy metal concentration in tissues of some commercial fishes from the Meghna River Estuary in Bangladesh and human health implications. *Marine pollution bulletin*, *145*, 436-447.

Altındağ, A., Ergönül, M. B., Yigit, S., & Baykan, Ö. (2008). The acute toxicity of lead nitrate on Daphnia magna Straus. *African Journal of Biotechnology*, *7*(23).

Anderson, B. G. (1944). The toxicity thresholds of various substances found in industrial wastes as determined by the use of Daphnia magna. *Sewage Works Journal*, 1156-1165.

Andrade, V. M., Mateus, M. L., Batoréu, M. C., Aschner, M., & Marreilha dos Santos, A. P. (2015). Lead, arsenic, and manganese metal mixture exposures: focus on biomarkers of effect. *Biological trace element research*, *166*, 13-23.

Bodar, C. W. M., Zee, A. V. D., Voogt, P. A., Wynne, H., & Zandee, D. I. (1989). Toxicity of heavy metals to early life stages of Daphnia magna. *Ecotoxicology and environmental safety*, *17*(3), 333-338.

Chen, F., Yao, Q., & Zhou, X. (2015). The influence of suspended solids on the combined toxicity of galaxolide and lead to Daphnia magna. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, *95*, 73-79.

Cui, R., Kwak, J. I., & An, Y. J. (2018). Comparative study of the sensitivity of Daphnia galeata and Daphnia magna to heavy metals. *Ecotoxicology and environmental safety*, *162*, 63-70.

Gholami, M., Reza Fatemi, S. M., Fallahi, M., Sari, A. E., & Mashinchian, A. (2013). The Individual and Mixed Effect of Heavy Metals (Cu and Cd) and Detergent (LAS) on Mortality of Daphnia Magna (Zooplankton). *Intern. J. Ecosystem*, *3*(4), 90-93.

Gooley, G. J. (2001). *Feasibility of aquaculture in dairy manufacturing wastewater to enhance environmental performance and offset costs*. Department of Natural Resources & Environment.

Gordillo, S., Fernandez Pereira, A. C., & Vale Parapar, J. F. (1998). Acute ecotoxicity evaluation of heavy metals with Daphnia magna. Ecotoxicol. *Environ. Res*, *1*(3), 3-12.

Hernández-Flores, S., Santos-Medrano, G. E., Rubio-Franchini, I., & Rico-Martínez, R. (2020). Evaluation of bioconcentration and toxicity of five metals in the freshwater rotifer Euchlanis dilatata Ehrenberg, 1832. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*, 14058-14069.

Heys, K. A., Shore, R. F., Pereira, M. G., Jones, K. C., & Martin, F. L. (2016). Risk assessment of environmental mixture effects. *RSC advances*, *6*(53), 47844-47857.

Ishaque, A. B., Johnson, L., Gerald, T., Boucaud, D., Okoh, J., & Tchounwou, P. B. (2006). Assessment of individual and combined toxicities of four non-essential metals (As, Cd, Hg and Pb) in the microtox assay. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *3*(1), 118-120.

LeBlanc, G. A. (1982). Laboratory investigation into the development of resistance of Daphnia magna (strauus) to environmental pollutants. *Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological*, *27*(4), 309-322.

Mano, H., & Shinohara, N. (2020). Acute toxicity of nickel to Daphnia magna: Validation of bioavailability models in Japanese rivers. *Water, Air, & Soil Pollution*, *231*(9), 459.

Marking, L. L. (1977). Method for assessing additive toxicity of chemical mixtures. In *Aquatic toxicology and hazard evaluation*. ASTM International.

Pashaei, R., Dzingelevičienė, R., Putna-Nimane, I., Overlinge, D., Błaszczyk, A., & Walker, T. R. (2023). Acute toxicity of triclosan, caffeine, nanoplastics, microplastics, and their mixtures on Daphnia magna. *Marine Pollution Bulletin*, *192*, 115113.

Paul, S., Mandal, A., Bhattacharjee, P., Chakraborty, S., Paul, R., & Mukhopadhyay, B. K. (2019). Evaluation of water quality and toxicity after exposure of lead nitrate in fresh water fish, major source of water pollution. *Egyptian Journal of aquatic research*, *45*(4), 345-351.

Piri, Z. M. *ordag, V.(1993). Effect of some herbicides commonly used in Iran on selenastrum capricomutum and Daphnia magna* (Doctoral dissertation, MSc. Thesis to the University of Agricultural Sciences Hungary).

Lowe, R., Gemma, C., Beyan, H., Hawa, M. I., Bazeos, A., Leslie, R. D., ... & Ramagopalan, S. V. (2013). Buccals are likely to be a more informative surrogate tissue than blood for epigenome-wide association studies. *Epigenetics*, *8*(4), 445-454.

Shaw, J. R., Dempsey, T. D., Chen, C. Y., Hamilton, J. W., & Folt, C. L. (2006). Comparative toxicity of cadmium, zinc, and mixtures of cadmium and zinc to daphnids. *Environmental toxicology and chemistry*, *25*(1), 182-189.

Theegala, C. S., Suleiman, A. A., & Carriere, P. A. (2007). Toxicity and biouptake of lead and arsenic by Daphnia pulex. *Journal of Environmental Science and Health Part A*, *42*(1), 27-31.

Tkaczyk, A., Bownik, A., Dudka, J., Kowal, K., & Ślaska, B. (2021). Daphnia magna model in the toxicity assessment of pharmaceuticals: A review. *Science of the Total Environment*, *763*, 143038.

Widiastuti, I. M., Hertika, A. M. S., Musa, M., & Arfiati, D. (2019, June). Acute toxicity test and LC50 value of mercury on tubifex tubifex. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1242, No. 1, p. 012040). IOP Publishing.

Yin, J., Long, Y., Xiao, W., Liu, D., Tian, Q., Li, Y., ... & Pan, Y. (2023). Ecotoxicology of microplastics in Daphnia: A review focusing on microplastic properties and multiscale attributes of Daphnia. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *249*, 114433.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Daphnia magna' DA ABAMEKTİN AKUT TOKSİSİTESİ

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ

Munzur Üniversitesi, yelizcakir@munzur.edu.tr. - 0000-0003-1905-5506

ÖZET

Abamektin pamuk, narenciye, sebze, patates ve diğer ürünlerde böcek ve akar zararlılarının kontrolü için kullanılır. Abamektin sucul ekosistemlerde doğrudan kullanılmaz, ancak sucul çevre üzerinde olumsuz etkileri olabilir. Bu çalışmanın amacı, abamektinin *Daphnia magna* (Straus, 1820) üzerindeki akut toksisitesini belirlemektir. *D. magna* Deneyde beş farklı konsantrasyon ve bir kontrol grubu kullanılmıştır. Her deney üç kez tekrarlanmıştır. Bu araştırmada akut toksisite testinin statik test yöntemi kullanılmıştır. Deneyler laboratuvar koşullarında 20±2 ºC'de gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar doz-cevap verileri ile tespit edilmiş ve R 3.0 istatistiksel hesaplama ortamı ve DRC kütüphanesi kullanılarak log-logistik bir modele uyarlanmıştır. 24-h ve 48-h akut LC50 değerleri belirlenmiştir. Sonuçlara göre, akut toksik etkileri araştırılan Abamectin, *D. magna için* 24 saat ve 48 saat LC50 akut toksik letal konsantrasyon değerleri 0.022 µg/L ve 0.0040 µg/L olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Abamectin, Pestisit, *Daphnia magna*, LC50

GİRİŞ

Ağır toksisiteleri ve ayrışma zorlukları nedeniyle, pestisitler doğada tam olarak dikkate alınması gereken en önemli toksiklerden biridir. Özellikle sularda, pestisitlerin kontaminasyonu oksijen yetersizliğine ve balık zehirlenmelerine, diğer sucul organizmaların kitlesel ölümlerine neden olabilir.

Abamektin pamuk, patates, narenciye, sebze ve diğer ürünlerde böcek ve akar zararlılarının kontrolü için kullanılır. Abamektin doğrudan sucul ekosistemlerde kullanılmaz, ancak sucul çevre üzerinde olumsuz etkileri olabilir. Avermektinler gibi veteriner ilaçları veteriner hekimlikte domuz, sığır, at, keçi ve koyunların iç ve dış parazitlerine karşı antelmintik olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Campbell ve Benz 1984; Suarez 2002; Tišler ve Eržen, 2006).

Daphnia magna, dünya genelinde ekotoksisite testlerinde kullanılan en önemli tatlı su türlerinden biridir. Atık suların, su ve sediman örneklerinin toksisitesini tespit etmek için yaygın olarak kullanılmış ve birçok çevresel kirleticiye karşı hassas olduğu gösterilmiştir.

Bu çalışmada, tarımda yaygın olarak kullanılan bir insektisit olan abamektinin *D. magna* üzerindeki etkilerinin akut toksisite testinin statik test yöntemi ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

MATERYAL VE METOT

Çalışmamızda kullanılan Daphnia örnekleri Elazığ ilinde bulunan yerel akvaryumculardan temin edildi. Laboratuvar ortamına getirilen test canlılarına 15 günlük adaptasyon süresi uygulanarak spontan ölümler en alt düzeye indirildi. Canlıların yaşamsal faaliyetlerinde herhangi bir aksama olmaması için rutin olarak yemlemeleri yapıldı ve ayrıca fotoperiyot (16: 8 saat ışık / karanlık) (20 ± 2 ° C) uygulandı.

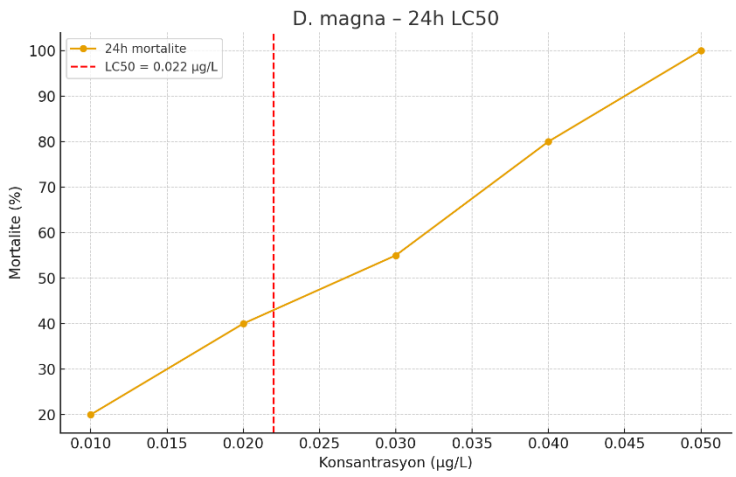
Bu çalışmada akut biyoassay yöntemlerinden statik yöntem uygulanmıştır (APHA, AWWA, WEF, 1998). Üreyen daphnia'lar ayrılmış ve deneylerin başlamasından bir gün önce, yeni doğanlar kullanılmıştır. Deneyden iki gün önce *D. magna*'nın beslenmesi durdurulmuştur. Deneyde 100 ml'lik cam şişeler kullanılmış ve hem deney hem de stok akvaryumlarında pH, sıcaklık değerleri gözlemlenmiştir. Gözlemler 24. ve 48. saatlerde yapılmış ve sonuçlar kaydedilmiştir.

Araştırma ön ve ana deneyler olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Ön deneylerde belirlenen konsantrasyon ana deneylerde kullanılmıştır. Çalışmada kontrol grubu (0.00 µg/L) ile birlikte 24 saat (0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05 µg/L) ve 48 saat (0.003, 0.006, 0.009, 0.012, 0.015 µg/L) olmak üzere beş farklı konsantrasyonda test şişesi kullanılmıştır. Her deney üç kez tekrarlanmıştır. Başlangıçta abamektin (18g/L) hazırlanmıştır. Ön ve ana deneylerde kullanılan konsantrasyonlar daha sonra bu stok çözeltilerden alınmıştır.

SONUÇLAR

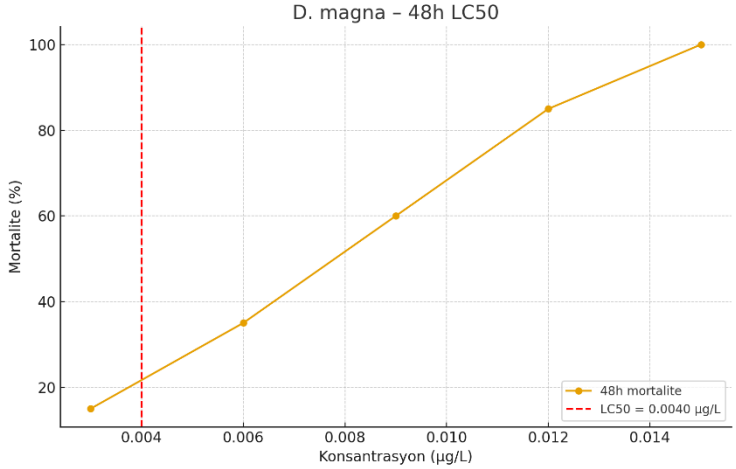
Deneyler 20±2 ºC, pH 7.4-7.8'da laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. *D. magna* için statik biyoassay sistemi kullanılarak abamektinin hesaplanan 24-h ve 48-h akut LC50 değerleri (%95 güven sınırları) 0.022 µg/L ve 0.0040 µg/L olarak belirlenmiştir.

Şekil 1. *D. magna*'nın 24 saatlik LC50 değeri.



ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Şekil 2. *D. magna*'nın 48 saatlik LC50 değeri.



TARTIŞMA

Balıklarda pestisitlerin etkilerini saptamak için yapılan deneylerden elde edilen letal konsantrasyon değerleri hakkında çeşitli kaynaklarda farklı sonuçlar bildirilmiştir. Bu farklılıkların balık biyolojisi, yaşam koşulları, suyun kimyasal ve fiziksel özellikleri ve uygulanan yöntemler gibi bazı nedenleri vardır.

Deneyler sonucunda, abamektin 24 saatlik ve 48 saatlik LC50 akut toksik letal konsantrasyon değerleri *D. magna* için sırasıyla 0,022 µg/L ve 0,0040 µg/L olarak belirlenmiştir.

Toksisite çalışmalarının bazı sonuçları abamektin değerleri ile yapılmış olup, *Cyprinus carpio* için 96 saatlik LC50 değeri LC50 1,243 mg/L olarak belirlenmiştir (Hedayati ve ark., 2014); *Danio rerio* için 96 saatlik LC50 değeri LC50 33 µg/L olarak belirlendi. *Chironomus xanthus* için 96 saatlik LC50 değeri LC50 2.67 µg/L olarak belirlendi. *Daphnia similis* için 48 saatlik EC50 değeri 0.0051 µg/L olarak belirlendi (Novelli ve ark., 2012); *Msyidopsis bahia* için 96 saatlik LC50 değeri LC50 0.0022 µg/L olarak belirlendi (Wislocki ve ark., 1989; Kolar ve Eržen, 2006). Bu sonuçlara göre; bu çalışmada abamektin için belirlediğimiz 0.0040 µg/L ve 0.022 µg/L LC50 değerlerinin raporlara uyduğu bildirilmiştir. Diğer raporlarla olan farkın tür, yaşam ortamı, uzunluk, yaş ve ortam sıcaklığındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, deneyde belirlenen LC50 değerleri dikkate alındığında, pestisitin uygulama süresi uzadıkça LC50 değerinin azaldığı görülmüştür. İnsektisitin öldürücü etkileri ve diğer araştırmalarda elde edilen sonuçlar açısından, ticari formülasyonların da bu çalışma sonuçları açısından etkili olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

APHA, AWWA, WEF (1998). Standard Methods For The Examination Of Water and Waste Water, 20th edit. p.614-743 Washington, DC.

Campbell WC, Benz GW (1984) Ivermectin: a review of efficacy and safety. J Vet Pharmacol Ther 7:1–16.

Hedayati, A., Vajargah, M.F., Yalsuyi, A.M., Abarghoei, S., & Hajiahmadyan, M. (2014). Acute toxicity test of pesticide abamectin on common carp (Cyprinus carpio). Journal of Coastal Life Medicine, 2(11), 841-844.

Jeske, D.R., Xu, H.K., Blessinger, T., Jensen, P. And Trumble, J. (2009). Testing for the Equality of EC50 Values in the Presence of Unequal Slopes With Application to Toxicity of Selenium Types, Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, 14, pp.469–483.

Kolar, L. and Eržen, K.N. (2006). Veterinary parasiticides–are they posing an environmental risk. Slov Vet Res, 43(2), 85-96.

Novelli, A., Vieira, B.H., Cordeiro, D., Cappelini, L.T.D., Vieira, E.M., & Espíndola, E.L.G. (2012). Lethal effects of abamectin on the aquatic organisms Daphnia similis, Chironomus xanthus and Danio rerio. Chemosphere, 86(1), 36-40.

R CORE TEAM (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.URL http://www.R-project.org/.

Ritz, C. And Streibig, J. C. (2005). Bioassay Analysis using R. J. Statist. Software, Vol 12, Issue 5.

Suarez VH (2002) Helminthic control on grazing ruminants and environmental risks in South America. Vet Res 33:563–573.

Tisler, T., Erzen, N.K. (2006). Abamectin in the aquatic environment. Ecotoxicol 15, 495-502.

Wislocki PG, Grosso LS, Dybas RA. (1989). Environmental aspects of abamectin. Use in crop protection. In: Campbell WC, eds. Ivermectin and abamectin. New York: Springer Verlag,182-200.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

CHANGES IN PARAOXONASE-1 ENZYME ACTIVITY IN BROWN SWISS COWS WITH CLINICAL AND SUBCLINICAL MASTITIS

Assist. Prof. Dr., Serpil AYGÖRMEZ
Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, Kars, Türkiye
E-posta Adresi: serpilaygormez@hotmail.com - ORCID ID: 0000-0002-5675-5096

Prof. Dr., Mushap KURU
Department of Obstetrics and Gynecology, Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, Kars, Türkiye
E-posta Adresi: mushapkuru@hotmail.com - ORCID ID: 0000-0003-4409-251X

Assoc. Prof. Dr., Mustafa MAKAV
Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, Kars, Türkiye
E-posta Adresi: mustafamakav@gmail.com - ORCID ID: 0000-0003-1879-8180

ABSTRACT

This study aimed to determine the changes in serum malondialdehyde (MDA), glutathione (GSH) levels, and paraoxonase-1 activity in cows with clinical mastitis (CM) and subclinical mastitis (SM). Twenty-seven Brown Swiss cows were used in the study and divided into three groups. Controls (n=9) were selected from clinically healthy cows with negative California Mastitis Test (CMT) results. The SM group (n=9) consisted of cows with a positive CMT score during routine herd control, while cows with visible changes in one or more mammary lobes and in milk were included in the CM group (n=9). Serum MDA, GSH, and paraoxonase-1 activity were determined from blood samples taken from these cows. A statistically significant difference in MDA levels was found between the control and CM groups ($p<0.05$), while no difference was found between the control and SM groups ($p>0.05$). A statistically significant difference in GSH levels was found between the control and CM and SM groups ($p<0.05$), but no significant difference was found between the CM and SM groups ($p>0.05$). A statistically significant difference in serum paraoxonase-1 activity was found between the control, CM, and SM groups ($p<0.05$). Consequently, evaluation of changes in MDA and GSH levels and paraoxonase-1 activity in CM and SM disease in cows may be useful biomarkers for disease diagnosis.

Keywords: California Mastitis Test, Subclinical Mastitis, Clinical Mastitis, Oxidative Status, Paraoxonase-1

1. INTRODUCTION

Mastitis, a serious financial risk for dairy farms, is a significant problem affecting milk quality (Sadek et al., 2017). It is generally known as an intramammary infection caused by pathogens

(Wang et al., 2021). Pathogens can contagiously infect healthy cows during milking (McDougall et al., 2025). Mastitis causes economic losses by reducing milk quality and yield. Furthermore, high treatment costs and the slaughtering of untreated cows also lead to financial losses (Rehman et al., 2017; Patel et al., 2019; Granja et al., 2021). Mastitis is classified as subclinical (SM) and clinical (CM) based on clinical signs (Moyes et al., 2009; Schwegler et al., 2013). CM manifests with symptoms such as udder redness, increased body temperature, and udder pain, leading to a significant increase in somatic cell counts, which in turn leads to a decrease or complete cessation of milk production (Wang et al., 2021). SM usually manifests itself with an elevated somatic cell count. While infection occurs in the udder, no clinical changes are observed in the mammary gland or milk (Moyes et al., 2009). Diagnosing SM requires specialized detection methods. The California Mastitis Test (CMT) and somatic cell count devices are typically used to diagnose SM (Sadek et al., 2017).

Living cells are constantly exposed to free radicals, and the presence of an antioxidant defense system neutralizes reactive oxygen species (ROS). The increased ROS imbalance causes oxidative stress (Rehman et al., 2017; Kovacic et al., 2019). Furthermore, increased ROS levels can damage macromolecules such as proteins and lipids, altering metabolic pathways (Turk et al., 2012; Novac et al., 2022). Paraoxonase-1, synthesized in the liver, is one of the most important parameters of the antioxidant defense system and is an important marker in the diagnosis of metabolic diseases (Nedic et al., 2019). In cases of CM or SM, analyzing certain biochemical blood parameters to monitor the general health of the udder and the animal plays an important role in the diagnosis and treatment of these diseases (Kuru et al., 2018; Jassim et al., 2019; Saleh et al., 2022).

Although biochemical analyses are limited in CM and SM cases, this study aimed to determine the changes in serum paraoxonase-1 activity and malondialdehyde (MDA) and glutathione (GSH) biomarkers in cows with CM and SM.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Ethical Approval and Farm Permit

Before commencing the study, approval was obtained from the Kafkas University Animal Experiments Local Ethics Committee (KAU-HADYEK) with the approval of KAU-HADYEK/2025-171 and from the Kafkas University Prof. Dr. Ali Rıza AKSOY Education, Research, and Application Farm with the approval of session number 2024/2025-15 and decision number 21.

2.2. Animals

The animal material used in the study consisted of Brown Swiss cows from the Kafkas University Prof. Dr. Ali Rıza Aksoy Training, Research, and Application Farm. A total of 27 Brown Swiss cows, aged 3-5 years, with at least one calving, a daily milk yield of 10-15 liters, and a body condition score of 2.75-3.25, were used in the study.

2.3. Study Groups

Control (n=9): Cows with a negative CMT score were selected from those with clinically healthy udders and milk showing no clinical signs.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

SM group (n=9): Cows with a positive CMT score during routine herd control. Classification (Table 1) was made according to the CMT score according to the method described by Schalm and Noorlander (1957). This group included three cows with a CMT score of +1, three with a CMT score of +2, and three with a CMT score of +3.

Table 1: CMT score and estimated somatic cell count

CMT Score	Somatic Cell Range
0	0 - 200.000
1	200.000 - 400.000
2	400.000 - 1.200.000
3	> 5.000.000

CM group (n=9): It consisted of cows with visible changes in one or more udder tissues (swelling, pain, redness, decreased milk yield) and milk (color change, odor, clot, wateriness, flakon).

2.4. Biochemical Analyses

Blood was collected from the cows in the groups into 8.5 mL gel-vacuum tubes via the coccygeal vein. Blood samples were centrifuged at 3000 rpm for 10 minutes, and then serum samples were stored at -20°C until analyzed.

Serum MDA analysis was performed using the method of Yoshioka et al., (1979). GSH analysis was performed spectrophotometrically at 412 nm according to the method of Beutler et al., (1963). Paraoxonase-1 activity was performed colorimetrically using the Rel Assay Diagnostics® (Gaziantep, Türkiye) kit.

2.5. Statistical Analyses

The conformity of all parameters to a normal distribution was assessed using the Shapiro-Wilk test. Since the measured parameters were normally distributed across groups, comparisons were performed using one-way analysis of variance, and post hoc analysis between groups with significant differences was performed using the Tukey HSD test. Data are presented as mean ± standard error of mean (SEM). Statistical significance was accepted as $p<0.05$. All analyses were performed using SPSS software (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0; IBM Corp., NY, USA).

3. RESULTS

3.1. Serum MDA Level

The MDA level results in the control, CM, and SM groups are shown in Figure 1. According to the data obtained, a statistically significant difference was found between the control and SM groups in the CM group ($p<0.05$), while there was no difference between the control and SM groups ($p>0.05$).

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

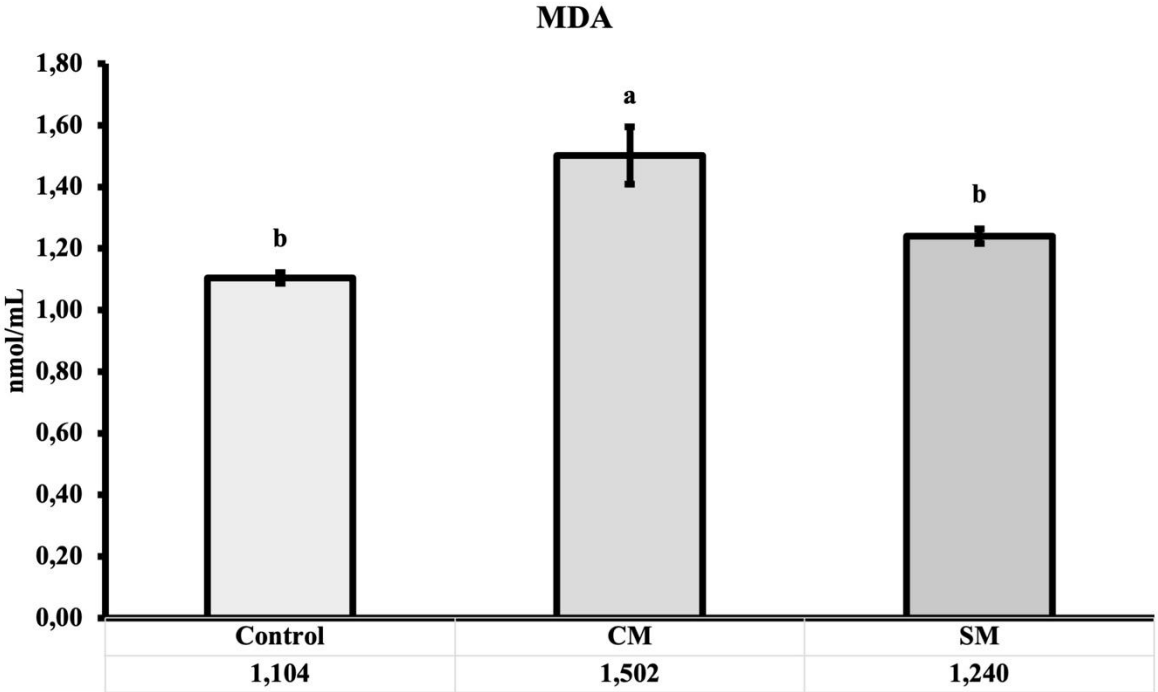
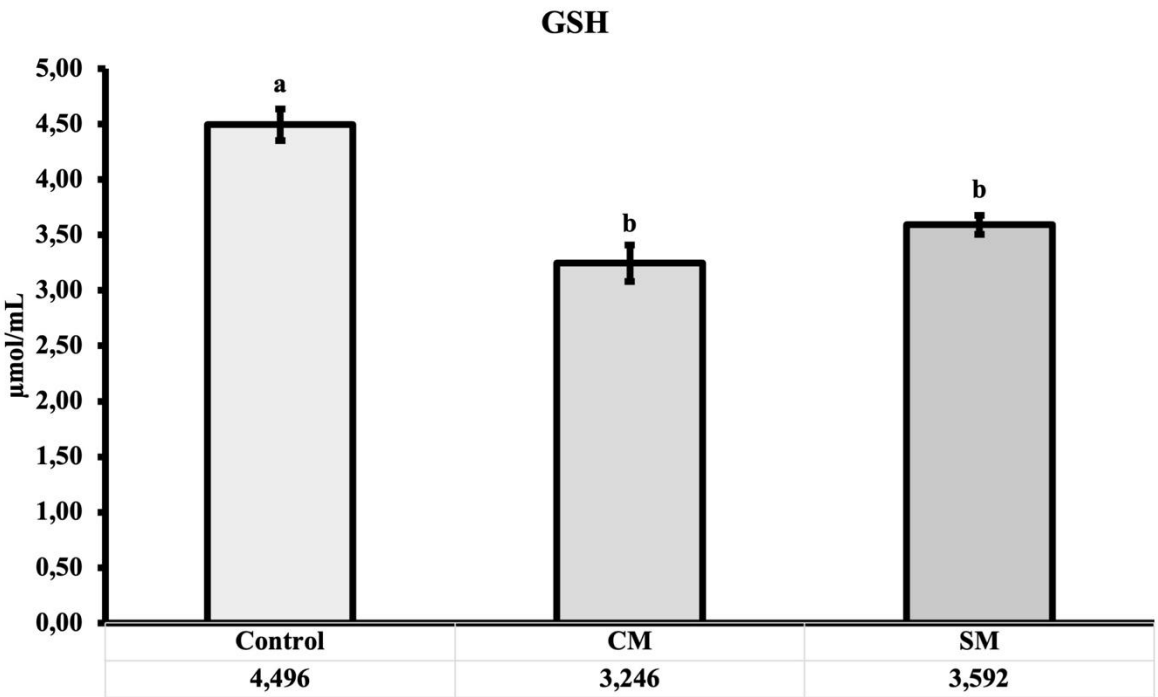


Figure 1: Changes in serum MDA levels in groups. [a-b]: Different letters in the columns indicate statistical differences ($p<0.05$). MDA: Malondialdehyde, CM: Clinical mastitis, SM: Subclinical mastitis.

3.2. Serum GSH Level

GSH levels were statistically lower in both the CM and SM groups compared to the control group ($p<0.05$). No significant difference was found between the CM and SM groups ($p>0.05$) (Figure 2).



ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Figure 2: Change in serum GSH levels across groups. [a-b]: Different letters in the columns indicate statistical differences (p<0.05). GSH: Glutathione, CM: Clinical mastitis, SM: Subclinical mastitis.

3.3. Serum Paraoxonase-1 Activity

Serum paraoxonase-1 activity was lowest in the CM group, while it was highest in the control group. Serum paraoxonase-1 activity in the CM group was statistically different from both the SM and control groups (p<0.05). It was also statistically different from the control group in the SM group (p<0.05) (Figure 3).

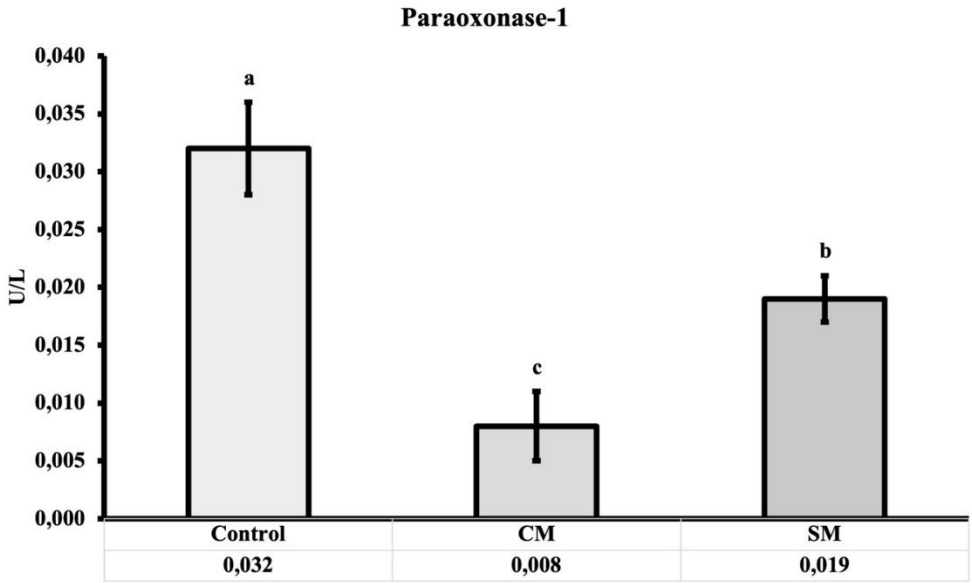


Figure 3: Change in serum paraoxonase-1 activity among groups. [a-c]: Different letters in the columns indicate statistical differences (p<0.05). CM: Clinical mastitis, SM: Subclinical mastitis.

4. CONCLUSION

In light of the results obtained in the study, it was observed that oxidative stress is experienced in cases of clinical or subclinical mastitis due to udder infections in Brown Swiss cows, and the antioxidant defense system is activated to eliminate the resulting stress. The increase in MDA, particularly in clinical mastitis, suggests lipid peroxidation and, consequently, oxidative damage. Furthermore, the decrease in GSH in both clinical and subclinical mastitis indicates an attempt to maintain oxidative balance. The most striking results is that paraoxonase-1 enzyme activity varies depending on the severity of inflammation in the mammary tissue. This indicates that its serum level decreases to compensate for the oxidative stress caused by infection or inflammation. Therefore, paraoxonase-1 enzyme activity can be used, particularly for early diagnosis in subclinical and clinical mastitis. It may also contribute to a better understanding of the pathophysiology of these diseases and to monitoring the effectiveness of treatment. However, it is recommended that these results be confirmed with new studies with larger sample sizes.

5. REFERENCES

Beutler, E. Duron, O. and Kelly, B. M. (1963). Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Experimental and Clinical Medicine, 61. 882-888.

Granja, B. D. M. Fidelis, C. E. Garcia, B. L. N. and Dos Santos, M. V. (2021). Evaluation of chromogenic culture media for rapid identification of microorganisms isolated from cows with clinical and subclinical mastitis. Journal of Dairy Science, 104 (8). 9115-9129.

Jassim, H. Y., & Abdul-Wadood, I. (2019). Efficacy of reliable milk and blood biomarkers for diagnosing clinical and subclinical bovine mastitis. Adv. Anim. Vet. Sci, 7(10), 898-903.

Kovacic, M. Samardžija, M. Đuričić, D. Vince, S. Flegar-Meštrić, Z. Perkov, S. Gracner, D. and Turk, R. (2019). Paraoxonase-1 activity and lipid profile in dairy cows with subclinical and clinical mastitis. Journal of applied animal research, 47 (1). 1-4.

Kuru, M. Karademir, B. Oral, H. and Uzun, F. (2018). The Effect on serum mineral levels of acute septic mastitis and clinical mastitis in cows. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 15 (1). 11-16.

McDougall, S. Williamson, J. Lacy-Hulbert, J. Steele, N. and Eastwood, C. (2025). Clinical and subclinical mastitis incidence in pasture-based dairy cows. New Zealand Veterinary Journal, 1-12.

Moyes, K. M. Larsen, T. Friggens, N. C. Drackley, J. K. and Ingvartsen, K. L. (2009). Identification of potential markers in blood for the development of subclinical and clinical mastitis in dairy cattle at parturition and during early lactation. Journal of dairy science, 92 (11). 5419-5428.

Nedic, S. Vakanjac, S. Samardžija, M. and Borozan, S. (2019). Paraoxonase 1 in bovine milk and blood as marker of subclinical mastitis caused by Staphylococcus aureus. Research in veterinary science, 125. 323-332.

Novac, C. Ș. Nadăș, G. C. Matei, I. A. Bouari, C. M. Kalmár, Z. Crăciun, S. Fit, N. Dan, S. D. and Andrei, S. (2022). Milk pathogens in correlation with inflammatory, oxidative and nitrosative stress markers in goat subclinical mastitis. Animals, 12 (23) 3245.

Patel, R. Kunjadia, P. Koringa, P. Joshi, C. and Kunjadiya, A. (2019). Microbiological profiles in clinical and subclinical cases of mastitis in milking Jafarabadi buffalo. Research in veterinary science, 125. 94-99.

Rehman, S. B. Hussain, I. and Rashid, S. M. (2017). Assessment of antioxidant profile in subclinical and clinical mastitis in dairy cattle. Journal of Entomology and Zoology Studies, 5 (6). 1023-1025.

Sadek, K. Saleh, E. and Ayoub, M. (2017). Selective, reliable blood and milk bio-markers for diagnosing clinical and subclinical bovine mastitis. Tropical Animal Health and Production, 49 (2). 431-437.

Saleh, N. Allam, T. S. Omran, A. and Abdelfattah, A. M. (2022). Evaluation of Changes in Hemato-Biochemical, Inflammatory, and Oxidative Stress Indices as Reliable Diagnostic Biomarkers for Subclinical Mastitis in Cows. Alexandria Journal of Veterinary Sciences, 72 (2).

Schwegler, E. Schneider, A. Montagner, P. Acosta, D. A. V. Pfeifer, L. F. M. Schmitt, E. Rabassa, V. R. Pino, F. A. B. Gonzalez, H. L. Timm, C. D. and Corrêa, M. N. (2013). Predictive value of prepartum serum metabolites for incidence of clinical and subclinical mastitis in grazing primiparous Holstein cows. Tropical animal health and production, 45 (7). 1549-1555.

Turk, R. Piras, C. Kovačić, M. Samardžija, M. Ahmed, H. De Canio, M. Urbani, A. Mestric, Z. F. Soggiu, A. Bonizzi, L. and Roncada, P. (2012). Proteomics of inflammatory and oxidative stress response in cows with subclinical and clinical mastitis. Journal of proteomics, 75 (14). 4412-4428.

Yoshioka, T. Kawada, K. Shimada, T. and Mori, M. (1979). Lipid peroxidation in maternal and cord blood and protective mechanism against activated-oxygen toxicity in the blood. American journal of obstetrics and gynecology, 135 (3). 372-376.

Wang, Y. Nan, X. Zhao, Y. Jiang, L. Wang, M. Wang, H. Zhang, F. Xue, F. Hua, D. Liu, J. Yao, J. and Xiong, B. (2021). Rumen microbiome structure and metabolites activity in dairy cows with clinical and subclinical mastitis. Journal of animal science and biotechnology, 12 (1). 36.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

SPATİO-TEMPORAL VARİATİON İN THE ABUNDANCE OF WHİTİNG (*MERLANGİUS MERLANGUS EUXİNUS* L., 1758) İN THE SOUTHEASTERN BLACK SEA

Güneydoğu Karadeniz'de Mezgit balığının (*Merlangius merlangus euxinus* L., 1758) bolluğunun zaman-mekansal değişimi

Doç. Dr. Hatice ONAY
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Türkiye
hatice.bal@erdogan.edu.tr
ORCID: 0000-0003-3463-7360

ÖZET
Mezgit (*Merlangius merlangus euxinus* L., 1758), Türkiye'nin Karadeniz kıyı sularında yaygın olarak bulunan önemli ticari balık türlerinden biridir. Bu çalışma, Güneydoğu Karadeniz kıyılarında dip trol yöntemiyle avlanan mezgit bireylerinin av veriminin zamansal ve derinliksel dağılımını incelemeyi amaçlamaktadır. Nisan 2017 – Mart 2018 tarihleri arasında araştırma gemisiyle gerçekleştirilen çalışmada, her ay tek bir örnekleme istasyonunda üç farklı derinlik kademesinde (0–30 m, 30–45 m, 45–60 m) toplam otuz sekiz trol çekimi yapılmıştır. Araştırma süresince toplam 3527,92 kg (ortalama 92,84 kg/çekim) mezgit avlanmıştır. Birim zamanda av verimi değerlendirildiğinde, en yüksek değer aralık ayında 747,34 kg/saat olarak kaydedilmiş; mevsimsel olarak ise kış döneminde av verimi maksimum seviyeye ulaşmıştır. Derinlik bazında değerlendirildiğinde, en yüksek av verimi 45–60 m derinlik aralığında tespit edilmiş (toplam 1759,08 kg, ortalama 135,31 kg/saat) ve bu derinlik dilimi diğer kademelere kıyasla daha yüksek bir verimlilik göstermiştir. Elde edilen bulgular, mezgit türünün av verimindeki mevsimsel ve derinliksel değişimlerinin muhtemelen üreme dönemleri ya da göç davranışları ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda çalışma, mezgit ve benzeri ekonomik öneme sahip demersal türler için sürdürülebilir balıkçılık yönetim stratejilerinin geliştirilmesine yönelik temel bilimsel verilere katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mezgit, Dağılım, Karadeniz

ABSTRACT
Whiting (*Merlangius merlangus euxinus* L., 1758) is one of the most widely distributed commercial fish species along the Turkish Black Sea coast. This study aims to investigate the temporal and depth-related distribution of catch per unit effort (CPUE) for whiting caught by bottom trawl operations along the southeastern Black Sea coast. Between April 2017 and March 2018, a total of thirty-eight trawl hauls were conducted monthly using a research vessel at a single sampling station, covering three different depth strata (0–30 m, 30–45 m, and 45–60 m). Throughout the sampling period, a total of 3527.92 kg of whiting were caught, with an average catch of 92.84 kg per haul. The highest CPUE was recorded in December (747.34 kg/h), with overall catch rates peaking during the winter season. In terms of depth distribution, the highest catch efficiency was observed at the 45–60 m depth range (total 1759.08 kg, average 135.31 kg/h), indicating greater productivity at deeper strata compared to shallower zones. The findings

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

suggest that seasonal and depth-related variations in whiting catch rates may be associated with the species' reproductive cycle or migratory behavior. In this context, the study provides essential baseline data that could support the development of sustainability-based fisheries management strategies for whiting and other economically valuable demersal species.

Keywords: Whiting, Distribution, Black Sea

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

SULAMA GÖLETLERİ ETÜT - YAPIM AŞAMALARI VE KONYA İLİNDE BULUNAN BAZI GÖLETLERİN İŞLETME SORUNLARI

Ahmet Çelik
Selçuk Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü,
Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD
celikahmet92@gmail.com - 0009-0003-4632-6356

Doç. Dr. Nurcan YAVUZ
Selçuk Üniversitesi / Ziraat Fakültesi,
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
ncivicioglu@selcuk.edu.tr - 0000-0003-1833-0668

ÖZET

Gelecekle ilgili kuraklık senaryoları günden güne artmakta ve su kaynaklarının korunması konusunu tüm dünyanın odak noktası haline getirmektedir. Küresel ölçekte su kaynaklarının yetersizliği tarımsal üretimi ve gıda arzını tehdit etmektedir. Bu bağlamda su kaynaklarının % 70 inin kullanıldığı tarım sektöründe, suyun doğru ve etkin kullanılması çok önemlidir. Özellikle sulu tarımın mecburi olduğu kurak ve yarı-kurak alanlarda, bitki yetişme döneminde ihtiyaç duyulan sulama suyu baraj ve göletlerden sağlanmaktadır. Göletler, yağışların bitki gelişme periyodunda yeterli olmadığı alanlarda tarımsal üretimi artırmak amacıyla kış aylarında tarımsal bir yararı bulunmayan yüzey akışlarının depolanarak kurak mevsimde bitki su gereksinimini karşılamak üzere doğal malzemeler kullanılarak yapılan biriktirme yapılarıdır. Su biriktirme hacmi daha düşük olan göletlerin yapımı daha kolay ve hızlıdır. Bu göletlerin etüt ve yapım aşamalarında dikkat edilmesi gerekenler ve oluşum süreçlerini anlattığımız bu çalışmada, Konya İl'inde son on yılda yapılmış olan bazı gölet projeleri (Beyşehir-Karadiken Sulama Göleti, Seydişehir-Kavak Sulama Göleti, Hüyük-İmranler Sulama Göleti ve Ilgın-Yukarıçiğil Sulama Göleti) mevcut durumları ve işletme sorunları özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su biriktirme yapıları, kuraklık, sulama performansı

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF SOME DORMANCY BREAKING APPLICATIONS ON THE GERMINATION OF THE PISTACHIO AND ROOTSTOCKS SEEDS

Ahmet KALKAN
Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Konya, Türkiye,
Research Assist. Merve KARAKOYUN MUTLUAY
Bilecik Seyh Edebali University, Faculty of Agriculture and Natural Science, Department of Horticulture, Bilecik, Türkiye,
merve.karakoyun@bilecik.edu.tr, 0000-0001-7438-4738
Assoc. Prof. Dr. Şeyma ARIKAN
Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Konya, Türkiye,
arikan@selcuk.edu.tr, 0000-0002-4328-0263
Prof. Dr. Muzaffer İPEK
Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Konya, Türkiye,
mipek@selcuk.edu.tr, 0000-0002-5773-7236

ABSTRACT

Seed germination is a crucial phase in the growth of plants, where viable embryos that are not dormant develop into seedlings under favorable conditions. Currently, different methods of seed priming can be employed to improve germination characteristics, such as germination percentage, and time to reach 50% germination. The germination of pistachio seeds is naturally challenging due to their tough outer shell. Thus, this study aimed to assess the germination parameters of pistachio seeds treated with various methods, including abrasion, cold stratification, Perlan, KNO_3, and their combinations, to break dormancy. Seeds of Pistacia vera were preserved in plastic containers filled with a combination of moist river sand and vermiculite in cold storage at +2 °C for 30 days. Similarly, seeds of Pistacia terebinthus, Pistacia atlantica, and Pistacia khinjuk were stored for a period of 60 days. The seeds were soaked in water for 24 hours to soften the shell. The seeds of each species were partitioned into 21 distinct groups, with one group designated as the control and the remaining 20 groups subjected to various treatments to break dormancy. The seeds were irrigated periodically for a duration of 60 days.

The Pistacia vera rootstock presented the highest germination rate of 84% when subjected to the T4 treatment (Non-Scarification, Non-Scarification Time, KNO_3 25 mM). The T10 application (Scarification, 30 minutes, KNO_3 25 mM) resulted in a root length of 39 cm, the largest recorded in Pistacia atlantica seeds. In Pistacia khinjuk, the longest root length of 30 cm was obtained with the T13 treatment (Scarification, 60 minutes, KNO_3 25 mM). T14 administration (Scarification, 60 minutes, KNO_3 50 mM) during seed pretreatment resulted in the longest hypocotyl length of 12 cm in Pistacia terebinthus rootstock seeds.

Keywords: Pistacia species, KNO_3, Perlan, germination, Sulphuric Acid Scarification

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

1. INTRODUCTION

Pistacia vera L., a member of the Pistacia genus, is of significant commercial importance both globally and in Turkey (Kafkas, 2006). Pistacia species are found in geographical regions between 30–45° latitude in both the Northern and Southern Hemispheres. They thrive in the microclimates most suitable for the regional climate. The most direct technique for vegetative propagation in pistachio cultivation is grafting. This approach requires significant labor and is time-consuming (Peyghamzadeh and Kazemi, 2010). Seed propagation is used in rootstock production and breeding initiatives (Gandev, 2009; Hassani, 2020). Furthermore, wild Pistacia species are preferred for grafting due to the increased resistance of their root systems to certain parasites. In pistachio production, rootstocks of *Pistacia vera* L. and wild species of the genus Pistacia, including *Pistacia mutica*, *Pistacia atlantica*, and *Pistacia terebinthus* (*Pistacia khinjuk*, *Pistacia eurycarpa* L., *Pistacia palaestina* L., *Pistacia integerrima* L., and *Pistacia lentiscus* L.), or their hybrids, are used as rootstocks.

Dormancy is a complex adaptive trait that allows seeds to germinate under optimal environmental conditions, thus increasing their chances of survival and successful establishment (Gürel et al., 2022). Due to dormancy and pericarp structures, hard-shelled seeds cause difficulties in germination (Ulu, 2022). Various germination responses have been shown to occur. Chemical treatments, found to be critical for breaking dormancy in many plant species, can alter the hormonal balances necessary for germination processes.

Seed dormancy is an adaptive trait in plants that allows seeds to disperse and propagate under varying temporal and spatial conditions, thereby increasing survival rates. Various methods induce dormancy in pistachio rootstock seeds, preventing germination until they reach optimal conditions. The hard seed coat acts as a protective barrier that limits water absorption and gas exchange necessary for germination. Physiological factors that facilitate the termination of dormancy can be eliminated by removing the seed coat or adjacent tissues (Abbasi, 2020). Understanding these mechanisms is important for agricultural applications because it provides strategies for the development and seed dispersal of Pistacia species.

All Pistacia species have been identified as suitable rootstocks for pistachios (*Pistacia vera* L.) in horticulture. Pistacia species used as rootstocks for pistachios have extremely low germination rates, significantly limiting large-scale propagation. This has been identified as a critical concern for pistachio growers (Labdelli, 2019).

The seeds of Pistacia species used as rootstocks for pistachios contain germination inhibitors (Labdelli et al., 2019). To achieve this goal, seed germination can be enhanced through stratification or the application of specific chemicals (Abu-Qaoud, 2005; Chebouti-Meziou et al., 2014; Açar et al., 2017). These treatments utilize priming chemicals, including growth regulators, applied to seedlings. Acid etching, coating, and banding procedures are also used (Yamaguchi and Kamiya, 2002; Demirkaya, 2006). Studies have also shown that the cold stratification period can end physiological dormancy by mimicking natural winter conditions, thus waking up the seeds and making them ready for germination (Yaşar and Açar, 2019).

This study was conducted to evaluate the effects of different amounts of potassium nitrate (KNO_3) and Perlan on seed germination. The experiment involved applying these chemicals to various pistachio seeds from the natural population and assessing their effectiveness.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

2. MATERIAL AND METHODS

The *Pistacia vera* seeds used as plant material in the research were obtained from the Nizip district of Gaziantep. *Pistacia terebinthus* and *Pistacia atlantica* seeds were obtained from the research gardens of the Pistachio Research Institute. *Pistacia khinjuk* seeds were obtained from Mardin Province. The seeds were dehydrated at ambient temperature following harvest and subsequently kept at room temperature (Figure 1 A, B, C, D). To overcome dormancy, a series of techniques were used, including sulfuric acid scarification, cold stratification, hot water soaking, perlan application (125,250,500 mg/l^{-1}), and potassium nitrate (25,50,100 mM) treatment (Figure E, F). Untreated seeds of *Pistacia vera*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia khinjuk* and *Pistacia atlantica* were used as controls.

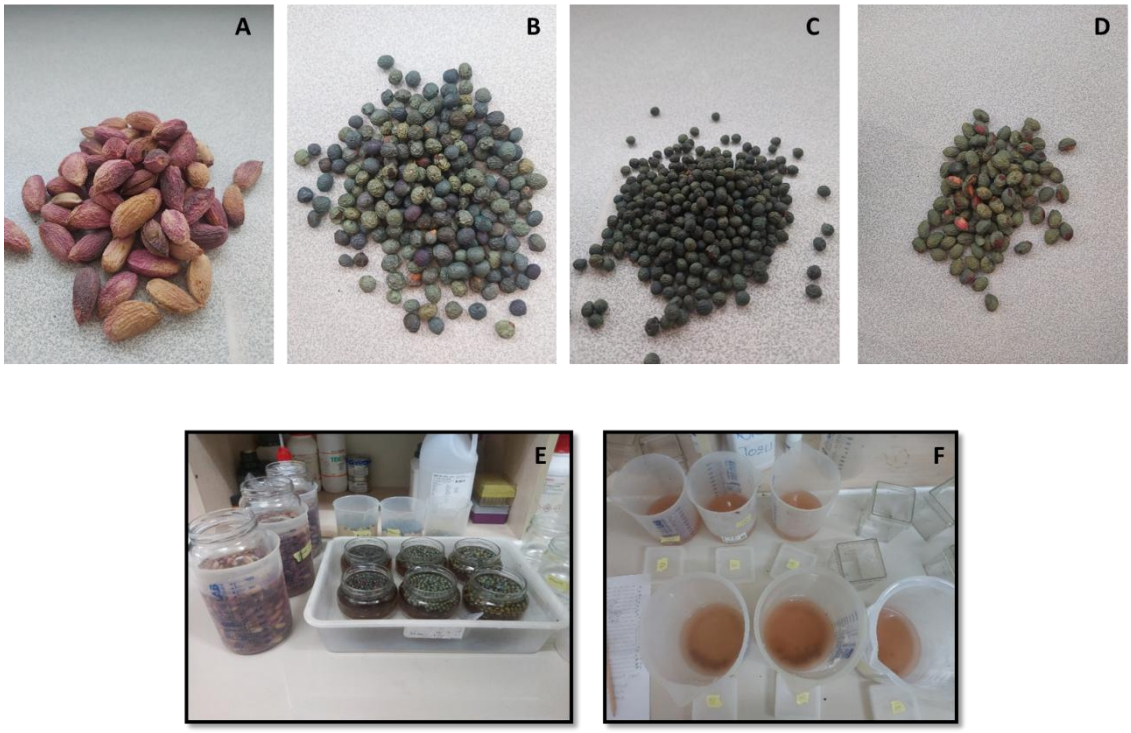


Figure 1. The seeds are dried at room temperature and then subjected to abrasion and applications **A**: Pistacia vera seeds **B**: Pistacia atlantica seeds **C**: Pistacia terebinthus seeds **D**: Pistacia khinjuk seeds **E**: Scarification seeds **F**: KNO_3 and Perlan application

The seeds were placed in plastic containers filled with a combination of damp river sand and vermiculite. The samples were then stored in cold storage at +2 °C. Pistachio seeds were stored for 30 days, whereas *Pistacia atlantica* and *Pistacia khinjuk* seeds were stored for 60 days. The seeds were immersed in water for 24 hours to facilitate water absorption and render the outer shell more pliable. The seeds of each species were divided into 21 distinct groups, with one group designated the control. Additionally, 20 different treatments were administered to break the dormancy of the seeds (Table 1). Of the 21 groups, only 14 groups underwent acid etching, whereas the remaining 7 groups were subjected to etching in concentrated H_2SO_4 for a duration of 30 minutes. The remaining seven groups were immersed in concentrated H_2SO_4 for 60 minutes. The seeds were agitated at regular intervals of 5 minutes during the experimental procedures (Table 1). Following the process of acid etching, the seeds were thoroughly rinsed in flowing water to eliminate any traces of acid adhering to the seeds.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Perlan applications were made at concentrations of 125 ppm, 250 ppm, and 500 ppm. Seeds that were unetched, etched for 30 minutes, and etched for 60 minutes were placed in these mixtures for a duration of two minutes. Afterward, the seeds were subjected to cold stratification. Potassium nitrate solutions were produced at concentrations of 25 mM, 50 mM, and 100 mM. Seeds that had not been treated, seeds that had been treated for 30 minutes, and seeds that had been treated for 60 minutes were immersed in these solutions for a duration of two minutes and then subjected to cold stratification. Once the seeds were subjected to the treatments, the seeds that were removed from the stratum were placed in rooting medium composed of a mixture of perlite and peat.

Every treatment included 3 replicates, each containing 20 seeds. Throughout a 60-day trial, the seeds were consistently watered at set time intervals. At the conclusion of the experiment, the germination rate (%), hypocotyl length (cm), and root length (cm) were measured for each species.

Table 1. Germination Stimulation Applications

T1	Non-Scarification	Non-Scarification Time	Non-Treated
T2	Seed Scarification	30 dk.	
T3	Seed Scarification	60 dk.	
T4	Non-Scarification	Non-Scarification Time	KNO3 (25 mM)
T5	Non-Scarification	Non-Scarification Time	KNO3 (50 mM)
T6	Non-Scarification	Non-Scarification Time	KNO3 (100 mM)
T7	Non-Scarification	Non-Scarification Time	Perlan (125 ppm)
T8	Non-Scarification	Non-Scarification Time	Perlan (250 ppm)
T9	Non-Scarification	Non-Scarification Time	Perlan (500 ppm)
T10	Scarificated	30 minutes	KNO3 (25 mM)
T11	Scarificated	30 minutes	KNO3 (50 mM)
T12	Scarificated	30 minutes	KNO3 (100 mM)
T13	Scarificated	60 minutes	KNO3 (25 mM)
T14	Scarificated	60 minutes	KNO3 (50 mM)
T15	Scarificated	60 minutes	KNO3 (100 mM)
T16	Scarificated	30 minutes	Perlan (125 ppm)
T17	Scarificated	30 minutes	Perlan (250 ppm)
T18	Scarificated	30 minutes	Perlan (500 ppm)
T19	Scarificated	60 minutes	Perlan (125 ppm)
T20	Scarificated	60 minutes	Perlan (250 ppm)
T21	Scarificated	60 minutes	Perlan (500 ppm)

All the data were analyzed with Minitab 19 and graphed with ORIGIN 2022. The data were evaluated via one-way ANOVA and Duncan's multiple range tests, where differences were considered significant at $P<0.05$.

3. RESULTS AND DISCUSSION

As a result of pretreatment of pistachio and rootstock seeds, the germination percentages were found to be significantly different (Figure 2). The pistachio rootstocks T4, T5, and T9 presented the highest germination rates (Figure 2). Khan et al. (1999) reported that the application of potassium nitrate (KNO_3) resulted in early germination of wild pistachio seeds. The seeds were

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

treated with a 1% KNO_3 solution for 135 days, which led to an improved germination percentage and the production of taller and larger seedlings when they were soaked for 24 hours. The T7 application resulted in a maximum germination rate of 50% in the seeds of the *Pistacia terebinthus* rootstock. (Figure 2). Research on the application of potassium nitrate to different species has shown that low doses of KNO_3 (usually ranging from 0.25 to 5 mM) are useful in stimulating germination. However, greater concentrations might have negative effects, such as delaying germination or completely suppressing growth (Hernandez et al 2021; Mahmood et al., 2024). The control group presented the maximum germination rate of *Pistacia atlantica seeds* and *Pistacia khinjuk* rootstocks, as indicated (Figure 1). Negahdarsaber et al. (2007) reported that *P. khinjuk* seeds taken from Iran did not germinate. However, when the same seeds were treated with H_2SO_4 and subjected to chilling, a germination rate of 76% was observed. In contrast, the control seeds only reached a germination rate of 20%.

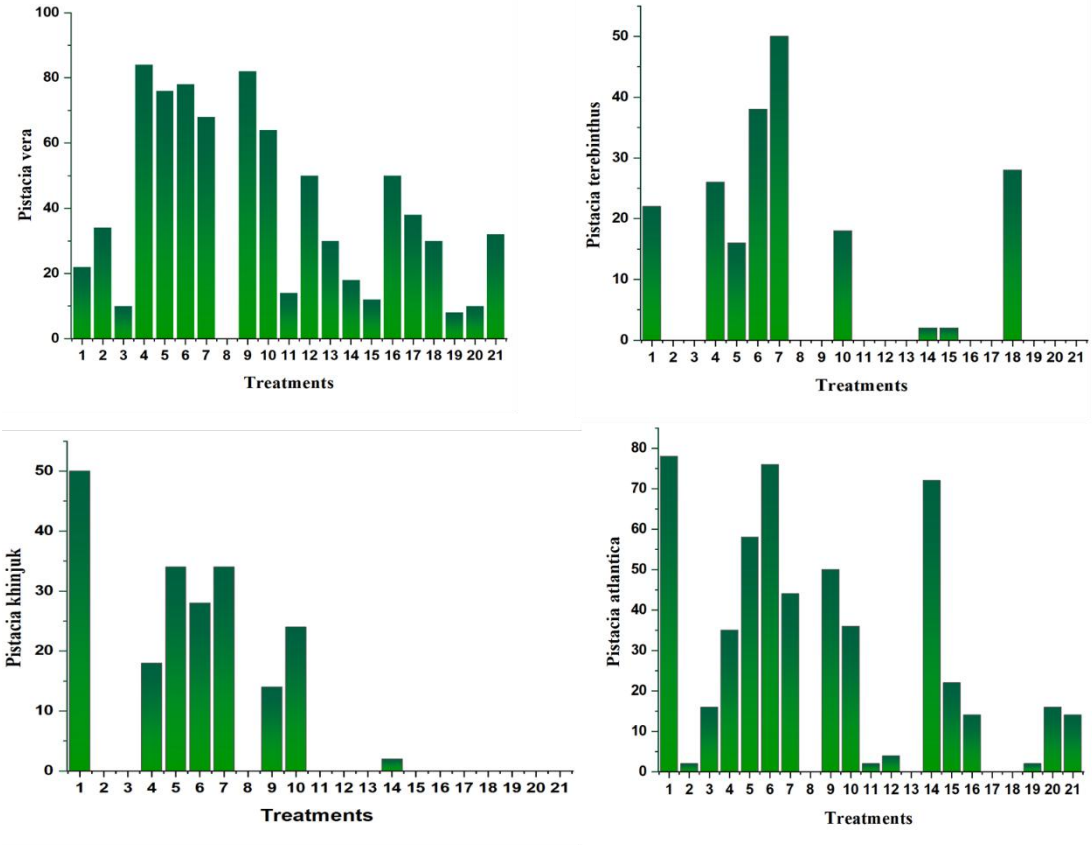


Figure 2. Effect of pretreatment with pistachio rootstocks on the seed germination rate

The application of dormancy-breaking treatments to pistachio rootstocks had a statistically significant influence on root length ($p<0.05$). The measurements taken 26 days after the initial germination of pistachio seeds revealed that the T20 treatment resulted in the shortest average root length, measuring 9.25 cm (Figure 3). The T10 application resulted in the longest root length of 39 cm in *Pistacia atlantica* seeds (Figure 3). T13 administration during pretreatment of Pistacia khinjuk rootstock seeds resulted in the longest root length of 30 cm. The T14 application resulted in the longest root length of 24 cm in the rootstocks of *Pistacia terebinthus* seeds. The administration of potassium nitrate had a beneficial effect on root length in all rootstocks. Research has shown that the application of potassium nitrate alone leads to superior development of both roots and shoots (Tapfumaneyi et al., 2023). Pregermination therapies are

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

widely recognized to have positive effects on seeds, and our research findings confirm this finding (Ceritoğlu et al., 2021).

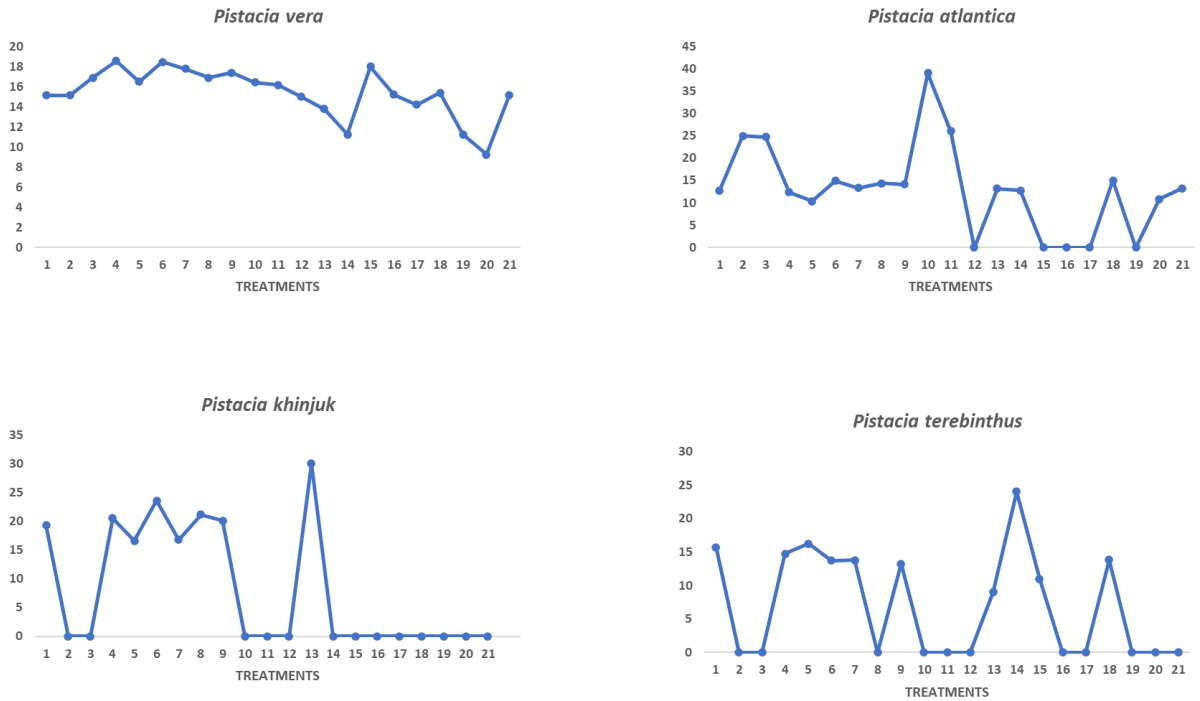


Figure 3. Effect of pretreatment with pistachio rootstocks on root length

Differences were observed in hypocotyl lengths as a result of the application of some substances to the seeds of pistachio rootstocks (Table 2). The pretreatment of Pistacia seeds led to a maximum hypocotyl length of 12 cm when T14 was applied. The application of potassium nitrate (KNO_3) to tomato seeds increased the length of the seedlings. The most favorable outcomes were achieved when a concentration of 0.75% was used (Moaaz et al 2020). The T8 application resulted in a hypocotyl length of 10.38 cm, which was the greatest among the seeds of *Pistacia vera* rootstock. The Perlan application has yielded favorable outcomes in terms of plant height (Özgül, 2021). These results support the reported results. The T10 treatment produced the longest hypocotyl length in *Pistacia atlantica* seeds, whereas the T7 treatment resulted in the shortest length (Table 2). No emergence was detected in certain preapplications of the *Pistacia khinjuk* rootstock. The T4 application resulted in a maximum hypocotyl length of 10.21 cm. The application of potassium nitrate is beneficial for seed performance and enhances seed germination by promoting hypocotyl length (Beyaz, 2010). The hypocotyl length of *Pistacia terebinthus* rootstock seeds varied between 7 and 12 cm among the treatments.

Table 2. Effect of pretreatment with pistachio rootstocks on hypocotyl length

TREATMENTS /ROOKSTOCK	*Pistacia vera*	*Pistacia atlantica*	*Pistacia khunjuk*	*Pistacia terebinthus*
T1	6,16 cd	8,27 abc	9,42 a	7 b
T2	6,78 a-d	11,0 a	-	-

T3	8,4 abc	7,28 bc	-	-
T4	-	8,11 abc	10,21 a	8,42 b
T5	8,51 abc	7,58 abc	9,73 a	7,26 b
T6	-	-	-	-
T7	9,20 abc	7,12 c	9,07 ab	7,01 b
T8	10,38 a	8,32 abc	9,38 a	-
T9	9,09 abc	7,29 bc	8,94 ab	6,91 b
T10	9,47 abc	10 ab	-	-
T11	8,78 abc	8 abc	-	-
T12	6,7 a-d	-	-	-
T13	8,87 abc	7,51 abc	7 b	7 b
T14	8,5 abc	8,60 abc	-	12 a
T15	9,16 abc	-	-	-
T16	4,26 d	-	-	-
T17	8,26 a-d	-	-	-
T18	6,83 a-d	-	-	-
T19	-	-	-	-
T20	6,66 a-d	-	-	-
T21	6,26 bcd	7,42 ac	-	-

4. CONCLUSION

Ultimately, future studies should focus on exploring various methods and combinations of treatments to increase the germination of Pistacia species seeds, which are commonly utilized as rootstocks for pistachios. The germination of various species may involve varying reactions to the pretreatments administered. The application times and methods differ based on the species. Hence, to optimize the germination rate and guarantee effective germination, it is crucial to carefully select the appropriate variety and employ the correct pretreatment approach.

References

Abbasi, M. R. (2020). Breaking seed dormancy in some Iranian wild clovers (Trifolium spp.) selected as promising new germplasm. Genetic Resources and Crop Evolution, 67(6), 1577–1585.

Abu-Qaoud, H. (2007). Effect of scarification, gibberellic acid and stratification on seed germination of three Pistacia species. Jordan Journal of Agricultural Sciences, 3(3), 269–276.

Açar, İ., Yaşar, H., Ercişli, S. (2017). Effects of dormancy-breaking treatments on seed germination and seedling growth of Pistacia khinjuk Stocks used as rootstock for pistachio trees. Journal of Applied Botany and Food Quality, 90, 191–196.

Beyaz, R. (2010). Onobrychis viciifolia ve Onobrychis oxydonta var. armena türlerinin NaCl'ye toleransının doku kültürü teknikleriyle belirlenmesi (Master's thesis, Ankara Üniversitesi, Turkey).

Ceritoğlu, M., Erman, M., Çiftçi, F., Şahin, S., Aydın, A. (2021). Bitki gelişimi ve stres toleransının geliştirilmesi üzerine sürdürülebilir bir strateji: Priming tekniği. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 8(3), 374–380.

Chebouti-Meziou, N., Merabet, A., Chebouti, Y., Bissaad, F. Z., Behidj-Benyounes, N., Doumandji, S. (2014). Effect of cold and scarification on seed germination of Pistacia atlantica L. for rapid multiplication. Pakistan Journal of Botany, 46(2), 441–446.

Demirkaya, M. (2006). Polietilenglikol ile osmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamalarının biber tohumlarının çimlenme hızı ve oranı üzerine etkileri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(1–2), 223–228.

Gandev, S. (2009). Propagation of walnut (Juglans regia L.) under controlled temperature by the methods of omega bench grafting, hot callus and epicotyl grafting. Agricultural Science, 15(2), 105–108.

Gürel, G., Keskin, B., Temel, S. (2022). The effects of some dormancy breaking treatments and temperature on seed vigor of gum tragacanth (Astragalus gummifer Labill.). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 32(2), 266–279.

Hassani, D., Sarikhani, S., Dastjerdi, R., Mahmoudi, R., Soleimani, A., Vahdati, K. (2020). Situation and recent trends on cultivation and breeding of Persian walnut in Iran. Scientia Horticulturae, 270, 109369.

Hernández, J. A., Díaz-Vivancos, P., Acosta-Motos, J. R.,Barba-Espín, G. (2021). Potassium nitrate treatment is associated with modulation of seed water uptake, antioxidative metabolism and phytohormone levels of pea seedlings. Seeds, 1(1), 5–15.

İsfendiyaroğlu, M., Özeker, E. (2002). Ceviz çeliklerinde köklenme kofaktörleri. Journal of Agriculture Faculty of Ege University, 39(1), 21–25.

Kafkas, S. (2006). Phylogeny, evolution and biodiversity in the genus Pistacia (Anacardiaceae). In A. K. Sharma & A. Sharma (Eds.), Plant genome: Biodiversity and evolution (Vol. 1C, pp. 525–557). Science Publishers.

Khan, J., Rauf, M. A., Ali, Z., Khattack, M. S. (1999). Different stratification techniques on seed germination of pistachio cv. Wild. Pakistan Journal of Biological Sciences, 2(4), 1462–1464.

Labdelli, A., Adda, A., Bouchenafa, N., Rebiai, A., Zebib, B., Merah, O. (2019). Study of seed dormancy origins in three Atlas pistachio ecotypes (Pistacia atlantica Desf.). Applied Ecology and Environmental Research, 17(6), 13555–13565.

Mahmood ur Rehman, M., Liu, J., Nijabat, A., Alsudays, I. M., Saleh, M. A., Alamer, K. H.,Attia A., Ziaf K.,Zaman Q., Amjad, M. (2024). Seed priming with potassium nitrate alleviates the high temperature stress by modulating growth and antioxidant potential in carrot seeds and seedlings. BMC Plant Biology, 24(1), 606.

Ali, M. M., Javed, T., Mauro, R. P., Shabbir, R., Afzal, I., Yousef, A. F. (2020). Effect of seed priming with potassium nitrate on the performance of tomato. Agriculture, 10(11), 498.

Negahdarsaber, M. R., Fattahi, M., Nasirzadeh, A. R. (2007). Physical characteristics and the best method of germination in Pistacia atlantica. An-Najah University Journal for Research (Natural Sciences), 21(2), 221–232.

Özgül, Y. (2021). Büyümesi baskılanmış karnabahar fidelerinde Perlan ticari preparat etkisinin araştırılması (Master’s thesis, Bursa Uludağ Üniversitesi, Turkey).

Peyghamzadeh, K., Kazemi, T. S. (2010). The effects of BAP, IBA and genotypes on in vitro germination of immature walnut embryos. Biotechnology, 9(1), 71–75.

Tapfumaneyi, L., Dube, P., Mavengahama, S., Ngezimana, W. (2023). Effect of gibberellic acid and potassium nitrate seed treatments on the emergence and seedling vigor of Amaranthus and Cleome gynandra. Agrosystems, Geosciences & Environment, 6(1), e20359.

Ulu, S. (2022). Yeni nesil dizileme yöntemi ile Türk fındığı (Corylus colurna L.) ve tombul fındığın (Corylus avellana L.) transkriptom analizlerinin yapılması ve karşılaştırılması (Doctoral dissertation, Yıldız Teknik Üniversitesi, Turkey).

Yamaguchi, S., Kamiya, Y. (2002). Gibberellins and light-stimulated seed germination. Journal of Plant Growth Regulation, 20(4), 369–376.

Yaşar, H., Açar, İ. (2019). Effects of dormancy-breaking treatments on seed germination of Pistacia species. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(2), 206–210.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

ŞEKER PANCARINDA *Cercospora* YAPRAK LEKE HASTALIĞINA KARŞI ETKİLİ MÜCADELE STRATEJİLERİ

Ziraat Mühendisi RABİA HANDE ŞEN
Selçuk üniversitesi,
handesn001@gmail.com
Prof. Dr. NUH BOYRAZ
Selçuk Üniversitesi,
nboyraz@selcuk.edu.tr

Özet

Şeker pancarı, hem şeker üretiminde hem de alkol, maya ve antibiyotik gibi birçok ürünün hammaddesi olması nedeniyle stratejik öneme sahip bir bitkidir. Türkiye'de yaklaşık 19,5 milyon ton üretim ve 322.000 ha ekiliş alanıyla ülke tarımı ve ekonomisi için büyük katkı sağlamaktadır. Ancak *Cercospora beticola* etmeni tarafından oluşturulan yaprak lekesi hastalığı, şeker pancarının verim ve kalitesini en fazla tehdit eden hastalıkların başında gelmektedir.

Etmen, sıcak ve nemli koşullarda hızla yayılmakta, yapraklarda küçük gri-kahverengi lekeler oluşturmakta ve ilerleyen dönemlerde yaprakların tamamen kurumasına yol açmaktadır. Hastalık şiddetli olduğunda kök veriminde %26, şeker oranında %13, arıtılmış şeker varlığında %18 ve şeker veriminde %55'e varan kayıplar bildirilmiştir.

Mücadelede üç temel yöntem öne çıkmaktadır: a) münavebe, dengeli gübreleme, uygun sulama ve dayanıklı çeşit kullanımı gibi kültürel önlemler, b) farklı etki mekanizmalarına sahip fungisitlerin dönüşümlü olarak uygulanması, c) erken uyarı sistemleri ve çiftçilerin bilinçlendirilmesi. Ancak etmenin yüksek genetik çeşitliliği, fungisitlere hızlı direnç gelişimini ve dayanıklı çeşitlerin kısa sürede hassas hale gelmesini beraberinde getirmektedir.

Sonuç olarak, *Cercospora* yaprak lekesi ile mücadelede başarı; zamanında, entegre ve doğru yöntemlerin uygulanmasına bağlıdır. Bu nedenle kültürel, kimyasal ve biyoteknik mücadele yöntemlerinin birlikte kullanılması ve çiftçilerin düzenli olarak bilgilendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler

Şeker pancarı, *Cercospora beticola*, mücadele, fungisit

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

EFFECTIVE CONTROL STRATEGİES AGAİNST *Cercospora* LEAF SPOT DİSEASE İN SUGAR BEET

Abstract

Sugar beet is a crop of strategic importance, not only for sugar production but also as a raw material for alcohol, yeast, and antibiotics. With approximately 19.5 million tons of production and 322,000 hectares of cultivation area in Turkey, it makes a significant contribution to the country's agriculture and economy. However, Cercospora leaf spot caused by the pathogen *Cercospora beticola* is one of the most threatening diseases to sugar beet yield and quality.

Cercospora beticola spreads rapidly under warm and humid conditions, causing small gray-brown lesions on the leaves that eventually lead to complete leaf necrosis. In severe outbreaks, reductions of up to 26% in root yield, 13% in sugar content, 18% in refined sugar, and 55% in total sugar yield have been reported.

Three main control strategies are emphasized; a) cultural practices such as crop rotation, balanced fertilization, proper irrigation, and resistant varieties, b) the rotational use of fungicides with different modes of action; and , c) early warning systems and farmer training. However, the high genetic diversity of the pathogen promotes rapid fungicide resistance and the breakdown of host resistance in cultivars.

In conclusion, successful management of *Cercospora* leaf spot depends on timely, integrated, and accurate control strategies. Therefore, combining cultural, chemical, and biotechnical methods with continuous farmer education is of great importance.

Keywords: Sugar beet, *Cercospora beticola*, cultural control, fungicide

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

BIYO-İNOKULANTLARIN BİTKİ BÜYÜMESİ, GELİŞİMİ VE TARIMSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN KAPSAMLI BİR İNCELEMESİ

Doç. Dr. Gülay ZULKADIR
Mersin Üniversitesi, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Silifke/Mersin, Türkiye
e-mail: gulayzulkadir@gmail.com, 05079952958

ÖZET

Biyo-inokulantlar, sürdürülebilir tarım uygulamalarının temel taşlarından biridir. Bitki büyümesi, gelişimi ve ekosistem sağlığı üzerinde dönüştürücü etkileri nedeniyle büyük ilgi kaynağı olmuştur. Azot bağlayıcı bakteriler (*Rhizobium, Azotobacter*), fosfat çözücü mikroorganizmalar (*Bacillus, Pseudomonas*), mikorizal mantarlar ve bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) gibi mikroorganizmalar, besin erişilebilirliğini artırarak, fitohormon üretimiyle bitki gelişimini desteklemenin yanı sıra patojenlere karşı biyolojik koruma sağlayarak tarımsal verimliliği güçlendirmektedir. Bu mikroorganizmalar, azot fiksasyonu, fosfor mobilizasyonu ve mikro besin alımı gibi mekanizmalarla bitki beslenmesini optimize eder. Bu sayede, kuraklık, tuzluluk ve biyotik stres faktörlerine karşı bitki dayanıklılığını artırmaktadır. Aynı zamanda, kimyasal gübre ve pestisit bağımlılığını azaltarak toprak sağlığını iyileştirir, biyolojik çeşitliliği destekler ve çevresel kirliliği en aza indirir. Ekonomik açıdan, biyo-inokulantlar gübre maliyetlerini düşürerek ve ürün verimini artırarak çiftçilere maliyet-fayda avantajı sağlar. Fakat, etkinlikleri toprak özellikleri, bitki genotipi ve çevresel koşullara bağlı olarak değişkenlik gösterebilmekte; yerli mikroorganizmalarla rekabet ve sınırlı raf ömrü gibi zorluklar da yaşanmaktadır. Gelecekteki çalışmalar, biyo-inokulant formülasyonlarının optimizasyonu, saha denemelerinin yaygınlaştırılması ve büyük ölçekli uygulamalar için standardizasyon süreçlerine odaklanmalıdır. Biyo-inokulantlar, sentetik girdilere bağımlılığı azaltarak, ekosistem dengesini ve gıda güvenliğini destekleyerek sürdürülebilir tarımın geleceğini şekillendirmede kritik bir rol oynamaktadır.

Anahtar kelimeler: Mikroorganizmalar, azot fiksasyonu, fosfor çözünürlüğü, stres toleransı, biyolojik çeşitlilik

ABSTRACT

Bio-inoculants are one of the cornerstones of sustainable agricultural practices. It has been a source of great interest due to its transformative effects on plant growth, development and ecosystem health. Microorganisms such as nitrogen-fixing bacteria (*Rhizobium, Azotobacter*), phosphate-solubilizing microorganisms (*Bacillus, Pseudomonas*), mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) strengthen agricultural productivity by increasing nutrient accessibility, supporting plant development with phytohormone production, as well as providing biological protection against pathogens. These microorganisms optimize plant nutrition through mechanisms such as nitrogen fixation, phosphorus mobilization and micronutrient uptake. In this way, it increases plant resistance against drought, salinity and biotic stress factors. It also improves soil health, supports biodiversity and minimizes environmental pollution by reducing

dependence on chemical fertilizers and pesticides. From an economic perspective, bio-inoculants provide cost-benefit advantages to farmers by reducing fertilizer costs and increasing crop yields. However, their effectiveness may vary depending on soil properties, plant genotype and environmental conditions; There are also difficulties such as competition with local microorganisms and limited shelf life. Future studies should focus on optimization of bio-inoculant formulations, dissemination of field trials, and standardization processes for large-scale applications. Bio-inoculants play a critical role in shaping the future of sustainable agriculture by reducing dependence on synthetic inputs, supporting ecosystem balance and food security.

Keywords: Microorganisms, nitrogen fixation, phosphorus solubility, stress tolerance, biodiversity

1. GİRİŞ

Modern tarım, gıda üretimini önemli ölçüde artırmış olsa da, kimyasal gübreler ve pestisitlere olan yoğun bağımlılığı çevresel bozulmaya, toprak sağlığının azalmasına ve insan sağlığı için potansiyel risklere yol açmıştır (Vishwakarma ve ark., 2020; Gupta, 2015). Toksik bileşiklerin birikimi ve doğal ekosistemlerin bozulması, sürdürülebilir uygulamalara geçişi zorunlu hale getirmiştir (Vishwakarma ve ark., 2020). Sürdürülebilir tarım, çevresel etkiyi azaltmayı, doğal kaynakları korumayı ve ekolojik denge ile biyolojik çeşitliliği teşvik ederken uzun vadeli üretkenliği sürdürmeyi amaçlar (Du ve ark., 2020). Bu yaklaşım, toprak sağlığını iyileştirmeyi, sentetik girdilere bağımlılığı en aza indirmeyi ve bitki verimini ve dayanıklılığını artırmak için doğal süreçlerden yararlanmayı önceliklendirir.

Biyo-inokulantlar, bitki büyümesini ve sağlığını iyileştirmek için tohumlara, bitkilere veya toprağa uygulanan mikrobiyal formülasyonlardır (Vishwakarma ve ark., 2020). Yararlı mikroorganizmalar—bakteriler, mantarlar ve aktinomisetler—içeren bu formülasyonlar, besin erişilebilirliğini artırır, bitki büyümesini teşvik eder ve patojenlere karşı koruma sağlar (Gupta, 2015; Raj ve ark., 2020). Başlıca biyo-inokulant türleri şunlardır:

- Azot bağlayıcı bakteriler: Atmosferik azotu bitkilerin kullanabileceği formlara dönüştürerek toprak verimliliğini ve bitki büyümesini artırır (örneğin, *Rhizobium, Azotobacter, Azospirillum*) (Granada ve ark., 2018).
- Fosfat çözücü mikroorganizmalar (PSM): Çözünmeyen fosfat bileşiklerini parçalayarak fosforun bitkiler için erişilebilir olmasını sağlar (örneğin, *Bacillus, Pseudomonas, Penicillium*) (Khan ve ark., 2007; Gupta & Sahu, 2017).
- Mikorizal mantarlar: Bitki kökleriyle simbiyotik ilişkiler kurarak besin ve su alımını artırır (örneğin, Arbusküler mikoriz mantarları (AMF), Ektomikorizal mantarlar) (Gupta & Sahu, 2017).
- Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR): Besin artışı, hormon üretimi ve patojen baskılama gibi çoklu mekanizmalarla bitki büyümesini destekler (örneğin, *Pseudomonas, Bacillus*) (Ranjitha Kumari, 2015; Raj ve ark., 2020).

Bu inceleme, biyo-inokulantların bitki büyümesi ve gelişimi üzerindeki etkilerini araştırarak, besin alımı, stres toleransı ve genel tarımsal sürdürülebilirlikteki rollerini vurgulamayı amaçlamaktadır; bu kapsamda farklı biyo-inokulantların etkinliğini ve sinerjik etkilerini değerlendirmek, biyo-inokulant kullanımındaki sınırlamaları ve zorlukları analiz

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

etmek, biyo-inokulant araştırması ve uygulamasındaki mevcut eğilimleri ve gelecekteki beklentileri tartışmak ve sürdürülebilir tarımda biyo-inokulantların büyük ölçekli benimsenmesi için öneriler sunmak hedeflenmektedir.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Biyo-İnokulantların Tarımda Tarihsel Bağlamı

Biyo-inokulantların tarımda kullanımı, 19. yüzyılın sonlarında baklagil nodüllerinde azot fiksasyonu yapan *Rhizobium* bakterilerinin keşfiyle başlamıştır. Bu buluş, toprak verimliliğini ve bitki üretkenliğini artırmak için yararlı mikroplardan yararlanma temelini atmıştır. İlk uygulamalar, baklagil verimini artırmak için *Rhizobium* inokulantlarına odaklanmıştır. 20. yüzyılda, biyo-inokulant araştırmaları *Azotobacter* ve mikoriz mantarları gibi diğer mikroorganizmaları kapsayacak şekilde genişlemiştir. Kimyasal gübrelerin çevresel etkilerine yönelik artan farkındalık, 20. yüzyılın sonları ve 21. yüzyılın başlarında biyo-inokulantlara sürdürülebilir alternatifler olarak ilgiyi artırmıştır (Gupta, 2015). Son araştırmalar, bitkiler ve mikrobiyal topluluklar arasındaki karmaşık ilişkileri çözmeye odaklanarak, sürdürülebilir tarım için daha verimli ve hedefe yönelik biyo-inokulantlar geliştirmeyi amaçlamaktadır (Du ve ark., 2020).

2.2. Bitki-Mikrop Etkileşimlerinin Biyolojik Mekanizmaları

Bitki-mikrop etkileşimleri, bitki büyümesini artıran, dayanıklılığı güçlendiren ve genel bitki sağlığına katkıda bulunan çeşitli mekanizmaları içeren karmaşık ve dinamik süreçlerdir (Dubey ve ark., 2015). Bu mekanizmalar doğrudan veya dolaylı olabilir (Vejan ve ark., 2016):

- Doğrudan mekanizmalar: Azot fiksasyonu, fosfat ve potasyum çözünürlüğü (Granada ve ark., 2018), fitohormon üretimi (oksinler, sitokininler, gibberellinler) (Raj ve ark., 2020) ve demir alımı için siderofor sentezi (Vejan ve ark., 2016).
- Dolaylı mekanizmalar: Antibiyotik üretimi, litik enzimler (örneğin, kitinazlar, glukanazlar) ve bitkilerde sistemik direnci (ISR) aktive ederek patojenlerin baskılanması, biyotik stres faktörlerine karşı bitki savunmasını güçlendirir (Vejan ve ark., 2016; Raj ve ark., 2020). Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), etilen seviyelerini modüle ederek abiyotik strese karşı bitki dayanıklılığını artırır ve antibakteriyel ve antifungal bileşikler salgılayarak patojenik mikroorganizmalara karşı koruma sağlar (Turan ve ark., 2016). Bu etkileşimler, rizosfer, fillosfer ve endosferde gerçekleşir ve bu arayüzlerdeki süreçlerin kapsamlı bir şekilde anlaşılması, sürdürülebilir tarım için faydalarının optimize edilmesi açısından gereklidir (Dubey ve ark., 2015).

2.3. Biyo-İnokulant Olarak Kullanılan Ana Mikroorganizmalar

Bitki büyümesini teşvik etme yetenekleri nedeniyle birçok mikroorganizma biyo-inokulant olarak yaygın şekilde kullanılır:

- *Rhizobium*: Baklagil köklerinde nodül oluşturarak atmosferik azotu bitkilerin kullanabileceği forma dönüştüren simbiyotik azot bağlayıcı bakteriler (Ren ve ark., 2017).
- *Azotobacter* ve *Azospirillum*: Çeşitli bitkilerde büyümeyi artıran serbest yaşayan azot bağlayıcı bakteriler (Boleta ve ark., 2020).
- *Bacillus* ve *Pseudomonas*: Besin çözünürlüğü, fitohormon sentezi ve patojenlerin biyokontrolü gibi çeşitli mekanizmalarla bitki gelişimini artıran bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) (Gabre ve ark., 2020).

- Arbusküler Mikoriz Mantarları (AMF): Bitki kökleriyle simbiyotik ilişkiler kurarak besin ve su alım verimliliğini artırır (Gupta & Sahu, 2017).
- Trichoderma: Biyokontrol ve bitki büyümesi teşviki için kullanılan mantarlar (Gabre ve ark., 2020).
- Mortierella: Besin erişilebilirliğini artıran ve patojenlere karşı koruma sağlayan filamentli mantar cinsi (Ozimek & Hanaka, 2020). Bu mikroorganizmalar, bitki köklerini kolonize etme, toprakta kalıcılık sağlama ve farklı çevresel koşullarda bitki büyümesini artırma kapasiteleri nedeniyle seçilir (Singh ve ark., 2016).

3. BIYO-İNOKULANTLARIN BITKI BESLENMESI ÜZERINDEKI ETKILERI

3.1. Azot Fiksasyonu ve Asimilasyonu

Azot fiksasyonu, atmosferik azotun bitkiler tarafından kullanılabilir amonyak formuna dönüştürüldüğü kritik bir süreçtir (Granada ve ark., 2018). *Rhizobium, Azotobacter* ve *Azospirillum* gibi azot bağlayıcı bakterilere sahip biyo-inokulantlar, toprak azot erişilebilirliğini artırarak bitki büyümesini ve toprak verimliliğini destekler (Granada ve ark., 2018). *Rhizobium*, baklagillerle simbiyotik ilişkiler kurarak azot fiksasyonunun gerçekleştiği kök nodülleri oluşturur (Ren ve ark., 2017). *Azotobacter* ve *Azospirillum*, rizosferde azot bağlayarak çeşitli bitkilere fayda sağlar (Boleta ve ark., 2020). *Azospirillum brasilense* ile inokülasyon, buğdayda makro ve mikro besin birikimini artırabilir (Boleta ve ark., 2020). Geliştirilmiş azot asimilasyonu, bitki büyümesini, biyokütle artışını ve daha yüksek ürün verimini teşvik eder (Lin ve ark., 2019).

3.2. Fosfor Çözünürlüğü ve Alımı

Fosfor (P), bitki büyümesi için hayati bir besin maddesidir, ancak toprakta genellikle sabitlenerek bitkiler için erişilemez hale gelir (Khan ve ark., 2007; Gupta & Sahu, 2017). *Bacillus, Pseudomonas* gibi bakteriler ve *Penicillium* gibi mantarlar içeren fosfat çözücü mikroorganizmalar (PSM), çözünmeyen fosfat bileşiklerini çözerek fosforu bitkiler için erişilebilir hale getirir (Khan ve ark., 2007; Gupta & Sahu, 2017). Bu mikroorganizmalar, mineral fosfatları çözen organik asitler ve enzimler üretir, böylece bitkilerin fosfor alımını artırır (Alori ve ark., 2017). Mikoriza mantarları da hiflerini toprağa uzatarak kök tükenme bölgesinin ötesindeki fosforu erişebilir hale getirir (Gupta & Sahu, 2017).

3.3. Mikro Besin Alımı ve Mobilizasyonu

Demir (Fe), çinko (Zn) ve manganez (Mn) gibi mikro besinler bitki büyümesi için gereklidir, ancak genellikle bitkiler için erişilemez formlarda bulunur (Roriz ve ark., 2020). Biyo-inokulantlar, çeşitli mekanizmalarla mikro besin alımını artırabilir. PGPR, demiri bağlayan ve bitkiler için erişilebilir hale getiren sideroforlar üretir (Vejan ve ark., 2016). Bazı mikroorganizmalar, diğer mikro besinlerin mobilize edilmesini sağlayarak bitki alımını iyileştirir. Bitki büyümesini teşvik eden bakterilerle (PGPB) inokülasyon, özellikle baklagillerde besin erişilebilirliğini ve genel bitki sağlığını iyileştirerek temel ürünlerin biyofortifikasyonu için umut verici bir stratejidir (Roriz ve ark., 2020). *Mortierella* türleri, toprakta fosfor ve demirin biyoyararlı formlarına erişimi iyileştirir (Ozimek & Hanaka, 2020).

4. BIYO-İNOKULANTLARIN BITKI BÜYÜMESI VE GELIŞIMI ÜZERINDEKI ETKILERI

4.1. Kök Sistemi Mimarisi ve Gelişimi

Biyo-inokulantlar, kök uzamasını ve dallanmasını teşvik ederek kök sistemi mimarisini şekillendirmede önemli bir rol oynar, böylece besin alımı ve bitki stabilitesini artırır

(Vacheron ve ark., 2013). PGPR, hücre bölünmesini ve uzamasını teşvik eden oksin gibi fitohormonlar üreterek kök uzunluğunu ve yanal kök oluşumunu artırır (Vacheron ve ark., 2013). Mikoriz mantarları, toprağa nüfuz eden geniş hif ağları oluşturarak kök gelişimini teşvik eder ve besin ile su alımı için kök yüzey alanını önemli ölçüde genişletir (Gupta & Sahu, 2017). Geliştirilmiş kök sistemi mimarisi, bitkinin besin ve suya erişim kabiliyetini artırarak genel bitki sağlığı ve üretkenliğine katkıda bulunur (Vacheron ve ark., 2013).

4.2. Sürgün Büyümesi ve Biyokütle Birikimi

Biyo-inokulantlar, gelişmiş besin alımı ve hormonal sinyalleşme yoluyla sürgün büyümesini ve biyokütle birikimini teşvik eder (Gabre ve ark., 2020). Artan azot fiksasyonu, fosfor çözünürlüğü ve mikro besin alımı, fotosentetik aktiviteyi ve karbon asimilasyonunu artırarak daha fazla sürgün biyokütlesine yol açar (Lin ve ark., 2019). PGPR, sürgünlerde hücre bölünmesini ve genişlemesini teşvik eden gibberellinler ve sitokininler gibi bitki hormonları üretebilir (Raj ve ark., 2020). Mısırın bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerle (PGPR) inokülasyonu, bitki yüksekliği, gövde çapı ve yaprak alanında önemli iyileşmeler sağlayarak büyümeyi ve canlılığı artırır (Lin ve ark., 2019).

4.3. Çiçeklenme ve Meyve Tutumu

Biyo-inokulantlar, bitki beslenmesini ve hormonal dengeyi iyileştirerek çiçeklenme ve meyve tutumunu olumlu yönde etkileyebilir (Todeschini ve ark., 2018). Özellikle fosforun yeterli temini, çiçek gelişimi ve meyve üretimi için gereklidir (Gupta & Sahu, 2017). PGPR, çiçeklenme zamanını ve meyve tutumunu düzenleyen bitki hormonları üretebilir veya modüle edebilir (Vacheron ve ark., 2013). Arbusküler mikoriz mantarları (AMF), bitkisel büyümeyle ilgili parametrelere öncelikle etki ederken, bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (PGPB), meyve verimi ve kalitesini artırmada daha önemli bir rol oynar (Todeschini ve ark., 2018). Pf4 bakteriyel suşu, bitki başına çiçek ve meyve üretimini artırmıştır (Todeschini ve ark., 2018).

5. BIYO-İNOKULANTLAR VE BITKI STRES TOLERANSI

5.1. Abiyotik Stres Azaltımı

Biyo-inokulantlar, besin alımını iyileştirerek, stresle ilgili mekanizmaları modüle ederek ve yararlı mikrobiyal ilişkileri teşvik ederek kuraklık, tuzluluk ve ağır metal kirliliği gibi abiyotik streslere karşı bitki dayanıklılığını güçlendirir (Saad ve ark., 2020). Kuraklık koşullarında, PGPR, bitkilerde etilen seviyelerini azaltarak stresin neden olduğu büyüme inhibisyonunu hafifleten ACC deaminaz üretir (Ojuederie ve ark., 2019). PGPR tarafından üretilen ekzopolisakkaritler (EPS), toprak su tutma kapasitesini iyileştirerek kuraklık stresini daha da azaltır (Ojuederie ve ark., 2019). Tuzlu topraklarda, bazı mikroorganizmalar, bitki hücrelerini ozmotik stresten koruyan uyumlu çözünen maddeler biriktirebilir. Bazı biyo-inokulantlar, metal erişilebilirliğini değiştirerek veya bitki alımı ve sekestrasyonunu artırarak fitoremediasyonu kolaylaştırır (Dubey ve ark., 2015).

5.2. Biyotik Stres Direnci

Biyo-inokulantlar, fungal, bakteriyel ve viral patojenler de dahil olmak üzere çeşitli biyotik streslere karşı bitkilere direnç sağlar (Gupta ve ark., 2015). Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), patojenik hücre duvarlarını parçalayan kitinazlar ve glukanazlar gibi antibiyotikler ve litik enzimler üreterek patojen büyümesini baskılar ve bitki savunma mekanizmalarını güçlendirir (Raj ve ark., 2020). PGPR ayrıca, temel besinler ve kolonizasyon alanları için rekabet ederek patojenlerin enfeksiyon kurma yeteneğini sınırlar (Raj ve ark., 2020). Trichoderma türleri, mikoparazitizm ve antibiyoz yoluyla fungal patojenleri baskılayan biyokontrol aktiviteleriyle tanınır (Gabre ve ark., 2020).

5.3. İndüklenmiş Sistemik Direnç Mekanizmaları

Biyo-inokulantlar, bitkilerde sistemik direnci (ISR) aktive ederek patojenlere karşı savunma mekanizmalarını güçlendirir ve genel dayanıklılığı artırır (Vejan ve ark., 2016). ISR, PGPR'nin bitki köklerini kolonize etmesi ve bitki savunma yollarını aktive eden sinyal molekülleri salmasıyla tetiklenir (Vejan ve ark., 2016). Bu yollar, patojen istilasına karşı bitki direncini güçlendiren patogenezle ilişkili (PR) proteinler gibi savunma ile ilgili enzimlerin ve bileşiklerin sentezini aktive eder (Raj ve ark., 2020). ISR, geniş bir patojen yelpazesine karşı uzun süreli koruma sağlar.

6. ÇEVRESEL VE EKONOMIK ETKILER

6.1. Toprak Sağlığı ve Biyolojik Çeşitlilik

Biyo-inokulantlar, yararlı mikrobiyal toplulukları teşvik ederek ve toprak yapısını iyileştirerek toprak sağlığını ve biyolojik çeşitliliği artırır (Du ve ark., 2020). Organik madde içeriğini artırarak, toprak agregasyonunu iyileştirerek ve besin döngüsünü geliştirerek bitki büyümesini ve ekosistem stabilitesini destekler (Ray ve ark., 2020). Yararlı mikroorganizmaların tanıtılması, toprakta bulunan patojenleri baskılayarak daha sağlıklı bir toprak ortamına katkıda bulunur (Gupta, 2015). Biyo-inokulantlar, bitki kök sistemleriyle istikrarlı bir dinamik sistem destekler (Du ve ark., 2020).

6.2. Kimyasal Gübre Kullanımının Azaltılması

Biyo-inokulantlar, besin erişilebilirliğini ve alımını iyileştirerek kimyasal gübrelere olan bağımlılığı azaltır, sürdürülebilir toprak sağlığı ve bitki büyümesini teşvik eder (Granada ve ark., 2018). Azot bağlayıcı bakteriler, azot gübrelerine olan ihtiyacı azaltırken, fosfat çözücü mikroorganizmalar fosfor gübrelerine olan ihtiyacı azaltır (Raj ve ark., 2020). Kimyasal gübre kullanımının azalması, çevresel kirliliği en aza indirir, sera gazı emisyonlarını düşürür ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik eder (Naamala & Smith, 2020). PGPR kullanımıyla tam nitrojen (N) dozunun %50'si uygulandığında, inokulant kullanılmadan uygulanan tam nitrojen dozuna eşit veya daha yüksek mısır biyokütlesi ve nitrojen konsantrasyonları sağlanmıştır (Lin ve ark., 2019).

6.3. Biyo-İnokulant Uygulamasının Maliyet-Fayda Analizi

Biyo-inokulant uygulaması, gübre maliyetlerini azaltarak, ürün verimini artırarak ve toprak sağlığını iyileştirerek olumlu bir maliyet-fayda oranı sunar (Ren ve ark., 2017). Biyo-inokulantların başlangıç maliyeti, kimyasal gübrelerden tasarruf ve daha yüksek verimli, daha sağlıklı ürünlerin artan piyasa değeriyle genellikle dengelenir (Granada ve ark., 2018). Ayrıca, gelişmiş toprak sağlığı ve azaltılmış çevresel etki gibi uzun vadeli avantajlar, tarımsal sistemlerin kaynak verimliliği ve dayanıklılığını teşvik ederek ekonomik sürdürülebilirliği güçlendirir (Ray ve ark., 2020). CE ve BOM'un sinerjik etkileşimleri, besin dinamiklerini ve toprak mikrobiyal aktivitesini optimize ederek daha büyük ekonomik faydalar ve iyileştirilmiş toprak sağlığı sağlar (Ren ve ark., 2017).

7. ANALIZ VE SENTEZ

7.1. Farklı Biyo-İnokulantların Karşılaştırmalı Etkinliği

Biyo-inokulantların etkinliği, kullanılan spesifik mikrobiyal suşlar, etkileşimde bulundukları bitki türleri, toprak özellikleri ve çevresel koşullar gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Bu değişkenlerin optimize edilmesi, bitki büyümesini ve toprak sağlığını

iyileştirme potansiyellerini artırır (Singh ve ark., 2016). *Rhizobium* inokulantları, baklagillerde azot fiksasyonunu iyileştirmede oldukça etkilidir (Ren ve ark., 2017), AMF ise çok çeşitli bitkilerde besin ve su alımını artırmada faydalıdır (Gupta & Sahu, 2017). *Bacillus* ve *Pseudomonas* gibi PGPR, geniş spektrumlu bitki büyümesini teşvik edici aktiviteler sergiler, ancak etkinlikleri toprak tipi ve çevresel koşullardan etkilenebilir (Raj ve ark., 2020). A. vagum, kuraklık stresi altındaki meyan bitkilerinde bitki biyokütlesi, morfolojik ve fizyolojik parametreler ve aktif bileşen içeriği üzerinde olumlu etkiler göstererek meyan yetiştiriciliği için en iyi mantar olarak kabul edilmiştir (He ve ark., 2019).

7.2. Kombine İnokulantların Sinerjik Etkileri

Farklı biyo-inokulantların kombinasyonu, bitki büyümesini ve stres toleransını artıran sinerjik etkilere yol açabilir (Saia ve ark., 2015). Örneğin, *Rhizobium* ile AMF'nin birleştirilmesi, azot fiksasyonunu ve fosfor alımını iyileştirerek daha fazla bitki büyümesi ve verimine yol açar. Benzer şekilde, PGPR ile AMF'nin birleştirilmesi, besin alımı, hastalık direnci ve kuraklık toleransını artırabilir (Saia ve ark., 2015). CE ve BOM'un birleşik uygulaması, besin döngüsünü ve mikrobiyal aktiviteyi optimize ederek daha büyük ekonomik faydalar ve iyileştirilmiş toprak sağlığı sağlar (Ren ve ark., 2017).

7.3. Biyo-İnokulant Kullanımındaki Sınırlamalar ve Zorluklar

Potansiyellerine rağmen, biyo-inokulantlar çeşitli sınırlamalar ve zorluklarla karşı karşıyadır (Singh ve ark., 2016). Biyo-inokulantların etkinliği, toprak koşulları, çevresel faktörler ve bitki genotipi gibi değişkenlikler nedeniyle tutarsız olabilir (Singh ve ark., 2016). Yerli mikroorganizmalarla rekabet, tanıtılan biyo-inokulantların kolonizasyonunu ve etkinliğini sınırlayabilir (Singh ve ark., 2016). Ayrıca, biyo-inokulantların raf ömrü ve saklama koşulları, canlılıklarını ve performanslarını etkileyebilir (Kumar Arora, 2014). Azoksistrobin + siproksonazolün *B. japonicum* ve *S. seoulensis* üzerindeki büyüme etkileri, inokülasyondan 288 saat sonrasına kadar tüm dozlarda hassasiyet göstererek olumsuz bulunmuştur (Rocha ve ark., 2020).

8. TARTIŞMA

8.1. Mevcut Eğilimler ve Gelecek Beklentileri

Biyo-inokulant araştırmasındaki mevcut eğilimler, daha etkili ve dayanıklı mikrobiyal formülasyonlar geliştirmeye odaklanmaktadır (Singh ve ark., 2016). Bu yaklaşım, bitki büyümesini teşvik eden özelliklere ve farklı çevresel koşullarda maksimum etkinlik sağlayan geliştirilmiş stres dayanıklılığına sahip mikroorganizmaların stratejik seçimi ve mühendisliğini merkezine alır (Ray ve ark., 2020). Nanoteknoloji, biyo-inokulantların teslimatını ve etkinliğini iyileştirmek için araştırılmaktadır (Ditta & Arshad, 2016). Çoklu yararlı mikroorganizmaların entegre edildiği mikrobiyal konsorsiyumların uygulanması, sinerjik etkileşimleri teşvik ederek ve besin alımını optimize ederek bitki büyümesini ve çevresel streslere karşı dayanıklılığı artırmak için giderek daha fazla tanınmaktadır (Silva ve ark., 2020). Gelecekteki beklentiler, belirli ürünlere ve ortamlara özel biyo-inokulantların geliştirilmesi ve biyo-inokulantların sürdürülebilir tarım sistemlerine entegrasyonunu içerir (Saad ve ark., 2020).

8.2. Araştırma Boşlukları ve Fırsatlar

Biyo-inokulantlar alanında birkaç araştırma boşluğu bulunmaktadır. Biyo-inokulantlar, bitkiler ve toprak mikrobiyomu arasındaki karmaşık ilişkilerin çözülmesi için daha fazla araştırma, bitki sağlığını ve ekosistem sürdürülebilirliğini artıran optimize edilmiş uygulamaları mümkün kılacaktır (Du ve ark., 2020). Farklı çevresel koşullar altında biyo-inokulantların etkinliğini değerlendirmek için daha fazla saha çalışmasına ihtiyaç vardır

(Singh ve ark., 2016). Biyo-inokulantların formülasyon ve uygulama yöntemlerini optimize etmek ve toprakta hayatta kalma ve kolonizasyonlarını artırmak için stratejiler geliştirmek için de araştırmalar gereklidir (Kumar Arora, 2014). PGPR popülasyonlarının topraktaki mekanistik ve ekolojik içgörülerinin entegrasyonu, mikrobiyal etkileşimleri optimize ederek ve bitki dayanıklılığını iyileştirerek tarımda sürdürülebilirliği artıran yenilikçi yönetim stratejileri geliştirmek için gerekli olacaktır (Vacheron ve ark., 2013).

8.3. Büyük Ölçekli Benimsenme Potansiyeli

Biyo-inokulantlar, sürdürülebilir tarımda büyük ölçekli benimsenme için önemli bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyeli tam olarak kullanmak için, biyo-inokulant uygulamasının etkinliğindeki değişkenlik, çevresel uyarlanabilirlik ve tarımsal sistemlerde ölçeklenebilirlik gibi sınırlamalar ve zorluklar aşılmalıdır (Singh ve ark., 2016). Bu, biyo-inokulant ürünlerinin kalite kontrolünü ve standardizasyonunu iyileştirmeyi ve çiftçilere uygun uygulamaları konusunda eğitim ve öğretim sağlamayı içerir (Singh ve ark., 2016). Biyo-inokulantların kullanımını teşvik eden hükümet politikaları ve teşvikler de tarımda yaygın benimsenmelerini kolaylaştırabilir (Kowalska ve ark., 2020).

9. SONUÇ

Bu inceleme, biyo-inokulantların bitki büyümesi ve gelişimi üzerindeki önemli etkilerini vurgular. Biyo-inokulantlar, besin alımını artırır, kök ve sürgün büyümesini teşvik eder, stres toleransını iyileştirir ve toprak sağlığını destekler. Kimyasal gübre ve pestisit ihtiyacını azaltarak daha sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkıda bulunur. Biyo-inokulantların etkinliği, mikroorganizma türü, bitki türü ve çevresel koşullara bağlı olarak değişir ve farklı biyo-inokulantların birleştirilmesiyle sinerjik etkiler elde edilebilir.

Biyo-inokulantlar, sentetik girdilere bağımlılığı en aza indirirken doğal biyolojik süreçlerden yararlanarak bitki büyümesini ve toprak sağlığını artırarak sürdürülebilir tarımı ilerletmek için umut verici bir strateji sunar. Tarımsal sistemlere entegrasyonları, dayanıklılığı güçlendirir, çevresel sürdürülebilirliği teşvik eder ve uzun vadeli gıda güvenliği ile ekosistem stabilitesini destekler. Bitki-yararlı mikroorganizmaların küresel tarım sorunlarını ele almadaki rolü araştırılmaya devam ederken, biriken kanıtlar, gelecekteki tarım ekosistemlerini şekillendirmedeki potansiyel önemlerini vurgular.

Referanslar

Alori, E. T., Glick, B. R., & Babalola, O. O. (2017). Microbial phosphorus solubilization and its potential for use in sustainable agriculture. *Frontiers in microbiology*, *8*, 971. https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00971

Boleta, E. H. M., Shintate Galindo, F., Jalal, A., Santini, J. M. K., Rodrigues, W. L., Lima, B. H. D., Arf, O., Silva, M. R., Buzetti, S., & Teixeira Filho, M. C. M. (2020). Inoculation with growth-promoting bacteria Azospirillum brasilense and its effects on productivity and nutritional accumulation of wheat cultivars. *Frontiers in sustainable food systems*, *4*, 607262. https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.607262

Ditta, A., & Arshad, M. (2016). Applications and perspectives of using nanomaterials for sustainable plant nutrition. *Nanotechnology Reviews*, *5*(2), 209-229. https://doi.org/10.1515/ntrev-2015-0060

Du, J., Li, Y., Yin, Z., Wang, H., Zhang, X., & Ding, X. (2020). High-throughput customization of plant microbiomes for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, *11*, 569742.

Dubey, R. K., Tripathi, V., & Abhilash, P. C. (2015). Book review: principles of plant-microbe interactions: microbes for sustainable agriculture. https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00986

Gabre, V. V., Venancio, W. S., Moraes, B. A., Furmam, F. D. G., Galvão, C. W., Gonçalves, D. R. P., & Etto, R. M. (2020). Multiple effect of different plant growth promoting microorganisms on beans (*Phaseolus vulgaris* L.) crop. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, *63*(spe), e20190493. https://doi.org/10.1590/1678-4324-solo-2020190493

Granada, C. E., Passaglia, L. M. P., De Souza, E. M., & Sperotto, R. A. (2018). *Is phosphate solubilization the forgotten child of plant growth-promoting rhizobacteria? Front Microbiol 9: 2054*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02054

Gupta A, Sahu PK (2017) Phosphorus Nutrition of Plants: A Microbial Perspective. MOJ Eco Environ Sci 2(6): 00043. https://doi.org/10.15406/mojes.2017.02.00043

Gupta, G., Parihar, S. S., Ahirwar, N. K., Snehi, S. K., & Singh, V. (2015). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): current and future prospects for development of sustainable agriculture. *J Microb Biochem Technol*, *7*(2), 096-102. https://doi.org/10.4172/1948-5948.1000188

He, C., Wang, W., & Hou, J. (2019). Plant growth and soil microbial impacts of enhancing licorice with inoculating dark septate endophytes under drought stress. *Frontiers in Microbiology*, *10*, 2277. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02277

Khan, M.S., Zaidi, A. & Wani, P.A. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture — A review. *Agron. Sustain. Dev.* 27, 29–43 (2007). https://doi.org/10.1051/agro:2006011

Kowalska, J., Tyburski, J., Matysiak, K., Tylkowski, B., & Malusá, E. (2020). Field exploitation of multiple functions of beneficial microorganisms for plant nutrition and protection: real possibility or just a hope?. *Frontiers in Microbiology*, *11*, 1904. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01904

Kumar Arora, N., Tiwari, S., & Singh, R. (2014). Comparative study of different carriers inoculated with nodule forming and free living plant growth promoting bacteria suitable for sustainable agriculture. *J. Plant Pathol. Microbiol*, *5*(2), 1-3. https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000229

Lin, Y., Watts, D. B., Kloepper, J. W., Adesemoye, A. O., & Feng, Y. (2019). Effect of plant growth-promoting rhizobacteria at various nitrogen rates on corn growth. *Agricultural Sciences*, *10*(12), 1542. https://doi.org/10.4236/as.2019.1012114

Naamala, J., & Smith, D. L. (2020). Relevance of plant growth promoting microorganisms and their derived compounds, in the face of climate change. *Agronomy*, *10*(8), 1179. https://doi.org/10.3390/agronomy10081179

Ojuederie, O. B., Olanrewaju, O. S., & Babalola, O. O. (2019). Plant growth promoting rhizobacterial mitigation of drought stress in crop plants: implications for sustainable agriculture. *Agronomy*, *9*(11), 712. https://doi.org/10.3390/agronomy9110712

Ozimek, E., & Hanaka, A. (2020). Mortierella species as the plant growth-promoting fungi present in the agricultural soils. *Agriculture*, *11*(1), 7. https://doi.org/10.3390/agriculture11010007

Raj, M., Kumar, R., Lal, K., Sirisha, L., Chaudhary, R., & Patel, S. K. (2020). Dynamic role of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in agriculture. *Int. J. Chem. Stud*, *8*, 105-110. https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i5b.10284

Ray, P., Lakshmanan, V., Labbé, J. L., & Craven, K. D. (2020). Microbe to microbiome: a paradigm shift in the application of microorganisms for sustainable agriculture. *Frontiers in Microbiology*, *11*, 622926. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.622926

Ren H, Hu J, Hu Y, Yang G, Zhang Y. 2017. Divergence of compost extract and bio-organic manure effects on lucerne plant and soil. *PeerJ* 5:e3775 https://doi.org/10.7717/peerj.3775

Rocha, W. S., da Silva, M. C. A., Machado Filho, G. C., dos Santos, M. G., Júnior, A. F. C., & dos Santos, M. M. (2020). Compatibility of azoxystrobin and cyproconazole on plant growth-promoting microorganisms. *Revista de Agricultura Neotropical*, *7*(4), 95-100. https://doi.org/10.32404/rean.v7i4.5281

Roriz, M., Carvalho, S. M., Castro, P. M., & Vasconcelos, M. W. (2020). Legume biofortification and the role of plant growth-promoting bacteria in a sustainable agricultural era. *Agronomy*, *10*(3), 435. https://doi.org/10.3390/agronomy10030435

Saad, M. M., Eida, A. A., & Hirt, H. (2020). Tailoring plant-associated microbial inoculants in agriculture: a roadmap for successful application. *Journal of Experimental Botany*, *71*(13), 3878-3901. https://doi.org/10.1093/jxb/eraa111

Saia, S., Rappa, V., Ruisi, P., Abenavoli, M. R., Sunseri, F., Giambalvo, D., Frenda, A. S., & Martinelli, F. (2015). Soil inoculation with symbiotic microorganisms promotes plant growth and nutrient transporter genes expression in durum wheat. *Frontiers in plant science*, *6*, 815. https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00815

Silva, M. A., Nascente, A. S., Filippi, M. C. C. D., Lanna, A. C., Silva, G. B. D., & SILVA, J. F. A. E. (2020). Individual and combined growth-promoting microorganisms affect biomass production, gas exchange and nutrient content in soybean plants. *Revista Caatinga*, *33*, 619-632. https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n305rc

Singh, J. S., Koushal, S., Kumar, A., Vimal, S. R., & Gupta, V. K. (2016). Book review: microbial inoculants in sustainable agricultural productivity-Vol. II: functional application. https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02105

Todeschini, V., AitLahmidi, N., Mazzucco, E., Marsano, F., Gosetti, F., Robotti, E., Bona, E., Massa, N., Bonneau, L., Marengo, E., Wipf, D., Berta, G. & Lingua, G. (2018). Impact of beneficial microorganisms on strawberry growth, fruit production, nutritional quality, and volatilome. *Frontiers in plant science*, *9*, 1611. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01611

Turan, M., Kıtır, N., Alkaya, Ü., Günes, A., Tüfenkçi, Ş., Yıldırım, E., & Nikerel, E. (2016). Making soil more accessible to plants: the case of plant growth promoting rhizobacteria. *Plant growth*, *1*, 61-69. https://doi.org/10.5772/64826

Vacheron, J., Desbrosses, G., Bouffaud, M. L., Touraine, B., Moënne-Loccoz, Y., Muller, D., Legendre, L., Wisniewski-Dye, F., & Prigent-Combaret, C. (2013). Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning. *Frontiers in plant science*, *4*, 356. https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00356

Vejan, P., Abdullah, R., Khadiran, T., Ismail, S., & Nasrulhaq Boyce, A. (2016). Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability—a review. *Molecules*, *21*(5), 573. https://doi.org/10.3390/molecules21050573

Vishwakarma, K., Kumar, N., Shandilya, C., Mohapatra, S., Bhayana, S., & Varma, A. (2020). Revisiting plant–microbe interactions and microbial consortia application for enhancing sustainable agriculture: A review. *Frontiers in Microbiology, 11*, 560406. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.560406

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

TÜRKİYE'NİN TARIM RÖNESANSI: 2025'TE ÜRÜN ÜRETİMİ VE TEKNOLOJİK GELİŞMELER

Gülay ZULKADİR

Mersin Üniversitesi, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Silifke/Mersin, Türkiye
e-mail: gulayzulkadir@gmail.com,

Özet

Bu çalışma, Türkiye tarım sektörünün 2025 yılı itibarıyla mevcut durumunu ve gelecek perspektiflerini, geleneksel uygulamaların modern teknolojik gelişmelerle entegrasyonu odağında incelemektedir. Küresel üretim değeri ve istihdama katkısı açısından önemli bir konumda olmasına rağmen, sektör iklim değişikliği, su kıtlığı, yüksek üretim maliyetleri ve yaşlanan çiftçi nüfusu gibi ciddi zorluklarla karşı karşıyadır. Bununla birlikte, hassas tarım, Nesnelerin İnterneti (IoT), dronlar, yapay zeka ve iklim-akıllı tarım uygulamalarının benimsenmesi, verimlilik ve sürdürülebilirlik için önemli fırsatlar sunmaktadır. Hükümetin sübvansiyonlar, eğitim programları ve kamu-özel ortaklıkları aracılığıyla bu teknolojilerin yaygınlaştırılması, sektörün modernleşmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Organik tarıma ve ihracata yönelik ürünlere artan talep, Türkiye'nin küresel pazarlardaki rekabet gücünü daha da artırma potansiyeli taşımaktadır. Makale, mevcut zorlukların stratejik olarak ele alınması ve teknolojik yenilikler ile sürdürülebilir uygulamalar aracılığıyla ortaya çıkan fırsatların değerlendirilmesi durumunda, Türk tarımının 2030 ve sonrasında sürdürülebilir büyüme ve gıda güvenliği hedeflerine ulaşabileceği ve ülkeyi küresel tarım sahnesinde lider bir konuma taşıyabileceği sonucuna varmaktadır.

Anahtar Kelimeler: tarım teknolojileri, iklim değişikliği, gıda güvenliği, hassas tarım, tarım politikaları, kırsal kalkınma, su yönetimi.

Abstract

This paper examines the current state and future prospects of Turkey's agricultural sector in 2025, focusing on the integration of traditional practices with modern technological advancements. Despite its significant global production value and employment contribution, the sector faces considerable challenges including climate change, water scarcity, high production costs, and an aging farming population. However, the adoption of precision agriculture, IoT, drones, artificial intelligence, and climate-smart farming practices presents substantial opportunities for increased productivity and sustainability. Government policies, including subsidies, training programs, and public-private partnerships, are instrumental in fostering this modernization. The growing emphasis on organic farming and export-oriented products further enhances Turkey's competitive edge in global markets. The paper concludes that by strategically addressing existing challenges and leveraging emerging opportunities through technological innovation and sustainable practices, Turkish agriculture can achieve its long-term goals of sustainable growth and food security beyond 2030, positioning the country as a leading player in the global agricultural landscape.

Keywords: Turkish agriculture, sustainability, agricultural technologies, climate change, food security, precision farming, IoT, artificial intelligence, drone technology, organic farming, agricultural policies, rural development, water management.

Giriş

Türkiye, zengin coğrafi yapısı ve iklim çeşitliliği sayesinde tarih boyunca önemli bir tarım ülkesi olmuştur. Tarım sektörü, ülkenin ekonomik ve sosyal yapısında kilit bir rol oynamakta, hem gıda güvenliğini sağlamakta hem de önemli bir istihdam kaynağı oluşturmaktadır. Ancak, küresel iklim değişikliği, artan nüfus, sınırlı doğal kaynaklar ve değişen pazar dinamikleri gibi faktörler, Türk tarımını sürekli bir dönüşüm ve adaptasyon sürecine itmektedir. Bu bağlamda, geleneksel tarım uygulamalarının modern teknolojilerle entegrasyonu, sektörün sürdürülebilirliği ve rekabet gücü açısından hayati bir önem taşımaktadır.

Bu makale, Türkiye tarım sektörünün 2025 yılındaki genel görünümünü, ürün üretimindeki mevcut durumu ve teknolojik gelişmelerin sektöre etkilerini derinlemesine incelemektedir. Çalışma, sektörün karşılaştığı temel zorlukları (iklim değişikliği, su kıtlığı, yüksek üretim maliyetleri, yaşlanan çiftçi nüfusu) detaylandırırken, aynı zamanda hassas tarım, Nesnelerin İnterneti (IoT), dronlar, yapay zeka ve iklim-akıllı tarım uygulamaları gibi teknolojik yeniliklerin sunduğu fırsatları da ele almaktadır. Ayrıca, hükümetin bu teknolojilerin benimsenmesini teşvik eden politika girişimleri ve organik tarım ile ihracata yönelik ürünlerin artan potansiyeli de değerlendirilmektedir. Bu çalışma, Türk tarımının geleceğine yönelik stratejik perspektifler sunarak, 2030 ve sonrasında sürdürülebilir büyüme ve gıda güvenliği hedeflerine ulaşma potansiyelini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Türkiye'nin 2025'teki Tarım Sektörüne Genel Bakış

Türkiye'nin tarım sektörü, yaklaşık 50 milyar dolarlık üretim değeriyle küresel olarak sekizinci en büyük sektördür (Yeşim Aytop ve ark., 2014; Kurtuluş Merdan, 2024). Sektör, nüfusun yaklaşık %23,7'sini istihdam etmekte olup, kadın iş gücü önemli bir yer tutmaktadır (Yeşim Aytop ve ark., 2014). Ancak, tarımın Türkiye ekonomisindeki relatif önemi azalırken, hizmet sektörü büyümektedir (A. Uzundumlu, 2012). Tahminler, 2030 yılına kadar tarımsal üretim değerinin %27,8 azalabileceğini ve tarımın Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) içindeki payının %5,04'e düşebileceğini göstermektedir (Kurtuluş Merdan, 2024). COVID-19 pandemisi, sektördeki kırılganlıkları daha da ortaya çıkarmış, gelecekteki stratejiler ve alınması gereken önlemler üzerine tartışmaları hızlandırmıştır (O. Uysal & P. Veziroğlu, 2020). Genel olarak, Türkiye sağlam bir tarımsal temele sahip olsa da, rekabet gücünü ve sürdürülebilirliğini artırmak için stratejik politika geliştirme gereklidir.

Ürün Üretimi ve Teknolojinin Önemi '

Türk tarımı, düşük üretkenlik, yüksek üretim maliyetleri ve küresel pazarlarda azalan rekabet gücü gibi önemli zorluklarla karşı karşıyadır (Sındır, 2005; Tekin & Sındır, 2002). Sektör, küçük çiftlik boyutları ile karakterizedir ve bu durum verimsizliklere ve daha düşük verimlere yol açar (Tekin & Sındır, 2002). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) entegrasyonu, üretkenliği artırmak ve çiftçiler ile tarım-gıda endüstrileri arasında daha iyi bilgi alışverişini kolaylaştırmak için çok önemlidir (Tekin, 2011; Sındır, 2005). Ancak, BİT'in benimsenmesinde engeller devam etmektedir ve bu da ilerlemeyi zorlaştırmaktadır (Tekin, 2011). Ayrıca, tarım politikalarındaki tarihsel dönüşümler, kırsal alanlarda

yoksulluk ve işsizlik artışına yol açmış, alternatif tarım uygulamalarına ihtiyaç doğurmuştur (Özkan, 2016). Giriş kullanımını optimize eden ve çevresel etkiyi en aza indiren hassas tarım, umut verici bir çözüm sunar ancak yatırım ve çiftçi eğitimi gerektirir (Tekin & Sındır, 2002). Genel olarak, bu sorunların ele alınması Türk tarımının sürdürülebilirliği ve büyümesi için hayati önem taşımaktadır.

Arka Plan/Bağlam

Türk Tarımının Tarihsel Gelişimi

Türk tarımı, yüzyıllar boyunca geleneksel geçim tarımından daha ticari ve teknolojik olarak gelişmiş uygulamalara doğru önemli ölçüde evrilmiştir. Tarihsel olarak tarım, tahıl üretimi ve hayvancılık odaklı birincil ekonomik faaliyet olmuştur. 20. yüzyılda mekanizasyon, gübre ve pestisit kullanımı gibi modern tarım tekniklerinin tanıtılması üretkenliği artırmıştır. Sektör, gıda güvenliği, istihdam ve endüstriyel büyümeyi destekleyerek Türkiye'nin ekonomik ve sosyal gelişimi için hayati önem taşımıştır (Metintaş, 2021). Atatürk döneminde (1923-1938) tarım politikaları, yasal, mali, teknik ve organizasyonel önlemlerle üretimi artırmaya odaklanmış ve bu da çıktının iki katına çıkmasını sağlamıştır (Metintaş, 2021). Devlet, 1932 yılında buğdayla başlayarak yerel üreticileri korumak için fiyat destek programları uygulamıştır (Fisunoğlu & Yesilada, 2019). 1960-1980 yıllarında "Yeşil Devrim" teknolojilerinin benimsenmesi üretkenliği artırmıştır (Fisunoğlu & Yesilada, 2019). Ancak, eşitsiz arazi dağılımı ve verim artışından ziyade tarım alanlarının genişletilmesine bağımlılık gibi zorluklar devam etmiştir (Metintaş, 2021; Fisunoğlu & Yesilada, 2019). Tarım sektörünün ekonomideki önemi zamanla azalmış, ancak GSYİH'ye katkısı ve vergi muafiyetleri ile teşviklerden faydalanması devam etmektedir (Şahin Koçak, 2023).

Sektörün Karşılaştığı Temel Zorluklar

Türkiye’nin tarım sektörü, sürdürülebilirlik ve rekabet gücünü koruma yolunda iklim değişikliği, toprak bozulması, su kıtlığı, piyasa erişimi ve sosyoekonomik sorunlar gibi ciddi zorluklarla karşı karşıyadır. İklim değişikliği, sıcaklık artışı, düzensiz yağışlar ve artan kuraklık, ürün verimliliğini ve su kaynaklarını tehdit etmektedir (Değirmencioğlu ve ark., 2019). Su kıtlığını yönetmek için modern sulama yöntemlerinin benimsenmesi zorunludur (Karadavut ve ark., 2023). Toprak bozulması ve besin kayıpları üretimi olumsuz etkilerken, piyasa dalgalanmaları ve küresel rekabet de sektörü zorlamaktadır (Doğan vd., 2015). Kırsal yoksulluk ve üretici yaşlanması da sürdürülebilirliği tehdit eden sosyoekonomik faktörlerdir (Kareska, 2025). Bu sorunlara çözüm, teknik yeniliklerin ötesinde, politika reformları, teknolojik gelişmeler, altyapı ve eğitim yatırımlarını içeren bütüncül bir yaklaşımı gerektirir. Su tasarruflu sulama ve kuraklığa uyumlu uygulamalar, verimlilik ve sürdürülebilirlik için kritik önemdedir (Değirmencioğlu ve ark., 2019; Karadavut ve ark., 2023).

Son Politika Girişimleri

Türk hükümeti, tarım sektörünün sürdürülebilirliğini ve rekabet gücünü artırmak için hassas tarım teknolojileri, akıllı sulama sistemleri ve Ar-Ge yatırımlarını teşvik eden politikalar uygulamaktadır. Sübvansiyonlar, yenilikçi araçların kullanımını desteklerken, çiftçi eğitim programları ve kamu-özel ortaklıkları sürdürülebilir uygulamaları ve teknolojik yenilikleri teşvik etmektedir (Hüseynova, 1996; Sındır, 2005; Tan ve ark., 2015). Politika reformları,

küresel pazar erişimini ve katma değerli endüstrileri güçlendirmeyi hedeflese de, geçmişte sübvansiyonların adil dağıtımı ve sürdürülebilirlikte sorunlar yaşanmıştır (Çakmak, 2003). Düşük verim, yüksek girdi maliyetleri ve dış pazarlarda rekabet gücünün azalması gibi zorluklar devam etse de, bilgi ve iletişim teknolojilerinin entegrasyonuyla üretkenlik artırılmaya çalışılmaktadır (Sındır, 2005). Bu politikalar, Türkiye tarımını uzun vadeli sürdürülebilirlik ve rekabetçilik hedeflerine ulaştırma çabasını yansıtmaktadır.

Türkiye'deki Ürün Üretimi Manzarası (2025)

Başlıca Ürünler ve Üretim Hacimleri

2025 yılında Türkiye'nin tarım sektörü, buğday, arpa, mısır, pamuk, şeker pancarı, domates, üzüm ve fındık gibi ürünlerle önemli bir üretim merkezi olup, küresel tarım ekonomisinde sekizinci sıradadır (Yeşim Aytop ve ark., 2014). Buğday, iç tüketim ve ihracatı destekleyen temel bir üründür; pamuk tekstil endüstrisini, domates ve fındık gibi ürünler ise ihracatı güçlendirmektedir (Ahmed Hezhev ve ark., 2024). Organik ürünlere artan talep, yüksek değerli meyve ve sebze üretimini teşvik etmektedir. Ancak, iklim değişikliği, nüfus artışı ve hasat alanlarındaki azalma, verim artışına rağmen su yönetimi ve ıslah yatırımlarını zorunlu kılmaktadır (E. Rezaei ve ark., 2023). Türkiye, buğday unu, domates ve limon gibi ürünlerle önemli bir tarım ihracatçısıdır ve sektör, istihdam ve ekonomi için kritik öneme sahiptir (Yeşim Aytop ve ark., 2014).

Ürün Üretiminin Bölgesel Dağılımı

Türkiye'de tarım üretimi, iklim, toprak ve su kaynaklarındaki bölgesel farklılıklar nedeniyle çeşitlilik gösterir. Orta Anadolu, geniş ovaları ve uygun iklimiyle buğday ve arpa üretiminde öne çıkar (Koncak Doğruer ve ark., 2023). Ege ve Akdeniz bölgeleri, sulama imkanları ve ılıman iklimleriyle meyve ve sebze üretiminde liderdir. Karadeniz, bol yağış ve uygun sıcaklıklarla fındık ve çay yetiştiriciliğine elverişlidir. Güneydoğu Anadolu, sulama projeleri ve verimli topraklarıyla pamuk üretiminde önemlidir (Koncak Doğruer ve ark., 2023). Ancak, buğday ve arpa hasat alanları azalırken verim artışı gözlenmektedir (Rezaei ve ark., 2023). Doğu Anadolu'nun buğday üretimi ise kuraklık ve iklim koşullarından olumsuz etkilenir (Olgun & Erdogan, 2009). Verimli su yönetimi ve bölgesel ürün dağılımını anlamak, gıda güvenliği ve tarım planlaması için kritik öneme sahiptir; bu bağlamda, uzaktan algılama ve küresel ürün modelleri değerli içgörüler sunar (You ve ark., 2014).

Organik Tarım Trendleri

Türkiye'de organik tarım, sağlıklı ve sürdürülebilir gıda talebinin artmasıyla hızla büyümektedir (Nugmanov ve ark., 2018). 1980'lerden bu yana organik tarım alanı ve çiftçi sayısı önemli ölçüde artarak, 1990'da 1.037 hektarda 313 çiftçiden, son yıllarda 626.885 hektarda 73.563 çiftçiye ulaşmıştır (Tıraşcı ve ark., 2020). Özellikle meyve, sebze, fındık ve kurutulmuş meyveler gibi ürünler öne çıkar ve üretimin %85'i AB pazarlarına ihraç edilir (Kürşat Demiryürek ve ark., 2008; Gubbuk ve ark., 2004). Hükümet, sertifikasyon programları ve 2018'de güncellenen düzenlemelerle organik tarımı desteklemekte, sentetik pestisit ve gübre kullanımını azaltarak biyolojik çeşitliliği ve toprak sağlığını teşvik etmektedir (Tıraşcı ve ark., 2020). Organik tarım, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlarken, Türk tarım ürünlerinin küresel rekabet gücünü artırır, ancak hala tarımsal potansiyelin küçük bir kısmını temsil eder ve büyüme için önemli bir alan bulunmaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

İhracata Yönelik Ürünler

Türkiye'nin tarım sektörü, fındık, kurutulmuş üzüm, incir, domates, kiraz, kayısı ve pamuk gibi ihracata yönelik ürünlerle döviz gelirlerine önemli katkıda bulunur. Türkiye, fındık ve kayısıda dünyanın en büyük üreticisi olup, kurutulmuş meyveler ve taze ürünleriyle Avrupa ve Orta Doğu pazarlarında rekabet avantajına sahiptir (Yeşim Aytop ve ark., 2014; Ada ve ark., 2012). Çeşitli iklimi ve verimli topraklarıyla küresel tarım üretiminde yedinci sırada yer alan Türkiye, ekonomi ve istihdama büyük katkı sağlar (Giray, 2012). Ancak, küçük çiftlik boyutları, piyasa sorunları ve çiftçi örgütlerinin zayıflığı gibi zorluklar sürmektedir (Giray, 2012). Rekabet gücünü artırmak için teknolojik yenilikler, sürdürülebilir tarım uygulamaları, çiftçi eğitimi, kırsal altyapı ve etkili pazarlama stratejilerine yatırım yapılmaktadır (Gökçe Bahar Gürbüzer & Fatma Çiftci, 2025).

Türk Tarımında Teknolojik Gelişmeler

Hassas Tarım Benimsenmesi

Türkiye'de hassas tarım (PA), ürün verimini artırmak, giriş kullanımını optimize etmek ve çevresel etkiyi azaltmak için giderek benimsenmektedir. GPS rehberli makineler, uzaktan algılama, toprak haritalama ve değişken oranlı uygulama (VRA) gibi teknolojiler, özellikle büyük çiftliklerde yaygındır, ancak yüksek başlangıç maliyetleri ve uzmanlık gereksinimi küçük çiftçiler için engel oluşturur (Mitchell ve ark., 2018; Munz & Schuele, 2022). Hükümet destek programları ve demonstrasyon projeleri, küçük çiftçilerin PA teknolojilerini benimsemesini teşvik etmektedir (Say ve ark., 2018). PA, artan verimlilik, azalan maliyetler ve sürdürülebilirlik gibi faydalar sağlayarak Türk tarımının rekabet gücünü artırır. Ancak, küçük çiftlik boyutları, düşük üretkenlik ve verimsiz giriş kullanımı gibi zorluklar, yatırım ve çiftçi eğitimine duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır (Tekin & Sındır, 2002; Schimmelpfennig & Lowenberg-Deboer, 2020).

Akıllı Sulama Sistemleri

Türkiye'de artan su kıtlığı, akıllı sulama sistemlerinin benimsenmesini kritik hale getirmiştir. Sensörler, hava durumu verileri ve otomatik kontrol sistemleriyle donatılmış bu sistemler, özellikle damla sulama ve mikro sprinkler yöntemleriyle meyve ve sebze üretiminde su kullanımını optimize eder, israfı azaltır ve verimliliği %125'e varan oranlarda artırabilir (Diallo ve ark., 2024). Toprak nem sensörleri ve hava istasyonları, gerçek zamanlı verilerle hassas sulama sağlar (Devendiran ve ark., 2023). Hükümet sübvansiyonları, bu teknolojilerin yaygınlaşmasını desteklerken, su tasarrufu ve sürdürülebilir üretimi teşvik eder (Flores-Mancheno & Palacios-López, 2025). Ancak, yüksek başlangıç maliyetleri ve altyapı gereksinimleri, özellikle küçük çiftçiler için engel oluşturur. Bu zorlukların aşılması için uygun fiyatlı teknolojiler ve teknik eğitim önerilmektedir (Diallo ve ark., 2024; Flores-Mancheno & Palacios-López, 2025).

Ürün İzlemede Drone Teknolojisi

Türkiye'de drone teknolojisi, tarımda ürün izleme ve yönetim için giderek daha fazla kullanılan bir araç haline gelmektedir. Yüksek çözünürlüklü kameralar ve sensörlerle donatılmış dronlar, ürün sağlığı, büyüme modelleri, besin eksiklikleri, haşere istilaları ve su stresi gibi konularda gerçek zamanlı veriler sağlayarak çiftçilerin zamanında müdahale etmesine olanak tanır (Walter ve ark., 2017). Özellikle büyük çiftliklerde yaygın olan

dronlar, sulama yönetimi, pestisit uygulamaları, verim tahmini ve coğrafi referanslı haritalama gibi hassas tarım uygulamalarını destekler (Gangadhara Doggalli ve ark., 2024; Nithya ve ark., 2024). Ancak, düzenleyici belirsizlikler, yüksek maliyetler, hava koşullarına bağımlılık ve veri işleme ile uzman personel ihtiyacı gibi zorluklar bulunmaktadır (Khanpara ve ark., 2024). Buna rağmen, drone teknolojisi, kaynak kullanımını optimize ederek ve sürdürülebilir tarımı güçlendirerek Türk tarımında üretkenliği artırma potansiyeline sahiptir.

Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi Uygulamaları

Türkiye'de yapay zeka (YZ) ve makine öğrenimi (MÖ), tarımda ürün yönetimi, verim tahmini, bitki hastalığı tespiti ve tedarik zinciri optimizasyonunda giderek daha fazla kullanılmaktadır (Kırkaya, 2020). YZ destekli sistemler, hava durumu, toprak ve ürün verilerini analiz ederek çiftçilere ekim, sulama ve gübreleme için en uygun öneriler sunar (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020). Makine öğrenimi, özellikle derin öğrenme modelleri, hastalık yönetimi ve hasat optimizasyonunda etkili olurken, IoT ve otonom ekipmanlarla entegrasyon hassas tarımı güçlendirir (Gul & Banday, 2024; Kalbhor, 2025). Bu teknolojiler, çiftlik verimliliğini ve sürdürülebilirliği artırırken, yüksek maliyetler, veri yönetimi karmaşıklıkları ve küçük çiftçiler için erişilebilirlik sorunları gibi zorluklar devam etmektedir (Gul & Banday, 2024; Subedi, 2023). Yine de, YZ ve MÖ'nün ilerlemeleri, Türk tarımını dönüştürerek daha bilinçli karar alma ve sürdürülebilir üretkenlik potansiyeli sunmaktadır.

İklim-Akıllı Tarım Uygulamaları

Kuraklığa Dayanıklı Ürün Çeşitleri

Türkiye'de artan kuraklık sıklığı ve şiddeti, gıda güvenliğini sağlamak ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için kuraklığa dayanıklı ürün çeşitlerinin geliştirilmesini ve benimsenmesini kritik hale getirmiştir. Tarımsal araştırma kurumları, buğday, arpa, mısır ve bazı meyve-sebze türlerinde su stresine dayanıklı ve verimli çeşitler geliştirmekte; hükümet ise sübvansiyonlar ve farkındalık kampanyalarıyla bu çeşitlerin kullanımını teşvik etmektedir (Acevedo ve ark., 2020; Naveed ve ark., 2023). Kuraklık toleransını artırmak için ekim programları, azaltılmış toprak işleme ve büyüme teşvik edici bakteriler gibi stratejiler uygulanırken, bitki fenotiplemesi, dijital tarım ve genetik ilerlemeler iklime dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde önemli rol oynar (Serpil Bas & Killi, 2024; Koç, 2020). Ancak, yayım hizmetleri, eğitim, girdilere erişim ve sosyo-ekonomik faktörler benimsenmeyi etkilemektedir (Acevedo ve ark., 2020). Ürün simülasyon modellemesi ve omik yaklaşımlar, adaptasyon ve sürdürülebilir üretim için değerli araçlar sunar (Koç, 2020).

Su Koruma Teknikleri

Türkiye'de su koruma, artan su kıtlığı ve iklim değişikliği karşısında sürdürülebilir tarımın temel bir unsurudur. Damla sulama, mikro sprinkler ve eksik sulama gibi teknikler, su israfını azaltarak verimliliği artırır. Mulching ve koruma amaçlı toprak işleme,

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

buharlaşmayı azaltıp su sızmasını iyileştirirken, yağmur suyu hasadı sulama kaynaklarını destekler (Naganjali ve ark., 2024; ObalumSunday ve ark., 2011). Uzaktan algılama, yapay zeka ve IoT gibi teknolojiler, su yönetimini optimize eder (Rastogi ve ark., 2024). Hükümet, teşvikler ve düzenlemelerle bu tekniklerin benimsenmesini teşvik etmektedir. Ancak, toprak tipi, iklim, topografya ve sosyo-ekonomik faktörler uygulamayı etkiler (ObalumSunday ve ark., 2011). Topluluk katılımı, eğitim ve entegre yaklaşımlar, su koruma stratejilerinin başarısını artırarak Türk tarımının uzun vadeli sürdürülebilirliğine katkıda bulunur (Rastogi ve ark., 2024).

Sürdürülebilir Toprak Yönetimi

Türkiye'de sürdürülebilir toprak yönetimi, toprak sağlığını ve verimliliğini koruyarak bozulmayı azaltmak için kritik öneme sahiptir. Koruma amaçlı toprak işleme, ürün rotasyonu, örtü bitkileri ve organik iyileştiriciler (kompost, gübre) gibi uygulamalar, erozyonu azaltır, su sızmasını artırır, haşere döngülerini kırar, besin mevcudiyetini iyileştirir ve toprağa organik madde ekler (Larkin, 2015; Ţopa ve ark., 2025). Bu yöntemler, mikrobiyal aktiviteyi ve biyolojik çeşitliliği güçlendirerek patojenleri baskılar ve toprak sağlığını destekler (Larkin, 2015). Hükümet, sübvansiyonlar ve teknik destekle bu uygulamaların yaygınlaşmasını teşvik etmektedir. Sürdürülebilir toprak yönetimi, organik madde ve mineral seviyelerini koruyarak toprak bozulmasını önler, böylece tarımsal üretkenliği ve çevresel kaliteyi sürdürerek gıda güvenliğine katkıda bulunur (White ve ark., 2012; 2014). Bu uygulamalar, Türk tarımının uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlamak için vazgeçilmezdir.

Sera Teknolojisi Yenilikleri

Türkiye'de sera teknolojisi, özellikle meyve ve sebze üretiminde, yıl boyu üretim, yüksek ürün kalitesi ve su ile pestisit kullanımında azalma sağlayarak giderek önem kazanmaktadır (Adamides ve ark., 2020). İklim kontrol sistemleri, hidroponik tarım ve dikey tarım gibi yenilikler, optimum büyüme koşulları yaratır, su ve gübre kullanımını azaltır ve sınırlı alanda verimi artırır (Kacira ve ark., 2004; Singh ve ark., 2024). Nesnelerin İnterneti (IoT), pH, iletkenlik ve CO2 gibi parametreleri izleyerek kaynak yönetimini optimize eder (Malabadi ve ark., 2024). Özellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinde yaygın olan seralar, 2001 itibarıyla 50.000 hektarı aşmıştır (Kacira ve ark., 2004). Hükümet, sübvansiyonlar ve teknik destekle bu teknolojilerin benimsenmesini teşvik etmektedir. Ancak, fiyat dalgalanmaları, ithal girdilere bağımlılık ve yüksek başlangıç maliyetleri gibi zorluklar devam etmektedir (Yilmaz ve ark., 2005; Malabadi ve ark., 2024). Buna rağmen, sera teknolojisi, Türk tarımında üretkenlik ve sürdürülebilirlik için kilit bir rol oynamaktadır.

Tarımsal Yönetimde Dijital Dönüşüm

Çiftlik Yönetim Yazılımı

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Türkiye'de çiftlik yönetim yazılımı (FMS), çiftçilere operasyonlarını planlama, izleme ve analiz etme imkânı sunarak popülerlik kazanmaktadır. Bu yazılımlar, giriş optimizasyonu, işçilik yönetimi ve maliyet-gelir takibi gibi işlevlerle verimliliği artırır, maliyetleri düşürür ve karar alma süreçlerini iyileştirir (Grober & Grober, 2020). GPS rehberli makineler ve uzaktan algılama ile entegre olan FMS, özellikle bulut tabanlı sistemlerle çiftçilere her yerden veri erişimi sağlar (Mocanu ve ark., 2015; Kaloxylos ve ark., 2012). Toprak sağlığı, ürün besin yönetimi, hastalık tespiti, hava tahmini ve gübre optimizasyonu gibi alanlarda yenilikçi çözümler sunan bu sistemler, Meghdoot ve Plantix gibi uygulamalarla çiftçilerin riskleri azaltmasına ve veri odaklı kararlar almasına olanak tanır (Sarma ve ark., 2024). İdari, teknik ve mali izleme yetenekleriyle FMS, Türk tarımında üretkenliği ve sürdürülebilirliği güçlendirerek küresel gıda sistemlerinin dayanıklılığına katkıda bulunur (Trichkova-Kashamova & Paunova-Hubenova, 2021).

Tarımda Nesnelerin İnterneti (IoT)

Türkiye'de Nesnelerin İnterneti (IoT), tarımı dönüştürerek verimlilik, üretkenlik ve sürdürülebilirliği artırmaktadır (Badran & Kashmoola, 2020). IoT sensörleri, toprak nemi, sıcaklık, nem, besin seviyeleri ve hayvan davranışını izleyerek gerçek zamanlı veriler sağlar; hava istasyonları ise yerel tahminlerle sulama ve haşere kontrolü kararlarını destekler (Sodhi & Jamwal, 2024; Nirav Rathod, 2020). YZ ve makine öğrenimiyle entegre edilen bu veriler, çiftçilere operasyon optimizasyonu için öneriler sunar (Puneeth ve ark., 2023). Akıllı sulama ve otonom dronlar gibi sistemler, kaynak kullanımını optimize eder, kimyasal kullanımını azaltır ve çevresel sürdürülebilirliği teşvik eder (Sodhi & Jamwal, 2024; B. Baranitharan ve ark., 2024). Ancak, bağlantı sorunları, veri güvenliği ve yüksek başlangıç maliyetleri gibi zorluklar, IoT'nin yaygın benimsenmesini sınırlamaktadır (B. Baranitharan ve ark., 2024). Yine de IoT, Türk tarımında maliyetleri düşürerek ve verimliliği artırarak önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Tarımda Nesnelerin İnterneti (IoT) (Devam)

Türkiye'de Nesnelerin İnterneti (IoT), hassas tarım uygulamalarıyla sulama, gübreleme ve haşere yönetimini optimize ederek tarımda dönüşüm sağlamaktadır. Toprak nem sensörleri, hava istasyonları ve ürün sağlığı izleme sistemleri gibi IoT cihazları, çevresel verileri gerçek zamanlı olarak toplayıp bulut platformlarına aktararak çiftçilerin bilinçli kararlar almasını, kaynak israfını azaltmasını ve verimi artırmasını sağlar. Hayvancılıkta ise sensörler, hayvan sağlığı ve hareketlerini izleyerek erken müdahaleyi mümkün kılar (Baranitharan ve ark., 2024). Ancak, yüksek başlangıç maliyetleri, kırsalda sınırlı internet bağlantısı ve veri güvenliği endişeleri, özellikle küçük çiftçiler için engel oluşturur. Hükümetin sübvansiyonları ve eğitim programları, IoT'nin yaygınlaşmasını desteklemektedir. İleride, yapay zeka ve veri analitiğiyle entegrasyon, IoT'nin Türk tarımında sürdürülebilirlik ve rekabet gücünü artırma potansiyelini güçlendirecektir.

Büyük Veri ve Analitik

Türkiye'de büyük veri ve analitik, tarımda karar alma süreçlerini dönüştürerek çiftçilere toprak, hava durumu, ürün performansı ve pazar trendleri gibi verilerden elde edilen

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

içgörülerle daha doğru ve zamanında bilgi sunmaktadır. Yapay zeka ve makine öğrenimiyle analiz edilen bu veriler, ekim zamanlaması, hasat planlaması, kaynak optimizasyonu ve pazar talebi tahminleri gibi alanlarda rehberlik sağlar (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020). Özellikle, hangi ürünlerin hangi bölgelerde daha verimli olacağını öngörmek ve ihracat odaklı ürün taleplerini tahmin etmek, üretim planlamasını kolaylaştırır. Ancak, veri entegrasyonu, veri kalitesi ve özellikle küçük ölçekli çiftçilerin teknik bilgi eksikliği gibi zorluklar mevcuttur. Hükümetin dijital tarım platformları ve eğitim programları, bu teknolojilerin yaygınlaşmasını desteklemektedir. Büyük veri ve analitik, Türk tarımının verimliliğini ve küresel rekabet gücünü artırmada güçlü bir araçtır.

Türk Tarımında Zorluklar ve Fırsatlar

Zorluklar

Türk tarımı, 2025 yılında bir dizi önemli zorlukla karşı karşıyadır:

İklim Değişikliği: Artan sıcaklıklar, düzensiz yağış modelleri ve sıklaşan kuraklıklar, ürün verimini ve su mevcudiyetini tehdit etmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde su kıtlığı, sürdürülebilir tarım için büyük bir engel oluşturmaktadır (Degirmencioglu ve ark., 2019).

Küçük Çiftlik Boyutları: Türkiye'deki çiftliklerin çoğu küçük ölçeklidir ve bu, modern teknolojilerin benimsenmesini ve ölçek ekonomilerinden faydalanmayı zorlaştırmaktadır (Tekin & Sındır, 2002).

Yüksek Üretim Maliyetleri: Gübre, pestisit ve enerji gibi girdilerin yüksek maliyetleri, çiftçilerin karlılığını azaltmakta ve uluslararası pazarlarda rekabet gücünü zayıflatmaktadır (Hezhev ve ark., 2024).

Yaşlanan Çiftçi Nüfusu: Kırsal alanlarda genç nüfusun azalması ve çiftçilik mesleğine ilginin düşmesi, sektörün uzun vadeli sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Kareska, 2024).

Teknolojik Benimsenme Engelleri: Hassas tarım, IoT ve büyük veri gibi teknolojilerin yüksek başlangıç maliyetleri ve çiftçilerin teknik bilgi eksikliği, bu yeniliklerin yaygınlaşmasını sınırlamaktadır (Munz & Schuele, 2022).

Fırsatlar

Türk tarımı, karşılaştığı zorluklara rağmen önemli fırsatlar sunmaktadır:

Teknolojik Yenilik: Hassas tarım, IoT, dronlar ve yapay zeka gibi teknolojiler, verimliliği artırarak ve çevresel etkiyi azaltarak Türk tarımını modernize etme potansiyeline sahiptir. Hükümetin sübvansiyonları ve eğitim programları, bu teknolojilerin yaygınlaşmasını desteklemektedir (Say ve ark., 2018).

İhracat Potansiyeli: Türkiye, fındık, kurutulmuş meyveler ve taze sebzeler gibi ürünlerde güçlü bir ihracat potansiyeline sahiptir. AB ve Orta Doğu pazarlarına yakınlığı, Türk tarım ürünlerinin küresel pazarlarda rekabet gücünü artırmaktadır (Gürbüzer & Çiftci, 2025).

Organik Tarım: Organik ürünlere olan küresel talebin artması, Türkiye'nin organik tarım sektörünü büyütmesi için bir fırsat sunmaktadır. Sertifikasyon programları ve ihracat odaklı stratejiler, bu alandaki büyümeyi destekleyebilir (Tıraşcı ve ark., 2020).

İklim-Akıllı Tarım: Kuraklığa dayanıklı ürün çeşitleri, su koruma teknikleri ve sürdürülebilir toprak yönetimi gibi uygulamalar, iklim değişikliğine karşı dayanıklılığı artırarak gıda güvenliğini destekleyebilir (Bas & Killi, 2024).

Kamu-Özel Ortaklıkları: Hükümet, özel sektör ve akademi arasındaki işbirlikleri, tarımsal yenilikleri hızlandırabilir ve sektöre daha fazla yatırım çekebilir (Hüseynova, 1996).

Sonuç ve Gelecek Perspektifleri

Türkiye'nin tarım sektörü, 2025 yılı itibarıyla geleneksel yöntemlerle modern teknolojilerin harmanlandığı bir geçiş sürecindedir. Buğday, arpa, pamuk, fındık ve taze meyve-sebze gibi ana ürünler hem iç talebi karşılıyor hem de ihracatı destekliyor.

Mevcut Durum ve Zorluklar

Sektör, **iklim değişikliği**, **su kıtlığı**, **yüksek üretim maliyetleri** ve **yaşlanan çiftçi nüfusu** gibi ciddi sorunlarla karşı karşıya. Ancak **hassas tarım**, **IoT**, **dronlar**, **yapay zeka** ve **iklim-akıllı uygulamalar** gibi yenilikçi teknolojiler, bu zorluklara çözüm sunarak önemli fırsatlar yaratıyor. Hükümetin **sübvansiyonlar**, **eğitim programları** ve **kamu-özel ortaklıkları** aracılığıyla bu teknolojilerin benimsenmesini teşvik etmesi, sektörün modernleşmesinde kilit rol oynuyor. Özellikle **organik tarım** ve **ihracata yönelik ürünlerin** artması, Türkiye'nin küresel pazarlardaki rekabet gücünü yükseltme potansiyeli taşıyor.

Gelecek Perspektifleri ve Çözümler

Türk tarımının geleceği, **teknolojik yeniliklerin yaygınlaşmasına**, **sürdürülebilir uygulamalara** ve **ihracat odaklı stratejilerin geliştirilmesine** bağlı. İklim değişikliğine karşı dayanıklılığı artırmak için **kuraklığa dayanıklı ürün çeşitleri** ve **su koruma teknikleri** gibi iklim-akıllı tarım yöntemlerinin benimsenmesi hayati önem taşıyor. Küçük ölçekli çiftçilerin modern teknolojilere erişimini artırmak amacıyla **eğitim** ve **finansal destek programları** güçlendirilmeli. **Büyük veri ve analitik kullanımı**, çiftçilerin daha bilinçli kararlar almasını sağlayarak verimliliği ve karlılığı artırabilir. Küresel rekabetçiliği sürdürmek için Türkiye'nin **organik tarıma** ve **katma değerli ürünlere** yönelik yatırımlarını artırması şart. Ayrıca, **kamu-özel ortaklıkları** ve **uluslararası işbirlikleri**, yenilik ve yatırım için önemli bir itici güç olacak.

Bu adımlar atıldığında, Türk tarımı mevcut zorlukların üstesinden gelerek ve ortaya çıkan fırsatları değerlendirerek 2030 ve sonrasında sürdürülebilir büyüme ve gıda güvenliği hedeflerine ulaşabilir. Hükümet politikaları, teknolojik yenilikler ve çiftçi eğitiminin birleşimi, Türkiye'yi küresel tarım sahnesinde lider bir konuma taşıma potansiyeline sahip.

Kaynaklar

Acevedo, M., Pixley, K., Zinyengere, N., Meng, S., Tufan, H., Cichy, K., & Porciello, J. (2020). Düşük ve orta gelirli ülkelerde küçük ölçekli üreticiler tarafından iklime dayanıklı ürünlerin

benimsenmesi üzerine bir kapsam incelemesi. *Nature Plants*, *6*(10), 1231–1241. https://doi.org/10.1038/s41477-020-00783-z

Ada, E., Kazancoglu, Y., & Sagnak, M. (2013). Küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ) tarım ürünü ihracat işinde rekabet gücünün artırılması: Türkiye örneği. *Agribusiness*, *29*(4), 524–537. https://doi.org/10.1002/AGR.21320

Adamides, G., Kalatzis, N., Stylianou, A., Marianos, N., Chatzipapadopoulos, F., Giannakopoulou, M., Papadavid, G., Vassiliou, V., & Neocleous, D. (2020). Smart farming techniques for climate change adaptation in Cyprus. *Atmosphere*, *11*(6), 557. https://doi.org/10.3390/atmos11060557

Atharva Kalbhor, Rohit Borole, Sakshi Karekar, Nidhi Deshmukh, & Aparna Lahane. (2025). Hassas tarımda YZ ve makine öğrenimi: Tarımsal hassas tarımın geleceği. *Ijraset Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*. https://doi.org/10.22214/ijraset.2025.66920

Aytop, Y., Çukadar, M., & Şahin, A. (2014). Dünyada Türkiye tarım sektörü profili. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, *1*(Özel Sayı-1), 688–694.

Badran, A., & Kashmoola, M. (2020). Smart agriculture using ınternet of things: A survey. In *Proceedings of the 1st International Multi-Disciplinary Conference Theme: Sustainable Development and Smart Planning, IMDC-SDSP 2020*. EAI. https://doi.org/10.4108/eai.28-6-2020.2298249

Baranitharan, B., Anupama, S., Kumar, R., Sawant, A. P., Priya, M. S., & Raj, A. (2024). Tarımda nesnelerin interneti: Fırsatlar ve zorluklar. *Journal of Scientific Research and Reports*, *30*(5), 123–135. https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i51987

Bas, S., & Killi, D. (2024). Türkiye'de ısı ve kuraklık stresinin sürdürülebilir tarım ve gelecekteki gıda güvenliği üzerindeki etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *12*(6), 1093–1103. https://doi.org/10.24925/turjaf.v12i6.1093-1103.6619

Cakmak, E. H. (2003). Türkiye'deki geçmiş ve gelecek tarım politikalarının değerlendirilmesi: sürdürülebilirliği sağlayabilir mi? *Department of Economics Middle East Technical University*, 155–165.

Degirmencioglu, A., Mohtar, R. H., Daher, B. T., Ozgunaltay-Ertugrul, G., & Ertugrul, O. (2019). Gediz havzasında ürün üretiminin sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi: su, enerji ve gıda bağlantısı yaklaşımı. *Fresenius Environmental Bulletin*, *28*(4), 2511–2522.

Demiryürek, K., Stopes, C., & Güzel, A. (2008). Organik tarım: Türkiye örneği. *Outlook on Agriculture*, *37*(4), 261–267. https://doi.org/10.5367/000000008787167754

Devendiran, R., Turukmane, A. V., Sathiyaraj, A., Rao, P. S., Prasad, B. B. K., & Pulipati, S. (2023). Akıllı sulama: Tarımda su yönetiminin devrimi, sürdürülebilir uygulamalar ve iyileştirilmiş ürün verimi. In *2023 6th International Conference on Recent Trends in Advance Computing (ICRTAC)* (pp. 651–656). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICRTAC59277.2023.10480750

Diallo, M. C. A., Santos, R. C., Gomes, E. P., Machado, C. A. C., Dias, C. R. A., Santos, E. C. dos, Padilha, G. A. C., Belarmino, M. D., Galiaso, M., Riffel, A. S., Silva, E. A. S. da, & Lovatto, J. (2024). Akıllı sulama uygulamasının zorlukları: su optimizasyonu ve tarımsal sürdürülebilirlik. *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, *17*(13), e13723. https://doi.org/10.55905/revconv.17n.13-270

Doggalli, G., Santhoshinii, E., Manojkumar, H. G., Srivastava, M., Ganesh, H. S., Barigal, A., & Kundu, R. (2024). Ürün hastalığı direncinde drone teknolojisi: Yenilikler ve zorluklar. *Journal of Scientific Research and Reports*, *30*(8), 2237. https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i82237

Doğan, Z., Arslan, S., & Berkman, A. (2015). Türkiye'de tarım sektörünün iktisadi gelişimi ve sorunları: tarihsel bir bakış. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *8*(1), 29–41.

Fisunoğlu, M., & Yeşilada, B. A. (2019). Türkiye'de tarım gelişiminin sorunları. In *Agrarian Reform In Reverse* (pp. 151–179). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429043604-6

Flores-Mancheno, C. I., & Palacios-López, L. A. (2025). Akıllı sulama teknolojileri ve tarımda su korunmasına katkısı. *Multidisciplinary Collaborative Journal*, *3*(1), 61–73. https://doi.org/10.70881/mcj/v3/n1/46

Giray, H. (2012). Türkiye tarımına genel bir bakış. *J Food, Agric Environ*, *10*, 292–295.

Grober, T., & Grober, O. (2020). Improving the efficiency of farm management using modern digital technologies. In D. Rudoy & S. Ignateva (Eds.), *E3S Web of Conferences* (Vol. 175, p. 13003). EDP Sciences. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017513003

Gubbuk, H., Polat, E., & Pekmezci, M. (2004). Türkiye'de organik meyve üretimi. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, Special ed*, *12*, 23–29.

Gul, D., & Banday, R. U. Z. (2024). İleri YZ ve makine öğrenimi ile ürün yönetiminin dönüştürülmesi: Sürdürülebilir tarım için yenilikçi stratejilere ilişkin içgörüler. *AI, Computer Science and Robotics Technology*. https://doi.org/10.5772/acrt.20240030

Gürbüzer, G. B., & Çiftci, F. (2025). Tarımsal ürün ihracatının projeksiyonları ve kırsal kalkınmaya etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, *22*(2), 574–588. https://doi.org/10.33462/jotaf.1619704

Hezhev, A., Platonovskiy, N., Shuldyakov, A., Vasil'eva, E., Gamidov, A., & Kirillova, S.S. (2024). Türkiye'de başlıca tarım ürünlerinin üretim maliyet parametrelerinde değişiklikler. *Moscow Economic Journal*. https://doi.org/10.55186/2413046x_2024_9_6_304

Hüseynova, S.B. (1996). Bölgelerde tarım sektörü gelişim stratejileri ve devlet politikası. *Scientific Works/Elmi Eserler*. https://doi.org/10.58225/tim.2024-2-62-70

Kacira, M., Sase, S., Kacira, O., Okushima, L., Ishii, M., Kowata, H., & Moriyama, H. (2004). Türkiye'de sera üretiminin durumu: Sebze ve çiçekçilik üretimine odaklanma. *Journal of Agricultural Meteorology*, *60*(2), 115–122. https://doi.org/10.2480/AGRMET.60.115

Kaloxylos, A., Eigenmann, R., Teye, F., Politopoulou, Z., Wolfert, S., Shrank, C., & Kormentzas, G. (2012). Çiftlik yönetim sistemleri ve gelecekteki internet çağı. *Computers and Electronics in Agriculture*, *89*, 130–144. https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.09.002

Karadavut, S., Erdogan, S., & Dayan, V. (2023). Tarım sürdürülebilirliğinin sulama ve ekonomik faktörlerle incelenmesi. *Black Sea Journal of Agriculture*, *6*(4), 394–401. https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1300422

Kareska, K. (2025). Sürdürülebilir tarım için zorluklar ve stratejik çözümler. *Available at SSRN 5016508*. https://doi.org/10.2139/ssrn.5016508

Kayıran, M., & Metintaş, M. Y. (2021). Türkiye'nin tarım politikaları (1918-1938). *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *12*(1), 115–131. https://doi.org/10.33537/SOBILD.2021.12.1.11

Khanpara, B. M., Patel, B. P., Parmar, N. B., & Mehta, T. D. (2024). Transforming agriculture with drones: Applications, challenges and ımplementation strategies. *Journal of Scientific Research and Reports*, *30*(8), 792–802. https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i82299

Kirkaya, A. (2020). Tarımda büyük veri ve analitik: fırsatlar ve zorluklar. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *44*(5), 512–520. https://doi.org/10.3906/tar-2003-15

Koç, E. (2020). Türkiye'de buğday üretiminde iklim değişikliği etkilerinin değerlendirilmesi ve çeşitli adaptasyon stratejileri. In *Climate Change and Food Security with Emphasis on Wheat* (pp. 43–54). https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819527-7.00003-0

Koncak Doğruer, M., Kahraman, M., Doğan, M., & Yeginbayeva, A. (2023). Türkiye'de tarım arazilerinin mekansal değişimi: CORINE verilerinin kullanımı. https://doi.org/10.3897/jbgs.e113364

Larkin, R. P. (2015). Toprak sağlığı paradigmaları ve hastalık yönetimi için etkileri. *Annual Review of Phytopathology*, *53*(1), 199–221. https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080614-120357

Malabadi, R. B., Kolkar, K. P., Chalannavar, R. K., Coronado, K. V. C., Mammadova, S. S., Baijnath, H., & Abdi, G. (2024). Sera tarımı: Hidroponik dikey tarım-nesnelerin interneti (IoT) teknolojileri: Güncellenmiş bir inceleme. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, *23*(02), 2634–2686. https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.2.2595

Merdan, K. (2024). Türkiye'nin tarım sektörü: Tarımının dünü, bugünü ve yarını. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *8*(1), 47–70. https://doi.org/10.33399/biibfad.1337246

Mitchell, S., Weersink, A., & Erickson, B. (2018). Adoption of precision agriculture technologies in Ontario crop production. In C. Willenborg (Ed.), *Canadian Journal of Plant Science* (Vol. 98, Issue 6, pp. 1384–1388). Canadian Science Publishing. https://doi.org/10.1139/cjps-2017-0342

Mocanu, M., Cristea, V., Negru, C., Pop, F., Ciobanu, V., & Dobre, C. (2015). Çiftlik yönetimi için bulut tabanlı mimari. In *2015 20th International Conference on Control Systems and Computer Science* (pp. 814–819). IEEE. https://doi.org/10.1109/CSCS.2015.55

Muhammad Naveed, Usama Waheed, Mehrab Ijaz, Areeba Sehar, Mazhar Attique, Mahnoor, Salman Javed, Hamza Bin Sajid, Mobeen Ahmad, & Ali Hassan. (2023). İklime dayanıklı ve kuraklığa dayanıklı buğday çeşitleri için genomik ilerlemeler: Bir inceleme. *International Journal of Advanced Research*, *11*(03), 361–372. https://doi.org/10.21474/ijar01/16431

Munz, J., & Schuele, H. (2022). Hassas tarım teknolojisi benimsenmesinin başarısını etkileyen faktörler: Küçük ölçekli tarımda ekonomik başarı faktörlerinin model tabanlı incelemesi. *Agriculture*, *12*(11), 1773. https://doi.org/10.3390/agriculture12111773

Naganjali, K., Charitha, N., Aslam, S., Saikishore, A., Sravanthi, D., Siddappa, K., & Pavani, T. (2024). Tarımda su kullanımını yeniden şekillendirme: Teknikler ve yeni ortaya çıkan yenilikler. *Journal of Scientific Research and Reports*, *30*(7), 1055–1066. https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i72215

Nirav Rathod. (2020). Smart farmıng: IoT based smart sensor agriculture stick for live temperature and humidity monitoring. *International Journal of Engineering Research and Technology*, *V9*(07). https://doi.org/10.17577/ijertv9is070175

Nithya, K. A. A., Muthumanickam, D., Pazhanivelan, S., Kumaraperumal, R., & Kannan, P. (2024). Gökyüzünden toprağa: Ürün verimini maksimize etmede dronların rolü. *Plant Science Today*, *11*, 5773. https://doi.org/10.14719/pst.5773

Nugmanov, A. B., Tulayev, Y. V., Tulkubayeva, S. A., & Somova, S. V. (2018). Developing a system of organic farming technologies to obtain environmentally clean agricultural products (organic food) in the steppe zone of the kostanai region. *OnLine Journal of Biological Sciences*, *18*(2), 130–137. https://doi.org/10.3844/ojbsci.2018.130.137

Obalum, S. E., Ezenne, G. I., Watanabe, Y. Y., & Wakatsuki, T. (2011). Tarım için yükselen su kıtlığı sorunu: Toprak nemini ve serbest su yüzeyini koruma stratejileri arayışı. *Journal of Water Resource and Protection*, *3*(3), 166–175. https://doi.org/10.4236/JWARP.2011.33021

Olgun, M., & Erdogan, S. (2009). Doğu anadolu'da ürün verim potansiyelinin modellenmesi: Coğrafi ağırlıklı regresyon kullanımı. *Archives of Agronomy and Soil Science*, *55*(3), 255–263. https://doi.org/10.1080/03650340802478807

Özkan, A. (2016). Türkiye tarımında yaşanan sorunlar ve alternatif tarımsal üretim anlayışlarının değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *19*(35), 411–430. https://doi.org/10.31795/baunsobed.645310

Puneeth, M., Avinash, G., Sandhya, G. N., & Somashekar, K. (2023). Tarımda IoT tabanlı akıllı çözümler: Ürün izleme ve yönetim. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, *14*(3), 45–52. https://doi.org/10.26483/ijarcs.v14i3.7890

Rastogi, M., Kolur, S. M., Burud, A., Sadineni, T., Sekhar, M., Kumar, R., & Rajput, A. (2024). Tarımda su koruma tekniklerini geliştirme: Sürdürülebilir kaynak yönetimi için bir inceleme.

Journal of Geography, Environment and Earth Science International, *28*(3), 41–53. https://doi.org/10.9734/jgeesi/2024/v28i3755

Rezaei, E. E., Ghazaryan, G., & Yamaç, S. S. (2023). Türkiye'de ürün üretimi: Trendler ve etken değişkenler. *Environmental Research Communications*, *5*(3), 031001. https://doi.org/10.1088/2515-7620/acbd1e

Saiz-Rubio, V., & Rovira-Más, F. (2020). Çiftlikten çatala: Tarımda büyük veri ve analitik devrimi. *Computers and Electronics in Agriculture*, *178*, 105741. https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105741

Sarma, H. H., Das, B. C., Deka, T., Rahman, S., Medhi, M., & Kakoti, M. (2024). Veri odaklı tarım: Toprak sağlığı, ürün besinleri, hastalık tespiti, hava tahmini ve tarımda gübre optimizasyonu için yazılım yenilikleri. *Journal of Advances in Biology and Biotechnology*, *27*(8), 878–896. https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i81209

Say, S. M., Keskin, M., Sehri, M., & Sekerli, Y. E. (2018). Hassas tarım teknolojilerinin benimsenmesi: Çiftçi perspektifleri ve ekonomik etkiler. *Precision Agriculture*, *19*(1), 1–15. https://doi.org/10.1007/s11119-017-9523-2

Schimmelpfennig, D., & Lowenberg-DeBoer, J. (2020). Çiftlik türleri ve hassas tarım benimsenmesi: Ürünler, bölgeler, toprak değişkenliği ve çiftlik büyüklüğü. *Global Institute for Agri-Tech Economics Working Paper*, *01*-20. https://doi.org/10.2139/ssrn.3689311

Sindir, K. O. (2005). Türk tarımında bilgi ve iletişim teknolojileri. *Outlook on Agriculture*, *34*(1), 49–53. https://doi.org/10.5367/0000000053295105

Singh, K. A. P., Goutam, P. K., Xaxa, S., Nasima, S. P., Panotra, N., & Rajesh, G. (2024). Ürün üretimini düzenlemede sera teknolojisinin rolü. *Journal of Experimental Agriculture International*, *46*(6), 776–798. https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i62532

Singh, N., Gupta, D., Joshi, M., Yadav, K., Nayak, S., Kumar, M., & Rajpoot, A. S. (2024). Tarımda drone teknolojisinin uygulanması: Modern bir yaklaşım. *J. Sci. Res. Rep*, *30*, 142–152.

Sodhi, G. K., & Jamwal, P. (2024). Akıllı tarım: *International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT)*, *9*(5), 3388-3390. https://doi.org/10.38124/ijisrt/ijisrt24may2442

Subedi, A. (2023). Tarımda yapay zeka ve makine öğrenimi kullanımı üzerine bir inceleme. *Big Data In Agriculture (BDA)*, *5*(2), 71–72. https://doi.org/10.26480/bda.02.2023.71.72

ŞAHİN KOÇAK, A. (2023). Türkiye ve dünyada tarımın tarihsel gelişimi: Uygulanan vergiler ve ekonomiye katkısı. *SSD Journal*, *8*(40), 163–176. https://doi.org/10.31567/ssd.1035

Tan, S., Hasdemir, M., & Everest, B. (2015). Türkiye'de Tarım Destek Politikaları. *International Conference on Eurasian Economies 2015*, 266–270.

Tekin, A. B. (2011). Türk tarımında bilgi ve iletişim teknolojisi: Bir değerlendirme. *Outlook on Agriculture*, *40*(2), 147–156.

Tekin, A. B., & Sındır, K. O. (2002). Türkiye'de hassas tarımın beklentileri ve zorlukları. *Proceedings of the Union of Scientist Rousse, Energy and Efficiency and Agricultural Engineering (EE & AE 2002)*, 4–6.

Tıraşcı, S., Erdoğan, Ü., & Aksakal, V. (2020). Türkiye'de organik tarım. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *8*(11), 2348–2354. https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i11.2348-2354.3505

Țopa, D. C., Căpșună, S., Calistru, A. E., & Ailincăi, C. (2025). Modern tarımda toprak sağlığını ve ürün kalitesini artırmak için sürdürülebilir uygulamalar: Bir inceleme. *Agriculture; Basel*, *15*(9). https://doi.org/10.3390/agriculture15090998

Trichkova-Kashamova, E., & Paunova-Hubenova, E. (2021). Hayvancılıkta entegre yazılım çözümleri. In *2021 International Conference Automatics and Informatics (ICAI)* (pp. 248–251). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICAI52893.2021.9639487

Uysal, O., & Veziroğlu, P. (2020). Türk tarımına genel bakış ve COVID-19 pandemisinde gelecek perspektifleri. https://doi.org/10.24925/TURJAF.V8I12.2643-2650.3849

Uzundumlu, A. S. (2012). Tarım sektörünün ülke ekonomisindeki yeri ve önemi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, *22*(1), 34–44.

Walter, A., Finger, R., Huber, R., & Buchmann, N. (2017). Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *114*(24), 6148–6150. https://doi.org/10.1073/pnas.1707462114

White, P. J., Crawford, J. W., Díaz Álvarez, M. C., & García Moreno, R. (2012). Sürdürülebilir tarım için toprak yönetimi. *Applied and Environmental Soil Science*, *2012*. https://doi.org/10.1155/2012/850739

White, P. J., Crawford, J. W., Díaz Álvarez, M. C., & García Moreno, R. (2014). Sürdürülebilir tarım için toprak yönetimi 2013. *Applied and Environmental Soil Science*, *2014*. https://doi.org/10.1155/2014/536825

Yilmaz, I., Sayin, C., & Ozkan, B. (2005). Türk sera endüstrisi: Geçmiş, bugün ve gelecek. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, *33*(3), 233–240. https://doi.org/10.1080/01140671.2005.9514355

You, L., Wood, S., Wood-Sichra, U., & Wu, W. (2014). Küresel ürün dağıtım haritaları üretimi: Nüfus sayımından ızgaraya. *Agricultural Systems*, *127*, 53–60. https://doi.org/10.22004/AG.ECON.25737

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

TARIM VE TARIM DIŞI ALANLARDA TERMAL YÖNTEMLERLE YABANCI OT KONTROLÜ: ETKİNLİK, UYGULAMA VE ÇEVRESEL ETKİLER

Dr. Cemal TÜLEK

Iğdır Üniversitesi

hamidiye.1960@gmail.com - 0000-0003-3898-9646

Özet

Tarım ve tarım dışı alanlarda yabancı otlar, verim kayıplarından estetik ve işlevsel sorunlara kadar çeşitli olumsuz etkilere sahiptir. Yabancı ot mücadelesinde kimyasal yöntemler yaygın olarak kullanılırken, çevresel etkileri ve direnç gelişimi nedeniyle kimyasal olmayan alternatifler giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, Alevleme, sıcak su, sıcak buhar, sıcak hava, elektrik şoku, mikrodalga, kızılötesi ve donma gibi yöntemleri kapsayan termal yabancı ot kontrolü etkili bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Termal yöntemlerin etkinliği, hedef yabancı ot türüne, bitkinin büyüme aşamasına, maruz kalma süresine ve uygulanan enerji miktarına bağlıdır. Özellikle yanma ve sıcak su uygulamaları, yabancı otların erken büyüme aşamalarında yüksek kontrol verimi sağlar. Mikrodalga ve kızılötesi uygulamaları ise türlere bağlı olarak değişken etkinlik göstermektedir. Kimyasal kontrolle karşılaştırıldığında, termal yöntemler çevreye daha az zarar verir ve herbisit direncinin yönetiminde önemli bir alternatif sunar. Bu çalışma, farklı termal yöntemlerin mekanizmalarını, avantajlarını, dezavantajlarını ve uygulama parametrelerini derleyerek, tarım ve tarım dışı alanlarda etkili yabancı ot kontrolüne dair güncel bilgiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yabancı ot kontrolü, Termal yöntemler, Sıcak su uygulaması, Tarım ve tarım dışı alanlar

1.GİRİŞ

Tarım alanlarında yabancı otlar, ürün verimi ve kalitesinde önemli kayıplara neden olmakta, hasat işlemlerini güçleştirmekte ve ayrıca birçok hastalık ile zararlı için konukçu görevi üstlenerek dolaylı zararlar oluşturmaktadır. Yabancı otların yol açtığı verim kayıpları; yetiştirilen ürün türü, iklim koşulları ve kullanılan mücadele yöntemlerine bağlı olarak değişmekte ve kimi durumlarda oldukça yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Benzer şekilde, yabancı otlar yalnızca tarım alanlarında değil, tarım dışı alanlarda da sorun teşkil etmektedir. Bu alanlarda yabancı otlar, estetik değeri bozarak hoş olmayan bir görünüm oluşturmakta, alanın ihmal edilmiş olduğu izlenimini vermekte (Rask, 2012) ve işlevselliği azaltmaktadır.Yabancı otların tarım ve tarım dışı alanlardaki bu olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Uygulama kolaylığı ve hızlı sonuç vermesi nedeniyle en yaygın yöntemlerden biri herbisitlerle kimyasal mücadeledir. Ancak, herbisitlerin yoğun ve kontrolsüz kullanımı çevresel riskleri artırmış ve alternatif, çevre dostu yöntemlerin önemini gündeme getirmiştir. Bu bağlamda öne çıkan yöntemlerden biri de termal yabancı ot mücadelesidir. Termal yabancı ot mücadelesi, yalnızca tarım alanlarında değil, tarım dışı alanlarda da başarıyla uygulanabilen, kimyasal içermeyen bir kontrol yöntemidir (Çolakoğlu ve Kitiş, 2014; Gürbüz ve ark., 2019). Yöntemin etkinliğini artırmak ve yüksek maliyetleri

azaltmak için, ısının yabancı otları öldürme mekanizmasının anlaşılması önemlidir. Termal yöntemlerde kullanılan ekipman, genellikle zorunlu konveksiyon yoluyla ısının bitkilere aktarılmasını sağlar (Merfield, 2010). Bu süreçte ısı hızla bitkiye iletilir, hücre yapısı bozulur ve proteinler denatüre olur (Ellwanger ve ark., 1973; Cheng, 2007). Dolayısıyla uygulanan doz ve birim alana aktarılan enerji miktarı, yöntemin başarısında kritik parametrelerdir. Uygun dozların belirlenmesi, uygulama sayısını azaltarak enerji tasarrufu sağlamakta ve aşırı enerji kullanımını önlemektedir (Hansson ve Ascard, 2002; De Cauwer ve ark., 2015).Termal yabancı ot mücadelesinde kullanılan yöntemler genel olarak iki grupta sınıflandırılmaktadır: (i) sıcak su, sıcak hava, buhar, alev ve kızılötesi ışınlama gibi doğrudan ısı uygulamaları, (ii) ultraviyole (UV) radyasyonu, lazer, mikrodalga ve elektrik gibi dolaylı ısı transfer yöntemleri. Ayrıca, farklı bir yaklaşım olarak bitkiler üzerinde stres faktörü oluşturan dondurma yöntemi de kullanılabilmektedir (Rask ve Kristoffersen, 2007). Yabancı otların toprak üstü kısımlarında etkili bir hasar oluşturabilmek için sıcaklığın genellikle 40 °C'nin üzerine çıkması gerekmektedir; ancak bu değer türler arasında büyük farklılık gösterebilmektedir (Collins, 1999). Bu noktada "zaman–sıcaklık ilişkisi" kritik öneme sahiptir. Sıcaklık arttıkça, bitkinin öldürülmesi için gerekli maruz kalma süresi doğrusal olarak azalmaktadır (Levitt, 1980). Nitekim Ascard (1997), yapraklarda öldürücü etkinin 55–70 °C aralığında gerçekleştiğini ve bunun için 65–130 milisaniyelik bir süreye ihtiyaç duyulduğunu bildirmiştir. Isıya maruz kalan bitkilerde meydana gelen protein denatürasyonu, protoplastın genleşerek yırtılmasına, ardından ise kuruma ve ölümle sonuçlanan süreçlere yol açmaktadır (Ellwanger ve ark., 1973a,b; Collins, 1999).Protein denatürasyonu, maruz kalma süresine bağlı olarak 45 °C gibi daha düşük sıcaklıklarda da başlayabilmektedir (Sutcliffe, 1977; Levitt, 1980). Bununla birlikte, etkinlik üzerinde yabancı otun gelişim dönemi ve tür özellikleri belirleyici rol oynamaktadır. Kontrolü zor olan dar yapraklı ve çok yıllık türler dahi termal yöntemlerle kabul edilebilir düzeylerde baskılanabilmektedir (Rask, 2012). Ayrıca, erken gelişim dönemlerinde yapılan uygulamalar enerji tasarrufu sağlamakta, mücadele süresini kısaltmakta ve maliyetleri azaltmaktadır.

2.Yabancı Ot Kontrolünde Termal Yöntemler

Termal yabancı ot kontrolü, bir enerji kaynağından elde edilen ısı enerjisinin bitkiye aktarılması ve lokal olarak sıcaklığın artırılması suretiyle yabancı otların yüksek ısıya maruz bırakılarak kontrol altına alınması şeklinde tanımlanmaktadır (Bauer ve ark., 2020). Bu yaklaşım kapsamında alevleme, sıcak su uygulaması, buhar uygulaması, sıcak hava, elektrik şoku, mikrodalga radyasyonu, kızılötesi radyasyon, lazer uygulaması, UV radyasyonu ve dondurma gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları (örneğin alevleme, sıcak su ve buhar uygulamaları) ısı enerjisini doğrudan bitkiye iletirken, diğerleri (örneğin mikrodalga ve UV radyasyonu) ısıyı dolaylı yoldan aktarmaktadır (Rask ve Kristoffersen, 2007). Isı enerjisinin doğrudan ya da dolaylı biçimde yabancı otlara iletilmesi, bitki dokularında hasara yol açarak kontrolün sağlanmasını mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte, her yöntemin kendine özgü avantajları ve sınırlılıkları mevcuttur. Termal yöntemlerin etkinliği; sıcaklık düzeyi, maruz kalma süresi ve bitkiye aktarılan enerji miktarı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Hatcher ve Melander, 2003; Ascard ve ark., 2007; Zimdhal, 2007; Guerra ve Steenwerth, 2012; Bauer ve ark., 2020). Ayrıca, yabancı otların gelişim dönemi de kontrol başarısında kritik rol oynamaktadır (Hansson ve Ascard, 2002; Kitiş ve Gök, 2013; Koç, 2019;

Güney Sarıtaş, 2019). Gelişim dönemi ilerledikçe etkin bir kontrol için daha yüksek düzeyde enerji gerekmektedir. Yabancı otların yaşam döngüsü (tek yıllık ya da çok yıllık olmaları) de termal yöntemlerin etkinliğini belirleyen önemli bir etmendir. Genel olarak, çok yıllık yabancı otların termal yöntemlerle kontrolü tek yıllıklara kıyasla daha güçtür (Hansson, 2002; Kitiş ve Ekinci, 2014; Koç, 2019; Güney Sarıtaş, 2019). Kimyasal mücadeleye kıyasla, termal yöntemlerin yeniden uygulanma aralıkları daha kısa olmakla birlikte (Reichel, 2003; Kristoffersen ve ark., 2004; Rask ve Kristoffersen, 2007;), bu yöntemlerde herbisitlerin yol açtığı kalıntı sorunları söz konusu değildir. Ayrıca, kimyasal mücadeleye göre çok daha kısa sürede sonuç elde edilebilmesi, termal yöntemlerin önemli bir avantajını oluşturmaktadır.

2.1 Alevleme

Alevleme, termal yabancı ot mücadelesinde en yaygın olarak tercih edilen yöntemdir. Bu yöntem, toprak yüzeyinde yeni çıkış yapan yabancı otların büyüme noktalarına yüksek sıcaklık uygulanarak zarar verilmesine dayanmaktadır. Temel prensip yanmadan farklıdır; yanma yerine, kısa süreli yüksek ısı uygulaması sonucu hücre özsuyunun genleşmesi, hücre duvarlarının parçalanması ve bunun sonucunda bitkinin solması ve ölmesi söz konusudur (Ascard, 1995). Uygulamalarda çoğunlukla propan ve benzeri yanıcı gazlar kullanılmakta olup, elde taşınabilir ve sırt tipi cihazların yanı sıra traktöre monte edilmiş modeller de geliştirilmiştir. Alevleme, hem tarımsal hem de tarım dışı alanlarda uygulanmaktadır. Tarım dışı alanlarda özellikle yol kenarlarında, park ve rekreasyon alanlarında, spor sahalarında, pistlerde, kaldırımlarda ve bina çevrelerinde yabancı ot kontrolünde kullanılmaktadır. Örneğin, Danimarka ve İsveç'te sert zeminlerde gelişen yabancı otların kontrolünde alevleme yaygın şekilde uygulanmaktadır (Hansen ve ark., 2004). Almanya'da ise demiryolu hatlarında sorun oluşturan yabancı otların kontrolü amacıyla trenlere monte edilmiş alevleme sistemlerinden yararlanılmaktadır (Kreeb ve Warnke, 1994).

2.2 Sıcak Su Uygulaması

Sıcak su uygulaması, termal yabancı ot kontrol yöntemleri kapsamında değerlendirilen ve hem tarımsal üretim alanlarında hem de tarım dışı alanlarda uygulanabilecek alternatif bir yöntemdir. Sıcak su, çıkmış yabancı otların kontrolünde etkili olmasının yanı sıra, çok daha düşük sıcaklıklarda (45–50 °C) Avrupa ülkelerinde ciddi sorun yaratan istilacı bir tür olan *Impatiens glandulifera* tohumları üzerinde öldürücü etki göstererek tohum çimlenmesini engellediği bildirilmiştir (Oliver ve ark., 2020). Bu yöntemde, ısı enerjisi bitkiye su aracılığıyla aktarılmaktadır. Su kullanımının alev yerine tercih edilmesi, alevle yakma yöntemine bağlı yangın risklerini ortadan kaldırmaktadır (Hansson ve Mattsson, 2002). Sıcak su uygulaması, yabancı otların tüm toprak üstü organlarını etkili bir şekilde kontrol edebilmekle birlikte, herbisit uygulamalarına kıyasla enerji tüketimi daha yüksek olabilmektedir (Hansson ve Ascard, 2002).

2.3 Sıcak Buhar Uygulaması

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Yabancı ot kontrolünde sıcak buhar uygulamasında, ısı enerjisi bitkiye gaz hâlindeki su aracılığıyla iletilir. Yabancı ot dokularındaki sıcaklık artışı, hücresel yapının bozulmasına neden olur (Kristoffersen ve ark., 2008a; Rask ve ark., 2013). Buharın yüksek ısı enerjisi, bitkinin toprak üstü organlarına maruz kalma süresine bağlı olarak zarar verir ve sonunda bitkinin ölümüne yol açar. Ayrıca, uygulama sırasında toprağın belirli bir derinliğine nüfuz eden ısı enerjisi, toprakta bulunan bazı yabancı ot tohumlarının kontrolünü de mümkün kılar (Hansson ve Ascard, 2002; Kristoffersen ve ark., 2007).

2.4 Sıcak Hava Uygulaması

Sıcak hava, birçok alanda sorun oluşturan yabani otların yönetiminde kullanılan bir termal yabancı ot kontrol yöntemi olarak uygulanabilir. Bu yaklaşımda, hava çeşitli enerji kaynakları kullanılarak ısıtılır ve ısı enerjisi sıcak hava aracılığıyla yabani otlara aktarılır. Genellikle sıcak hava üretmek için LPG veya propan gazı kullanılır; ancak, son zamanlarda çevrimiçi olarak satılan elektrikle çalışan sıcak hava cihazları da mevcuttur.Yine de, sıcak hava uygulamaları yaygın olarak tercih edilmemektedir, çünkü ısı enerjisi yabancı otlara verimli bir şekilde iletilmemekte ve bu da daha az etkili yabancı ot kontrolüne yol açmaktadır. Ticari cihazlar, sıcak hava uygulamaları kullanılarak topraktaki yabani ot tohumlarını öldürmek amacıyla da geliştirilmiştir (Bond ve Grundy, 2001). Günümüzde, Danimarka'da UKB adı altında satılan ve kullanılan sistemler mevcuttur. Bu cihazlar bağımsız olarak çalışabilir veya diğer araçlarla birleştirilebilir. Bu sistemde, yabani otlar genellikle LPG gazı kullanılarak 300–500 °C arasında ısı enerjisi üretilerek kontrol edilir. Ancak, diğer termal yöntemlerle karşılaştırıldığında, sıcak hava uygulaması etkili yabancı ot kontrolü sağlamak için çok daha fazla enerji gerektirir (Wood, 2004; Boonen ve ark., 2013).

2.5 Elektrik Şoku

Yabancı otların elektrotermal kontrolü, 1800'lerin sonlarında ABD'de bu amaçla bir cihazın patentlenmesiyle başlamıştır (Sharp, 1892). Söz konusu mekanizma, sonraki yıllarda geliştirilen makinelerde de kullanılmış olup günümüzde modern ekipmanlarda hâlâ uygulanmaktadır.Yabancı otların elektriksel kontrolü, iki temel kategoriye ayrılmaktadır: kıvılcım boşalımı ve sürekli temas yöntemleri. Kıvılcım boşalımı sisteminde, çok yüksek voltajlı (25–60 kV) bir akım çok kısa bir süre boyunca yabancı otlara iletilmektedir (25–60 kV, 1–3 µs). Bu yöntemde, bitki ile temas hâlinde bir elektrot çifti kullanılabileceği gibi, elektrot bitkinin üzerinde asılı konumda da bulunabilir. Buna karşılık, sürekli temas yönteminde, yüksek voltajlı bir kaynağa (15 kV, 54 kW) bağlı elektrot, bitki ile temas süresi boyunca elektrik akımını iletmektedir. Kıvılcım boşalımı yönteminde elektrik şokunun oluşturduğu dalga, yabancı otlarda zarara yol açarken, sürekli temas sisteminde elektrik akımının neden olduğu hızlı ısıtma etkisi bitkisel dokuda tahribata neden olmaktadır (Diprose ve Benson, 1984).

2.6 Mikrodalga Radyasyonu

Mikrodalga teknolojisi, II. Dünya Savaşı sırasında askeri ekipmanların üretimi ve tasarımı üzerine yapılan araştırmalar sonucunda keşfedilmiş olup, bu tarihten itibaren birçok alanda uygulanmıştır (Gwarek ve Celuch-Marcysiak, 2004). En basit tanımıyla mikrodalgalar, ışık hızıyla hareket eden, kısa dalga boyuna (1 mm – 1 m) ve yüksek frekansa (300 MHz – 300 GHz) sahip elektromanyetik enerjidir (Pelletier ve Colpitts, 2001). Mikrodalga fırınlarda kullanılan mikrodalgalar, yüksek ısıl enerji taşıyan 2–4 GHz frekans aralığına sahip S-bandında yer almaktadır (Pozar, 2012).

Mikrodalgalar hem toprak yüzeyine yakın konumlanmış yabancı ot tohumlarına hem de genç yabancı ot bireylerine uygulanabilmektedir. Işınlanan yabancı otlarda mikrodalgalar ilk olarak hücre duvarına nüfuz eder ve sonrasında bitki dokuları içerisindeki su molekülleri tarafından absorbe edilir. Bunun sonucunda, su içeren dokular aşırı ısınmaya maruz kalarak sitoplazmanın hücre duvarından taşmasına yol açar. Ayrıca, aşırı ısınmanın etkisiyle yabancı ot dokularındaki proteinler denatüre olur ve işlevselliklerini kaybeder (Brodie ve ark., 2012).

2.7 Kızılötesi (IR) Radyasyon

Kızılötesi radyasyon, dalga boyları 750 nm ile 1 mm arasında ve frekansları 300 GHz ile 430 THz arasında değişen, görünür ışıktan daha uzun ancak mikrodalgalardan daha kısa olan ışınımlar şeklinde tanımlanmaktadır. İlk olarak 19. yüzyılın başlarında astronom William Herschel tarafından keşfedilmiştir. Kızılötesi radyasyon; gece görüş sistemleri, izleme sistemleri, iletişim, termografi ve ısıtma gibi çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ayrıca, ısı formunda taşıdığı yüksek enerji, yabancı ot kontrolünde de kullanılabilmektedir (Lynch ve Livingston, 2001).Yabancı ot kontrolüne yönelik geliştirilen kızılötesi (IR) yayıcılarında, çoğunlukla petrol gazı türevlerinin yanmasından açığa çıkan enerji kullanılmaktadır. Bu tür sistemlerde, IR enerjisi seramik veya metal yüzeylerin ısıtılmasıyla üretilmekte ve bu yapı, gazla çalışan kızılötesi ısıtıcılara benzemektedir. Aslında bu yöntem, yabancı ot yönetiminde pratik olarak kullanılan alevleme yönteminin biraz değiştirilmiş bir versiyonu olarak değerlendirilebilir. Ancak alev pülverizatörlerinden farklı olarak, IR sistemlerinde ısı, yalıtılmış bir panel yüzeyine dağıtılmakta ve bu yüzey yaklaşık 900 °C sıcaklığa ulaşarak temas ettiği yabancı otlarda hasara neden olmaktadır (Ascard, 1998).

2.8 Lazer ışığı

Lazer ışığının keşfinden sonra, tıp, endüstri, savunma, telekomünikasyon, mikrobiyoloji ve uzay teknolojisi gibi birçok alanda hızla kullanılmaya başlanmış ve bu alanlarda önemli avantajlar sağlamıştır. Kullanım alanlarının genişlemesiyle birlikte lazer teknolojisinin gelişimi de hız kazanmış ve kullanım amaçlarına bağlı olarak farklı lazer türleri ortaya çıkmıştır. Günümüzde diyot lazerler, CO_2 lazerler, iyon lazerler ve kimyasal lazerler gibi çeşitli türler bulunmaktadır (Köksal ve Köseoğlu, 2010). Lazer ışını ile yabancı ot kontrolünde, yoğunlaştırılmış enerji doğrudan bitkiye yönlendirilmekte ve bu durum, bitki hücrelerindeki suyun sıcaklığını artırarak büyümenin yavaşlamasına ya da tamamen durmasına yol açmaktadır. Bu süreç, bitkilerin meristem dokularında gerilemeye neden olabilmekte ve bazı yabancı ot türlerinde ölüme kadar varan etkiler gösterebilmektedir (Mathiassen ve ark., 2006). Yöntem, bitki dokularındaki suyun sıcaklığını artırmaya dayandığından genellikle termal bir

kontrol tekniği olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak lazer ışınlarının yabancı otları kesme özelliği de bulunduğundan mekanik bir yöntem olarak da değerlendirilebilmektedir. Yabancı ot yönetiminde genellikle CO_2 lazerler tercih edilmektedir. Bu lazerler son derece güçlü ve etkilidir; sürekli dalga ve darbeli olmak üzere iki formda bulunmaktadır (Silfvast, 2004). Uygulamada lazer ışınının hedefe hassas bir şekilde odaklanması kritik öneme sahiptir; çünkü lazer uygulaması temas esaslı bir yöntemdir ve zarar yalnızca ışının temas ettiği noktada meydana gelmektedir. Genellikle yabancı otların sürgün ucu, gövdesi veya yaprakları kesme amacıyla hedef alınmaktadır. En etkili sonuçlar, ışının apikal meristeme uygulanmasıyla elde edilmiştir; çünkü bu doku, bitkinin başlıca büyüme noktalarından birini temsil etmektedir. Ana büyüme noktası tahrip edildiğinde gelişim engellenmekte, hatta birçok durumda yabancı ot tamamen yok olabilmektedir. Lazer uygulaması için önerilen dönem, bitkinin erken gelişim evresi olup özellikle ilk gerçek yaprakların çıkmaya başladığı dönemdir.

2.9 Ultraviyole (UV) Radyasyonu

Dalgaboyu 100–400 nm arasında değişen ve X-ışınları ile görünür ışık arasında yer alan elektromanyetik radyasyon ultraviyole (UV) radyasyonu olarak adlandırılır. UV radyasyonu ilk kez 1801 yılında Alman fizikçi Ritter tarafından X-ışınlarının kimyasal maddelerle etkileşimini araştırırken keşfedilmiştir (Hockberger, 2002). UV radyasyonu insan gözü tarafından algılanamaz; ancak yakın-UV ışınları böcekler, kuşlar ve balıklar tarafından algılanabilmektedir. Güneş'ten yayılan UV ışınlarının bir kısmı ozon tabakasını geçerek Dünya yüzeyine ulaşabilirken, bir kısmı ozon tabakası tarafından absorbe edilmektedir.UV radyasyonu, sahip olduğu farklı özellikler ve canlılar üzerindeki etkilerine göre üç gruba ayrılmaktadır: UV-A, UV-B ve UV-C. UV-A radyasyonu (320–400 nm) en yaygın olan ve insan sağlığı açısından en az zararlı türdür. Ozon tabakası bu ışınların geçişine izin verdiği için Dünya yüzeyine ulaşabilmektedir. UV-B radyasyonu (290–320 nm) canlılar için oldukça tehlikelidir, ancak büyük bir bölümü ozon tabakası tarafından absorbe edilmektedir. UV-C radyasyonu (100–290 nm) ise en zararlı türdür; ancak ozon tabakası tarafından tamamen tutulduğundan Dünya yüzeyine ulaşamamaktadır (Stark ve Tan, 2008).

2.10 Dondurma

Tıpkı bitki hücrelerinin yüksek sıcaklıklarda zarar gördüğü gibi, düşük sıcaklıklarda da zarar görürler. Bunun nedeni, sitoplazmanın donduğunda genişlemesi ve aşırı ısınmada olduğu gibi hücre duvarının yırtılmasına yol açmasıdır. Bu nedenle, donmaya maruz kalan bir bitkide gözlenen semptomlar, ısı stresine maruz kalan bitkilerde görülenlerle benzerdir. Düşük sıcaklıklara maruz bırakılarak yabancı otların yönetiminde, özellikle kış aylarında, sucul yabancı otların bulunduğu habitatlardaki su seviyesi düşürülerek sürgünlerin dona maruz kalması sağlanır (Gangstad, 1982). Bu yöntem, Avrasya suyaprağı (*Myriophyllum spicatum L.*) ve su nilüferleri *(Nymphaea spp.*) kontrolünde uygulanmıştır. Su seviyesinin düşürülmesi ve tekrarlayan donma-çözülme döngüleri, sucul yabancı otların rizom gibi yer altı organlarına da zarar verir.Yabancı otların donma yoluyla kontrolünde bir diğer yaklaşım, sıvı azot (−196 °C) ve karbondioksit karı (−78 °C) veya kuru buz kullanımıdır. Genç bitkilerdeki suyun donmasıyla bitki hücrelerinin yapısı bozulur; bu da doku hasarına ve sonunda bitkinin ölümüne yol açar (Fergedal, 1993).

3. Sonuç ve Öneriler

Termal yöntemler, tarımsal ve tarım dışı alanlarda yabancı otların olumsuz etkilerini azaltmada kimyasal kontrol yöntemlerine çevre dostu bir alternatif sunmaktadır. Alevle yakma, sıcak su, sıcak buhar ve sıcak hava uygulamaları, bitki dokularına farklı mekanizmalarla zarar vererek etkili yabancı ot kontrolü sağlamaktadır. Termal yöntemlerin etkinliği, uygulama sıcaklığı, maruz kalma süresi, bitkinin büyüme evresi ve tür özelliklerine bağlıdır; erken büyüme evresinde yapılan uygulamalar hem enerji tasarrufu sağlar hem de kontrol başarısını artırır. Alevle yakma hızlı ve etkili sonuçlar sunarken, sıcak su ve buhar uygulamaları yangın riskini azaltmakta ve çevre açısından daha güvenli alternatifler sağlamaktadır. Sıcak hava uygulamaları, daha yüksek enerji gereksinimi olmasına rağmen belirli özel durumlarda kullanılabilir. Genel olarak, tekrarlanan uygulama ihtiyacı ve yüksek enerji gereksinimine rağmen, termal yöntemler hızlı etki göstermesi, kimyasal kalıntı bırakmaması ve çevresel etkisinin düşük olması nedeniyle sürdürülebilir yabancı ot yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır. Gelecekte, termal yöntemlerin verimliliğini artıracak ve maliyetlerini düşürecek ekipman ve uygulama teknolojilerinin geliştirilmesi kritik öneme sahiptir. Ayrıca, farklı termal yöntemlerin kombinasyonlarının ve uygulama zamanlamalarının optimize edilmesi, hem tarımsal hem de tarım dışı alanlarda yabancı ot yönetimini daha etkili ve çevre dostu hale getirecektir.

KAYNAKÇA

Ascard, J. (1995). Thermal weed control by flaming: Biological and technical aspects. PhD thesis. Department of Agricultural Engineering, Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp, Sweden. Report 200.

Ascard, J. (1998). Flame weeding: Effects of burner angle on weed control and temperature patterns. Acta Agriculturae Scandinavica B—Plant Soil Sciences, 48(4), 248-254.

Ascard, J., Hatcher, P. E., Melander, B., Upadhyaya, M. K., & Blackshaw, R. E. (2007). 10 Thermal weed control. Non-chemical weed management: principles, concepts and technology, 155-175.

Bauer, M. V., Marx, C., Bauer, F. V., Flury, D. M., Ripken, T., & Streit, B. (2020). Thermal weed control technologies for conservation agriculture—a review. Weed Research, 60(4), 241-250.

Bond, W., & Grundy, A. C. (2001). Non-chemical weed management in organic farming systems. Weed research, 41(5), 383-405.

Boonen, E., De Cauwer, B., Fagot, M., & BEELDENS A&REHEUL, D. (2013). Handleiding voor Niet-chemisch (e) Onkruidbeheer (sing) op Verhardingen met Kleinschalige Elementen. OCW Aanbevelingen A84/12

Brodie G, Ryan C, Lancaster C, 2012. Microwave Technologies as Part of an Integrated Weed Management Strategy: A Review. International Journal of Agronomy, 2012: 1-14.

Cheng Shu-Ren, Li Yi-Xin And Pan Lei (2007) Review and Prospect of Thermal Weed Control Technologies. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2007; 35 (33) :10695 – 10697.

Collins M (1999) Thermal weed control, a technology with a future? 12th Australian Weeds Conference, Papers and Proceedings, Hobart, Tasmania, Australia, 12 16 September 1999: Weed management into the 21st century: do we know where we're going? 1999 pp.25-28 ref.9. http://caws.org.nz/old site/awc/1999/awc199910251.pdf(Erişim 16.11.2021)

Çolakoğlu, T., Kitiş Y.E., 2014. Mısır Yetiştiriciliğinde Farklı Dozlarda Alev Uygulamasının Yabancı Ot Kontrolüne Etkisinin Belirlenmesi. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, 3-5 Şubat 2014, Antalya, 382. s.

De Cauwer, B., Bogaert, S., Claerhout, S., Bulcke, R., Reheul, D. (2015) Efficacy and reduced fuel use for hot water weed control on pavements. Weed Research 55, 195–205.

Diprose, M.F., Benson, F.A. and Willis, A.J. (1984) The effect of externally applied electrostatic fields, microwave radiation and electric currents on plants and other organisms, with special reference to weed control. The Botanical Review, 50, 171–223.

Ellwanger, T.C., Jr, Bingham, S.W. and Chappell, W.E. (1973) Physiological effects of ultra-high temperatures on corn. Weed Science 21, 296–299.

Fergedal S (1993) Weed Control by Freezing with Liquid Nitrogen and Carbon dioxide Snow; a Comparison Between Flaming and Freezing. Communications of the 4 th International Conference I.F.O.A.M. Non-Chemical Weed Control, Dijon, France, 163-166

Gangstad, E.O. (1982) Weed Control Methods for Recreation Facilities Management. CRC Press, Boca Raton, FL, USA

Guerra, B. and K. Steenwerth. 2012. Influence of floor management technique on grapevines growth, disease pressure, and juice and wine composition: a review. Am. J. Enol. Vitic. 64: 149–164.

Güney Sarıtaş, A.,2019.Termal yöntemlerle elde edilen sıcak su dozlarının Convolvulus arvensis L.,Setaria viridis (L.) ve Amaranthus retroflexus L. yabancı otları üzerindeki etkileri.Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, YüksekLisans Tezi, Iğdır, 63

Gürbüz, R., Koç, E., ve Güney, A. 2019. Tarım Dışı Alanlarda Termal Yabancı Ot Kontrolü. UMTEB 6. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi, 11-12 Nisan 2019, Iğdır. (Full Text).

Gwarek, W.K. and Celuch-Marcysiak, M. 2004. A review of microwave power applications in industry and research. Microwaves, Radar and Wireless Communications, MIKON-2004. 15th International Conference, 3, 843-848.

Hansen, P K Kristoffersen P And Kristensen K (2004) Strategies for non-chemical weed control on public paved areas in Denmark. Pest Management Science 60, 600–604.

Hansson, D. (2002) Hot water weed control on hard surface areas. PhD thesis. Department of Agricultural Engineering, Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp, Sweden. Report 323.

Hansson, D., Ascard, J. (2002) Influence of developmental stage and time of assessment on hot water weed control. Weed Research 42, 307–316.

Hansson, D., Mattsson, J.E. 2002 Effect of drop size, water flow, wetting agent and water temperature on hot-water weed control. Crop Protection 21, 773–781.

Hatcher, P. E., & Melander, B. 2003. Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. Weed research, 43(5), 303-322.

Hockberger PE, 2002. A History of Ultraviolet Photobiology for Humans, Animals and Microorganisms. Photochemistry and Photobiology, 76(6): 561–579.

Kitiş Y.E., Ekinci, S. 2014. Farklı Dozlarda Alev Uygulamasının Bazı Yabancı Ot Türlerine Etkisinin Belirlenmesi. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, 3-5 Şubat 2014, Antalya, 384. s.

Kitiş Y.E., Gök, Y.E. 2013. Flame weeding effects on some weed species. 16th European Weed Research Society Symposium, 24-27 June 2013, Samsun/Turkey 172. pp.

Koç, E., 2019. Solar Yöntemlerle Elde Edilen Sıcak Suyun Bazı Yabancı Otlar Üzerindeki Etkileri. Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır, 65.

Köksal F, Köseoğlu R, 2010. Spektroskopi ve Lazerlere Giriş. Nobel Akademik Yayıncılık, 302 pp, Ankara.

Kreeb K And Warnke D (1994) Infrarotstrahlen gegen Pflanzenbewuchs an Gleisanlagen. Einsenbahningenieur 3, 160–166.

Kristoffersen O P, Rask A M And Larsen S U (2007) Non-chemical weed control on traffic islands: a comparison of the efficacy of five weed control techniques. University Copenhagen.

Kristoffersen P, Larsen S U, Møller J And Hels T (2004) Factors affecting the phase-out of pesticide use in public areas in Denmark. Pest Management Science 60, 605–612.

Kristoffersen P, Rask A, Grundy A C, Franzen I, Kempenaars C, Raisio J, Schroeder H, Spijker J, Verschwele A And Zarina L (2008) A review of pesticide policies and regulations to urban amenity areas in seven European countries. Weed Research 48, 201-214.

Levitt J (1980) Responses of Plants to Environmental Stress, 2nd Edition, Volume 1: Chilling, Freezing, and High Temperature Stresses. 1980 pp. 497 pp. Academic Press, New York

Lynch DK, Livingston W, 2001. Color and Light in Nature (2nd ed.). Cambridge, UK Cambridge University Press. p. 231.

Mathiassen S K, Bak T, Christensen S And Kudsk P (2006) The effect of laser treatment as a weed control method. Biosys. Eng., 95, 497-505.

Merfield C N (2010) Thermal Weed Management for Crop Production.

Oliver, B., Berge, T., Solhaug, K., & Fløistad, I. (2020). Hot water and cutting for control of Impatiens glandulifera. Invasive Plant Science and Management, 13(2), 84-93. doi:10.1017/inp.2020.7

Pelletier, Y. and Colpitts, B.G. (2001) The use of microwaves for insect control. In: Vincent, C., Panneton, B. and Fleurat-Lessard, F. (eds) Physical Control Methods in Plant Protection. Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp. 125–133.

Pozar DM, 2012. Microwave Engineering. 4th Edition. Hamilton Printing, Wiley Inc. 732 pp, ABD.

Rask A M (2012) Non-chemical weed control on hard surfaces: An investigation of long-term effects of thermal weed control methods. Forest ve Landscape Research No. 52-2012. Forest ve Landscape. Denmark, Frederiksberg. 156 pp.

Rask A M And Krıstoffersen P (2007) A review of nonchemical weed control on hard surfaces. Weed Research 47, 370–380.

Rask A M, Larsen S U, Andreasen C And Krıstoffersen P (2013) Determining treatment frequency for controlling weeds on traffic islands using chemical and non-chemical weed control. Weed Research 53, 249–258.

Reichel F (2003) Experiences with thermal and chemical weed control methods (Weedcleaner, Waipuna, Rotofix) on paved areas under practical conditions.

Sharp, A.A. (1892) Vegetation-exterminator, Patent US492635 A.Shirtliffe, S.J. and Johnson, E.N. (2012) Progress towards no-till organic weed control in western Canada. Renewable Agriculture and Food Systems, 27, 60–6

Silfvast WT, 2004. Lazer Fundementals. Cambiridge University Press, The Edinburgh Building, Cambridege, UK.

Stark WS, Tan KEWP, 2008. Ultraviolet Light: Photosensitivity and Other Effects On The Visual System. Photochemistry and Photobiology, 36(3): 371-380.

Wood R (2004) Urban weed control: Innovations in kerb and channel weed management. In: 14th Australian Weeds Conference, Wagga-Wagga, New South Wales, Australia, 6-9-September- (eds B Sindel ve S Johnson), 210–211. RG and FG Richardson, Melbourne, Sydney, Australia.

Zimdahl, R. L. (2007) Fundamental of weed science. Academic Press, Burlington, MA.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

PARAZİT BİTKİLERİN BİYOLOJİSİ VE TARIMSAL MÜCADELE STRATEJİLERİ ÜZERİNE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Dr. Cemal TÜLEK
Iğdır Üniversitesi
hamidiye.1960@gmail.com - 0000-0003-3898-9646

Özet
Parazit bitkiler, tarımsal üretim alanlarında önemli verim ve kalite kayıplarına neden olan başlıca biyotik faktörler arasında yer almaktadır. Hayatta kalmak için konukçu bitkilere bağımlı olan bu türler, *haustoryum* adı verilen özel organlar aracılığıyla su ve besin maddelerini elde ederler. Klorofil varlığına bağlı olarak parazit bitkiler zorunlu parazitler (holoparazitler) ve yarı parazitler (hemiparazitler) olarak sınıflandırılmaktadır. Dünya genelinde yaklaşık 4.500 tür yayılış gösterirken, Türkiye'de 6 familya, 23 cins ve 135 takson kaydedilmiştir. Ekonomik açıdan önemli cinsler arasında *Orobanche* (canavar otu), *Cuscuta* (küsküt), *Viscum* (ökseotu), yer almakta olup; bu türler baklagiller, ayçiçeği, domates, patates, tütün ve mercimekte %30 ile %100 arasında verim kayıplarına neden olabilmektedir. Toprakta uzun yıllar canlı kalabilen çok küçük tohumlara sahip olan canavar otlarının kontrolü özellikle zordur. Sonuç olarak, parazit bitkiler küresel tarım için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle, bu türlerin biyolojilerinin, yayılışlarının ve moleküler düzeydeki farklılıklarının anlaşılması, etkili mücadele stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.
Anahtar Kelimeler: Parazit bitkiler, Küsküt, Tarımsal verim kaybı, Mücadele yöntemleri

1.GİRİŞ

Dünya genelinde ve Türkiye'de, çok sayıda biyotik ve abiyotik faktör, tarım ve orman alanlarında verim ve kalite kayıplarına yol açmaktadır. Bu biyotik faktörler arasında parazit bitkiler, yetiştirilen, süs ve orman bitkilerini parazitleyerek önemli kayıplara neden olmaları bakımından özellikle önemlidir. Parazitik bitkiler, yaşamlarını sürdürebilmek için başka bitkilere bağımlı olan ve su, organik ve inorganik maddeleri konak bitkinin kök, gövde, dal veya iletim dokularından temin eden yabancı otlar olarak tanımlanabilir. Önceki araştırmacılar, parazitik bitkileri iki ana grupta sınıflandırmıştır: holoparazitler (tam parazitik) ve hemiparazitler (yarı parazitik). Ayrıca, konak bitkinin gövdesine veya köküne bağlanmalarına göre de kategorize edilebilirler. Tüm parazitik bitkilerin yaklaşık %90'ı hemiparazit, %10'u ise holoparazittir. Ayrıca, parazitiklerin %40'ını gövde (sürgün) parazitleri, %60'ını ise kök parazitleri oluşturmaktadır. Dünya genelinde çiçekli bitki türlerinin sayısının 223.000 ile 422.000 arasında olduğu tahmin edilmekte olup, bunların yaklaşık %1'i—20 familya, 285 cins ve 4.600'den fazla tür—parazittir (Gentil, 1923; Tesitel ve ark., 2010; Anonymous, 2020). Herboloji alanına göre parazitik bitkiler, parazitik yabancı otlar olarak adlandırılmaktadır. Bu parazitik yabani otlar, holoparazitik ve hemiparazitik olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Holoparazitik yabancı otlar yapraksız olup klorofil içermez; haustorium adı verilen organlarla donanmış çiçekli bitkilerdir. "Haustorium" terimi, ayrıca houstariuma, "emici" olarak da kullanılmaktadır. Haustorium, parazitik bitkilerin konak bitkiye bağlanmasını ve besin

maddelerini temin etmesini sağlayan kök benzeri bir organdır. Bu bitkiler, ihtiyaç duydukları besinleri ya *Orobanche spp*. gibi konak köklerinden ya da *Cuscuta spp.* örneğinde olduğu gibi konak bitkinin gövde veya dallarındaki iletim dokularından haustoria aracılığıyla elde eder. Hemiparazitik yabancı otlar ise yapraklıdır ve klorofil içerir. Bu bitkiler yaşam döngülerinin en az bir evresinde fotosentez yapabilmesine rağmen, su ve mineral ihtiyaçlarını haustoria aracılığıyla konak bitkiden temin eder. Dünya genelinde ve Türkiye'de yaygın olan hemiparazitik bitkiler, örneğin *Viscum, Arceuthobium* ve *Loranthus* cinsleri, birçok ağacın sürgün, dal ve gövdelerinde yaşar. Bu hemiparazitler, yeşil ve fotosentez yapabilme yeteneğine sahip olmalarına rağmen, konak bitkinin ksileminden su ve organik besinleri haustoria yoluyla alır.Türkiye'de parazitik bitkiler, altı familya, 23 cins ve 135 takson ile temsil edilmekte olup, bunlardan 18'i endemiktir (Tesitel ve ark., 2010; Scheunert ve ark., 2012). Biyoloji, botanik ve herbolojideki son gelişmeler, parazitik bitkilerin gelişimi hakkında daha güvenilir bilgiler sunmaktadır. Mevcut bilgiler, parazitik bitkilerin iki bilimsel disipline göre sınıflandırılabileceğini göstermektedir: moleküler gelişim ve moleküler filogeni. Gelişim biyolojisindeki ilerlemeler, parazitik bitkilerin moleküler düzeyde incelenmesine olanak tanımış ve genetik değişimlerin anlaşılması için mükemmel modeller sağlamıştır. Parazitik bitkiler, genellikle tipik karasal bitkilerden farklı genetik mutasyonlar gösterir (McGraw, 2008). Holoparazitlerin tanımlanması özellikle zordur; çünkü bu bitkiler, çoğu bitkinin karakteristik fotosentetik yeteneğini kaybetmiştir. Moleküler düzeydeki değişiklikler, fotosentetik organların tamamen kaybı veya küçülmesi gibi morfolojik değişikliklere de yol açarak sınıflandırmayı zorlaştırır. Ancak son dönemde moleküler veriler bu konuların açıklığa kavuşmasına yardımcı olmuştur; buna rağmen beklenmedik bulgular hâlâ ortaya çıkmaktadır. Araştırmacılar, parazitik özellikle holoparazitik bitkilerin ilişkileri konusunda farklı görüşler ileri sürmüştür. Klorofil içeriğine göre, parazitik bitkiler holoparazitler (klorofil içermeyen, tam parazitik) veya hemiparazitler (klorofil içeren, yarı parazitik) olarak gruplandırılabilir. Sayısal olarak, yaklaşık %20'si holoparazit, %80'i hemiparazittir. Hemiparazitler klorofil içermelerine ve yalnızca su ve mineral ihtiyaçlarını konaktan sağladıkları varsayımına rağmen, düşük fotosentetik kapasiteleri nedeniyle, holoparazitlere benzer şekilde organik besinleri de konaktan almak zorunda olabilir (Sauerborn, 1991). Geleneksel olarak klorofil içermediği düşünülen holoparazitik *Cuscuta* cinsine ait bazı türler ise az miktarda klorofil içermektedir (Musselman & Press, 1995).

2. Parazit Bitkilerin Ekonomik Önemi

4.500'den fazla çiçekli bitki türü, yani tüm angiospermlerin %1'inden fazlası, su ve besin maddelerinin bir kısmını veya tamamını diğer bitkilerden temin eden parazit bitkilerdir (Nickrent, 2007). Bu türler 20'den fazla bitki familyasında bulunur (Westwood ve ark., 2010). Dünya genelinde, parazitik yabancı otlar kontrolü en zor bitkiler arasında yer almakta ve hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde tarımsal üretim için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Aly, 2007). Parazit yabancı otların neden olduğu verim kayıpları, bölgeye ve türlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. *Striga* ve *Orobanche*, özellikle Afrika ve Asya'nın daha sıcak ve kurak bölgelerinde verimi ciddi şekilde etkileyebilir (Spallek ve ark., 2013); buna karşın *Cuscuta* türlerinden kaynaklanan verim kayıpları genellikle sıcak ve nemli iklimlerde, hem sulamalı hem de yağmura bağlı tarım sistemlerinde gözlemlenmektedir (Dawson ve ark., 1994;

Üstüner & Öztürk, 2018). Parazit bitkilerin bir diğer önemli etkisi, toprağın altından çıkmadan önce bile ev sahibi bitkiden önemli miktarda su ve besin maddesi çekerek bitkinin büyümesini yavaşlatmalarıdır. Parazitin neden olduğu zarar, özellikle su ve besin maddelerinin sınırlı olduğu alanlarda yetiştirilen ürünlerde daha şiddetlidir. Zararın boyutu ayrıca ev sahibi bitkideki parazit sayısına da bağlıdır. Mesa Garcia ve Torres (1984), bir bakla bitkisi başına ortalama 4 *O. crenata* bitkisinin verimi yarı yarıya azaltmak için yeterli olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Üstüner ve Girgel (2017), belirli yoğunluklarda *Orobanche* türlerinin nohutta verim ve kalite kayıplarına yol açtığını rapor etmiştir.

3.Parazit bitkiler

Parazit bitkiler, dünya genelinde ve Türkiye'de tarımsal üretimde önemli verim ve kalite kayıplarına yol açmaktadır. Bu bitkiler iki ana grupta sınıflandırılır: Holoparazitik yabancı otlar, bunlar arasında kök düşmanı otlar (*Orobanche/Phelipanche spp.*) ve (*Cuscuta spp.)* bulunur, Hemiparazitik bitkiler ise *Viscum, Arceuthobium* ve *Loranthus* cinsine ait türleri içerir

3.1 Orobanche (canavar otu)

Türkiye'de 36 türü bulunmaktadır (Gilli, 1982), ancak yalnızca dört tür ekonomik zarara neden olmaktadır. Zararlı türler arasında, *Phelipanche aegyptiaca* domates, patates, mercimek ve bakla üzerinde etkili olur (Uludağ ve Demir, 1997; Boz ve ark., 2009); *P. ramosa L.* domates, patates, tütün, patlıcan, ayçiçeği ve mercimeği etkiler (Ekiz, 1970; Demirkan, 1993; Demirkan ve Nemli, 1993; Çamurköylü ve Nemli, 1997; Orel-Aksoy ve Uygur, 2003; Nemli ve ark., 2009; Bülbül ve Uygur, 2009); *Orobanche crenata* mercimek ve bakla üzerinde zararlıdır (Kıtıkı ve ark., 1993); *O. cernua*/O. cumana ise ayçiçeğini etkiler (Ekiz, 1970; Kaya ve ark., 2004). Niğde ilinde *O. ramosa,* pateste önemli kayıplara yol açarken; Kahramanmaraş ilinde *O. crenata* ve *O. ramosa,* nohut ve mercimek veriminde ciddi düşüşlere sebep olmaktadır (Aksoy ve ark., 2013; Üstüner ve Girgel, 2017; Üstüner ve ark., 2020). canavarvotunun ana dağılım merkezi Akdeniz bölgesidir ve bu bölgelerde yoğun bulaşmalar görülmektedir. Benzer iklim koşullarına sahip bölgelerde de bulunur; örneğin Kaliforniya, Batı Avustralya ve Küba (Linke ve ark., 1989). Akdeniz bölgesinde Türkiye, İtalya, İspanya ve Fas, bu parazitlerin doğal yayılım alanları olarak bilinmektedir (Sauerborn, 1991). Bu yabancı otlar zorunlu kök parazitleridir ve yaşam döngülerinin büyük kısmını toprak altında geçirirler (Eizenberg ve ark., 2012). Gelişimleri, dormansi, tohum çimlenmesi, konak köke tutunma, konak dokusuyla bağlantı ve yumru oluşumu gibi kritik aşamaları içerir (Joel ve ark., 2007; Parker ve Riches, 1993). Kök paraziti canavar otlar, birçok ekonomik öneme sahip dikotiledonlu kültür bitkisi için sorun teşkil eder (Foy ve ark., 1989). *P. aegyptiaca ve P. ramosa,* Solanaceae familyasına ait domates, patlıcan ve tütünü önemli ölçüde parazitler (Parker ve Riches, 1993). Orta Doğu'da canavar otu nedeniyle yıllık kültür kayıplarının 1,3–2,6 milyar USD civarında olduğu tahmin edilmektedir (Aly, 2007). Bulaşmanın zamanına ve şiddetine bağlı olarak, canavar otu %5–100 arasında verim kaybına neden olabilir (Linke ve ark., 1989). Rapor edilen verim kayıpları arasında tütün: %33 (Emiroğlu ve ark., 1987), bakla: %50–100 (Edwards, 1972), ayçiçeği: %33 (Mijatovic ve Stojanovic, 1973), havuç: %24 (Wurgler, 1973), domates: ABD'de %21–29 (Cordas, 1973), Türkiye'de %24 (Aksoy ve Uygur, 2008) yer almaktadır. Kahramanmaraş

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

ilinde nohut çeşitleri Azkan, İnci ve Aksu'nun dane verimi 103,62–167,55 kg/da arasında değişmektedir.

3.1.1 Kültürel Uygulamalar ve Mekanik Kontrol

Bulaşmayı önleme: canavar otu mücadelesinde en önemli, en kolay ve ekonomik yöntemdir. Bir üretim alanı canavar otu ile bulaştığında kontrol zordur; çünkü tohumlar toprakta 10 yıldan uzun süre canlı kalabilir, çok küçük, toz hâlinde ve çok sayıda olurlar. Temiz tohum ve fideler kullanılmalı, mümkünse sertifikalı tohum tercih edilmelidir.

Elle toplama: Küçük alanlarda, düşük yoğunluklu bulaşmalarda veya diğer mücadele yöntemlerine destek olarak uygulanabilir. Yöntemin uygulanabilirliği canavar otu türüne ve konak bitkiye bağlıdır.

Geç ekim: Tüm konak bitkiler için uygulanabilir olmasa da, mercimek ve bakla gibi bitkilerde canavar otu yoğunluğunu azaltabilir. Ekim zamanı seçimi, erken olgunlaşan çeşitlerin tercih edilmesini gerektirir. Geç ekim, verimi olumsuz etkilemediği sürece tercih edilmelidir (Linke ve ark., 1989; Sauerborn, 1991; Aksoy ve Pekcan, 2014; Habimana ve ark., 2014; Das ve ark., 2020).

Tuzağa düşürme : Tuzağa düşürücü bitkiler, canavar otu tohumlarını çimlenmeye teşvik eden bileşikler salar; ancak parazit bitki köke tutunamayacağı için ölür. Bu yöntem tohum bankasını azaltır

Derin sürme: Canlı düğükotu tohumlarını üst 10 cm'den daha derine gömmek bulaşmayı azaltır. Bir kez 45–50 cm derinlikte sürme, bulaşmayı %80–90 oranında azaltabilir; ancak tekrar derin sürme yapılmamalıdır; çünkü gömülü tohumlar tekrar yüzeye çıkabilir (Linke ve ark., 1989; Sauerborn, 1991; Aksoy ve Pekcan, 2014; Habimana ve ark., 2014; Das ve ark., 2020).

Dayanıklı çeşitlerin kullanımı: Özellikle ayçiçeği üreticileri için geçerlidir. Çiftçiler, bölgelerine uygun canavar otu dayanıklı çeşitler hakkında bilgi almak için yerel tarım kuruluşları veya üniversiteler ile iletişime geçebilir (Linke ve ark., 1989; Aksoy ve Pekcan, 2014).

3.1.2 Fiziksel Kontrol

Solarizasyon: Nemli toprak, şeffaf polietilen örtülerle kaplanarak sıcaklık yükseltilir. Yüksek sıcaklık, canavar otu ve birçok yabancı ot tohumunu öldürür. Bu yöntem özellikle örtü altı sebze üretiminde kullanılır. Solarizasyon, ayrıca toprak kaynaklı patojenleri ve nematodları da ortadan kaldırır. Solarizasyondan sonra derin toprak işleme yapılmamalıdır; çünkü gömülü tohumlar tekrar yüzeye çıkabilir.

Malçlama: Domates gibi sıra arası bitkiler için önerilir. Yataklar hazırlandıktan sonra malç örtüsü uygulanır ve fideler ekilir. Malç, hava ve suyun geçişine izin verir, ancak ışığı engelleyerek canavar otu çıkışını önler, verimi korur ve sonraki yıllar için tohum oluşumunu

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

azaltır (Linke ve ark., 1989; Sauerborn, 1991; Aksoy ve Pekcan, 2014; Habimana ve ark., 2014; Das ve ark., 2020).

3.1.3 Biyolojik Kontrol

Canavar otu ile beslenen veya onun içinde yaşayan birçok böcek olmasına rağmen, Türkiye'de ve dünyada en etkili böcek olarak *Phytomyza orobanchia* belirlenmiştir (Linke ve ark., 1989; Sauerborn, 1991; Aksoy ve Pekcan, 2014; Habimana ve ark., 2014; Das ve ark., 2020).

3.2 Cuscutaceae Familyası

Küsküt (Cuscuta spp.), yapraksız ve klorofilsiz, tam parazitik bir bitki olup dünyada 150'den fazla türü bulunmaktadır. Her ne kadar fideleri az miktarda klorofil içerse de yaşam döngüsünü tamamlamak için mutlaka bir konukçuya tutunması gerekir; bu nedenle küsküt obligat parazitler arasında sınıflandırılır Küsküt, geçmişte çoğunlukla *Convolvulaceae* familyasında değerlendirilmiş olsa da, güncel kaynaklarda *Cuscutaceae* familyasına dahil edilmektedir (Mishra, 2009). Türkiye'de ise *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Ed. Davis, P.H.) çalışmasında Cuscuta cinsi Cuscutaceae familyası altında yer almıştır (Plitman, 1978). Küsküt, ülkemizde yöresel olarak "verem otu", "şeytansaçı", "cinsaçı" ve "kızıl ot" gibi adlarla bilinmektedir (Tepe, 2014). Küsküt, Türkiye başta olmak üzere Irak, Suriye, Azerbaycan, Hindistan, Pakistan, İngiltere, Rusya ve ABD dahil birçok ülkede yaygın olarak gözlemlenmiştir. Küsküt tohumları dormansiye sahiptir ve toprakta uzun süre canlı kalabilir. Topraktan çimlenen tohum, 4-8 gün içinde konuk bitkiye tutunamazsa kurur. Küsküt gövdesi genellikle ipliksi yapıda olup, çiçekleri 2-3 mm uzunluğunda ve 4-5 parçalıdır. Konuk bitkiye tutunduktan kısa süre sonra hosutoriumlar oluşturarak iletim demetinden beslenmeye başlar. Küsküt, konuk bitkilerin toprak üstü aksamında ipliksi, sarı, turuncu veya mor renkte gövde ile görülür (Şekil 8). Çiçek renkleri beyaz, turuncu veya mor olabilir. Tohumlar yaklaşık 1.3 mm uzunluğunda, oval formdadır (Davis, 1978; Yuncker, 1932). Küsküt, birçok kültür bitkisine zarar verir; bunlar arasında şeker pancarı, mısır, domates, dolmalık ve süs biber, patlıcan, nohut, mercimek, kavun, karpuz, maydanoz ve nane sayılabilir. Ayrıca üzüm, elma, erik gibi meyve ağaçları ile süs bitkileri ve yonca gibi bitkiler de konukçu olabilir (Tepe ve ark., 1997). Küsküt, konuk bitkinin tüm besin ve su kaynaklarını paylaşarak verimi azaltır ve tek başına %40-90 verim kaybına yol açabilir. Bulaştığı bitkilerde bodurlaşma, meyve tutmama ve bazen ölüm meydana gelebilir. Bazı küsküt türleri bitkiden bitkiye virüs taşıyarak sekonder zarara da neden olabilir (Üstüner, 2018; Üstüner ve Öztürk, 2018; Üstüner ve ark., 2019; Üstüner, 2020; Güvenç ve ark., 2021).

3.2.1. Küskütle Mücadele Yöntemleri

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

3.2.1.1.Kültürel Mücadele

Temiz ve sertifikalı tohum kullanımı önemlidir. Küsküt bulaşık alanlardan temiz alanlara tohum veya bitki parçası taşınmamalı, sulama suyu küsküt içermemelidir. Çiftlik gübresi iyi yanmış olmalı ve kültür bitkisi çevresindeki yabancı otlar temizlenmelidir. Bulaşık alanlarda küsküt tespit edildiğinde, gerekirse kültür bitkisi ile birlikte temizlenmelidir. Ayrıca yoğun bulaşık alanlarda konukçu tercih edilmeyen bitkilerle münavebe uygulanabilir.

3.2.1.2.Fiziksel Mücadele

Polietilen malç uygulaması bazı kültür bitkilerinde (kavun, karpuz, çilek) başarılıdır; ancak şeker pancarı, üzüm ve yonca gibi bitkilerde uygulanması mümkün değildir. Malç, yabancı ot tohumlarının çimlenmesini engelleyerek veya oksijen seviyesini azaltarak çimlenmeyi önler (Lamont, 2005; Chhokar ve ark., 2009).

3.2.1.3. Mekanik Mücadele

Küsküttle küçük alanlarda el çapasıyla mücadele etkilidir (Krsmanović ve Vrbničanin, 2015). Yonca tarlalarında küsküt sorunu varsa, bitkiler çiçek açmadan derinden 3-5 kez biçilmelidir. El çapası 15-21 gün aralıklarla uygulanırsa topraktaki küsküt tohum rezervi azaltılabilir (Lanini, 2004).

3.2.1.4. Biyolojik Mücadele

Allelopatik bitkiler kullanılarak biyoherbisid etkisi sağlanabilir. Örtücü bitkiler ve canlı malçlar, yabancı ot yoğunluğunu azaltabilir (Jabran ve ark., 2015). Turp ekstraktları, küsküt gibi bazı yabancı otların çimlenmesini tamamen engelleyebilir (Uygur ve ark., 1990). *Solanum melongena* tarlalarında farklı bitki ekstraktlarının etkisi incelendiğinde, *Cynodon dactylon* ekstaktı (%54.1) *Sorghum halepense* ekstaktından (%53.5) daha etkili bulunmuştur (Fahd, 2008).

4. Sonuç ve Öneriler

Parazit bitkiler, hem dünya genelinde hem de Türkiye'de tarımsal üretim için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Holoparazit ve hemiparazit türler, konak bitkilerden su ve besin maddelerini elde ederek verim ve kalite kayıplarına yol açmaktadır. Türkiye'de özellikle *Orobanche, Cuscuta* ve *Viscum* cinsleri ekonomik açıdan önemli kayıplara neden olmakta; bazı durumlarda verim %30–100 arasında düşebilmektedir. Canavar otu (*Orobanche spp.*) gibi kök parazitleri, toprakta uzun süre canlı kalabilen küçük tohumlara sahip olması nedeniyle kontrol açısından özel zorluklar oluşturmaktadır.

Parazit bitkilerin biyolojisi, yayılışı ve moleküler düzeydeki farklılıklarının anlaşılması, etkili mücadele stratejilerinin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda;

1. **Erken tanı ve tespit yöntemlerinin geliştirilmesi**, özellikle tohum çimlenmesi ve konak bitkiye tutunma evrelerinde verim kaybını azaltabilir.
2. **Kültürel yöntemlerin uygulanması**; uygun ekim zamanı, rotasyon ve dayanıklı çeşitlerin kullanımı, parazit bitki baskısını azaltabilir.

3. **Kimyasal mücadele stratejilerinin optimize edilmesi**, özellikle toprak altında uzun süre yaşayan tohumlara sahip türler için önemlidir.
4. **Moleküler ve genetik araştırmaların artırılması**, parazit bitkilerin fotosentez ve besin alım mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasını sağlayarak yeni biyoteknolojik çözümler geliştirilmesine imkan tanır.
5. **Bölgesel farkındalık ve eğitim programları**, çiftçilerin ve üreticilerin parazit bitkilerle mücadelede bilinçlenmesini sağlayarak ekonomik kayıpların önlenmesine katkıda bulunabilir.

Sonuç olarak, parazit bitkilerle mücadelede çok yönlü bir yaklaşımın benimsenmesi gerekmektedir; biyolojik, kültürel, kimyasal ve moleküler yöntemlerin entegrasyonu, sürdürülebilir tarım ve verim artışı için hayati öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

Aksoy, E., Aksoy, A., Armagan, G., Arslan, F., Arslan, M., Basaran, S., Boz, O., Bozdogan, O., Bukun, B., Buyukkarakus, L., Demirkan, H., Dogan, N., Erbas, F., Eymirli, S., Isik, D., Kacan, K., Kadıoglu, I., Kaya, E., Koloren, O., Mennan, H., Nemli, Y., Ogut, D., Ozaslan, C., Rusen, M., Temel, N., Tetik, O., Tursun, N., Turkseven, S., Uludag, A., Uygur, S., Uygur, F.N., Ustuner, T., Uremiş, I., Yazlik-Isik, A. (2013). Significant Outputs of National Orobanche Project/Turkey. 16 th EWRS Symposium, Samsun. 24 27 June 313-314.

Aksoy, E., Uygur, F.N. (2008). Effect of broomrapes on tomato and faba bean crops. The Journal of Turkish Weed Science 11(1):1-7

Aly, R. (2007). conventional and biotechnological approaches for control of parasitic weeds. ın vitro cellular and developmental biology. Plant Biology 43 (4): 304-317

Anonymous (2020). Dodder (Cuscuta spp.) biology and management Revised by Leslie Beck. College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences. aces.nmsu.edu/pubs Cooperative Extension Service, Guide A-615.

Boz, O., Doğan, M.N., Ogüt, D., Kır, K. (2009). Occurrence of weeds in greenhouse tomato in the Aegean Region of Turkey with special emphasis on Orobanche spp. Journal of Plant Diseases and Protection Special Issue XXI, pp. 521 526

Bülbül, Z.F., Uygur, F.N. (2009). Effect of soil solarization on broomrape in greenhouse tomato In Rubiales. D, Westwood, J, Uludag, A (eds). 10th World Congress on Parasitic Plants, 8-12 June, Kuşadası, Turkey, pp. 97.

Cordas, D.J. (1973). Effects of branched broomrape on tomatoes in California. Plant Disease Reporter 57: 926-927.

Dawson, J.H., Musselman, L.J., Wolswinkel, P. and Dorr, I. (1994). Biology and control of Cuscuta musselman, Review Weed Science. 6: 265–317

Demirkan, H. (1993). Marmara Bölgesi domates alanlarında sorun olan canavar otunun (Orobanche ramosa L.)'nun biyolojisi ve mücadelesi üzerinde araştırmalar (Doktora Tezi) Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Bitki Koruma Anabilim Dalı. Bornova, İzmir

Edwards, W.G.H. (1972). Orobanche and other plant parasite factors. In: Harborne, J. B. (ed.) Phytochemical Ecology, Academic Press, pp. 235-248

Eizenberg, H., Aly, R., Cohen, Y. (2012). Technologies for smart chemical control of broomrape (Orobanche spp. and Phelipanche spp.) Weed Science 60: 316 323

Ekiz, E. (1970). Türkiyede önemli bazı Orobanche türlerinin biyolojisi, morfolojisi ve konukçu bitkilere yaptığı zararlar üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları: 388, Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler 128

Emiroğlu, Ü.J., Nemli, Y., Küçüközden, R. (1987). The resistance of Aegean tobacco lines and cultivars to broomrape (O. ramosa) and the effect of that parasite on yield and quality. In: Weber, H. Chr., W. Forstreueter (eds.) Proc. 4th Int. Symposium on Parasitic Flowering Plants, Marburg, FRG, pp. 175- 182

Foy, C.L., Jain R., Jacobsohn, R. (1989). Recent approaches for chemical control of broomrape (Orobanche spp.): a review. Rev. Weed Science 4: 123–152

Gentil, A. (1923). Dictionnaire étymologique de la flore française. Paris: Paul Lechevalier. p. 229

Gilli, A. (1982). Orobanche L. In: Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Ed. Davis P.H.). Vol.7 Edinburgh at the University Press; pp. 3-23

Joel, D.M., Hershenhorn, J., Eizenberg, H., Aly, R., Ejeta, G., Rich, P. J., Ransom, J. K., Sauerborn, J., Rubiales, D. (2007). Biology and management of weedy root parasites. Horticultural Reviews 33: 267-350

Kaya, Y., Demirci, M., Evci, G. (2004). Sunflower (Heliathus annuus L.) breeding in Turkey from broomrape (Orobanche cernua Loeffl.) and herbicide resistance. Helia 27(40): 199-210

Kıtıkı, A., Açıkgöz, N., Cinsoy, A.S. (1993). Baklada (Vicia faba L.) Orobanşın (Orobanche crenata Forsk.) kontrolü ve ilaçlamanın bazı verim komponentlerine etkisi Türkiye I. Herboloji Kongresi, Bildiriler, 3-5 Şubat, Adana, pp. 297-307

Linke, K.H., Sauerborn, J., Saxena, M.C. (1989). Orobanche field guide. University of Hohenheim 12

McGraw, H. (2008). Year book of Science andTechnology. New York. 251-253.

Mijatovic, K., Stojanovic, D. (1973). Distrubution of Orobanche spp. on the agricultural crops in Yugoslavia. In: Proc. International Symposium Parasitic Weeds. European Weed Research Council, Malta, pp. 28-34

Musselman, L.J., Press, M.C. (1995). Introduction to parasitic plants. Parasitic Plants, edited by Malcolm C. Press and Graves, J.D. Published by Chapman & Hall, London, UK, pp.1-13

Nickrent, D.L. (2007). Parasitic plant genera and species. Parasitic plant connection, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tax.12195 (Erişim tarihi. 16.12.2021)

Orel-Aksoy, E., Uygur, F.N. (2003). Distrubition of Orobanche spp. in the East Mediterranean region of Turkey. 7th EWRS (European Weed Research Society) Mediterranean Symposium, 6-9 May, Adana, Turkey, pp. 131-132

Parker, C., Riches C. R. (1993). Parasitic weeds of the world: biology and control. Wallingford, UK: CAB International. 332

Sauerborn, J. (1991). Parasitic flowering plants ecology and management. Supra regional project ecology and management of parasitic weeds gtz-UH. Verlag Josef Margras Scientific Books, Germany. p. 127.

Spallek, T., Mutuku, M., Shirasu, K. (2013). The genus Striga: a witch profile. Moleculer Plant Pathology. 14:861-869. doi:10.1111/mpp.12058

Tesitel, J., Říha, P., Svobodová, Š., Malinová, T., Štech, M. (2010). Phylogeny, Life History Evolution and Biogeography of the Rhinanthoid Orobanchaceae. Folia Geobotanica. 45 (4): 347–367

Ustuner, T., Girgel, U. (2017). Investıgatıon of broomrape (Orobanche spp.) effects on the morphologıcal and agronomıc characterıstıcs of chıckpeas (cıcer arıetınum l.) ın the eastern medıterranean regıon International Conference on Science and Education, October 26-29, 2017 Antalya/Turkey

Üstüner, T., Girgel, Ü., Çokkızgın, A. (2020). Phenogical and pysiologycal effects of different broomrape (Orobanche spp.) on chickpea cultivars (Cicer arietinum L.) in vitro and in vivo conditions Fresenius Environmental Bulletin 29 (68): 6597-6601

Üstüner, T., Öztürk, E. (2018) Effect of dodder (Cuscuta campestris Yunc.) on yield and quality in sugar beet (Beta vulgaris L.) cultivation. Plant Protection Bulletin 58 (1): 32-40

Westwood, J.H., Yoder, J.I., Timko, M.P., Depamphilis, C.W. (2010). The evolution of parasitism in plants. Trends Plant Science 15(4):227-235

Wurgler, W. (1973). Studies on hemp bromrape (Orobanche ramosa L.) in Switzerland. In: Proc. International Symposium on Parasitic Weeds. European Weed Research Council, Malta, pp. 218-223.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

SAĞLIKTA YAPAY ZEKÂNIN KULLANIMI

Vedat ÇELİK

Muş Alparslan Üniversitesi

Vedat.celik0649@gmail.com - 0009-0002-1955-9931

Doç. Dr. Fuat KORKMAZER

Muş Alparslan Üniversitesi

f.korkmazer@alparslan.edu.tr – 0000-0002-2734-7309

ÖZET

Yapay zekâ (YZ), teknolojik gelişmelerin temel itici güçlerinden biri olarak sağlık sektöründe köklü dönüşümler yaratmaktadır. Tanı koyma, tedavi planlaması, hasta takibi ve ilaç keşfi gibi alanlarda otomasyon, büyük veri analizi ve karar destek sistemleri aracılığıyla sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmakta, erişimi kolaylaştırmakta ve maliyetleri düşürmektedir. Tarihsel gelişimi, Antik Yunan otomatik varlık fikirlerine uzanmakla birlikte, modern anlamda Alan Turing'in 1950'deki çalışmaları ve Dartmouth Konferansı ile şekillenmiştir. Günümüzde makine öğrenmesi, derin öğrenme, doğal dil işleme ve robotik sistemler gibi alt alanlar, özellikle radyoloji, patoloji, genom araştırmaları ve kişiselleştirilmiş tıp gibi uygulamalarda etkin biçimde kullanılmaktadır. Türkiye'de dijital sağlık altyapısı güçlendirilmekte, E-Nabız ve MEDULA gibi sistemler üzerinden YZ entegrasyonu sağlanmaktadır. Ancak, teknolojinin sağlık alanına entegrasyonu etik, hukuki ve sosyal sorunları da beraberinde getirmektedir. Veri güvenliği, algoritmik önyargılar, şeffaflık ve karar alma süreçlerinde otonomi konuları, bu teknolojilerin sürdürülebilir ve insan merkezli kullanımı açısından dikkatle ele alınmalıdır. Bu çalışma, kavramsal bir çerçevede ele alınmış; yapay zekânın sağlık alanındaki kullanım alanları incelenmiş ve konuya ilişkin yapılan çalışmaların bulgularından hareketle çeşitli çıkarımlarda bulunulmuştur.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HEALTH CARE

Vedat ÇELİK

Muş Alparslan University

Vedat.celik0649@gmail.com - 0009-0002-1955-9931

Doç. Dr. Fuat KORKMAZER

Muş Alparslan University

f.korkmazer@alparslan.edu.tr - 0000-0002-2734-7309

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI), as one of the primary drivers of technological advancements, is fundamentally transforming the healthcare sector. It is improving the quality of healthcare, facilitating access, and reducing costs through automation, big data analysis, and decision support systems in areas such as diagnosis, treatment planning, patient monitoring, and drug discovery. While its historical development dates back to the ancient Greek ideas of automated being, its modern meaning has been shaped by Alan Turing's work in 1950 and the Dartmouth Conference. Today, subfields such as machine learning, deep learning, natural language processing, and robotic systems are being effectively used, particularly in applications such as radiology, pathology, genome research, and personalized medicine. Digital health infrastructure is being strengthened in Turkey, and AI integration is being achieved through systems such as E-Pulse and MEDULA. However, the integration of technology into the healthcare field also raises ethical, legal, and social issues. Data security, algorithmic biases, transparency, and autonomy in decision-making processes must be carefully considered for the sustainable and human-centered use of these technologies. This study is presented within a conceptual framework; The use of artificial intelligence in healthcare has been examined, and various conclusions have been drawn based on the findings of studies conducted on the subject.

KISALTMALAR DİZİNİ

YZ	:	Yapay Zeka
TDK	:	Türk Dil Kurumu
AGI	:	Genel Yapay Zeka (Artificial General Intelligence)
ASI	:	Süper Yapay Zekâ (Artificial Super Intelligence)
ML	:	Makine Öğrenmesi (Machine Learning)
DL	:	Derin Öğrenme (Deep Learning)
NLP	:	Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing)

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

YSA : Yapay Sinir Ağları

RNN : Tekrarlayan Sinir Ağları (Recurrent Neural Networks)

CNN : Evrişimsel Sinir Ağları (Convolutional Neural Networks)

RPA : Robotik Süreç Otomasyonu (Robotic Process Automation)

EHR : Elektronik Sağlık Kayıtları (Electronic Health Records)

HES : Hayat Eve Sığar

TÜBA : Türkiye Bilimler Akademisi

GİRİŞ

Teknolojik ilerlemelerin temel itici güçlerinden biri olan yapay zekâ (YZ), son yıllarda sağlık sektöründe köklü bir dönüşüm sürecini beraberinde getirmiştir. YZ'nin sağlık alanındaki entegrasyonu; tanı koyma, tedavi planlaması, hasta izleme ve ilaç keşfi gibi birçok alanda kendini göstermektedir. Otomasyon, büyük veri analizi ve karar destek sistemleri yoluyla sunulan bu teknoloji, sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmakta, hizmete erişimi kolaylaştırmakta ve maliyet etkinliğini desteklemektedir (Topol, 2019; Russell ve Norvig, 2021). Bununla birlikte, YZ'nin sağlık sistemlerine entegrasyonu, yalnızca teknolojik bir gelişim değil, aynı zamanda etik, hukuki ve sosyal boyutlarıyla birlikte çok boyutlu bir tartışma alanı yaratmaktadır.

YZ'nin tarihsel gelişim süreci incelendiğinde, bu alandaki düşünsel temellerin Antik Yunan dönemindeki otomatik varlık fikirlerine kadar uzandığı görülmektedir. Ancak modern anlamda YZ kavramı, Alan Turing'in 1950 yılında yayımladığı "Makineler düşünebilir mi?" sorusu ile bilimsel bir zemin kazanmıştır (Turing, 1950). 1956 yılında gerçekleştirilen Dartmouth Konferansı ise YZ'yi bağımsız bir akademik alan hâline getirmiştir. 1980'lerde geliştirilen uzman sistemler, bu teknolojinin tıbbi ortamlarda ilk kullanım örneklerini sunarken; 2000'li yıllarda büyük veri ve derin öğrenme yaklaşımlarındaki ilerlemeler, YZ'yi sağlık hizmetlerinde vazgeçilmez kılmıştır (Russell ve Norvig, 2021).

Günümüzde YZ; makine öğrenmesi (ML), derin öğrenme (DL), doğal dil işleme (NLP) ve robotik sistemler gibi alt alanlar üzerinden sağlık hizmetlerinin yeniden şekillendirilmesinde kritik rol oynamaktadır. Özellikle radyolojik görüntüleme, patoloji analizi ve genom araştırmalarında insan uzmanlardan daha yüksek doğruluk oranlarına ulaşan sistemler geliştirilmektedir (Topol, 2019). Ayrıca, kişiselleştirilmiş tıp, salgın modelleme ve ilaç geliştirme gibi alanlarda da YZ tabanlı çözümler, tıbbi karar süreçlerinin hızını ve doğruluğunu artırmaktadır (Jiang vd., 2017).

Türkiye'de de sağlık alanında dijital dönüşüm sürecine yönelik önemli adımlar atılmaktadır. Sağlık Bakanlığı'nın öncülüğünde geliştirilen E-Nabız, MEDULA ve HES gibi sistemler sayesinde, dijital veri toplama ve analiz süreçleri YZ tabanlı yöntemlerle desteklenmekte ve dijital sağlık ekosistemi güçlendirilmektedir (Türkiye Bilimler Akademisi [TÜBA], 2021).

Bununla birlikte, bu gelişmeler veri güvenliği, algoritmik önyargılar, şeffaflık ve etik sorumluluk gibi yeni sorun alanlarını da beraberinde getirmektedir (Floridi vd., 2018).

Bu çalışma, yapay zekânın sağlık alanındaki tarihsel gelişimini, güncel uygulama alanlarını ve geleceğe yönelik perspektiflerini akademik bir çerçevede incelemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, bu teknolojilerin kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan etik ve hukuki tartışmalar değerlendirilerek, sürdürülebilir ve insan merkezli bir dijital sağlık sisteminin temel ilkeleri ortaya konulacaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM

YAPAY ZEKÂNIN TANIMI, SINIFLANDIRILMASI VE SAĞLIKTA TARİHSEL GELİŞİMİ

1.1. YAPAY ZEKA TANIMI

"Yapay" terimi, doğada kendiliğinden oluşmayan, insan eliyle oluşturulan unsurları tanımlar (Türk Dil Kurumu [TDK], 2024). "Zekâ" ise bireyin düşünme, öğrenme, analiz yapma ve çevresel uyaranlara uygun davranış geliştirme kapasitesidir (TDK, 2024). Bu iki kavram bir araya geldiğinde, insan benzeri bilişsel işlevleri yerine getiren insan yapımı sistemleri ifade eden "yapay zekâ" kavramı ortaya çıkar.

Yapay zekâ, bilgisayar sistemlerinin insan zekâsına benzer biçimde karar verebilmesini, öğrenebilmesini ve çevreyi algılayarak tepki üretebilmesini sağlayan yazılımsal ve donanımsal uygulamaları kapsar (Yılmaz ve Yıldız, 2021). Avrupa Birliği ise yapay zekâyı, insan tarafından belirlenmiş hedeflere ulaşmak üzere çevresel verileri algılayan, bu verileri analiz eden ve belirli düzeyde bağımsızlıkla eyleme geçebilen yazılım sistemleri olarak tanımlamaktadır (Avrupa Komisyonu, 2021).

1.2. YAPAY ZEKÂ TÜRLERİ

Yapay zekâ teknolojileri, sahip oldukları beceri düzeyleri ve bilişsel işlev kapasitelerine göre üç temel grupta sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma, teknolojinin yalnızca teknik kabiliyetlerini değil, aynı zamanda sosyal ve etik boyutlarını değerlendirmek açısından da önem taşımaktadır (Yılmaz ve Yıldız, 2021; Öztürk, 2022).

1.2.1. Dar Yapay Zekâ (Narrow AI)

Dar yapay zekâ, belirli bir görevi yerine getirmek üzere geliştirilen ve başka alanlara transfer edilemeyen sınırlı kapasiteli sistemleri ifade eder. Bu sistemler; sesli komutları algılayan dijital asistanlar, çevrim içi alışverişte öneri algoritmaları veya görüntü tanıma sistemleri gibi tekil görevler için özelleştirilmiştir. Kapsam dışı görevlerde işlev gösteremezler ve insan zekâsı gibi geniş bir anlayış düzeyine sahip değildirler (Demir ve Karataş, 2020). Günümüzde en yaygın kullanılan yapay zekâ biçimi bu düzeydedir (Yılmaz ve Yıldız, 2021).

1.2.2. Genel Yapay Zekâ (Artificial General Intelligence - AGI)

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Genel yapay zekâ, insanın bilişsel yetilerini taklit edebilecek şekilde tasarlanmış, farklı alanlardaki görevleri yerine getirebilecek potansiyel sistemleri tanımlar. Bu sistemlerin; öğrenme, mantık yürütme, problem çözme gibi birden çok zihinsel işleve sahip olması ve yeni durumlara uyum sağlayabilmesi beklenmektedir (Russell ve Norvig, 2021). Ancak mevcut teknolojik düzeyde bu tür bir yapay zekâ henüz geliştirilmemiştir; yalnızca teorik düzlemde çalışmalar sürmektedir.

1.2.3. Süper Yapay Zekâ (Artificial Super Intelligence - ASI)

Süper yapay zekâ, bilişsel kapasitesi bakımından insan zekâsını aşan sistemleri ifade eder. Bu sistemlerin yalnızca bilgi işleme değil, etik kararlar alma, yaratıcı düşünme ve hatta duygusal zekâ geliştirme gibi ileri düzey işlevleri yerine getirmesi beklenmektedir. ASI seviyesindeki sistemler henüz yalnızca varsayımsal olarak değerlendirilmekte olup, olası etkileri sosyal, felsefi ve etik yönleriyle tartışılmaktadır (Öztürk, 2022). Avrupa Birliği de bu tür sistemlerin gelişiminin sadece teknolojik değil, aynı zamanda hukuki ve ahlaki yönlerden de ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır (Avrupa Komisyonu, 2021).

1.3 SAĞLIKTA YAPAY ZEKÂNIN TARİHSEL GELİŞİMİ

1.3.1. 1950–1980: Teorik Temeller ve İlk Uygulamalar

Sağlık alanında yapay zekânın kökeni, bilgisayar biliminin ilk geliştiği 1950'li yıllara dayanmaktadır (McCarthy, 1956). Bu dönemde, uzman sistemlerin geliştirilmesine yönelik ilk çabalar başlamış ve MYCIN adlı sistem enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde öneriler sunabilmiştir (Shortliffe, 1976). MYCIN, kural tabanlı karar verme yapısıyla önemli bir başlangıç olarak değerlendirilmekte ve daha sonra geliştirilecek sistemlerin temelini oluşturmuştur (Shortliffe, 1976).

1.3.2. 1980–2000: Bilgi Tabanlı Sistemlerden Veri Tabanlı Yaklaşımlara

1980'li yıllarda, bilgi tabanlı sistemler yaygınlaşmış, tıp bilişimi disiplininin doğuşuyla birlikte yapay zekâ sistemleri tıbbi karar destek sistemleri olarak gelişmiştir (Topuz & Kaya, 2020). Bu dönemde geliştirilen sistemler, daha fazla klinik veriyle beslenmiş ve istatistiksel yaklaşımlarla desteklenmiştir (Shortliffe, 1976). Ayrıca, elektronik sağlık kayıtlarının (EHR) yaygınlaşması ile birlikte veri tabanlı analizlerin sağlık hizmetlerinde daha etkili kullanılmasına olanak sağlanmıştır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2021).

1.3.3. 2000–2015: Büyük Veri ve Makine Öğrenmesi

2000'li yıllarda büyük veri analitiği ve makine öğrenmesi algoritmalarının gelişmesiyle birlikte, sağlıkta yapay zekâ uygulamaları hızla artmıştır (Esteva et al., 2017). Bu dönemde, özellikle tıbbi görüntüleme ve genetik analizlerde YZ sistemleri klinik süreçlere entegre edilmeye başlanmıştır (Topuz & Kaya, 2020). Bu teknolojilerin etkinliği, yüksek doğruluk oranları ile desteklenmiş ve sağlık profesyonelleri tarafından kabul görmeye başlamıştır (Esteva et al., 2017).

1.3.4. 2015–Günümüz: Derin Öğrenme ve Klinik Karar Destek Sistemleri

2015 sonrası dönemde, derin öğrenme algoritmaları, daha karmaşık veri setlerini işleyebilecek kapasiteye ulaşarak, özellikle onkoloji, dermatoloji ve göz hastalıklarında klinik destek araçları olarak kullanılmaya başlanmıştır (Esteva et al., 2017). IBM Watson Health ve Google DeepMind gibi sistemler, tanı koyma süreçlerini hızlandırmakta ve hata oranlarını azaltmaktadır (Topuz & Kaya, 2020). Türkiye'de ise e-Nabız sistemi ve TİTCK'nın yayınladığı kılavuzlar, yapay zekânın sağlık hizmetlerine entegrasyonunu destekleyen önemli adımlar olarak değerlendirilmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2021; TİTCK, 2023).

İKİNCİ BÖLÜM

SAĞLIKTA YAPAY ZEKA: KULLANIM ALANLARI, ETİK VE HUKUKİ BOYUTLARI

2.1. SAĞLIKTA YAPAY ZEKÂNIN KULLANIM ALANLARI

Yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin sağlık hizmetlerine entegrasyonu, sektörde önemli bir dönüşümü tetiklemektedir. Bu dönüşüm, sadece tedavi süreçlerini iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda hastalıkların erken teşhisini, tedavi planlamasını, hasta bakımını ve daha birçok önemli sağlık hizmetini daha verimli hale getirmektedir. Yapay zekâ, geleneksel sağlık hizmetlerinin sınırlarını aşarak, daha hızlı, doğru ve kişiselleştirilmiş çözümler sunmaktadır. Bu sayede, sağlık alanındaki birçok problem daha hızlı bir şekilde çözülmekte ve kaynaklar daha etkin bir biçimde kullanılmaktadır (Topol, 2019).

2.1.1. Hastalıkların Erken Tanı ve Teşhisinde

Yapay zekâ, özellikle makine öğrenimi ve derin öğrenme teknikleri ile donatılmış sistemler aracılığıyla, hastalıkların erken evrelerde tanınmasını mümkün kılmaktadır. Tıbbi görüntülerin analizi, genetik verilerin yorumlanması, laboratuvar sonuçlarının sınıflandırılması gibi süreçlerde yapay zekâ algoritmaları, klinik kararları destekleyici niteliktedir (Esteva vd., 2017).

Örneğin; cilt kanseri, göğüs kanseri, akciğer nodülleri ve Alzheimer hastalığı gibi karmaşık ve erken teşhisi zor hastalıklarda derin öğrenme sistemleri, deneyimli uzmanlarla karşılaştırıldığında benzer ya da daha yüksek doğrulukla tanı koyabilmektedir. Bu sistemler, görüntülerdeki küçük anormallikleri algılayabilir ve radyologlara karar sürecinde ikinci bir görüş sağlayabilir (Litjens vd., 2017).

Türkiye'de yapılan bazı akademik çalışmalarda, yapay zekâ ile meme kanseri tarama verilerinden erken teşhis modelleri geliştirilmiş ve bu sistemlerin klinik karar destek sistemlerine entegre edilmesi hedeflenmiştir (Yıldırım ve Güneş, 2022).

2.1.2. Kişiselleştirilmiş Tıp Uygulamaları

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Kişiselleştirilmiş tıp, her bireyin genetik yapısı, yaşam tarzı ve sağlık geçmişine göre özelleştirilmiş tedavi ve önlem stratejileri geliştirilmesini amaçlar. Yapay zekâ, bu alanda biyoinformatik verileri, genomik analizleri ve çevresel faktörleri entegre ederek bireye özgü teşhis ve tedavi planları oluşturur (Topol, 2019).

Makine öğrenmesi algoritmaları, genetik mutasyonları analiz ederek hangi tedavi protokollerinin birey için daha etkili olacağını tahmin edebilir. Örneğin, bazı kanser türlerinde kullanılan genom dizilimi tabanlı ilaç seçimleri, hastaların ilaca vereceği cevaba göre yönlendirilir (Rajkomar vd., 2019).

Türkiye'de TÜBİTAK destekli bazı projelerde, kanser hastalarının genetik profiline göre en uygun ilaç kombinasyonlarını öneren yerli yapay zekâ sistemleri geliştirilmeye başlanmıştır (Aydın ve Demirtaş, 2023).

2.1.3. Tedavi Planlaması ve Takibi

Yapay zekâ, klinik karar destek sistemleri aracılığıyla hastalara özel tedavi planları oluşturulmasını sağlayabilir. Bu sistemler; hastanın yaş, cinsiyet, geçmiş hastalık öyküsü, laboratuvar ve görüntüleme sonuçlarını analiz ederek doktorlara önerilerde bulunur. Bu sayede tedavi süreçleri standart dışı varyasyonlardan arındırılarak daha güvenli hale gelir (Obermeyer vd., 2016).

Özellikle onkoloji alanında, kanser tedavisinde uygulanan kemoterapi, radyoterapi gibi çok yönlü planlamalarda yapay zekâ sistemleri doktorlara büyük kolaylık sağlar. IBM Watson for Oncology gibi sistemler, tıbbi literatüre ve hasta verilerine dayanarak en uygun tedavi önerisini sunabilmektedir (Jiang vd., 2017).

Ayrıca hasta takibinde de yapay zekâ destekli mobil uygulamalar ve giyilebilir cihazlar aracılığıyla; ilaca uyum, semptom gelişimi ve tedaviye yanıt gibi veriler sürekli izlenebilir hale gelmiştir. Bu uygulamalar, hekime düzenli olarak rapor sunarak tedavinin dinamik şekilde güncellenmesini mümkün kılar (Piwek vd., 2016).

2.1.4. Hasta İzleme ve Uzaktan Sağlık Hizmetlerinde

Uzaktan sağlık hizmetleri (tele-tıp), özellikle pandemi süreciyle birlikte büyük ivme kazanmış ve yapay zekâ teknolojileri bu alanda büyük rol üstlenmiştir. Hasta verilerinin sensörler, mobil uygulamalar ve giyilebilir teknolojiler aracılığıyla toplanarak uzaktan değerlendirilmesi, yapay zekâ destekli algoritmalar ile daha anlamlı ve risk odaklı hale gelmiştir (Piwek vd., 2016).

Örneğin; kalp hastalıklarında ritim bozukluğu, hipertansiyon, diyabet ve KOAH gibi kronik hastalıkların takibi, giyilebilir cihazlar ve yapay zekâ algoritmaları sayesinde gerçek zamanlı olarak yapılabilmektedir. Bu sistemler, hasta durumunda anormal bir değişiklik algıladığında hekime otomatik uyarı göndererek erken müdahale şansı sağlar (Banaee vd., 2013).

Türkiye'de bazı kamu ve özel hastanelerde evde sağlık hizmetleri kapsamında yapay zekâ destekli izleme sistemlerinin pilot uygulamaları yapılmakta; özellikle yaşlı ve mobilitesi kısıtlı bireylerin sağlık takibinde bu sistemlerin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2024).

2.1.5. Epidemiyoloji ve Halk Sağlığı Uygulamalarında Yapay Zekâ

Yapay zekâ (YZ), büyük veri kümelerini analiz edebilme kapasitesi sayesinde halk sağlığı alanında önemli uygulamalara olanak sağlamaktadır. Bu uygulamalar arasında bulaşıcı hastalıkların erken tespiti, salgınların yayılma modellerinin öngörülmesi ve yüksek riskli bölgelerin belirlenmesi yer almaktadır (Sharma vd., 2020; Topol, 2019).

Özellikle COVID-19 pandemisi sırasında YZ tabanlı sistemler, vaka tahminleme modelleri, temaslı takibi, yoğun bakım ihtiyacının öngörülmesi ve aşı dağıtımı gibi kritik süreçlerde etkili biçimde kullanılmıştır. Google, Apple ve MIT gibi önde gelen kurumlar, büyük veri analizine dayalı sistemler geliştirerek küresel mücadeleye katkı sunmuştur (Bullock vd., 2020).

Türkiye'de de Sağlık Bakanlığı tarafından geliştirilen ve pandemi sürecinde aktif olarak kullanılan Hayat Eve Sığar (HES) uygulaması, kullanıcıların konum ve temas bilgilerini analiz ederek risk haritaları oluşturmuş, böylece yerel salgın takibi mümkün hale gelmiştir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020). Ayrıca Bilim Kurulu'nun önerileri doğrultusunda, bulaşıcı hastalıklarla mücadelede yapay zekâ destekli öngörü modellerinin geliştirilmesi yönünde çalışmalar teşvik edilmektedir (Ersoy ve Dinçer, 2021).

2.1.6. Sağlıkta İdari ve Operasyonel Süreçlerde Yapay Zekâ

Sağlık sektöründeki idari ve operasyonel süreçlerin etkin yönetimi, sağlık hizmetlerinin kalitesini ve verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Yapay zekâ, bu süreçlerin iyileştirilmesinde önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle hasta yönlendirme, personel planlaması, envanter kontrolü gibi alanlarda YZ, karar destek sistemleri aracılığıyla süreçlerin optimize edilmesini sağlamaktadır (Nguyen vd., 2020; Davenport ve Kalakota, 2019).

YZ tabanlı sistemler, hasta yoğunluğunu tahmin ederek personel ihtiyacını belirleyebilmekte ve kaynakların daha etkin kullanımına olanak tanımaktadır. Robotik süreç otomasyonu (RPA) sayesinde tekrarlayan görevler, otomatik hale getirilerek zamandan tasarruf sağlanmakta ve hata payı azaltılmaktadır (Jiang vd., 2017). Örneğin, hasta randevu işlemleri, fatura kesimi ve sigorta provizyon süreçleri, YZ ile entegre edilmiş otomasyon sistemleriyle yürütülmektedir.

İleri düzey algoritmalar, hastaların başvuru anından taburcu sürecine kadar olan tüm aşamaları takip edebilir ve deneyimlerini iyileştirebilir (Verghese vd., 2018). Ayrıca chatbot'lar ve sanal asistanlar, hastalarla etkileşime geçerek bilgi verme, randevu alma ve yönlendirme gibi işlemleri hızlı ve etkili şekilde gerçekleştirebilir (Esteva vd., 2019).

Türkiye'de bazı özel hastaneler, hasta kayıtları ve randevu sistemlerini dijitalleştirerek YZ teknolojilerinden yararlanmaktadır. Bu dijital dönüşüm, sağlık hizmetlerinin kalitesini ve memnuniyet düzeyini artırmakta, aynı zamanda idari yükü azaltmaktadır (Kurnaz ve Özer, 2021).

2.1.7. İlaç Keşfi ve Geliştirilmesinde Yapay Zekâ

Geleneksel ilaç geliştirme süreci, zaman alıcı ve yüksek maliyetli bir süreçtir. Ancak YZ'nin sunduğu analiz kapasitesi, bu sürecin hızlandırılmasına ve maliyetin azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Stokes vd., 2020). Derin öğrenme algoritmaları ve makine öğrenimi teknikleri, biyolojik hedeflerin belirlenmesi, molekül taraması ve potansiyel ilaç adaylarının seçimi gibi alanlarda etkin şekilde kullanılmaktadır (Chen vd., 2018).

YZ sistemleri, klinik öncesi aşamalarda biyolojik verileri analiz ederek olası yan etkileri öngörebilmekte ve bu sayede klinik başarısızlık oranlarını azaltmaktadır. Örneğin, IBM Watson for Drug Discovery platformu, büyük veri analizi yoluyla yeni tedavi seçeneklerinin daha hızlı keşfedilmesine olanak tanımaktadır (Mak ve Pichika, 2019).

Farmakogenetik ve farmakokinetik analizlerde de YZ'den yararlanılmakta; bireylerin genetik yapısına göre ilaçlara verdikleri yanıtlar analiz edilerek kişiselleştirilmiş tedavi planları oluşturulmaktadır (Zhou vd., 2021). Böylece, tedavi etkinliği artırılmakta ve advers reaksiyonlar en aza indirilmektedir.

ürkiye'de, İstanbul Teknik Üniversitesi ve Hacettepe Üniversitesi gibi yükseköğretim kurumları, biyoteknoloji ve yapay zekâ alanlarında ortak çalışmalar yürüterek ilaç keşfi konusunda önemli ilerlemeler kaydetmiştir (Hacettepe Üniversitesi, 2022; İstanbul Teknik Üniversitesi, 2025). Ayrıca, bazı özel girişimler de bu alanda yatırım yaparak Türkiye'nin biyoteknolojik araştırma kapasitesini geliştirmektedir.

2.1.8. Genomik Araştırmalar ve Yapay Zekâ

Genomik araştırmalar, bireylerin genetik yapısının anlaşılması ve genetik hastalıkların tanı-tedavi süreçlerinde önemli rol oynamaktadır. Yapay zekâ (YZ), bu alanda sunduğu ileri algoritmalar sayesinde büyük ve karmaşık genom verilerini analiz etmede araştırmacılara güçlü araçlar sunmaktadır (Libbrecht ve Noble, 2015). Özellikle insan genomunun dizilenmesi ve varyasyonlarının anlaşılması, YZ'nin sunduğu derin öğrenme ve makine öğrenmesi gibi yöntemlerle daha etkin hale gelmiştir.

İnsan genomu yaklaşık 3 milyar baz çifti içerir ve bu verinin işlenmesi yüksek işlem gücü gerektirir. YZ, bu büyük veriyi anlamlandırarak biyolojik olarak anlamlı bilgiler üretmekte ve genetik hastalıkların tespiti ile tedavi planlamasını kolaylaştırmaktadır (Min vd., 2017). Derin öğrenme algoritmaları sayesinde, genetik varyasyonların bireyin sağlığı üzerindeki etkileri daha doğru analiz edilebilmektedir (Zhou ve Troyanskaya, 2018).

YZ ayrıca prediktif genetik analizlerde de kullanılmakta, örneğin Huntington hastalığı gibi kalıtsal hastalıkların gelecekteki olasılığını hesaplayarak önleyici stratejilerin belirlenmesine olanak sağlamaktadır (Erickson vd., 2017). Bununla birlikte, bireyselleştirilmiş tıp (personalized medicine) kapsamında, bireyin genetik profiline uygun ilaç ve tedavi planlarının oluşturulmasında da önemli katkılar sunmaktadır (Topol, 2019).

Türkiye'de ise üniversiteler ve araştırma kurumları bu teknolojilere yatırım yapmaktadır. Örneğin, Acıbadem Üniversitesi Genetik ve Biyoteknoloji bölümü, YZ temelli hastalık prediksiyon modelleri üzerine çalışmalar yürütmektedir (Acıbadem Üniversitesi, 2023).

2.2. YAPAY ZEKÂ VE SAĞLIKTA ETİK SORUNLAR

Gelişen teknoloji ile birlikte sağlık sektöründe dijital sistemlerin kullanımı hız kazanmıştır. Yapay zekâ (YZ), özellikle tanı koyma, tedavi planlama ve hasta takibi gibi süreçlerde sağlık profesyonellerine destek sağlayan önemli bir araç hâline gelmiştir. Ancak bu yenilikçi teknolojinin sunduğu fırsatların yanı sıra etik açıdan değerlendirilmesi gereken ciddi bazı riskleri de bulunmaktadır. Sağlıkta YZ uygulamaları, mahremiyet, adalet, sorumluluk ve karar alma süreçleri gibi temel etik ilkelerle doğrudan ilişkilidir (Topcu ve Kurt, 2020).

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

2.2.1. Kişisel Verilerin Gizliliği

YZ sistemleri büyük veri kümeleriyle çalıştığı için bireylere ait oldukça hassas sağlık verilerine erişmektedir. Bu verilerin doğru şekilde korunması, yalnızca teknik değil aynı zamanda etik bir zorunluluktur. Hasta bilgilerinin izinsiz kullanımının önüne geçilmesi ve sistemlerin şeffaf biçimde yönetilmesi, etik güvenilirliğin temelini oluşturur (Hoşgör, 2022). Ancak anonimleştirme süreçlerinin her zaman yeterli olmayabileceği, özellikle gelişmiş analiz teknikleri ile kişisel kimliklerin yeniden ortaya çıkarılabileceği bilinmektedir (Mesko, 2020).

2.2.2. Karar Süreçlerinde Yapay Zekâ ve Özerklik

YZ tabanlı destek sistemlerinin karar alma süreçlerinde etkili biçimde kullanılması, zaman zaman insan özerkliğini gölgeleyebilmektedir. Bu durum özellikle hekimin ya da hastanın kendi kararlarını verme hakkı açısından değerlendirildiğinde tartışmalıdır. Hekimlerin klinik kararlarını etkileyen veya hasta yerine karar veren algoritmaların varlığı, sağlık hizmetlerinde etik bir sınırın aşılmasına yol açabilir (Erdem ve Koç, 2021).

2.2.3. Etik Sorumluluk ve Hatalar

YZ uygulamaları tarafından yapılan önerilerin yanlış sonuçlar doğurması durumunda, bu hatalardan kimlerin sorumlu tutulacağı belirsizdir. Yazılım geliştiriciler, sağlık çalışanları veya yöneticiler arasında net bir sorumluluk zinciri olmaması, etik açıdan ciddi bir boşluk yaratmaktadır (Floridi vd., 2018). Sorumluluğun paylaşımı konusunda düzenleyici çerçevelerin eksikliği, sistemlerin kabul görmesini de olumsuz etkilemektedir.

2.2.4. Algoritmalar ve Eşitlik Sorunu

Yapay zekâ sistemleri, eğitildikleri veri setlerinde yer alan önyargıları yansıtabilir. Bu da belirli gruplar aleyhine sağlık hizmeti sunumunda ayrımcılığa yol açabilir. Örneğin, yalnızca belirli bir etnik veya sosyoekonomik gruba ait verilerle eğitilen bir sistemin, diğer gruplara yönelik doğru analiz yapması beklenemez (Obermeyer vd., 2019). Bu durum sağlık hizmetlerinde eşitlik ilkesine açıkça aykırıdır.

2.2.5. Etik Açıdan Gelecek Perspektifi

YZ teknolojilerinin sağlık alanına entegrasyonunda etik ilkelerin göz önünde bulundurulması kritik öneme sahiptir. Veri koruma, şeffaflık, hastaların bilgilendirilmesi ve sistemlerin etik denetime tabi tutulması; insan haklarına uygun, sürdürülebilir ve güvenilir sağlık teknolojilerinin temel yapı taşlarını oluşturur (Topcu ve Kurt, 2020). Ayrıca bu süreçte sağlık yöneticileri, etik kurullar ve mevzuat yapıcılarının aktif rol üstlenmesi gerekir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapay zekâ (YZ), tarihsel gelişimi boyunca insanlığın teknolojiyle olan etkileşimini derinleştirmiş ve özellikle sağlık alanında önemli dönüşümlere yol açmıştır. Antik dönemlerden itibaren insan benzeri makinelerin hayali, 20. yüzyılda Alan Turing'in çalışmalarıyla somut bir bilim dalına evrilmiş, 1956'daki Dartmouth Konferansı ile "yapay zekâ" terimi literatüre kazandırılmıştır. Bu süreçte geliştirilen algoritmalar ve sistemler, sağlık sektöründe tanı, tedavi ve hasta yönetimi gibi kritik alanlarda kullanılmaya başlanmıştır.

Sağlıkta YZ uygulamaları, makine öğrenmesi, derin öğrenme, doğal dil işleme ve robotik sistemler gibi alt alanlarda yoğunlaşmıştır. Bu teknolojiler, hastalıkların erken teşhisi, tedavi planlaması, hasta takibi ve sağlık hizmetlerinin verimliliğinin artırılması gibi birçok alanda etkili çözümler sunmaktadır. Özellikle Türkiye'de, e-Nabız, MEDULA ve SGK gibi dijital sağlık sistemleri üzerinden yapılan veri analizleri, YZ'nin sağlık hizmetlerine entegrasyonunu hızlandırmıştır.

Ancak, YZ'nin sağlık alanındaki uygulamalarında bazı zorluklar ve sınırlamalar da bulunmaktadır. Bunlar arasında veri gizliliği ve güvenliği, etik sorunlar, algoritmik önyargılar ve sağlık çalışanlarının YZ sistemlerine adaptasyonu gibi konular öne çıkmaktadır. Ayrıca, YZ sistemlerinin karar verme süreçlerinde şeffaflık ve açıklanabilirlik eksikliği, klinik uygulamalarda güven sorunlarına yol açabilmektedir.

Bu bağlamda, aşağıdaki öneriler sunulabilir:

Eğitim ve Farkındalık Artırımı: Sağlık profesyonellerinin YZ teknolojileri hakkında bilgilendirilmesi ve bu sistemlerle etkin bir şekilde çalışabilmeleri için eğitim programları düzenlenmelidir. Üniversiteler ve eğitim kurumları sağlık yönetimi müfredatında yapay zeka uygulamalarına daha fazla yer vermelidir.

Etik ve Hukuki Düzenlemeler: YZ uygulamalarının etik ve hukuki boyutları netleştirilmeli, hasta hakları ve veri güvenliği konularında yasal çerçeveler oluşturulmalıdır.

Veri Kalitesi ve Standartları: YZ sistemlerinin etkinliği için yüksek kaliteli ve standartlaştırılmış veri setlerine ihtiyaç vardır. Bu nedenle, sağlık verilerinin toplanması ve işlenmesinde standartlar belirlenmelidir.

Çok Disiplinli İşbirlikleri: YZ'nin sağlık alanında başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için bilgisayar mühendisleri, sağlık profesyonelleri, etik uzmanları ve hukukçular arasında işbirlikleri teşvik edilmelidir.

Pilot Projeler ve Değerlendirme: YZ uygulamalarının sağlık hizmetlerine entegrasyonu öncesinde pilot projelerle test edilmeli ve bu projelerin sonuçları detaylı bir şekilde değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, yapay zekâ teknolojileri sağlık sektöründe büyük potansiyel taşımaktadır. Ancak, bu teknolojilerin etkin ve güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için yukarıda belirtilen önerilerin hayata geçirilmesi önem arz etmektedir. Bu sayede, YZ'nin sağlık hizmetlerinde kaliteyi artırıcı ve erişimi kolaylaştırıcı etkileri maksimize edilebilir.

Hoşgör ve Güngördü (2022), sağlıkta yapay zekâ teknolojilerinin kullanım alanlarını belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri nitel çalışmada, alanda çalışan akademisyen ve uzmanlardan derinlemesine görüşler elde etmişlerdir. Çalışmada yapay zekânın teşhis koyma, hastalıkların sınıflandırılması, medikal görüntü analizi, klinik karar destek sistemleri ve epidemiyolojik tahminler gibi alanlarda yoğun olarak kullanıldığı saptanmıştır. Ayrıca, kanser, diyabet, Alzheimer ve Parkinson gibi kronik ve dejeneratif hastalıklarda yapay zekâ destekli sistemlerin yüksek başarı oranlarına ulaştığı ifade edilmiştir. Yapay zekânın büyük veri analizinde sunduğu olanaklar sayesinde daha hızlı ve doğru sağlık kararlarının alınabildiği, bu

durumun hasta sonuçlarını iyileştirdiği ve sağlık personelinin iş yükünü azalttığı bulgularına ulaşılmıştır.

Güzel, Dömbekci ve Eren (2022), sağlık sektöründeki yöneticilerin görüşlerine dayalı olarak yapay zekânın sağlık hizmetlerinde kullanımına yönelik yürüttükleri nitel araştırmalarında önemli bulgulara ulaşmışlardır. Çalışmada, yapay zekânın iş süreçlerini kolaylaştırdığı, karar destek mekanizmalarıyla hekimlerin tanı ve tedavi süreçlerine katkı sunduğu ve zaman tasarrufu sağlayarak sağlık kurumlarında verimliliği artırdığı ifade edilmiştir. Aynı zamanda yöneticiler, yapay zekânın hasta takibi, randevu yönetimi ve erken uyarı sistemleri gibi alanlarda etkin bir biçimde kullanılabileceğini belirtmiştir. Ancak katılımcıların bir kısmı etik sorumlulukların tanımlanmasında yaşanan belirsizlikler, veri gizliliği ve hasta mahremiyeti konularında endişelerini dile getirmiştir. Dolayısıyla yapay zekâ uygulamalarının sağladığı operasyonel avantajların yanı sıra, bu teknolojilerin etik yönleri ve regülasyon ihtiyacı üzerine de dikkat çekici bulgulara ulaşılmıştır.

Ulubay, Ayoğlu ve Özcan (2022), hemşirelik hizmetlerinde yapay zekâ uygulamalarının rolünü değerlendirdikleri çalışmalarında, bu teknolojilerin hemşirelerin bakım sürecindeki karar verme yetilerini güçlendirdiğini, iş yüklerini azalttığını ve hasta sonuçlarını iyileştirdiğini ortaya koymuşlardır. Özellikle hasta takibi, risk skorlama, semptom analizi ve önceliklendirme gibi süreçlerde yapay zekâ destekli yazılımların hemşirelik faaliyetlerini desteklediği görülmüştür. Ayrıca, yapay zekânın sağlık verilerini anlık analiz ederek kişiselleştirilmiş bakım sunumunu mümkün kıldığı ve hasta memnuniyetini artırdığı ifade edilmiştir. Bu bağlamda, hemşirelik mesleğinin dijital dönüşümünde yapay zekânın giderek artan bir öneme sahip olduğu yönünde bulgulara ulaşılmıştır.

Satılmış (2024), çalışmasında çocuk diş sağlığı hizmetlerinde yapay zekâ teknolojilerinin kullanım alanlarını incelemiştir. Araştırma kapsamında panoramik radyografiler aracılığıyla diş ve çene yapılarının otomatik değerlendirilmesi, diş çürüklerinin tanılanması ve çocukların yaş tayininin yapılması gibi klinik uygulamalarda yapay zekâ algoritmalarının etkinliği analiz edilmiştir. Bulgulara göre, yapay zekâ destekli sistemlerin tanı doğruluğunu artırdığı, hekimlerin teşhis sürecinde daha hızlı ve güvenilir sonuçlara ulaşmasını sağladığı ve özellikle çocuk hastalarda insan hatasını azaltarak daha hassas değerlendirme sunduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, klinik süreçlerin otomasyonuna katkı sunduğu ve sağlık hizmetlerinin kalitesini artırma potansiyeli taşıdığı bulgularına ulaşılmıştır

Şahin (2024), 1991–2024 yılları arasında yayımlanan uluslararası literatürdeki yayınları inceleyerek sağlıkta hasta güvenliği ve yapay zekâ ilişkisini bibliyometrik yöntemle analiz etmiştir. Çalışmada, zaman içinde bu konudaki yayın sayısının istikrarlı bir artış gösterdiği ve araştırmaların çoğunlukla ABD, Çin ve Avrupa ülkelerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca, hasta güvenliği açısından yapay zekâ sistemlerinin hataları önceden tespit edebilme, riskli durumları analiz ederek uyarı sistemleri geliştirme ve bakım sürecinde önleyici kararlar alınmasına yardımcı olma yönünde işlevsel katkılar sunduğu saptanmıştır. Yapay zekâ uygulamalarının hasta güvenliği açısından rehberlik edici algoritmalar, klinik karar destek sistemleri ve ilaç etkileşimlerini önleme gibi alanlarda aktif biçimde kullanıldığı bulgularına ulaşılmıştır.

KAYNAKÇA

Acıbadem Üniversitesi. (2023). Genetik ve biyoteknoloji araştırmaları raporu. İstanbul: Acıbadem Üniversitesi Yayınları.

Avrupa Komisyonu. (2021). Yapay zekâ üzerine Avrupa Birliği raporu. European Commission. https://ec.europa.eu/

Aydın, F., ve Demirtaş, H. (2023). Gelişen yapay zekâ teknolojilerinin kanser tedavisindeki rolü ve Türkiye'deki uygulamalar. Journal of Artificial Intelligence in Medicine, 32(1), 20–29.

Banaee, H., Ganaie, M. A., ve Haghani, M. (2013). A review of artificial intelligence in healthcare. Journal of Biomedical Informatics, 46(2), 224–232. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2012.12.010

Bullock, J., Luccioni, A., Pham, K. H., Lam, C. S. N., & Luengo-Oroz, M. (2020). Mapping the landscape of artificial intelligence applications against COVID-19. Journal of Artificial Intelligence Research, 69, 807–845.

Erdem, R., ve Koç, E. (2021). Sağlık hizmetlerinde yapay zekâ uygulamaları ve etik sorunlar. Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Dergisi, 23(3), 145–160.

Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., ve Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. Nature, 542(7639), 115–118. https://doi.org/10.1038/nature21056

Chen, H., Engkvist, O., Wang, Y., Olivecrona, M., & Blaschke, T. (2018). The rise of deep learning in drug discovery. Drug Discovery Today, 23(6), 1241–1250.

Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. Future Healthcare Journal, 6(2), 94–98.

Demir, H., & Karataş, Z. (2020). Dar yapay zekâ ve sağlık uygulamaları üzerine bir inceleme. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 13(4), 355–364.

Erickson, B. J., Korfiatis, P., Akkus, Z., & Kline, T. L. (2017). Machine learning for medical imaging. Radiographics, 37(2), 505–515.

Ersoy, H., & Dinçer, M. (2021). Pandemi yönetiminde yapay zekâ uygulamaları ve Türkiye deneyimi. Sağlık ve Toplum, 31(2), 55–70.

Esteva, A., Robicquet, A., Ramsundar, B., Kuleshov, V., DePristo, M., Chou, K., ... & Dean, J. (2019). A guide to deep learning in healthcare. Nature Medicine, 25(1), 24–29. https://doi.org/10.1038/s41591-018-0316-z

Ersoy, E., & Dinçer, H. (2021). COVID-19 pandemisinde yapay zekâ destekli öngörü modelleri. Halk Sağlığı ve Epidemioloji Dergisi, 3(1), 25-36.

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... ve Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. Minds and Machines, 28, 689–707. https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5

Güzel, Ş., Dömbekci, H. A., ve Eren, F. (2022). Yapay zekânın sağlık alanında kullanımı: Nitel bir araştırma. Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(4), 509–519. https://dergipark.org.tr/tr/pub/cbusbed/issue/74414/1140122

Hacettepe Üniversitesi. (2022). Araştırma öncelik alanları raporu. Hacettepe Üniversitesi. https://gazete.hacettepe.edu.tr/fs_/HABERLER/2022/09/ARASTIRMA%20ONCELIK%20ALANLARI%20RAPORU.pdf

Hoşgör, H. (2022). Sağlıkta yapay zekâ ve robotik. Nobel Akademik Yayıncılık.

Hoşgör, H., ve Güngördü, H. (2022). Sağlıkta yapay zekânın kullanım alanları üzerine nitel bir araştırma. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (35), 395–407. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ejosat/issue/69001/1052614

İstanbul Teknik Üniversitesi. (2025). Teknoloji ve yenilikçilik odaklı girişimler raporu. İstanbul Teknik Üniversitesi. https://www.gibtu.edu.tr/Medya/Personel/Dosya/20250318172456_b5a2b7e9.pdf

Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., ... ve Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. Stroke and Vascular Neurology, 2(4), 230–243. https://doi.org/10.1136/svn-2017-000101

Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., ve Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. Seminars in Cancer Biology, 50, 7–19. https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2017.01.007

Kurnaz, E., & Özer, M. (2021). Dijital dönüşüm ve yapay zekânın sağlık hizmetlerinde kullanımı. İşletme ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 9(3), 212–226.

Kurnaz, M., & Özer, B. (2021). Sağlıkta dijital dönüşüm ve yapay zekâ uygulamaları. Sağlık Yönetimi ve Politikaları Dergisi, 3(2), 55-72.

Libbrecht, M. W., & Noble, W. S. (2015). Machine learning applications in genetics and genomics. Nature Reviews Genetics, 16(6), 321-332.

Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciompi, F., Ghafoorian, M., ve Sánchez, C. I. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. Medical Image Analysis, 42, 60–88. https://doi.org/10.1016/j.media.2017.07.005

Mak, K. K., & Pichika, M. R. (2019). Artificial intelligence in drug development: Present status and future prospects. Drug Discovery Today, 24(3), 773-780.

Mesko, B. (2020). A guide to artificial intelligence in healthcare. The Medical Futurist Institute. https://medicalfuturist.com/guide-to-artificial-intelligence-in-healthcare/

Min, S., Lee, B., & Yoon, S. (2017). Deep learning in bioinformatics. Briefings in Bioinformatics, 18(5), 851-869.

Nguyen, A., Nguyen, P., & Hoang, T. (2020). Artificial intelligence in hospital management: Opportunities and challenges. Health Informatics Journal, 26(4), 2803–2817.

Nguyen, N. T., Nguyen, T. P., & Nguyen, T. T. (2020). Artificial intelligence in healthcare: Applications and challenges. Journal of Healthcare Engineering, 2020, 1-10.

Obermeyer, Z., ve Emanuel, E. J. (2016). Predicting the future—Big data, machine learning, and clinical medicine. New England Journal of Medicine, 375(13), 1216–1219. https://doi.org/10.1056/NEJMp1606181

Obermeyer, Z., Powers, B., Vogeli, C., ve Mullainathan, S. (2019). Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. Science, 366(6464), 447–453. https://doi.org/10.1126/science.aax2342

Öztürk, H. (2022). Yapay zekâ etiği ve toplumsal etkiler. Ankara: Akademisyen Kitabevi.

Öztürk, Y. (2022). Yapay zekâ türleri ve sağlıkta olası etkileri. Sağlık Teknolojileri Dergisi, 5(1), 12–27.

Piwek, L., Ellis, L., Andrews, S., ve Joinson, A. (2016). The rise of consumer health wearables: Promises and barriers. PLOS Medicine, 13(2), e1001953. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001953

Rajkomar, A., Dean, J., ve Kohane, I. (2019). Machine learning in medicine. New England Journal of Medicine, 380(14), 1347–1358. https://doi.org/10.1056/NEJMra1814259

Russell, S. J., ve Norvig, P. (2021). Artificial intelligence: A modern approach (4th ed.). Pearson Education.

Sağlık Bakanlığı. (2020). Hayat Eve Sığar (HES) uygulaması raporu. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları.

Sağlık Bakanlığı. (2024). Evde sağlık hizmetlerinde yapay zekâ uygulamaları raporu. T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları.

Sağlık Bakanlığı. (2024). Türkiye sağlıkta dijitalleşme raporu. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları.

Sharma, A., Rani, S., & Gupta, D. (2020). Artificial intelligence in public health: Opportunities and challenges. Health Information Science and Systems, 8(1), 1-6.

Stokes, J. M., Yang, K., Swanson, K., Jin, W., Cubillos-Ruiz, A., Donghia, N. M., ... & Collins, J. J. (2020). A deep learning approach to antibiotic discovery. Cell, 180(4), 688–702.

Topcu, A., ve Kurt, A. (2020). Sağlıkta yapay zekâ uygulamalarının etik boyutları. Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi, 5(2), 130–139.

Topol, E. J. (2019). Deep medicine: How artificial intelligence can make healthcare human again. Basic Books.

Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence. Nature Medicine, 25(1), 44–56. https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7

Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. Mind, 59(236), 433–460. https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433

Türk Dil Kurumu.(2024). Türkçe Sözlük. https://sozluk.gov.tr

Türkiye Bilimler Akademisi [TÜBA]. (2021). Sağlıkta Millî Teknoloji Hamlesi. TÜBA Yayınları. https://tuba.gov.tr/files/yayinlar/bilim-ve-dusun/TUBA-978-625-8352-16-0_ch17.pdf

Ulubay, S., Ayoğlu, T., ve Özcan, E. (2022). Hemşirelik bakım ve uygulamalarında yapay zekâ kullanımının önemi. Sağlık Bilimlerinde Yapay Zeka Dergisi, 2(2), 13–17. https://dergipark.org.tr/tr/pub/jaihs/issue/84914/1493719

TİTCK (Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu). (2023). Yapay zekâ destekli tıbbi cihazlar kılavuzu. Ankara: TİTCK.

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2021). Sağlık bilişimi raporu. Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayınları.

Verghese, A., Shah, N. H., & Harrington, R. A. (2018). What this computer needs is a physician: Humanism and artificial intelligence. JAMA, 319(1), 19–20.

Yılmaz, R., & Yıldız, E. (2021). Yapay zekânın tanımı, türleri ve uygulamaları. Bilgi ve İletişim Araştırmaları Dergisi, 5(1), 12–28.

Yıldırım, F., & Güneş, S. (2022). Meme kanserinde yapay zekâ tabanlı erken teşhis modelleri. Türk Radyoloji Dergisi, 64(2), 101–110.

Zhou, J., & Troyanskaya, O. G. (2018). Predicting effects of noncoding variants with deep learning–based sequence model. Nature Methods, 15(10), 917-922.

Zhou, Y., Wang, F., Tang, J., & Nussinov, R. (2021). Artificial intelligence in precision medicine: Applications and challenges. Frontiers in Pharmacology, 12, 626.

Zhou, Y., Yang, L., Han, L., Huang, Z., & Liu, Z. (2021). Artificial intelligence in pharmacogenomics and personalized medicine. Briefings in Bioinformatics, 22(6), bbab173.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

HEPATITIS C DETECTION USING XGBOOST

Prof.Dr.Kinyas POLAT

Sinop University

kpolat@sinop.edu.tr-0000-0003-4574-1286

Prof.Dr.Selahattin BARDAK

Sinop University

sbardak@sinop.edu.tr-0000-0001-9724-4762

Abstract

Hepatitis C virus (HCV) infection is a global health problem. It causes liver damage, fibrosis, and cirrhosis if it is untreated. Accurate early diagnosis is critical for curation and progression. This study investigates the application of an ensemble learning method, Extreme Gradient Boosting (XGBoost), for the classification of HCV patients and blood donors by using biochemical blood biomarkers. The dataset consists of 615 individuals laboratory results and was obtained from the UCI Machine Learning Repository. It includes categories for blood donors, suspect donors, hepatitis, fibrosis, and cirrhosis. By the help of preprocessing and hyperparameter optimization via GridSearchCV, the model achieved an accuracy of 90.2%, with F1-score of 0.898 and a weighted ROC-AUC of 0.975. The classifier demonstrated good performance to distinguish blood donors from patients, however sensitivity to minority classes such as fibrosis and hepatitis was limited. These results show that XGBoost is a promising tool for HCV detection.

Key Words : Machine Learning, XGBoost, Hepatitis C virus, Deep Learning

1. INTRODUCTION

HCV infection, with 70 million chronically infected people and approximately 400,000 deaths each year caused by HCV, is one of the world's major public health problems [1]. Typically progressing silently for decades with moderate liver inflammation, if left untreated, it can lead to cirrhosis, fibrosis, and hepatocellular carcinoma [2]. Early detection and patient classification of HCV at various disease stages improves prognosis, treatment, and clinical decision-making.

Traditional diagnostic methods for staging cirrhosis and fibrosis include liver biopsies and serological and virological tests such as anti-HCV antibodies and HCV RNA quantification [3]. In low-resource settings, these methods are expensive, invasive, or inaccessible. Blood-based biochemical markers such as ALT, AST, bilirubin, albumin, and creatinine are associated with liver function and disease progression, and are used as indicators for machine learning–based classification [4]. Recently, biomedical researchers have become increasingly interested in the capacity of machine learning (ML) to uncover hidden patterns in high-dimensional datasets.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Ensemble approaches, which combine the predictive power of weak learners, are among the most successful ML algorithms for clinical decision support systems. In particular, Extreme Gradient Boosting (XGBoost) [5] outperforms many machine learning models and statistical approaches in terms of accuracy, scalability, and robustness.

The Hepatitis C dataset by Lichtinghagen, Klawonn, and Hoffmann is a landmark in HCV categorization research [6]. It contains 615 cases of blood donors and patients at various stages of the disease. Each case includes 10 laboratory values (albumin, ALT, AST, bilirubin, and creatinine) and demographic variables (age and sex). The target variables include five diagnostic classes as Blood Donor (0), Suspect Blood Donor (1), Hepatitis (2), Fibrosis (3), Cirrhosis (4)

This study aims to apply XGBoost to this dataset, optimizing hyperparameters via GridSearchCV and evaluating the model using a range of performance metrics, including Accuracy, Precision, Recall, F1-score, and ROC-AUC. The central objective is to investigate whether blood-based biomarkers combined with ensemble learning can provide a non-invasive, accurate, and interpretable tool for HCV detection and staging.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Dataset

The dataset consists of 615 observations and 14 attributes. It includes demographic information (age and sex) and a panel of biochemical laboratory markers. The patient identification column was excluded from the analysis, leaving Age, Sex, and ten biochemical features as the independent variables. The target category was divided into five diagnostic classes, ranging from healthy blood donors to patients with advanced liver disease (cirrhosis).

A critical point with this dataset is the class imbalance. The majority of cases are blood donors and others are advanced disease categories such as fibrosis and cirrhosis, which are sparsely represented. This imbalanced distribution introduces the risk of biased model learning. Therefore, in such cases, the algorithm may achieve high accuracy by supporting the majority class, while exhibiting reduced sensitivity and recall for the minority classes.

2.2. Implementation of the Python Programming Language

Various scientific libraries were used in the Python programming language. NumPy provided the basic infrastructure for numerical computations, multidimensional arrays, and fast mathematical operations. Pandas was preferred for data reading, cleaning, and tabular organization. Matplotlib was used for visualizing the obtained results and model outputs. The scikit-learn (sklearn) library was used in data preprocessing steps and in calculating model evaluation metrics (accuracy, precision, sensitivity, F1 score, ROC curve). Joblib was also used to save and reload the trained models. The XGBoost library provided the study's main classification algorithm. This library provided a faster and more efficient model training.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

2.3. Preprocessing

In the preprocessing phase, the categorical variable Gender was coded using the label-encoding method, representing male as 1 and female as 0. The target variable, diagnostic categories, was converted to integers from 0 to 4. Since there were no significant missing values in the dataset, no additional imputation was required. Because the XGBoost algorithm is highly robust to unscaled numerical data, no explicit normalization was applied. Finally, the dataset was split into 80% training and 20% test, and a stratification method was used to maintain class ratios in both subsets.

3. MODEL DEVELOPMENT

In this study, the XGBoost (Extreme Gradient Boosting) algorithm was applied. XGBoost is an ensemble learning method based on the gradient boosting approach with high computational efficiency on huge datasets. The model tries to reduce error by sequentially constructing many decision trees. Each new tree focuses on correcting the errors of previous trees.

To optimize the model's performance, hyperparameter optimization was performed using 5-fold cross-validation with the GridSearchCV method. This method systematically selects the most appropriate values by trying different parameter combinations.

The optimal hyperparameters for the model were determined as follows: n_estimators = 200, which represents the number of decision trees to be created. Higher values increase the model's learning capacity but may increase the risk of overfitting. learning_rate = 0.01 represents the model's learning rate. A lower learning rate allows the model to learn incrementally but requires more trees. max_depth = 7 defines the maximum depth of each decision tree; deeper trees can learn more complex relationships but may lead to overfitting. subsample = 1.0 represents the sample rate to be used in each iteration; a value of 1.0 indicates that the entire dataset is used in each round. Lower values can help reduce overfitting. colsample_bytree = 1.0 represents the feature (variable) rate to be used for each tree; a value of 1.0 means that all features are used. reg_lambda = 1.0 represents the L2 regularization coefficient and helps prevent overfitting by limiting the model's complexity. The model's objective function was set to multi:softprob for multi-class classification. This function generates probability values for each class. Macro-averaged and weighted-averaged ROC-AUC scores were used in model evaluation.

4. RESULTS

On an independent test set (n=123), the XGBoost model achieved the following results: 90.2% accuracy, 0.895 weighted precision, 0.902 weighted recall, 0.898 weighted F1-score, and 0.975 weighted ROC-AUC. The macro-averaged F1-score was found to be 0.433. This indicates that the model performs strongly in dominant classes, but its sensitivity decreases in underrepresented disease categories.

4.1. Class-Level Analysis

For Blood Donors (n=107), the model achieved almost perfect classification (Precision = 0.963, Sensitivity = 0.981). This result demonstrates the algorithm's reliability in distinguishing healthy individuals and demonstrates its critical importance for blood donation safety. In the

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

cirrhosis group (n=6), the model performed well (Precision = 0.800, Sensitivity = 0.667). However, a few false negatives indicate that the model occasionally missed the recognition of patients with cirrhosis. This can have serious clinical consequences, as patients with undiagnosed cirrhosis are at high risk for liver failure and carcinoma. Low sensitivities (0.20 and 0.25, respectively) were observed in the Hepatitis (n=5) and Fibrosis (n=4) categories. This inadequacy was largely due to the low representation rates in the dataset. Misclassifications were mostly for the "Blood Donor" class, indicating that the algorithm struggles to capture subtle variations in biomarkers that indicate early-stage disease. The only instance in the "Suspicious Donors" category (n=1) was misclassified; this result is expected given the lack of sufficient examples in the training data.

Table 1. Metrics of classes based on test data

Class	Precision	Recall	F1-Score	Support (True sample)
0=Blood Donor	0.9633	0.9813	0.9722	107
0s=Suspect Blood Donor	0	0	0	1
1=Hepatitis	0.1667	0.2	0.1818	5
2=Fibrosis	0.3333	0.25	0.2857	4
3=Cirrhosis	0.8	0.6667	0.7273	6
Accuracy	-	-	-	123
Macro Avg	0.4527	0.4196	0.4334	123
Weighted Avg	0.8946	0.9024	0.8979	123

.

4.2. Confusion Matrix

According to the normalized confusion matrix results, the model can distinguish healthy individuals (Blood Donor) with very high accuracy (98%). When examining the disease groups, only 40% of the hepatitis class was correctly predicted, with the remaining cases being incorrectly assigned to fibrosis, cirrhosis, or healthy donor classes. This indicates that the model struggles to recognize early-stage hepatitis. The fibrosis class was correctly classified 75% of the time, and 25% were mistaken for hepatitis. For the cirrhosis class, accuracy remained at 67%, with some cases incorrectly labeled as healthy or hepatitis. Overall, the model's strength is its ability to distinguish healthy individuals very well, while its weakness is its low performance, particularly in the small sample-rich early-stage hepatitis and partial cirrhosis classes. This result stems from class imbalance and the model's limited learning capacity in categories with few examples.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

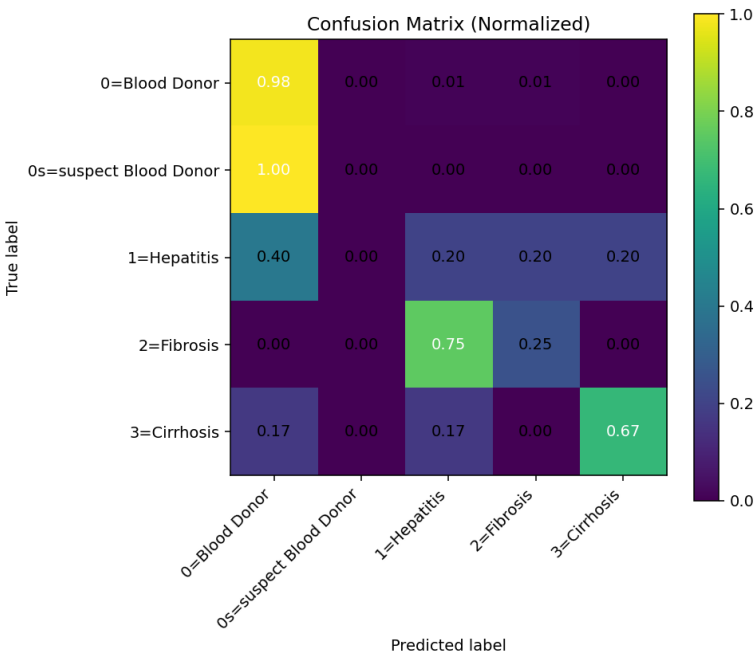


Figure 1. Confusion Matrix

4.3. ROC Curve

The ROC curve (Multi-class ROC, One-vs-Rest method) shows how the model discriminates each class. The horizontal axis of the graph represents the False Positive Rate (false positive rate). The vertical axis represents the True Positive Rate (true positive rate). The closer the curve is to the upper left corner, the better the model's performance. The AUC (Area Under Curve) value is a summary of this performance; the closer it is to 1.0, the better the discrimination power.

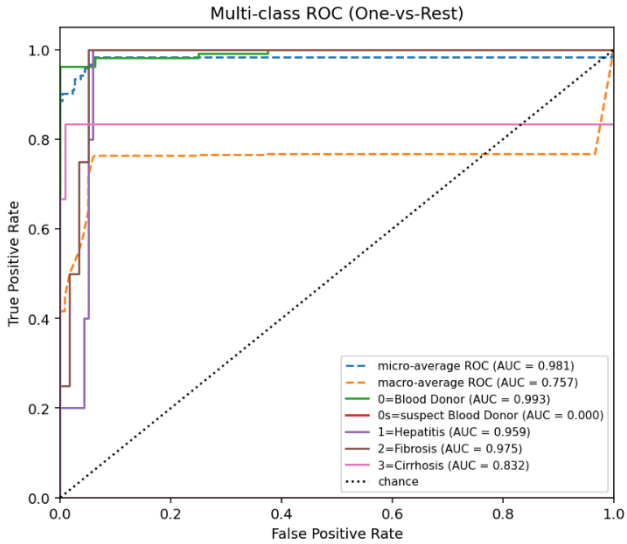


Figure 2. ROC curve

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

In the class-based ROC-AUC evaluation, the 0 = Blood Donor (AUC = 0.993) class was almost perfectly discriminated. The model failed in the 0s = Suspicious Blood Donor (AUC = 0.000) class, with the ROC curve being completely inadequate; this was mainly due to the small sample size of the class. The 1 = Hepatitis (AUC = 0.959) class was discriminated with high accuracy, and the model demonstrated a robust performance in this group. The 2 = Fibrosis (AUC = 0.975) class was also discriminated quite successfully. Although the accuracy in the 3 = Cirrhosis (AUC = 0.832) class was lower compared to the other classes, the model still demonstrated satisfactory discrimination performance. When the average metrics were examined, the overall performance of the model was found to be quite high, with the micro-average AUC = 0.981 when all classes were considered together. However, Macro-average AUC = 0.757 was slightly lower due to poor performance in small classes.

Comparing the normalized complexity matrix with the ROC-AUC analysis reveals both consistency and variability in the model's performance across diagnostic classes. Results are quite consistent for categories such as Blood Donor and Fibrosis. Both metrics demonstrate strong discrimination and high classification accuracy. However, some discrepancies are evident for minority classes such as Hepatitis and Suspected Blood Donor. The ROC-AUC demonstrates relatively high discrimination in these classes (e.g., Hepatitis AUC = 0.959). On the other hand, the complexity matrix reports low sensitivity. It means that, most cases are assigned to the wrong classes. This is primarily due to class imbalance and the small sample size. It reduces the reliability of the ROC, leading to high variance in the classification results. Cirrhosis is in an intermediate place with both the ROC-AUC (0.832) and complexity matrix accuracy (67%), indicating moderate performance. As a result, this comparison reveals that ROC-AUC demonstrates the theoretical discrimination potential, while the complexity matrix more realistically reflects the practical success level of the model, especially under conditions of unbalanced data and rare classes.

4.4 IMPORTANCE OF FEATURES

When feature importance are examined that is demonstrated in Figure 3, AST (aspartate aminotransferase) and CHE (cholinesterase) parameters are the most significant biochemical indicators in the model. Albumin (ALB), creatinine (CREA), and alkaline phosphatase (ALP) values also contribute significantly. These variables are related to protein synthesis capacity, renal function, and biliary tract health, respectively. Other classical biochemical indicators such as ALT, GGT, bilirubin (BIL), and cholesterol (CHOL) contribute moderately. On the other hand age also has a significant impact on classification, as expected. In contrast, gender (Sex_f, Sex_m) and protein (PROT) variables appear to have relatively lower importance. The model gets the strongest signal from liver enzymes and parameters reflecting liver function.

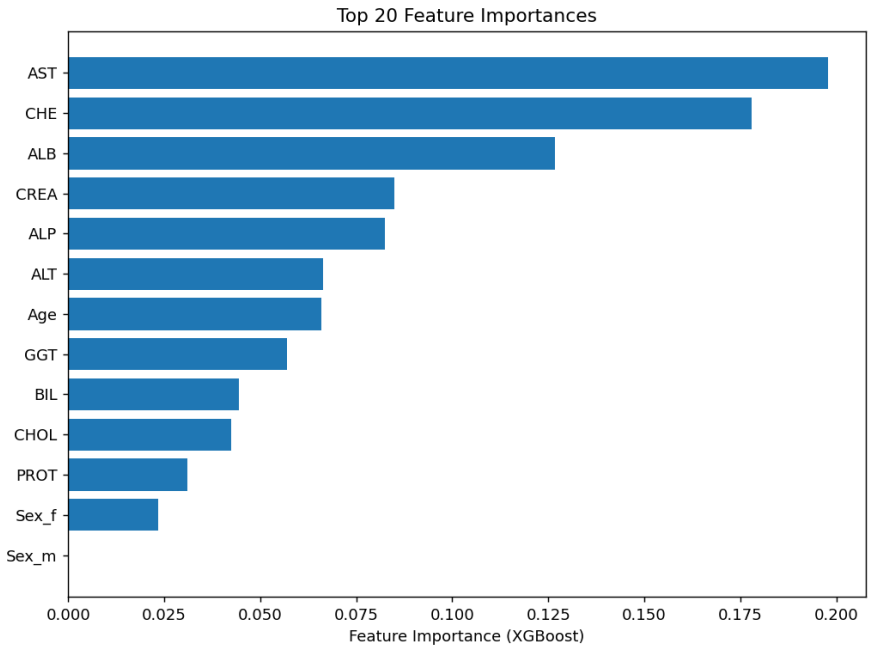


Figure 3. Importance of Features

5. CONCLUSION

In this study, the XGBoost algorithm was applied to the Hepatitis C dataset. The model's total accuracy and ROC-AUC values were found to be acceptable. The success was achieved in classifying healthy donors. The performance was significantly lower for minority classes such as hepatitis, fibrosis, and cirrhosis. These result reveal that class imbalance and insufficient sample sizes limit the model's generalizability. According to the results, the model alone is not a so reliable tool for clinical applications. But it could be useful if supported by methods to reduce class imbalance and more comprehensive datasets.

REFERENCES

1. World Health Organization. World health statistics 2018: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva: World Health Organization; 2018.

2. Boege, Y. T., Reisinger, F., & Heikenwalder, M. (2011). Chronic liver inflammation and hepatocellular carcinoma: persistence matters. *Swiss medical weekly*, *141*(1920), w13197-w13197.

3. Saludes, V., González, V., Planas, R., Matas, L., Ausina, V., & Martró, E. (2014). Tools for the diagnosis of hepatitis C virus infection and hepatic fibrosis staging. *World journal of gastroenterology: WJG*, *20*(13), 3431.

4. Kökkülünk, H. T. estimation of healthy and liver diseased individuals by a linear regression classification algorithm. *Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi*, *6*(3), 229-233.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

5. Chen, T., & Guestrin, C. (2016, August). Xgboost: A scalable tree boosting system. In *Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining* (pp. 785-794).

6. Sersicano, F. (2021). *Hepatitis C prediction dataset* [Data set]. Kaggle. https://www.kaggle.com/datasets/fedesoriano/hepatitis-c-dataset

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

HEART DISEASE PREDICTION USING XGBOOST: A MACHINE LEARNING APPROACH

Prof.Dr.Selahattin BARDAK

Sinop University

sbardak@sinop.edu.tr-0000-0001-9724-4762

Prof.Dr.Kinyas POLAT

Sinop University

kpolat@sinop.edu.tr-0000-0003-4574-1286

Abstract

Cardiovascular disease (CVD) is the main cause of mortality worldwide. It takes an approximately 17.9 million lives annually. I has responsibility of all 31% of all deaths. Early prediction and management of people at risk are essential to reduce morbidity and mortality. In this study, we developed a machine learning method using Extreme Gradient Boosting (XGBoost), with hyperparameter optimization with GridSearchCV. The optimized model showed an accuracy of 88.6%, precision of 90.1%, recall of 89.2%, F1-score of 89.7%, and ROC-AUC of 0.930 on the independent test set. These findings demonstrate that XGBoost provides a usefull predictive capability in identifying heart disease. The dataset's diverse origin further increases the generalizability of the results.

Key Words : Machine Learning, Cardiovascular disease , Diagnosis, XGBoost

1. INTRODUCTION

Cardiovascular diseases (CVD) are the leading cause of death worldwide [1], accounting for more than 17.9 million deaths annually, accounting for approximately 31% of all deaths [2]. Four-fifths of cardiovascular disease-related deaths are due to heart attacks under the age of 70. These impressive figures highlight the need to identify high-risk individuals before major events occur. Rapid diagnosis is essential to mitigating the cardiovascular disease.

Traditional risk assessment tools in cardiology rely on linear assumptions and inadequately represent the complex and nonlinear interactions among risk factors such as age, sex, hypertension, diabetes, cholesterol levels, and ECG abnormalities [3,4,5]. As systematic medical data becomes available, machine learning (ML) is emerging as a potential alternative for building more sensitive and predictive models. This research used the Heart Failure Prediction Dataset provided by fedesoriano (2021) [6]. This dataset was created by merging five different UCI databases: Cleveland (303 records), Hungary (294 records), Switzerland (123 records), Long Beach, VA (200 records), and Stalog (270 records). After eliminating 272

duplicate records, a total of 918 unique patient records were obtained, each characterized by 11 clinical and demographic characteristics. These characteristics include categorical factors (e.g., type of chest pain, sex, ECG result, exertional angina, ST slope) and numerical variables (e.g., age, blood pressure, cholesterol, maximum heart rate, fasting blood glucose, ST depression). This makes the dataset one of the most comprehensive heart disease databases.

In recent years, ensemble approaches have gained attention, particularly in medical classification and categorization problems. These methods are based on the principle of combining multiple weak learners to overcome the limited performance of a single learner. It is allowing for the creation of more robust, generalizable, and error-tolerant models. Since data used in the medical field is often high-dimensional, noisy, and has unbalanced class distributions, ensemble approaches offer significant advantages in overcoming these problems. Especially, extreme Gradient Boosting (XGBoost) [7] is considered one of the most successful ensemble algorithms that has emerged recently. By optimizing the gradient boosting logic, XGBoost outperforms many other machine learning algorithms in terms of accuracy, scalability, and computational efficiency. Furthermore, its robustness to overfitting makes it a reliable alternative in clinical decision support systems. Due to these features, XGBoost is preferred not only in general machine learning applications but also in critical early diagnosis.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Dataset

The dataset consists of 918 observations. It includes 11 features with two variables as presence or absence of heart disease. The target variables were defined as "1" if heart disease was present and "0" if it not. The data was taken from five different sources (Cleveland, Hungarian, Swiss, Long Beach VA, and Stalog), with duplicate records removed. Features include demographic variables such as age and gender, clinical parameters such as resting blood pressure, cholesterol level, fasting blood glucose, maximum heart rate, and Oldpeak (measurement of ST-segment deviation). In addition, symptom-related variables such as chest pain type, exercise-induced angina, ST-segment slope, and resting electrocardiogram (ECG) were also included. This feature set reflects both the demographic profiles and clinical measurements of individuals. It enables more accurate analysis of heart disease.

2.2. Preprocessing

Categorical features were one-hot encoded, while numerical features were passed through unchanged. No missing values were present. Data was split into training (80%) and testing (20%) subsets using stratified sampling to preserve class distribution.

2.3. Model Development

In this study, we selected **Extreme Gradient Boosting (XGBoost)** as the classifier due to its better performance in tabular medical data with both categorical and numerical features. XGBoost is a deep learning method based on gradient-boosted decision trees. It incrementally builds an additive model by sequentially training weak learners (decision trees), where each new tree attempts to correct the residual errors of the previous ones. This approach enables XGBoost to capture nonlinear relationships and complex feature interactions.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

2.4. Hyperparameter Optimization

To assess the model's optimal performance, the GridSearchCV method was used with a 5-fold stratified cross-validation. This approach monitored different hyperparameter combinations and selected the configuration with the highest ROC-AUC score. The implementation of stratification preserved the proportion of individuals with and without heart disease in each fold, thus achieving an unbiased and reliable assessment.

The optimization resulted in the optimal configuration for the XGBoost model. Accordingly, the model was trained with a structure consisting of 400 trees and a low learning rate of 0.01 was used. This resulted in a balanced convergence despite the need for more trees and reduced the risk of overfitting. Limiting the maximum depth of the trees to 5 allowed avoiding the creation of u complex structures. Using all samples in training each tree (subsample = 1.0) increased learning capacity. Selecting only 70% of the features for each tree (colsample_bytree = 0.7) added diversity to the model and reduced the risk of overfitting. Furthermore, the L2 regularization coefficient was set to 5.0, strengthening the model's generalization ability.

3. RESULTS

The model's objective was set to binary:logistic. This adjustment is suitable for two-class (binary) classification problems. The output indicates the probability of a patient having heart disease. The ROC-AUC metric was selected as the primary metric for evaluating the model. ROC-AUC shows the balance between recall and specificity at different threshold values. This balance is particularly important in medical prediction applications, as both false positives and false negatives can result in serious clinical consequences.

Due to this carefully tuned configuration, the XGBoost model demonstrated strong predictive performance on the test set. It provided a balanced accuracy, precision, sensitivity, and discriminatory capability.

3.1. Performance Metrics

The optimized XGBoost model was evaluated on an independent test set (n=184) to report performance metrics for its generalization ability. The results showed that the model's accuracy rate was 88.6%, indicating that approximately nine out of every ten patients were correctly classified. This rate demonstrates the model's high overall predictive reliability. The precision was 90.1%, indicating that 90% of individuals predicted to have heart disease were actually the patients. This indicates that false positives were kept low and the risk of incorrectly classifying healthy individuals as patients was reduced. With a sensitivity of 89.2%, the model correctly identified approximately eight out of every nine patients with heart disease. This is of great clinical importance for not missing the disease. The F1-score was 89.7%, representing the harmonic mean of precision and sensitivity, demonstrating a balanced performance of these two metrics. Furthermore, the ROC-AUC value was 0.930. This area under the ROC curve is the difference between people with and without heart disease. With a value as high as 0.93 indicates the strong discriminatory ability. Overall, these results demonstrate that the proposed model achieves a clinically relevant balance: its high sensitivity captures a large proportion of

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

individuals with disease, while its high precision and specificity significantly prevent misclassification of healthy individuals.

3.2. Confusion Matrix

Examining the confusion matrix in Figure 1, which provides a more detailed view of the model's classification performance, reveals that 72 healthy individuals were truly classified as healthy (True Negative, TN), while 10 healthy individuals were falsely predicted as diseased (False Positive, FP). Conversely, 91 diseased individuals were truly identified as diseased (True Positive, TP). But 11 diseased individuals were falsely classified as healthy (False Negative, FN). This distribution demonstrates that the model is successful in identifying diseased people. However that a small group of patients is missed. However, the low number of false positives demonstrates that the model can truly identify a large proportion of healthy individuals, limiting the risk of classifying them as diseased. Therefore, the confusion matrix results support the model's balanced and reliable performance in terms of both clinical sensitivity and specificity.

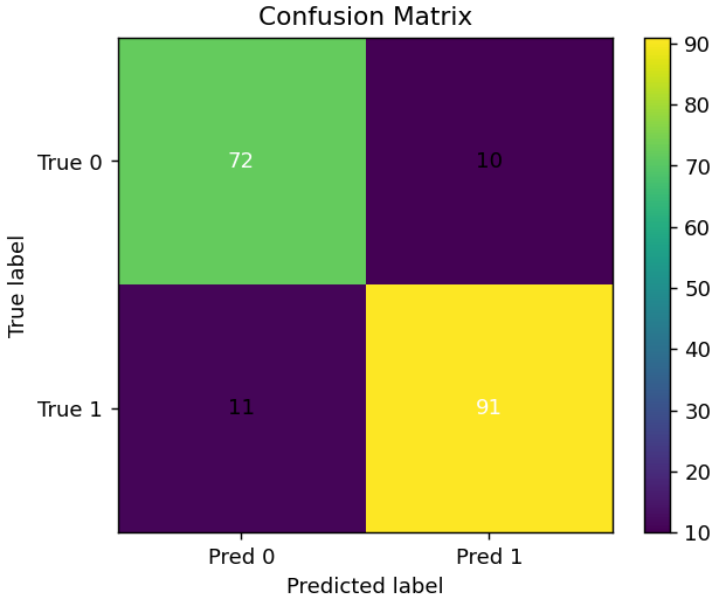


Figure 1. Confusion Matrix

3.3. ROC Curve

The Receiver Operating Characteristic (ROC) curve further validated the model’s strong performance. By plotting the true positive rate (sensitivity) against the false positive rate at varying classification thresholds, the ROC curve illustrates the trade-offs between recall and specificity.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

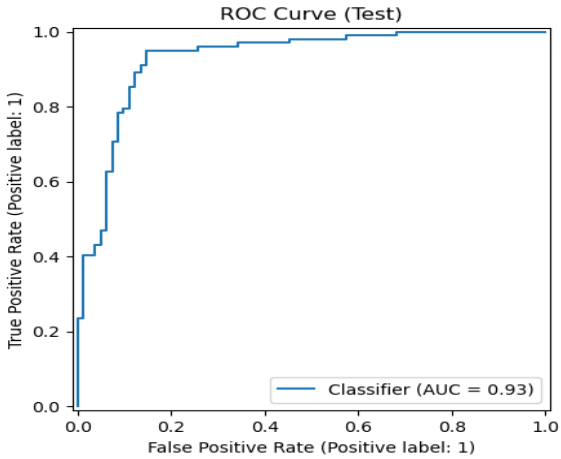


Figure.2 ROC Curve

The XGBoost model was able to attain an AUC (Area Under the Curve) of 0.930, which demonstrates that it has a good ability to discriminate. This implies that, for ninety-three percent of the time, the model predicts that a diseased patient has a higher likelihood of developing heart disease than a healthy patient, provided that both patients are chosen at random. Furthermore, the fact that the receiver operating characteristic (ROC) curve increases sharply close to the y-axis is evidence that the model continues to exhibit high sensitivity. It is producing a comparatively low number of false positives. The performance profile of the XGBoost classifier is indicative of the fact that it might be utilized in systems that provide clinical decision support or for screening in real-world settings.

4. FEATURE IMPORTANCE FOR PREDICTION

When the model's feature importance are examined as shown in Figure 3, it is clear that electrocardiographic (ECG) parameters are the most decisive factors in predicting heart disease. In particular, ST-segment slope (ST_Slope_Up and ST_Slope_Flat) plays a dominant role in the model's decision-making process, consistent with the clinical literature showing ST-segment changes as a strong predictor of myocardial ischemia and coronary artery disease. Additionally, the type of chest pain (especially the asymptomatic type, ChestPainType_ASY) and the presence of angina during exercise (ExerciseAngina_Y) stand out as highly contributing variables in the model. The Oldpeak (ST depression level) variable demonstrates that ECG results are very important. Conversely, traditional risk factors such as age, gender, blood pressure, cholesterol level, maximum heart rate, and fasting blood glucose contribute to the model to some extent, but they do not appear to be as strong as ECG parameters. This shows that the model obtains the signal from ECG-based findings that explains the variation in the data most and improves the classification performance. This is highlighting the critical role of electrophysiological indicators in cardiac risk prediction.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

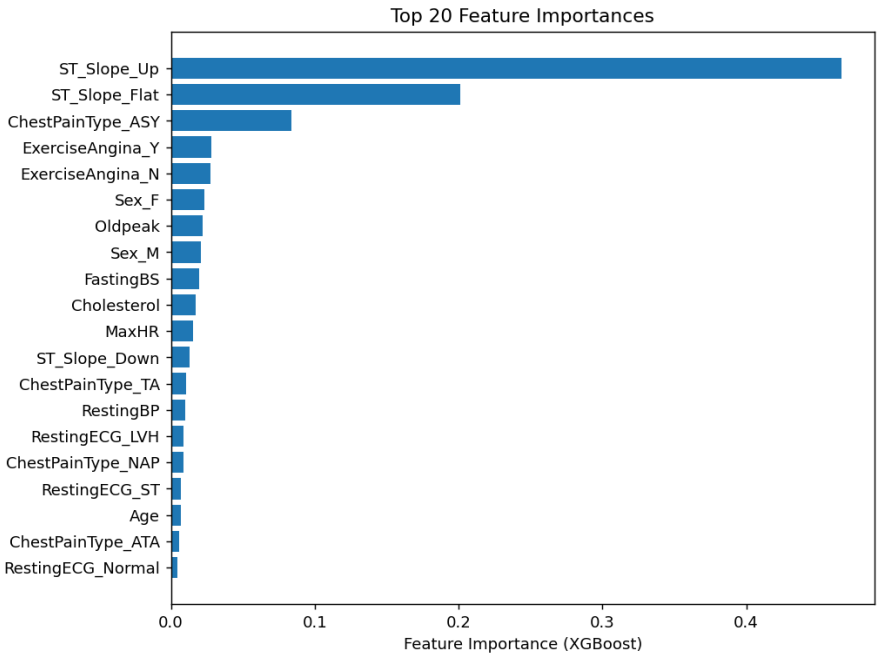


Figure 3. Importance of Features

5. CONCLUSION

This study used a dataset containing data from multiple international sources to demonstrate the predictive power of heart disease, specifically examining the potential of advanced ensemble learning techniques such as Extreme Gradient Boosting (XGBoost). Thanks to rigorous cross-validation and finely tuned hyperparameters, the model achieved approximately 90% accuracy and an ROC-AUC of 0.930. These results demonstrate the model's high discriminatory power.

The findings demonstrate that machine learning models can both complement and augment existing clinical risk assessment tools. The model's low false-negative rate is important for early diagnosis, which can lead to serious consequences. The balance between sensitivity and specificity underscores the applicability of such models in clinical decision support systems.

It is important to include more clinical datasets to increase the robustness of the model. Furthermore, the application of explainable AI (XAI) methods will help clinicians better understand feature contributions, increase confidence, and facilitate integration into medical practices.

In conclusion, this study demonstrates that ensemble-based machine learning models like XGBoost can significantly improve cardiovascular disease prediction. These models have the potential to contribute early diagnosis when it is validated over time by larger datasets.

REFERENCE

1. Martins, L. B., Gamba, M., Stubbendorff, A., Gasser, N., Löbl, L., Stern, F., ... & Chatelan, A. (2025). Association between the EAT-lancet diet, incidence of cardiovascular events, and all-cause mortality: results from a swiss cohort. *The Journal of nutrition*, *155*(2), 483-491.

2. Otumo, E., & Asanga, d. e. the prevalence of heart disease and stroke: assessing the fatality and remedial strategies for adults and elderly people in akwa ibom state.

3. Talha, I., Elkhoudri, N., & Hilali, A. (2024). Major limitations of cardiovascular risk scores. *Cardiovascular Therapeutics*, *2024*(1), 4133365.

4. Rocha, E. (2016). Cardiovascular risk scores: Usefulness and limitations. *Revista Portuguesa de Cardiologia (English Edition)*, *35*(1), 15-18.

5. Jiang, N., Wu, Y., & Li, C. (2024). Limitations of using COX proportional hazards model in cardiovascular research. *Cardiovascular Diabetology*, *23*(1), 219.

6. fedesoriano. (September 2021). Heart Failure Prediction Dataset. Retrieved [Date Retrieved] from https://www.kaggle.com/fedesoriano/heart-failure-prediction.

7. Chen, T., & Guestrin, C. (2016, August). Xgboost: A scalable tree boosting system. In *Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining* (pp. 785-794).

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

TEDARİKÇİ PORTFÖY ANALİZİ İÇİN NİCEL BİR ÇALIŞMA: ENERJİ SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Ahmet Gürgaşin
Astor Enerji A.Ş. AR-GE Merkezi
ahmet.gurgasin@gmail.com - 0000-0003-1954-0253

ÖZET

Günümüzde ekonomi, teknoloji ve siyasal alanda yaşanan değişimler işletmelerin tedarik zinciri yönetimi üzerinde önemli çalışmalar yapmalarını gerektirmektedir. Tedarik zinciri içerisinde önemli alanlardan birisi tedarikçi yönetimidir. İşletmeler için gerek kısa vadede gerekse uzun vadede yapılan mal ve hizmet alımlarının en iyi koşullarda ve süreklilik gösterecek şekilde yapılması amaçlanmaktadır. Bunun için tedarikçiler farklı özelliklere göre değerlendirilmekte ve çeşitli stratejiler belirlenmektedir. Tedarikçi yönetimi ve değerlendirmede kullanılabilecek yöntemlerden birisi de Kraljic matrisi yöntemidir. Bu yöntem işletmelerin alım yaptığı tedarikçilerin önem derecesine göre sınıflandırılmasını ve elde edilen sonuçlara göre çeşitli stratejilerin üretilmesini sağlamaktadır.

Bu çalışmada tedarikçi portföy analizinin uygulanması amacıyla enerji sektöründe faaliyet gösteren Astor Enerji firmasına ait satın alma verileri kullanılarak Kraljic matrisi yöntemi uygulanmıştır. Firmaya ait veri ambarı içerisinden satın alma bilgilerinin yer aldığı veri küpü kullanılmış ve 2024 yılına ait tedarikçi portföy analizi elde edilmiştir. Çalışmada mevcut tedarikçiler sadece yapılan toplam satın alma tutarları ile değil malzeme grubu bazında değerlendirilmiş ve tedarikçi stratejileri bu analiz işlemi sonucunda elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar işletmenin mevcut yıl için yapacağı satın almalarda çeşitli stratejiler üretmesine imkân tanımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tedarikçi yönetimi, Kraljic matrisi, Portföy analizi

1. GİRİŞ

Üretim yapan işletmelerde üretimin devamlılığını sağlayacak malzemelerin en iyi şartlarda temin edilmesi işletme için önemli bir yer tutmaktadır. İşletmeler kendileri için gerekli olan her türlü malzeme ve hizmet alımlarını en iyi sonuçlar ile yönetebilmek için tedarik zinciri ve yönetimi süreçlerinden yararlanmaktadırlar. Tedarik zinciri yönetimi işletmenin yapacağı tüm satın alma işlem adımlarını en optimal seviyeye getirecek bir süreçtir.

Tedarik zinciri yönetiminde önemli süreçlerden birisi de tedarikçi ilişkileri yöntemidir. Tedarikçi ilişkileri yöntemi mal ve hizmet ihtiyacı bulunan işletmeler ile tedarikçilerin bir araya gelmesini sağlayan bir süreçtir. İşletmeler tedarikçi ilişkileri yönetiminde başarılı olabilmek ve

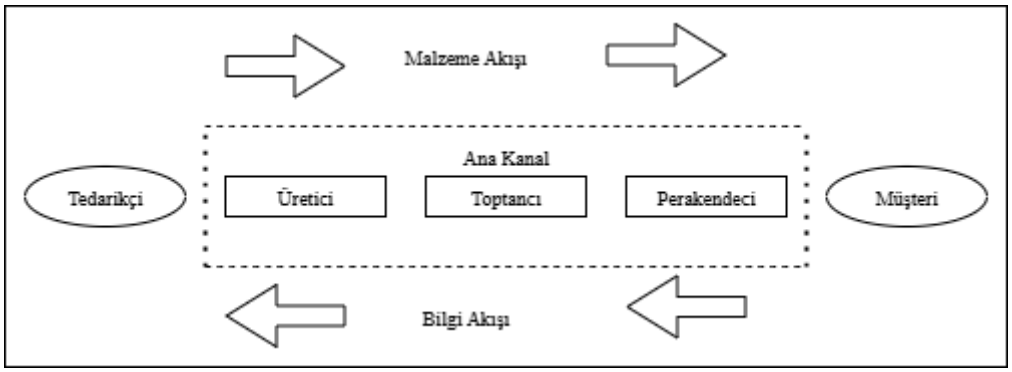
çeşitli stratejiler geliştirebilmek için temelinde verilerin yer aldığı analitik işlemlere başvurmaktadırlar. Tedarikçi portföy yönetimi bir işletmenin mal ve hizmet alımı yaptığı tedarikçilere yönelik stratejiler geliştirmek içim kullanmış olduğu bir analitik çözümdür.

2. TEDARİK ZİNCİRİ VE YÖNETİMİ

Tedarik zinciri içerisinde lojistik operasyonlar, tedarikçi, üretici, dağıtıcı ve perakendecilerin yer aldığı bir sistemdir. Bu sistem içerisinde malzeme, ürün ve bilgi sürekli olarak bir akış halinde bulunmaktadır [5]. Tedarik zincirinden söz edilebilmesi için en az üç işletmenin birbirleriyle entegre olması ve bu entegrasyonda aşağı ve yukarı yönlü ürün, hizmet, para ve bilgi akışı yaşanması gerekir [4].

2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ürün, hizmet ve bilgi akışının ham maddenin başlangıç noktasından ürünün tüketildiği son noktaya kadar olan tedarik zinciri içindeki üretimin ve hareketinin etkili bir biçimde taşınması, depolanması ve kontrol altında tutulması sürecidir [7]. Tedarik zinciri yönetimi gösteren akış Şekil 1'de verilmiştir [1].



Şekil 1. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik Zinciri Yönetimi'nin amaçları aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

- Müşteri tatminini artırmak
- Çevrim zamanını azaltmak
- Stok ve ilgili maliyetleri azaltmak
- Ürün hatalarını azaltmak
- Faaliyet maliyetlerini azaltmak

Firmalar bu amaçları gerçekleştirebilmek için tedarikçileri ve onların sahip olduğu tedarikçiler ile müşterileri ve onların sahip olduğu müşteriler arasında tedarik zincirinin bütününde haberleşme ve bilgi paylaşımının arttırılması gerekmektedir [6].

2.2. Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçleri

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Tedarik zinciri yönetimini doğru bir şekilde sağlayabilmek, bu süreçleri doğru tasarlamakla başlamaktadır. Üretim kalitesinde yaşanan sorunlar genellikle bu süreçlerden kaynaklanmaktadır. Tedarik zinciri yönetimi de süreç odaklı bir strateji olup yüksek kalite ve düşük maliyeti amaçlamaktadır. Bu sebepler tedarik zinciri yönetimini oluşturan süreçlerin işletme başarısı için önemli bir rolde olmasını sağlamaktadır [7]. Tedarik zinciri yönetim süreçleri, Global Tedarik Zinciri Forumu (The Global Supply Chain Forum) üyeleri tarafından sekiz süreç olarak tanımlanmıştır [2]. Bu süreçler aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

- Müşteri ilişkileri yönetim süreci
- Müşteri hizmetleri yönetim süreci
- Talep yönetim süreci
- Sipariş karşılama süreci
- Üretim akışı yönetim süreci
- Ürün geliştirme ve ticarileştirme süreci
- Tedarikçi ilişkileri yönetim süreci

2.3. Tedarikçi İlişkileri Yönetimi

Tedarikçi ilişkileri yönetimi, işletmelerin satın aldıkları ürünün fiyatı, satın alma uygulamalarında zaman içerisinde yaşanan değişiklikleri, tedarikçi kaynaklı riskleri, ürün kalitesini ve toplam satın alma etkinliklerinin işletme kalite hedeflerine uygunluğunu içeren bir yönetim sistemidir [3].

Başarılı bir tedarik zinciri yönetimi tedarik zincirindeki işletmeler ile ticari ortaklıklar geliştirmeye dayanır. Tedarik zinciri yönetimi, lojistik kavramlarının genişlemiş şeklidir. Tedarik zincirinde maliyet yönetiminde başarılı olabilmek için tedarikçi ilişkileri yönetimi uygulanmalıdır [8].

Tedarikçi zinciri yönetiminin başarılı olması için satın alma fonksiyonunun iyi bir şekilde planlanması gerekmektedir. Satın alma maliyetlerinin toplam üretim maliyetleri içerisindeki oranının yüksek olduğu işletmeler çok sayıda tedarikçi ile ortaklık kurmayı göze alamamaktadırlar. Çünkü az sayıdaki tedarikçi işletme için kritik öneme sahip tedarikçilerle daha iyi ilişkilerin kurulmasını sağlayacaktır [9].

3. TEDARİKÇİ PORTFÖY YÖNETİMİ

İşletmeler tedarik zinciri süreçlerini iyileştirmede ve tedarikçi stratejileri geliştirmede çeşitli satın alma portfolyolarından yararlanmaktadırlar. Tedarikçi yönetiminde portföy yaklaşımından faydalanmak, tedarikçilerin bir firma başarısı içerisinde pay sahibi olması neticesiyle önemli bir yer tutar. Tedarikçi portföy yöntemi, ürünlerin sınıflandırılması, teslimi ve tedarikçi ilişkilerinin analiz edilmesi ve gerekli stratejilerin eyleme geçirilmesi olarak üç aşamada

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

gerçekleştirilir. Ayrıca işletmelerin satın alma harcamaları Pareto kuralı gereğince tedarikçilerin veya ürünlerin %20'si satın alma miktarının %80'i olacak şekilde oluşacaktır [4].

Geçmişten günümüze çeşitli sınıflandırma ve portföy yöntemi yaklaşımları bulunmaktadır. Bunlardan bazıları Parasuraman (1980), Fiocca (1982), Kraljic (1983), Dyer ve ark. (1998), Olsen ve Ellram (1997), Bensaou (1999), Kaufman ve ark. (2000), Van Weele (2000), Hallikas ve ark. (2005) ve Rezaei ve Ortt (2012) olarak verilebilir.

3.1. Kraljic Portföy Modeli

Kraljic Portföy Modeli, Peter Kraljic tarafından oluşturulmuş ve 1983 yılında Harvard Business Review dergisinde yayınlanmıştır. Model, işletmelerin satın alma gücünü iyileştirmeyi ve maliyetleri aşağıya çekmeyi amaçlamaktadır. Kraljic, modelde satın alma yönetiminden tedarik yönetimine geçiş ile bunun mümkün olduğunu söylemektedir. Kraljic yöntemi dört adımdan oluşmaktadır [10].

- Kraljic matrisi (Satın almanın sınıflandırılması)
- Pazar analizi
- Stratejik konumlandırma
- Eylem planlaması

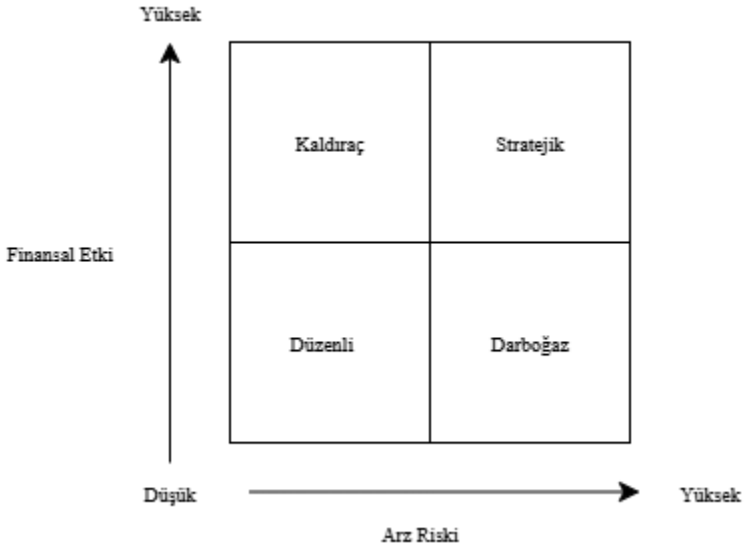
3.1.1. Kraljic matrisi

Kraljic Portföy yönetimi, satın alma işlemini maliyet ve risk açısından değerlendirmekte ve sınıflandırmaktadır. Sınıflandırma matris yapısıyla sağlanmaktadır. Satın alınan malzemeler için dört sınıf oluşturulmaktadır. Bu sınıflar aşağıda verilmiştir [10].

- Kaldıraç etkili ürünler
- Stratejik ürünler
- Düzenli (Kritik olmayan) ürünler
- Darboğaz ürünler

Peter Kraljic tarafından malzeme sınıflandırılması için oluşturulan matris Şekil 2'de yer almaktadır [4].

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2



Şekil 2 Kraljic Matrisi

Kaldıraç etkili ürünler: Bu sınıfta yer alan ürünlerin tedarik riski düşüktür. Bununla birlikte ürünün maliyetinin kısmen büyük bir payını temsil eder. Kaldıraç etkili ürünler için pazarda pek çok alternatif tedarikçi ve ürün kolayca bulunabilir. Ayrıca büyük miktarda satın alınan ürün olduğu için fiyatta meydana gelecek küçük bir değişiklik toplam maliyet ve karlılık üzerinde büyük bir etki oluşturacaktır. Bu durum kaldıraç etkili ürünler için güç dengesinin alıcıdan yana olmasını sağlamaktadır. Bu sınıf için uygulanacak strateji satın alma gücünden yararlanma olacaktır. Bu durumda alıcı işletme, rekabetçi fiyat teklifi avantajımı kullanır [4].

Stratejik ürünler: Bu ürünler yüksek teknoloji içeren ve yüksek arz riskine sahip olan ürünlerdir. Bu durum karlılık üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Stratejik ürünler için pazarda fazla sayıda tedarikçi bulunmamaktadır. Pazarda ürün bulmak ve alternatifler ile değiştirmek zordur. Bu nedenle güç dengesinin ortada olması istenmektedir. Bu ürünler için uygulanacak strateji, tedarik riskini dengede tutmak için stratejik ortaklıkları sürdürmek olarak ifade edilebilir [4].

Düzenli (Kritik olmayan ürünler): Bu ürünler hem düşük maliyet hem de düşük arz riski taşımaktadır. Pazarda rahatça bulunabilir ve tedarikçi alternatifi çoktur. Ayrıca ikameleri ile kolayca değiştirilebilirler. Uygulanacak strateji, toplu sipariş yöntemi ile rutin tedarikçiler ile çalışılarak lojistik ve yönetimin karmaşıklığının azaltılması olacaktır [4].

Darboğaz ürünler: Bu ürünlerin finansal değerleri düşük, arz riski ise yüksektir. Darboğaz ürünler için pazarda yer alan tedarikçi sayısı azdır ve bu ürünleri pazarda elde etmek zordur. Bu ürünler için güç dengesi tedarikçiden yanadır. Uygulanacak stratejiler bağımlılığın kabul edilerek olumsuz olabilecek sonuçların azaltılması ve riski azaltarak alternatif çözümler geliştirilmesi olacaktır [4].

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

3.1.2. Pazar analizi

İşletmeler tedarikçilerine göre kendi konumlarını ve pazarlık güçlerini değerlendirirler. Farklı üretim durumlarında tedarikçilerin kapasite kullanımlarını, mali durumlarını ve teslimatlarını analiz ederek ihtiyaca göre farklı tedarikçi arayışlarına girerler [10].

3.1.3. Stratejik Konumlandırma

İşletmenin tedarik risklerine karşı tedarikçiler için strateji geliştirmesidir. Tedarik riski düşük malzemelerde pazarlık yolu ile daha uygun şartlarda malzeme alımı yapılabilir. Tedarik riskinin yüksek olduğu ürünlerde ise yeni tedarikçi ve ikame mal arayışına girilebilir [10].

3.1.4. Eylem Planlaması

Farklı durumlar karşısında işletmenin faaliyet planları oluşturduğu aşamadır. İşletmelerin uzun vadede tedarik planını eksiksiz uygulayabilme ve kısa vadede ise fırsatlardan yararlanması için gerekli planlamalar yapılmaktadır [8].

4. UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde tedarikçi portföy analizinin uygulanabilmesi için Kraljic portföy analizi modeli uygulanmıştır. Bu amaçla enerji sektöründe trafo ürünleri üretimi alanında faaliyet gösteren Astor Enerji A.Ş. veri ambarı içerisinden 2024 yılı satın alma bilgilerinin yer aldığı veri küpü kullanılmıştır. Mevcut veri küpü içerisinde bazı uç değerler, analize dahil edilmesinin gerekliliği olmayan bazı satın alma verileri ile hizmet vb. alımlar uygulama veri seti içerisine dahil edilmemiştir.

Tedarikçi portföy analizinin işletme için stratejik kararlar alınabilmesini sağlamak için Kraljic portföy yönteminde işletmeye özel bazı adımlar uygulanmıştır. Sektör ve işletmenin üretim faaliyetleri dikkate alınarak Kraljic portföy yöntemi alımı yapılan malzeme ana grubu bazında gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler ile aynı tedarikçilerden yapılan önem derecesi değişkenlik gösteren malzemelere göre tedarikçilerin sınıflandırılması amaçlanmıştır.

Kraljic matrisinin oluşturulabilmesi için Pareto analizi, onaylı malzeme/hizmetlerin belirlenmesi ve kar etkisinin (satın alma tutarı büyüklüğü) belirlenmesi işlemleri sırasıyla gerçekleştirilmiştir.

Pareto analizi, 80/20 kuralı olarak bilinmektedir. Pareto analizinde A, B ve C olarak üç farklı kategori belirlenmiştir.

- Kategori A: Tedarik malzemelerinin alım tutarı bazında %80'ini temsil eden grup
- Kategori B: Tedarik malzemelerinin tutarsal olarak sonraki %15'ini temsil eden grup
- Kategori C: Tedarik malzemelerinin tutarsal olarak son %5'ini temsil eden grup

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Pareto analizine ilişkin elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de yer almaktadır.

Çizelge 1. Pareto grupları

Pareto Grubu	Sayı%	Tutar%
A	6,6%	80,0%
B	14,4%	15,0%
C	79,0%	5,0%
Genel Toplam	100,0%	100,0%

Pareto analizinde satın alma tutarının %80'inin toplam tedarikçilerin %6,6'sını oluşturduğu sonucu elde edilmiştir. Toplam satın alma tutarının %5'ine karşılık gelen tedarikçilerin oranı ise %79 olarak elde edilmiştir.

Sonraki adımda onaylı veya özel malzeme/hizmete ait malzeme gruplarının belirlenmesi işlemi gerçekleştirilmektedir. Burada işletmenin üretimin sürekliliğini sağlayabilmek ve hizmet faaliyetlerinde herhangi bir aksama yaşamadan malzeme teminini sağlayabilmek amacıyla belirlemiş olduğu onaylı veya özel malzeme/hizmet grupları belirlenmiştir. Bu işlem mevcut malzemelerin malzeme ana grupları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de yer almaktadır.

Çizelge 2. Malzeme etki grupları

Malzeme Etkisi	Sayı%	Tutar%
Özel malz. grubu	33,3%	70,5%
Standart malz. grubu	66,7%	29,5%
Genel Toplam	100,0%	100,0%

Malzeme etki gruplarına ait sonuçlar incelendiğinde özel malzemelerin içeren malzeme ana grubunun toplam içerisindeki payının %33,3 olduğu görülmektedir. Buna karşılık özel malzemelerin yer aldığı bu malzeme ana grupları toplam satın alma tutarının %70,5'ini karşılamaktadır.

İlk iki adım sonrasında satın alma tutarı büyüklüğü dikkate alınarak malzeme gruplarının kar etkisi incelenmiştir. Bir malzeme için kar etkisi, satın alma hacmi, toplam satın alma maliyeti, ürün kalitesi veya iş büyümesi üzerindeki etki olarak açıklanabilir. Tedarik riski, bulunabilirlik, tedarikçi sayısı gibi çeşitli kriterlere göre değerlendirilir. Finansal etkilere ilişkin sonuçlar Çizelge 3'te yer almaktadır.

Çizelge 3. Finansal etki grupları

Finansal Etki	Sayı%	Tutar%
Düşük Kar	97,8%	42,5%
Yüksek Kar	2,2%	57,5%
Genel Toplam	100,0%	100,0%

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Malzemelerin finansal etkileri incelendiğinde yüksek kar getirisine sahip olan %2,2'lik malzemenin satın alma tutarının %57,5'ini karşıladığı görülmektedir.
Pareto analizi, onaylı malzemelerin belirlenmesi ve kar etkisine ait değerlendirmeler kullanılarak detaylı Kraljic matrisi Çizelge 4'te yer alan şekilde elde edilmiştir.

Çizelge 4. Detaylı Kraljic matrisi

Kriter	Stratejik	Darboğaz	Kaldıraç	Düzenli
Pareto Grubu	A/B/C	B/C	A	C
Onaylı veya Özel Malzeme/ Hizmet	Evet	Evet	Hayır	Hayır
Yüksek Kar Etkisi	Evet	Hayır	Evet	Hayır

Pareto grubu, özel malzeme bilgisi, finansal etki kriterlerinin elde edilmesinden sonra Kraljic matrisi Çizelge 4'te yer alan kriterlere göre oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Kraljic matrisi sonuçları

Pareto Grubu	Malzeme Sınıfı	Finansal Etki	Stratejik	Darboğaz	Kaldıraç	Düzenli	Genel Toplam
A	Özel	Düşük Kar				2,7%	2,7%
		Yüksek Kar	1,7%				1,7%
	Standart	Düşük Kar				1,7%	1,7%
		Yüksek Kar			0,5%		0,5%
B	Özel	Düşük Kar		7,2%			7,2%
	Standart	Düşük Kar				7,2%	7,2%
C	Özel	Düşük Kar		27,9%			27,9%
	Standart	Düşük Kar				51,1%	51,1%
Genel Toplam			1,7%	35,1%	0,5%	62,8%	100,0%

Kraljic matrisi elde edildikten sonra portföy gruplarının toplam alım içerisindeki etkisinin belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 6'da yer almaktadır.

Çizelge 6. Portföy grupları

Portföy Grubu	Sayı%	Tutar%
Stratejik	1,7%	46,9%
Darboğaz	35,1%	9,6%
Kaldıraç	0,5%	10,6%
Düzenli	62,8%	32,9%
Genel Toplam	100,0%	100,0%

Çizelge 6'da yer alan sonuçlar incelendiğinde stratejik tedarikçi grubunun toplam tedarikçiler içerisindeki payı %1,7 olmasına karşılık satın alma tutarının %46,9'unu tek başına karşıladığı görülmüştür. Darboğaz (kritik) tedarikçi grubunun toplam tedarikçiler içerisindeki oranı %35,1 olarak elde edilirken satın alma tutarlarının ise %9,6'sına karşılık geldiği sonucu elde edilmiştir.

Kaldıraç tedarikçi grubunun toplam tedarikçiler içerisindeki oranı %0,5 gibi çok düşük bir oranda kalmıştır. Kaldıraç tedarikçi grubunun satın alma tutarı içerisindeki payı ise %10,6 olarak hesaplanmıştır. Düzenli tedarikçi oranı ise tüm tedarikçi oranından daha fazla olarak %62,8 olarak elde edilmiştir. Düzenli tedarikçi grubunda yapılan satın almalar ise toplam satın alımların %32,9'una denk gelmektedir.

5. SONUÇLAR

Tedarikçi portföy analizinin gerçekleştirilmesi için yapılan bu çalışmada Astor Enerji'ye ait 2024 yılı satın alma verilerinin özelleştirilmiş bir biçimi kullanılmıştır. Burada işletmenin kendi içerisinde kullanmış olduğu malzeme ana grupları bazında hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Portföy gruplarının belirlenmesinde Pareto analizi, özel malzeme etkisi ve finansal etki kriterleri değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar stratejik tedarikçilerin toplam alımların %50'ye yakınını karşılamasına rağmen tüm tedarikçiler içerisinde bu grubun oranının %1,7 olduğu görülmektedir. Kritik tedarikçi grubunda yer alan tedarikçilerin ise alım tutarları düşük kalmasına karşılık toplam alım içerisinde %9,6'sına denk geldiği görülmektedir. Bu durum işletmenin özellikle stratejik grupta yer alan tedarikçilere yönelik çalışmalar yapması ve stratejiler geliştirmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Burada uzun vadeli talep tahmini, emniyet stoğu, tedarikçiler ile yapılacak iş birlikleri ve olası risklere karşılık acil durum planlarının geliştirilmesi işletme açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Chuang, M. and Shaw, W. (2000). Distinguishing the critical success factors between e-commerce, enterprise resource planning and supply chain management. In *Proceedings of the International Engineering Management Conference* (p. 150). New Mexico, USA.

2. Croxton, K. L., Sebastian, J., Lambert, D. M., and Rogers, D. S. (2001). The supply chain management processes. *The International Journal of Logistics Management*, 12(2), 13–32.

3. Huang, G. Q., and Mak, K. L. (2000). WeBid: A web-based framework to support early supplier involvement in new product development. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 16(2–3), 169–179.

4. Korkmaz, Z. (2023). Yapay sinir ağları yaklaşımı ile tedarikçi portföy analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

5. Kopczak, L. R. (1997). Logistics partnership and supply chain restructuring: Survey results from the US computer industry. *Production and Operations Management*, 6(3), 226–247.

6. Özdemir, A. İ. (2004). Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi, süreçleri ve yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (23), 87–96.

7. Öztürk, D. (2016). Tedarik zinciri yönetimi süreçlerini etkileyen faktörler. *International Journal of Social and Economic Sciences*, 6(1), 17–24. ISSN: 2146-5843, E-ISSN: 2146-0078.

8. Şahin, S. A. (2024). Satınalma ve risk yönetiminin tedarik zinciri yönetimindeki yeri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

9. Turban, E., Aronson, J. E., and Liang, T. P. (2005). *Decision support systems and intelligent systems* (7th ed., Vol. 2). New Jersey: Pearson Prentice Hall, ss. 3–4, 19.

10. Yıldırım, Ş. (2013). Satınalmada karar modelleri, Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

ENERJİ SEKTÖRÜNDE INMON VE KIMBALL YAKLAŞIMIYLA HİBRİT VERİ AMBARI TASARIMININ OLUŞTURULMASI VE İNCELENMESİ

Ahmet Gürgaşin
Astor Enerji A.Ş. AR-GE Merkezi
ahmet.gurgasin@gmail.com - 0000-0003-1954-0253

ÖZET

Teknoloji alanında yaşanan hızlı değişimler veriye olan önemi her geçen gün daha da arttırmaktadır. İşletmeler veri odaklı karar alma ve stratejik iş kararlarına destek sağlamak amacıyla hem sahip oldukları hem de dış kaynaklardan elde edilebilen verileri kullanmaktadırlar. İşletmelerin veri odaklı karar almalarında yararlandıkları karar destek sistemleri temelde veri ambarı yapısına ihtiyaç duymaktadırlar. Veri ambarları hem işletmelerin sahip oldukları verilerin hem de farklı sistemlerden elde edilen verileri tek bir ortamda saklamakta ve özelleştirilebilen yapısıyla bunları analize hazır yapılar haline getirebilmektedir.

Veri ambarları farklı modelleme yaklaşımları kullanılarak işletme ihtiyaçları doğrultusunda tasarlanmaktadır. Veri ambarı tasarımları için net bir doğrudan söz etmek mümkün değildir. İşletmeler mevcut ihtiyaçları, maliyet, iş gücü ve zaman değişkenlerine bağlı olarak uygun tasarım yapısını seçmektedirler.

Yapılan bu çalışmada enerji sektöründe faaliyet gösteren Astor Enerji firmasına ait veri ambarı yapısının Inmon ve Kimball modelleme yaklaşımları kullanılarak hibrit bir yapıda nasıl tasarlandığı, değişen verilerin delta aktarımlar ile taşınarak güncel veriye erişimin nasıl sağlanıldığı ve analiz amaçlı kullanılacak veri kümelerinin nasıl elde edildiği incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Veri ambarı, Karar destek sistemleri, Inmon Yaklaşımı, Kimball Yaklaşımı

1. GİRİŞ

İşletmeler günümüzde sahip oldukları verilerden verimliliği arttırmak, sürdürülebilirliği sağlamak ve stratejik kararlar almak amacıyla kullanabilecekleri yapılar oluşturmaktadırlar. Bu amaçla temelinde veri ambarı yapılarının yer aldığı karar destek sistemlerini oluşturmaktadırlar.

Günümüz veri çağında, işletmeler için veriler parçalara ayrılmış sistemler içerisinde farklı ortamlarda tutulmaktadır. Bu sistemler kesintisiz veri akışını ve veri kaynağının karmaşık yapısını yönetmekte zorlanmaktadır. İşletmeler karar vermede yapılandırılmış, analiz edilmiş verilere ihtiyaç duymaktadırlar. Bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesinin temelinde veri ambarları yer almaktadır [10].

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

İşletmeler günlük rutin işlemler için operasyonel sistemlerde bulunan verileri doğrudan kullanarak bilgi üretebilirler. Ancak verinin operasyonel işlemler dışında daha kapsamlı karar aşamalarında kullanılması durumunda operasyonel sistemler üzerinden bilgi üretilmesi çeşitli sorunlara yol açmaktadır. Bu noktada veri ambarları bu sorunların önüne geçmektedir [8].

2. VERİ AMBARI

Veri ambarı, farklı kaynaklardan elde edilen verilerin bir araya getirildiği, birleştirildiği, temizlendiği ve organize edilerek analiz işlemine hazır hale getirildiği bir depolama alanıdır [7]. Veri ambarı tek bir uygulama ya da ürün değildir. Oluşturulabilmesi ve sürdürülebilmesi için veri ambarı ortamında birçok farklı teknoloji ve uygulama kullanılması ihtiyacı bulunmaktadır. Veri ambarı içerisinde yer alan veriler çeşitli özelliklere sahiptirler. Bu özellikler aşağıda tanımlanmıştır [6].

- Konu Odaklı (Subject Oriented): Veri ambarları, verinin analizinin kolay olması amacıyla tasarlanan sistemlerdir. Mimari yapısının iş ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde yapılması gerekmektedir.
- Bütünlük (Integrated): Veri ambarları farklı pek çok kaynaktan veri almaktadırlar. Farklı kaynaklardan gelen verilerin bir bütünün parçası olacak şekilde aralarındaki uyumun sağlanması ve birleştirilmesi son derece önemlidir.
- Kalıcılık (NonVolatile): Bu kavram veri ambarı içerisine alınan verilere ait değerlerin daha sonrasında değişmediğinin bir ifadesidir. Veriye ait tüm değişiklikleri izleyebilmek için veri ambarı içerisinde yer alan verinin güncellenmemesi gerekir. Ancak herhangi bir güncelleme işlemi yapılacaksa veri ambarında yer alan verinin güncellenmesi yapılmadan yerine yeri veri ayrıca kaydedilmelidir. Bu sayede her iki değer için zaman bilgisi tutularak tarihsel verinin oluşturulması sağlanır.
- Zamana Bağımlılık (Time Variance): Veri ambarı içerisinde yer alan verilerin ait olduğu zaman dilimini gösteren bir zaman bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bilgi, verinin zaman içerisinde yaptığı değişimlerin incelenmesini sağlar.

2.1. ELT Süreçleri

Veri ambarları verileri saklamanın dışında veri çıkarımı, dönüşümü ve yüklenmesi özelliklerine sahip uygulamalar aracılığıyla ham verileri işlevsel verilere dönüştürebilmektedir. ETL olarak adlandırılan bu işlemler veri ambarının en önemli süreçlerindendir. Extract (çıkar), transform (dönüştür) ve load (yükle) kelimelerinden oluşmaktadır [7]. ETL süreci, kaynak veri tabanından verilerin alınması, gerekli işlemlerin yapılması sonrasında hedef veri ambarına yüklenmesidir [9].

2.2. Veri Ambarı Bileşenleri

Veri ambarının önemli bileşenleri fact, dimension ve data mart olarak verilebilir.

2.2.1. Fact (Olgu) Tablo

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Fact (olgu) tablolar veri ambarı içerisinde yer alan verilerin çoğunlukla sayısal formatta ve incelenebilir bir yapıda tutulduğu alanlardır. Fact tablolarda iki tür alan yer almaktadır. Bunlardan ilki dimension (boyut) tablolar ile bağlantının kurulduğu referans alanlarıdır. İkincisi ise bilgiyi tutan alanlar olan ölçülerdir [3].

Fact tablolar, işlemlere ait verileri tuttuğundan dolayı milyonlarca satırdan oluşabilmektedir. Satış verileri, stok hareketleri, çalışanların değişim hızı gibi veriler bu tablolarda yer almaktadır [2].

Fact tablo içerisinde yer alan mevcut kayıtlar, bir hata düzeltilmediği veya bir proje değişimi olmadığı taktirde hiçbir şekilde güncelleştirilemez. Tablo içerisine yeni kayıtlar eklenebilir. Ancak arşivleme dışında mevcut kayıtlar asla silinemez [1].

2.2.2. Dimension (Boyut) Tablo

Dimension (boyut) tablolar veri ambarı için boyutlu modellemenin temelidir. Farklı bakış açılarına göre bilgi edinilmesini sağlar. Veri ambarları çok boyutlu bütünleşik yapılara göre düzenlenmektedir. Zaman, veri ambarının en önemli boyutunu oluşturmaktadır [5].

Dimension tablolar kendi içlerinde farklı düzeylerde gruplanabilirler. Bu düzeylere hiyerarşi denilmektedir. Bu boyutlar ve bunlardan oluşan hiyerarşiler kullanılarak trend analizleri yapılabilir, veriler tarihsel bazlı karşılaştırılabilir ve detaylı alt verilere erişim sağlanabilir. Dimension tablolar, fact tablolar gibi büyük hacimlere ulaşmazlar. Bu tablolar yeni bir kayıt eklenmesi durumunda güncellenmektedir [1].

2.2.3. Data Mart

Veri ambarı ile benzer özellikleri bulunan data martlar veri ambarlarının bir alt kümesidir. Veri ambarları verilere farklı açıdan bütünleşik bir bakış sağlarken, data martlar bu bütünleşik ve karmaşık yapı içinden sadece belirli bir konu ile ilgili kısmı kapsamaktadır. İşletmelerdeki karar vericilerin bazılarının tüm veriler ile analiz işlemi gerçekleştirmesine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu kişilerin sadece kendi birimleri ile ilgili verileri kullanarak analiz işlemlerini gerçekleştirebilirler. Bu amacı sağlayabilmek için veri ambarı içerisinde yer alan verilerden belirli alt sistem olan data martlar hazırlanmaktadır [1].

Data martların başlıca kullanım sebepleri aşağıdaki gibi verilebilmektedir [7].

- Elde edilen veriler için ilk depolama alanı oluşturmak
- Son kullanıcıların veriye erişiminin kontrol edilmesi
- Analiz için kullanılacak verilere hızlı erişim sağlanması
- Veriyi çok boyutlu görüntülemek
- Küp uygulamalarından yararlanmak

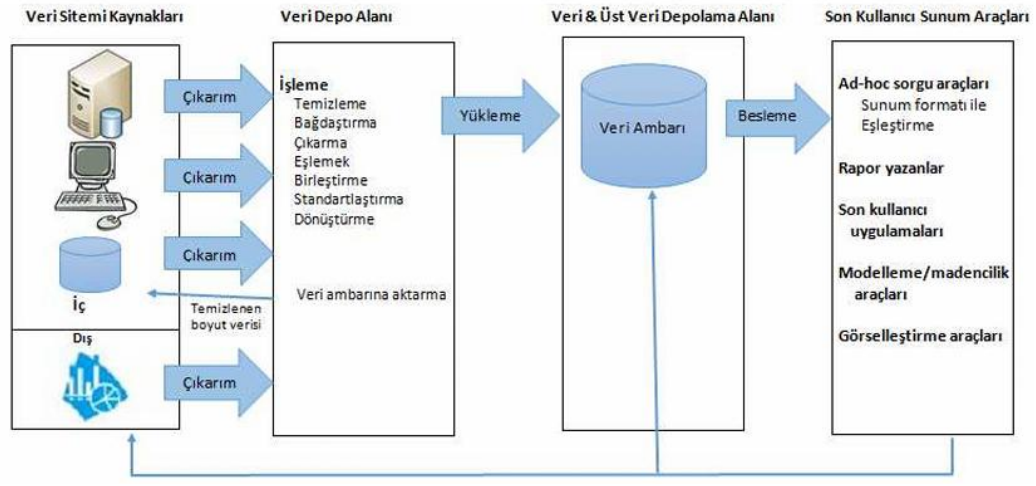
ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

2.3. Veri Ambarı Mimarileri

Birden fazla veri ambarı mimarisi bulunmaktadır. Bunlar; iki seviyeli mimari, Bağımsız Veri Marketi, Bağımlı Veri Marketi ve Operasyonel Veri Kaydı (Operation Data Store, ODS), Aktif Ambar ve Gerçek zamanlı veri ambarı şeklinde verilebilir [9].

2.3.1. İki Seviyeli Mimari

Bu yapıda veri kaynağından (Source Data System) alınan veriler extract işleminden geçirilir ve transform kısmına aktarılır. Veri, transform aşamasında temizleme, ayrıştırma ve birleştirme gibi işlemlerden geçirilerek veri ambarı içerisine aktarılır. Böylece son kullanıcı aşamasında sorgular, raporlar ve uygulamalar bu veriyi kullanırlar [9].

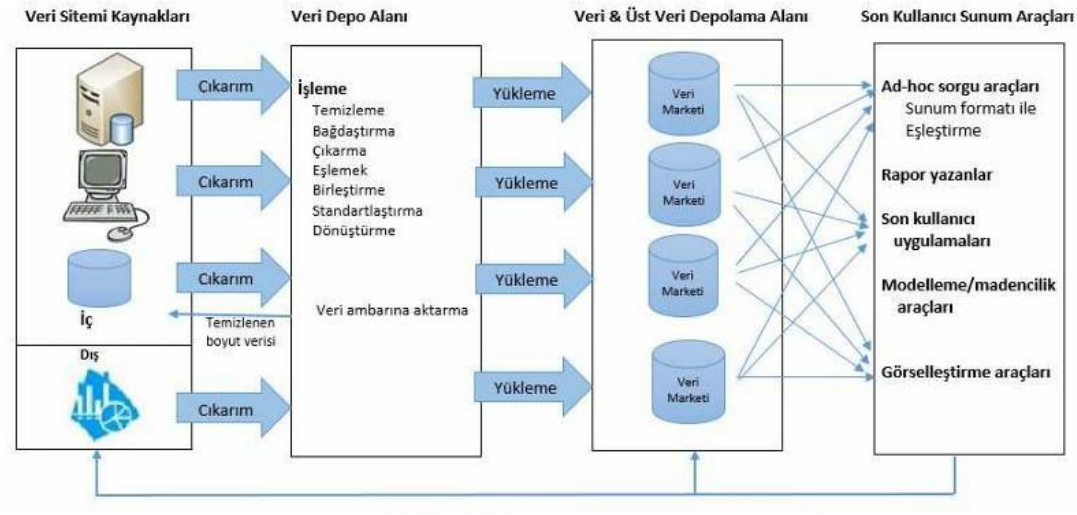


Şekil 2.1. İki seviyeli mimari

2.3.2. Bağımsız Veri Marketleri

Bu yapıda extract, trasnform ve load işlemleri sonrasında işlenmiş olan veriler veri ambarı içerisine değil birden fazla veri marketinden oluşan bir sisteme yüklenmektedir. Bu sayede veriler ilgili kişilerin sadece kendi bölümleriyle ilgili işlen yapmalarını sağlar [9]. Bağımsız veri marketlerine ilişkin gösterim Şekil 2.2.'de verilmiştir.

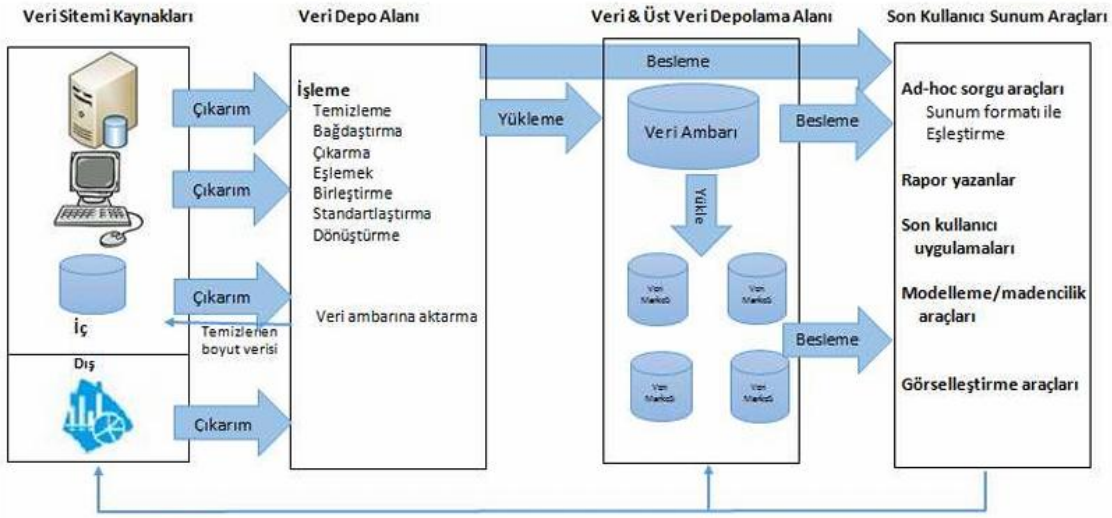
ISBN NR. : 978-625-5694-36-2



Şekil 2.2. Bağımsız veri marketleri

2.3.3. ODS ve Bağımlı Veri Marketleri

ETL işlemlerinden geçirilen veriler bir tane veri ambarı ve birden fazla veri marketinin yer aldığı bir sisteme yüklenir. Bu sistemde işlenmiş olan veri ilk olarak veri ambarına daha sonra ise veri ambarından farklı bölümlere aktarılmış veri marketi içerisine yüklenir. Böylece ETL süreçleri sonrasında veri tek bir yerde tutulurken işlemlere göre parçalanmaktadır. Bağımsız veri marketlerinde iki farklı kullanıcının kullandığı aynı verilerin farklı veri marketlerinde tutulması durumu olabilir. Farklı kullanıcılar tek bir veri marketi yerine farklı veri marketlerinden aynı veriyi kullanabilir. Aynı durum bağımlı veri marketleri içinde geçerli olabilir fakat bağımsız veri marketlerinde veriler her bir veri marketi için tekrar tekrar ETL sürecinden geçer. Bağımlı veri marketlerinde ETL süreçlerinden geçen işlenmiş veriler tek bir yerde toplandığından ve sonrasında veri marketlerine parçalandığı için ETL süreçlerinin tekrarlanmasına gerek kalmaz [9].



Şekil 2.3. ODS ve bağımlı veri marketleri

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

2.3.4. Aktif Ambar Teknolojisi

Bu yapıda veri ambarı ve veri marketleri bir dönüşüm katmanında tutulur. Her bir son kullanıcının ilgilendiği bölümler ayrı veri marketlerinde tutulan ve aynı veri ambarından beslenen yapılardır [9].

Şekil 2.4. Aktif ambar teknolojisi

2.3.5. Gerçek Zamanlı Veri Ambarı

Gerçek zamanlı veri ambarı, adaptive (uyumlu) bir yapıdadır. Veri kendisini uyumlu bir şekilde ayarlayabilmektedir. Kullanım alanları aşağıdaki gibi verilebilir [9].

- Kredi kartı harcamalarında, kullanıcılara yapılan işlemin kendisi tarafından yapılıp yapılmadığını bildiren uyarılar
- Ağ (network) güvenliğinin sağlanması gereken alanlar
- Müşteri bildirimlerine anlık olarak dönüş yapılması ve verilerin raporlanması
- Fiyatların otomatik olarak değişmesi
- Bir ürüne olan talep arttığında o ürüne ait üretimin arttırılması gibi işlemlerin anlık olarak gerçekleştirilmesi
- Verilerin doğruluğunun kontrolünün sağlanması.

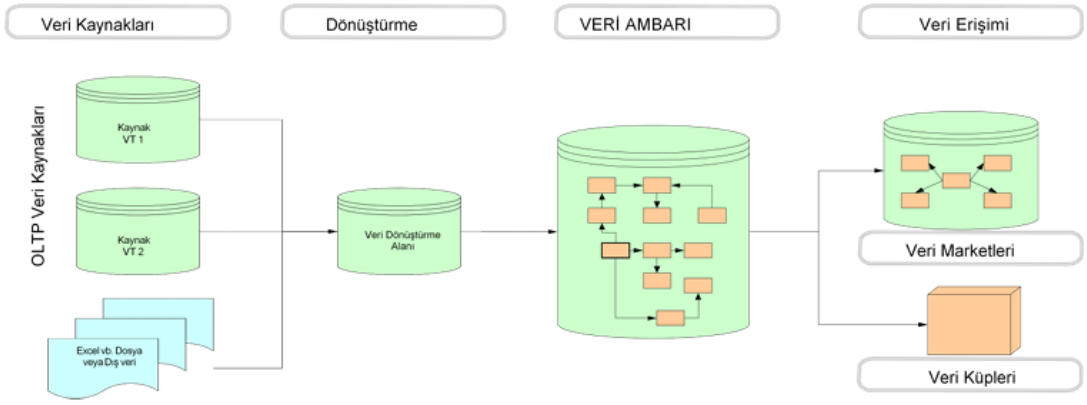
2.4. Veri Ambarı Tasarımı

Veri ambarı tasarımı için çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır. Bunlardan en bilinenleri Bill Inmon ve Ralph Kimball tarafından ortaya konulmuştur. Veri ambarı tasarımı için çeşitli yaklaşımlar aşağıda verilmiştir.

2.4.1. Normalize Yaklaşım (Bill Inmon Yaklaşımı)

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Inmon tarafından ortaya konulan bu yaklaşımda veri ambarı içerisindeki veriler normalize bir yapıda bulunur. Normalize yaklaşımda farklı kaynaklardan alınan veriler tek bir ortamda aynı düzen altında yer almaktadır. Bu yaklaşımda veri ambarının normalize yapıda olması ve birbiriyle bağlantılı tablolar yer alması sebebiyle veri çekmek zordur. Eklenen her yeni veri ile veri tabanı içerisindeki tablo sayısı artmakta ve veri erişiminde sıkıntılar olabilmektedir. Bu nedenle veri ambarının alt bölümleri olarak data mart geliştirilmektedir. Kaynak olarak veri ambarını kullanan data martlardan kullanıcıların sorgu ve analiz işlemlerini yaptıkları yaklaşıma hub-and-spoke adı verilmektedir [5].

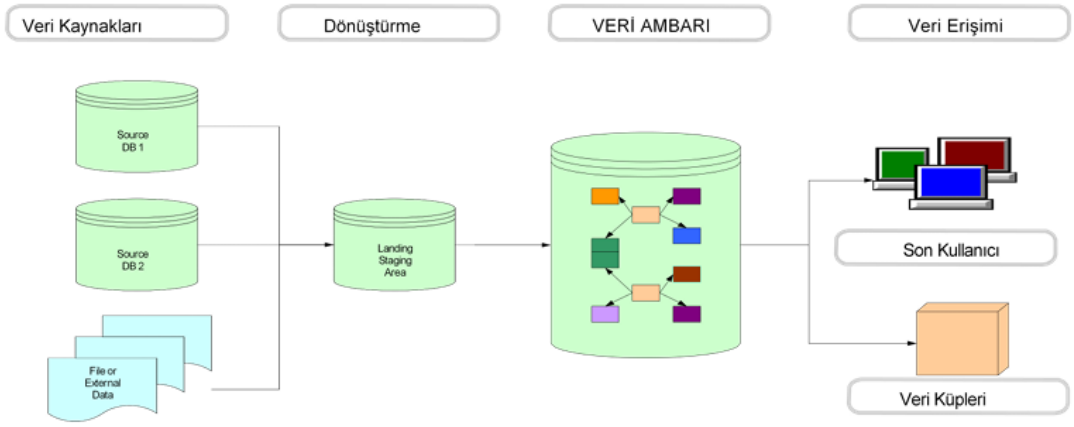


Şekil 2.5. Normalize yaklaşım

2.4.2. Boyutsal Modelleme (Ralph Kimball Yaklaşımı)

Kimball yaklaşımında, veri ambarı operasyonel sistemlerde bulunan verinin raporlama ve analiz için oluşturulan bir kopyasıdır. Bu yaklaşımda aşağıdan yukarıya (button-up approach) doğru bir tasarım yer alır. Veri ambarı denormalize edilmiş data martlardan oluşmaktadır [8].

Boyutsal modellemede veri ambarının data martlardan oluştuğu yapı Şekil 2.6.'da verilmiştir [5].



ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Şekil 2.6. Boyutsal Modelleme

Inmon ve Kimball yaklaşımlarının birbirlerine göre çeşitli avantajları ve dezavantajları vardır. İhtiyaçlar, hedefler ve maliyet için uygun olan veri ambarı yaklaşımı seçilmektedir. Inmon ve Kimball yaklaşımlarının karşılaştırılması Çizelge 2.1.'de yer almaktadır.

Çizelge 2.1. Inmon ve Kimball yaklaşımlarının karşılaştırılması

Özellik	Inmon Yaklaşımı	Kimball Yaklaşımı
Veri kullanım ihtiyacı	Stratejik	Taktiksel
Veri birleştirme ihtiyacı	Tüm iş alanları	Spesifik iş alanları
Veri beklentisi	İstikrarlı veri	Değişken veri
Uzmanlık	Uzmanlık gerektirir	Daha az uzmanlık gerektirir
Geliştirme süresi	Uzun	Kısa
Geliştirme maliyeti	Önce yüksek, sonra düşük	Önce düşük, sonra yüksek

2.4.3. Hibrit Yaklaşımı

Bu yaklaşım, normalize yaklaşım ve boyutsal modelleme yaklaşımlarının birleştirilmesiyle oluşturulmaktadır. İşletme ihtiyaçları doğrultusunda mevcut verilerin özelliklerine ve projenin hedeflerine göre bir veri ambarı tasarımı oluşturulur. İlk olarak işletme ihtiyaçları doğrultusunda veri modeli oluşturulur daha sonra veriler toplanır ve birleştirilir. Farklı iş ihtiyaçlarına uygun veri ambarı tasarlamak için kullanışlı bir yöntemdir [4].

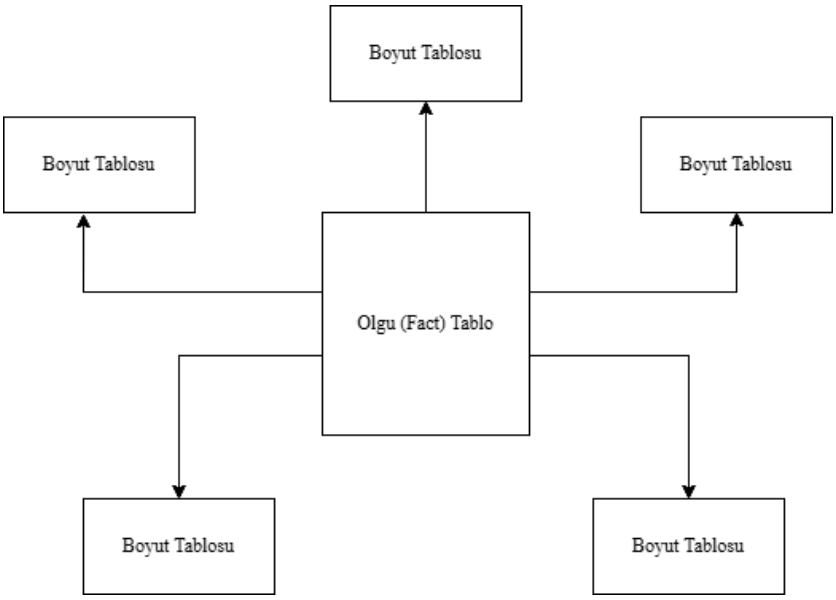
2.5. Veri Ambarı Şemaları

Veri ambarı içerisinde iki tip şema kullanılmaktadır. Bunlar yıldız şema ve kar tanesi şemasıdır.

2.5.1. Yıldız Şema

Yıldız şema, veri ambarı tasarımında boyutsal bir yapı oluşturulması amacıyla sık kullanılan bir modelleme yöntemidir. Her veri modeli için bir olgu (fact) tablosu ve her boyut için birer normalize edilmemiş (de-normalize) boyut (dimension) tablosundan oluşmaktadır. Olgu ve boyut tabloları arasında (1-N) ilişki mevcuttur. Olgu tablosu ölçümleri içeren niteliklerden oluşmaktadır. Olgu tablosu ve boyut tablosu arasındaki ilişki mantıksal veri modelinde yıldız şeklini almış bir yapıda görünmektedir. Yıldız şema, normalize edilmiş boyut tablolarını desteklememektedir. Normalizasyon gereken durumlarda yapı kar tanesi şema şekline dönüşmektedir. Yıldız şemaya ait görünüm Şekil 2.7.'de verilmiştir [5].

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

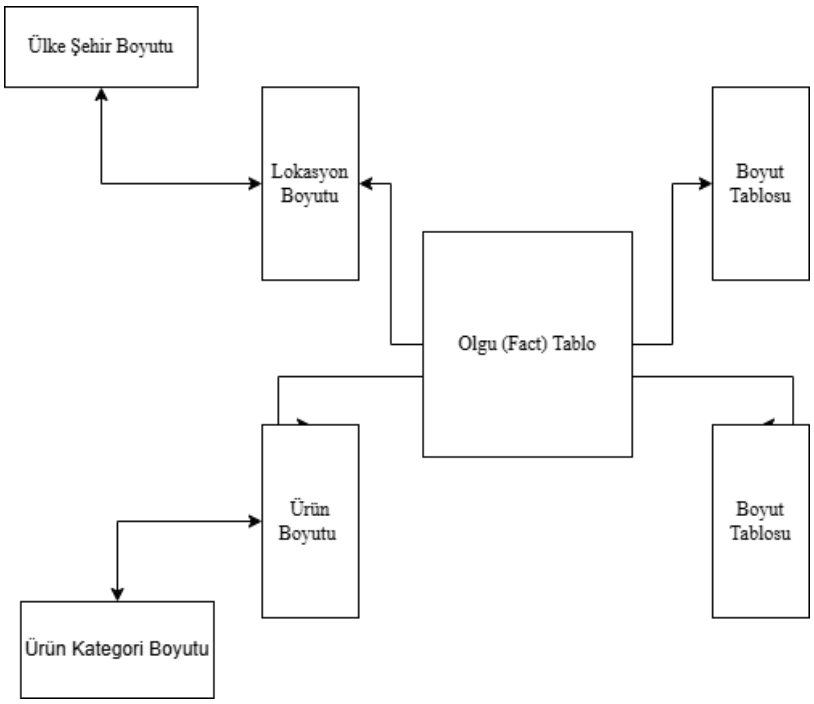


Şekil 2.7. Yıldız şema yapısı

2.5.2. Kar Tanesi Şema

Kar tanesi şema, yıldız şemadan daha karmaşık bir modeldir. Bu modelde boyut tabloları büyük bir tablo yerine birden çok tabloya ayrılmıştır. Fazlalıkları azaltmak için normalize yapıya dönüştürülmüştür. Modelde bir olgu tablosu birden fazla tablo ile oluşturularak normalize edilebilir. Model yerden kazanım sağlarken, boyut tablosunu arttırıp daha fazla yabancı bağlantıya ihtiyaç duyar. Sonuç olarak daha karmaşık bir tepki sürecine ve tepki performansında azalmaya yol açar [1]. Kar tanesi şemaya ait görünüm Şekil 2.8'de verilmiştir [10].

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2



Şekil 2.8. Kar tanesi şema yapısı

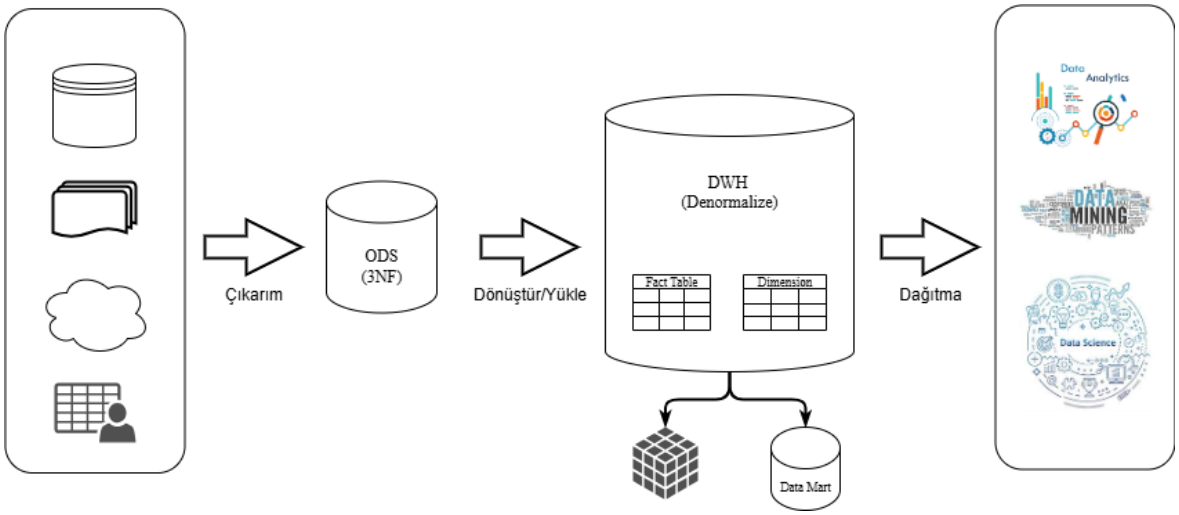
3. HİBRİT VERİ AMBARI UYGULAMASI

Bu bölümde Bill Inmon ve Ralph Kimball tarafından geliştirilen veri ambarı tasarımları kullanılarak Hibrit bir yapıda modellenen Astor Enerji A.Ş. merkezi veri ambarının yapısı incelenmiştir.

Şirket veri ambarı karar destek süreçlerinin temelinde yer almakta ve bilgi sistemleri, yönetim karar destek sistemleri ve analitik işlemlerin pek çoğu bu sistem üzerinden gerçekleştirilmektedir. Veri ambarı on-premises (şirket içi) ortamda çalışmaktadır. Veri ambarı ile ilgili tüm işlemler işletmeye ait Intel (R) Xeon (R) CPU E5-2650 v4 @ 2.20 GHz 2.20 GHz (12 işlemci) özelliklerine sahip sunucu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sunucu 128 GB RAM kapasitesine sahip olup x64 tabanlı işlemci kullanmaktadır. Veri tabanı işlemleri için SQL Server 2022 Standard Edition kullanılmakta olup aktarım işlemleri Visual Studio Professional 2019 içerisinde yer alan SSIS (SQL Server Integration Services) eklentisi üzerinde gerçekleştirilmektedir.

İşletme veri ambarı ilk olarak karar destek sistemlerine ilişkin çıktıların oluşturulabilmesini ve gerekli analiz işlemlerinin yapılabilmesini amaçlamıştır. Bu amaçla doğrultusunda ilk olarak şirket ERP (Enterprise Resource Planing/Kurumsal Kaynak Planlaması) sistemi veri ambarı içerisine ana veri kaynağı olarak eklenmiştir. Daha sonra ise BPM (Business Process Management/İş Süreçleri Yönetimi), belge yönetim sistemleri, web servis verileri, bulut sistemlerden elde edilen veriler ve çeşitli dosya kaynakları da dahil olmak üzere yaklaşık on iki farklı kaynaktan veri almaktadır. Astor Enerji'ye ait veri ambarı mimarisi ve tasarımı Şekil 3.1'da yer almaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2



Şekil 3.1. Astor Enerji veri ambarı mimari yapısı

Kullanılan veri ambarı büyük oranda ODS ve Bağımlı Veri Marketleri mimari yapısını kullanmaktadır. Burada ana veri kaynağında yer alan verilerin normalize (3NF'e yakın) ve denormalize olması durumuna göre kullanılacak tasarım yapısı değişmektedir.

Eğer veri kaynağı normalize yapıda yer alıyorsa ana veri kaynaklarından çıkartılan veriler ilk olarak ODS (Operational Data Source) katmanına aktarılmaktadır. ODS katmanı burada staging area (geçici hazırlık alanı) yapısında gözükmektedir. Ancak bu katman aslında OLTP sistem üzerinde normalize (3NF'e yakın) yapıda yer alan verinin kalıcı bir şekilde depolandığı bir alandır. Stagigng area (geçici hazırlık alanı) ise verileri hedef sisteme yükleme öncesinde geçici olarak tutulduğu, temizleme, dönüştürme ve standartlaştırma gibi işlemlerin yapıldığı bir geçici alandır.

Ana veri kaynağından alınarak ODS katmanına getirilen veriler buradan temizleme, dönüştürme, standartlaştırma gibi çeşitli işlemlerden geçirilerek ve ilişkisel veri tabanının normalize yapısı bozularak denormalize bir biçimde DWH (Data warehouse) katmanında yer alan fact ve dimension tablolara aktarılmaktadır.

Ana veri kaynağının normalize yapıda olmadığı durumlarda ise veriler ETL (extract, transform, load/ çıkart, dönüştür, yükle) ile DWH (Data warehouse) katmanına aktarılmaktadır. Burada mevcut aktarım sonrası veri fact, dimension, data mart ya da veri küpü yapısında ihtiyaca bağlı olarak kullanılabilmektedir.

Farklı veri kaynaklarında yer alan verilerin hedef sistemlere aktarılması ve güncel verinin sağlanabilmesi için değişen veri yakalama yöntemi (change data capture) kullanılmaktadır. Veri kaynaklarında değişiklik bilgisine ait sütun yer alan tablolardan gelen veriler delta aktarım adı verilen yöntem ile aktarılmaktadır. Bu yöntemde sadece değişiklik gören ve yeni eklenen/silinen kayıtlar sorgu tabanlı değişen veri yakalama yöntemi ile veri kaynağı üzerinden

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

hedef kaynağa aktarılmaktadır. Eğer veri kaynağı içerisindeki tablolarda değişiklik tarihi yer almıyorsa verilerin tam temizleme/yükleme adımlarıyla hedef sistemlere aktarılması sağlanmaktadır.

Mevcut mimari yapı hem Inmon hem de Kimball modelleme yaklaşımlarını kullanmakta ve ihtiyaçların karşılanabilmesi için hibrit bir model olarak oluşturulmaktadır.

Inmon modelleme yaklaşımında veriler kaynak sistemden alındıktan sonra ihtiyaca bağlı olarak staging area (geçici hazırlık alanı) üzerinde çeşitli filtreleme, dönüştürme, standartlaştırma vb. işlemler uygulanır ve DWH katmanı içerisine veriler yüklenir. Inmon modelleme yaklaşımında veri ambarı içerisinde yer alan verilerin normalleştirilmiş bir modelde olması tercih edilir. Kurulum ve canlıya alma hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. İşletme içerisinde bu modelleme yaklaşımı finansal raporlama ihtiyaçları doğrultusunda kullanılmaktadır. Bu model ile veri normalize yapısı korunmakta, veri yedeklemesi azaltılmakta ve departman bazında kullanılabilecek data mart veya veri küpleri oluşturulmaktadır.

Kimball modelleme yaklaşımında ise veri kaynağından çıkartılan veriler staging area (geçici hazırlık alanı) katmanına getirilir ve temizleme, dönüştürme, standartlaştırma gibi işlemlerden geçirilir. Daha sonra bu veriler fiziksel bir katman olan DWH katmanında yer alan fact ve dimension tablolarına aktarılır. Burada ihtiyaca bağlı olarak data mart, veri küpü oluşturularak son kullanıcı ve analitik işlemler için dağıtım işlemi gerçekleştirilir. İşletme veri ambarı modelleme yaklaşımında büyük oranda Kimball tarafından önerilen boyutsal modelleme yaklaşımını kullanmaktadır. Bu modelde veri kaynaklarından elde edilen veriler DWH katmanına aktarılmakta ve burada yer alan fact, dimension tablolara yüklenmektedir. Fact ve dimension tabloların oluşturulması yıldız şema ya da çoklu yıldız şema yapısında modellemenin yapılmasına imkan vermektedir. Böylece elde edilen model karar destek sistemleri ve veri analitiği çözümlerine alt yapı oluşturmaktadır.

4. SONUÇLAR

İşletmeler tarafından veriye olan talebin her geçen gün artması veriye dayalı sistemlerin önemini de arttırmaktadır. İşletmeler karar destek sistemleri, analitik işlemler ve operasyonel pek çok işlem için kullanabilecekleri yapılandırılmış verilere ihtiyaç duymaktadırlar. Veri ambarı bu işletme ihtiyaçları için kullanılabilecek özelleştirilmiş bir yapıdır.

Veri ambarı mimarisi, modelleme yaklaşımları, veri aktarım işlemleri gibi değişkenler işletmelerin mevcut iş ihtiyaçları doğrultusunda belirledikleri özelliklerdir. Bu nedenle veri ambarı modelleme yaklaşımı için net bir doğrudan söz etmek zordur. İşletmeler veri ambarı oluşturmada maliyet, esneklik, verimlilik, süre sınırları, ekip kabiliyetleri, bakım ihtiyaçları doğrultusunda bir modelleme yaklaşımı seçmektedirler.

Yapılan bu çalışmada farklı veri ambarı mimarileri ve modelleme yaklaşımları için hibrit bir modelleme yaklaşımı kullanan Astor Enerji A.Ş. veri ambarı yapısı incelenmiştir. İşletme veri

ambarı ODS ve Bağımlı Veri Marketleri mimari yapısı altında hem Inmon hem de Kimball modelleme yaklaşımlarını kullanmaktadır. Burada her iki yaklaşımın işletmeye göre özelleştirilmiş bir biçimi kullanılmaktadır. Veri kaynağından alınan verinin normalize yapıda olması durumuna göre modelleme yapısı değişmektedir. Burada normalize yapıda veri kaynaklarından gelen veriler hem Inmon hem de Kimball yaklaşımı ile veri ambarı katmanına getirilirken, normalize olmayan sistemlerden gelen veriler Kimnall modelleme yaklaşımı ile hedef sistemlere aktarılmaktadır. Hibrit modelleme yaklaşımı hız, verimlilik, esneklik, kolay kurulum ve canlıya alma, bakım kolaylığı gibi çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Bu durum işletmenin karar destek sistemlerinin yapısının güçlendirilmesini, ekip içi veri paylaşımının esnek ve kontrol edilebilir olmasını sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Alkanat, F. (2011). Hizmet sektöründe veri analizi (iş zekası) ve modellemesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

2. Ateş, H. (2006). Karar vermede iş zekasının önemi tekstil sektöründe bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

3. Bain, T., Benkovich, M., Dewson, R., Ferguson, S., Graves, C., Joubert, T., Lee, D., Scott, M., Skoglund, R., Turley, P., and Youness, S. (2001). Professional SQL Server 2000 data warehousing with Analysis Services. Wrox Press.

4. Çirkin, O. (2023). Veri ambarındaki perakende verilerinde anomali tespiti ve aktarımı için yapay zeka tabanlı yaklaşımlar, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

5. Gözcü, M. G. (2015). Hastane bilgi yönetim sistemlerinde iş zekası uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

6. Inmon, W., H. (2002). Building the data warehouse (Third edition). New Yortk: Wiley Computer Publishing, 31-34.

7. Kimball, R., Ross, M. (2013), The data warehouse toolkit /the dimensional modeling (Third edition), New York: Wiley Publishing, 3-4, 19.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

8. Kutlu, A. B. (2016). Dinamik veri ambarı tasarımı ve bir uygulama örneği, Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

9. Şeker, S. E. (2015). Veri ambarı (Data warehouse). YBS Ansiklopedisi, 2(4), 6–13.

10. Ünal, A. (2018). Veri ambarı oluşturmada ETL ve ELT yaklaşımlarının kullanımı ve karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

KARMA DAĞILIMLARIN PERFORMANSININ BEKLEME HATLARINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç.Dr., Melik KOYUNCU
Çukurova Üniversitesi,
mkoyuncu@cu.edu.tr - 0000-0003-0513-6276

ÖZET

Bekleme hatları, hem üretim hem servis sistemlerinde sıklıkla karşımıza çıkan ve literatürde kuyruk teorisi olarak bilinen sistemlerdir. Bekleme hatlarının analizi, analitik yöntemler, yaklaşık yöntemler ve simülasyon ile yapılabilir. Analitik yöntemle ve yaklaşık yöntemle yapılan analizlerde, sisteme gelişlerin ve servis süresi dağılımının saf bir istatistiksel dağılımdan meydana geldiği varsayılmaktadır. Ancak, bir çok veri setine istatistiksel dağılım uydurma testleri yapıldığında, herhangi bir dağılıma uymadığı belirlenmektedir. Özellikle heterojen veri setlerinin modellenmesinde kullanılan ve denetimsiz makine öğrenmesi olarakta bilinen karma dağılımların kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada, analitik çözüme sahip olan bekleme hatlarının modellenmesinde, servis süresinin veya gelişler arası sürenin karma dağılım olması durumunda bekleme hatlarının analizi yapılmıştır. Yapılan simülasyon modelleri ile teorik sonuçlarla , simülasyon sonuçları karşılaştırılmıştır. Çıkan sonuçların , literatürde daha önce çalışılan alt sınır ve üst sınır değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Bazı üretim sistemleri için , karma dağılım parametreleri kullanılarak yeni formülasyonlar önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Karma Dağılımlar, Bekleme Hatları, Benzetim

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

PROCESS ANALYSIS WITH METHODS ENGINEERING: STANDARD TIME DETERMINATION AND EFFICIENCY EVALUATION IN DEFENSE INDUSTRY PAINTSHOP PROCESSES

Prof. Dr., Servet Soygüder
Ankara Yıldırım Beyazıt University / Faculty of Engineering and Natural Sciences
servetsoyguder@aybu.edu.tr- 0000 0002-8191-6891

Industrial Engineer, Emine Tekin
Ankara Yıldırım Beyazıt University / Faculty of Science
emine.tekin@ces.com.tr - 0009-0006-8253-5405

ABSTRACT

Today, businesses must reduce costs and make their production processes more efficient to survive in a competitive environment driven by evolving technology and lean manufacturing practices. Within this framework, expectations of quality, speed, and efficiency in the defense industry and advanced manufacturing technologies necessitate the systematic examination and optimization of processes. Numerous studies on method engineering applications exist in the literature. However, studies specifically focused on the defense industry are limited. This study examines method engineering approaches first implemented in the paint shop of CES Advanced Composite and Defense Industries, a company operating in the defense and composites sector. Time studies were conducted using 5S, the chronometry method, and fishbone analysis, and standard times were determined through process analyses. Productivity calculations were also conducted by calculating lost time. The findings yielded strategic improvements not only in production efficiency for the company but also in customer satisfaction and supply management.

Keywords: Method Engineering, Time Study, Productivity, Defense Industry

1. INTRODUCTION

In today's business environment, competition among firms is intensifying day by day; this compels every enterprise to utilize its resources more efficiently (Adem, Kaya, Çakıt, & Dağveren, 2021). The development of industrial organizations plays a critical role not only in terms of business success but also in enhancing the economic prosperity of nations (Mutlu & Altuntaş, 2017). In this regard, the use of work study and lean techniques enables more effective utilization of available resources, thereby improving processes and enhancing productivity (Eriş, 2023). Work studies and lean techniques as a whole are considered within the framework of lean manufacturing. Method engineering, one of the essential components of lean manufacturing, involves the systematic analysis of production processes, the elimination of unnecessary steps, and the improvement of work methods, thereby aiming to increase efficiency (Niebel & Freivalds, 2003).

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Productivity in enterprises is generally defined as increasing output through the optimal utilization of existing resources (Sabır & Dönmez, 2013). For this reason, companies apply method engineering to achieve the best possible product within the production process. Work studies conducted alongside method engineering contribute to productivity by ensuring that production plans proceed accurately and that line balancing is effectively achieved (Kurşun & Kaloğlu, 2010).

The integration of work measurement and method study enables the establishment of comprehensive work studies (Kurt & Dağdeviren, 2020). One of the most significant steps in method studies is time study, which focuses on determining the duration of production activities (Kalkancı, 2018). Time study is defined as a scientific technique that measures the length of time required to complete a task or set of tasks under normal working conditions (Barnes, 1980).

Among time study methods, the stopwatch technique is the most widely used due to its ease of application. During the operation, the analyst observes and records the durations using a stopwatch or timing device (Kalkancı, 2018). This method is typically applied to standard operations that are neither excessively short nor excessively long (İşler, Küçük, & Güner, 2014). Standard times determined through the stopwatch method are obtained by summing the durations of all motions performed by the operator in the process (Yüksel, 2013). Continuous observation also enables the identification of lost times during operations, thereby revealing the actual efficiency rates.

Another method technique that contributes to identifying lost times is the Fishbone (Ishikawa) diagram. This method facilitates uncovering and analyzing the potential causes of a problem (Şahin, 2022; Sivaraman & Varadharajan, 2021). Since each cause is represented in the form of a “bone,” it is referred to as a fishbone diagram. Within this framework, workflow diagrams used together with method studies are highly effective in identifying bottlenecks and repetitive tasks within processes (Sabır, Bebekli, & Zenbilci, 2014).

The literature presents numerous studies on improving productivity through method studies. For instance, Sabır and Dönmez (2013) demonstrated that the application of work study methods in a textile spinning mill reduced task scope and increased productivity. Duran (2015) emphasized that the effective use of work and time study techniques in production processes enhances the efficiency of production factors. Similarly, Chouhan et al. (2019) revealed that time study methods play a crucial role in identifying unnecessary operator movements and contribute significantly to improving labor productivity. These studies demonstrate that when method and work study techniques are properly implemented, they lead to considerable improvements in production efficiency.

Within the scope of this study, time studies were conducted in the paintshop department of CES, a company operating in the defense and aerospace industry. The production processes were analyzed in detail, and standard times were established for each operation. Furthermore, workflow diagrams were used to visualize the processes, identify bottlenecks, and detect

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

inefficiencies. The Fishbone (Ishikawa) diagram was employed to perform root cause analysis of the problems, and improvement suggestions were developed to enhance productivity. In this respect, the study contributes not only to the improvement of CES's production line but also provides a valuable reference for the literature in the field.

2. EXPERIMENTAL STUDIES

This study was conducted within CES Advanced Composite and Defense Technologies Inc., a company operating in the defense industry. The firm specializes in composite armor systems, providing ballistic protection solutions and advanced engineering applications for defense. Since production is carried out on a project basis for composite parts, production efficiency holds critical importance. Moreover, in production processes where manual labor is highly prevalent, the absence of standard times poses significant challenges for future production capacity planning. Therefore, operational efficiency, optimal utilization of labor, and the reduction of losses are of great importance.

At CES Advanced Composite and Defense Technologies Inc., no prior studies related to method analysis or work study had been conducted. This situation resulted in the inability to determine part-based standard times and subsequently caused various difficulties in production planning processes. To address this, time studies were carried out using the stopwatch method, which is known for being easy to implement and for providing fast results. An important criterion in these time studies was that measurements were taken for the same operation on the same part by multiple different operators. In this way, the average labor value was calculated to be used in standard time determinations. Table 1 below presents the time study of the production process for Part X.

Table 1. Time Study File for Part X

1. Putty Application Operation									
Process Steps	**Durations 1**	**Durations 2**	**Durations 3**	**Average Time(m)**	**Average Total Time(m)**	**Number of Opr.**	**Opr. Name**	**Performance**	**Fatigue Allowance**
Putty preparation	00:00:40	00:01:17	00:01:00	**1,0**	**1,1**	1	X1	0,85	1,32
Applying putty	00:11:56	00:13:08	00:12:05	**12,5**	**14,1**	1	X2	0,85	1,32
Masking Operation									
Process Steps	**Durations 1**	**Durations 2**	**Durations 3**	**Average Time(m)**	**Average Total Time(m)**	**Number of Opr.**	**Opr. Name**	**Performance**	**Fatigue Allowance**
Masking	00:02:12	00:02:32	00:02:47	**2,5**	**2,8**	1	X1,X2,X3	0,85	1,32
Sanding Operation									
Process Steps	**Durations 1**	**Durations 2**	**Durations 3**	**Average Time(m)**	**Ort. Total Süre (dk.)**	**Number of Opr.**	**Opr. Name**	**Performance**	**Fatigue Allowance**
Sanding	00:09:20	00:08:45	00:09:45	**9,28**	**10,4**	1	X1	0,85	1,32
Sanding	00:09:00	00:10:00	00:09:45			1	X2	0,85	1,32
1. Putty Application Operation									
Process Steps	**Durations 1**	**Durations 2**	**Durations 3**	**Average Time(m)**	**Average Total Time(m)**	**Number of Opr.**	**Opr. Name**	**Performance**	**Fatigue Allowance**
Applying putty	00:09.08	00:08:42	00:05:49	7,25	**8,1**	1	X1,X3,X3	0,85	1,32

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

1. Sanding Operation

Process Steps	Durations 1	Durations 2	Durations 3	Average Time(m)	Average Total Time(m)	Number of Opr.	Opr. Name	Performance	Fatigue Allowance
Sanding	00:12:00	-	-	12,00	**12,2**	1	X1	0,85	1,32
Sanding	00:09:26	00:10:00	-	9,72		1	X2	0,85	1,32
Sanding	00:22:05	-	-	22,08		1	X3	0,85	1,32

Primer Operation

Process Steps	Durations 1	Durations 2	Durations 3	Average Time(m)	Average Total Time(m)	Number of Opr.	Opr. Name	Performance	Fatigue Allowance
Priming the surface	00:00:59	00:00:58	00:01:00	0,98	**0,8**	1	X1	0,85	1,32
Supplying part X	00:00:22	00:00:21	00:00:36	0,43	**0,5**	1	X2	0,85	1,32
Curing	01:15:00			75,00	**75,0**	1	X1		

Final Putty Application Operation

Process Steps	Durations 1	Durations 2	Durations 3	Average Time	Average Total Time(m)	Number of Opr.	Opr. Name	Performance	Fatigue Allowance
Visual inspection and marking	00:02:53	00:02:11	00:02:14	00:02:26	**2,49**	1	X1	0,85	1,32
Putty application	00:02:04	00:02:43	00:02:36	00:02:28	**2,92**	1	X2	0,85	2,32

Final Sanding Operation

Process Steps	Durations 1	Durations 2	Durations 3	Average Time(m)	Average Total Time(m)	Number of Opr.	Opr. Name	Performance	Fatigue Allowance
Sanding	00:06:00	00:05:02	00:06:02	5,68	**8,0**	1	X1	0,85	1,32
Sanding	00:08:30	00:07:30	00:07:32	7,85		1	X2	0,85	1,32
Sanding	00:08:00	00:07:45	00:07:55	7,88		1	X3	0,85	1,32

Final Pre-Paint Cleaning Operation (for 12 units)

Process Steps	Durations 1	Durations 2	Durations 3	Average Time(m)	Average Total Time(m)	Number of Opr.	Opr. Name	Performance	Fatigue Allowance
Sanding and other processes for 4 units/parts	00:23:34	00:24:00	00:23:32	5,75	**8,8**	1	X2	0,85	1,32
Sanding and other processes for 5 units/parts	00:40:00	00:42:00	00:37:54	7,80		1	X3	0,85	1,32
Sanding and other processes for 3 units/parts	00:19:14	00:35:54	00:36:12	10,00		1	X4	0,85	1,32
Let it dry	00:01:32	00:01:00	00:01:23	1,30	**1,5**	1	X5	0,85	1,32

Final Paint Operation (for 12 units)

Process Steps	Durations 1	Durations 2	Durations 3	Average Time(m)	Average Total Time(m)	Number of Opr.	Opr. Name	Performance	Fatigue Allowance
Pre-paint Preparation	00:11:24	-	-	11,40	**12,8**	1	X1	0,85	1,32
First Coat of Paint	00:08:00	-	-	8,00	**9,0**	1	X2	0,85	1,32
Second Coat of Paint	00:08:00	-	-	8,00	**9,0**	1	X3	0,85	1,32
Curing (flash out)	00:30:00	-	-	30,00	**30,0**	1	X4	0,85	1,32

Mask Removal Operation

Process Steps	Durations 1	Durations 2	Durations 3	Average Time(m)	Average Total Time(m)	Number of Opr.	Opr. Name	Performance	Fatigue Allowance
Mask Removal	00:04:19	00:04:35	00:04:17	4,40	**4,9**	1	X1,X2,X3	0,85	1,32

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

The time study file for Part X includes the following headings:

- **Operation Steps**
- **Duracation**
- **Average Time – Operator-Based Average Time**
- **Average Total Time**
- **Number of Operators**
- **Performance**
- **Allowance for Fatigue**
- **Operator Name**
- **Performance**

The operation steps for the part have been documented in detail. The durations for each step were recorded using the stopwatch method. To determine the average labor time, the arithmetic mean of the times recorded from each operator was calculated. The concept of **total time** represents the combination of the measured time with the operator's performance and fatigue allowance.

For each operation step, the total time was calculated by multiplying the average time by the number of operators, the operator's performance, and the fatigue allowance, as determined by experts (ILO, 2010). In this way, standard times were established for each operation. These steps were applied separately for every operation within the entire production process of Part X.

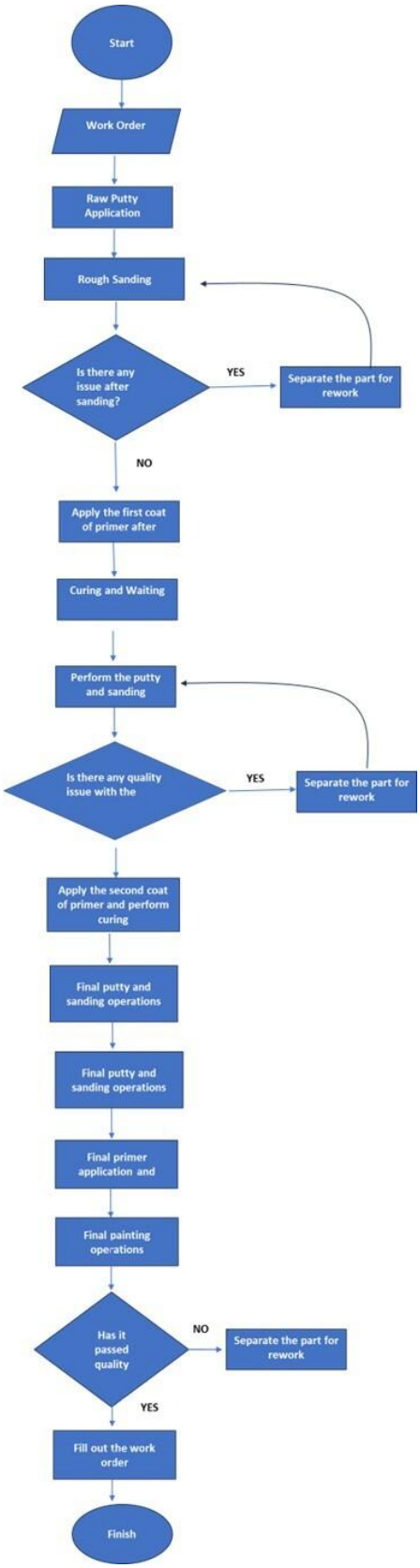
The fatigue allowance was determined in consultation with experts, based on the ILO fatigue standards table, taking into account the working conditions of the environment, and was set at **32%.** This rate may vary depending on the working conditions.

During the time studies, a **process flow diagram** (Visual 1) was created to visualize the workflow and identify potential bottlenecks. According to the flow diagram, the parts processed in the paint shop revealed that the putty and sanding operations are potential bottlenecks. In these areas, rework times increase due to quality or material issues, resulting in additional labor and lost time in the processes.

Furthermore, it was observed that without proper flow management into the paint shop, any disruptions occurring during the laying and pressing operations could create bottlenecks, leaving idle times in the paint shop section.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Figure 1. Process Flow Diagram for Part X



ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

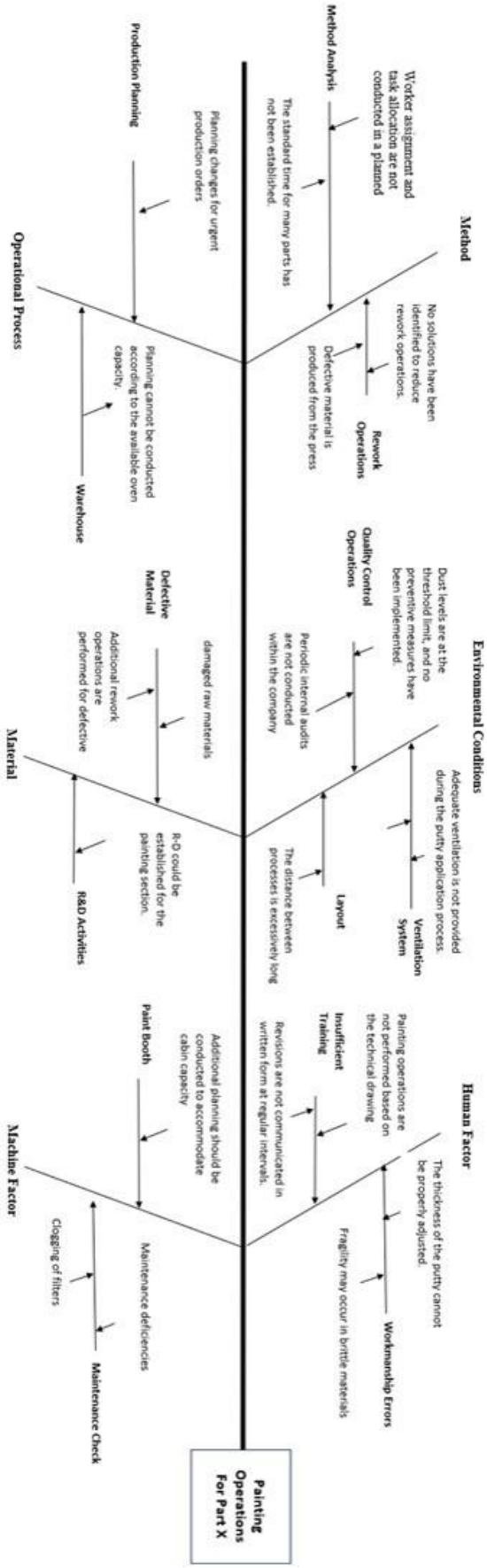
During the time study, both operation times and the causes of production losses were meticulously analyzed. To systematically identify the root causes of these losses, the Fishbone (Ishikawa) diagram (Figure 2) was employed. This approach allows for a visual and comprehensive classification of problem sources, thereby uncovering the underlying factors contributing to disruptions in the production process rather than merely addressing their superficial manifestations.

In this study, the sources of lost time in the painting department for Part X were examined using the Fishbone method and categorized into six primary groups, as illustrated in Figure 2: human factors, environment, methods, operational processes, materials, and machinery. Each category was further elaborated based on observational data, highlighting elements that adversely affect production efficiency. This classification facilitated a multidimensional understanding of time losses and enabled a systematic assessment of each factor's impact on the overall process.

The analysis revealed that unnecessary movements during workflow and inefficiencies in workplace layout were particularly prominent. Excessive walking distances required of operators not only extend operation times but also lead to additional physical strain. Furthermore, the high degree of manual handling of parts during production resulted in both temporal losses and quality issues, such as surface scratches, deformation, or other damage. Consequently, the proportion of defective products increased, necessitating rework and leading to inefficiencies in terms of both labor and cost.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Figure 2. Fishbone Diagram of Painting Operations for Part X



ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

3. RESULT AND DISCUSSION

As a result of time studies conducted in an area where method engineering had not previously been applied within the company, a standard time of 377 minutes was established for a part with the highest production volume and a critical role in production planning. Based on this standard time, the capacity to meet customer demands was calculated, providing a numerical forecast for future orders. The analysis of lost time during the production flow was carried out using the Fishbone (Ishikawa) method, which revealed that the primary causes were related to workplace layout and operator assignment planning.

For the painting department, redesign recommendations were proposed for other products based on the examination of this part, and process flow diagrams were used to identify stages where bottlenecks occur most frequently. The findings indicate that bottlenecks are particularly concentrated in the sanding and putty processes, where rework operations occur at a high rate. Accordingly, improvement proposals have been developed to minimize operator assignment issues and quality errors in these processes.

The results of the study also highlight the need for the application of method engineering in other departments of the company. Establishing standard times and implementing lean manufacturing practices across the organization were found to contribute not only to increased customer capacity but also to improved labor efficiency and quality performance.

In future studies, it is planned to address other processes affecting the painting department within the scope of method engineering, with the objective of increasing efficiency rates throughout the company.

4. REFERENCES

1. Adem, A., Kaya, B., Çakıt, H., & Dağveren, A. (2021). Efficient use of resources and competitiveness in enterprises. Journal of Industry and Business, 5(2), 45–59.
2. Barnes, R. M. (1980). Motion and time study: Design and measurement of work (5th ed.). John Wiley & Sons.
3. Chouhan, R., Singh, P., & Verma, S. (2019). Time study applications in workforce efficiency improvement. International Journal of Scientific Engineering and Technology, 9(1), 136–142.
4. Duran, B. (2015). The effectiveness of work and time study techniques in production processes. Journal of Industrial Engineering, 12(1), 33–42.
5. Eriş, G. (2023). Improving labor productivity in the automotive supply industry: Application of work study and man-machine analysis. International Journal of 3D Printing Technology Digest in Industry, 7(3), 588–601.
6. İşler, M., Küçük, M., & Güner, M. (2014). Time studies and the determination of standard times. Journal of Production Management, 10(2), 22–34.
7. Kalkancı, Ö. (2018). Time study techniques and application areas. Journal of Industrial Engineering, 6(1), 15–27.
8. Kurşun, S., & Kaloğlu, F. (2010). Applications of method engineering and its contribution to production planning. Journal of Management and Technology, 8(2), 45–60.
9. Kurt, M., & Dağdeviren, M. (2020). Combination of work measurement and method studies. *International* Journal of Industrial Engineering, 17, 12–25.
10. Mutlu, A., & Altuntaş, E. (2017). Contribution of industrial enterprises to economic welfare. Journal of Economics and Management Studies, 4(1), 55–70.
11. Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2003). Methods, standards, and work design (11th ed.). McGraw-Hill.
12. Sabır, D., & Dönmez, T. (2013). Application of work study methods and their impact on productivity in the textile industry. *Journal* of Textile and Engineering, 20(2), 45–58.
13. Sabır, D., Bebekli, H., & Zenbilci, E. (2014). Use of workflow diagrams in production processes. Journal of Production and Industrial Engineering, 22(3), 12–20.
14. Şahin, B. (2022). Investigation of a hot work accident through event and causal factor analysis and root cause identification using a fishbone diagram: Dupont Tedlar production facility case study. Journal of Occupational Health and Safety, 15(1), 33–46.
15. Sivaraman, S., & Varadharajan, S. (2021). Investigative consequence analysis: A case study research of Beirut explosion accident. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 69, 104387.
16. Yüksel, H. (2013). Production/Operations Management: Basic Concepts. Ankara: Nobel Publishing.
17. Eriş, G. (2023). Improving labor productivity in the automotive supply industry: Application of work study and man-machine analysis. International Journal of 3D Printing Technology Digest in Industry, 7(3), 588–601.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

DETERMINATION OF CARBON FOOTPRINT IN A DEFENSE INDUSTRIAL FACTORY USING IPCC AND DEFRA METHODS

Prof. Dr., Servet Soygüder
Ankara Yıldırım Beyazıt University / Faculty of Engineering and Natural Sciences
servetsoyguder@aybu.edu.tr- 0000 0002-8191-6891

Çevre Mühendisi, Meltem Rışvan
Ankara Yıldırım Beyazıt University / Faculty of Science
mltm.risvan@hotmail.com- 0009-0004-3952-0908

ABSTRACT

In recent years, climate change and global warming have been among the most significant issues for environmental sustainability across all industries worldwide. In this regard, determination of the carbon footprint is of significant importance in energy-intensive sectors such as the defense industry. In this study, the carbon footprint was calculated using annual energy, water, and fuel consumption data from a factory that operates in the defense industry. Both IPCC Tier and Defra methods were used and their performance compared in the calculation of the carbon footprint. Based on these methods, electricity consumption, water usage, and greenhouse gas emissions from fossil fuel consumption were examined separately, and the impact of fossil fuel use on the factory's carbon footprint was identified. Additionally, the shares of emissions from electricity and water consumption in the total have been determined. The study evaluated production processes, auxiliary facilities, and logistics activities within the scope. A high carbon footprint increases the risk of encountering carbon regulations and taxes in international markets and therefore it is found that increasing energy efficiency, encouraging the use of renewable energy, and optimizing water consumption are important. In conclusion, this study is considered an important step toward measuring environmental performance and achieving sustainable production in the defense industry.

KeyWords: Carbon Footprint, IPCC Tier, DEFRA, Defense Industry

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

ÖZET

Son yıllarda iklim değişikliği ve küresel ısınma, tüm dünyada çevresel sürdürülebilirlik açısından tüm endüstrilerde önemli sorunlar arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, savunma sanayisi gibi enerji tüketimi yoğun sektörlerde karbon ayak izinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, savunma sanayisinde faaliyet gösteren bir fabrikada yıllık enerji, su ve yakıt tüketim verileri kullanılarak karbon ayak izi hesaplanmıştır. Karbon Ayak izi hem IPCC Tier hem de DEFRA metotları ile yapılmış ve performansları kıyaslanmıştır. Bu metotlar esas alınarak; elektrik tüketimi, su kullanımı ve fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları ayrı ayrı incelenmiş ve fosil yakıt kullanımının fabrikanın karbon ayak izine etkisi belirlenmiştir. Ayrıca, elektrik ve su tüketimi kaynaklı emisyonların da toplam içindeki payları belirlenmiştir. Çalışmada üretim süreçleri, yardımcı tesisler ve lojistik faaliyetler kapsam dahilinde değerlendirilmiştir. Yüksek karbon ayak izi, uluslararası pazarlarda karbon düzenlemeleri ve vergileriyle karşılaşma riskini artırmakta olup bu nedenle enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi ve su tüketiminin optimize edilmesinin önemli olduğu görülmüştür. Sonuç olarak bu çalışma, savunma sanayisinde çevresel performansın ölçülmesi ve sürdürülebilir üretim için önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Karbon Ayak İzi, IPCC Tier, DEFRA, Savunma Endüstrisi

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

MUŞ İLİ ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNDE GÜNEŞ ENERJİSİNİN ÖNEMİ

Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ[1]

[1]Bitlis Eren Üniversitesi Elektrik- Elektronik Mühendisliği Bölümü

srustemli@beu.edu.tr. ORCID No: 0000-0002-4957-1782

Yüksek Lisans Öğrencisi Musa SEVİMLİ[2]

[2]Bitlis Eren Üniversitesi Elektrik- Elektronik Mühendisliği Bölümü

musasevimli09@gmail.com ORCID No: 0009-0004-9109-4854

ÖZET

Elektrik enerjisi günümüzde insanlığın en yaşamsal ihtiyaçlarından biri haline gelmiştir. Mevcut enerji kaynakları; fosil, yenilenebilir ve yeni kaynaklar olarak sınıflandırılabilir. Teknolojinin gelişmesiyle enerji ihtiyacı her geçen yıl yaklaşık olarak %4- %8 oranında artış göstermektedir. Fakat buna karşılık bu ihtiyaçların büyük bir bölümünü karşılayan fosil yakıt rezervleri ise çok hızlı bir şekilde azalmakta, yakın gelecekte bu rezervlerin tükeneceği ve ihtiyacı karşılayamayacağı yapılan tahminlerden anlaşılmaktadır. Diğer taraftan fosil yakıtların çevreye ve insan sağlığına verdiği zararlar belirgin bir şekilde hissedilmektedir. Günümüzde gerekli önlemlerin alınmaması durumunda dünyamız yaşanabilir bir dünya olmaktan çıkabilir. Bundan dolayı araştırmacılar bir yandan yeni enerji kaynaklarını araştırmaya, diğer yandan ise var olan enerji kaynaklarını daha verimli bir şekilde değerlendirme yönünde çalışmalar yapmaya yönelmişlerdir. Dünyamıza ve insanlığa zarar vermeyecek bir şekilde elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanması yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile mümkündür. Yenilenebilir enerji, doğanın kendi evrimi içerisinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağı olarak tanımlanabilir. Önemli yenilenebilir enerji kaynakları; hidrolik kaynaklar, jeotermal kaynaklar, rüzgâr kaynakları ve güneş kaynakları şeklinde sıralanabilir. Güneş enerjisi, çevreye duyarlı yapısı ve sürdürülebilirliği sayesinde günümüzde en çok tercih edilen yenilenebilir enerji kaynaklarından biri haline gelmiştir. Bu kapsamda güneş enerjisi, özellikle temiz enerji üretimi açısından büyük faydalar sağlamaktadır. Fotovoltaik (PV) teknolojilerde son yıllarda yaşanan gelişmeler sayesinde, güneş ışınlarından elektrik enerjisi üretimi daha verimli, ekonomik ve yaygın bir hale gelmiştir. Bu teknolojik ilerlemeler, güneş enerjisinin farklı coğrafi bölgelerde kullanımını da teşvik etmektedir.

Yapılan çalışmada, Muş İl'inin güneş enerjisi potansiyeli kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve yıllık güneşlenme süreleri dikkate alınarak güneşten elektrik enerjisi üretimi kapasitesi değerlendirilmiştir. Ayrıca, güneş enerjisinin bölge ekonomisine ve çevresel sürdürülebilirliğe sağlayacağı katkılar da tartışılmıştır. Bu kapsamda yapılan analizler, bölgesel enerji planlamalarına katkı sağlayacak niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Yenilenebilir Enerji, Muş İli Enerji Potansiyeli

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

1.GİRİŞ

Enerji, günümüz dünyasında ekonomik kalkınmanın, toplumsal refahın ve yaşam kalitesinin en temel unsurlarından biri haline gelmiştir. Gelişen sanayi, artan nüfus ve yaygınlaşan teknolojik cihazlar enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün daha da artırmaktadır. Bu artan ihtiyaç ise enerji kaynaklarının daha verimli, çevre dostu ve sürdürülebilir şekilde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Uzun yıllar boyunca

Fosil yakıtlar (kömür, petrol ve doğalgaz) enerji ihtiyacını karşılamada temel kaynaklar olmuş olsa da bu kaynakların sınırlı oluşu, çevreye verdikleri zararlar ve iklim değişikliğine neden olan yüksek karbon salınımları, yeni ve temiz enerji kaynaklarına yönelimi kaçınılmaz hale getirmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olan güneş enerjisi, doğrudan ve temiz enerji üretimine olanak tanıması açısından büyük avantajlar Sunmaktadır. Türkiye'nin doğusunda yer Alan Muş İli, sahip olduğu coğrafi konum, Yüksek rakımı ve yıllık güneşlenme süresi sayesinde güneş enerjisi üretimi açısından ciddi bir potansiyele sahiptir. TÜBİTAK ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü gibi kurumların yayımladığı veriler, Muş İl'inin yıllık ortalama güneşlenme süresinin 2.800 saat civarında olduğunu ve bu değerin Türkiye ortalamasının üzerinde yer aldığını göstermektedir. Bu durum, ilin güneş enerjisi yatırımları açısından uygun bir konumda olduğunu ortaya koymaktadır.

Muş İli, aynı zamanda kırsal yerleşim ağı geniş olan, tarıma ve hayvancılığa dayalı ekonomisiyle dikkat çeken bir ildir. Kırsal bölgelerde yaşayan halkın enerjiye erişimi Çoğu zaman altyapı yetersizliklerinden dolayı sorunlu olabilmektedir. Bu nedenle, Küçük ve orta ölçekli güneş enerji Sistemleriyle (GES) bu bölgelerde bireysel ya da topluluk temelli enerji üretimi teşvik edilerek hem enerjiye erişim kolaylaştırılabilir hem de dışa bağımlılık azaltılabilir. Ayrıca bu yatırımlar, bölgedeki istihdamı destekleyerek ekonomik Kalkınmaya da katkı sağlayacaktır [1,4].

Günümüzde çevre dostu enerji sistemlerine yönelim sadece yerel kalkınma değil, aynı zamanda küresel çevre politikaları açısından da önem arz etmektedir. Paris İklim Anlaşması gibi uluslararası çevre protokolleri kapsamında, ülkeler fosil yakıt kullanımını azaltma ve yenilenebilir enerji oranlarını artırma taahhüdü altına girmiştir. Türkiye de bu kapsamda özellikle güneş ve rüzgâr enerjisine yaptığı yatırımları artırmış, birçok ilde büyük çaplı güneş enerjisi santralleri kurulmuştur. Ancak Muş gibi potansiyeli yüksek bölgelerde hâlâ bu potansiyelin yeterince değerlendirilemediği görülmektedir.

Bu çalışmada, Muş İl'inin mevcut güneş enerjisi potansiyeli detaylı şekilde ele alınmış, ilin coğrafi, meteorolojik ve ekonomik özellikleri çerçevesinde güneş enerjisinin neden önemli bir alternatif olduğu tartışılmıştır. Aynı zamanda, mevcut durum analizi yapılarak geleceğe dönük enerji planlamalarında güneş enerjisinin yeri ve uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Amaç, Muş İl'inin enerji arz güvenliğini sağlamak, çevre dostu üretimi desteklemek ve sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmaktır [1, 3, 4].

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

2.Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretimi

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi, temel olarak güneş ışınlarının özel yarı iletken malzemeler kullanılarak elektrik enerjisine dönüştürülmesi prensibine dayanır. Bu işlem, fotovoltaik (PV) sistemler aracılığıyla gerçekleştirilir. Güneş panelleri, içerdikleri silikon temelli güneş hücreleri sayesinde güneş ışığını emerek doğru akım (DC) elektrik üretir. Bu doğru akım, invertör adı verilen bir cihaz aracılığıyla alternatif akıma (AC) çevrilerek, evlerde, sanayide ve şehir şebekelerinde kullanılabilir hale gelir. Üretilen elektrik enerjisi doğrudan tüketime

Yönlendirildiği gibi, batarya sistemlerinde depolanarak ihtiyaç duyulan zamanlarda kullanılabilir. Güneş enerjisi sistemleri sessiz çalışmaları, çevreye zarar vermemeleri ve bakım gereksinimlerinin düşük olması nedeniyle günümüzde hem bireysel hem de büyük ölçekli kullanımda yaygınlaşmaktadır. Özellikle güneş ışınımının yüksek olduğu bölgelerde, bu sistemler yüksek verimle çalışarak hem enerji maliyetlerini düşürmekte hem de fosil yakıt kullanımına bağlı karbon salımını azaltmaktadır.

Güneş enerjisinin diğer enerji türlerine göre birçok avantajları vardır. Bu avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir [2, 4, 7, 8].

1.Yenilenebilir enerji kaynağıdır: Güneş enerjisi, tükenmeyen ve sürekli yenilenen bir kaynaktır.

2.Çevre dostudur: Karbon salınımı yapmaz, hava kirliliğine neden olmaz**.**

3.Enerji maliyetlerini düşürür: Kurulumundan sonra işletme maliyetleri düşüktür.

4.Bakım maliyeti düşüktür: Güneş panellerinin bakımı kolaydır ve uzun ömürlüdür.

5.Enerji bağımsızlığı sağlar: Dışa bağımlılığı azaltır, yerel enerji üretimini destekler.

6.Kırsal bölgeler için uygundur: Şebeke bağlantısı olmayan alanlarda da enerji sağlar.

7.Kurulumu kolaydır: Modüler yapıdadır, ihtiyaca göre büyütülebilir**.**

Bu avantajların yanı sıra güneş enerji sistemlerinin birçok dezavantajları da mevcuttur. Güneş enerjisinin dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir [8, 9, 10].

1.Yüksek başlangıç maliyeti: Kurulum ve ekipman giderleri ilk etapta yüksektir.

2.Güneşe bağımlıdır: Güneş ışığına ihtiyaç duyar, bulutlu günlerde ve geceleri verim düşer.

3.Depolama gerektirir: Gece kullanım için batarya sistemleri gerekebilir, bu da ek maliyet demektir.

4.Büyük alan ihtiyacı: Yüksek enerji üretimi için geniş yüzey alanı gerektirir.

5.Verim düşüklüğü: Güneş panelleri %15–%22 arasında verimle çalışır, bu oran diğer enerji kaynaklarına göre düşüktür.

6. İklim koşullarından etkilenir: Kar, toz, gölge gibi etkenler verimi olumsuz etkileyebilir.

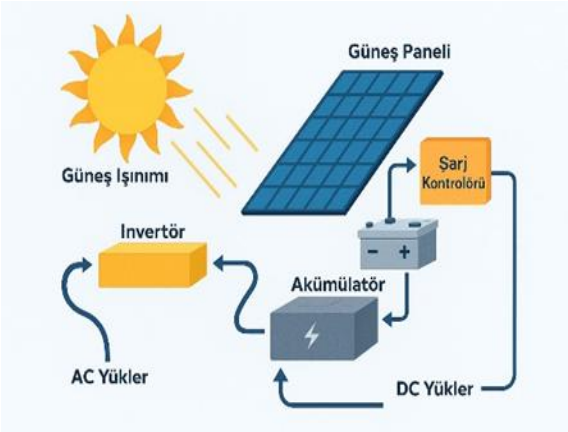
Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi, fotovoltaik paneller araçlığıyla gerçekleşmektedir.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

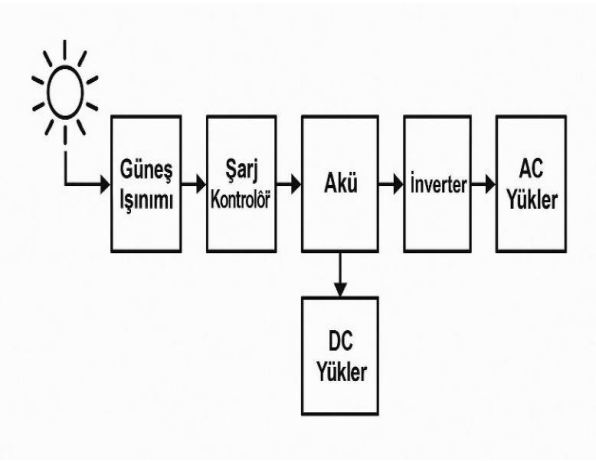
Fotovoltaik paneller; taşınabilir yapıda olan, ergonomik, düşük bakım gerektiren, kolay kullanımlı, estetik görünüme sahip ve yarı iletken teknolojiyle çalışan sistemlerdir.

Güneş panelleri, elektrik enerjisine ihtiyaç duyulan her alanda kullanılabilir. Uygulamanın niteliğine göre güneş paneli sistemi; akü, inverter, akü şarj kontrol cihazları ve çeşitli elektronik destek birimleriyle birlikte çalıştırılarak oluşturulur. Bu şekilde kurulan sistem, fotovoltaik sistem olarak adlandırılır.

Bu tür sistemler, özellikle şehir merkezlerinden uzak, elektrik şebekesinin ulaşmadığı veya jeneratör kullanımının zor ve maliyetli olduğu bölgelerde ekonomik bir çözüm sunar. Fotovoltaik sistemin görünümü ve blok diyagramı şekil 1'de gösterilmiştir [1, 3, 8].



a) Fotovoltaik sistemin görünümü



b) Fotovoltaik sistemin blok diyagramı

Son yıllarda teknolojik gelişmeler ve çevre dostu enerji politikaları sayesinde fotovoltaik panellerin maliyetlerinde ciddi düşüşler yaşanmış, amorti süreleri ise 3-4 yıl gibi kısa zamanlara inmiştir. Bu durum, güneş enerjisi yatırımlarını daha cazip hâle getirmiştir. Ancak, sistem kurulum maliyetlerinin hâlâ yüksek olması, güneş enerjisinin yaygınlaşmasının önündeki en büyük engellerden biridir. Fotovoltaik panellerden elde edilen elektrik enerjisi her yıl artış gösterse de dünya genelinde mevcut kurulu güç, güneş enerjisi potansiyelinin oldukça gerisindedir. Bu tablo, potansiyelin tam olarak değerlendirilemediğini ortaya koymaktadır.

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle güneş enerjisi açısından avantajlı bir ülkedir. Yüksek güneşlenme süresi sayesinde Avrupa'nın en yüksek potansiyele sahip ülkeleri arasında yer almasına rağmen, ülkemizdeki güneş enerjisi yatırımları henüz istenilen seviyelere ulaşmamıştır. Güneşten elektrik enerjisi üretimi noktasında daha güçlü sistemlere ve yaygınlaştırılmış projelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, maliyetlerin daha da düşmesi ve devlet desteklerinin artması ile birlikte gelecekte güneş enerjisinin ülke genelinde çok daha yaygın bir şekilde kullanılacağı öngörülmektedir [8].

3. Muş İl'inin Güneş Enerjisi Potansiyeli

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Muş İli, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer almakta olup, sahip olduğu coğrafi ve iklimsel özellikler sayesinde yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Bu potansiyelin değerlendirilmesi, bölgenin ekonomik kalkınması ve enerji bağımsızlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Türkiye genelinde yapılan çalışmalara göre, Doğu Anadolu Bölgesi'nin yıllık ortalama güneşlenme süresi 2.664 saat ve ortalama toplam ışınım şiddeti 1.365 kWh/m^2-yıl olarak belirlenmiştir. Bu değerler, bölgenin güneş enerjisi yatırımları için uygun olduğunu göstermektedir [5]. Muş İli özelinde yapılan araştırmalar, ilin güneş enerjisi potansiyelinin tarım sektörüyle entegrasyonu üzerine odaklanmıştır. Örneğin, "Tarımsal Sulamada Güneş Enerjisinin Kullanımı: Muş İli Örneği" başlıklı çalışmada, Muş Ovası ile Bulanık, Malazgirt ve Liz ovalarının güneş enerjisi kullanılarak sulanmasının kent ekonomisinin gelişimi için öncelikli olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada, tarım yapılabilir alanların potansiyeli ortaya konulmuş ve planlanan sulama kanallarıyla suyun erişemeyeceği tarım alanlarının tarıma kazandırılması hedeflenmiştir [6].

Ayrıca, Dr. Ömer Arslan'ın "Muş Enerji Modeli" adlı çalışmasında, ilin yenilenebilir enerji kaynakları, özellikle güneş enerjisi potansiyeli detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Bu çalışmada, Muş'un güneş enerjisi, hidroelektrik enerji, biyogaz, jeotermal ve rüzgâr enerjisi üretimi açısından geniş imkânlara sahip olduğu belirtilmiş ve bu potansiyelin etkin bir şekilde değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır [7]. Sonuç olarak, Muş İli, sahip olduğu güneşlenme süresi ve coğrafi avantajları sayesinde güneş enerjisi yatırımları için uygun bir bölge olarak öne çıkmaktadır. Ancak, bu potansiyelin tam anlamıyla değerlendirilebilmesi için bölgeye özgü detaylı çalışmaların yapılmasının artırılması ve yatırımların teşvik edilmesi gerekmektedir.

Muş İli Yıllık Güneşlenme Süresi

1. Ocak: 4,11 saat
2. Şubat: 5,22 saat
3. Mart: 6,27 saat
4. Nisan: 7,46 saat
5. Mayıs: 9,10 saat
6. Haziran: 10,81 saat
7. Temmuz: 11,17 saat
8. Ağustos: 10,70 saat
9. Eylül: 9,23 saat
10. Ekim: 6,87 saat
11. Kasım: 5,15 saat
12. Aralık: 3,75 saat

Muş İl'inde çalışan, yapım aşamasında olan ve planlanan Güneş Enerji Santrali (GES) projeleri

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

aşağıda yer almaktadır [8].

İşletmede Olan GES Projeleri

-Lisanssız GES'ler: Muş genelinde çeşitli firmalar tarafından işletilen toplam 21 MW kapasiteli lisanssız güneş enerjisi santralleri bulunmaktadır.

- Muş Belediyesi GES Projesi: Korkut ilçesi Kümbet köyü kırsalında kurulan 4,7 MW kapasiteli bu santral, belediyenin enerji giderlerinden tasarruf sağlamayı hedeflemektedir.

-Erentepe Belde Belediyesi GES: Bulanık ilçesine bağlı Erentepe Beldesinde kurulan bu santral, belediyeye aylık ortalama 100 bin lira gelir sağlamaktadır.

Yapım Aşamasındaki GES Projeleri

-Yurt Çimento GES: Muş Merkez'de 1 MW kapasiteli bu santral, yapım aşamasındadır.

- Ado Enerji GES: Yine Muş Merkez'de yer alan ve 1 MW kapasiteye sahip bu proje de yapım aşamasındadır.

Ön Lisans Almış GES Projeleri

-Eğirmeç GES: Kiler Tekstil tarafından Muş Merkez Eğirmeç köyünde kurulacak olan 150 MW kapasiteli bu santral, 150 MWh kapasiteli bir enerji depolama tesisi ile birlikte planlanmaktadır.

-Kümbet GES: Korkut ilçesinde YBT Enerji tarafından geliştirilen 27 MW kapasiteli bu proje, ön lisans aşamasındadır.

-G3 Muş 2-3 GES: Hasköy ilçesinde Erciyes Anadolu Holding tarafından planlanan 15 MW kapasiteli bu santral, ön lisans almıştır.

Planlanan ve Onay Sürecinde Olan Projeler

-Naturelgaz GES Projesi: Bulanık ilçesinde Naturelgaz tarafından planlanan 15 MWe kapasiteli bu proje, Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) sürecinden olumlu sonuç almıştır [8, 9, 10].

4. Sonuç ve Öneriler

Muş İl'inin güneş enerjisi potansiyeli, bölgenin iklimsel ve coğrafi özellikleri dikkate alındığında ciddi biçimde değerlendirilmesi gereken stratejik bir kaynaktır. Güneş enerjisinden aktif yöntemlerle; yapıların ısıtılması, seraların iklimlendirilmesi, tarımsal ve endüstriyel kurutma işlemleri, endüstriyel ısı ihtiyaçlarının karşılanması, soğutma sistemleri, metalürjik fırınlar ile fotokimyasal ve foto biyolojik süreçlerde etkin bir şekilde yararlanılabilir. Bu bağlamda, Muş İl'inde güneş enerjisinin çok amaçlı kullanım alanlarına yönelik uygulamaların yaygınlaştırılması ve bu alanlardaki akademik ve sektörel araştırmaların desteklenmesi önem arz etmektedir.

Muş'ta güneş enerjili soğutma sistemleri, özellikle tarımsal ürünlerin depolanması ve gıda sanayisinde kalite korunumu açısından değerlendirilebilecek verimli bir seçenektir. Yapıların güneş enerjisiyle ısıtılması ve serinletilmesi, güneş mimarisi ile bütünleşik olarak ele alınmalı, bu doğrultuda mühendislik temelli çözümler geliştirilmelidir. Bu tür yatırımların hayata geçmesi için, AR-GE çalışmaları desteklenmeli, ilgili kurum ve kullanıcılar teşviklerle yönlendirilmelidir.

Güneş fotovoltaik sistemleri, Muş'ta özellikle kırsal alanların enerjiye erişiminde; trafik sinyalizasyonu, yol ve sokak aydınlatması, kırsal tarımsal sulama sistemleri, orman gözetleme kuleleri, parklar ve uzak yerleşim birimlerinde enerji ihtiyacının karşılanmasında öncelikli çözümler arasında yer alabilir.

Ayrıca, 29 Aralık 2010 tarihli 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanunu kapsamında verilen destekler, Muş İl'inde yapılacak GES yatırımları için de önemli fırsatlar sunmaktadır. Özellikle 2015 yılına kadar belirlenen 600 MW sınırı dahilinde yatırım

Teşvikleri, kWh başına PV teknolojisinde 13.3 cent/kWh, CSP sistemlerinde ise 18.3 cent/kWh'a kadar destek sağlamıştır. Bu destekler sayesinde kurulacak sistemlerin yatırım geri dönüş süresi kısalmış, ekonomik açıdan cazip hale gelmiştir [3, 4, 5].

Sonuç olarak, Muş İl'inde güneş enerjisi yatırımlarının arttırılması hem enerji bağımsızlığına katkı sağlayacak hem de sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir enerji politikası izlenmesine olanak tanıyacaktır.

Kaynaklar

[1] Rüstemli, S., Cengiz, M. S., Dinçer, F. "Van İli Elektrik Enerjisinin Dünü, Bugünü ve Yarını". Kaynak Elektrik Dergisi, Ocak 2011.

[2] Rüstemli, S., Dinçer, F., Dinçadam, F. "Elektrik Enerjisi Üretiminde Güneş Enerjisinin Dünü, Bugünü ve Yarını". Kaynak Elektrik Dergisi, Şubat 2011.

[3] Rüstemli, S., Dinçadam, F. "Dünyada ve Türkiye'de Enerjiye Genel Bir Bakış". Kaynak Elektrik Dergisi, Mayıs 2008.

[4] Rüstemi, S., Dinçer, F. "Van İli Elektrik Enerjisi Üretiminde Güneş Enerjisinin Dünü, Bugünü ve Yarını" VI. Yenilenebilir Enerji Kay. Kaynak Elektrik Sempozyumu, 14-16 Ekim 2011, Denizli.

[5] Doğan, H. (2020). Tarımsal Sulamada Güneş Enerjisinin Kullanımı: Muş İli Örneği (Yüksek lisans tezi, Muş Alparslan Üniversitesi). https://tezara.org/theses/706786

[6] Arslan, Ö. (2023). Muş enerji modeli. SüreliKitapYayınları.https://www.surelikitap.com/tr/kitap/mus-enerji-modeli-9786256637344

[7] Yılmaz, T. (2018). Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinin analizi ve değerlendirilmesi (Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi).

[8] Rüstemli, S., Çelik, M., Almalı, M. N., Gümüş, B., & İlcihan, Z. (2013). Bitlis İli Elektrik Enerjisi Üretiminde Güneş Enerjisinin Önemi. Bildiri, Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Sempozyumu, 4-6 Ekim 2013, Girne, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, s s. 1–5.

[9] Muş Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası https://share.google/er1V5DDWeEK9Glxqj (Erişim tarihi: 21.08.2025)

[10] Muş Belediyesi, GES projesiyle enerji giderlerinden yüzde 60 tasarruf sağlayacak https://share.google/BHhK0Vz0D1nhBGde (Erişim tarihi: 21.08.2025)

[11] Demirtaş, M. (2020). Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli ve güneş enerjisi santrallerinin gelişimi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 33(4), 765-778. https://doi.org/10.xxxxxx

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ YERLEŞKESİNDE BULUNAN SODYUM BUHARLI ARMATÜRLER İLE LED LAMBALARIN KARŞILAŞTIRILMALI ANALİZİ

Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ[1]

[1]Bitlis Eren Üniversitesi Elektrik- Elektronik Mühendisliği Bölümü

srustemli@beu.edu.tr. ORCID No: 0000-0002-4957-1782

Yüksek Lisans Öğrencisi Musa SEVİMLİ[2]

[2]Bitlis Eren Üniversitesi Elektrik- Elektronik Mühendisliği Bölümü

musasevimli09@gmail.com ORCID No: 0009-0004-9109-4854

ÖZET

Bu araştırma kapsamında, Muş Alparslan Üniversitesi kampüs alanında kullanılan geleneksel sodyum buharlı aydınlatma armatürleri ile modern LED lamba sistemleri teknik performans, ekonomik verimlilik ve çevresel etkiler açısından karşılaştırılmıştır. Uzun süredir kullanılan sodyum buharlı lambalar, yüksek ışık gücü ve düşük ilk yatırım maliyetleri nedeniyle tercih edilmiş olsa da sınırlı enerji verimliliği, zayıf renk yansıtma kapasitesi ve sık bakım gerektirmesi gibi çeşitli dezavantajlar barındırmaktadır. Buna karşılık, LED tabanlı aydınlatma sistemleri; düşük enerji tüketimi, uzun kullanım ömrü, daha az bakım ihtiyacı ve çevreye olan olumlu etkileriyle öne çıkmaktadır. İlk üretildiklerinde aydınlatma için kullanımı pek uygun olmayan LED'lerin son yıllarda teknolojinin ilerlemesinden kullanımı uygun duruma gelmiştir. Hızlı gelişen LED teknolojisiyle birlikte yüksek ışık akısı üretebilen LED'ler ile homojen bir aydınlatma mümkün hale gelmiştir. Birçok LED'in belirli bir geometrik tasarım çerçevesinde yerleştirilmesi ile elde edilen yüksek ışık akısı sayesinde, LED lambalar iç ve dış aydınlatmada giderek artan bir kullanın alanı bulmuştur.

Gerçekleştirilen analizler ve yapılan saha incelemeleri sonucunda, LED aydınlatma sistemlerinin enerji tüketiminde yaklaşık %40'a kadar tasarruf sağladığı gözlemlenmiştir. Yüksek başlangıç maliyetlerine rağmen, bu sistemler ortalama 2 ila 3 yıl içinde kendini ekonomik olarak geri ödeyebilmektedir. Aynı zamanda, LED'lerin sunduğu yüksek renk doğruluğu ve homojen ışık dağılımı, kampüs içerisindeki gece görüş kalitesini artırarak hem yaya hem de araç trafiği açısından güvenliği desteklemektedir.

Elde edilen veriler doğrultusunda, kampüs genelinde LED sistemlerinin kullanılması, yalnızca enerji verimliliği sağlamakla kalmayıp, uzun vadeli maliyet avantajı ve çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemli kazanımlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: LED Aydınlatma, Aydınlatma Teknolojileri, Sodyum Buharlı Armatürler

1.GİRİŞ

Küresel enerji ihtiyacının hızla arttığı günümüzde, enerji kaynaklarının verimli kullanılması hem ekonomik hem de çevresel açıdan büyük önem taşımaktadır. Özellikle kamusal alanlarda kullanılan aydınlatma sistemleri, şehirlerin enerji tüketiminde önemli bir yer tutmakta ve bu alanlarda yapılacak iyileştirmeler, toplam enerji tasarrufuna ciddi katkılar sağlayabilmektedir. Dış mekân aydınlatması alanında uzun yıllar boyunca yaygın olarak tercih edilen sodyum buharlı armatürler, yüksek ışık şiddeti, geniş aydınlatma açısı ve uygun maliyet gibi avantajları sayesinde kamu kurumları, belediyeler ve üniversite kampüsleri gibi büyük ölçekli alanlarda sıklıkla kullanılmıştır. Ancak bu sistemlerin enerji verimliliği, renk kalitesi, bakım maliyetleri ve çevresel etkileri açısından çeşitli dezavantajlara sahip olduğu da bilinmektedir. Son yıllarda, enerji verimliliği konusunda yapılan bilimsel çalışmalar ve devlet destekli dönüşüm projeleri doğrultusunda, LED (Light Emitting Diode) tabanlı aydınlatma teknolojileri ön plana çıkmıştır. LED lambalar, düşük enerji tüketimi, uzun kullanım ömrü, yüksek renk geri verim indeksi (CRI), çevre dostu yapısı ve düşük bakım gereksinimi gibi birçok avantajı bünyesinde barındırmaktadır. Bu özellikleri sayesinde LED teknolojileri hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından cazip bir alternatif haline gelmiştir. Bu bağlamda, mevcut geleneksel aydınlatma sistemlerinin LED sistemlerle değiştirilmesi, yalnızca enerji tüketiminin azaltılmasıyla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda uzun vadeli işletme maliyetlerinin düşürülmesine ve karbon ayak izinin azaltılmasına da katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, Muş Alparslan Üniversitesi yerleşkesinde hâlihazırda kullanılan sodyum buharlı aydınlatma sistemleri ile LED lambaların çok yönlü bir karşılaştırmasını yaparak, üniversite kampüsünün aydınlatma altyapısının etkinliğini değerlendirmektir. Muş Alparslan Üniversitesi, geniş bir yerleşke alanına sahip olması ve çeşitli dış mekân aydınlatma ihtiyaçlarını karşılamak durumunda olması nedeniyle bu tür bir analiz için uygun bir örnekleme teşkil etmektedir. Aydınlatma sistemlerinin enerji tüketimi, ışık dağılımı, bakım sıklığı, ilk yatırım maliyeti, toplam sahip olma maliyeti, çevresel etkileri ve kullanıcı güvenliği üzerindeki etkileri gibi parametreler bu karşılaştırmalı analizde dikkate alınacaktır.

Çalışmada ayrıca, üniversite yerleşkesinde farklı bölgelerde kullanılan aydınlatma türlerinin performansı gözlemlenerek, kampüsün ihtiyaçlarına hangi teknolojinin daha uygun olduğuna dair önerilerde bulunulması hedeflenmiştir. Elde edilen bulgular, yalnızca Muş Alparslan Üniversitesi için değil, benzer özelliklere sahip diğer eğitim kurumları ve kamu alanları için de yol gösterici nitelikte olabilir. Özellikle kamu bütçelerinin verimli kullanımı ve enerji tasarrufu odaklı stratejilerin geliştirilmesinde, bu tür karşılaştırmalı analizler karar alma süreçlerini destekleyecek önemli veriler sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma ile mevcut sistemlerin avantaj ve dezavantajları somut verilerle ortaya konularak, gelecekteki aydınlatma yatırımlarında daha bilinçli ve sürdürülebilir tercihler yapılmasına katkı sağlanması amaçlanmıştır [10, 11].

2. SODYUM BUHARLI ARMATÜRLERİN ÖZELLİKLERİ

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Sodyum buharlı armatürler, yol ve dış mekân aydınlatmasında uzun yıllardır kullanılan gaz deşarjlı aydınlatma sistemleridir. İçerisinde bulunan sodyum gazının elektrik arkı ile uyarılması sonucu yüksek yoğunlukta ışık üretirler. Özellikle yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar, enerji verimliliği ve ışık çıkışı açısından geleneksel akkor lambalara göre avantaj sağlar. Bu armatürler genellikle turuncu-sarı tonlarda ışık yayar ve düşük renk geri verimi nedeniyle renklerin doğal görünmesini sınırlayabilirler. Sodyum buharlı lambaların çalışma sıcaklığı yüksek olup, tam parlaklığa ulaşmaları için birkaç dakika ısınma süresi gerektirir. Ayrıca, bu sistemlerde balast kullanımı zorunludur ve balastların arızalanması durumunda bakım maliyetleri artabilir. Sodyum buharlı armatürler, başlangıç maliyeti düşük ve kurulum kolaylığı nedeniyle geniş kullanım alanına sahip olsa da enerji verimliliği ve çevresel etkiler açısından LED teknolojisine kıyasla dezavantajlıdır. Yine de özellikle geniş alanların aydınlatılmasında hala tercih edilen bir teknoloji olarak önemini korumaktadır. Sodyum buharlı lambalarla aydınlatmaya bir örnek şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1. Sodyum buharlı lambalarla aydınlatma

Sodyum buharlı armatürlerin avantaj ve dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir [1, 2, 3].

Avantajları

-Görece düşük ilk yatırım maliyeti

-Uzun yıllar boyunca denenmiş sistemler

-Yüksek ışık çıkışı (lm/W oranı genellikle 80–130 lm/W)

Dezavantajları

-Renk geri verimi düşüktür (CRI 20–30 arası)

-Işık homojenliği zayıftır

-Sık bakım ve balast ihtiyacı

-Isınma süresi uzun, sık aç-kapama zarar verir

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

3.LED LAMBALAR ÖZELLİKLERİ

LED lambalar (Light Emitting Diode), elektrik enerjisini yarı iletken malzemeler kullanarak doğrudan ışığa dönüştüren aydınlatma elemanlarıdır. Geleneksel akkor veya gaz deşarjlı lambalara kıyasla çok daha az enerji tüketirler ve daha uzun ömürlüdürler. LED teknolojisi, düşük ısı üretimi ve çevre dostu yapısıyla modern aydınlatma sistemlerinde öncelikli tercih haline gelmiştir. Hızlı açılıp kapanabilme özelliği sayesinde enerji verimliliğini artırırken, yüksek renk geri verimi sayesinde doğal ve kaliteli ışık sağlarlar. Ayrıca, dayanıklı yapısı ve düşük bakım gereksinimi ile hem ekonomik hem de sürdürülebilir çözümler sunar. Bu nedenlerle şehir içi ve şehirlerarası yol aydınlatmalarında LED lambalar giderek daha yaygın kullanılmaktadır [2, 3, 4]. LED lambalarla aydınlatmaya bir örnek şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2. LED lambalarla aydınlatma

LED lambaların avantaj ve dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Avantajları

- Yüksek enerji verimliliği (120–160 lm/W)
- Uzun ömür (50.000–100.000 saat)
- Yüksek renk geri verimi (CRI> 70)
- Anında tam parlaklıkta çalışır
- Akıllı sistemlere entegre edilebilir
- Bakım ihtiyacı düşüktür

Dezavantajları

- İlk yatırım maliyeti yüksektir
- Aşırı ısınma LED ömrünü kısaltabilir

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

- Kalitesiz ürünlerde erken arıza riski vardır

4. EKONOMİK KARŞILAŞTIRMA

Yol aydınlatmasında kullanılan sodyum buharlı armatürler ile LED lambaların teknik ve ekonomik açıdan karşılaştırılması, şehirlerin enerji yönetimi ve bütçe planlaması için kritik öneme sahiptir.

Enerji Tüketimi ve Verimlilik Karşılaştırılması

Sodyum buharlı lambalar ortalama 80–130 lm/W verimle ışık üretirken, LED lambalar bu değeri 120–160 lm/W aralığında sunar (Yıldız & Demir, 2020). Bu fark, LED'lerin daha az enerjiyle aynı ışık seviyesini sağlamasına olanak tanır. Yol aydınlatmasında kullanılan sodyum buharlı armatürler ile LED lambaların teknik ve ekonomik açıdan karşılaştırılması Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Yol aydınlatmasında kullanılan sodyum buharlı armatürler ile LED lambaların teknik ve ekonomik açıdan karşılaştırılması

Özellik	Sodyum Buharlı Armatürler	LED Lambalar
Işık verimi Im/W	100-150 Im/W	130-200 Im/W
Enerji tüketimi	Yüksektir	Düşüktür
Verimlilik	Orta-yüksek	Çok yüksek
Işık yönlendirme	Dağınık kayıplı	Yönlendirilebilir, verimli
Işık açma süresi	Geç açılır	Anında tam parlaklık
Enerji tasarrufu potansiyeli	Sınırlı	%50-%80'e kadar

Ömür

Sodyum buharlı lambaların ortalama ömrü 15.000–24.000 saat civarındayken, LED lambalar 50.000 saat ve üzeri çalışma süresiyle daha uzun kullanım ömrü sunar.

Bakım ve İşletme Maliyeti

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

LED lambalar düşük bakım gerektirirken, sodyum buharlı sistemlerde balast ve lamba değişim sıklığı nedeniyle maliyetler artmaktadır. LED sistemlerin uzun vadede toplam işletme maliyetlerinde %30'a varan avantaj sağladığını belirtmiştir.

İlk Yatırım Maliyeti

Sodyum buharlı armatürler daha düşük başlangıç maliyetine sahipken, LED sistemlerin yüksek ilk yatırım bedeli, uzun vadeli enerji ve bakım tasarrufları ile dengelenmektedir [7, 8, 9].

5. ÇEVRESEL ETKİLER VE SÜRDÜRÜLEBİLİR

LED lambalar, enerji tüketimindeki azalma sayesinde karbon salınımını da azaltmaktadır. Ayrıca, cıva içermeyen yapıları çevre dostudur. Sodyum buharlı lambalar ise cıva ve diğer toksik maddeler içerdiğinden atık yönetimi zorludur. Işık kirliliği açısından da LED'lerin yönlü ışık yayma özelliği sayesinde çevresel etkileri daha azdır. Bu durum, gece gökyüzünün korunmasına katkı sağlamaktadır [6].

GELECEKTE YOL AYDINLATMASI

Sodyum buharlı armatürler, geçmişte yaygın olarak kullanılmış olsa da düşük renk doğruluğu, yüksek enerji tüketimi ve çevresel etkileri nedeniyle giderek terk edilmektedir.

-LED lambalar, daha verimli, uzun ömürlü, çevre dostu ve akıllı sistemlerle uyumlu olmaları sayesinde geleceğin yol aydınlatmasında ön plandadır.

-Gelecekte şehirler, akıllı aydınlatma sistemleri ile LED teknolojisini birleştirerek;

1. Enerji tasarrufu sağlayacak,
2. Işık kirliliğini azaltacak,
3. Trafik güvenliğini artıracak çözümler geliştirecek.

Muş Alparslan Üniversitesi Yerleşkesinde Yol Aydınlatması

Muş Alparslan Üniversitesi yerleşkesinde bulunan ulaşım yollarının aydınlatması, gece güvenliğini ve görüş konforunu sağlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Yerleşke içindeki ana yollar ve bağlantı yolları daha önce sodyum buharlı lambalarla aydınlatılmaktaydı. Ancak bu sistemler yüksek enerji tüketimi ve düşük ışık verimi nedeniyle yerini LED tabanlı

aydınlatma armatürlerine bırakmaya başlamıştır. LED yol aydınlatmaları hem enerji tasarrufu sağlamakta hem de üniversite içinde daha homojen ve etkili bir aydınlatma sunmaktadır. Bu dönüşüm, üniversite kampüsünün modern, güvenli ve sürdürülebilir altyapı hedeflerine katkıda bulunmaktadır. LED lambalarla yol aydınlatmasına bir örnek şekil 3'de gösterilmiştir.

Şekil 3. LED lambalarla yol aydınlatması

6.Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Muş Alparslan Üniversitesi yerleşkesinde mevcut durumda kullanılan sodyum buharlı aydınlatma sistemleri ile LED tabanlı aydınlatma teknolojileri teknik, ekonomik ve çevresel yönlerden karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, LED sistemlerinin enerji tüketiminde belirgin oranda azalma sağladığı, özellikle %50'ye varan tasarruf potansiyeli sunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca LED'lerin yüksek renk geri verim indeksi (CRI) sayesinde görsel konforu artırdığı, çevre güvenliği açısından da avantaj sağladığı belirlenmiştir. Geleneksel sodyum buharlı lambaların geç ısınma süresi ve sık bakım ihtiyacı gibi dezavantajları, LED sistemlerin tercih edilme nedenlerini güçlendirmektedir. Her ne kadar LED sistemlerin ilk yatırım maliyeti görece yüksek olsa da uzun ömürleri ve düşük bakım masrafları sayesinde bu maliyetin kısa sürede telafi edilebileceği öngörülmektedir. Ayrıca, karbon salınımının azaltılması ve çevre dostu bir aydınlatma stratejisi geliştirilmesi açısından da LED dönüşümünün önemli katkılar sağlayacağı açıktır [12].

Bu bağlamda, üniversite kampüsü içerisinde LED dönüşümüne yönelik yapılacak uygulamalarda bazı stratejik adımlar önerilmektedir. Öncelikle düşük riskli bölgelerde pilot LED uygulamaları başlatılmalı, bu uygulamalardan elde edilen performans verileri analiz edilerek geniş çaplı dönüşüm planlanmalıdır. Kullanılacak LED armatürlerin, yüksek verimli ve uygun renk sıcaklığına sahip olması, kullanıcı konforu açısından önem arz etmektedir. Ayrıca, hareket sensörü, zamanlayıcı veya ışık şiddeti ayarı (dimming) gibi akıllı sistemlerle desteklenen çözümlerle enerji verimliliği daha da artırılabilir. Dönüşüm

Sürecinde yatırım maliyeti ve geri ödeme süresi ekonomik analizle planlanmalı, bakım süreçleri için teknik personel eğitimi ve yedek parça temini gibi unsurlar göz önünde bulundurulmalıdır. Tüm bu adımlar dikkate alındığında, üniversitenin mevcut aydınlatma altyapısının LED sistemlerle yenilenmesi hem teknik hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından etkili bir çözüm olarak değerlendirilmektedir.

Kaynaklar

[1] Cengiz M. S., **Rustemli S**., ''The Relationship Between Height And Solution Offerings in Tunnel And Sub-Sea Tunnels'', Light & Engineering Vol 22, No, pp: 76-83,2014

[2] Kocaman B., **Rustemli S**.,''Comparison of LED and HPS Luminaires in Terms of Energy Savings at Tunnel İllummination'', Light & Engineering, Vol 27, No. 3, pp: 67–74,2019

[3] **Rustemli S**., & Demir, Y.,''Comparative Analysis of Lighting İnstallations Used in Road İllumination''. Light & Engineering Vol 29, No.6, pp: 86–94,2021

[4] Rustemli S., Kocaman, B., & Avcıl, S., ‘’Comparative Analysis of High-Pressure Sodium Vapor Luminaires With LED Luminaires in Tunnel İllumination’’. Light & Engineering, 30, No. 4, pp 87–96, 2022

[5] Rustemli S., Avcıl, S., & Gültaç, V., The Use of LED Lluminaire for tunnel Lighting’’. INESEC İinternational Engineering Science and Education Conference, December 01-03, pp 1242–1248, Diyarbakır, 2016

[6] Yıldız, H., & Demir, M. (2020). Yol aydınlatmasında LED ve sodyum buharlı lambaların enerji verimliliği açısından karşılaştırılması. Elektrik Elektronik ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 12(1), 45–52.

[7] Karataş, O. (2019). LED ve sodyum buharlı aydınlatma sistemlerinin ekonomik ve çevresel karşılaştırması [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr

[8] Güneş, E. (2021). Kamu alanlarında LED aydınlatma sistemlerinin uygulanabilirliği ve sodyum buharlı sistemlerle karşılaştırılması. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 9(2), 233–240.

[9] Koç, A. (2018). Karayolu aydınlatmalarında LED sistemleri ve geleneksel aydınlatmaların teknik değerlendirmesi [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr

[10] Öztürk, A. & Çelik, M. (2021). Kampüs aydınlatmasında enerji tasarrufu için LED dönüşümünün analizi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 9(3), 567–578. https://doi.org/10.29109/gujsc.92653

[11] Yılmaz, O., & Kaya, D. (2018). LED ve sodyum buharlı armatürlerin teknik ve ekonomik karşılaştırması. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6(1), 85–92. https://doi.org/10.21923/jesd.356256

[12] Kaleci, D., & Başar, H. (2020). Kentsel alanlarda LED aydınlatma dönüşümünün enerji verimliliği açısından değerlendirilmesi. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 12(2), 55–65.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

SÜREKLİ MIKNATISLI SENKRON MOTORUN ÜÇ BOYUTLU SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİNDE İNCELENMESİ

Doç. Dr. Zeki OMAÇ
Munzur Üniversitesi/Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü,
zomac@munzur.edu.tr- 0000-0002-9339-8243

ÖZET

Mıknatısları rotor yüzeyine yapışık olan Sürekli Mıknatıslı Senkron Motorda (SMSM) hava aralığı manyetik akı yoğunluğu rotor dönerken sabit kaldığı için motorun sağlam kontrolü mümkün olmaktadır. SMSM yapısı itibariyle yüksek manyetik doyumda çalışır. Dolayısıyla sağlam bir kontrol için SMSM'nin parametrelerinin doğru tespiti gerekmektedir. Analitik yöntemleri kullanarak SMSM'nin manyetik analizini yapan çalışmalar olsa da manyetik nonlineerliği de hesaba katarak SMSM için daha doğru sonuçlar hesaplayan sayısal yöntemler mevcuttur. Sonlu Elemanlar Yöntemi (SEY) nonlineer manyetik problemleri çözmeye elverişli sayısal bir yöntemdir. Bu çalışmada, bilgisayarda SEY tabanlı yazılım kullanarak SMSM'nin üç boyutlu modeli incelenmiş, alan dağılımı elde edilmiş, ürettiği moment hesaplanmıştır. Statordaki üç fazlı sargı akımlarının zamana bağlı değişimleri çıkarılmıştır[1].

Anahtar Kelimeler: Sürekli Mıknatıslı Senkron Motor, Sonlu Elemanlar Yöntemi.

1. GİRİŞ

Sahip olduğu yüksek verim, yüksek güç yoğunluğu ve kolay moment kontrolü üstünlüklerden dolayı elektrikli araçlar, robotlar ve uçaklar gibi birçok endüstriyel uygulamada SMSM tercih edilmektedir [1-13]. SMSM sahip olduğu birçok üstünlüğü rotor yapısında yer alan alnico, seramik, ferrit veya nadir toprak elementlerinden imal edilen neodimyum-demir-bor (Nd-Fe-B) ve samaryum kobalt gibi sabit mıknatıslar ile sağlamaktadır. Bundan dolayı SMSM'nin üretim maliyeti yüksektir.

Doğru akım motoru, asenkron motor, anahtarlamalı relüktans motor ve senkron relüktans motor ile karşılaştırıldığında yüzey montajlı SMSM'de daha düşük seviyede bir vuruntu momenti oluşur [4,6]. Bu vuruntu momenti motorda titreşim ve gürültüye sebep olur. Yüzey montajlı SMSM'nin tercih edildiği hassas uygulamalarda bu vuruntu momenti istenmeyen bir durumdur.

Yüzey montajlı SMSM'de dikdörtgen şeklinde değişen hava aralığı manyetik akısı bileşenlerinin neden olduğu vuruntu momentini azaltmak için hava aralığı manyetik akısı dalga şeklini sinüs dalga şekline yaklaştırmak için tek tip mıknatıs yerine hibrid mıknatıs denilen boyutları ve manyetik özellikleri farklı [2]'de iki, [5]'te çok sayıda mıknatıs rotor yüzeyinde yan yana kullanılmıştır.

[3]'te vuruntu momentini azaltmak için SMSM rotorunda yüzeye düz tek parça halinde yerleştirilmiş mıknatıs yerine çok parçalı ve eğik yerleştirilmiş mıknatıs modeli ele

[1] Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nin İHTS2025-12 nolu proje dahilinde Ansys yazılımı satın alma desteği için teşekkür ederim.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

alınmış, her iki durum için analitik yöntem ve SEY'den sonuçlar elde edilmiştir. [6]'da iki farklı optimizasyon algoritması kullanarak SMSM'de düşük vuruntu momenti ve yüksek ortalama moment sağlayan stator oyuk boyutları belirlenmiştir.

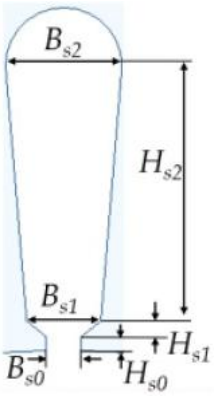
Bu çalışmada, rotoru yüzey mıknatıslı bir SMSM üç boyutlu SEY'den analiz edilmiştir. SMSM'nin stator, rotor ve hava aralığındaki manyetik akı yoğunluğu ve rotorda oluşan vuruntu momenti hesaplanmıştır.

2. SMSM'NİN SONLU ELEMANLAR MODELİ

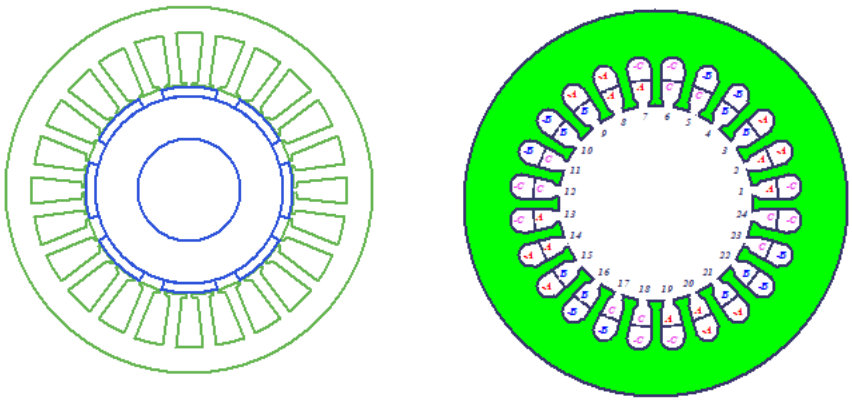
SMSM'nin stator ve rotoru, manyetik bakımdan üstün özelliklere sahip ince demir saclardan imal edilir. Statorda açılmış oluklara üç fazlı sargılar yerleştirilir. Sabit mıknatıslar ya rotor yüzeyine yapıştırılır veya rotor içine gömülür. Böylece rotoru yüzey mıknatıslı SMSM ve rotoru içten mıknatıslı SMSM olmak üzere iki farklı SMSM tipi elde edilir [13].

İncelenen yüzey montajlı SMSM'nin parametreleri çizelge 1'de verilmiştir. SMSM'nin iki boyutlu modeli ve sargıların stator oyuklarına yerleşimi görsel 1'de gösterilmiştir. SEY'den yapılan hesaplamalarda Görsel 2'deki iki ve üç boyutlu bölmeleme modelleri kullanılmıştır.

Çizelge 1. İncelenen SMSM'in parametreleri

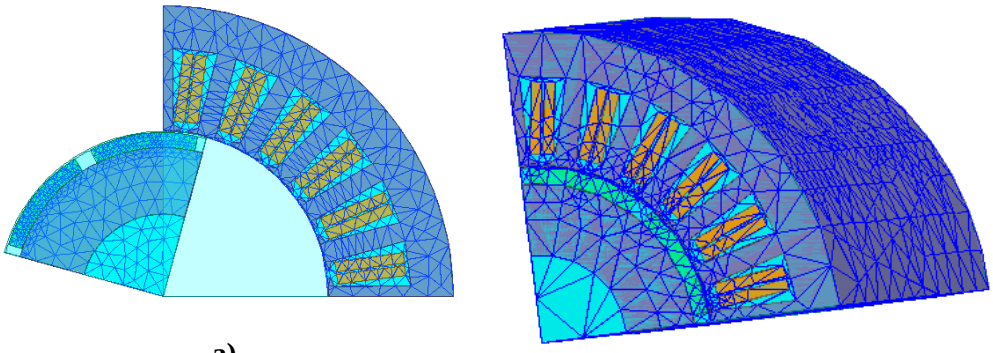
Parametre	**Ölçüsü ve Birimi**	**Parametre**	**Ölçüsü ve Birimi**
Gücü	1 kW	B_{s0}	1,39 mm
Gerilimi	48 V	B_{s1}	3,9 mm
Kutup sayısı	8	B_{s2}	6,92 mm
Stator oyuk sayısı	24	H_{s0}	0,4 mm
Stator dış çapı	88,5 mm	H_{s1}	0,46 mm
Stator iç çapı	50,55 mm	H_{s2}	11,58 mm
Stator paket kalınlığı	83 mm	 Bir stator oyuğu	
Rotor dış çapı	49,85 mm		
Rotor iç çapı	25 mm		
Stator ve rotor manyetik sacı	Steel 1008		
Mıknatıs kalınlığı	2,52 mm		
Mıknatıs genişliği	12,4 mm		
Mıknatıs cinsi	NdFe35		

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2



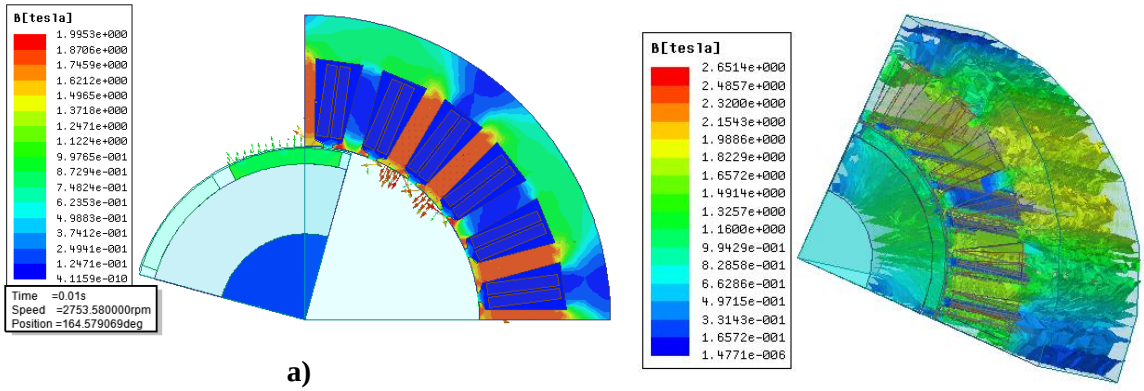
a) b)

Görsel 1. SMSM'nin a) İki boyutlu modeli, b) Sargıların stator oyuklarına yerleşimi



a) b)

Görsel 2. SMSM'nin a) İki boyutlu bölmelenmesi, b) Üç boyutlu bölmelenmesi

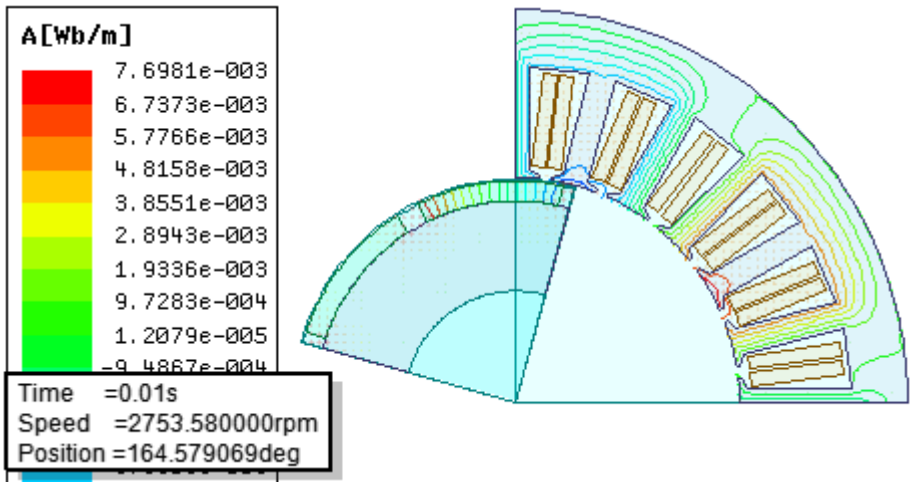


a) b)

Görsel 3. SMSM'nin a) İki boyutlu manyetik akı yoğunluğu dağılımı, b) Üç boyutlu manyetik akı yoğunluğu dağılımı

SEY'den elde edilen SMSM'nin iki boyutlu ve üç boyutlu manyetik akı yoğunluğu dağılımı Görsel 3'te gösterilmiştir. SMSM'nin stator, rotor ve hava aralığı için Görsel 4'teki manyetik vektör potansiyel değişimi elde edilmiştir.

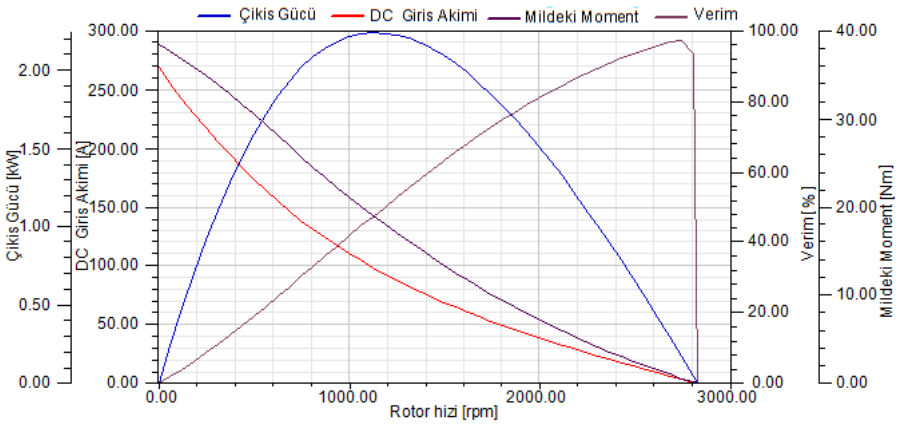
ISBN NR. : 978-625-5694-36-2



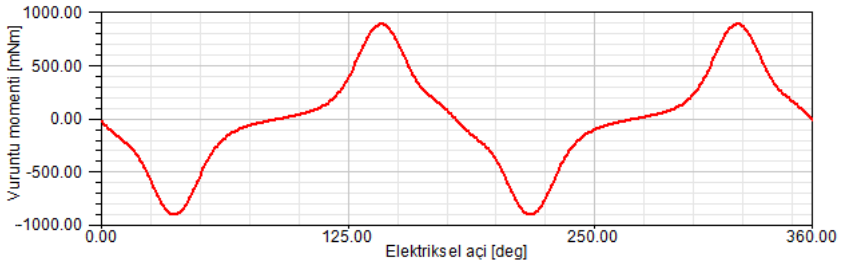
Görsel 4. SMSM'de manyetik vektör potansiyeli değişimi

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

SMSM'nin rotor hızına bağlı çıkış gücü, mildeki moment, giriş doğru akımı ve verim değişimi Görsel 5'te verilmiştir. Düşük hızlarda rotorda üretilen moment değeri yüksek iken rotor hızlandıkça doğal olarak moment değeri düşmektedir. Motor verimi rotor hızlandıkça artmakta 2750 d/d hızda en yüksek değere (%96) çıkmaktadır. SMSM'de oluşan vuruntu momentinin elektriksel açıya bağlı değişimi Görsel 6'da gösterilmiştir. SMSM'de üç faz akımları için Görsel 7'deki değişim elde edilmiştir.

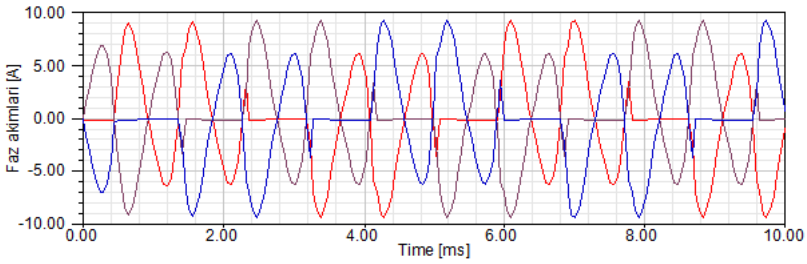


Görsel 5. Rotor hızına bağlı motorun çıkış gücü, akımı, verimi ve mildeki moment değişimi

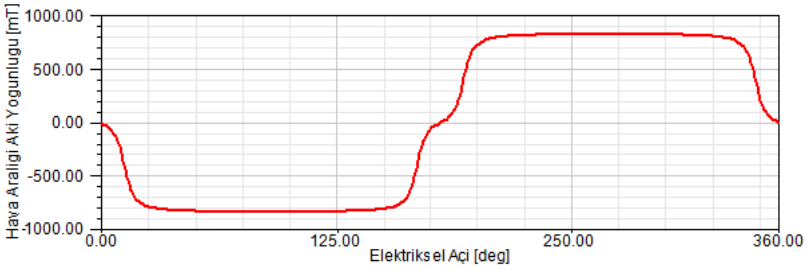


Görsel 6. SMSM'de vuruntu momentinin elektriksel açıya bağlı değişimi

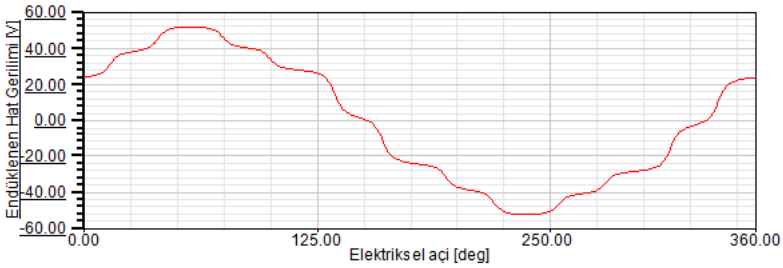
ISBN NR. : 978-625-5694-36-2



Görsel 7. SMSM'nin stator üç faz sargısı akımlarının zaman bağlı değişimi



Görsel 8. SMSM'nin hava aralığı akı yoğunluğunun elektriksel açıya bağlı değişimi



Görsel 9. SMSM'de endüklenen hat geriliminin elektriksel açıya bağlı değişimi

SMSM'nin stator ile rotoru arasındaki hava aralığındaki manyetik akı yoğunluğu ve stator sargılarında endüklenen hat geriliminin elektriksel açıya bağlı değişimleri sırayla Görsel 8 ve Görsel 9'da gösterilmiştir. Hava aralığı manyetik akı yoğunluğu dikdörtgen şeklinde +0,9 T ile -0,9 T arasında değişmektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Ansys paket programı kullanarak yüzey montajlı bir SMSM üç boyutlu SEY'den incelenmiştir. SMSM'nin stator, rotor ve bu ikisi arasındaki hava aralığı kısmında oluşan manyetik alan dağılımı iki ve üç boyutlu olarak elde edilmiştir. Ayrıca SMSM'de hava aralığındaki manyetik akı yoğunluğu ve rotorda oluşan vuruntu momentinin elektriksel açıya bağlı değişimleri hesaplanmıştır. Bundan sonraki çalışmalarda düşük vuruntu momenti üreten SMSM modeli tasarımı ve kontrolü üzerine çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA (TAVSİYE)

1. Hu, J., Wu, Y., He, J., Liu, Z. Computer numerical simulations for accelerated design of rare earth permanent magnet motors in renewable energy applications: A review.

Engineering Analysis with Boundary Elements, Volume 156, Pages 144-159, 2023. https://doi.org/10.1016/j.enganabound.2023.08.012.

2. Diao, C., Zhao, W., Li, L., Liu, C., Tian, M., Wang, X. Analytical Modeling and Optimization of Permanent Magnet Synchronous Machine with Hybrid Magnets. IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 61, no. 1, pp. 243-254, Jan.-Feb. 2025. doi: 10.1109/TIA.2024.3481390

3. Yang, J.W., Kim, T. S., Nguyen, M. D., Kim, Y.J., Shin, K.H., Choi, J. Y. Analytical Study and Experimental Verification of Electromagnetic Vibration Sources and Optimization of Rotor Skew in Surface-Mounted Permanent Magnet Synchronous Machines. IEEE Transactions on Magnetics, vol. 61, no. 1, pp. 1-4, Jan. 2025. doi: 10.1109/TMAG.2024.3493943.

4. Wu, L., Chen, H., Yu, T., Sun, C., Wang, L., Ye, X., Zhai, G. Robust Design Optimization of the Cogging Torque for a PMSM Based on Manufacturing Uncertainties Analysis and Approximate Modeling. Energies 2023, 16, 663. https://doi.org/10.3390/en16020663

5. Diao, C., Zhao, W., Li, L., Wang, X., Kwon, B. i. Optimal Design of Surface-Mounted Permanent Magnet Motor with Multi-Level Magnet Combination Using Analytical Method. IEEE Transactions on Magnetics, vol. 60, no. 12, pp. 1-5, Dec. 2024. doi: 10.1109/TMAG.2024.3484679

6. Yu, Y., Pan, Y., Chen, Q., Zeng, D., Hu, Y., Goh, H.H., Niu, S., Zhao, Z. Cogging Torque Minimization of Surface-Mounted Permanent Magnet Synchronous Motor Based on RSM and NSGA-II. Actuators 2023, 11, 379. https://doi.org/10.3390/act11120379

7. Lucchini, F., Torchio, R., Bianchi, N. A Survey on the Sustainability of Traditional and Emerging Materials for Next-Generation EV Motors. Energies 2024,17, 5861. https://doi.org/10.3390/en17235861

8. Talebian, I., Rostami, N. Co-Simulation of a Surface-Mounted Permanent Magnet Synchronous Motor Drive using Finite Element Method. *2021 IEEE International Power and Renewable Energy Conference (IPRECON)*, Kollam, India, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/IPRECON52453.2021.9641034.

9. Zhu, C., Mei, C., Zhang, G., Peng, T., Yao, W., Han, A. Design and Simulation of Permanent Magnet Brushless DC Motor for Small-sized load UAV. 2022 4th Asia Energy and Electrical Engineering Symposium, 52-56.

10. Mohamed, M. Y., Fawzi, M., Kalas, A., Abdel-Khalik, A. S., Ahmed, S., Refaat, A. Optimized design of a fault-tolerant 12-slot/10-pole six-phase surface permanent magnet motor with asymmetrical winding configuration for electric vehicles, Alexandria Engineering Journal, Volume 110, 527-539, 2025. https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.10.025.

11. Youssef, M. Z., Elahi, A., Ihsan, A. An Optimal Permanent Magnet Motor for Pumps in Electric/Hybrid Vehicles: Design and Experimentation. IEEE Access, vol. 13, pp. 54028-54039, 2025. doi: 10.1109/ACCESS.2025.3551606

12. Vlachou, E.I., Vlachou, V.I., Efstathiou, D.E., Karakatsanis, T.S. Overview of IoT Security Challenges and Sensors Specifications in PMSM for Elevator Applications. Machines 2024, 12, 839. https://doi.org/10.3390/machines12120839

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

13. Sen, A., Singh, B., Mahtani, K., Moradzadeh, A., Muyeen, S.M. Optimized design of a permanent magnet brushless DC motor for solar water-pumping applications. Results in Engineering, Volume 26, 104633, 2025. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104633.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

GREEN-SYNTHESIZED PECTIN FROM COCOA BEAN SHELL WASTE AND ITS INTERACTION WITH Fe_3O_4 NANOPARTICLES

Assoc. Prof. Dr. Ayşe ASLAN Canpolat

Gebze Technical University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Gebze-Kocaeli, Turkey
ayseaslan@gtu.edu.tr-https://orcid.org/0000-0001-8904-4074

Dr. Sedef KAPTAN USUL*

Gebze Technical University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Gebze-Kocaeli, Turkey
sedefkaptan@gtu.edu.tr-https://orcid.org/0000-0002-8178-9343

Güniz KARAKUŞ

Gebze Technical University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Gebze-Kocaeli, Turkey
g.karakus2020@gtu.edu.tr

ABSTRACT

This study aims to investigate the interaction between pectin substance and Fe_3O_4 nanoparticles and analyze the properties of the resulting nanocomposite structures. Pectin was recovered from cocoa bean shell waste, a major by-product of chocolate processing, through an ultrasound-assisted green synthesis method that is energy-efficient and environmentally friendly. Valorization of cocoa bean shell waste for the recovery of pectin is less investigated in literature, though the residues contain high amounts of pectic polysaccharides and are an underutilized biomass. To enhance the functional properties of the recovered pectin, it was hybridized with Fe_3O_4 (magnetite) nanoparticles, which possess magnetic functionality, biocompatibility, and low toxicity. The interaction of the biopolymer with the nanoparticle was investigated through advanced characterization techniques like Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Scanning Electron Microscopy (SEM), Thermogravimetric Analysis (TGA), Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS), and XRD. The analysis confirmed the integration of Fe_3O_4 in the pectin matrix and revealed improved thermal stability and morphological structure compared to pure pectin. This work offers an environmentally friendly and innovative approach to the valorization of food industry waste to high-value-added biomaterials. The fabricated pectin–Fe_3O_4 nanocomposites hold excellent promise for use in biotechnological applications such as drug delivery, environmental remediation, and intelligent food packaging.

Keywords: Cocoa bean shell, Green synthesis, Pectin, Biowaste conversion, Fe_3O_4.

1. INTRODUCTION

Each year, the volume of waste and by-products generated from human activities continues to rise globally. This increase has spurred a growing number of initiatives focused on advancing the circular economy and adding significant value to functional waste streams, particularly in recent years. A leading example among these efforts is the European Union's "Green Deal," which integrates bioeconomy principles to evaluate agricultural and industrial waste as valuable resources for recovering and converting complex carbohydrates based on their compositional analysis [1]. Cocoa, a major agricultural commodity worldwide, primarily yields cocoa beans from the Theobroma cacao L. plant for chocolate production. Worldwide cocoa bean production averages 4.7 million tons annually, predominantly concentrated in Africa and Asia, while Europe stands out with a processing capacity of 1.7 million tons despite not producing cocoa itself [2].

Cocoa shells, which make up roughly 20% of the cocoa bean by weight, remain underutilized despite being produced in substantial quantities. Managing this biomass waste poses considerable challenges; farmers often burn the shells, incorporate them into soil as fertilizer after chopping, or leave them to decompose naturally, leading to odors, soil contamination, and greenhouse gas emissions. Although classified as waste, cocoa shells are rich in bioactive compounds with nutraceutical benefits, especially phenolic substances [3]. The United Nations' 2023 Sustainable Development Goals Report highlights the significant potential of lignocellulosic biomass utilization to foster a sustainable future [4]. However, research in this area is notably scarce in Turkey. As the outer component of the cocoa bean, cocoa shells contain higher amounts of proteins, fats, and carbohydrates compared to other cocoa by-products and boast remarkable antioxidant properties. Most prior studies have focused narrowly on specific functional characteristics, leaving the broader potential of these residues largely unexplored. Notably, cocoa bean shells comprise about 45% pectin polysaccharides [5].

Pectin, a heteropolysaccharide rich in galacturonic acid derived from glucose, is a critical structural element of plant cell walls with water-soluble attributes that enable numerous applications. Low methoxylated pectin, with an esterification degree below 50%, is especially valued in food and pharmaceutical sectors [6,7]. Conventional extraction methods from cocoa shells yield approximately 9% pectin [3]. This project adopts a greener alternative, ultrasonic-assisted extraction, which utilizes high-frequency sound waves (above 20 kHz) propagated in solid-liquid systems. This technique not only accelerates the extraction process but also reduces energy consumption, marking it as an environmentally sustainable option.

Incorporating nanomaterials such as metal oxide nanoparticles into polymers enhances their durability, reduces weight, and lowers permeability, making them suitable for applications like food packaging, drug delivery, and coating [8]. When combined with pectin, nanoparticles create a more stable composite by reinforcing pectin's otherwise vulnerable antioxidant activity and functional traits obtained through green synthesis. To augment the physicochemical properties of pectin, it was combined with magnetic Fe_3O_4 (magnetite) nanoparticles, which are known for their strong magnetic characteristics, biocompatibility, low toxicity, and biodegradability [9]. Literature shows pectin-based magnetic nanocomposites serving varied

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

roles, including environmentally friendly adsorbents for Pb(II) ion removal from water , biocompatible hydrogels with high heating efficiency , chelation and shell formation around Fe_3O_4 nanoparticles via pectin's carboxylate groups , magnetic drug carriers targeting cancer cells , and magnetic chitosan-pectin films with antimicrobial properties for active food packaging designed to monitor quality and extend shelf life [10-13] .

By leveraging a unique pectin source, the Fe_3O_4-pectin nanocomposite developed in this project adds to the existing body of literature with an innovative approach. The project aims to valorize cocoa industry waste by extracting pectin from cocoa shells and synthesizing an advanced magnetic nanoparticle-based composite for diverse applications.

Figure 1. Parts of the cocoa bean [5]

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Materials

The complete list of materials includes Roasted cocoa bean shells from Ülker, Sodium hydroxide (CAS 12200-64-5), Ethyl alcohol, Pure (CAS 64-17-5), Iron (II) chloride tetrahydrate ($FeCl_2.4H_2O$) (CAS 13478-10-9), Iron (III) chloride ($FeCl_3.6H_2O$) (CAS 10025 77-1) were purchased from Sigma-Aldrich Company.

2.2 Methods

2.2.1. Powdering of roasted cocoa bean shells

The roasted cocoa bean shells, obtained from a leading chocolate manufacturer in Turkey, are processed into a powdered form using a grinder. This powder is subsequently stored in a glass container kept in a dark cabinet to maintain moisture and protect it from light exposure.

2.2.2 Extraction of pectin from powdered cocoa bean shells by green synthesis

The powdered cocoa shells were first weighed, then mixed with 1M NaOH solution. The weighed cocoa shell powder was added to this NaOH solution and placed in a heater mixer. After approximately 20 minutes at 70 °C, the mixture was subjected to ultrasonic-assisted

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

extraction for 2 hours. The resulting solution was filtered using Whatman No.1 filter paper, and 95% ethanol was added to the filtration.

This pectin-containing solution was refrigerated for around 24 hours. Afterward, it was centrifuged at 5600 rpm for 10 minutes, yielding a wet gel-like pectin pellet. The pellet was spread onto Teflon plates and initially dried under a fume cupboard to remove moisture. Subsequently, it was dried in an oven at 70 °C for one day. The next morning, the dried pectin appeared as a hard, thin layer. Finally, the dried pectin was powdered on greaseproof paper and stored in conditions protected from moisture and light [14].

2.2.3. Synthesis of Fe_3O_4/pectin nanocomposite

The pectin powder obtained via the green synthesis method was accurately weighed and dissolved in 10 mL of distilled water in a single-necked flask placed on a stirrer. Once dissolved, $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ and $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ were sequentially added to the solution while maintaining the temperature at 70 °C. After reaching this temperature, the flask's atmosphere was flushed with nitrogen gas, creating an inert environment by evacuating the air and filling the flask with nitrogen.

A measured amount of 1M NaOH was then slowly introduced to the mixture. The system was allowed to react under these conditions for approximately 2 hours, during which nanoparticle formation was monitored. At the end of the reaction time, magnetic nanoparticles were separated from the solution using a strong magnet, collected in a Falcon tube, and washed multiple times with distilled water. Finally, the samples were dried in an oven at 70 °C for 48 hours [10].

3. RESULTS & DISCUSSION

The primary aim of this study is to extract pectin from waste cocoa bean shells and to develop an advanced nanocomposite by enhancing the properties of the pectin with Fe_3O_4 magnetic nanoparticles. The results from characterization tests and analyses confirm the successful attainment of this goal. As shown in Figure 2, the FTIR analysis reveals clear pectin-specific peaks in the black spectrum, while the red spectrum distinctly displays characteristic peaks of Fe_3O_4. Literature review supports that these peaks are widely recognized and specific. In the nanocomposite spectrum, key peaks such as pectin at 1628 cm^{-1} and Fe_3O_4 at 751 cm^{-1} are clearly present, indicating that both components are distinctly incorporated, thereby demonstrating successful synthesis of the nanocomposite [15].

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

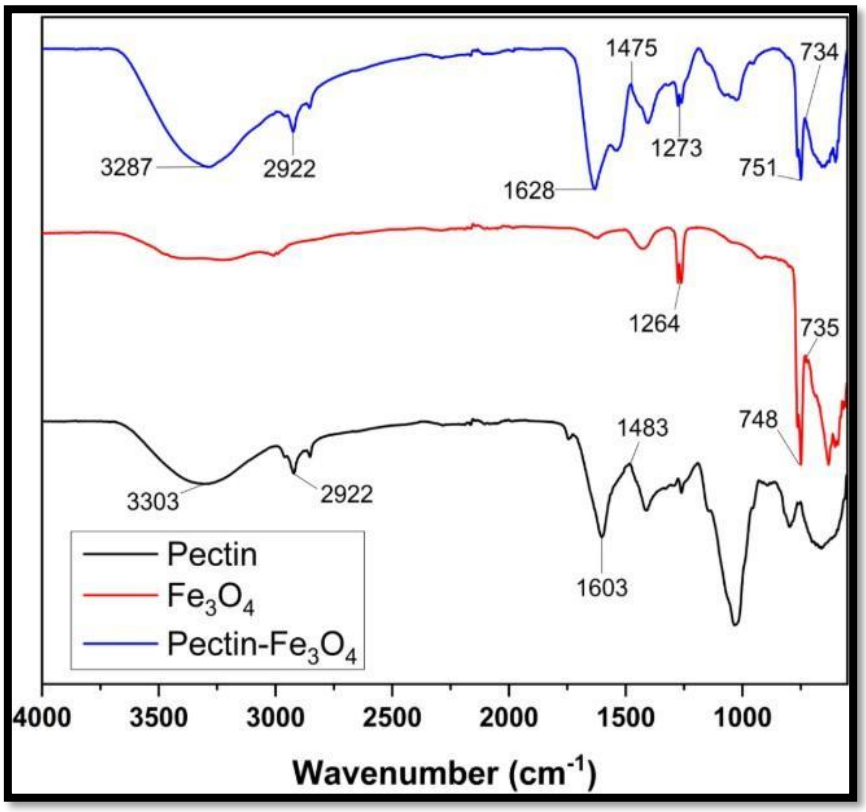


Figure 2. FTIR of pectin, Fe_3O_4 and pectin- Fe_3O_4

The XRD analysis distinctly confirms the presence of the Fe_3O_4 phase in the sample, as illustrated in Figure 3 Sharp diffraction peaks at 2θ values of approximately 30.1°, 35.4°, 43.3°, 53.6°, 57.1°, and 62.7° align well with those reported in the literature for magnetite. In contrast, the pectin sample exhibits a broad, low-intensity peak between 10° and 20°, characteristic of its amorphous polymeric structure. In the nanocomposite, both the magnetite's signature peaks and the amorphous features of pectin are evident. Moreover, the observed reduction and broadening of peak intensities suggest that Fe_3O_4 nanoparticles are well encapsulated and evenly dispersed within the pectin matrix. The Fe_3O_4-pectin nanocomposite developed in this project differentiates itself from prior studies by utilizing an unconventional source of pectin—extracted from cocoa shells, a waste product of the chocolate industry. This approach not only valorizes industrial waste but also introduces an innovative strategy for creating advanced composites by integrating magnetic nanoparticles, contributing novel insights and applications across diverse fields.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

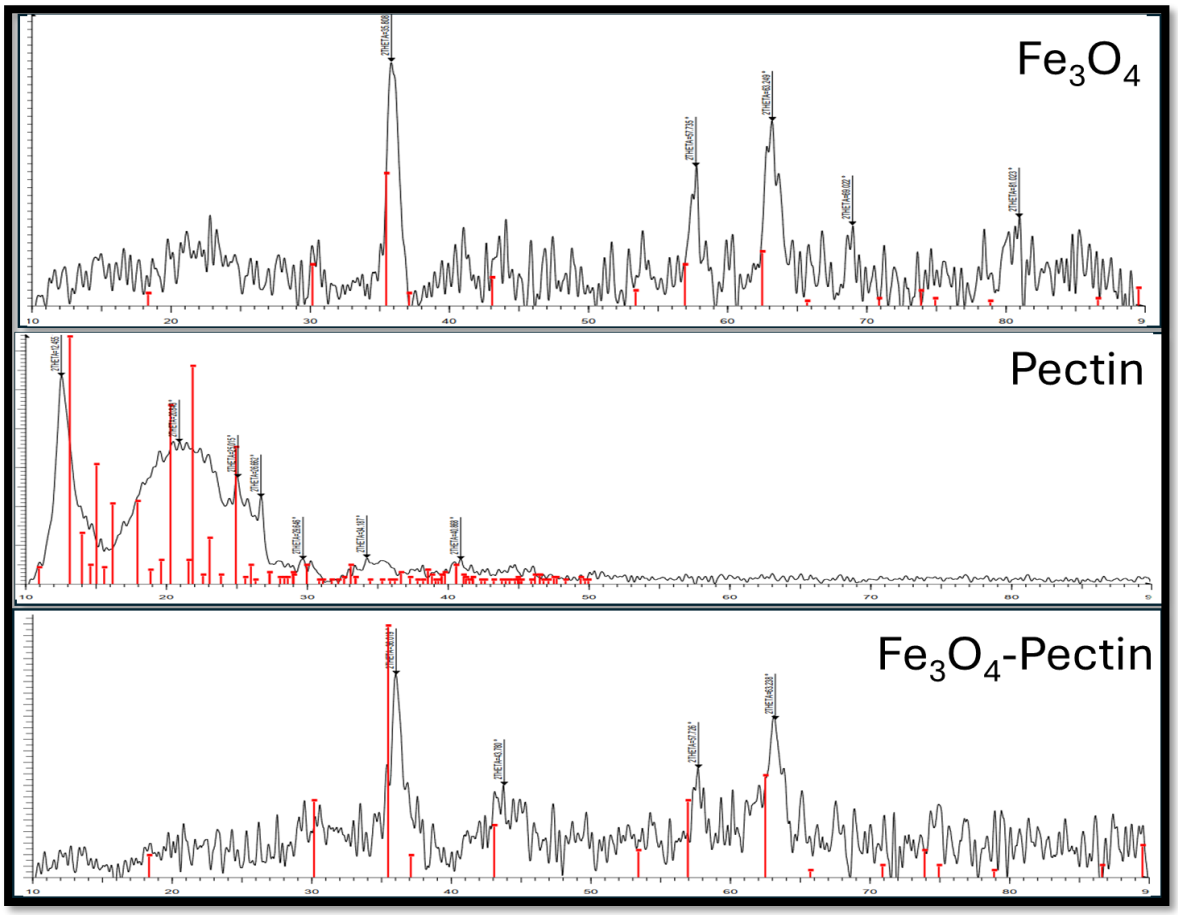


Figure 3. XRD of Fe_3O_4, pectin and pectin- Fe_3O_4

SEM (Scanning Electron Microscope) images in Figure 4 reveal that pectin exhibits a large surface area coupled with a porous structure. The magnetite particles tend to agglomerate, making them distinctly visible. These observations align with findings reported in the literature, reinforcing the reliability of the analyses [11]. It is also evident that in the synthesized Fe_3O_4/pectin nanocomposite, the Fe_3O_4 nanoparticles are effectively coated by the pectin. Collectively, these results confirm the successful execution of the synthesis process.

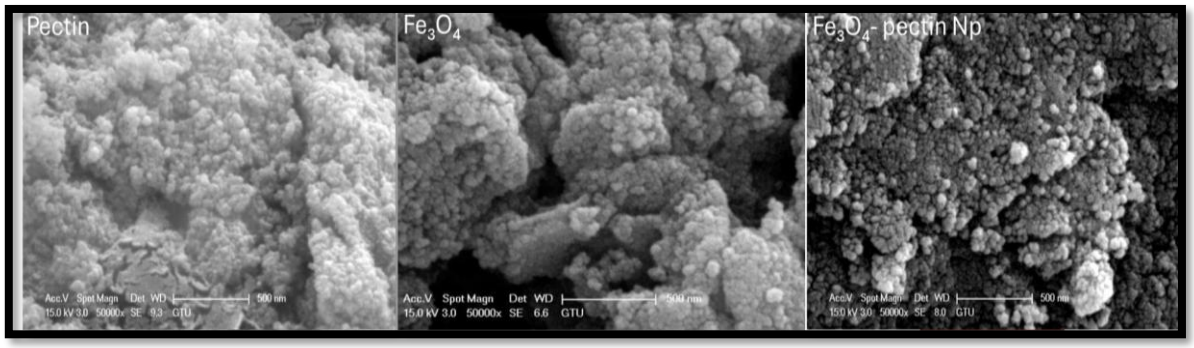


Figure 4. SEM results of pectin, Fe_3O_4, Fe_3O_4-pectin nanocomposite

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

The TGA (Thermogravimetric Analysis) results presented in Figure 5 further corroborates the conclusions. Pectin demonstrates weight loss at lower temperatures, which reflects its relatively low thermal stability. In contrast, Fe_3O_4 shows excellent thermal stability, losing minimal weight even at elevated temperatures. The pectin/Fe_3O_4 nanocomposite experiences about 25% weight loss at 500 °C, primarily due to the thermal degradation of pectin, since Fe_3O_4 remains stable and does not decompose at this temperature. These findings indicate that incorporating Fe_3O_4 into pectin significantly improves the thermal resistance, resulting in a more thermally stable nanocomposite structure. The Fe_3O_4-pectin nanocomposite developed in this project distinguishes itself from prior studies by utilizing a unique pectin source, extracted from cocoa shells, an industrial waste from the chocolate manufacturing process. This approach provides an innovative method to valorize waste by recovering pectin and combining it with magnetic nanoparticles to create an advanced composite material with diverse application potential.

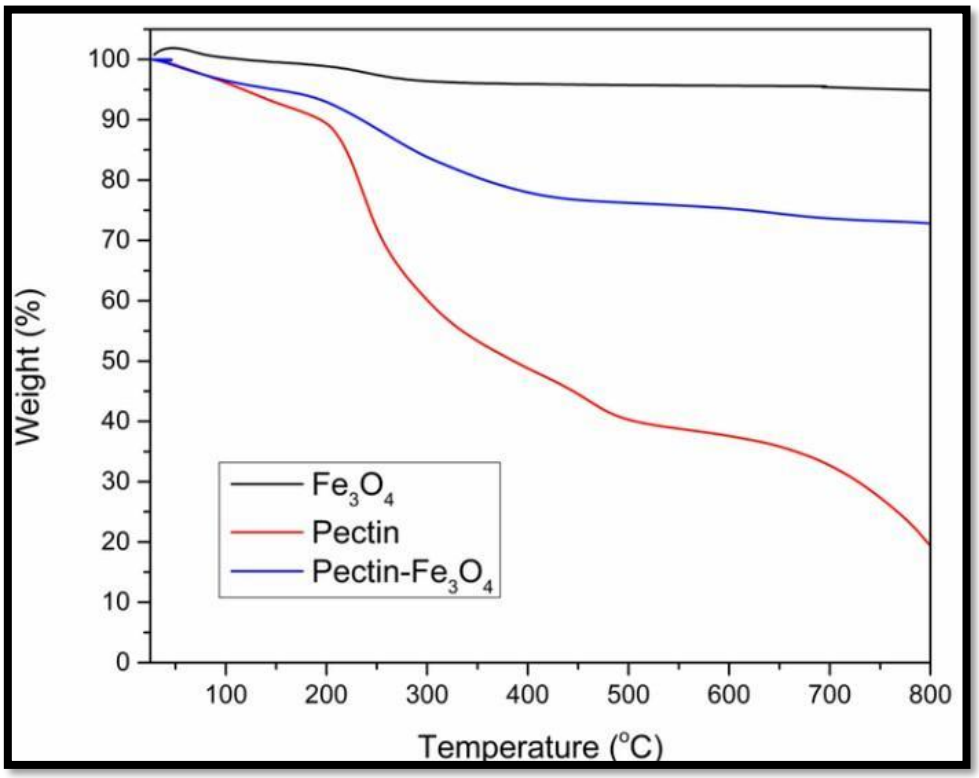


Figure 5. TGA of pectin, Fe_3O_4 and Fe_3O_4-pectin

4. CONCLUSIONS

In conclusion, this project's distinctive feature is that, in contrast to earlier research in the literature, it concentrates on cocoa bean shells as a source of pectin rather than cocoa pod husk. Additionally, the outcomes demonstrate the successful completion of pectin extraction and nanocomposite synthesis.

ACKNOWLEDGEMENTS

The writing of this project and the conduct of its experimental studies were made possible by TÜBİTAK 2209-A project support.

REFERENCES

1. Eckert, E., Kovalevska, O. Sustainability in the European Union: Analyzing the discourse of the European Green Deal, Journal of Risk and Financial Management, February, 14, 2, 2021.
2. Kongor, J. E., Owusu, M., Oduro-Yeboah, C. Cocoa production in the 2020s: Challenges and solutions, CABI Agriculture and Bioscience, January, 5, 1, 2024.
3. Bakantiche, D. I., Momade, Z. Production and characterization of pectin from cocoa bean shells, International Journal of Advanced Research, January, 5, 1, 2022.
4. Ramos, L. H., Cisneros-Yupanqui, M., Santisteban Soto, D. V., Lante, A., Favaro, L., Casella, S., Basaglia, M. Exploitation of cocoa pod residues for the production of antioxidants, polyhydroxyalkanoates, and ethanol, Fermentation, September, 9, 9, 2023.
5. Younes, A., Karboune, S., Liu, L., Andreani, E. S., Dahman, S. Extraction and characterization of cocoa bean shell cell wall polysaccharides, Polymers, March, 15, 3, 2023.
6. Huamani-Palomino, R. G., Oliveira, G., Kock, F. V. C., Venâncio, T., Córdova, B. M. Structural elucidation of pectin extracted from cocoa pod husk (Theobroma cacao L.): Evaluation of the degree of esterification using FT-IR and 1H NMR, Biomass Conversion and Biorefinery, 2023.
7. Atalay, D., Türken, T., Erge, H. S. Pektin; Kaynakları ve Ekstraksiyon Yöntemleri, Gıda, June, 43, 6, 2018.
8. Dong, L., Chen, G., Liu, G., Huang, X., Xu, X., Li, L., Abd El-Aty, A. M. A review on recent advances in the applications of composite Fe_3O_4 magnetic nanoparticles in the food industry, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, April, 64, 4, 2024.
9. Nguyen, M. D., Tran, H. V., Xu, S., Lee, T. R. Fe_3O_4 nanoparticles: Structures, synthesis, magnetic properties, surface functionalization, and emerging applications, Applied Sciences, December, 11, 23, 2021.
10. Wang, C., Li, G., Karmakar, B., AlSalem, H. S., Shati, A. A., El-kott, A. F., Batiha, G. E. S. Pectin mediated green synthesis of Fe_3O_4/pectin nanoparticles under ultrasound condition as an anti-human colorectal carcinoma bionanocomposite, Arabian Journal of Chemistry, June, 15, 6, 2022.
11. Beigi, P., Babamoradi, M. Preparation of Fe_3O_4@pectin nanocomposite hydrogel with high heating efficiency for hyperthermia applications, Physica B: Condensed Matter, 670, 415360, 2023.
12. Zong, H., Zhang, S., Zangeneh, M. M., Hemmati, S., Zangeneh, A., Saremi, S. G., Pirhayati, M. Synthesis of Fe_3O_4 nanoparticles encapsulated with orange pectin for the treatment of

gastrointestinal cancers, Materials Express, December, 12, 12, 2022.

13. Zarandona, I., Correia, D. M., Moreira, J., Costa, C. M., Lanceros-Mendez, S., Guerrero, P., De la Caba, K. Magnetically responsive chitosan-pectin films incorporating Fe_3O_4 nanoparticles with enhanced antimicrobial activity, International Journal of Biological Macromolecules, March, 227, 1070–1077, 2023.

14. Girón-Hernández, J., Tombe, A., Koyilot, M. C., Salas-Calderón, K. T., Charlton, A., Wills, C., Gentile, P. From cocoa waste to sustainable bioink: Valorising pectin for circular economy-driven tissue engineering, European Polymer Journal, February, 210, 112967, 2024.

15. Zhang, Q., Cui, W., Guo, H., Wang, B., Wang, H., Zhang, J., Li, W. One-pot preparation of nano-scaled magnetic-pectin particles (Fe_3O_4@pectin NPs): Cytotoxicity, antioxidant, and anti-liver cancer properties, Journal of Experimental Nanoscience, January, 17, 1, 2022.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

COMPARISON OF METAHURISTIC APPROACHES IN FINANCIAL DEFAULT RISK PREDICTION

Muhammed Efe DEVECİ
Firat University,
241137130@firat.edu.tr - 0009-0006-5474-7443

Doç.Dr Feyza ALTUNBEY ÖZBAY
Firat University,
faltunbey@firat.edu.tr - 0000-0003-0629-6888

Prof.Dr Erkan TANYILDIZI
Firat University,
etanyildizi@firat.edu.tr - 0000-0003-2973-9389

ABSTRACT

Accurately predicting companies' financial performance, operational efficiency, and default risk is of critical importance in financial analysis. This study aims to enhance the performance of such predictions by conducting a comprehensive feature selection and classification process on a default prediction dataset. The process focuses on improving the success rates of machine learning models through the use of metaheuristic algorithms, particularly by reducing data dimensionality and increasing model accuracy. Feature selection enables higher performance with fewer data in classification problems, thereby allowing models to operate more efficiently. Initially, various machine learning algorithms—including Random Forest, Support Vector Machine, K-Nearest Neighbors, Decision Trees, and Logistic Regression were applied to the dataset. The results were analyzed using evaluation metrics such as accuracy, precision, recall, F1-score, and ROC-AUC. Subsequently, to eliminate irrelevant and redundant features, metaheuristic algorithms such as Binary Particle Swarm Optimization (BPSO), Ant Colony Optimization (ACO), and Whale Optimization Algorithm (WOA) were applied. These algorithms helped identify optimal feature subsets. After feature selection, the same classification algorithms were re-applied to the optimized datasets, and performance was evaluated using all relevant metrics. The findings clearly highlighted that metaheuristic algorithms are effective in selecting features, offering valuable insights into how this process enhances both model accuracy and computational efficiency, especially with large-scale datasets. Ultimately, by using fewer features, the models achieved enhanced performance metrics and greater efficiency.

Keywords: Feature Selection, Metaheuristic Algorithms, Default Risk.

1. INTRODUCTION

The increasing frequency of financial crises and global economic uncertainties has made it essential to accurately predict the default risks of companies in advance. Recently, there has been a considerable rise in the number of analytical methods aimed at forecasting whether a company is likely to default. Traditional financial analysis and statistical classification techniques often rely on linear assumptions and fall short in modeling complex data structures and variable relationships. For this reason, machine learning (ML) approaches—capable of learning directly from data without relying on predefined rules—have become increasingly preferred in financial problems such as default prediction. Machine learning algorithms can produce highly predictive results when applied to large-scale and high-dimensional datasets. However, irrelevant or redundant features present in such datasets can negatively impact model performance, increase computation time, and reduce interpretability [1]. Therefore, feature selection is of critical importance for improving classification accuracy and enhancing model efficiency. In recent years, metaheuristic optimization algorithms used for this purpose have enabled the identification of optimal feature subsets by intelligently exploring the solution space. Thanks to their ability to avoid local optima and reach global solutions, metaheuristic algorithms offer effective alternatives where traditional methods fall short [2]. Moreover, as data volumes continue to grow rapidly, these algorithms have become powerful tools that help decision-makers intuitively solve complex problems. Metaheuristic approaches such as Binary Particle Swarm Optimization (BPSO), Ant Colony Optimization (ACO), and Whale Optimization Algorithm (WOA), which are widely used in the literature, can significantly enhance classification performance when integrated with machine learning algorithms [3].

This study focuses on performing a comparative analysis of the effects that different metaheuristic-based feature selection methods have on the predictive performance of machine learning algorithms in predicting default risk. Within this scope, the most significant features in the dataset were selected using BPSO, ACO, and WOA; subsequently, machine learning-based classification was performed using the selected features. The results were analyzed using evaluation measures such as accuracy, precision, recall, F1-score, and ROC-AUC, thereby revealing the contribution of feature selection to model performance. Accordingly, this study delivers a detailed assessment of the impact of metaheuristic optimization techniques and the significance of feature selection on classification performance.

The rest of the paper is structured into four main sections. In the second section, recent studies on default risk prediction and feature selection are examined in detail, and the applications of various machine learning and metaheuristic algorithms in this problem domain are discussed. The third section presents methodological information on the experimental process, including machine learning algorithms and feature selection methods based on BPSO, ACO, and WOA. In the fourth section, the experimental results of the proposed approach are presented alongside tables, and the impact of different feature selection strategies on classification performance is evaluated. Finally, section five concludes the paper by summarizing the results, discussing the study's significance, and suggesting future research opportunities.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

2. EXPERIMENTAL STUDIES

2.1 Literature Review

Recently, researchers have applied various metaheuristic methods to boost the performance of machine learning models in financial risk prediction. This section summarizes recent literature on the methods employed in feature selection and classification processes.

In the study by Uthayakumar et al., a fully metaheuristic-based approach was developed for financial crisis and default prediction. The proposed model includes a two-stage ACO implementation: feature selection is applied in the first stage using ACO, followed by classification with ACO in the second stage. The researchers tested their model on five different credit risk datasets and compared its performance with other algorithms such as Genetic Algorithm (GA), Particle Swarm Optimization (PSO), and Grey Wolf Optimization (GWO) for feature selection. Based on the experimental findings, the ACO-based model outperformed the other approaches in terms of accuracy and F1-score. The model optimized with ACO outperformed alternative approaches with statistically significant differences. These findings demonstrate that metaheuristic methods can significantly enhance performance in credit risk classification tasks [4].

Özmen et al. performed feature selection for early diagnosis of diabetes using metaheuristic methods such as Salp Swarm Algorithm, Artificial Bee Colony, Whale Optimization Algorithm, and Ant Colony Optimization (ACO). Subsequently, they applied machine learning algorithms such as k-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machines (SVM), Naive Bayes, and Artificial Neural Networks. In experiments conducted on the UCI dataset, it was observed that the features selected through ACO achieved an accuracy rate of 99.04% when classified with KNN. The study demonstrated that metaheuristic-based feature selection significantly enhances classification performance and could serve as an effective approach in clinical diagnosis applications [5].

In the study conducted by Beştaş and Dinler, feature selection was performed using ten different metaheuristic algorithms for the detection of malicious Android software, and classification performance was evaluated using five machine learning methods. In experiments conducted on the Drebin-215 and Malgenome-215 datasets, it was observed that the features selected through the Artificial Bee Colony (ABC) algorithm achieved a 99% accuracy rate when classified with the Random Forest (RF) classifier. The study demonstrated that metaheuristic-based feature selection enhances computational efficiency in Android malware detection while maintaining high classification performance. The results confirmed the enhanced effectiveness of next-generation algorithms over traditional metaheuristic methods and demonstrated that this approach could offer a viable solution for cybersecurity applications [6].

In a study conducted by Subaş and Pehlivanlı, potential drug molecules in the drug discovery process were identified using a hybrid method that combined Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) and continuous PSO algorithms with Support Vector Machines (SVM), and the performance of feature selection was evaluated. In experiments performed on the Cherkasov and Murcia-Soler datasets, it was observed that the 49 features selected by the BPSO

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

algorithm achieved an accuracy rate of 92.54% with the SVM classifier, while the 82 features selected by the PSO algorithm yielded an accuracy of 94.03%. The study demonstrated that particle swarm optimization-based feature selection improves computational efficiency while maintaining high classification performance in the context of drug discovery [7].

In research performed by Lubis et al., the performance of the KNN algorithm was evaluated using BPSO-based feature selection for credit risk prediction. Experiments were carried out on the UCI German Credit dataset, collected from the UCI Machine Learning Repository, which revealed that the best accuracy of the traditional KNN model (76.40%) increased to 88.70% with the application of BPSO-based feature selection, resulting in a 13.35% improvement. The study demonstrated that BPSO-based feature selection significantly enhances classification accuracy in credit risk assessments and can be effectively employed in financial decision-making processes [8].

In the study conducted by Xu and Qu, a nature-inspired optimization-based artificial neural network (ANN) model was proposed to predict credit card debt collection. The model was optimized using algorithms such as Multi-Verse Optimization (MVO) and Whale Optimization Algorithm (WOA). Experiments on the Taiwan credit card dataset compared the performance of the traditional ANN model with its optimized counterparts. The results showed that the MVO-MLP model achieved the highest predictive accuracy, with AUC values of 0.7469 and 0.7329 in the training and testing phases, respectively. The study revealed that nature-inspired optimization algorithms, particularly MVO, significantly improve classification performance in credit card debt collection prediction and can be effectively utilized in financial institutions' risk management processes [9].

Özçalıcı developed an approach integrating Genetic Algorithm (GA) with Support Vector Machines (SVM) for stock price prediction. In the study, a large feature pool consisting of 169 technical indicators was constructed, and GA was used to select different numbers of features (2, 3, 5, and 10). Using the selected features, SVM models were trained with various kernel functions, and both prediction accuracy and financial returns were evaluated. The most successful result was obtained with the linear SVM model using 10 features, which achieved an accuracy of 61.67% along with a positive return rate. The findings showed that GA-assisted feature selection not only improved prediction accuracy but also reduced the complexity arising from excessive features [10].

Tunç proposed a Grey Wolf Optimization (GWO)-based classification model to automate credit risk analysis in the financial sector. The model was trained using 5-fold cross-validation on a dataset containing 157 features from 16,088 customers. It effectively classified creditworthy and non-creditworthy customers, achieving 82.68% accuracy and 91.34% positive precision. The study demonstrated the success of GWO, particularly in handling high-dimensional financial data. Additionally, it reduced dependence on expert judgment and lowered both cost and error rates. The results support GWO as a promising method for machine learning-based credit scoring systems [11].

Bai and Wen proposed a model based on an enhanced Artificial Bee Colony (ABC) algorithm for feature selection to predict credit risk in small and medium-sized enterprises (SMEs). The model selects the most significant variables from a broad feature set, including

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

digital supply chain information, and performs classification using an SVM-Adaboost ensemble. Class imbalance was addressed using SMOTE and Tomek Link techniques, which helped improve both accuracy and AUC scores. Experiments conducted on data from Chinese SMEs demonstrated that the proposed method outperformed traditional algorithms and highlighted the importance of digital supply chain factors in credit risk prediction [12].

Lee et al. designed a metaheuristic approach to feature selection aimed at improving machine learning accuracy in diagnosing sarcopenia. The study applied Genetic Algorithm (GA) and Harmony Search methods, and the selected features were evaluated using various machine learning algorithms. Using data from the Korean Longitudinal Study of Aging, the experiments showed that training an SVM model with Harmony Search-selected features yielded the highest accuracy (78.5%) and weighted F1-score (78.2%). The results indicated that metaheuristic feature selection can provide significant performance improvements over traditional methods in the diagnosis of sarcopenia [13].

This section presents the methodological approach employed in the study in detail. First, the conceptual frameworks of the three different metaheuristic algorithms used for feature selection—BPSO, ACO, and WOA—are explained. Then, five different machine learning algorithms used for default risk classification are introduced, including their key characteristics and the purpose of their application in this study. Finally, the evaluation metrics used in the study are outlined, along with how model performance results were assessed.

Figure 1 shows a schematic representation of the overall workflow of the study. Initially, the dataset was subjected to various preprocessing steps: missing and erroneous data were cleaned, non-numerical columns were appropriately transformed, and the data were standardized. Subsequently, baseline models were trained using the full dataset. Afterward, feature selection was carried out using three different metaheuristic algorithms (BPSO, ACO, and WOA). In the final stage, model performance was compared using the reduced feature sets.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

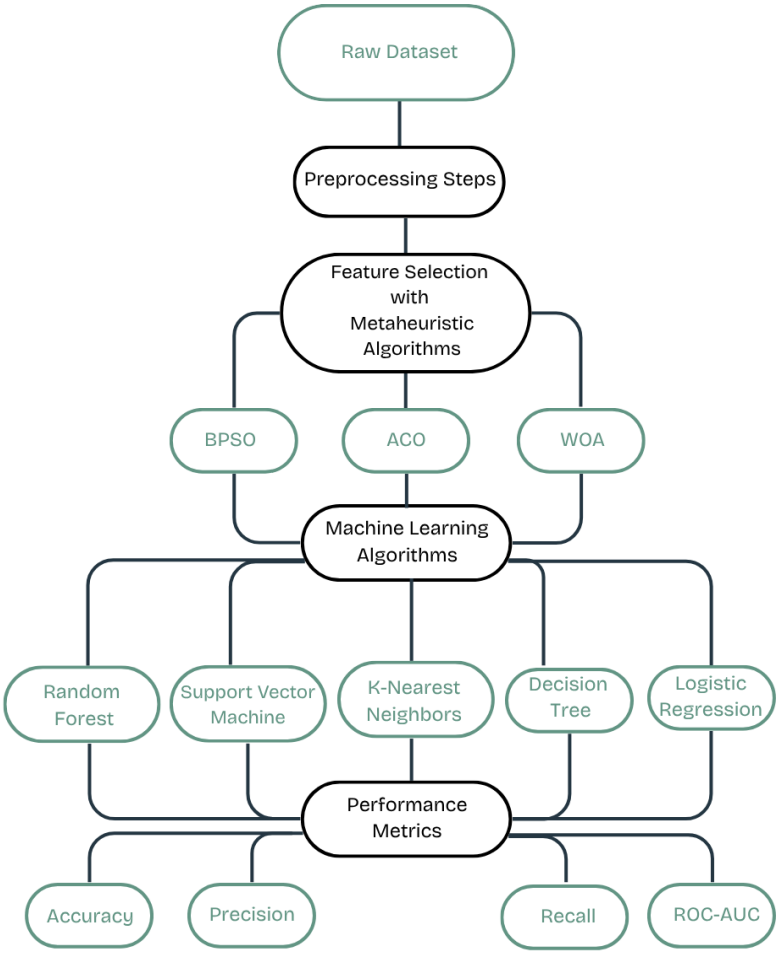


Figure 1. Flowchart of the Proposed Method

2.2 Metaheuristic Algorithms

This section explains the basic structures and operational mechanisms of three different metaheuristic algorithms used for feature selection in default risk prediction. These algorithms are designed to enhance both the accuracy and efficiency of classification by identifying key feature subsets in datasets with high dimensionality. The fundamental principles of the BPSO, ACO, and WOA algorithms are presented below in order.

2.2.1 Binary Particle Swarm Optimization (BPSO)

The collective foraging behavior of fish schools or bird flocks serves as the inspiration for the population-based metaheuristic algorithm known as Particle Swarm Optimization (PSO) [14]. While the standard PSO operates in a continuous-valued solution space, it has been adapted into Binary PSO (BPSO) to solve problems requiring binary (0/1) decisions. In BPSO, each particle's position is encoded as a binary vector composed of 0s and 1s. This allows direct modeling of binary decisions such as whether a feature is selected or not, making BPSO particularly suitable for feature selection problems. BPSO effectively transfers the global search

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

capability of PSO to the binary decision space, enabling an efficient search for the best feature subset. In doing so, it eliminates redundant features and allows the model to be trained on a smaller yet more meaningful set of features, thereby improving model performance [15]. The operational steps of the BPSO-based feature selection process are presented in pseudocode format in Algorithm 1.

Algorithm 1. Binary Particle Swarm Optimization Algorithm (BPSO)
Input: X (feature matrix), y (labels), N (number of particles), T (maximum number of iterations), $f()$ (fitness function), c_1, c_2 (learning coefficients), w (inertia weight)

Initialize particle positions randomly in the range [0, 1]
Initialize velocity vectors randomly
Set *pBest* and *gBest* based on initial positions
for t = 1 to T **do**
  for i = 1 to N **do**
  $r_1, r_2 \leftarrow$ random values in [0, 1]
  $v_i \leftarrow w \times v_i + c_1 \times r_1 \times (pBest_i - x_i) + c_2 \times r_2 \times (gBest - x_i)$
  $s_i \leftarrow 1 / (1 + exp(-v_i))$ // sigmoid function
  $x_{ij} \leftarrow 1$ *if* $rand() < s_{ij}$ *else* 0
  if $f(x_i) > f(pBest_i)$ **then**
  $pBest_i \leftarrow x_i$
  if $f(x_i) > f(gBest)$ **then**
  $gBest \leftarrow x_i$
  end for
end for

Output: *gBest* (binary vector representing the best feature subset)

2.2.2 Ant Colony Optimization (ACO)

ACO is a metaheuristic approach inspired by the natural foraging behavior of ants [16]. In nature, ants deposit pheromone trails along the paths they travel between their colony and food sources. Although these trails evaporate over time, the pheromone concentration increases along frequently used routes, allowing other ants to identify the shortest or most efficient paths to food. Similarly, the ACO algorithm utilizes virtual pheromones deposited by artificial ants in the solution space to collectively converge toward high-quality solutions. In combinatorial optimization problems such as feature selection, where the solution space is massive (2^n possible subsets), evaluating all potential combinations is computationally infeasible. For this reason, swarm intelligence-based methods like ACO are often preferred. For feature selection tasks, ACO maps features to graph nodes and uses artificial ants to select subsets based on pheromone values and heuristic cues. Through this pheromone-driven iterative search process, the algorithm effectively explores the solution space and converges toward an optimal or near-optimal feature subset. This not only improves model performance but also reduces data

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

dimensionality. Indeed, recent studies have shown that ACO-based feature selection can outperform other metaheuristic approaches [17]. The pseudocode illustrating how ACO operates in the context of feature selection is presented in Algorithm 2.

Algorithm 2. Ant Colony Optimization (ACO)
Input: X (feature matrix), y (labels), m (number of ants), T (maximum number of iterations), n (number of features to be selected), τ (initial pheromone level), ρ (pheromone evaporation rate), Q (reward constant), $f()$ (fitness function)

Initialize best_mask and best_score
while: t = 1 to T
 for each ant i = 1 to m
  - Compute selection probabilities: $p[j] = \tau[j] / \sum\tau$
  - Select n features based on $p[j] \rightarrow mask_i$
  - Evaluate fitness: $score_i = f(X_mask_i, y)$
  - If $score_i > best_score$, update $best_mask$ and $best_score$
 end for
 	
 Update pheromone:
  $\tau = (1 - \rho) \times \tau + Q \times best_mask \times (1 / (1 + best_score))$

Output: best_mask (selected feature subset)

2.2.3 Whale Optimization Algorithm (WOA)

WOA is a nature-inspired metaheuristic optimization method that imitates the bubble-net hunting behavior of humpback whales [18]. The algorithm relies on three main hunting techniques: surrounding the prey, attacking via bubble nets, and exploring randomly. WOA has a strong capability for local search and features a simple structure with a limited number of control parameters. To adapt continuous solution values to binary decision spaces, binary versions such as Binary WOA (BWOA) have been developed using S-shaped and V-shaped transfer functions. According to the literature, WOA-based feature selection methods have demonstrated the ability to reduce data dimensionality by eliminating irrelevant features in high-dimensional datasets, thereby improving classification performance [19]. The application of WOA in the context of feature selection is presented in pseudocode format in Algorithm 3.

Algorithm 3. Whale Optimization Algorithm (WOA)
Input: X (feature matrix), y (labels), W (number of whales), T (maximum iterations), $f()$ (fitness function), n (number of features to be selected)
Whale positions are initialized randomly in the [0, 1] range. Each whale is converted into a binary mask. *best_whale* and *best_score* are initialized based on a randomly selected whale.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

```
for t = 1 to T do
    for i = 1 to W do
        r, A, C ← random values in [0, 1]

        if r < 0.5 then
            if |A| < 1 then
                Move toward the best whale
            else
                Move toward a random whale
        else
            Spiral update (bubble-net attack)

        Apply sigmoid transfer → binary mask
        if mask is all 0s: randomly set one bit to 1
        Evaluate fitness: score = f(X_mask, y)

        if score > best_score then
            best_score ← score
            best_whale ← mask
    end for
end for
```

Output:
best_whale (binary vector representing the selected features with 1s)

2.3 Machine Learning Algorithms

This section details the machine learning methods used in the process of default risk prediction. These algorithms, commonly preferred in classification tasks, offer both linear and non-linear modeling capabilities depending on the structure of the dataset and the problem type. The following section outlines the essential attributes of six different machine learning algorithms utilized in this study.

a) Logistic Regression

Logistic Regression is a widely used statistical method that predicts the probability of a dependent variable's outcome based on its relationship with one or more independent variables. By employing a logistic function, the model determines the chance of a specific event occurring. It is particularly effective for binary classification problems [20].

b) Support Vector Machines (SVM)

Support Vector Machines are supervised learning techniques designed to identify the best separating hyperplane between different classes. They are particularly effective in high-dimensional datasets. The robustness of the model depends on the distance between individual data points and the decision boundary. A major benefit of SVM is its capacity to handle non-linear classification tasks effectively by employing kernel functions [21].

c) k-Nearest Neighbors (KNN)

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

An instance is classified by KNN according to the classes of the k nearest data points surrounding it. It functions as a non-parametric approach and does not involve any model training. It operates through distance calculations (e.g., Euclidean distance). Instead of learning during training, it stores all data and performs classification during the prediction phase. Therefore, training time is extremely fast, while prediction time varies depending on the dataset size [22].

d) Random Forest

The Random Forest ensemble model is formed of several decision trees. Individual trees are trained on separate subsets of the data along with diverse feature combinations. The final decision is made through unanimous or majority voting among all trees. This structure reduces the risk of overfitting and provides high generalization capability. It performs particularly well on complex and high-dimensional datasets [21].

e) Decision Tree

The Decision Tree algorithm classifies data by dividing it into branches. At internal nodes, decisions are made using features, while leaf nodes signify the assigned class. The model derives splitting rules from the data, forming a structure that is easy to visualize and interpret. Due to its speed and interpretability, it is widely used. However, excessive branching may lead to overfitting [23].

f) Naive Bayes

Naive Bayes is a classification technique that uses probability theory grounded in Bayes' theorem. The basic notion underlying the method is that the features operate independently from one another. This assumption enables the model to be computationally simple and fast. For each possible class, it evaluates the probability that the observed data falls into it and assigns the class with the highest likelihood. [23].

3. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSIONS

In this study, the performance of the classification models was analyzed using various performance metrics. These metrics are calculated based on a confusion matrix, which analyzes the relationship between the predicted values and the actual labels. As shown in Figure 2, the confusion matrix consists of four fundamental components.

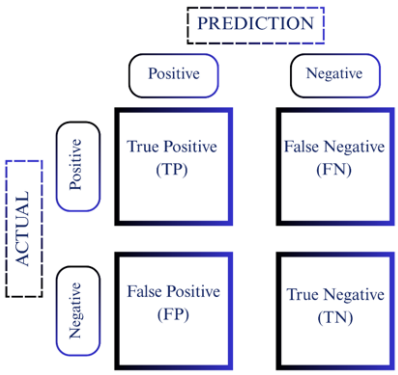


Figure 2. Confusion Matrix

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

The formulas and descriptions of the metrics used in this study to evaluate classification performance, namely accuracy, precision, recall, F1-score, and ROC-AUC, are presented in Table 1.

Table 1. Mathematical Expressions and Descriptions of Performance Metrics

Metric	Mathematical Expression	Explanation
Accuracy	$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$	The percentage of correctly predicted cases among all predictions is called accuracy.
Precision	$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$	Precision evaluates the proportion of correctly identified positive cases among all positive predictions.
Recall	$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$	Recall shows the proportion of real positive cases that the model correctly identified.
F1-Score	$F1\ Score = 2 \times \frac{Kesinlik \times Duyarlılık}{Kesinlik + Duyarlılık}$	The F1 score is calculated by taking the harmonic mean of recall and precision.
ROC-AUC Curve	$0.5 \leq AUC \leq 1$	The ROC curve represents the relationship between the True Positive Rate and False Positive Rate as the threshold varies. The AUC represents the measure of the area under the ROC curve. As the AUC value approaches 1, it indicates that the model performs better at distinguishing between classes.

4. EXPERIMENTAL RESULTS

This study reveals the effects of feature selection, performed using metaheuristic algorithms, on various performance metrics such as accuracy, precision, recall, F1-score, and ROC-AUC, through experiments conducted with machine learning algorithms including Random Forest, Support Vector Machine, k-Nearest Neighbors, Decision Tree, and Logistic Regression on a credit default dataset. In this section, the performance of classification models trained with feature subsets selected by different metaheuristic algorithms (BPSO, ACO, WOA) is comparatively analyzed. In doing so, the success rates of different algorithms under varying conditions and the improvements observed across different metrics are presented in detail.

4.1 Credit Default Dataset

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

The dataset utilized in this study [24] includes 1,442 company records and 62 financial and structural features. It includes multidimensional features such as profitability ratios, debt levels, corporate structures, and market indicators of the companies. The target variable, *IsDefault*, is a binary indicator representing whether a company has defaulted or not. There are no missing values in the dataset. To obtain more reliable results in the modeling process, all numerical variables were scaled to the [0,1] range using the Min-Max normalization method.

Parameter values for each machine learning algorithm used in this study were preset and kept constant to guarantee experiment reproducibility and clear result reporting. The population size for the metaheuristic algorithms was fixed at 30, while the number of iterations was established as 500. For the k-Nearest Neighbors (KNN) algorithm, the number of neighbors (k) was set to 5. In the SVM model, the RBF kernel was employed, and the regularization parameter C was assigned a value of 1.0. For the Random Forest model, the tree count was fixed at 100. In the Logistic Regression model, L2 regularization was applied and the 'liblinear' solver was chosen. The Naive Bayes algorithm was implemented using the GaussianNB class with default parameters. These parameter values were selected based on commonly used values in the literature and were kept constant throughout the experiments to ensure fair comparison among the algorithms.

Table 2. Results for the Credit Default Dataset

Algorithm	Feature	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score	ROC-AUC
SVM	Normal (60)	0.8703	0.7685	0.4662	0.5733	0.8699
	BPSO (31)	0.8876	0.8299	0.5115	0.6273	0.9077
	ACO (30)	0.8918	0.8035	0.5642	0.6584	0.9114
	WOA (30)	0.8759	0.7664	0.4889	0.5907	0.9059
KNN	Normal (60)	0.8502	0.7497	0.3235	0.4416	0.7652
	BPSO (32)	0.8668	0.7710	0.4027	0.5217	0.8407
	ACO (30)	0.8710	0.7765	0.4326	0.5527	0.8485
	WOA (28)	0.8641	0.7506	0.4138	0.5275	0.8296
Naive Bayes	Normal (60)	0.7912	0.4729	0.6878	0.5538	0.8204
	BPSO (30)	0.8523	0.7108	0.3911	0.4926	0.8658
	ACO (30)	0.8495	0.6606	0.4588	0.5300	0.8802
	WOA (29)	0.8509	0.7670	0.3234	0.4401	0.8565
Logistic Regression	Normal (60)	0.8689	0.6781	0.5979	0.6303	0.8757
	BPSO (30)	0.8842	0.7337	0.5978	0.6506	0.9130
	ACO (30)	0.8925	0.7517	0.6354	0.6829	0.9212
	WOA (33)	0.8835	0.7471	0.5827	0.6499	0.9122
Decision Tree	Normal (60)	0.7520	0.5543	0.7031	0.5881	0.7332
	BPSO (30)	0.9729	0.9078	0.9549	0.9297	0.9659
	ACO (30)	0.9826	0.9364	0.9737	0.9544	0.9792
	WOA (32)	0.9743	0.9266	0.9361	0.9310	0.9596
Random Forest	Normal (60)	0.9303	0.9093	0.6833	0.7792	0.8340
	BPSO (30)	0.9431	0.9731	0.7107	0.8291	0.9809
	ACO (30)	0.9445	0.9001	0.7934	0.8418	0.9792
	WOA (29)	0.9452	0.9804	0.7184	0.8257	0.9832

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

In Table 2, the impact of BPSO, ACO, and WOA-based feature selection on performance metrics, such as accuracy, precision, recall, F1-score, and ROC-AUC for various machine learning algorithms, is presented in a comparative manner. Overall, metaheuristic feature selection methods yielded higher accuracy values across all algorithms compared to models trained with the full set of features. In particular, the Decision Tree algorithm achieved the highest performance among all methods, reaching an accuracy of 97.29% when combined with BPSO. Similarly, a significant improvement was observed with the Random Forest algorithm when used with WOA, reaching an accuracy of 94.52%. Even with traditional classifiers such as Logistic Regression and SVM, metaheuristic methods provided notable improvements, especially in terms of ROC-AUC and F1-score. Among the tested algorithms, BPSO emerged as the most consistent technique, delivering the highest gains in accuracy and ROC-AUC metrics for most classifiers. While ACO and WOA also improved overall performance, in certain cases, specific algorithm-method pairings (e.g., ACO with Decision Tree) yielded even better results. The findings demonstrate that metaheuristic algorithms are effective in enhancing classification performance by eliminating irrelevant features, particularly in high-dimensional datasets.

The graphical representation of the accuracy values in Table 2 is illustrated in Figure 3.

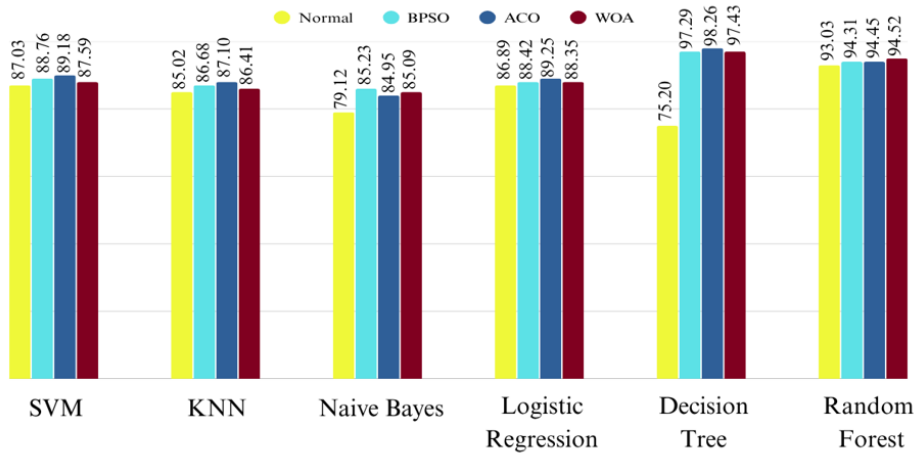


Figure 3. Accuracy Values for Machine Learning Algorithms

Table 3. Re-evaluation of Algorithms Using the Best Performing Feature Subsets Based on Accuracy Metric

Algorithm	Accuracy	Precision	Recall	F1 score	ROC-AUC
SVM	0.8495	0.8765	0.2333	0.3597	0.7397
KNN	0.8315	0.6055	0.2484	0.3495	0.6722
Naive Bayes	0.8128	0.4982	0.4024	0.4418	0.7522
Logistic Regression	0.8447	0.6704	0.3200	0.4299	0.7333
Decision Tree	0.9826	0.9364	0.9737	0.9544	0.9792
Random Forest	0.9501	0.9842	0.7410	0.8438	0.9747

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

At this stage of the study, the 30 features selected by the ACO–Random Forest combination, which achieved the highest accuracy, were tested on different classification algorithms to evaluate the generalizability of the selected feature subset. For this purpose, the same feature subset was applied to other classifiers such as SVM, KNN, Naive Bayes, Logistic Regression, and Decision Trees. The results are presented in Table 3. The findings indicate that the selected features yielded high performance not only with the Random Forest model, but also with models such as Decision Trees (96.26% accuracy, 97.92% ROC-AUC) and Logistic Regression (84.47% accuracy). Notably, the Decision Tree model trained with the features selected by ACO demonstrated remarkable improvements across all metrics. This outcome suggests that the feature subset identified by ACO is effective regardless of the classifier and offers a transferable set of features with strong potential for improving classification accuracy. In conclusion, such cross-evaluations contribute to identifying feature subsets that maximize overall performance, moving beyond reliance on a single model's performance in the feature selection process.

The graphical representation of the accuracy values in Table 3 is presented in Figure 4.

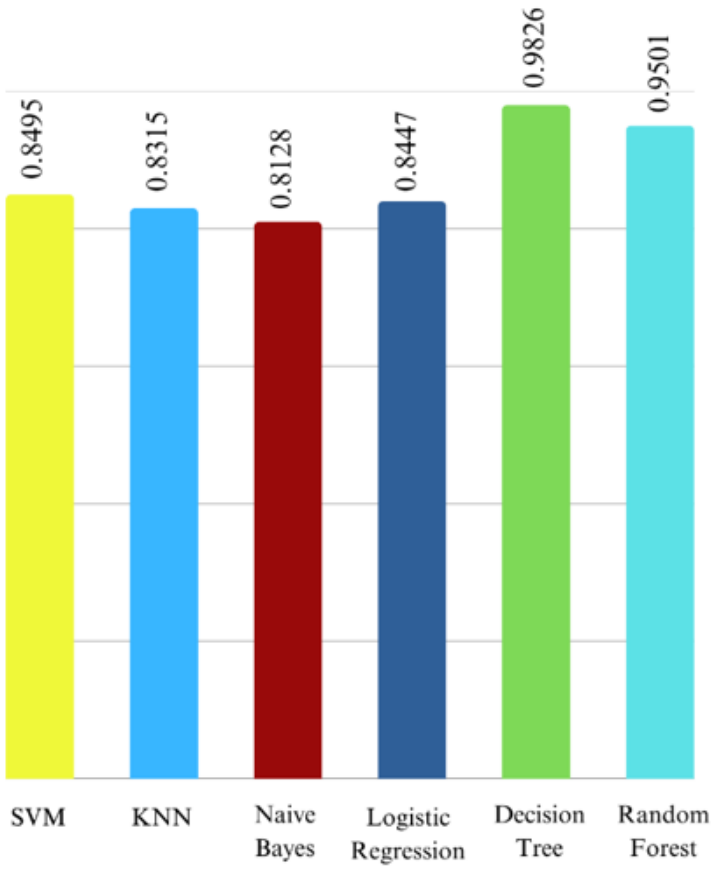


Figure 4. Accuracy Values with the Selected Features

5. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSIONS

This study comprehensively examined the effectiveness of metaheuristic algorithms (BPSO, ACO, and WOA) in the feature selection process with the aim of improving the

performance of machine learning models used in credit default risk prediction. Classification analyses were conducted using various machine learning algorithms, including Random Forest, Support Vector Machines, k-Nearest Neighbors, Decision Trees, Logistic Regression, and Naive Bayes, on a credit default dataset.

Initially, models were trained using all available features, and their baseline performance metrics (accuracy, precision, recall, F1-score, and ROC-AUC) were calculated. Based on these results, the feature selection process was initiated. The models were then retrained using the feature subsets selected by the metaheuristic algorithms, and the performance metrics were analyzed comparatively. The results demonstrated that feature selection led to overall improvements across all performance metrics, enhancing both the accuracy and computational efficiency of the classification models. Additionally, this study showed that reducing the data dimensionality through feature selection and eliminating irrelevant features significantly increased training efficiency. This represents a critical advantage in accelerating and streamlining the model development process, particularly in large and complex datasets.

In conclusion, this study highlights the contribution of feature selection to model performance in credit default risk prediction and demonstrates that BPSO, ACO, and WOA are powerful tools in this context. The findings are expected to support the development of more reliable and high-performing classification models for use in financial decision support systems and credit risk analysis. In future work, it is planned to extend the experiments using different datasets and parameter settings, and to explore the integration of metaheuristic algorithms with hybrid or alternative approaches for achieving even stronger performance.

REFERENCES

1. Barrera-García, J., Cisternas-Caneo, F., Crawford, B., Gómez Sánchez, M., & Soto, R. Feature selection problem and metaheuristics: a systematic literature review about its formulation, evaluation and applications. *Biomimetics*, *9*(1), 9, 2023.

2. Özbay, F. A., An Enhanced Zebra Optimization Algorithm with Multiple Strategies for Global Optimization and Feature Selection Problems: A Hepatocellular Carcinoma Case Study, *IEEE Access*, 2025.

3. Sadeghian, Z., Akbari, E., Nematzadeh, H., & Motameni, H., A review of feature selection methods based on meta-heuristic algorithms, *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, 37(1), 1-51, 2025.

4. Uthayakumar, J., Metawa, N., Shankar, K., & Lakshmanaprabu, S. K., Financial crisis prediction model using ant colony optimization, *International Journal of Information Management*, 50, 538-556, 2020.

5. Özmen, T., Kuzu, Ü., Koçyiğit, Y., & Sarnel, H., Metasezgisel yöntemlerle öznitelik sayısını azaltarak diyabetin erken dönemde tespiti, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29(6), 596-606, 2023.

6. Beştaş, M. Ş., & Dinler, Ö. B., Comparative analysis of malicious android-based software detection with trending metaheuristic algorithms, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 31(1), 98-115, 2025.

7. Subaş, N., & Pehlivanlı, A. Ç., İkili parçacık sürü optimizasyonu ve destek vektör makinelerinin hibrit kullanımı ile ilaç keşfi için özellik seçimi, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(1), 169-178, 2020.

8. Lubis, H., Sirait, P., & Halim, A., Knn method on credit risk classification with binary particle swarm optimization based feature selection, *INFOKUM*, 9(2), 211-218, June 2021.

9. Xu, T., & Qu, M., Novel embedding model predicting the credit card's default using neural network optimized by harmony search algorithm and vortex search algorithm, *Heliyon*, 10(9), 2024.

10. Özçalıcı, M., Hisse senedi fiyat tahmininde genetik algoritma ile değişken seçimi, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(3), 109-124, 2017.

11. Tunç, A., Creditability and Classification Work for Finance Sector with Gray Wolf Optimization (GWO) Algorithm, *EasyChair*, No. 2203, 2019.

12. Bai, L., & Wen, X., Improved Artificial Bee Colony Algorithm for Feature Selection to Enhance the Prediction of Credit Risk in SMEs, *Computational Economics*, 1-34, 2025.

13. Lee, J., Yoon, Y., Kim, J., & Kim, Y. H., Metaheuristic-based feature selection methods for diagnosing sarcopenia with machine learning algorithms, *Biomimetics*, 9(3), 179, 2024.

14. Kennedy, J., & Eberhart, R., Particle swarm optimization, *Proceedings of ICNN'95 - International Conference on Neural Networks*, Vol. 4, pp. 1942-1948, November 1995.

15. Li, L., Li, J., Wu, H., Zhao, Y., Liu, Q., Zhang, H., & Xu, W., Optimal channel and feature selection for automatic prediction of functional brain age of preterm infant based on EEG, *Frontiers in Neuroscience*, 19, 1517141, 2025.

16. Dorigo, M., Birattari, M., & Stutzle, T., Ant colony optimization, *IEEE Computational Intelligence Magazine*, 1(4), 28-39, 2007.

17. Jafar, A., & Lee, M., Enhancing Kidney Disease Diagnosis Using ACO-Based Feature Selection and Explainable AI Techniques, *Applied Sciences*, 15(6), 2960, 2025.

18. Mirjalili, S., & Lewis, A., The whale optimization algorithm, *Advances in Engineering Software*, 95, 51-67, 2016.

19. Cao, H., Yan, B., Dong, L., & Yuan, X., Multipopulation Whale Optimization-Based Feature Selection Algorithm and Its Application in Human Fall Detection Using Inertial Measurement Unit Sensors, *Sensors*, 24(24), 7879, 2024.

20. Kumar, N. A., Jangale, L., Sathe, V., Shelke, A., & Redij, T., Study of Supervised Logistic Regression Algorithm, *Alochana Journal*, 13, 227-230, 2024.

21. Dritsas, E., & Trigka, M., Data-driven machine-learning methods for diabetes risk prediction, *Sensors*, 22(14), 5304, 2022.

22. Halder, R. K., Uddin, M. N., Uddin, M. A., Aryal, S., & Khraisat, A., Enhancing K-nearest neighbor algorithm: a comprehensive review and performance analysis of modifications, *Journal of Big Data*, 11(1), 113, 2024.

23. Hassan, M. A., Muse, A. H., & Nadarajah, S., Predicting student dropout rates using supervised machine learning: Insights from the 2022 National Education Accessibility Survey in Somaliland, *Applied Sciences*, 14(17), 7593, 2024.

24. https://www.kaggle.com/datasets/jiaoyouzhang/stock-pledge-defaults-prediction/data,

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

BAKIR ESASLI TOZLARIN ATOMİZYON YÖNTEMLERİ İLE ÜRETİMİ

Mühendis, Mert Can DEMİR

Kocaeli Üniversitesi

mertcandemirKOU@gmail.com - 0009-0005-7971-0615

Profesör, Rıdvan YAMANOĞLU

Kocaeli Üniversitesi

ryamanoglu@gmail.com - 0000-0002-4661-8215

ÖZET

Bakır ve alaşımları yüksek korozyon direnci ile elektrik ve ısı iletkenliği sayesinde günümüzde birçok endüstride geniş kullanım alanına sahiptir. Özellikle elektrik ve elektronik sektöründe kullanılan bakır, oksijene karşı düşük kimyasal etkileşim göstermesi ve yüksek iletkenlik sağlaması nedeniyle yoğun talep görmektedir. Bunun yanı sıra, karbon emisyonu açısından sunduğu avantajlar ve yenilenebilir enerji teknolojilerine olan artan ilgi, bakırın stratejik önemini giderek artırmaktadır. Ayrıca geri dönüşüm sırasında özelliklerini kaybetmemesi, sürdürülebilir üretim açısından önemli bir katkı sunmaktadır. Bu kapsamda sektörel uygulamalarda kullanılacak bakırın üretim yöntemi, elde edilecek malzemenin performansını doğrudan etkilemektedir. Bu noktada toz metalurjik yöntemlerle üretilen bakır tozları öne çıkmakta ve sektörün ihtiyaçlarına göre farklı tekniklerle üretilebilmektedir. Endüstri 4.0'ın etkisiyle kalıpsız ve karmaşık geometrilerin, düşük adetli ve kişiye özel tasarımların üretimine olanak sağlayan eklemeli imalat teknolojileri içinde toz formunda hammadde kullanımı gerekebilmektedir. Eklemeli imalata yönelik hammadde olarak kullanılan tozların homojen yapı, uygun partikül boyutu, küresel morfoloji ve yüksek akışkanlık gibi özelliklere sahip olması kritik rol oynamaktadır. Bu çalışmada metal tozu üretim tekniklerinden olan gaz, santrifüj ve plazma atomizasyonu gibi yöntemlerle bakır esaslı tozların üretimi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toz Metalurjisi, Eklemeli İmalat, Atomizasyon, Gaz Atomizasyonu, Bakır Tozu

PRODUCTION OF COPPER-BASED POWDERS BY ATOMIZATION METHODS

ABSTRACT

Copper and its alloys are widely employed in many sectors nowadays due to their strong corrosion resistance ,electrical and thermal conductivity. Copper which is primarily employed in the electrical and electronics sectors, is in great demand because it exhibits low chemical interaction with oxygen and provides excellent conductivity. In addition the advantages it offers in terms of carbon emissions and the growing interest in renewable energy technologies are

gradually improving the strategic relevance of copper. Furthermore the fact that it does not lose its qualities while recycling adds greatly to sustainable production. In this respect, the production technique of copper to be utilized in industrial applications directly impacts the performance of the material to be obtained. At this stage copper powders produced by powder metallurgical processes stand out and can be created using numerous procedures according to the needs of the business. With the influence of Industry 4.0, additive manufacturing technologies which enable the manufacture of moldless and complicated geometries and low-volume and bespoke designs, may need the usage of powdered raw materials. The crucial role is played by the fact that powders used as raw materials for additive manufacturing have qualities such as uniform structure, optimum particle size, spherical morphology, and high fluidity. In this study the manufacturing of copper-based powders employing methods such as gas, centrifugal, and plasma atomization, which are metal powder production techniques, was explored.

Keywords: Powder Metallurgy, Additive Manufacturing, Atomization, Gas Atomization, Copper Powder

GİRİŞ

Bakır ve alaşımları geçmişten günümüze kadar kullanılan en eski endüstriyel malzemelerdendir [1-3]. Bakırın yaygın kullanımının en önemli sebeplerinin başında kolay şekillendirilmesi gelmektedir. Teknolojinin gelişmesi ile bakırın diğer önemli özellikleri de ön plana çıkmaya başlamıştır. Bakırın zamanla keşfedilen bu önemli özelliklerinden bazıları, yüksek korozyon direnci, ısı ve elektriği iyi iletmesidir. Yüzeyinde koruyucu pasif oksit tabakası oluşturması nedeniyle yüksek korozyon direnci sağlayan bakır, gümüşten sonra ısı ve elektriği en iyi ileten metaldir. Bu üstün özellikleri nedeniyle elektrik/elektronik, denizcilik, enerji, kuyumculuk, ev aletleri vb. uygulama alanlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [4-5].

Bakır ve alaşımları günümüzde artan bir şekilde kullanılan bir malzemeler haline gelmiştir. Endüstriyel açıdan bakıra olan talebin temel sebeplerinden birisi karbon emisyonu açısından sahip olduğu avantajların değerlendirilmek istenmesidir. Bakır sunduğu yüksek iletkenlik özellikleri nedeniyle oksijene karşı düşük kimyasal etkileşimin önemli olduğu özellikle elektrik ve elektronik endüstrisinden yoğun talep görmektedir. Ayrıca günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yönelim bakır ve alaşımların geri dönüştürülürken özelliklerinde herhangi bir kayıp olmamasından dolayı yine ön plana çıkarmaktadır [6]. Bakırın belirtilen avantajlarından dolayı sektörel uygulamalar için nasıl üretildiği oldukça önemli bir konudur. Farklı sektörler farklı kalitede bakır talebinde bulunur. Bu farklı nitelikteki bakırın hangi yöntemle üretileceği kritik bir noktadır.

Günümüzdeki mühendislik uygulamaları dikkate alındığında hali hazırda kullanılan bakır esaslı alaşımların döküm ve toz metalurjisi ile üretildiği görülmektedir [7]. Döküm ile üretilen malzemelerde iç yapıda kusurlarının yer alması, döküm sürelerinin uzun olması ve çalışma ortamının tehlikesi gibi durumlar döküm yöntemlerine alternatif yeni teknolojilerin gelişmesine

neden olmuştur. Bu noktada üretilen nihai malzemenin kalitesi açısından özellikle iç yapıdaki kusurların kontrolü ve daha üstün performanslı malzeme üretimi için mikroyapı kontrolü oldukça önemlidir [8-9]. Bu açıdan bakıldığında bakır esaslı alaşımların toz metalurjisiyle üretimi gün geçtikçe artmaktadır [10-11].

BAKIR TOZLARININ TOZ METALURJİSİ İLE ÜRETİMİ

Toz metalurjisiyle malzeme üretimi düşük hurda kayıpları, küçük ve karmaşık geometrilere sahip parçaların üretiminin yanı sıra homojen mikroyapı gibi avantajlar da sağlamaktadır [12,14]. İlave olarak ürünlerin nihai şekline yakın üretilmesi sayesinde talaşlı işleme ihtiyaç duyulmaması toz metalurjisinin diğer bir önemli avantajıdır [15]. Toz metalurjisinin sunduğu avantajların temelinde kullanılan hammaddenin özellikleri yatmaktadır. Toz metalurjisinde hammadde olarak genellikle 150 µm altı boyuttaki partiküllerden oluşan tozlar kullanılmaktadır ve bu tozların özellikleri nihai ürün kalitesini etkilemektedir [16]. Bu sebeple seçilecek olan toz üretim tekniği nihai ürün için oldukça kritiktir. Toz üretimi sonrası tozun şekli, boyutu, boyut dağılımı ve saflığının istenilen özellikte olması amaçlanmaktadır. Belirtilen bu özeliklerin sağlanması istenilen kalitede parça üretimi için oldukça kritiktir. Toz metalurjik yöntemler için gerekli tozlar birçok farklı teknik ile üretilebilmektedir [17-18]. Tozlar temel olarak mekanik, kimyasal ve atomizasyon teknikleri kullanılarak üretilmektedir. Mekanik yöntemle toz üretiminde basma, darbe ve kesme kuvvetlerinden yararlanılmaktadır. Bu nedenle mekanik yöntemlerle üretilen tozların şekilleri düzensiz saflıkları da düşüktür. Aynı zamanda bu yöntem ile toz üretim verimi de düşüktür [19]. Kimyasal yöntemle toz üretiminin en büyük avantajı yüksek saflıkta toz üretimidir. Ancak bu yöntemin kullanımının alaşım tozlarının üretimi için sınırlı olması bir dezavantajdır. Dolayısıyla mekanik ve kimyasal yöntemlerin dezavantajları göz önüne alındığında partikül boyut dağılımı, partikül şekli, kompleks alaşımların üretiminde sağladığı avantajlar nedeniyle atomizasyon yöntemleri yaygın olarak tercih edilmektedir [20].

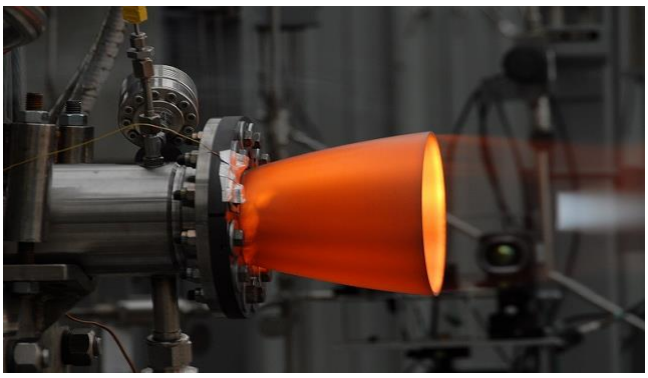
Atomizasyon tekniği ergimiş metalin çok küçük damlacıklara parçalanması ilkesine dayanmaktadır. Endüstriyel uygulamalarda kullanım alanı bulan metallerin birçoğu atomize edilebilmektedir. Endüstride atomizasyon tekniği sıvı metalin parçalanma şekline bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Buradan yola çıkarak atomizasyon teknikleri plazma, santrifuj, su ve gaz atomizasyonu olarak dört gruba ayrılmaktadır. Su atomizasyonu ergimiş metalin yüksek su basıncı ile parçalanmasının ardından hızlı katılaşma sonucunda toz partiküllerine dönüştürüldüğü ekonomik bir toz üretim yöntemidir [21,24]. Ancak üretilen metal tozların üretiminde su kullanılmasından dolayı yüksek oranda oksitlenme söz konusudur. Bu nedenle üretilen tozların saflığı düşüktür. Bununla birlikte tozların yüksek soğuma hızlarıyla üretilmesi düzensiz partikül şekillerine neden olmaktadır [22]. Santrifuj esaslı yöntemler ise bazı durumlarda atomize edilecek malzemenin döndürülmesi (Plazma destekli döner elektrot yöntemi) bazı durumlarda ise bir altlık malzemesinin (Döner disk atomizasyonu) döndürülmesi esasına dayanır. 50 µm' dan daha düşük toz partikül boyutlarının yüksek verimde elde edilememesi, yüksek kalitede üretilmiş metal elektroda ihtiyaç duyulması ve üretim maliyetlerinin diğer toz imalat yöntemlerine göre yüksek olması santrifüj atomizasyonunun başlıca dezavantajlarıdır [19]. PA (Plazma Atomizasyonu) bir plazma torcuna sağlanan elektrik enerjisini kinetik enerjiye dönüştürme prensibiyle çalışır. Küresel partiküller üretmek için

kullanılan toz üretim yöntemidir. Proseste kullanılan toz haline getirilecek olan malzeme tel formunda olup plazma ergitme sistemine konulur. Sistemin içindeki metal teli plazma torçları ile parçalanarak toz toplama ünitesinde birikmesi sağlanır. Plazma atomizasyonun diğer atomizasyon sistemlerine göre avantajı daha temiz metal tozları elde edilebilmesidir. Dezavantajı ise toz haline getirilecek malzemenin mutlaka tel formunda olmasıdır. Bu sebepten dolayı malzemenin tel formuna getirilmesi için ekstra maliyet gerekmektedir [23]. Endüstriyel uygulamalarda en yaygın kullanılan atomizasyon tekniği olan gaz atomizasyonu, ergitilmiş metalin yüksek basınçlı inert gaz akımları (argon, azot veya helyum gibi) ile parçalanarak partiküllere dönüştürülmesi prensibine dayanmaktadır. Gaz atomizasyonu sırasında kullanılan gaz basıncı, nozül tasarımı, eriyik akış hızı ve atomizasyon odasının atmosfer koşulları, elde edilen tozların partikül boyutu, morfolojisi ve oksitlenme seviyesini doğrudan etkilemektedir. Özellikle inert gaz kullanımı, oksidasyonu minimuma indirerek yüksek saflıkta toz üretimine olanak sağlamaktadır. Ayrıca gaz atomizasyonu, üretim esnasında kontrol edilebilir parametreler sayesinde farklı alaşımların toz haline getirilmesine uygun bir yöntem olup, bakır ve alaşımlarında istenilen küresellik ve dar tane boyutu dağılımını elde etmek için kritik rol oynamaktadır. Tüm bu toz üretim teknikleri göz önüne alındığında değerli akademik çalışmaların ortaya çıkması ve eklemeli imalata yönelik 45 µm altı tozların üretilmesi adına gaz atomizasyon tekniği göze çarpmaktadır [24-25].

EKLEMELİ İMALATA YÖNELİK BAKIR TOZU ÜRETİMİ

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte önemi gün geçtikçe artan toz metalurjik üretim yöntemi olan eklemeli imalat 1980'lerin sonunda Amerika'da ortaya çıkmıştır. Parçaların katman katman olarak üretilmesine imkân sağlayan eklemeli imalat kalıpsız üretim süreci, karmaşık malzemelerin üretim kolaylığı ve çevre dostu olması gibi birçok önemli avantaja sahiptir [26-27]. Eklemeli imalat (Eİ) özellikle son on yılda havacılık ve uzay olmak üzere birçok endüstride gelişim göstermiştir. Uzay ve havacılık sektöründe özellikle roket motorlarında kullanılmak üzere önemli ölçüde geliştirilmiştir. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) de gün geçtikçe yaygınlaşan eklemeli imalat yöntemleri üzerine yatırımlar yapmaktadır. NASA Marshall Uzay Uçuş Merkezi (MSFC) ve Glenn Araştırma Merkezi (GRC)'nde seçici lazer eritme (SLM) kullanarak Cu-Cr-Nb alaşımlarının eklemeli imalat ile üretimi için bir süreç geliştirmiştir. Geliştirilen yöntem ile GRCop-42 ve GRCop-84 (bakır-krom-niyobyum) parça film soğutucuya ihtiyaç duyulmadan gerekli iletkenliği ve malzeme mukavemetini sağlayan sıvı roket motoru yanma odaları üretilmiştir. Üretilen parçalar NASA'nın Düşük Maliyetli Üst Aşama İtiş Gücü programı kapsamında test edilmiştir. Test edilen parça bimetalik mekanik bağ ve yapısal yükleri taşımak için gerekli gücü sağladığı gözlemlenmiştir. Test edilen parça Görsel 1'de verilmiştir [28].

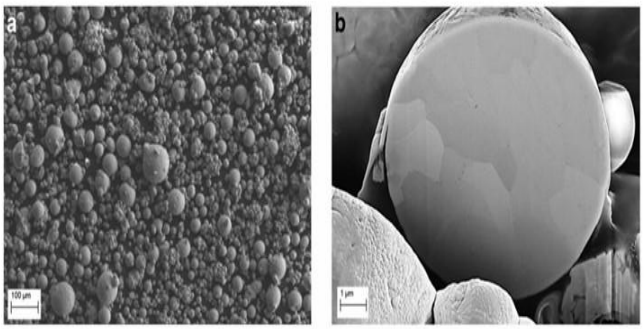
ISBN NR. : 978-625-5694-36-2



Görsel 1. SLM ile üretilmiş GRCop-84 parçasının ateşleme testi

Eklemeli imalat malzemelerin katman katman tekrarlanarak 3 boyutlu parça üretimine dayanır. Eklemeli imalat ile parçanın kalitesini üretim parametrelerinin yanı sıra hammadde olarak kullanılacak olan metal tozunun kalitesi de önemli rol oynamaktadır. Eklemeli imalatta kullanılacak olan tozlar düşük empüriteli, homojen yapı, tabaka kalınlıklarına uygun partikül boyutu, küresel şekil, uygun paketleme ve akışkanlık özellikleri göstermeleri gereklidir [29].

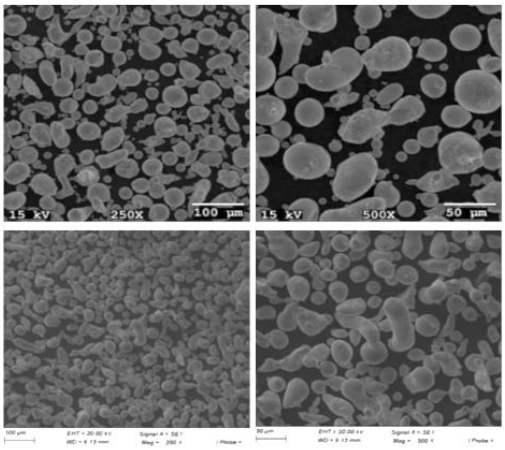
Eklemeli imalat ile parça üretimine yönelik metal tozların (küresel şekil, 15-63 µm partikül boyutu ve yüksek akışkanlık özelliklerine sahip) üretimi için genellikle gaz ve plazma atomizasyon yöntemleri kullanılmaktadır [30]. Jahns ve ark. [31] eklemeli imalat üretim yöntemi olan lazer toz yatağı fizyonu (LPBF) ile parça üretilmesi üzerine bir çalışma yapmışlar. Üretilen malzeme döküm konumu ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan CuCr1Zr tozu gaz atomizasyonu ile üretilmiş ve tozların SEM görüntüsü Görsel 2'de verilmiştir.



Görsel 2. Gaz atomize CuCr1Zr tozunun SEM görüntüleri

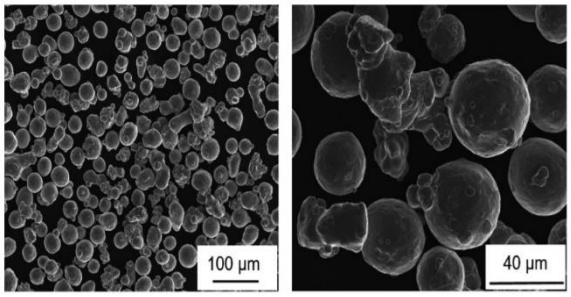
Muratal ve ark. [32] eklemeli imalata yönelik CuAlNi metal tozunu gaz atomize olarak üretimini gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada gaz basıncının toz küreselliğine olan etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak atomizasyon basıncının artmasıyla toz parçacık boyut dağılım aralığının giderek daraldığı ve ortalama toz partikül boyutunun azaldığı görülmüştür. Üretilen CuAlNi alaşım tozu Görsel 3'te verilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2



Görsel 3. Kocaeli Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü'nde gaz atomizasyonu sistemi ile üretilmiş CuAlNi alaşım tozunun SEM görüntüleri

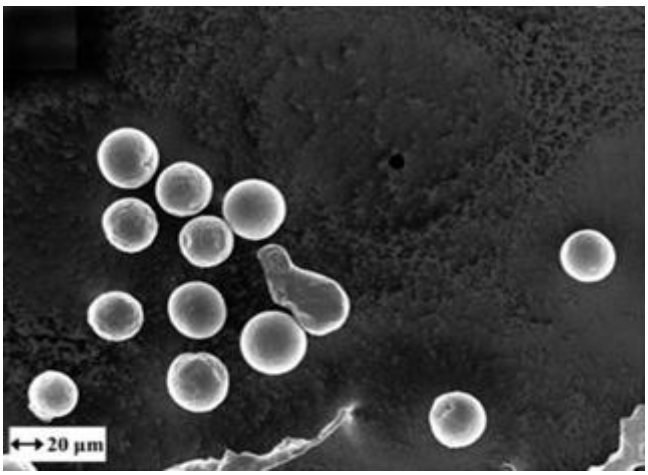
Jadhav ve ark. [33] Seçici Lazer ergitme (SLM) yöntemi ile saf bakır parçalar üretmişlerdir. Üretilen saf bakır parçanın yapısal tasarımını ve şekillendirme kontrolünü incelemişlerdir. Bu çalışmada kullanılan saf bakır tozu gaz atomizasyonu ile üretilmiştir. Üretilen saf bakır tozu Görsel 4'te verilmiştir.



Görsel 4. Gaz atomizasyonu ile üretilmiş saf bakır tozunun SEM görüntüleri

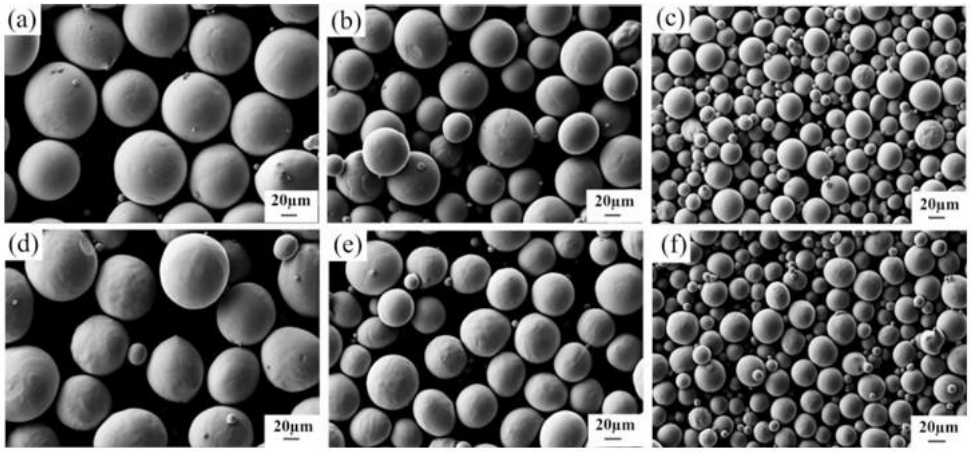
Kang ve ark. [34] kalay, bakır ve paslanmaz çelik tozlarını plazma ve gaz hibrit atomizasyon sistemi kullanılarak üretmişlerdir. Üretilen saf bakır tozu Görsel 5'te verilmiştir. Üretilen bakır tozu 50 µm altı partikül boyutunda yüksek kaliteli küresel şekilli olarak gözlemlenmiştir. Buna ek olarak plazma-gaz hibrit atomizasyon prosesinin, geleneksel gaz atomizasyon prosesinden daha küçük boyutlarda toz üretebilen bir teknoloji olduğu teyit edilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2



Görsel 5. Gaz, plazma hibrit atomizasyon sistemi ile üretilmiş saf bakır tozunun SEM görüntüsü

Eklemeli imalata yönelik bir başka toz üretim yöntemi de santrifuj atomizasyonudur. Bu yöntem ile üretilen tozlar küresel şekilli, yüksek saflıkta, yüksek akışkanlık özelliklerine sahiptir. Santrifuj atomizasyonu ile toz üretim maliyetleri yüksek olmasıyla beraber toz üretim hızı oldukça düşüktür. Cegarra Salges ve ark. [35] yapmış oldukları çalışmada atomize parçacıkların soğuma hızına etkisini arttırmak için santrifüj atomizasyonu diskinin çevresine harici gaz akışı ekleyerek hibrit bir sistem geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu hibrit sistemde bakır tozu üretilmiştir. Üretilen bakır tozu Görsel 6'da verilmiştir. Gaz akış hızının ve döner disk hızının partikül boyutu dağılımı, mikroyapı ve soğutma hızı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak partikül boyutunun tamamlayıcı sistemin etkilediği gaz akış hızının artması sayesinde azaldığı görülmüştür.



Görsel 6. (a-c) hibrit sistem, (d-f) santrifüj atomizasyonu ile üretilmiş bakır tozunun SEM görüntüleri

(a,d) 106-75 µm, (b,e) 75-45 µm, (c,f) 45-20 µm

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Sonuç

Elektrik ve elektronik endüstrisinde yoğun talep görmekte olan bakır alaşımlarının üretim yöntemi oldukça kritiktir. Özellikle kompleks tasarımların kalıpsız olarak imal edilebilmesi, kişiye özel adetli tasarımların üretilebilmesi nedeniyle eklemeli imalat ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada eklemeli imalat ile üretim yönteminin hammaddesi olan metal tozlarının üretim şekilleri araştırılmıştır. Detaylı olarak bakır ve bakır alaşım tozlarının gaz, plazma, santrifüj atomizasyon sistemleri ile üretimi incelenmiştir. Gaz atomizasyonu ergitilmiş metalin yüksek basınçlı inert gazlarla parçalanmasına dayanmakta olup küresel morfolojiye sahip, akışkanlığı yüksek ve eklemeli imalat için ideal özellikler taşıyan tozların üretiminde en yaygın kullanılan yöntemdir. Parametrelerin kontrol edilebilirliği sayesinde farklı alaşımlara kolaylıkla uygulanabilmektedir. Plazma atomizasyonu tel formundaki metallerin plazma torçlarıyla ergitilerek toz haline getirilmesi esasına dayanır. Bu yöntem daha yüksek saflık ve daha temiz yüzeyler sağlamasına rağmen, hammaddeyi tel formuna getirme zorunluluğu ve yüksek maliyet gibi sınırlılıklara sahiptir. Ancak elde edilen küresellik ve oksidasyondan arındırılmış yapı, eklemeli imalat için önemli bir avantaj oluşturmaktadır. Santrifüj atomizasyonu ise dönen disk veya elektrot prensibiyle çalışmakta olup, küresel morfoloji ve yüksek akışkanlık sağlayan kaliteli tozlar üretebilmektedir. Buna karşın düşük üretim hızı ve yüksek maliyet gibi dezavantajlara sahiptir. Özellikle partikül boyut dağılımının dar olması ve yüksek saflık seviyeleri bu yöntemi kritik uygulamalarda tercih edilebilir kılmaktadır.

KAYNAKÇA

1. Potysz, A., van Hullebusch, E. D., Kierczak, J., Grybos, M., Lens, P. N., Guibaud, G. Copper metallurgical slags–current knowledge and fate: a review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 45(22), 2424-2488. 2015.

2. Kundig, K. J., Weed, R. D. Copper and Copper Alloys. Mechanical Engineering Handbook, New Jersey. 2015.

3. Miodownik, M. Stuff Matters: The Strange Stories of the Marvellous Materials. 2014.

4. Khadayeir, A. A., Hassan, E. S., Mubarak, T. H., Chiad, S. S., Habubi, N. F., Dawood, M. O., Al-Baidhany, I. A. The effect of substrate temperature on the physical properties of copper oxide films. Journal of Physics: Conference Series, 1294(2), 022009. IOP Publishing. 2019.

5. Fateh, A., Aliofkhazraei, M., Rezvanian, A. R. Review of corrosive environments for copper and its corrosion inhibitors. Arabian Journal of Chemistry, 13(1), 481-544. 2020.

6. Hertwich, E. G., Ali, S., Ciacci, L., Fishman, T., Heeren, N., Masanet, E., Wolfram, P. Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas emissions associated with buildings, vehicles, and electronics review. Environmental Research Letters, 14(4), 043004. 2019.

7. Trevisan, F., Calignano, F., Lorusso, M., Lombardi, M., Manfredi, D., Fino, P. Selective laser melting of chemical pure copper powders. Proceedings Euro PM 2017: International Powder Metallurgy Congress and Exhibition. European Powder Metallurgy Association (EPMA). 2017.

8. Moravcikova-Gouvea, L., Moravcik, I., Omasta, M., Veselý, J., Cizek, J., Minárik, P., Dlouhy, I. High-strength Al0.2Co1.5CrFeNi1.5Ti high-entropy alloy produced by powder metallurgy and casting: A comparison of microstructures, mechanical and tribological properties. Materials Characterization, 159, 110046. 2020.

9. ASTM International. Standard guide for characterizing properties of metal powders used for additive manufacturing processes. F-14. 2014.

10. Duan, J., Yuan, S., Zhu, C., Chen, Z., Zhang, G., Duan, H., Li, L., Zhu, Z. One-step synthesis of ZnO/N doped carbon/Cu composites for high-performance lithium-ion batteries anodes. Synthetic Metals, 226, 39-45. 2017.

11. Tsukerman, S. A. Powder Metallurgy. Pergamon Press, London, UK. 2013.

12. Lv, X., Liu, Z., Lei, T., Li, Q., Zhao, F., Peng, K., Nong, B. Microstructure and properties of Cu-Cr-Nb alloy powder prepared by argon gas atomization. Advanced Powder Technology, 30(11), 2464-2472. 2019.

13. Upadhyaya, A., Upadhyaya, G. S., Takagi, K. I. Powder Metallurgy: Science, Technology and Materials. Universities Press (India) Private Limited. 2011.

14. Başcı, U. G., Yamanoğlu, R. Eklemeli metal imalat teknolojileri için metal tozu üretim yöntemleri. Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi, 219-227. 2019.

15. Deepanraj, B., Senthilkumar, N., Tamizharasan, T. Sintering parameters consequence on microstructure and hardness of copper alloy prepared by powder metallurgy. Materials Today: Proceedings, 80, 2468-2473. 2023.

16. Jiang, Q., Zhang, P., Yu, Z., Shi, H., Wu, D., Yan, H., Ye, X., Lu, Q., Tian, Y. A review for additive manufacturing of pure copper. 11(6). 2021.

17. Muratal, O., Yamanoğlu, R. Toz metalurjik prosesler için toz özellikleri ve toz üretim teknikleri. 2021.

18. Popovich, A., Sufiiarov, V. Metal powder additive manufacturing. In New trends in 3D printing. IntechOpen. 2016.

19. German, R. M. Powder metallurgy and particulate materials processing: the processes, materials, products, properties and applications. Metal Powder Industries Federation. 2005.

20. Saheb, S. H., Durgam, V. K., Chandrashekhar, A. A review on metal powders in additive manufacturing. AIP Conference Proceedings. AIP Publishing LLC. 2020.

21. Asgarian, A., Morales, R., Bussmann, M., Chattopadhyay, K. Water atomisation of molten metals: a mathematical model for a water spray. Powder Metallurgy, 65(1), 70-88. 2022.

22. Soong, S. Z., Lai, W. L., Kay Lup, A. N. Atomization of metal and alloy powders: Processes, parameters, and properties. AIChE Journal, 69(11), e18217. 2023.

23. Leon, G., Lamberti, V., Seals, D., Abu-Lebdeh, T., Hamosuh, S. Gas atomization of molten part: Part 1. Numerical modeling conception. 9(2). 2016.

24. Muratal, O., Yamanoğlu, R., Duran, C., Gönülalan, Y., Akyıldız, Y., Koç, F. G., Barutçuoğlu, B. Production of Ni-hard alloy powders by gas atomization. International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, 8(1), 124-129. 2024.

25. Dunkley, J. J. Metal powder atomisation methods for modern manufacturing. Johnson Matthey Technology Review, 63(3), 226-232. 2019.

26. Başcı, U. G., Yamanoğlu, R. Yeni nesil üretim teknolojisi: FDM ile eklemeli imalat. International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, 5(2), 339-352. 2021.

27. Chen, L., He, Y., Yang, Y., Niu, S., Ren, H. The research status and development trend of additive manufacturing technology. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 89, 3651-3660. 2017.

28. Gradl, P. R., Protz, C. S., Ellis, D. L., Greene, S. E. Progress in additively manufactured copper-alloy GRCop-84, GRCop-42, and bimetallic combustion chambers for liquid rocket engines. International Astronautical Congress (IAC), IAC-19.C4.3.5x52514. 2019.

29. Dawes, J., Bowerman, R., Trepleton, R. Introduction to the additive manufacturing powder metallurgy supply chain. Johnson Matthey Technology Review, 59(3), 243-256. 2015.

30. Dietrich, S., Wunderer, M., Huissel, A., Zaeh, M. F. A new approach for a flexible powder production for additive manufacturing. Procedia Manufacturing, 6, 88-95. 2016.

31. Jahns, K., Bappert, R., Böhlke, P., Krupp, U. Additive manufacturing of CuCr1Zr by development of a gas atomization and laser powder bed fusion routine. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 107(5), 2151-2161. 2020.

32. Giray, D. Cu-Al-Ni alaşım tozunun gaz atomizasyonu ile üretimi. Abant 2. Uluslararası Güncel Akademik Çalışmalar Sempozyumu, 978-625-6830-72-1. 2023.

33. Jadhav, S. D., Dadbakhsh, S., Goossens, L., Kruth, J. P., Van Humbeeck, J., Vanmeensel, K. Influence of selective laser melting process parameters on texture evolution in pure copper. Journal of Materials Processing Technology, 270, 47-58. 2019.

34. Kang, I. J., Park, H. J., Cho, C. H., Kim, J. H., Kim, H. K., Kim, I. K., Park, S. J. Development of a plasma and gas hybrid atomization system for the production of metal powder materials. Journal of the Korean Physical Society, 79(12), 1141-1150. 2021.

35. Cegarra Salges, S. A., Pijuan, J., Hernández, R., Riera, M. D. Effect of processing parameters on copper powder produced by novel hybrid atomisation technique. Powder Metallurgy, 63(2), 142-148. 2020.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

PARMAK FREZELERDE HELİS AÇISININ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Mak. Yük. Müh. Cem ARSLAN
Munzur Üniversitesi/Makine Mühendisliği Bölümü
cemarslan4@hotmail.com - 0009-0003-7648-0813
Doç. Dr. Yahya TAŞGIN
Munzur Üniversitesi/Makine Mühendisliği Bölümü
yahyatasgin@munzur.edu.tr – 0000-0002-0902-336X

ÖZET

Talaşlı imalat yöntemlerinden biri olan frezeleme işlemi, günümüz sanayisinde en çok kullanılan talaşlı imalat yöntemlerinden biridir. Günümüzde HSS ve Tungsten Karbür (WC) parmak frezeler yaygın şekilde kullanılmaktadır. HSS frezeler gelişen malzeme teknolojisi ve imalat yöntemleriyle birlikte yerini WC parmak frezelere bırakmıştır. Bir parmak frezede bulunması gereken özellikler, yüksek hızlarda kesme yapabilmesi ve aşınma ömrünün uzun olmasıdır. Tungsten Karbür (WC) parmak frezeler ultra sertliklerinden dolayı takım aşınmalarına karşı dayanıklıdır. Bu çalışmada WC parmak frezeler geliştirilmesi üzerine çalışılmıştır. Parmak frezelerde helis açıları değiştirilerek talaşlı üretim açısından analizi yapılmıştır. Bu analizlerde helis açısının değiştirilmesiyle aşınma ömrünün uzadığı görülmüştür. Bu da bir kesici takımdan istenen en önemli özelliktir.

Anahtar Kelimeler : Parmak freze, Helis açısı, Parmak frezelerde sürtünme

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF HELIX ANGLE ON SURFACE ROUGHNESS IN END MILLS

ABSTRACT

Milling, which is one of the most common machining methods, is widely applied in today’s industry. Currently, High Speed Steel (HSS) and Tungsten Carbide (WC) end mills are frequently used. With the advancement of material technology and manufacturing methods, HSS end mills have largely been replaced by WC end mills. The essential properties of an end mill are the ability to perform cutting at high speeds and to provide long tool life. Tungsten Carbide (WC) end mills, due to their ultra-high hardness, exhibit strong resistance to tool wear. In this study, the development of WC end mills has been investigated. The analysis focused on machining performance by varying the helix angles of the end mills. The results demonstrated that modifying the helix angle extends tool life, which is one of the most critical characteristics expected from a cutting tool.

Keywords: End mill, Helix angle, Friction in end mills

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte, metal işleme yöntemleri oldukça ilerlemiştir. Bu gelişmelerle birlikte metalin daha mukavim hale gelmesinden dolayı geleneksel kesici takım teknolojisi de yetersiz kalmıştır. Tüm bu gelişimler doğrultusunda kesici takım malzemelerinde yeniliğe gidilmiş geleneksel kesici takım malzemesi olan yüksek hız çelikleri (HSS), yerini tungsten karbür (WC) kesici takımlara bırakmıştır. Dünyanın en sert metallerinden biri olan tungsten, sert çeliklerde oldukça yüksek aşınma direnci sayesinde yüksek kesme performansı göstermiştir. Sert ve dayanıklı yapısı sayesinde, işleme sürelerini oldukça azaltarak maliyetleri düşürme açısından kendini ispatlamıştır. Tungsten karbür her ne kadar aşınma direnci yüksek bir malzeme olsa da, talaş kaldırma işlemi sırasında maruz kaldığı yüksek sıcaklık, kesme kuvveti, sürtünme gibi nedenlerden dolayı aşınmaya uğramaktadır.

Bu aşınma, parmak frezelerin aşırı ısınması ve yüzey kalitesinin daha da iyi hale getirilmesi için helis açılarının düzgün bir şekilde hesaplanması ve seçilmesi gerekmektedir. Uygun helis açısı seçimi işlenecek her malzemeye göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu değişkenlikler malzemenin yapısı, yumuşaklık-sertlik, yapışkanlık gibi parametrelerdir. Bu parametrelere uygun helis açısının seçilmesi gerekmektedir.

Kesici takım geometrisini belirleyen en önemli unsurlardan biri talaş açısıdır ve talaş kaldırma mekanizması üzerinde oldukça belirleyici bir rol oynamaktadır [1]. Talaş açısı pozitif ya da negatif olabileceği gibi, günümüzde yaygınlaşmaya başlayan bazı takım türlerinde değişken formda da tasarlanabilmektedir. Değişken talaş açısına sahip bu takımlarda aynı zamanda değişken helis açısı da ortaya çıkmakta ve bu tür kesiciler literatürde dalga formlu parmak freze olarak adlandırılmaktadır [2]. Kaynaklarda, özellikle takım geometrisine odaklanan çalışmalarda; değişken helis açısına sahip takımların, helisel yüzeyi dalgalı şekilde tasarlanmış kaba işleme takımlarının ve farklı helis açıları barındıran kesicilerin performanslarının araştırıldığı görülmektedir. Bu araştırmalarda helis açısının kesme kuvvetleri, yüzey kalitesi, takım ömrü, talaş oluşumu [3-5], kesme sürecinin kararlılığı [6,7], matematiksel modellemeler ve sayısal analizler [8,9] ile titreşim davranışları üzerindeki etkileri [10] incelenmiştir. Ancak literatürde değişken talaş ve helis açılarını aynı anda barındıran dalga formlu kesici takımlar üzerine yapılmış özel bir çalışmaya rastlanmamıştır. Talaş kaldırma süreciyle ilgili çok sayıda deneysel ve istatistiksel yöntemlerle desteklenmiş karşılaştırmalı araştırmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda genel olarak talaşlı imalatın temel problemleri olan yüksek kesme kuvvetleri, yüzey kalitesinin düşmesi, takım ömrünün kısalması ve titreşim gibi olumsuzluklara çözüm aranmıştır. Söz konusu sorunlara etki eden takım geometrisi, kaplama özellikleri, kesme hızı, ilerleme ve kesme derinliği gibi işleme parametrelerine yoğunlaşıldığı görülmektedir [11,12].

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

2. MATERYAL VE METOD

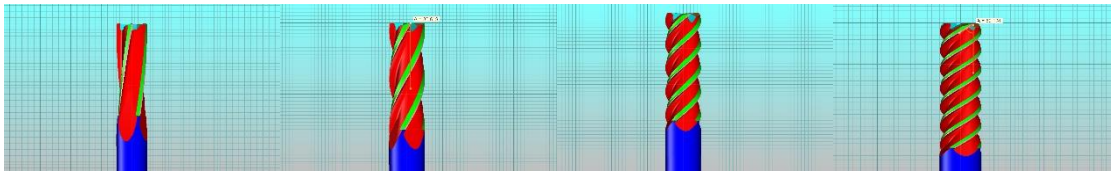
2.1. Parmak Frezelerin Üretilmesi

Parmak frezelerin düz silindirik tungsten karbür çubuk halinden helisli, kesici kenarlara sahip forma getirmek için 5 eksen CNC taşlama tezgahı kullanılmıştır. Tungsten karbürü işleyebilmek için de diamond taşlar kullanılmıştır. Şekil 1.1 de kullanılan tezgahın ve diamond taşların görselleri verilmiştir.

Şekil 1.1. Flexus S22 5 eksen CNC taşlama tezgahı ve diamond taşlar [14]

Taşlama tezgahına önceden hesaplanan veriler girilmiş ve farklı helis açılarına sahip parmak frezeler işlenmiştir. Parmak frezeler 10, 30, 50 ve 60 derece helisli olarak üretilmiştir.

Şekil 1.2' de üretilen parmak frezelerin işleme öncesi görselleri bulunmaktadır.



Şekil 1.2. 10, 30, 50, 60 derece helisli freze tasarımları [13]

Şekil 1.3' te üretimi tamamlanmış kullanıma hazır parmak ferezeler görülmektedir.

Şekil 1.3. Üretilen parmak frezeler [13]

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

2.2. Kullanılan Malzemeler ve Özellikleri

Deneyde işlemek için 1040 çeliği kullanılmıştır. Endüstride en çok kullanılan malzemedir.

1040 imalat çeliği, yüksek mukavemet ile işlenebilirliği bir arada sunması nedeniyle sanayide önemli bir malzeme olarak öne çıkmaktadır. Orta karbonlu çelikler, düşük karbonlu çeliklere kıyasla daha sert ve dayanıklı olup aynı zamanda yüksek sıcaklıklara karşı da direnç gösterebilmektedir. 1040 çeliğin çekme mukavemeti genellikle 580–700 MPa aralığında, akma mukavemeti ise yaklaşık 320 MPa civarında ölçülmektedir. Bu mekanik özellikler, malzemenin endüstride dayanıklı ve uzun ömürlü parçaların üretiminde tercih edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, kolay işlenebilir yapısı sayesinde üretim süreçlerinde avantaj sunar. Isıl işlem uygulanarak farklı sertlik derecelerine ulaşması mümkün olup, çeşitli kullanım alanlarına uygun hale getirilebilmektedir. Bu nedenle 1040 çeliği, imalat sektöründe güvenilir ve etkili bir malzeme olarak yaygın şekilde değerlendirilmektedir.
1040 imalat çeliğinin mekanik özellikleri incelendiğinde, çekme mukavemetinin 580–700 MPa, akma mukavemetinin ise yaklaşık 320 MPa seviyelerinde olduğu görülmektedir. Orta karbonlu çelik grubunda yer alan bu malzeme, sağlamlığı ve işlenebilirliği ile öne çıkar. Çeşitli imalat süreçlerinde tercih edilmekte olup özellikle makine parçaları, mil çubukları, dişliler, somun ve cıvata gibi birçok endüstriyel bileşenin üretiminde kullanılmaktadır. Isıl işlem teknikleriyle farklı sertlik değerlerine getirilebilmesi, kullanım alanlarını daha da genişletmekte ve malzemeyi çok yönlü bir seçenek haline getirmektedir.

2.3. Parmak Frezelerin Test Edilmesi

Parmak frezelerin testlerinin en düzgün sonuçları vermesi için lineer harekete sahip NC kontrollü freze tezgahı kullanılmıştır. Burada amaç doğrusal harekette yapılan kesme işleminden çıkan sonuçların en net değerlerini bulmaktır. Şekil 1.4’ te freze tezgahının marka ve modeli gösterilmektedir.

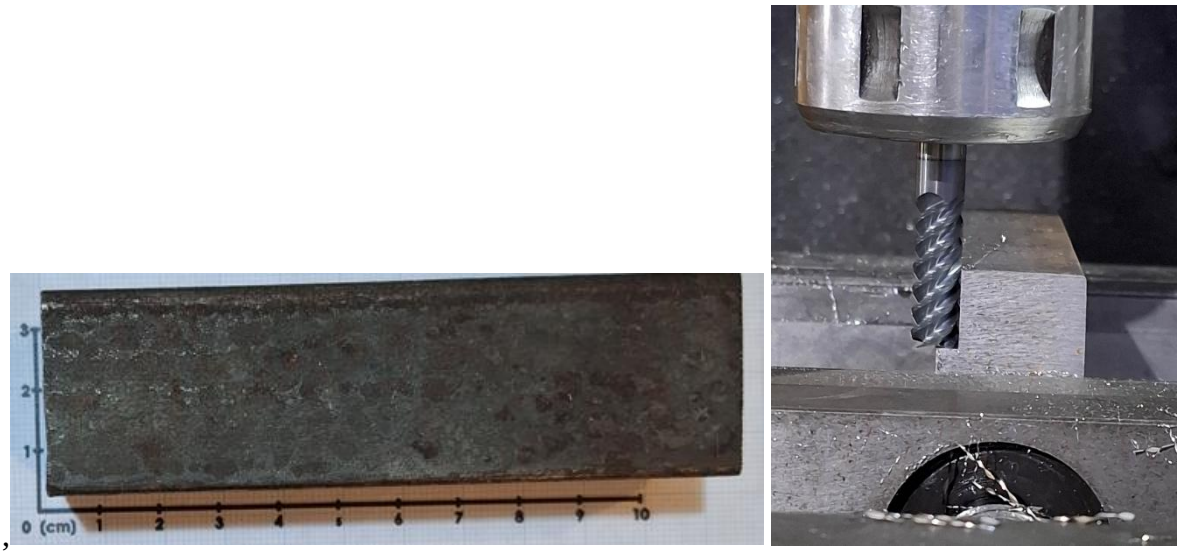
MODEL SZ-2200VSD-NC			
SPINDLE	Spindle speed of Vertical	rpm	60-3600
	Spindle taper		NST 40/BT40
	Swivel angle of head	mm	45
	Overarm travel	mm	140
	Quill feed per revolution of spindle	mm	0,035/0,07/0,14
TABLE	Table size	mm	1350x305
	T-slots	mm	16x3x63
	Maximun table load	kgs	500

Şekil 1.4. Deneyde kullanılan NC kontrollü Freze tezgahı [15]

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

2.4. İşlenecek Malzemenin bağlanarak işlenmesi

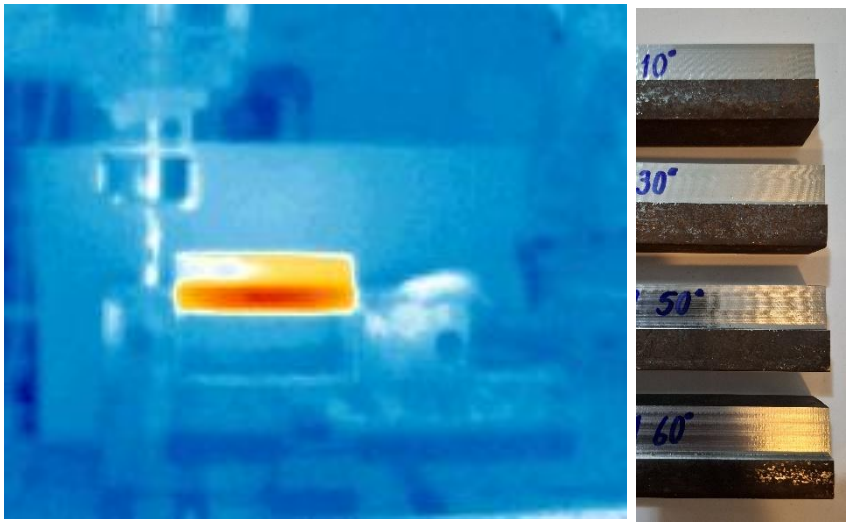
Şekil 1.4' Te görüldüğü üzere, 30x100mm boyutlarında çelik malzeme kullanılmıştır. NC tezgah mengenesine stabil şekilde bağlanmış ardından kesme işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1.4. 1040 çeliği ve çeliğin NC tezgahta işlenme görüntüsü [13]

Kesme yöntemi olarak yanal kesme yapılmış olup, her bir pasoda 0,5mm talaş kaldırılarak 10 tekrar yapılmıştır. 10 tekrar sonunda çelik malzeme üzerinden toplamda 5mm yanal talaş kaldırılmıştır.

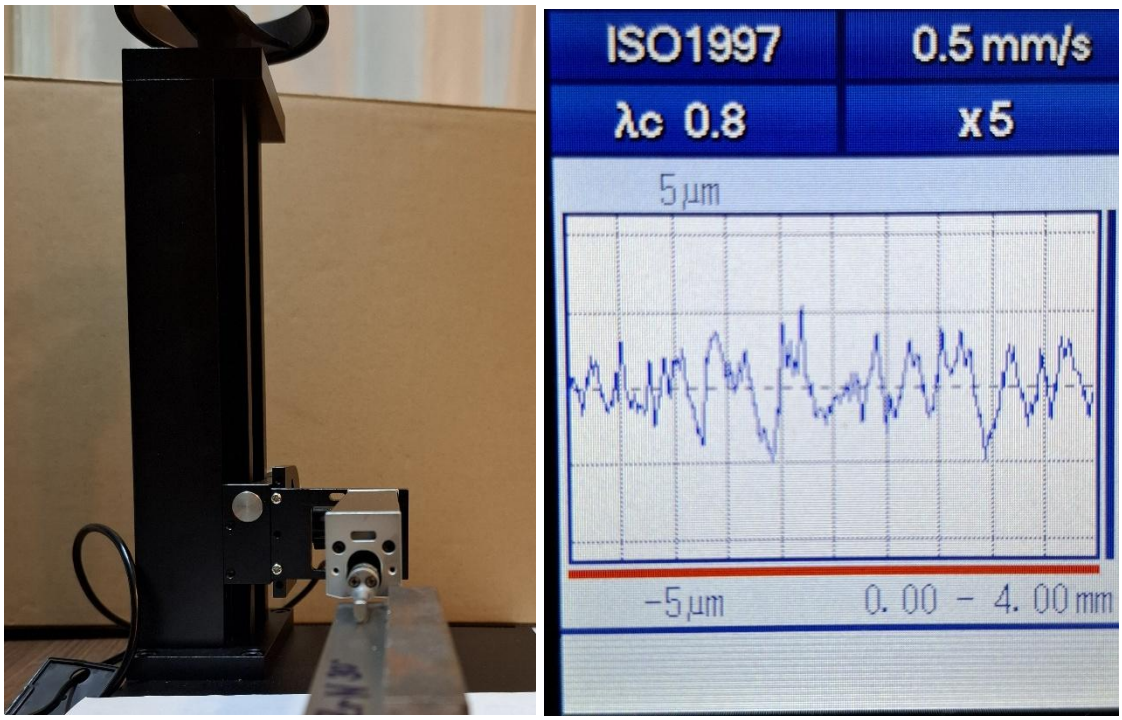
Talaş kaldırma operasyonunun hemen ardından termal görüntüleri alınmış olup, şekil 1.5' te 1040 çeliği üzerinde ısınmanın etkisi ve yüzey görüntüsü gösterilmiştir.



Şekil 1.5. Soldaki görsel termal kamera, sağdaki görsel talaş kaldırma işlemi sonrası yüzey karakteristiği görüntüleridir. [13]

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

Ardından yüzey pürüzlüğü her bir helis için ayrı ayrı ölçülmüştür. Şekil 1.6' da yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi gösterilmiştir.



Şekil 1.6. Yüzey pürüzlülük cihazında (Ra cinsinden) 1040 çeliğinin ölçülmesi [13]

SONUÇLAR

Yapılan işlemler sonucunda, helis açısının sürtünmeye etkisi incelenmiş ve

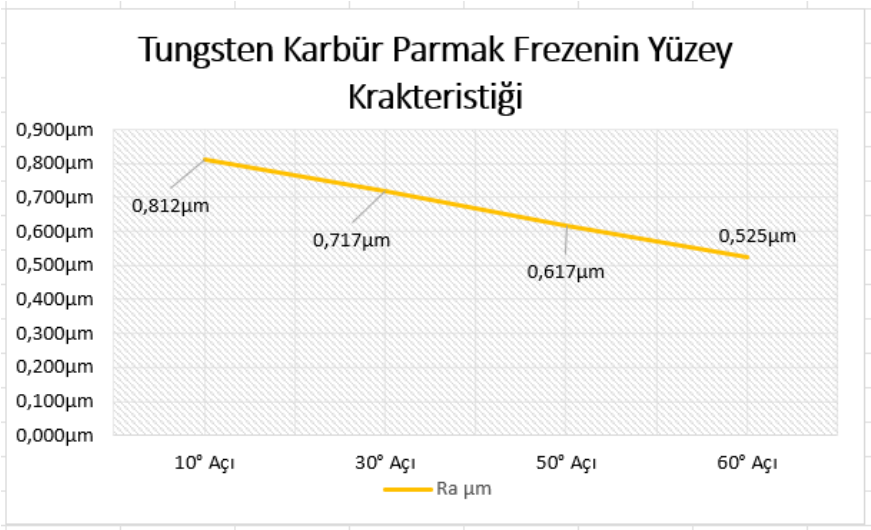
Helis açısı artarsa;

- Talaş, iş parçası yüzeyinden daha yumuşak ve sürekli bir şekilde ayrılır,
- Kesici kenarlar, iş parçasına daha açılı bir şekilde girip çıkar; bu da şok etkisini azaltır,
- Kesme kuvveti daha çok eksenel (dikey) yönde dağılır, bu da takım titreşimini azaltabilir,

Helis açısının yüzey pürüzlülüğüne etkisi,

Helis açısı artarsa;

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2



Şekil 2.1. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm sonuçları [13]

Şekil 2.1' de de görüldüğü gibi, 60 derece helis açısına sahip parmak frezenin 1040 çeliği üzerinde en hassas yüzey pürüzlüğüne sahiptir.

- Helis açısının artması, yüzeyden daha darbesiz bir kesme ile talaş kaldırdığı için yüzey pürüzlülüğü daha düşüktür. Yüzey kalitesi bu yüzden daha iyidir.
- Helis açısının büyüklüğü talaş atmayı kolaylaştırdığı için talaş sıkışma olayı gerçekleşmez
- Daha az titreşim sonucunda daha uzun takım ömrü sağlar
- Darbenin az olması tezgahın çalışma rijitliğini sabit tutar.

REFERANSLAR

1. Trent, E.M. ve Wright, P.K., Metal cutting, ButterworthHeinemann, 2000.
2. Akgün, A., The design of wave-cut endmills wıth variable rake angle through helix and evoluation of tool performance, Master Thesis, Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, 2020.
3. Korovin, G., Petrushin, S., ve Gubaidulina, R., Machining of titanium alloys with wave milling cutters. Materials Science Forum, Trans Tech Publications, 79- 85, July, 2018.
4. Wan, M., Feng, J., Zhang, W.-H., Yang, Y., ve Ma, Y.- C., Working mechanism of helix angle on peak cutting forces together with its design theory for peripheral milling tools, Journal of Materials Processing Technology, 249, 570-580, 2017.
5. Burek, J., Zylka, L., Plodzien, M., Gdula, M., ve Sulkowicz, P., The influence of the cutting edge shape on high performance cutting, Aircraft Engineering and Aerospace Technology, 134-145, 2018.

6. Dombovari, Z. ve Stepan, G., The effect of harmonic helix angle variation on milling stability. ASME 2011 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, American Society of Mechanical Engineers, 467-473, 2011.

7. Dombovari, Z. ve Stepan, G., The effect of helix angle variation on milling stability, Journal of Manufacturing Science and Engineering, 134 (5), 051015:1-6, 2012.

8. Okafor, A.C. ve Sultan, A.A., Development of a mechanistic cutting force model for wavy-edge bullnose helical end-milling of inconel 718 under emulsion cooling strategy, Applied Mathematical Modelling, 40 (4), 2637-2660, 2016.

9. Sultan, A.A. ve Okafor, A.C., Effects of geometric parameters of wavy-edge bull-nose helical end-mill on cutting force prediction in end-milling of Inconel 718 under MQL cooling strategy, Journal of Manufacturing Processes, 23, 102-114, 2016.

10. Comak, A. ve Budak, E., Modeling dynamics and stability of variable pitch and helix milling tools for development of a design method to maximize chatter stability, Precision Engineering, 47, 459-468, 2017.

11. Gürbüz H., Şeker U., Kafkas F., Effects of cutting tool forms on the surface integrity in turning of AISI 316L stainless steel, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 35 (1), 225-240, 2020.

12. Çiftçi İ., The influence of cutting tool coating and cutting speed on cutting forces and surface roughness in machining of austenitic stainless steels, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 20 (2), 205-209, 2005.

13. Arslan, C., 2025 Farklı Helis Açılarıyla Üretilen TiSiN, AlCrN, AlTiN, ZrN Kaplanmış Tungsten Karbür Parmak Frezelerin Metal Yüzeyini Aşındırma ve Talaş Kaldırma Performanslarının Karşılaştırılması. *Yükseklisans Tezi,* Munzur Üniversitesi, Tunceli.

14. URL-1, 2025. https://www.youtube.com/watch?v=SqZ6Ff5_gXU, Micheal Deckel Co. 19 Mayıs 2025.

15. URL-2, 2025. https://www.mytech-cnc.com/en/products/nc-milling-machine-sz-2200h-vsd-nc, Shou Zuan Machinery Co. Ltd. 19 Mayıs 2025.

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

EVALUATION OF SHEAR STRENGTH PARAMETERS OF AMENDED LOESS USING COMMON ADMIXTURES IN NORTHERN CHINA

Dr. Li Wei
Institute of Geotechnical Engineering, Beijing University of Technology, China

Prof. Jun Zhang
Department of Civil Engineering, Tsinghua University, China

Mr. Minghao Chen
School of Environmental Sciences, Peking University, China

Abstract
This study investigates the improvement of shear strength parameters of loess soil from Northern China through the application of common admixtures such as cement, lime, and fly ash. Laboratory experiments reveal the influence of these additives on cohesion and internal friction angle, demonstrating enhanced soil stability vital for construction projects over loess terrains. The impact of curing time on soil strength parameters is also analyzed. Results provide essential data for geotechnical design and sustainable soil stabilization practices in loess regions.

Keywords: shear strength, loess soil, soil stabilization, admixtures, Northern China

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

CLOUD-BASED DEVELOPMENT OF BIM SOFTWARE FOR SMART CONSTRUCTION MANAGEMENT

Assis. Prof. Dr. Hana Park
Department of Civil Engineering, Korea University, South Korea

Lecturer Ji-Hoon Lee
School of Architecture, Seoul National University, South Korea

Abstract
This paper presents the development of a cloud-based Building Information Modeling (BIM) software to enhance smart construction management practices. The software integrates cloud computing technologies facilitating real-time collaboration, data sharing, and project monitoring in construction environments. Experimental application demonstrates increased project efficiency, reduced errors, and better resource coordination. The study highlights challenges and proposes scalable solutions suitable for the evolving digital infrastructure of the construction industry globally.

Keywords: BIM, cloud computing, smart construction, digital collaboration, project management

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

FINITE ELEMENT SIMULATION AND PARAMETERIZATION OF C-SHAPE ELECTROMAGNETS FOR MATERIALS CHARACTERIZATION

Dr. Carlos Ramirez

Mr. Felipe Gonzalez
Department of Computer Science, National Taiwan University, Taiwan

Abstract
This research explores finite element method (FEM) simulation and parameterization of C-shape electromagnets used in magnetic characterization of materials. The study models electromagnetic fields and thermal effects to optimize sensor performance. Experimental validations confirm the fidelity of simulations, providing design recommendations for improving electromagnet efficiency in material testing. This work advances non-destructive materials evaluation and sensor technology development.

Keywords: finite element method, electromagnets, magnetic characterization, material testing, simulation

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

THERMAL CONVECTION ANALYSIS IN LIGHT WEIGHT TIMBER STRUCTURES WITH MINERAL WOOL INSULATION

Dr. Emily Wilson
Prof. James Clark
Department of Computer Science, National Taiwan University, Taiwan

Abstract
This paper analyzes thermal convection behaviors in lightweight timber construction systems insulated with mineral wool. Using computational fluid dynamics, heat transfer patterns and convection currents inside insulated cavities are studied under various environmental conditions. The results demonstrate significant improvements in thermal efficiency and reduction in heat loss through optimized insulation. Implications for sustainable building design and improved indoor comfort levels are discussed.

Keywords: thermal convection, timber structures, mineral wool, insulation, heat transfer

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

IDENTIFICATION AND PRIORITIZATION OF CONSTRUCTION SITE SAFETY ISSUES: A MULTI-PERSPECTIVE ANALYSIS

Dr. Ying Chen
School of Safety Engineering, Shanghai Jiao Tong University, China

Ms. Hui Zhang
Department of Civil Engineering, Fudan University, China

Abstract
This paper investigates construction site safety challenges by compiling perspectives from workers, engineers, and managers using multi-criteria decision-making methods. Severity, frequency, and controllability of hazards are analyzed and ranked, revealing priority safety issues and perception differences. Recommendations aim to improve safety management effectiveness through targeted interventions and enhanced communication.

Keywords: construction safety, hazard prioritization, risk management, multi-stakeholder analysis, occupational health

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

STABILITY OPTIMIZATION OF FUNCTIONALLY GRADED PIPES UNDER FLUID FLOW CONDITIONS

Mr. Fares Al-Masri
Professor Layla Haddad
Mechanical Engineering Department, American University of Beirut, Lebanon

Abstract
This work presents an optimization study on the stability of functionally graded material pipes subjected to internal fluid flow. The interaction of fluid forces and graded material properties is modeled to identify configurations that maximize buckling resistance. Numerical simulations using fluid-structure interaction principles reveal critical parameters affecting stability, informing design improvements for safer industrial pipe applications.

Keywords: functionally graded materials, pipe stability, fluid-structure interaction, buckling, optimization

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

OPTIMAL DESIGN OF LAUNCHING NOSE IN INCREMENTAL LAUNCHING OF CONTINUOUS BRIDGES

Dr. Wei Chen
Department of Bridge Engineering, Tongji University, China

Abstract
The study addresses the optimal geometric design of the launching nose used in the incremental launching technique for continuous bridges to reduce bending moments and improve construction efficiency. Finite element analysis combined with optimization algorithms identifies configurations minimizing structural stresses during launching. Results provide practical guidelines enhancing bridge safety and cost-efficiency.

Keywords: incremental launching, launching nose, bridge construction, finite element analysis, structural optimization

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

APPLICATION OF STREAMLINED MATERIAL ACCOUNTING TO ENVIRONMENTAL IMPACT ESTIMATION

Lecturer Paul Armstrong
Mechanical Engineering Department, American University of Beirut, Lebanon

Abstract
This research explores streamlined material accounting approaches designed to improve efficiency in evaluating environmental impacts of industrial processes. By focusing on key material flows and major emissions, it provides rapid yet reliable impact assessments useful for regulatory compliance and sustainability initiatives. Case studies demonstrate applicability in manufacturing and waste management sectors, offering strategies for resource efficiency and pollution reduction.

Keywords: material accounting, environmental impact, sustainability, resource management, impact assessment

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

REMOVAL OF PENTACHLOROPHENOL THROUGH ADSORPTION AND BIODEGRADATION METHODS

Amina Yusuf
Department of Environmental Science, University of Lagos, Nigeria

Prof. Dr. Samuel Okeke
Faculty of Chemical Engineering, University of Lagos, Nigeria

Abstract
This study investigates the removal of pentachlorophenol (PCP), a persistent and toxic environmental pollutant, through combined adsorption and biodegradation techniques. Various adsorbents including activated carbon and biochar were evaluated for their efficiency in capturing PCP from aqueous solutions. Additionally, specific microbial strains capable of degrading PCP were isolated and applied to enhance the biodegradation process. The combined method demonstrated significantly higher removal rates compared to individual adsorption or biodegradation alone, indicating a synergistic effect. Experimental parameters such as pH, temperature, contact time, and initial concentration were optimized to maximize PCP removal. The study further provides kinetic and isotherm models to describe the adsorption behavior and biodegradation efficiency. Results underscore the potential application of these integrated technologies for sustainable and cost-effective remediation of PCP-contaminated water, contributing to environmental protection and public health.

Keywords: Pentachlorophenol, adsorption, biodegradation, water remediation, activated carbon

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

FORMULATION AND PHYSICOCHEMICAL EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS SPECIES

Dr. Sanae Al-Masri
Department of Pharmaceutical Sciences, King Saud University, Saudi Arabia

Naveed Ahmad
Department of Microbiology, King Saud University, Saudi Arabia

Abstract
This research focuses on the development of vaginal suppositories incorporating Lactobacillus species aimed at restoring and maintaining healthy vaginal flora. The formulation process involved selecting appropriate excipients for optimal delivery, stability, and release of probiotics. Physicochemical properties such as melting point, hardness, disintegration time, and pH were extensively evaluated to ensure suitability and patient compliance. Viability studies of Lactobacillus during storage and after dissolution were conducted to confirm probiotic survival. In vitro antimicrobial activity against common vaginal pathogens was also assessed. The study concludes that the developed suppositories exhibit desirable physicochemical characteristics, maintain probiotic viability, and demonstrate potential therapeutic benefits in preventing vaginitis and promoting urogenital health. This novel formulation could serve as an effective and patient-friendly strategy for probiotic delivery in gynecological applications.

Keywords: Vaginal suppositories, Lactobacillus, probiotic delivery, physicochemical evaluation, antimicrobial activity

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

INFLUENCE OF SERICIN CONCENTRATION ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SILK-BASED FILMS

Niran Namviriyachote
Department of Materials Science, Chulalongkorn University, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Piya Aramwit
Faculty of Pharmacy, Chiang Mai University, Thailand

Abstract
This study evaluates the effect of varying sericin concentrations on the physical and mechanical properties of silk-based films intended for biomedical applications. Sericin, a silk protein known for its biocompatibility and antioxidant properties, was incorporated in different ratios and the resultant films were characterized for tensile strength, elongation at break, water absorption, and surface morphology. Increasing sericin content was found to enhance flexibility and hydrophilicity while reducing tensile strength, indicating a trade-off between mechanical robustness and functional performance. Thermal stability and biodegradability assessments further supported the feasibility of these films as resorbable biomaterials. Results suggest an optimal sericin concentration that balances physical integrity with desirable bioactive properties, making these films promising candidates for wound dressing and drug delivery systems.

Keywords: Sericin, silk-based films, mechanical properties, biocompatibility, biomaterials

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF AN OPTIMIZED RP-HPLC METHOD WITH FLUORESCENT DETECTION FOR NORFLOXACIN ANALYSIS

Dr. Ghulam Mustafa
Department of Analytical Chemistry, University of Karachi, Pakistan

Mahmood Khilji
Pharmaceutical Research Laboratory, National University of Sciences and Technology, Pakistan

Abstract
An optimized reversed-phase high-performance liquid chromatography (RP-HPLC) method equipped with fluorescent detection was developed and validated for the precise quantification of norfloxacin in pharmaceutical formulations and biological matrices. The chromatographic conditions, including mobile phase composition, flow rate, and detection wavelengths, were systematically optimized to achieve high sensitivity, selectivity, and reproducibility. Validation parameters such as linearity, accuracy, precision, limit of detection, and limit of quantification met the regulatory guidelines. The method was successfully applied to analyze norfloxacin content in commercial samples and stability studies. This analytical approach provides a reliable tool for quality control and pharmacokinetic investigations, ensuring therapeutic efficacy and safety of norfloxacin products.

Keywords: Norfloxacin, RP-HPLC, fluorescent detection, method validation, pharmaceutical analysis

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF PLUMERIA ALBA PETAL EXTRACTS AGAINST COMMON PATHOGENS

Dr. Laila Syakira
Brenda Collins
Department of Pharmacognosy, University of Malaya, Malaysia

Abstract
This investigation explores the antibacterial properties of Plumeria alba petal extracts against a range of clinically relevant bacterial pathogens. Various solvent extraction methods were employed to obtain bioactive compounds, which were then tested for inhibitory effects using disk diffusion and minimum inhibitory concentration assays. The extracts exhibited significant activity against Gram-positive and Gram-negative bacteria, with certain fractions demonstrating comparable potency to standard antibiotics. Phytochemical screening revealed the presence of flavonoids, alkaloids, and phenolic compounds that may contribute to the antimicrobial effects. These findings endorse Plumeria alba petals as a potential natural source for developing novel antibacterial agents, especially in the context of rising antibiotic resistance. Further research into the isolation of active constituents and mechanism of action is recommended.

Keywords: Plumeria alba, antibacterial activity, natural extracts, pathogenic bacteria, phytochemicals

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

AUTOMATED DETECTION OF FALSE ALERTS IN DRUG-DRUG INTERACTION SYSTEMS USING MACHINE LEARNING

Dr. Yan-Jhih Huang
Department of Computer Science, National Taiwan University, Taiwan

Ms. Yu-Chuan Lee
Institute of Biomedical Informatics, National Yang-Ming University, Taiwan

Abstract
This study presents a machine learning-based approach for the automated identification of false alerts in drug-drug interaction (DDI) detection systems, which are crucial for patient safety but often generate excessive false-positive warnings. A dataset of known DDIs and expert-labeled false alerts was curated to train and evaluate various supervised learning algorithms. Feature engineering incorporated both pharmacological and clinical data, enhancing model performance. The best-performing models demonstrated high accuracy and specificity in distinguishing true interactions from false alerts. Implementation of this intelligent filtering system can significantly reduce alert fatigue among healthcare providers and improve clinical decision support systems. The approach paves the way for more reliable and efficient medication safety monitoring.

Keywords: Drug-drug interactions, machine learning, false alert detection, clinical decision support, patient safety

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

COMPARATIVE STUDY OF ANTIBACTERIAL EFFECTS OF ETHANOLIC AND ISOPROPYL-HEXANE EXTRACTS OF ZINGIBER OFFICINALE

Dr. Tahereh Nazari
Department of Pharmacology, Tehran University of Medical Sciences, Iran

Mahsa Jasemi
School of Pharmacy, Shahid Beheshti University, Iran

Abstract
This comparative study evaluates the antibacterial efficacy of ethanolic and isopropyl-hexane extracts of Zingiber officinale (ginger) against several pathogenic bacteria. Both extracts were obtained through solvent extraction and tested using standard microbiological assays to determine zones of inhibition and minimum inhibitory concentrations. Results indicated that the ethanolic extract exhibited broader-spectrum antibacterial activity and greater potency compared to the isopropyl-hexane extract. Phytochemical analysis suggested higher concentrations of bioactive compounds such as gingerols and shogaols in the ethanolic extract, possibly explaining its superior effects. These findings support the potential application of ginger extracts as natural antimicrobial agents and encourage further studies on their mechanisms and clinical use.

Keywords: Zingiber officinale, antibacterial activity, ethanolic extract, isopropyl-hexane extract, natural antimicrobials

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

THE IMPACT OF STAKEHOLDER COMMUNICATION STRATEGIES ON CONSUMER ACCEPTANCE AND FINANCIAL PERFORMANCE IN THE FERTILIZER INDUSTRY IN MALAYSIA

Dr. Amina Yusuf
Faculty of Business, University of Malaya, Malaysia

Abstract
This study investigates the influence of stakeholder communication strategies on consumer acceptance and the resultant financial performance within Malaysia's fertilizer industry. Through a mixed-methods approach combining qualitative interviews with key stakeholders and quantitative analysis of financial data, the research identifies critical communication practices that enhance customer trust and engagement. Emphasis is placed on transparency, responsiveness, and adaptation to stakeholder concerns. Findings reveal that effective communication significantly boosts consumer acceptance, which in turn positively affects financial outcomes such as sales growth and profitability. The study provides actionable recommendations for fertilizer companies aiming to strengthen their stakeholder relationships and optimize performance amid increasing market competition and environmental awareness.

Keywords: Stakeholder communication, consumer acceptance, financial performance, fertilizer industry

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

ANALYSIS OF RUBBER WASTE UTILIZATION IN MANUFACTURING PROCESSES: A CASE STUDY OF PANDORA PRODUCTION COMPANY

Wuttichai Thongchai
Prof. Dr. Marek Kowalski
Faculty of Chemical Engineering, Warsaw University of Technology, Poland

Abstract

This paper presents a comprehensive analysis of rubber waste utilization in manufacturing through a case study at Pandora Production Company. Employing material flow analysis and life cycle assessment methodologies, the study examines current rubber waste management practices and evaluates their environmental and economic impacts. Results demonstrate that incorporating recycled rubber waste into production processes reduces raw material consumption and waste disposal costs while maintaining product quality. Furthermore, the research highlights key challenges such as technological limitations and regulatory constraints. Recommendations include adopting innovative recycling techniques and policy incentives to maximize rubber waste valorization, aligning with sustainable manufacturing goals. The findings contribute to advancing circular economy practices in rubber-based industries globally.

Keywords: Rubber waste, manufacturing processes, material flow analysis, recycling, sustainability

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

STRATEGIES FOR COMBATING MONEY LAUNDERING IN THE BANKING SECTOR: LESSONS FROM MALAYSIA

Noor Fatimah
School of Law, International Islamic University Malaysia

Dr. Zainal Abidin
Department of Banking and Finance, University of Kuala Lumpur, Malaysia

Abstract
This research critically examines anti-money laundering (AML) strategies implemented across the Malaysian banking sector. Through regulatory review and stakeholder interviews, the study assesses the efficacy of existing legal frameworks and institutional practices. Key strategies include enhanced customer due diligence, real-time transaction monitoring, and interagency cooperation. The findings suggest strengths in compliance culture but also identify gaps related to technological advancements and resource allocation. Based on comparative analysis with international best practices, the paper proposes improvements such as adopting fintech-based AML tools and capacity building among enforcement agencies to bolster Malaysia's defense against financial crimes. The study underscores the importance of dynamic regulatory environments to mitigate laundering risks effectively.

Keywords: Money laundering, banking sector, anti-money laundering strategies, Malaysia, financial regulation

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

HYBRID RENEWABLE ENERGY SYSTEMS FOR SMALL INDUSTRIAL COMPLEXES: OPTIMIZATION AND PERFORMANCE ANALYSIS

Eng. Nikola Stambolić
Dr. Katarina Petrovska
Department of Electrical Engineering, University of Belgrade, Serbia

Abstract

This paper investigates the design optimization and performance evaluation of hybrid renewable energy systems (HRES) tailored for small industrial complexes. Using simulation tools, the study integrates solar photovoltaic, wind turbines, and energy storage components to analyze cost-effectiveness and reliability under variable load demands. Sensitivity analyses identify optimal system configurations considering site-specific renewable resource availability and economic factors. Results highlight the potential of HRES to reduce fossil fuel dependency and operational costs while ensuring energy security. The research provides vital insights into scalability and adaptability, fostering sustainable energy transition within small-scale industrial sectors. Recommendations facilitate practical implementations and policy support for green energy adoption.

Keywords: Hybrid renewable energy, industrial complexes, system optimization, solar PV, wind energy

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

NEURAL NETWORK-BASED STATISTICAL PREDICTION OF FINANCIAL DISTRESS IN NIGERIA'S BANKING SECTOR

Prof. Dr. Chukwuemeka Nwosu
Department of Finance, University of Lagos, Nigeria

Abstract

The study presents a neural network-based statistical model to predict financial distress in Nigerian banks, addressing the sector's vulnerability to economic fluctuations. Historical financial data are analyzed using multilayer perceptron architectures for pattern recognition and risk classification. The model demonstrates high accuracy and early warning capability compared to traditional econometric approaches. Results indicate significant predictors including capital adequacy, liquidity ratios, and non-performing loans. The research supports financial institutions and regulators in implementing proactive risk management strategies to mitigate banking sector failures. This approach contributes to financial stability and sustainability in emerging economies.

KEYWORDS: FINANCIAL DISTRESS, NEURAL NETWORKS, BANKING SECTOR, NIGERIA, RISK PREDICTION

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

EVALUATING EFFICIENCY IN URBAN GOVERNANCE FOR SUSTAINABILITY AND COMPETITIVENESS: A STUDY ON KUALA LUMPUR

DR. AMIR HAMZAH
FACULTY OF SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES, UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA

MS. NURUL RASHID
FACULTY OF SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES, UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA

Abstract

This research evaluates the efficiency of urban governance mechanisms in Kuala Lumpur, focusing on sustainability and competitiveness outcomes. Through mixed-methods research incorporating stakeholder surveys and performance indicators, the study identifies governance strengths such as integrated planning and public engagement, while pinpointing bottlenecks including bureaucratic inertia and uneven resource allocation. The findings illustrate that governance efficiency directly influences urban sustainability goals, economic growth, and quality of life. Policy recommendations emphasize participatory governance, enhanced transparency, and inter-agency collaboration to foster resilient urban development amid rapid urbanization challenges. The paper contributes to the global discourse on sustainable metropolitan governance with practical insights for policymakers.

Keywords: Urban governance, sustainability, competitiveness, Kuala Lumpur, policy efficiency

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

APPLICATION OF NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEMS FOR FORECASTING GROSS DOMESTIC PRODUCT GROWTH

Assoc. Prof. Dr. Eleni Giovanis
Department of Economics, University of Athens, Greece

Abstract

This paper presents the application of neuro-fuzzy inference systems (NFIS) for forecasting GDP growth, combining neural networks' learning capabilities with fuzzy logic's handling of uncertainty. Empirical analyses applied NFIS models to macroeconomic indicators from multiple countries, comparing forecasting accuracy against conventional econometric models. The results showcase superior predictive performance and adaptability to volatile economic environments. This methodology offers robust forecasting tools for policymakers and investors by accommodating non-linear relationships and ambiguous data. The study suggests wider adoption of hybrid intelligent systems for enhanced economic forecasting and decision-making.

Keywords: Neuro-fuzzy inference, GDP forecasting, neural networks, fuzzy logic, economic prediction

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

ONE-POT FACILE SYNTHESIS OF N-DOPED GRAPHENE FROM PARA-PHENYLENEDIAMINE AS METAL-FREE CATALYSTS FOR OXYGEN REDUCTION IN ALKALINE FUEL CELLS

Dr. Amina Adeyemi
Department of Chemical Engineering, University of Lagos, Nigeria

Kwame Mensah
Faculty of Science, University of Ghana, Ghana

Thandi Mokoena
School of Chemistry, University of Cape Town, South Africa

Abstract
This study presents a facile one-pot synthesis method for nitrogen-doped graphene (N-graphene) derived from para-phenylenediamine, aiming to develop highly efficient metal-free catalysts for oxygen reduction reactions (ORR) in alkaline fuel cells. The synthesized N-graphene was characterized through various techniques to evaluate its morphological, structural, and electrochemical properties. The nitrogen doping was confirmed to significantly enhance the catalytic activity by improving the electron density and creating active sites on the graphene surface. Electrochemical analysis demonstrated superior ORR performance of the N-graphene catalyst compared to conventional metal-based catalysts, displaying excellent stability and durability in alkaline media. This metal-free catalyst not only addresses cost and resource issues linked with precious metals but also exhibits potential for large-scale fuel cell applications. The simple synthesis approach offers scalability and green chemistry benefits, making it a promising candidate in sustainable energy conversion technologies.

Keywords: N-doped graphene, oxygen reduction reaction, metal-free catalyst, alkaline fuel cells, para-phenylenediamine

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

MATERIAL SELECTION FOR FOOTWEAR INSOLES USING ANALYTICAL HIERARCHICAL PROCESS

Assis. Prof. Dr. Rajesh Singh
Dr. Priya Nair
Centre for Materials Research, National University of Singapore, Singapore

Abstract
This research applies the Analytical Hierarchical Process (AHP) to optimize material selection for footwear insoles, considering multiple criteria including comfort, durability, cost, and environmental impact. The study systematically evaluates a range of materials commonly used in insole manufacturing through pairwise comparisons and hierarchical decision modeling, allowing for quantifiable prioritization of material attributes. Experimental validation was conducted by assessing key parameters such as shock absorption, breathability, and wear resistance for the top-ranked materials. Results indicate that the AHP approach effectively balances conflicting criteria, enabling selection of materials that maximize user comfort while meeting performance and sustainability goals. The findings encourage manufacturers to implement structured decision-making tools in product development, enhancing customer satisfaction and ecological footprint reduction.

Keywords: Material selection, footwear insoles, Analytical Hierarchical Process, comfort, durability

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

EFFECTS OF TEST ENVIRONMENT ON SLIDING WEAR BEHAVIOR OF CAST IRON, ZINC-ALUMINUM ALLOY, AND THEIR COMPOSITES

Dr. Fahad Ahmad
Imran Sheikh
Centre for Advanced Materials Research, National University of Sciences and Technology, Pakistan

Abstract
This experimental study investigates how different testing environments influence the sliding wear behavior of cast iron, zinc-aluminum alloy, and their composite materials. Wear tests were carried out under varying conditions including dry, lubricated, and corrosive mediums to explore the degradation mechanisms and frictional performance. Surface morphology and wear debris analyses were employed to understand material interaction with test environments. The study found that environmental factors significantly alter wear rates and modes, with lubricated conditions consistently reducing wear, while corrosive environments accelerated material degradation. Notably, composites demonstrated enhanced wear resistance across conditions due to synergistic effects of constituent phases. These insights provide crucial guidance for material application in mechanical systems subjected to diverse operational environments.

Keywords: Sliding wear, test environment, cast iron, zinc-aluminum alloy, composites

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

PREDICTION OF CUTTING TOOL LIFE IN DRILLING REINFORCED ALUMINUM ALLOY COMPOSITES USING A FUZZY LOGIC APPROACH

Assoc. Prof. Dr. Sameer Malik
Faculty of Mechanical Engineering, University of Engineering and Technology, Lahore, Pakistan

Abstract
This paper explores the use of fuzzy logic modeling to predict the life expectancy of cutting tools during drilling operations on reinforced aluminum alloy composites. The complex interactions between machining parameters and tool wear progression challenge conventional prediction methods. Fuzzy logic offers a flexible, rule-based approach to handle uncertainties in input parameters such as feed rate, spindle speed, and reinforcement content. Experimental data were collected and used to train and validate the model, showing a strong correlation between predicted and observed tool life. The approach enables improved tool selection and process optimization, reducing costs and downtime in composite machining industries.

Keywords: Cutting tool life, drilling, aluminum alloy composites, fuzzy logic, machining parameters

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

MATERIAL SELECTION FOR MANUAL WINCH ROPE DRUM APPLICATIONS

Dr. Joseph Kamau
Department of Mechanical Engineering, University of Nairobi, Kenya

Brian Okello
Engineering Research Centre, Strathmore University, Kenya

Samuel Muriuki
Materials Innovation Institute, Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, Kenya

Abstract
This study presents a comprehensive material selection framework for manual winch rope drum applications, combining mechanical performance, corrosion resistance, manufacturability, and cost-effectiveness criteria. Materials commonly used in rope drums were evaluated through multi-criteria decision-making techniques supported by laboratory testing and field data. The optimal selection balances strength, toughness, and wear resistance requirements while considering environmental exposure challenges. The study's recommendations aim to improve the operational reliability and lifespan of winch rope drums in diverse industrial settings, contributing to safer and more efficient mechanical system design.

Keywords: Material selection, winch rope drum, multi-criteria decision-making, mechanical properties, durability

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

UV-CURED COATINGS BASED ON ACRYLATED EPOXIDIZED SOYBEAN OIL AND EPOXY CARBOXYLATE

Assis. Prof. Khalid Al-Mansoori
Lecturer Lina Barakat
Assoc Prof. Dr. Hana Saad
Department of Polymer Science, Cairo University, Egypt

Abstract
This research develops UV-cured coatings synthesized from acrylated epoxidized soybean oil and epoxy carboxylate, aiming to produce environmentally friendly, high-performance surface finishes. Characterization techniques assessed the curing behavior, mechanical properties, and thermal stability of the coatings. Results demonstrate that increased soybean oil content enhanced flexibility without sacrificing hardness or chemical resistance. The bio-based coatings showed rapid curing under UV exposure, offering low VOC emissions and energy efficiency. These findings support the use of renewable resources in advanced coating formulations, meeting industrial demands for sustainable materials.

Keywords: UV-cured coatings, soybean oil, epoxy carboxylate, sustainable polymers, bio-based materials

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

EXPERIMENTAL STUDY ON OVER-CUT IN ULTRASONIC MACHINING OF WC-CO COMPOSITES

Ramesh Kumar
Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology, Madras, India

Assist. Prof. Dr. Anil Singh
Centre for Advanced Manufacturing, National Institute of Technology, India

Abstract
This experimental investigation focuses on the over-cut phenomenon during ultrasonic machining of tungsten carbide-cobalt (WC-Co) composites, materials widely used in tooling and wear-resistant applications. The study examines how machining parameters such as frequency, amplitude, feed rate, and abrasive concentration influence over-cut dimensions and surface quality. Using statistical analysis and microscopy, the mechanisms causing deviations in final geometry due to ultrasonic vibrations were delineated. Findings assist in optimizing machining conditions to minimize over-cut, thereby enhancing dimensional accuracy and prolonging tool life in manufacturing WC-Co parts.

Keywords: Ultrasonic machining, tungsten carbide cobalt, over-cut, machining parameters, surface quality

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

INDUCTION MELTING TECHNIQUE FOR FABRICATION OF ALUMINUM-CARBON NANOTUBE NANOCOMPOSITES

Dr. Muhammad Tariq
Department of Materials Science, University of Engineering and Technology, Peshawar, Pakistan

Adeel Zaman
Nanotechnology Research Center, National University of Sciences and Technology, Pakistan

Abstract
This work reports on the fabrication of aluminum-carbon nanotube nanocomposites using an induction melting technique aimed at achieving uniform nanotube dispersion within the aluminum matrix. Process parameters such as melting temperature, holding time, and stirring speed were optimized to minimize agglomeration and promote interfacial bonding. Mechanical and microstructural characterization revealed significant enhancements in hardness, tensile strength, and thermal stability compared to pure aluminum. The induction melting approach offers a scalable route for manufacturing high-performance aluminum-based nanocomposites suitable for aerospace and automotive industries.

Keywords: Aluminum nanocomposites, carbon nanotubes, induction melting, mechanical properties, nanomaterials

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

VIRTUAL BIOLOGY LABORATORY FOR ENHANCED STUDENT LEARNING

Dr. Nurul Huda, Dr. Amirul Faizal
Affiliation: Department of Biology Education, University of Kuala Lumpur, Malaysia

Abstract
Virtual biology laboratories offer a transformative approach to learning, enhancing student engagement and understanding through immersive digital environments. This study investigates the effectiveness of virtual laboratories in secondary biology education, emphasizing their ability to simulate real-life experiments safely and cost-effectively. By enabling repetitive practice and instant feedback, virtual labs help students develop critical scientific skills and foster deeper conceptual comprehension. The research highlights challenges such as technological access and teacher preparedness, recommending targeted training programs for educators to maximize pedagogical benefits. Findings suggest that virtual labs contribute significantly to improved academic performance and student motivation, bridging the gap between theoretical knowledge and practical application, especially where physical lab resources are limited. Such innovations are crucial for adapting science education to evolving digital landscapes and preparing learners for future STEM careers.

Keywords: virtual laboratories, biology education, student engagement, digital learning

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

INTEGRATING ONLINE LABORATORIES INTO SECONDARY BIOLOGY EDUCATION IN KAZAKHSTAN

Ayan Mukhtar, Zhanar Bektemir, Dinara Sadykova
Affiliation: Faculty of Education, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Abstract
The integration of online laboratories into Kazakhstan's secondary biology curriculum offers substantial educational benefits, addressing constraints related to laboratory access and practical training. This paper evaluates implementation strategies and educational outcomes of online lab usage among high school students. It discusses infrastructural requisites, educator readiness, and curriculum alignment necessary to foster interactive and experiential learning. Online labs facilitate flexible schedules and diversified learning methods, effectively enhancing student scientific literacy and inquiry skills. The study underscores the importance of government support and digital resources to expand accessibility and sustain e-learning initiatives. Recommendations include continuous teacher development and student-centered pedagogies to optimize the potential of virtual labs in enriching secondary biology education and preparing students for competitive academic pursuits.

Keywords: online laboratories, secondary education, Kazakhstan, science pedagogy

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

BIOLOGICALLY INSPIRED REACTIVE AGENT MODELING USING X-MACHINES

Dimitrios Papadopoulos, Elena Nikolaidis, Yannis Christodoulou
Affiliation: Department of Computer Science, University of Thessaloniki, Greece

Abstract
This research develops biologically inspired reactive agent models using X-machines to simulate complex biological interactions and behaviors. The approach leverages formal computational frameworks to represent biological processes, allowing detailed study of system dynamics and emergent properties. Validation through case studies illustrates the model's robustness in simulating cellular activities and adaptive responses. The methodology bridges computational biology and artificial intelligence, enhancing predictive capabilities and experimental design. Results demonstrate significant improvements in modeling accuracy and scalability compared to traditional agent-based methods. The study suggests broader applications in bioinformatics, disease modeling, and synthetic biology, contributing valuable tools for both research and education in computational life sciences.

Keywords: X-machines, biologically inspired modeling, reactive agents, computational biology

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

CRYPTOGENIC FRESHWATER FISH BIODIVERSITY IN BANGLADESH

Dr. Md. Hasan, Dr. Kamal Uddin, Md. Tarek Hossain
Affiliation: Department of Zoology, University of Dhaka, Bangladesh

Abstract
The cryptogenic freshwater fish biodiversity of Bangladesh reflects complex historical and ecological factors influencing species distribution and conservation status. This study employs molecular and morphological analyses to identify species diversity, explore biogeographic patterns, and assess anthropogenic impacts on native fish populations. Results reveal previously unrecorded species and highlight critical habitats necessitating urgent protection. The research underscores the value of integrative taxonomy in fisheries management and biodiversity conservation. It advocates for sustainable practices and policy frameworks to mitigate habitat degradation and overexploitation, fostering preservation of Bangladesh's unique aquatic ecosystems. The findings also provide baseline data for ecological monitoring and environmental education initiatives aimed at community engagement in biodiversity stewardship.

Keywords: freshwater fish, biodiversity, Bangladesh, conservation biology

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

UNIFIED MODELS IN GENOME REARRANGEMENT AND SORTING PRIMITIVES IN BIOINFORMATICS

Dr. Anil Kumar, Assis. Prof. Dr. Priya Sharma, Rohit Singh
Affiliation: Department of Bioinformatics, Indian Institute of Technology, Delhi, India

Abstract
Genome rearrangement plays a pivotal role in evolutionary biology and comparative genomics. This paper introduces unified computational models for analyzing genome rearrangement events and sorting primitives, enhancing algorithmic efficiency and biological accuracy. Incorporating both classical and novel metrics, these models facilitate the identification of evolutionary scenarios and genetic relationships among species. Applications demonstrate the models' capacity to handle large-scale data and complex genomic structures, improving annotations and phylogenetic inference. The study contributes to advancing bioinformatics tools critical for decoding genomic architecture and understanding molecular evolution, ultimately aiding medical research and genetic engineering.

Keywords: genome rearrangement, bioinformatics, sorting algorithms, molecular evolution

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

MOLECULAR IDENTIFICATION AND DIVERSITY ASSESSMENT OF AGRICULTURAL PESTS USING DNA BARCODING

Dr. Saud Al-Mutairi, Faisal Al-Qahtani, Assoc. Prof. Dr. Noura Al-Harbi
Affiliation: Department of Agricultural Sciences, King Saud University, Saudi Arabia

Abstract
DNA barcoding offers a precise molecular approach for identifying agricultural pest species and assessing genetic diversity, crucial for effective pest management and crop protection. This study evaluates the genetic variability of major pests affecting key crops, employing mitochondrial gene markers for species discrimination. The results reveal cryptic species complexes and provide insights into pest population structure and dispersal patterns. The application of DNA barcoding supports rapid diagnostics and informs integrated pest management strategies, reducing reliance on chemical pesticides and enhancing sustainable agriculture. The research advocates for broader adoption of molecular tools in agricultural biosecurity and biodiversity conservation.

Keywords: DNA barcoding, agricultural pests, genetic diversity, pest management

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

ADVANCED MICROFLUIDIC TECHNIQUES FOR BIOMEDICAL AND BIOHEALTH APPLICATIONS

Dr. Zahra Roudsari, Dr. Nima Etemad
Affiliation: Department of Biomedical Engineering, Sharif University of Technology, Iran

Abstract
Microfluidics technology has revolutionized biomedical research by enabling precise manipulation of fluids at microscale, facilitating innovative diagnostic and therapeutic applications. This review highlights recent advances in microfluidic device design and fabrication tailored for biohealth applications, such as point-of-care diagnostics, drug delivery, and tissue engineering. Enhanced sensitivity, reduced sample volume, and integration capabilities characterize these systems, promoting personalized medicine. The article discusses challenges including device standardization and scalability, proposing interdisciplinary strategies to accelerate clinical translation. By synthesizing current trends and future directions, the work aims to guide researchers and industry towards optimizing microfluidic platforms for healthcare innovations.

Keywords: microfluidics, biomedical engineering, diagnostics, biohealth

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF INTERPROFESSIONAL SIMULATION TRAINING ON COLLABORATIVE SKILLS AMONG HEALTHCARE UNDERGRADUATES

Assoc. Prof. Dr. L. Thompson Ramirez, Lec. N. Khamal
Affiliation: School of Health Sciences, University of Jordan, Jordan

Abstract
Interprofessional simulation training (IPST) enhances collaborative skills among healthcare undergraduates by providing realistic, hands-on learning environments that mimic clinical settings. This study measures the impact of IPST on communication, teamwork, and decision-making abilities in multidisciplinary teams. Mixed-method assessments, including surveys and focus groups, indicate significant improvements in students' confidence and competence post-training. The findings support integrating simulation-based interprofessional education into healthcare curricula to foster effective teamwork and improve patient outcomes. Challenges such as resource allocation and faculty training are discussed, with recommendations for sustainable implementation. The research underscores IPST as a vital pedagogical tool for preparing future healthcare professionals in complex clinical environments.

Keywords: interprofessional education, simulation training, collaborative skills, healthcare education

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

DIFFERENTIATION OF GENE EXPRESSION PROFILES IN LIVER AND KIDNEY TISSUES OF PIGS

Assoc. Pro. Dr. Sergey Sokolova
Department of Molecular Biology, National University of Science, Russia

Abstract

This study explores the differential gene expression profiles in liver and kidney tissues of pigs, aiming to understand tissue-specific regulation at the molecular level. Using high-throughput RNA sequencing, distinct expression patterns were identified, revealing tissue-dependent gene activity linked to metabolic and detoxification processes. The liver samples exhibited heightened expression of genes associated with xenobiotic metabolism and lipid processing, emphasizing its critical role in biochemical homeostasis. In contrast, the kidney samples showed elevated expression of genes involved in ion transport and filtration functions, highlighting the organ's role in fluid and electrolyte balance. Further analysis suggested the involvement of specific transcription factors modulating these tissue-specific gene networks. These findings provide comprehensive insights into pig tissue biology, offering potential applications in livestock breeding and biomedical research. Understanding these molecular differences not only advances the field of comparative physiology but also supports the development of targeted therapies and interventions for organ-specific diseases.

Keywords: gene expression, liver, kidney, pigs, tissue specificity

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

DECISION TREES FOR PREDICTING RISK OF MORTALITY USING ROUTINELY COLLECTED DATA

Dr. Emily Carter, Dr. James Walker, Dr. Michael Thompson
Faculty of Environmental Sciences, University of Belgrade, Serbia

Abstract

Predicting patient mortality risk is fundamental for improving clinical decision-making and resource allocation. This research employs decision tree algorithms on routinely collected healthcare data to develop robust predictive models for mortality risk assessment. Data obtained from electronic health records including demographic, clinical, and laboratory variables were analyzed. The decision tree models effectively stratified patients into risk categories, revealing critical predictors including age, comorbidities, and vital sign abnormalities. The models were validated using cross-validation techniques, demonstrating high accuracy, sensitivity, and specificity. Importantly, decision trees offered easily interpretable rules for clinical use. This approach enables proactive patient management by identifying high-risk individuals early, facilitating targeted interventions. The study underscores the utility of machine learning techniques in improving healthcare outcomes and supports integration of predictive analytics into clinical workflows. Future research should examine real-time model updating and validation across diverse populations.

Keywords: decision trees, mortality prediction, machine learning, healthcare data

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

SELENIUM LEVELS IN AGRICULTURAL SOILS AND CROPS OF THE BALKAN REGION

Mila Stefanovic, Dragan Kovacevic
Faculty of Environmental Sciences, University of Belgrade, Serbia

Abstract
This study investigates selenium concentrations in agricultural soils and staple crops across the Balkan region, assessing potential impacts on human nutrition and environmental health. Soil and crop samples were collected from multiple sites representing diverse climatic and geological conditions. Analytical quantification via atomic absorption spectrometry revealed varied selenium levels, with significant spatial heterogeneity influenced by soil type and anthropogenic inputs. Certain areas demonstrated deficiencies potentially leading to health risks due to inadequate dietary selenium. Crops including wheat and maize exhibited selenium content correlated with soil concentrations, emphasizing bioavailability challenges. The findings highlight the need for region-specific agricultural management practices to enhance selenium intake through food, ensuring population health. Moreover, continuous monitoring is essential to balance adequate selenium supply while preventing toxicity, reflecting the delicate nature of micronutrient cycling in agroecosystems.

Keywords: selenium, soil, crops, Balkans, micronutrients

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

MODELING THE COMPLEX INTERACTIONS BETWEEN MIRNA DYSREGULATION AND BREAST CANCER PROGRESSION

Dr. Neda Karimi, Assoc. Prof. Dr. Pardis Mousavi
Department of Cancer Biology, Tehran Medical University, Iran

Abstract

Breast cancer progression involves a multifaceted interplay of genetic and epigenetic alterations, with microRNAs (miRNAs) playing pivotal regulatory roles. This study models the intricate interactions between miRNA dysregulation and tumor development using computational and experimental frameworks. Data integration from breast cancer patient samples and cell lines identified key miRNAs exhibiting aberrant expression patterns linked to oncogenic pathways. Network models revealed how these miRNAs influence gene targets involved in cell proliferation, apoptosis, and metastasis. Functional assays corroborated model predictions, demonstrating that modulation of specific miRNAs alters cancer cell behavior. This research provides deeper insights into breast cancer biology and identifies promising miRNA candidates for diagnostic and therapeutic development. Understanding miRNA networks offers potential for personalized medicine approaches, improving outcomes through targeted interventions.

Keywords: miRNA, breast cancer, gene regulation, tumor progression

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

MODELING THE COMPLEX RELATIONSHIP BETWEEN MIRNA DYSREGULATION AND BREAST CANCER PROGRESSION

Dr. Olufemi Adewale, Dr. Chinedu Okoro
Faculty of Biomedical Sciences, University of Lagos, Nigeria

Abstract

The progression of breast cancer is intricately driven by dysregulated microRNAs that modulate diverse signaling pathways governing cell fate. This study employs systems biology approaches to model miRNA-gene regulatory networks implicated in breast cancer. Computational analyses of patient-derived datasets facilitated the identification of dysregulated miRNAs targeting critical oncogenes and tumor suppressors. Simulated perturbations illustrated the dynamic influence of miRNA expression changes on cancer cell proliferation and metastasis. Experimental validation using breast cancer cell cultures confirmed the regulatory roles of highlighted miRNAs. The comprehensive model underscores the significance of miRNA-mediated control in cancer biology and the therapeutic potential of targeting these molecules. The findings pave the way for enhanced biomarker discovery and novel treatment modalities tailored to miRNA profiles.

Keywords: breast cancer, miRNA, regulatory networks, systems biology

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

PRELIMINARY ANALYSIS OF REAL-TIME HAND MOVEMENT RECOGNITION FOR UPPER-LIMB PROSTHETICS BASED ON ELECTROMYOGRAPHIC SIGNALS

Assoc. Prof. Dr. Hiroshi Takeda, Assist. Prof. Dr. Maria Gonzalez, Lec. Ahmed El-Sayed, Dr. Jonathan Clarke
Department of Biomedical Engineering, Kyoto Institute of Technology, Japan

Abstract
Effective control of upper-limb prosthetics relies heavily on accurate real-time interpretation of electromyographic (EMG) signals corresponding to hand movements. This study presents a preliminary analysis of a system designed to recognize distinct hand motions by analyzing EMG data from residual limb muscles. Multiple feature extraction techniques and classification algorithms were evaluated to optimize recognition accuracy. The system demonstrated promising results in distinguishing standard hand gestures, with potential applicability in improving prosthetic functionality and user experience. Limitations and challenges such as signal variability and computational latency are discussed, highlighting future directions for refinement. This research contributes to the advancement of neuroengineering interfaces that restore dexterity and autonomy to amputees.

Keywords: electromyography, prosthetics, hand movement, signal processing

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

ADVANCED SIMULATION PLATFORM FOR MEDICAL IMAGE FUSION AND LEARNING

Assoc. Prof. Dr. Beatriz Oliveira, Assis. Prof. Dr. Inês Soares, Miguel A. Duarte
Institute of Computational Medicine, University of Lisbon, Portugal

Abstract
Recent advancements in medical imaging have emphasized the integration of multi-modal data to enhance diagnostic accuracy and treatment planning. This work introduces an advanced simulation platform that facilitates the fusion of diverse medical images through machine learning techniques. The platform supports the incorporation of MRI, CT, and PET data, enabling robust image registration and enhanced visualization. Machine learning models assist in feature extraction and anomaly detection, improving clinical decision support. Validation using clinical datasets demonstrated improved diagnostic clarity and segmentation performance. This platform holds significant potential for personalized medicine by providing clinicians with comprehensive imaging insights. Future work will extend the platform's capabilities to real-time applications and broader disease spectra.

Keywords: medical imaging, image fusion, machine learning, simulation

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

SUSTAINABLE URBAN HOUSING DESIGN STRATEGIES FOR RESILIENT COMMUNITIES

Elena Markarian, Assis. Prof. Dr. Dimitrios Kalogeropoulos, Maria Fernanda Castillo, Dr. Arvind Rathore
Department of Urban Planning and Architecture, National Technical University, Greece

Abstract
This paper explores sustainable urban housing design strategies aimed at creating resilient communities capable of adapting to environmental, social, and economic challenges. It highlights the importance of integrating ecological principles, energy-efficient technologies, and socially inclusive planning to foster sustainable urban environments. Through case studies and comparative analysis of housing projects in Mediterranean countries, the research identifies best practices in architectural design, materials usage, and community engagement. The study emphasizes the role of affordable, flexible housing typologies that support both environmental stewardship and social equity. Methods include qualitative interviews with planners and residents, environmental impact assessments, and energy modeling to evaluate sustainability outcomes. The findings suggest that resilient housing designs contribute positively to community health, reduce carbon footprints, and enhance social cohesion. The paper concludes by proposing policy recommendations for urban planners, architects, and policymakers to foster sustainable development aligned with resilient community frameworks.

Keywords: sustainable housing, urban resilience, community design, energy efficiency

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

INTEGRATED FLOOD-RESILIENT INFRASTRUCTURE PLANNING FOR COASTAL CITIES

Dr. Lara M. Oliveira, Assoc. Prof. Dr. Marco Vitali
Department of Urban Planning and Architecture, National Technical University, Greece

Abstract

This study examines strategies for planning flood-resilient infrastructure in coastal cities vulnerable to climate change and rising sea levels. Emphasizing an integrated approach, the paper discusses structural and non-structural solutions that combine engineering, ecological restoration, and urban planning concepts. Using modeling techniques and empirical data from Brazilian coastal cities, the research evaluates the effectiveness of levees, green infrastructure, early warning systems, and community participation. The importance of multi-level governance and stakeholder collaboration is underlined to enhance adaptive capacity and disaster preparedness. Challenges such as funding constraints, rapid urbanization, and socio-economic disparities are analyzed. The findings demonstrate that integrated, context-sensitive planning enhances resilience while promoting sustainable urban development. The paper argues for embedding resilience principles into policy frameworks to safeguard vulnerable populations and critical infrastructure from future flood risks.

Keywords: flood resilience, coastal infrastructure, climate adaptation, urban planning

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

CROSS-CULTURAL PERSPECTIVES IN MODERN URBAN ARCHITECTURE

João Mendes, Assis. Prof. Dr. Farid Aliev, Nadira Khan
Department of Architecture, University of Lisbon, Portugal

Abstract

This paper investigates the influence of cross-cultural interactions on contemporary urban architectural practices. It explores how globalization, migration, and technological exchange foster dynamic architectural forms that blend local traditions with international styles. Analyzing case studies from Europe, Central Asia, and South Asia, the study reveals how cultural values, climate, and history inform design approaches. It examines the integration of sustainable technologies, vernacular elements, and modern aesthetics in creating urban spaces that reflect diverse identities and socio-cultural narratives. Methods include field observations, design analysis, and interviews with architects and urban planners. The study underscores the importance of culturally sensitive design in fostering inclusive urban environments, enhancing social cohesion, and preserving heritage amid rapid urban transformation. The paper concludes with recommendations for architects and planners to embrace cultural diversity while addressing contemporary urban challenges.

Keywords: cross-cultural architecture, urban design, globalization, cultural identity

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

INNOVATIVE FINANCIAL MODELS FOR AFFORDABLE HOUSING IN EMERGING ECONOMIES

Dr. Timothy Adebayo, Chidera Okonkwo, Rizal Hidayat
Department of Economics, University of Lagos, Nigeria

Abstract

This research explores innovative financial models designed to promote affordable housing in emerging economies. By analyzing microfinance, public-private partnerships, cooperative housing, and government subsidies, the study assesses the effectiveness of these models in increasing housing accessibility for low- and middle-income households. Empirical data from housing projects across Africa and Southeast Asia are used to evaluate financial sustainability, borrower risk, and social impact. The paper highlights challenges such as regulatory barriers, informal housing markets, and financial literacy gaps. It advocates for tailored financing solutions that address local socio-economic conditions and foster collaboration between stakeholders. The findings suggest that combining innovative financing with policy reforms can significantly reduce housing deficits and improve urban living standards. The study offers recommendations for policymakers, financial institutions, and community organizations to scale up affordable housing initiatives in developing countries.

Keywords: affordable housing, financial models, emerging economies, microfinance, public-private partnerships

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

ARCHITECTURAL STRATEGIES FOR CLIMATE-ADAPTIVE PUBLIC SPACES

Manoj Patel, Dr. Hana Syafiqah
Department of Architecture and Environmental Design, National University of Singapore, Singapore

Abstract
This paper discusses architectural strategies for designing climate-adaptive public spaces that enhance urban resilience and human comfort in the face of climate change. It focuses on passive design techniques, green infrastructure, and innovative materials that mitigate heat stress, improve air quality, and promote biodiversity. Case studies from tropical cities in Asia demonstrate design interventions such as shading devices, water features, and permeable surfaces. The research integrates environmental simulation tools and user experience surveys to evaluate effectiveness in enhancing public space usability and ecological function. The study highlights the social benefits of adaptive design, including increased inclusivity, community engagement, and mental well-being. It concludes by recommending interdisciplinary collaboration among architects, ecologists, and urban planners to advance climate-sensitive public space design strategies globally.

Keywords: climate adaptation, public spaces, urban design, sustainability, passive design

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

RISK ASSESSMENT AND SAFETY MANAGEMENT IN INDUSTRIAL URBAN ZONES

Dr. Khaya Qonono, Assis. Prof. Dr. Zeynep Alimova, Paulo Ribeiro
Department of Environmental Health and Safety, University of Johannesburg, South Africa

Abstract

This research addresses risk assessment and safety management practices within industrial urban zones characterized by high-density populations and complex hazards. It examines methodologies for hazard identification, risk prioritization, and implementation of safety controls in sectors such as manufacturing, chemical processing, and waste management. The study includes risk analysis models and case studies from South African industrial areas to evaluate effectiveness in minimizing accidents and environmental impacts. It discusses regulatory frameworks, stakeholder engagement, and technological innovations including real-time monitoring and emergency preparedness systems. Findings suggest that integrated risk governance, coupled with community awareness programs, significantly enhances safety outcomes. The paper recommends policy enhancements and capacity building for enforcing safety standards in urban industrial contexts, contributing to sustainable urban development and public health protection.

Keywords: risk assessment, safety management, industrial zones, urban health, environmental hazards

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

ADVANCES IN LIGHTING SIMULATION AND VISUAL COMFORT ANALYSIS IN CONTEMPORARY ARCHITECTURE

Assoc. Prof. Dr. Luca Moretti, Mahmoud Al-Khatib, E. S. Cantrell, Sofia Petrova
Department of Architectural Engineering, Politecnico di Milano, Italy

Abstract

This study reviews recent advances in lighting simulation technologies and their applications in enhancing visual comfort in contemporary architectural design. It assesses software tools and methodologies used to model natural and artificial lighting conditions in varied building typologies. The research evaluates parameters such as daylight availability, glare control, luminance distribution, and occupant satisfaction through simulation and field measurements. Case studies across European and Middle Eastern climates illustrate how leveraging lighting simulation informs sustainable design decisions optimizing energy efficiency and human comfort. The paper also explores the integration of lighting simulation with building information modeling (BIM) and smart control systems. The findings highlight that advanced lighting analysis contributes to improved architectural aesthetics, environmental performance, and occupant well-being. The study advocates for widespread adoption of these technologies in architectural curricula and practice to promote healthier built environments.

Keywords: lighting simulation, visual comfort, architecture, energy efficiency, building

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

IMPACT OF TELEHEALTH IMPLEMENTATION ON MATERNAL AND NEWBORN HEALTH OUTCOMES IN RURAL MIDDLE EASTERN COMMUNITIES

Assoc. Prof. Dr. Layla Hassan, Omar Al-Najjar, Sara Al-Mutairi
Department of Public Health, University of Jordan, Jordan

Abstract
This study investigates the effects of telehealth implementation on maternal and newborn health outcomes in rural Middle Eastern communities. Telehealth services provide critical healthcare access to underserved populations, helping overcome geographical and infrastructural barriers. The research assesses how telehealth interventions improve antenatal care (ANC) attendance, monitor maternal progress, and support newborn care. Using a mixed-methods approach, surveys and health records from several rural clinics were analyzed to measure the frequency of ANC visits, early identification of complications, and neonatal health indicators. The findings show significant improvements in healthcare delivery efficiency, patient satisfaction, and health outcomes for mothers and newborns following telehealth adoption. Challenges including limited technology access, digital literacy, and cultural acceptance were also identified. The study concludes by recommending broader telehealth integration with government support to enhance maternal and newborn health across the region. The results underscore the importance of digital health solutions in improving rural healthcare equity and outcomes in the Middle East.

Keywords: telehealth, maternal health, newborn outcomes, rural healthcare, Middle East

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

STRATEGIES TO ENHANCE MENTAL HEALTH SUPPORT FOR PREGNANT AND POSTPARTUM WOMEN IN MIDDLE EASTERN HEALTHCARE SETTINGS

Dr. Fatima Suleiman, Khaled Al-Farsi
Department of Psychiatry, King Saud University, Saudi Arabia

Abstract

This paper addresses strategies to improve mental health support for pregnant and postpartum women in Middle Eastern healthcare settings. Maternal mental health challenges, including depression, anxiety, and stress, significantly impact both mother and child wellbeing. The study reviews existing mental health services, identifies gaps in care, and suggests culturally sensitive interventions tailored to this region's unique social and religious context. Using patient interviews, healthcare provider surveys, and policy analysis, the research recommends integrated mental health screening protocols, training for healthcare workers, and community-based awareness programs. Collaboration between obstetric and mental health services is emphasized to provide holistic care. The authors highlight the importance of family involvement and reducing stigma surrounding mental illness in care provision. The paper advocates for policy reforms and resource allocation to enhance maternal mental health support, ultimately improving outcomes for mothers and their families in the Middle East.

Keywords: maternal mental health, postpartum care, healthcare strategies, Middle East, mental health support

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

IMPLEMENTING TELEHEALTH IN RURAL AND REMOTE COMMUNITIES FOR PRIMARY CARE

Prof. Dr. Alejandro Ruiz, Dr. Fatima Khan, Assis. Prof. Dr. Morten Larsen
Department of Family Medicine, American University of Beirut, Lebanon

Abstract

This study analyzes telehealth implementation for primary care in rural and remote Middle Eastern communities, where healthcare access is limited. The research examines innovative telehealth models to deliver essential health services, reduce patient travel burdens, and enhance preventive care. Qualitative and quantitative data from pilot projects highlight improvements in chronic disease management, vaccination rates, and patient satisfaction. The study also addresses challenges such as internet connectivity issues, cultural resistance, and healthcare provider training. Outcomes demonstrate that telehealth effectively bridges gaps in primary care service delivery, promoting early diagnosis and continuous monitoring. The authors recommend scalable telehealth programs powered by robust digital infrastructure and government backing to expand healthcare accessibility. The paper concludes that telehealth is a vital tool in improving health equity in remote Middle Eastern areas, fostering broader healthcare system resilience.

Keywords: telehealth, primary care, rural health, healthcare access, Middle East

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

ASSESSMENT OF PAIN MANAGEMENT PRACTICES IN PEDIATRIC CARE UNITS ACROSS MIDDLE EASTERN COUNTRIES

Dr. Rania Khalil, Youssef Mahmoud, Dr. Leila Mansour
Department of Pediatric Medicine, Cairo University, Egypt

Abstract

This research assesses pain management practices in pediatric care units across the Middle East, focusing on protocols, staff training, and patient outcomes. Adequate pain control in children is critical for comfort, recovery, and overall health but remains inconsistently applied in the region. The study collects data from hospitals in Egypt, Jordan, and Lebanon, evaluating clinical procedures, medication use, and caregiver awareness. Findings reveal variability in pain assessment tools, analgesic availability, and educational resources, often limited by resource constraints and cultural misconceptions about pediatric pain. The paper advocates for standardized pain management guidelines, enhanced training programs for healthcare professionals, and increased family involvement in pain care. Implementing evidence-based practices is vital to improve pediatric patients' quality of care and address disparities in pain management across Middle Eastern healthcare settings.

Keywords: pain management, pediatric care, Middle East, clinical practice, healthcare training

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

THE ROLE OF NURSES IN CHRONIC DISEASE MANAGEMENT: A CROSS-COUNTRY STUDY IN THE MIDDLE EAST

Prof. Dr. Ahmed Farouk, Dr. Salma Nabil, Prof. Dr. Dalia Karam
School of Nursing, University of Beirut, Lebanon

Abstract

This cross-country study explores the vital role nurses play in managing chronic diseases such as diabetes, cardiovascular diseases, and respiratory conditions across Middle Eastern countries. The research evaluates nursing roles regarding patient education, medication adherence, lifestyle counseling, and monitoring. Data collected through interviews and surveys across hospitals in Lebanon, Jordan, and Saudi Arabia highlight significant contributions nurses make towards improving patient outcomes and reducing hospital admissions. The study identifies barriers, including workload, training gaps, and limited multidisciplinary collaboration. Recommendations include expanding nursing education programs, establishing chronic care teams, and enhancing policy support for nurse-led interventions. The findings reinforce nurses' essential position in chronic disease management and call for strengthening nursing capacity to address the rising burden of chronic illness within the Middle East effectively.

Keywords: nursing, chronic disease management, Middle East, patient care, health education

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

EVALUATION OF NURSING EDUCATION CURRICULA IN THE MIDDLE EAST: ALIGNMENT WITH GLOBAL HEALTHCARE NEEDS AND CULTURAL CONTEXTS

Prof. Dr. Samir Abbas
Department of Nursing Education, Jordan University of Science and Technology, Jordan

Abstract

This paper evaluates nursing education curricula across Middle Eastern countries in terms of their alignment with global healthcare standards and responsiveness to local cultural contexts. The study reviews curricula from universities in Jordan, Saudi Arabia, and Egypt, comparing educational content, clinical training, and competency outcomes. It examines integration of global health competencies, cultural competence training, and use of simulation technologies. The research identifies strengths, including growing emphasis on evidence-based practice and interprofessional education, alongside challenges such as balancing Western models with local cultural norms. Recommendations focus on enhancing curricular flexibility, incorporating region-specific health issues, and fostering partnerships with international nursing bodies. The study calls for reforms that equip nursing graduates to meet contemporary healthcare demands while honoring cultural sensitivities, ensuring quality nursing care throughout the Middle East.

Keywords: nursing education, curriculum, cultural competence, healthcare needs, Middle East

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

PEDIATRIC NURSING AND FAMILY-CENTERED CARE: IMPROVING CHILDHOOD HEALTH OUTCOMES

Assoc. Prof. Dr. Helena Schmidt, Dr. Rafael Costa, lec. Priya Sharma
School of Nursing, American University of Beirut, Lebanon

Abstract

This study highlights the impact of pediatric nursing practices emphasizing family-centered care on improving childhood health outcomes in Middle Eastern healthcare settings. Reviewing clinical interventions, parental involvement, and communication strategies, the research finds that family-centered models increase treatment adherence, reduce hospitalization rates, and enhance child and family satisfaction. Data collected from pediatric units in Lebanese hospitals indicate the need to better integrate families into care planning and decision-making processes. Barriers such as cultural attitudes, resource limitations, and nursing education gaps are discussed. The study underscores the importance of training nurses in family-centered approaches and recommends policy support to embed these practices more widely. The results advocate for holistic pediatric care that respects family dynamics and promotes healthier growth trajectories for children across the Middle East.

Keywords: pediatric nursing, family-centered care, childhood health, Middle East, nursing practice

ISBN NR. : 978-625-5694-36-2

EFFECTIVENESS OF COMMUNITY-BASED HEALTH PROMOTION PROGRAMS LED BY NURSES IN MIDDLE EASTERN URBAN AREAS

Dr. Sara Nasser, Assoc. Prof. Dr. Fadi Hassan, Prof. Dr. Laila Abdallah
Public Health Nursing Department, University of Amman, Jordan

Abstract
This study evaluates community-based health promotion programs led by nurses in urban areas of the Middle East. Focused on chronic disease prevention, maternal-child health, and health literacy, the research assesses program design, community engagement, and health outcomes. Surveys and focus groups conducted in Amman and Beirut indicate that nurse-led initiatives significantly improve behavioral changes, such as increased physical activity, better nutrition, and improved maternal care practices. The research identifies factors contributing to program success, including culturally tailored health education, multidisciplinary collaboration, and strong community trust in nurses. Challenges such as funding constraints and urban health disparities are also acknowledged. The study recommends expanding nurse-led community programs as effective public health strategies to mitigate rising non-communicable diseases and promote healthier populations in Middle Eastern urban settings.

Keywords: health promotion, nursing, community programs, urban health, Middle East