CONFERENCE BOOK

Issued: 15,10. 2025
ISBN: 978-625-5694-32-4

AICHEAS 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
SEPTEMBER 5-7, 2025
MUŞ

CONGRESS ORGANIZING BOARD

Head of Conference: Prof. Dr. Başak Hanedan
Head of Organizing Board: Assis. Prof. Dr. Gültekin Gürçay

Prof. Dr. Hülya Çiçek
Prof. Dr. Ali 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
Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran
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
Assist.Prof.Dr. Naci Büyükkaracığan
Lect. Mehmet Nuri Ödük
Assist. Prof. Ihwan Ghazali
Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu
Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou
Dr. Dadash Mehravari
Dr. Aynurə Əliyeva
Dr. Amaneh Manafidizajı

Issued: 15. 10. 2025
***ISBN*: 978-625-5694-32-4**

CONFERENCE ID

AICHEAS 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE

SEPTEMBER 5-7, 2025
MUŞ

ORGANIIZATION

Academy Global Conferences & Journals

EVALUATION PROCESS

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

PARTICIPATING COUNTRIES

Turkey –Iran- Nigeria – Hungary- Estonia – Pakistan- Belgium- Austria- Tajikistan- Afghanistan- China- France- Kazakhstan- Japan – Taiwan – Mongolia- Singapore- Vietnam- South Korea- Malysia- Saudi Arabia – India- Thailand-

ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :

39 papers presented from Turkey and 45 papers from other Countreies
Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"

Edited By

PROF. DR. BAŞAK HANEDAN

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

Scientific & Review Committee

Prof. Dr. Ali BILGILI – Turkiye
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ – Türkiye
Prof. Dr. Başak HANEDAN – Türkiye
Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR – Turkiye
Prof. Dr. Emine KOCA – Turkiye
Prof. Dr. Fatma KOÇ – Turkiye
Prof. Dr. Hajar HUSEYNOVA – Azerbaijan
Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia
Prof. Dr. Natalia LATYGINA – Ukraina
Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV – Russia
Prof. Muntazir MEHDI – Pakistan
Prof. Dr. Raihan YUSOPH – Philippines
Prof. Dr. Akbar VALADBIGI – Iran
Prof. Dr. F. Oben ÜRÜ – Turkiye
Prof. Dr. T.Venkat Narayana RAO – India
Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ – Turkiye
Prof. Dr. Mustafa BAYRAM – Turkiye
Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN – Turkiye
Prof. Dr. Hyeonjin LEE – China
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet AYDIN – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan
Assoc. Prof. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran
Assoc. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Turkiye
Assoc. Prof. Ivaylo STAYKOV - Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Eda BOZKURT – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Ahmet TOPAL – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Sandeep GUPTA – India
Assoc. Prof. Dr. Veysel PARLAK – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Nazile ABDULLAZADE – Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Aysel ARSLAN – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Bekir GÜRBULAK – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Erkan EFILTI - Kirgizhstan
Assist. Prof. Dr. Göksel ULAY – Turkiye
Assist. Prof. K. R. PADMA – India
Assist. Prof. Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan
Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia
Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria

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

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Veteriner Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-36643897-000-2300315795 05.10.2023
Konu : Görevlendirilme.

KLİNİK BİLİMLER BÖLÜMÜ BAŞKANLIĞINA

İlgi : 04.10.2023 tarihli ve E-36643897-000-2300313904 sayılı belge.

İlgide kayıtlı yazıda belirtildiği üzere, Bölümünüz Veterinerlik İç Hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Başak HANEDAN'ın, "Academy Global Conferences & Publishing tarafından önümüzdeki tarihlerde düzenlenecek olan uluslararası kongrelerde; kongre başkanı, kongre düzenleme ve bilim kurulu üyesi olarak görevlendirilmesi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Yavuz Selim SAĞLAM
Dekan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: c147f559-545f-45be-8400-8eec2b215b38 Doğrulama Adresi: https://www.turkiye.gov.tr/ataturk-universitesi-ebys

Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi 25240 Erzurum
Tel: +90 442 2317222
Elektronik Ağ: http://www.atauni.edu.tr/#!birim=veteriner-fakultesi
Kep Adresi: atauni@hs01.kep.tr
Bilgi: Derya FINDIK
Faks: +90 442 2317244
E-Posta: vetfak@atauni.edu.tr

AICHSS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
AICHEAS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
September 5 – 7, 2025
MUŞ

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,

AICHSS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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	**Öğr. Gör. OLGUN KÜÇÜK**	1	AN ANALYSIS OF COMPLAINTS ON THE WEBSITE SİKAYETVAR.COM REGARDING THE PURCHASE OF HOUSING AND LAND	Prof. Dr. Murat Selim SELVİ Meltem POLAT
		2	UNIVERSITY STUDENTS' PACKAGED FOOD CONSUMPTION HABITS AND CULTURE	Prof. Dr. Murat Selim SELVİ Doğan CAN
		3	NİĞDE ULUKIŞLA İLÇESİNDE TARIMSAL FAALİYETLERLE UĞRAŞAN KADINLARIN KOOPERATİFLEŞME HAKKINDAKİ DÜŞÜNCELERİ	Fatma KESKİN Prof.Dr.Dilek BOSTAN BUDAK
		4	TIBBI VE AROMATİK BİTKİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KADIN	Fatma KESKİN Prof.Dr.Dilek BOSTAN BUDAK
		5	A STUDY ON THE MEDIA, DISABLED INDIVIDUALS AND SUICIDE	Öğr. Gör. OLGUN KÜÇÜK Doç. Dr. MEVLÜT CAN KOÇAK
		6	DOCUMENTING SOCIAL REALITY THROUGH PHOTOGRAPHY: LEWIS HINE AND CHILD LABORERS	Öğr. Gör. OLGUN KÜÇÜK Doç. Dr. MEVLÜT CAN KOÇAK
		7	HATAY İLİNDE DEPREM SONRASI ETKİLİ LOJİSTİK YÖNETİMİ: AFET MALZEMELERİNİN DAĞITIM SÜRECİ	Özlem ASLAN Hasan SANSAR Naim COŞKUN Bedirhan CANPOLAT, Öğr. Gör. Berivan ÇELİKER

AICHSS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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	**Öğr. Gör. Dr. GÜLŞAH İSLAMOĞLU**	1	ALT İŞVERENLİKTE MUVAZAANIN SOSYAL GÜVENLİK BOYUTU	Dr. Eray Karagöz
		2	PROPOSAL FOR THE ESTABLISHMENT OF AN “AUFFANGGESELLSCHAFT” INSTITUTION FOR COMPANIES IN DEBT	Öğr. Gör. Dr. GÜLŞAH İSLAMOĞLU
		3	IRREGULARITIES IN THE CALL FOR GENERAL MEETINGS OF JOINT STOCK COMPANIES AND THE LEGAL VALIDITY OF THE DECISIONS TAKEN	Öğr. Gör. Dr. GÜLŞAH İSLAMOĞLU
		4	İŞ HUKUKUNDA FAZLA ÇALIŞMA	Dr. Serkan DEMİRTAŞ

AICHSS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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	**Prof. Dr. Faruk ÖZDEMİR**	1	Reflections of Western Culture and Civilisation in the Novel Intibah During the Tanzimat Period	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fetih YANARDAĞ Yağmur BERBEROĞLU
		2	MUSTAFA KUTLU'S CONTRIBUTIONS TO TODAY'S TURKISH STORYTELLING	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fetih YANARDAĞ Yağmur BERBEROĞLU
		3	Erich Fromm and The Economic Reductionism Of Existentaial Perspective Criticism	Doç. Dr. SEVRA FIRINCIOĞULLARI
		4	A NADİRE GENRE İN AZERBAİJAN LİTERATURE (Based on the work of 19th century poet Seyid Azim Shirvani)	Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade
		5	ANIMAL RIGHTS IN ISLAM: A COMPARISON BETWEEN RELIGIOUS TEXTS AND CONTEMPORARY PRACTICES	Prof. Dr. Faruk ÖZDEMİR
		6	HUMAN DIGNITY IN ISLAM: STANDARDS OF TREATMENT OF PRISONERS AMONG RELIGIOUS VALUES AND CONTEMPORARY PRACTICES	Prof. Dr. Faruk ÖZDEMİR
		7	CASABLANCA KONFERANSI (14-24 OCAK 1943): II. DÜNYA SAVAŞI'NDA STRATEJİK BİR DÖNÜM NOKTASI	Dr. Öğr. Üyesi NESRİN AKKOR

AICHSS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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	**Prof.Dr.Süha YILMAZ**	1	ORTAOKUL 7.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN SORGULAMA TEMELLİ ÖĞRETİMLE ORAN-ORANTI KONUSUNA İLİŞKİN AKIL YÜRÜTME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ	Uzman Fatma ÖLMEZ Prof.Dr.Süha YILMAZ
		2	ORTAOKUL 7.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN SORGULAMA TEMELLİ ÖĞRETİMLE ORAN-ORANTI KONUSUNA İLİŞKİN ÖĞRENME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ	Uzman Fatma ÖLMEZ Prof.Dr.Süha YILMAZ
		3	GÖRME YETERSİZLİĞİ BULUNAN ÖĞRENCİLERE YÖNELİK HAZIRLANAN SAYI CEBİR MODÜLLERİ HAKKINDA ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ	Dr.Büşra GÜNKAYA ZOR Prof.Dr.Süha YILMAZ
		4	FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ KAVRAMSAL ÖĞRENMELERİNDE İÇERİK GÖSTERİMİNİN ETKİLERİ	Doç. Dr., CANAN CENGİZ
		5	PRACTICAL APPLICATIONS OF AI TOOLS IN FOREIGN LANGUAGE EDUCATION: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES	Assist. Prof. Dr., TUĞBA AYDIN YILDIZ Prof. Dr., BUĞRA ZENGİN Assist. Prof. Dr., FERHAT KARANFİL
		6	Beyond Access: Gendered and Structural Dimensions of Digital Inequality in Turkish Higher Education	Dr. Bediha Şahin
		7	Rethinking Child Labour through Structural Inequality: A Panel Study of Developing Economies	Dr. Bediha Şahin

AICHSS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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. Leyla Kodaman**	1	MUSTAFA AYAZ ESERLERİNDE BİR SANAT NESNESİ OLARAK ÇORABIN TEMSİLİ	Doç. Dr. Leyla Kodaman
		2	GİYSİ KİRALAMA MODELİNİN PAYLAŞIM EKONOMİSİNDEKİ YERİ VE UYGULANABİLİRLİK POTANSİYELİ: SELÇUK ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ	Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül PARALI Yüksek Lisans Öğrencisi Sema Nur GÜLŞEN
		3	HISTORY OF SCIENCE: A TEMPORAL PROJECTION OF INTELLECTUAL HERITAGE	Doç. Dr., Serdar SAYGILI
		4	PHILOSOPHY OF SCIENCE: A CRITICAL CRACK IN THE IRON DOME OF SCIENCE	Doç. Dr., Serdar SAYGILI

AICHSS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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	**Ananya Sharma,**	1	THE DYNAMICS OF LANGUAGE LEARNING: A GROUNDED THEORY PERSPECTIVE	Anna Lukas
		2	ENHANCING COGNITIVE FUNCTION THROUGH IMPROVISATION IN CARNATIC MUSIC: A COMPREHENSIVE ANALYSIS	Ananya Sharma, Luciana Dias
		3	REVISITING OBJECT RELATIONS IN ARABIC SYNTAX	Kofi Osei
		4	COMPARATIVE ANALYSIS OF AFFRICATE INITIAL CONSONANTS IN MANDARIN AND SLOVAK LANGUAGES	Elena Novak Ming Zhao
		5	PREDICTIVE ANALYSIS OF SOLAR ENERGY TRENDS IN EGYPT BY 2035 USING A DYNAMIC BAYESIAN FRAMEWORK	Victor J. Leclerc, Nia K. Tsegaye
		6	ANALYZING STOP CONSONANTS IN MANDARIN CHINESE AND SLOVAK: A COMPARATIVE STUDY USING PRAAT	Helena Novak
		7	NEW PERSPECTIVES ON THRESHOLD CONCEPTS IN TESOL: A THEMATIC EXPLORATION OF DISCIPLINARY CORE PRINCIPLES	Laura Schmidt, Michael Rossi
		8	EXPLORING ARCHITECTURAL TYPOLOGIES THROUGH THE AFFORDANCE THEORY	Thomas Schmidt
		9		

AICHSS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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	**Assoc. Prof. Dr. Alisher Rahmatov,**	1	ENHANCING SUSTAINABLE DECISION MAKING THROUGH THOUGHTFUL INTELLIGENCE	Assoc. Prof. Dr. Alisher Rahmatov, Darya Kholmatova
		2	THE SIGNIFICANCE OF BIRTHDAYS: AN ANALYTICAL STUDY OF RITUALS AND SOCIAL DYNAMICS IN GLOBAL CULTURES	Arun Rathasak, Nattapong Mahakot
		3	COMPARATIVE ANALYSIS OF DIGITAL AND CONVENTIONAL POLICY POSITIONS: INSIGHTS FROM A THAI POLITICAL LANDSCAPE	Suriya Preechapan, Ananda Chaiyapong, Naree Thongyoo
		4	THE CULTURAL AND SOCIAL SIGNIFICANCE OF BIRTHDAY CELEBRATIONS: A COMPARATIVE ANALYSIS ACROSS DIVERSE SOCIETIES	Faisal Al-Harthy, Aisha Al-Maawali
		5	LANGUAGE POLICY AND NATION BUILDING: LESSONS FROM SOUTH ASIA AND BEYOND	Sami Al-Farsi Omar Al-Harbi
		6	ANALYZING PUBLIC SECTOR CORRUPTION IN NIGERIA: INSIGHTS FROM INSIDERS ON ITS NATURE, CHARACTERISTICS, AND CORE CAUSES	Amina Al-Said, Omar Al-Mansoori
		7	ENHANCING CRIME MODELING WITH A GOAL-ORIENTED FRAMEWORK	Ahmad Al-Momani, Fatima El-Amin

AICHSS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Assis. Prof. Dr. Elise Müller**	1	ADVANCED INTUITIONISTIC FUZZY VIKOR APPROACH FOR GROUP DECISION-MAKING IN SUPPLIER SELECTION	Dara Vannak, Sopheak Chan, and Kimsan So
		2	THE INFLUENCE OF CULTURAL DIFFERENCES ON TOURIST EVALUATIONS OF HOTEL SERVICE QUALITY	Aisuluu Tulegenova, Kamil Akhmetov
		3	INTEGRATIVE APPROACHES FOR SUSTAINABLE HERITAGE MANAGEMENT: COMMUNITY ENGAGEMENT AND TRANSPARENT PLANNING	Omar Al-Farisi, Ayesha Al-Khalifa
		4	ENHANCING URBAN DENSIFICATION THROUGH INNOVATIVE ROAD INFRASTRUCTURE PLANNING IN THE LEBANESE CONTEXT ,	L. Khalil, A. Fadly
		5	UNVEILING COLOR SYMBOLISM: AN EXPLORATORY STUDY OF GOOD AND EVIL THROUGH VISUAL INTERPRETATION	Amir Rafiq Dr. Li Na Zhang
		6	ASSESSING THE INFLUENCE OF DESTINATION CHARACTERISTICS ON COASTAL TOURISTS' EXPERIENCES: A CASE STUDY OF LANGKAWI, MALAYSIA	R. A. Aziz, H. L. Tan, M. N. Rahman
		7	THE IMPACT OF POSITIVE EMOTIONAL STATES ON COGNITIVE DISSONANCE IN ONLINE IMPULSE PURCHASES: A EUROPEAN PERSPECTIVE	R. Schmidt, Jan Klein
		8	ENHANCING ORGANIZATIONAL PERFORMANCE THROUGH SOCIAL AND CIVIC COMPETENCIES	R. Sousa, M. Pereira
		9	EXPLORING KEY CONCEPTS AND DEBATES IN SUSTAINABLE TOURISM	Assis. Prof. Dr. Elise Müller, Dr. Luca Rossi

AICHSS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Elena Van der Meer,**	1	THE ROLE OF SOCIAL CONTROL IN RESPONSE TO POLITICAL DEVIANCE: THE CASE OF MORDECHAI VANUNU IN ISRAELI SOCIETY	Jing Wei
		2	NAVIGATING THE BOUNDARIES: THE DYNAMICS OF FREE EXPRESSION IN ASIAN JURISPRUDENCE	Zalina Zhang Arjun Patel
		3	EVOLUTION OF DE-ESCALATION UNDERSTANDING AMONG STUDENTS IN PROFESSIONAL LAW ENFORCEMENT TRAINING	Prof. Dr. Li Wei,
		4	THE INFLUENCE OF GLOBALIZATION ON THE EVOLUTION OF INDONESIA'S EMERGING INDUSTRIES	Dian Rahmadani
		5	GOVERNMENT INITIATIVES FOR THE REINTEGRATION OF HUMAN TRAFFICKING SURVIVORS: A CASE STUDY OF VIETNAM	Raden Permadi Sri Widati
		6	INVESTIGATING ENVIRONMENTAL EMOTIVE TRIGGERS IN EXTREMIST PROPAGANDA	Mihaela Petrescu

AICHSS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	**Dr. Franz Kiley**	1	THE SIGNIFICANCE OF PRESERVING ANCIENT, HISTORICAL, AND CULTURAL HERITAGE AND ITS ROLE IN TOURISM	Luca Bianchi, Ana Costa, Sophie Meyer, Éric Dubois
		2	ASSESSMENT OF ECOLOGICAL IMPACTS OF TOURISM ON CAJU BEACH IN PALMAS, TOCANTINS, BRAZIL	Elena M. Rodriguez, Lukas B. Schmidt, Nadia S. Dupont, Victor M. Carvalho, Emilia T. Alves
		3	SUSTAINABLE MANAGEMENT OF NON-TIMBER FOREST PRODUCTS AND THEIR IMPACT ON RURAL LIVELIHOODS: INSIGHTS FROM LAMABAGAR, NEPAL	Eva Schmidt, Sofia Petrova
		4	EXAMINING THE IMPACT OF LEADERSHIP STYLES ON EMPLOYEE CREATIVITY AND ORGANIZATIONAL COMMITMENT IN THE HOSPITALITY INDUSTRY	Phoutxay Chanthavong Amara Lertcharoen
		5	ENHANCING TOURISM IN THE HISTORICAL AND CULTURAL SITES OF ALEXANDRIA: A COMPREHENSIVE APPROACH	Laura S. Martinez, Elena K. Prokopiou
		6	EVALUATING THE IMPACT OF ELECTRONIC CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT IN THE HOSPITALITY INDUSTRY: EVIDENCE FROM TWO HOTELS IN AUSTRIA	Dr. Emilia Huber, Dr. Franz Kiley
		7	EMERGING TRENDS AND BEHAVIORAL SHIFTS IN INTERNATIONAL TOURISM: A CASE STUDY OF MOROCCAN OUTBOUND TRAVEL	L. Moretti, A. Schmidt
		8	EXPLORING DUAL LAYERS OF FOOD SAFETY AND GMO CHALLENGES IN ROMANIAN AGRICULTURAL LAW	Andrei Popescu

AICHSS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 11	**Assoc. Prof . Dt. Mekonnen Gebre**	1	WOMEN'S EMOTİONAL WELL-BEİNG AND FAMİLY SUPPORT SYSTEMS İN IRAN	Asst. Prof. Dr. Parvin Rahimi, Leila Sadeghi
		2	FAMİLY ROLES AND THEİR IMPACT ON WOMEN'S HEALTH OUTCOMES İN IRAN	R Parisa Gholami, Lect. Elham Mirzaei
		3	THE INFLUENCE OF FAMİLY STRUCTURE ON WOMEN'S PHYSİCAL HEALTH İN ETHİOPİA	Sr. Lec. Kiya Tekle, Postdoc Abeja Mengistu, Dr. Tsegaye Berhanu
		4	CAREGİVİNG RESPONSİBİLİTİES AND WOMEN'S HEALTH İN ETHİOPİAN HOUSEHOLDS	Assoc. Prof . Dt. Mekonnen Gebre
		5	WOMEN'S ACCESS TO FAMİLY HEALTH RESOURCES İN EGYPTİAN COMMUNİTİES	Vis. Scholar Nour Abdallah, Heba El-Masry, Asst. Lec. Dina Fathi
		6	THE EFFECT OF FAMİLY INTERVENTİONS ON WOMEN'S CHRONİC DİSEASE MANAGEMENT İN EGYPT	Asst. Lec. Mona Salama, Zeinab Nasser
		7	FAMİLY INFLUENCES ON WOMEN'S MENTAL HEALTH İN SPAİN	Lucia Martínez, Lecturer Carmen López, Pilar Sánchez

AICHEAS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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.İMRAN ASLAN**	1	PREVALENCE, ANTIBIOTIC RESISTANCE, AND BIOFILM FORMATION OF Staphylococcus aureus ISOLATED FROM RAW MILK IN TURKEY	MSc . Gözde ÇELEBİ Assoc. Prof. Dr. Ceren BAŞKAN Asst. Prof. Dr. Merve YURTTAŞ
		2	TÜRKİYE'DE BÖBREK HASTALIKLARININ TEDAVİ SÜRECİNDE MALİYET DİNAMİKLERİ VE ETKİLEYİCİ FAKTÖRLER	Prof.Dr.İMRAN ASLAN
		3	KRONİK BÖBREK HASTALIKLARINDA TÜRKİYE PROFİLİ: SAYISAL EĞİLİMLER VE ETKİNLİK ANALİZİ	Prof.Dr.İMRAN ASLAN
		4	ALLERGIC BRONCHOPULMONARY ASPERGILLOSIS (ABPA): A CASE REPORT	Uzm. Dr. ABDURRAHMAN KOÇ
		5	KAHKAHA İLE YENİ BİR NEFES: YAŞLILARDA KAHKAHA TERAPİSİNİN ÖNEMİ	Arş. Gör. GÜLİSTAN ÇOBAN
		6	PALYATİF BAKIMDA SIK KARŞILAŞILAN ENGELLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	Arş. Gör. GÜLİSTAN ÇOBAN
		7	OKUL ÖNCESİ DÖNEM ÇOCUKLARINDA MALNÜTRİSYON VE OBEZİTE SIKLIĞI	Bilim Uzmanı, Şeyma Karan Tunç Doç. Dr., Cansev Meşe Yavuz
		8	COMPARISON OF NEW GENERATION TOBACCO PRODUCTS AND ELECTRONIC CIGARETTE USE IN TERMS OF DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS: A SAMPLE OF IZMIR COURTHOUSE EMPLOYEES	Psychologist Deniz Koçoğlu Lect. Dr. İnci Derya Yücel Prof. Dr.Görkem Yararbaş

AICHEAS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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. Saadet S. ÖZER**	1	SPINOR EQUATIONS WITH THE HELP OF CONJUGATE FRAME IN LIE GROUPS	Mehmet GÖZELLER Muhammed Talat SARIAYDIN
		2	ON THE DIFFERENCE BETWEEN SYMMETRY AND EQUIVALENCE TRANSFORMATIONS	Doç. Dr. Saadet S. ÖZER
		3	THE ROLE OF SEASONAL FORCING IN THE DYNAMICS OF AND EPIDEMIC	Doç. Dr. Saadet S. ÖZER
		4	A Study on the Application of Sauna Oil to Teak, Meranti Red and Spruce Wood Surfaces	Doç. Dr. Göksel ULAY Doç. Dr. Osman ÇAMLIBEL Doç. Dr. Ümit AYATA
		5	Use of a Naturally Prepared Solution for Coloring Tali, Olon, Birch and Ozigo Wood	Prof. Dr. Hüseyin PEKER Doç. Dr. Göksel ULAY Doç. Dr. Ümit AYATA
		6	Application of Matte and Semi-Matte Protective Varnishes on Thermally Treated Sessile Oak Wood	Doç. Dr. Osman ÇAMLIBEL Doç. Dr. Abdi ATILGAN Doç. Dr. Ümit AYATA
		7	Application of Linseed Oils with Different Properties to Wild Cherry Wood Surfaces	Prof. Dr. Hüseyin PEKER Doç. Dr. Abdi ATILGAN Doç. Dr. Ümit AYATA

AICHEAS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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	**Doç. Dr. GARİP YARŞİ**	1	BİTKİLERDE BESLENMENİN ABİYOTİK STRESE KARŞI ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Doç. Dr. GÜLAY ZULKADİR Doç. Dr. GARİP YARŞİ
		2	DİRENÇLİ TARIM SİSTEMLERİ: POLİKÜLTÜR VE EKOSİSTEM TABANLI UYGULAMALARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR ALTERNATİFLER OLARAK İNCELENMESİ	Doç. Dr. GÜLAY ZULKADİR Doç. Dr. GARİP YARŞİ
		3	THE FEASIBILITY OF SUSTAINABLE AGRICULTURE: PESTICIDE USE AND FARMER PERSPECTIVES - A CASE STUDY OF MARDIN PROVINCE	Yüksek Lisans Öğrencisi Sakine ERGÜN Doç. Dr. İbrahim KOÇ
		4	THE IMPORTANCE OF CADASTRAL PRACTICES IN AGRICULTURAL LANDS	Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA ZM. Öner AĞCABAY
		5	THE ROLE OF HATAY PROVINCE IN AGRICULTURAL EXTENSION ACTIVITIES IN TÜRKİYE	Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA ZM. Elif ÖNCEL
		6	ICHTHYOPHONUS HOFERI: EVALUATION OF SYSTEMIC INFECTION IN RAINBOW TROUT (ONCORHYNCHUS MYKISS) WITH HISTOPATHOLOGICAL FINDINGS	Dr. Akif Er
		7	TÜRKİYE SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MERSİN BALIKLARININ ÖNEMİ, AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI	Dr. Öğr. Üyesi Mert MİNAZ

AICHEAS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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	**Prof. Dr. SERAP KILIÇ ALTUN No 1**	1	A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF POSTBIOTICS APPLICATIONS IN FOOD SYSTEMS	Doç. Dr. MEHMET EMİN AYDEMİR Prof. Dr. SERAP KILIÇ ALTUN
		2	Mapping Scientific Trends on Ochratoxin A in Milk: A 25-Year Bibliometric Analysis	Prof. Dr. SERAP KILIÇ ALTUN Doç. Dr. MEHMET EMİN AYDEMİR
		3	EVALUATION OF CELL VIABILITY IN GLP-1R EXPRESSING HEK293 CELLS TREATED WITH SYNTHETIC PEPTIDE LIGANDS	Öğr.Gör.Dr, GAMZE DEMİREL
		4	KEY PEPTIDE GPCR FAMILIES AND THEIR BIOCHEMICAL FUNCTIONS: INSIGHTS INTO SIGNAL TRANSDUCTION AND THERAPEUTIC POTENTIAL	Öğr.Gör.Dr, GAMZE DEMİREL
		5	COMPARATIVE ANALYSIS OF NEOSCONA SPECIES (ARANEAE: ARANEIDAE)	Msc student, ASİYE SEÇKİN PhD student, DERYA ARSLAN TALAPOV Assoc.Prof.Dr. ADİLE AKPINAR Yüksek Lisans Öğrencisi, ŞUHEDA AY
		6	AN INVESTIGATION OF EXERCISE ADDICTION LEVELS AND MOOD CHANGES IN INDIVIDUALS ENGAGED IN BODYBUILDING-ORIENTED EXERCISE	Master, Furkan ÖZDİL Doç. Dr. Hulusi ALP Doç. Dr. Abdullah Yavuz AKINCI
		7	EXAMINATION OF SELF-CONFIDENCE LEVELS OF MUAY THAI ATHLETES	Master, Kader ÇELİK Doç. Dr. Hulusi ALP Doç. Dr. Abdullah Yavuz AKINCI

AICHEAS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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	**C. Premalatha Kenan**	1	ASSESSING THE QUALITY STANDARDS OF HOSPITAL PHARMACIES IN THERAPEUTIC CENTERS ASSOCIATED WITH KERMANSHAH UNIVERSITY OF MEDICAL SCIENCES, IRAN	Gharehbagh V.Hamishehkar , H.Aghababa
		2	FETAL AND INFANT MORTALITY RATES IN BOTUCATU CITY, SÃO PAULO STATE, BRAZIL: ASSESSING MATERNAL-INFANT HEALTHCARE	Assis. Prof. Dr. Noda Salvador I. C, Fonseca C. R. B.
		3	COMPARISON OF THIOPENTAL-FENTANYL AND MIDAZOLAM-FENTANYL FOR PROCEDURAL SEDATION IN EMERGENCY DEPARTMENT PATIENTS WITH SHOULDER DISLOCATION AND DISTAL RADIAL FRACTURE-DISLOCATION: A RANDOMIZED DOUBLE-BLIND CONTROLLED TRIAL	D. Abbasi S. Shafiee Ardestani, E. Payani
		4	TWO INSTANCES OF VACTERL ASSOCIATION DURING PREGNANCY TREATED WITH LYMPHOCYTE THERAPY	Seyed Mortazavi, Memari Masod, Ahmad Hasani, Abed Zhaleh
		5	EMBRACING HEALTH INFORMATION APPLICATIONS WITHIN SMART NATIONAL IDENTITY CARDS (SNIC) THROUGH AN INNOVATIVE I-P FRAMEWORK	Ismail Azrifah Hassan, Masrah Bile, Murad Azmi
		6	HOW STATISTICAL METRICS AND OPTIMIZATION TECHNIQUES DRIVE GENE SELECTION IN LUNG AND OVARIAN TUMORS	C. Premalatha Kenan Gunavathi,
		7	PERINATAL RESULTS IN INSTANCES OF BLEEDING DURING THE INITIAL AND EARLY SECOND TRIMESTER	S. Chhabra, P. Kalra Tickoo

AICHEAS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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	**Elina Karimova,**	1	ENHANCING BASKETBALL SHOT PREDICTION THROUGH CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS AND TEMPORAL ANALYSIS	Júlia Kovács, László Tóth, Anikó Varga, János Kocsis
		2	COMPARATIVE ANALYSIS OF ACHIEVEMENT MOTIVATION AND SPORTS COMPETITION ANXIETY ACROSS ACADEMIC LEVELS	László Tóth, Katalin Kovács, Zoltán Horváth, Éva Nagy
		3	COMPARATIVE ANALYSIS OF JOINT RANGE OF MOTION IN ATHLETES: RUNNERS VS. SWIMMERS	Dr. Elena Petrova, Assis. Prof. Dr. Stoyan Ivanov
		4	EVALUATING PSYCHOMOTOR DEVELOPMENT IN EARLY CHILDHOOD: A COMPARATIVE ANALYSIS OF EIGHT ASSESSMENT TOOLS	Elina Karimova, Nuriddin Shokirov
		5	EVALUATING CAREER TRANSITION SUPPORT PROGRAMS FOR OLYMPIC ATHLETES IN AFGHANISTAN: A CONCEPTUAL ANALYSIS	Zainab Rahimi, Assis. Prof. Ahmad Shah, Dr. Ebrahim Firooz, Dr. Roya Nazari
		6	EPIDEMIOLOGICAL STUDY AND MECHANISMS OF BADMINTON INJURIES IN YOUTH: INSIGHTS FROM MEDICAL CHECK-UPS AND SURVEYS	Mei Zhang, Li Wei, Chen Xu
		7	EFFECTS OF MINDFULNESS MEDITATION ON REDUCING ACADEMIC STRESS AMONG FEMALE ADOLESCENTS	Liu Yan, Zhang Mei, Chen Wei, Li Hua
		8	IMPACT OF FRAME GEOMETRY AND ERGONOMIC ADJUSTMENTS ON CYCLING EFFICIENCY AND MUSCLE ACTIVATION	Antoine Dupont, Dr. Claire Lefebvre
		9		

AICHEAS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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. Yumi Tanaka,**	1	VIBRATIONAL CHARACTERISTICS OF FUNCTIONALLY GRADED PRETWISTED PLATES IN THERMAL ENVIRONMENTS: A FINITE ELEMENT APPROACH	A. Kumar, R. H. Nguyen,
		2	ENHANCED SATELLITE SOLAR PANEL DEPLOYMENT USING A BRUSHED DC MOTOR FOR SPEED REGULATION	Hiroshi Nakamura, Rina Yamada
		3	ENHANCING ACCIDENT ANALYSIS THROUGH SYSTEMIC MULTI-FACTORIAL FRAMEWORKS	A. T. Liu, B. H. Moyo, C. J. Kimura
		4	ENHANCING EFFICIENCY OF ARRIVAL FLIGHTS THROUGH SPEED REGULATION: A STUDY AT TAOYUAN INTERNATIONAL AIRPORT	H. Zhang, K. Lee, M. Kim, L. Osei
		5	ANALYZING PROCESS PARAMETERS FOR SPRING-BACK MINIMIZATION IN V-BENDING OF HSLA 420 STEEL: A SIMULATION-BASED STUDY	Dr. Hiroshi Tanaka, Mei Lin Chen
		6	OPTIMIZED ELECTROMAGNETIC DAMPING SYSTEM FOR VIBRATION ENERGY RECOVERY	A. Yamada, J. K. Zhou
		7	ADVANCED RELATIVE NAVIGATION FOR FORMATION FLYING SATELLITES USING LASER INTERMITTENT MEASUREMENTS	Dr. Yumi Tanaka, Dr. Min-Jae Kim, Dr. Hyun-Seok Lee

AICHEAS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 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	**Dr. Elena Costa**	1	EVALUATION OF ENERGY OUTPUT AND IRRADIANCE ANALYSIS TECHNIQUES İN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS	Minh Chau Tran, Nguyen Hoang Anh, Ha Thi Mai
		2	INTEGRATION OF SOLAR POWER GENERATORS AND ENERGY STORAGE SYSTEMS İN POWER DISTRIBUTION NETWORKS	L. Tran, H. Nguyen, V. Pham, N. Hoang
		3	THE PROMISE OF HYBRID MICROGRIDS FOR ALLEVIATING POWER SHORTAGES İN LEBANON	T. Nguyen, H. Tran
		4	ANALYSIS OF VIBRATION SIGNALS İN SMALL VERTICAL AXIS WIND TURBINES	Mei Lin Zhang, Zhao Wei Chen, Haruto Nakamura
		5	INVESTIGATION OF LEAK EFFECTS ON THE DURABILITY OF SOLID OXIDE ELECTROLYSIS CELLS UNDER CO-ELECTROLYSIS CONDITIONS	Dr. Yumi Kim, Dr. Wei Zhang, Dr. Haruto Nakamura, Dr. Elena Costa
		6	A NOVEL THERMOCHEMICAL ENERGY STORAGE SOLUTION FOR TRANSPORTATION: DESIGN AND EVALUATION	Lin Cheng, Yulia Petrov
		7	ADVANCED CONSUMER LOAD PROFILING USING AN ENTROPY-ENHANCED K-MEANS APPROACH	Aisha Z. Jafari, Mei Ling Zhao
		8	IMPACT OF SURFACTANT ADDITION ON THE SUPERCOOLING BEHAVIOR OF TITANIA NANOFLUIDS İN THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEMS	Mei Ling Zhang, Hiroshi Nakagawa, Kaito Tanaka
		9	OPTIMIZING TECHNICAL AND ECONOMIC PERFORMANCE OF SMART MICRO-GRIDS WITH RENEWABLE ENERGY: A CASE STUDY İN ASIA	Y. T. Lin, K. W. Zhang, L. R. Chen, Mei Hua, Xiaodong Liu

AICHEAS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Dr. Pradeep Kumar,**	1	MICROSTRUCTURAL AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON-COATED NANOGRAINED LIFEPO4 AS CATHODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES	Jianhui Chen, Mei Lin Wu
		2	MICROSTRUCTURAL ANALYSIS AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF AL-DOPED LINI1/3CO1/3MN1/3O2 CATHODES FOR LITHIUM-ION BATTERIES	Jia-Li Huang, Qiang Liu, Rong-Xin Zhang
		3	FABRICATION OF 3D SNO LEAFY NANOSTRUCTURES AND THEIR ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE AS ANODE MATERIALS FOR LITHIUM-ION BATTERIES	Xin Liu Hyeon-Ju Park Haruto Yamaguchi Nurul Izzati Ahmad
		4	PROPANE DEHYDROGENATION OVER PLATINUM-TIN CATALYSTS SUPPORTED ON MAGNESIUM ALUMINATE WITH VARYING MG/AL RATIOS	Liang Chen, Yuan Zhang
		5	EXPERIMENTAL ANALYSIS OF FIRE-RESISTANCE IN ECO-FRIENDLY CORRUGATED SANDWICH PANELS	Dr. Wang Jun Dr. Pradeep Kumar, Dr. Lian Xiu
		6	SYNTHESIS AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF 3D SNO CABBAGE NANOSTRUCTURES AS ANODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES	Muhammad Zubair Iqbal Yingjie Li Pengpeng Liu

AICHEAS 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES September 5 – 7, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Eylül / Sept 5, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	**Dr. Yasuyuki Konishi,**	1	COMPARISON OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND FATTY ACID COMPOSTION OF ELATERIOSPERMUM TAPOS (BUAH PERAH), PALM OIL AND SOYBEAN OIL	Siti Hamidah, Lee Nian Yian, Azizi Mohd
		2	PHYSICAL PROPERTIES AND STABILITY OF EMULSIONS AS AFFECTED BY NATIVE AND MODIFIED YAM STARCHES	Nor Hayati Ibrahim, Shamini Nair Achudan
		3	OPTIMIZATION OF EXTRACTION OF PHENOLIC COMPOUNDS FROM AVICENNIA MARINA (FORSSK.)VIERH USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY	V.Bharathi, Jamila Patterson, R.Rajendiran
		4	CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF LOCAL COWPEA SEED PROTEIN GROWN IN GIZAN REGION	Assoc. Prof. Abdelatief S. H. El-Jasser
		5	INTERACTION EFFECT OF DGAT1 AND COMPOSITE GENOTYPE OF BETA-KAPPA CASEIN ON ECONOMIC MILK PRODUCTION TRAITS IN CROSSBRED HOLSTEIN	A. Molee, N. Duanghaklang, P. Mernkrathoke
		6	REVEA LING CASEIN MICELLE DISPERSION UNDER VARIOUS RANGES OF NACL: EVOLUTION OF PARTICLES SIZE AND STRUCTURE	Raza Hussain, Claire Gaiani, Joël Scher
		7	PROCESS DEVELOPMENT OF SAFE AND READY-TO-EAT RAW OYSTER MEAT BY IRRADIATION TECHNOLOGY	Pattama Ratana-Arporn, Pongtep Wilaipun
		8	EFFECT OF PRETREATMENT METHOD ON THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS, VITAMIN C AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF DRIED DILL	Ruta Galoburda, Zanda Kruma, Karina Ruse
		9		

ISBN NR. : 978-625-5694-32-4

Contents

PREVALENCE, ANTIBIOTIC RESISTANCE, AND BIOFILM FORMATION OF *Staphylococcus aureus* ISOLATED FROM RAW MILK IN TURKEY 1

TÜRKİYE'DE BÖBREK HASTALIKLARININ TEDAVİ SÜRECİNDE MALİYET DİNAMİKLERİ, ETKİNLİKLERİ VE ETKİLEYİCİ FAKTÖRLER 11

KRONİK BÖBREK HASTALIKLARINDA TÜRKİYE PROFİLİ: SAYISAL EĞİLİMLER VE ETKİNLİK ANALİZİ 22

ALLERGIC BRONCHOPULMONARY ASPERGILLOSIS (ABPA): A CASE REPORT 33

KAHKAHA İLE YENİ BİR NEFES: YAŞLILARDA KAHKAHA TERAPİSİNİN ÖNEMİ 39

PALYATİF BAKIMDA SIK KARŞILAŞILAN ENGELLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ 40

OKUL ÖNCESİ DÖNEM ÇOCUKLARINDA MALNÜTRİSYON VE OBEZİTE SIKLIĞI 41

YENİ NESİL TÜTÜN ÜRÜNLERİ VE ELEKTRONİK SİGARA KULLANIMININ DEMOGRAFİK ÖZELLİKLER AÇISINDAN KARŞILAŞTIRMASI: İZMİR ADLİYESİ ÇALIŞANLARI ÖRNEKLEMİ 42

SPINOR EQUATIONS WITH THE HELP OF CONJUGATE FRAME IN LIE GROUPS 45

THE ROLE OF SEASONAL FORCING IN THE DYNAMICS OF AN EPIDEMIC 57

ON THE DIFFERENCE BETWEEN SYMMETRY AND EQUIVALENCE TRANSFORMATIONS 63

FARKLI ÖZELLİKLERDEKİ KETEN TOHUMU YAĞLARININ YABANİ KİRAZ ODUNU YÜZEYLERİNE UYGULANMASI 70

MAT VE YARI MAT AHŞAP KORUYUCU VERNİKLERİNİN ISIL İŞLEMLİ SAPSIZ MEŞE ODUNUNA UYGULANMASI 75

TİK, MERANTİ RED VE LADİN ODUNLARI YÜZEYLERİNE SAUNA YAĞININ UYGULANMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA 90

BİTKİLERDE BESLENMENİN ABİYOTİK STRESE KARŞI ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 97

DİRENÇLİ TARIM SİSTEMLERİ: POLİKÜLTÜR VE EKOSİSTEM TABANLI UYGULAMALARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR ALTERNATİFLER OLARAK İNCELENMESİ 110

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMIN UYGULANABİLİRLİĞİ: PESTİSİT KULLANIMI VE ÇİFTÇİ GÖRÜŞLERİ-MARDİN İLİ ÖRNEĞİ 122

TARIM ARAZİLERİNDE KADASTRO ÇALIŞMALARININ ÖNEMİ 124

TÜRKİYEDE TARIMSAL YAYIM FAALİYETLERİ İÇİNDE HATAY İLİNİN YERİ 135

ICHTHYOPHONUS HOFERI: EVALUATION OF SYSTEMIC INFECTION IN RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) WITH HISTOPATHOLOGICAL FINDINGS 144

TÜRKİYE SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MERSİN BALIKLARININ ÖNEMİ, AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI 145

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF POSTBIOTICS APPLICATIONS IN FOOD SYSTEMS 157

MAPPING SCIENTIFIC TRENDS ON OCHRATOXIN A IN MILK: A 25-YEAR BIBLIOMETRIC ANALYSIS 169

KEY PEPTIDE GPCR FAMILIES AND THEIR BIOCHEMICAL FUNCTIONS: INSIGHTS INTO SIGNAL TRANSDUCTION AND THERAPEUTIC POTENTIAL 183

EVALUATION OF CELL VIABILITY IN GLP-1R EXPRESSING HEK293 CELLS TREATED WITH SYNTHETIC PEPTIDE LIGANDS 188

NEOSCONA (ARANEAE: ARANEİDAE) TÜRLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ 193

COMPARATIVE ANALYSIS OF NEOSCONA SPECIES (ARANEAE: ARANEIDAE) 194

ASSESSING THE QUALITY STANDARDS OF HOSPITAL PHARMACIES IN THERAPEUTIC CENTERS ASSOCIATED WITH KERMANSHAH UNIVERSITY OF MEDICAL SCIENCES, IRAN 195

FETAL AND INFANT MORTALITY RATES IN BOTUCATU CITY, SÃO PAULO STATE, BRAZIL: ASSESSING MATERNAL-INFANT HEALTHCARE 196

COMPARISON OF THIOPENTAL-FENTANYL AND MIDAZOLAM-FENTANYL FOR PROCEDURAL SEDATION IN EMERGENCY DEPARTMENT PATIENTS WITH SHOULDER DISLOCATION AND DISTAL RADIAL FRACTURE-DISLOCATION: A RANDOMIZED DOUBLE-BLIND CONTROLLED TRIAL 197

TWO INSTANCES OF VACTERL ASSOCIATION DURING PREGNANCY TREATED WITH LYMPHOCYTE THERAPY 198

EMBRACING HEALTH INFORMATION APPLICATIONS WITHIN SMART NATIONAL IDENTITY CARDS (SNIC) THROUGH AN INNOVATIVE I-P FRAMEWORK 199

HOW STATISTICAL METRICS AND OPTIMIZATION TECHNIQUES DRIVE GENE SELECTION IN LUNG AND OVARIAN TUMORS 200

PERINATAL RESULTS IN INSTANCES OF BLEEDING DURING THE INITIAL AND EARLY SECOND TRIMESTER 201

ENHANCING BASKETBALL SHOT PREDICTION THROUGH CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS AND TEMPORAL ANALYSIS 202

COMPARATIVE ANALYSIS OF ACHIEVEMENT MOTIVATION AND SPORTS COMPETITION ANXIETY ACROSS ACADEMIC LEVELS 203

COMPARATIVE ANALYSIS OF JOINT RANGE OF MOTION IN ATHLETES: RUNNERS VS. SWIMMERS 204

EVALUATING PSYCHOMOTOR DEVELOPMENT IN EARLY CHILDHOOD: A COMPARATIVE ANALYSIS OF EIGHT ASSESSMENT TOOLS 205

EVALUATING CAREER TRANSITION SUPPORT PROGRAMS FOR OLYMPIC ATHLETES IN AFGHANISTAN: A CONCEPTUAL ANALYSIS 206

EPIDEMIOLOGICAL STUDY AND MECHANISMS OF BADMINTON INJURIES IN YOUTH: INSIGHTS FROM MEDICAL CHECK-UPS AND SURVEYS 207

EFFECTS OF MINDFULNESS MEDITATION ON REDUCING ACADEMIC STRESS AMONG FEMALE ADOLESCENTS 208

IMPACT OF FRAME GEOMETRY AND ERGONOMIC ADJUSTMENTS ON CYCLING EFFICIENCY AND MUSCLE ACTIVATION 209

VIBRATIONAL CHARACTERISTICS OF FUNCTIONALLY GRADED PRETWISTED PLATES IN THERMAL ENVIRONMENTS: A FINITE ELEMENT APPROACH 210

ENHANCED SATELLİTE SOLAR PANEL DEPLOYMENT USİNG A BRUSHED DC MOTOR FOR SPEED REGULATİON 211

ENHANCING ACCIDENT ANALYSIS THROUGH SYSTEMIC MULTI-FACTORIAL FRAMEWORKS 212

ENHANCING EFFICIENCY OF ARRIVAL FLIGHTS THROUGH SPEED REGULATION: A STUDY AT TAOYUAN INTERNATIONAL AIRPORT 213

ANALYZING PROCESS PARAMETERS FOR SPRING-BACK MINIMIZATION IN V-BENDING OF HSLA 420 STEEL: A SIMULATION-BASED STUDY 214

OPTIMIZED ELECTROMAGNETIC DAMPING SYSTEM FOR VIBRATION ENERGY RECOVERY 215

ADVANCED RELATIVE NAVIGATION FOR FORMATION FLYING SATELLITES USING LASER INTERMITTENT MEASUREMENTS 216

EVALUATION OF ENERGY OUTPUT AND IRRADIANCE ANALYSIS TECHNIQUES IN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS 217

INTEGRATION OF SOLAR POWER GENERATORS AND ENERGY STORAGE SYSTEMS IN POWER DISTRIBUTION NETWORKS..... 218

THE PROMISE OF HYBRID MICROGRIDS FOR ALLEVIATING POWER SHORTAGES IN LEBANON..... 219

ANALYSIS OF VIBRATION SIGNALS IN SMALL VERTICAL AXIS WIND TURBINES..... 220

INVESTIGATION OF LEAK EFFECTS ON THE DURABILITY OF SOLID OXIDE ELECTROLYSIS CELLS UNDER CO-ELECTROLYSIS CONDITIONS 221

A NOVEL THERMOCHEMICAL ENERGY STORAGE SOLUTION FOR TRANSPORTATION: DESIGN AND EVALUATION..... 222

OPTIMIZING TECHNICAL AND ECONOMIC PERFORMANCE OF SMART MICRO-GRIDS WITH RENEWABLE ENERGY: A CASE STUDY IN ASIA 223

MICROSTRUCTURAL AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON-COATED NANOGRAINED LIFEPO4 AS CATHODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES 224

MICROSTRUCTURAL ANALYSIS AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF AL-DOPED LINI1/3CO1/3MN1/3O2 CATHODES FOR LITHIUM-ION BATTERIES..... 225

FABRICATION OF 3D SNO LEAFY NANOSTRUCTURES AND THEIR ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE AS ANODE MATERIALS FOR LITHIUM-ION BATTERIES..... 226

PROPANE DEHYDROGENATION OVER PLATINUM-TIN CATALYSTS SUPPORTED ON MAGNESIUM ALUMINATE WITH VARYING MG/AL RATIOS..... 227

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF FIRE-RESISTANCE IN ECO-FRIENDLY CORRUGATED SANDWICH PANELS 228

SYNTHESIS AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF 3D SNO CABBAGE NANOSTRUCTURES AS ANODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES..... 229

COMPARISON OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND FATTY ACID COMPOSTION OF ELATERIOSPERMUM TAPOS (BUAH PERAH), PALM OIL AND SOYBEAN OIL..... 230

PHYSICAL PROPERTIES AND STABILITY OF EMULSIONS AS AFFECTED BY NATIVE AND MODIFIED YAM STARCHES..... 231

OPTIMIZATION OF EXTRACTION OF PHENOLIC COMPOUNDS FROM AVICENNIA MARINA (FORSSK.)VIERH USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY..... 232

CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF LOCAL COWPEA SEED PROTEIN GROWN IN GIZAN REGION 233

INTERACTION EFFECT OF DGAT1 AND COMPOSITE GENOTYPE OF BETA-KAPPA CASEIN ON ECONOMIC MILK PRODUCTION TRAITS IN CROSSBRED HOLSTEIN 234

REVEA LING CASEIN MICELLE DISPERSION UNDER VARIOUS RANGES OF NACL: EVOLUTION OF PARTICLES SIZE AND STRUCTURE 235

PROCESS DEVELOPMENT OF SAFE AND READY-TO-EAT RAW OYSTER MEAT BY IRRADIATION TECHNOLOGY..... 236

ISBN NR. : 978-625-5694-32-4

ISBN NR. : 978-625-5694-32-4

PREVALENCE, ANTIBIOTIC RESISTANCE, AND BIOFILM FORMATION OF *Staphylococcus aureus* ISOLATED FROM RAW MILK IN TURKEY

MSc Gözde ÇELEBİ

Amasya University, Institute of Health Sciences, Department of Molecular Medicine

celebigozde8@gmail.com- ORCID 0009-0007-6477-9980

Assoc. Prof. Dr. Ceren BAŞKAN
Amasya University, Sabuncuoğlu Şerefeddin Health Services Vocational School
ceren.yavuz@amasya.edu.tr , h0000-0001-7849-4459

Asst. Prof. Dr. Merve YURTTAŞ
Amasya University, Department of Nutrition and Dietetics
merve.yurttas@amasya.edu.tr , 0000-0003-4162-3741

ABSTRACT

Coagulase-positive staphylococci, particularly *Staphylococcus aureus*, are among the leading causes of foodborne infections and intoxications globally. Milk and dairy products often serve as reservoirs for antibiotic-resistant and biofilm-forming S. aureus, raising significant food safety and public health concerns. This study aimed to determine the antibiotic resistance profiles and biofilm-forming abilities of *S. aureus* strains isolated from raw milk samples. For this purpose, a total of 60 milk samples were collected by hand milking between February and June 2023 from several villages Havza, Samsun, Türkiye. Decimal dilutions were prepared using 0.1% peptone water, and samples were spread onto Baird-Parker agar supplemented with egg yolk tellurite. After incubation at 35 °C for 24–48 hours, colonies showing typical *S. aureus* morphology (2–3 mm diameter, black or gray, opaque, convex, lecithinase-positive) were selected. Phenotypic tests (catalase, coagulase, and Gram staining) and genotypic confirmation (16S rRNA and *nuc* gene detection) were then performed. Among the 60 milk samples, 27 were identified as *Staphylococcus spp.*, and 24 were confirmed as *S. aureus*, yielding a prevalence rate of 40%. Disk diffusion tests revealed resistance rates of 37.5% to cefoxitin, 29.16% to penicillin, and 4.1% to tobramycin. All isolates were fully susceptible to levofloxacin and gentamicin. Biofilm formation was observed in 17 isolates (70.83%) using the microtiter plate assay. These results highlight that raw milk samples in the study region were contaminated with antibiotic-resistant and biofilm-forming *S. aureus* strains, underscoring a potential risk to public health.

Key words: Antibiotic resistance, Biofilm, *Staphylococcus aureus*, Raw milk

ISBN NR. : 978-625-5694-32-4

1. INTRODUCTON

Foodborne diseases are illnesses that arise from the consumption of contaminated foods, where harmful microorganisms or substances may be introduced at any stage from production to consumption (Mafe et al. 2024; Kumar et al. 2024). Globally, nearly 600 million individuals suffer from foodborne illnesses each year, and around 420,000 of them succumb to these diseases. Children under the age of five are particularly vulnerable, accounting for approximately 40% of foodborne-related deaths (WHO, 2022; Nunes Nascimento et al. 2025). Many foods are recognized as potential sources of foodborne infections; however, milk, in particular, due to its rich protein composition, provides a highly favorable environment for microbial growth. Globally, milk-borne diseases are predominantly attributed to various pathogens, with bacteria being the most frequent causative agents (Bharathy et al. 2015; Akinsemolu et al. 2024). Bacteria commonly found in raw milk include *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* Typhimurium, *Shigella* spp., *Listeria monocytogenes* and *Campylobacter jejuni* (Belayneh et al. 2025). Among these bacteria, *S. aureus*, which is frequently associated with subclinical mastitis, represents a significant opportunistic pathogen in raw milk (Fagundes et al. 2010; Wang et al. 2018; Deddefo et al. 2022). The contamination of milk with *Staphylococcus aureus* is associated with factors such as inadequate hygiene of surfaces in contact with milk, animal diseases like mastitis, insufficient infrastructure, and lack of training for dairy farmers (Mpatswenumugabo et al. 2024).

Foods are important reservoirs that play a role in the spread of resistance in the food chain. Food poisoning associated with *S. aureus* has been reported to involve not only methicillin-resistant strains (MRSA) but also multidrug-resistant (MDR) variants (Martak et al. 2024). The ability of *S. aureus* to form biofilms is a key virulence trait and plays a crucial role in antimicrobial resistance. Biofilms are layers created when bacteria adhere to both biotic and abiotic surfaces and enclose themselves in extracellular polymeric substances (EPS). This EPS allows bacterial cells to communicate through the diffusion of small signaling molecules. Additionally, horizontal gene transfer (including integrons, transposons, and insertion sequences) occurs frequently within biofilms, which contributes to the dissemination of antimicrobial resistance (Wu et al. 2024; Wang et al. 2025). Biofilm formation by *S. aureus* in food processing plants, milking machines, and milk transport tankers poses a potential threat to milk safety. Therefore, determining the biofilm formation potential of bacteria and preventing biofilm formation on abiotic surfaces is important for preventing *S. aureus*-related infections and intoxications (Tang et al. 2025).

In this study, *S. aureus* isolates obtained from milk samples were comprehensively characterized at the species level using both phenotypic and genotypic approaches. Their antibiotic resistance profiles were evaluated, and their biofilm-forming capacities were analyzed. This integrative approach aims to provide a better understanding of the behavior of *S. aureus* in milk environments and its implications for food safety and public health.

ISBN NR. : 978-625-5694-32-4

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Sample Collection

A total of 60 unprocessed milk collected from the villages of Havza, Kayacık, and Mürsel in Samsun between February and June 2023 were used as the study material. The collected samples were brought to the laboratory under cold chain protection and analyzed for *S. aureus*.

2.2. *S. aureus* Isolation Procedure

Milk samples (10 g) were homogenized in sterile bags containing 90 mL of 0.1% (w/v) buffered peptone water. Serial dilutions were prepared in the same diluent, and 0.1 mL aliquots were spread onto Baird-Parker agar supplemented with egg yolk tellurite. After incubation at 37 °C for 24 h, black, convex, and shiny colonies (2–5 mm) with lecithinase activity were identified as presumptive *S. aureus* (Jamali et al. 2015).

2.3. Genotypic Identification of *S. aureus*

Following 24 h incubation of stock cultures at 37 °C, subculturing was performed on Tryptic Soy Agar (TSA). Genomic DNA from individual colonies was extracted using the boiling method (Oliveira et al. 2022).

Table 1. Showing details of the primers used

Amplified	**5'→3'**	**Product size (bp)**	**References**
16S rRNA	AACTCTGTTATTAGGGAAGAACA CCACCTTCCTCCGGTTTGTCACC	756	McClure et al. 2006
nuc	GCGATTGATGGTGATACGGTT3 AGCCAAGCCTTGACGAACTAAAGC	280	Zhang et al. 2004

Amplification of the 16S rRNA gene was carried out using a thermal cycling profile that began with an initial denaturation at 94 °C for 10 minutes. This was followed by two sequential cycling phases. In the first phase, 10 cycles were applied, each consisting of denaturation at 94 °C for 45 seconds, annealing at 55 °C for 45 seconds, and elongation at 72 °C for 75 seconds. The second phase comprised 25 cycles under the following conditions: denaturation at 94 °C for 45 seconds, annealing at 50 °C for 45 seconds, and extension at 72 °C for 75 seconds. The process concluded with a final elongation at 72 °C for 10 minutes.

For amplification of the nuc gene, the PCR program started with a 5-minute denaturation at 94 °C. This was followed by two distinct cycling stages: the first included 10 cycles of denaturation at 94 °C for 40 seconds, annealing at 58 °C for 40 seconds, and extension at 72 °C for 1 minute; the second stage comprised 25 cycles with denaturation at 94 °C for 1 minute, annealing at 50 °C for 1 minute, and elongation at 72 °C for 2 minutes. The protocol was completed by a final extension step at 72 °C for 10 minutes.

PCR products were separated on a 2% agarose gel, stained with ethidium bromide (0.5 µg/mL), and examined under UV illumination for band visualization.

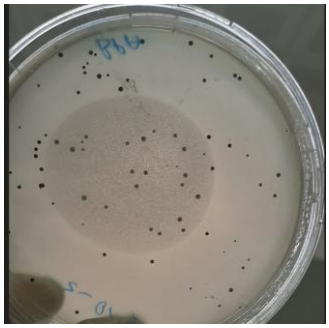
ISBN NR. : 978-625-5694-32-4

2.4. Assessment of Biofilm Formation Using Microtiter Plates

The biofilm formation properties of *S. aureus* isolates were determined using a 96-well microtiter plate. First, fresh cultures of *S. aureus* isolates were grown overnight at 37°C. Overnight *S. aureus* cultures were adjusted to 0.5 McFarland, diluted 1:50 in sterile saline, and 150 µL was inoculated into flat-bottomed microtiter plates. After 24 h incubation at 37 °C, wells were washed with PBS, fixed with methanol, and stained with 0.1% crystal violet. Excess dye was removed by rinsing with distilled water, and the bound stain was solubilized with ethanol–acetone (80:20). Absorbance was measured at 570 nm (Snel et al. 2014; Sarı et al. 2024).

3. RESULTS

Based on conventional culture results, isolates measuring 2–3 mm in diameter, appearing black or gray, opaque, convex, and lecithinase-positive on BPA were selected as presumptive *S. aureus* (Fig 1). Among these, 27 isolates were identified as Staphylococcus spp. through the detection of the *16S rRNA* gene region (genus-specific) in coagulase-positive strains. Further genotypic analysis confirmed the presence of the nuc gene (species-specific) in 24 isolates (40%), which were thereby identified as *S. aureus*.

a) 

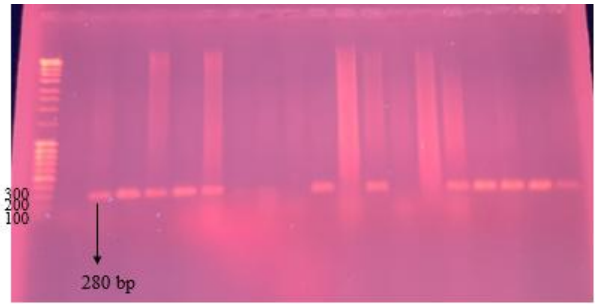
b) 

Fig 1. a) Presumptive *S. aureus* colonies on BPA. b) Gel electrophoresis profile of the *nuc* gene region.

The 24 *S. aureus* isolates were analyzed for their antibiotic resistance profiles. The disk diffusion test demonstrated that 37.5% of the isolates exhibited resistance to cefoxitin, 29.16% to penicillin, and 4.1% to tobramycin, whereas all isolates remained completely sensitive to levofloxacin and gentamicin (Table 2).

In the microtiter plate assay, 17 out of 24 *S. aureus* isolates (70.83%) demonstrated biofilm-forming ability (Table 2).

ISBN NR. : 978-625-5694-32-4

Table 2. Phenotypic and genotypic characterization and susceptibility of isolates

Number	Gram staining	Katalaz	Koagülaz	16S rRNA	*nuc*	Biyofilm	FOX	LEV	TOB	CN	P
1	+	+	+	+	+	+	R	S	S	S	R
2	+	+	+	+	+	+	R	S	S	S	R
3	+	+	+	+	+	+	S	S	S	S	S
4	+	+	+	+	+	+	R	S	S	S	S
5	+	+	+	+	+	+	S	S	S	S	S
6	+	+	+	+	+	-	S	S	R	S	S
7	+	+	+	+	+	-	R	S	S	S	S
8	+	+	+	+	+	-	R	S	S	S	S
9	+	+	+	+	+	+	S	S	S	S	S
10	+	+	+	+	+	+	S	S	S	S	S
11	+	+	+	+	+	+	R	S	S	S	R
12	+	+	+	+	+	+	S	S	S	S	R
13	+	+	+	+	+	+	R	S	S	S	S
14	+	+	+	+	+	-	S	S	S	S	S
15	+	+	+	+	+	+	S	S	S	S	S
16	+	+	+	+	+	+	S	S	S	S	S
17	+	+	+	+	+	+	S	S	S	S	S
18	+	+	+	+	+	+	R	S	S	S	S
19	+	+	+	+	+	-	S	S	S	S	S
20	+	+	+	+	+	-	S	S	S	S	R
21	+	+	+	+	+	+	R	S	S	S	R
22	+	+	+	+	+	+	S	S	S	S	R
23	+	+	+	+	+	-	S	S	S	S	S
24	+	+	+	+	+	+	S	S	S	S	S
Total	24	24	24	24	24	17 %70.83	9 %37.5	0	1 4.1%	0	7 %29.16

FOX: cefoxitin, LEV: levofloxacin, TOB: tobramycin, CN: gentamycin, P: penicillin, S: sensitive, R: resistant

4. DISCUSSION

Milk is regarded as a nutritionally rich food product. Due to its high nutrient content and liquid form, it provides a favorable environment for the growth of microorganisms. *S. aureus* can enter milk from udders affected by mastitis, posing a notable threat to public health. It is recognized as the most clinically important staphylococcal species in humans, capable of causing infections ranging from mild skin irritations to severe, life-threatening conditions. Additionally, animals may serve as reservoirs, contributing to the zoonotic transmission of staphylococci (Fagundes et al. 2010; Deddefo et al. 2020). *S. aureus* represents a significant opportunistic pathogen commonly found in raw milk (Oliveira et al. 2022). Staphylococcal food poisoning, resulting from the ingestion of preformed enterotoxins in milk and dairy products, constitutes a major cause of gastroenteritis worldwide (Park et al. 2019).

In this study, raw milk samples were examined for the prevalence of *S. aureus*, and a relatively high occurrence of 40% was observed. Similarly, a study conducted in Portugal reported a 53% isolation rate of *S. aureus* from raw milk samples (Oliveira et al. 2022). In another study from China, the prevalence of *S. aureus* in milk samples was reported as 46.2% (Wang et al. 2018). The prevalence of *S. aureus* in raw milk can be attributed to multiple factors, including mastitis-infected animals, contamination of milking machines, and unhygienic milking practices (Bisho et al. 2025).

In addition to causing foodborne intoxications, staphylococci pose another significant concern due to their resistance to antibiotics. Determining the antibiotic resistance profiles is crucial, as resistance genes can be disseminated through food (Xu et al. 2011). In this study, 70.83% of the isolates were resistant to cefoxitin, followed by resistance to penicillin and tobramycin, while all isolates were found to be fully susceptible to levofloxacin and gentamicin. In the literature, one study reported that *S. aureus* isolates exhibited high resistance to tetracycline (56.1%) and penicillin G (47.3%), whereas lower resistance rates were observed for cefoxitin (5.5%) and gentamicin (2.1%) (Jamali et al. 2015). Another investigation demonstrated that milk-derived isolates showed high levels of resistance to tetracycline (81.6%), penicillin G (81.6%), and amoxicillin (69.4%) (Abdi et al. 2025). In another study, antimicrobial resistance to penicillin G and gentamicin was reported as 50% and 36.1%, respectively (Liu et al. 2022). Discrepancies in reported resistance levels could potentially stem from the diverse antibiotic regimens employed for managing staphylococcal infections in livestock.

The ability of *S. aureus* to produce biofilms is increasingly recognized as a critical virulence determinant. When these bacteria establish biofilms on the surfaces of dairy processing equipment, they may exhibit enhanced tolerance to variations in temperature and pH compared to planktonic cells, which in turn can influence their antibiotic resistance patterns (Wang et al. 2022; Pajohesh et al. 2022). In the present study, the majority of the isolates (70.83%) exhibited biofilm-forming capacity. Notably, a considerable proportion of these biofilm-producing isolates also demonstrated resistance to cefoxitin and penicillin G. In one report, all strong biofilm-producing isolates (100%) were found to be resistant to penicillin (Pajohesh et al. 2022). Consistently, another investigation on clinical isolates also highlighted a pronounced resistance pattern, particularly against penicillin and cefoxitin (Manandhar et al. 2018).

5. CONCLUSIONS

In this study, raw milk samples collected in Turkey were found to be contaminated with *S. aureus*. The findings demonstrated that some *S. aureus* isolates exhibited resistance to cefoxitin, tobramycin, and penicillin group antibiotics, whereas they remained susceptible to levofloxacin and gentamicin. Furthermore, a high capacity for biofilm production was observed among the isolates. This characteristic is considered to represent a significant risk for the dairy industry and a potential threat to public health. To reduce the risk of *S. aureus* contamination, strict attention should be given to hygienic practices during and after milking. Additionally, future studies are recommended to investigate enterotoxin production in order to better elucidate the pathogenic potential of *S. aureus*.

REFERENCES

Mafe, A. N., Edo, G. I., Makia, R. S., Joshua, O. A., Akpoghelie, P. O., Gaaz, T. S., ... & Umar, H. (2024). A review on food spoilage mechanisms, food borne diseases and commercial aspects of food preservation and processing. *Food Chemistry Advances*, *5*, 100852.

Kumar, Y., Kaur, I., & Mishra, S. (2024). Foodborne disease symptoms, diagnostics, and predictions using artificial intelligence-based learning approaches: A systematic review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, *31*(2), 553-578.

World Health Organization (WHO). 2022. Foodborne diseases. https://www.who.int/health-topics/foodborne-diseases#tab=tab_2(open in a new window).

Nunes Nascimento, J. C., Alvarenga, V. O., Paulino, B. N., de Cerqueira e Silva, A. B., Matos, J. R., Rosário, I. L. D. S., ... & Costa, M. (2025). Staphylococcus aureus in food safety: antimicrobial resistance, detection technologies, and future perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-24.

Bharathy, S., Gunaseelan, L., Porteen, K., & Bojiraj, M. (2015). Prevalence of Staphylococcus aureus in raw milk: Can it be a potential public health threat. International Journal of Advanced Research, 3(2), 801-806.

Akinsemolu, A. A., & Onyeaka, H. N. (2024). Microorganisms associated with food spoilage and foodborne diseases. In *Food safety and quality in the global south* (pp. 489-531). Singapore: Springer Nature Singapore.

Belayneh, S. B., Luak, C. K., & Bamboro, S. A. (2025). Pathogenic bacteria in raw milk and milk products in Ethiopia: A decade review of prevalence, contributing factors, and antimicrobial resistance. A systematic review and meta-analysis. *SAGE Open Medicine*, *13*, 20503121251353356.

Fagundes, H., Barchesi, L., Nader Filho, A., Ferreira, L. M., & Oliveira, C. A. F. (2010). Occurrence of Staphylococcus aureus in raw milk produced in dairy farms in São Paulo state, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, *41*, 376-380.

Wang, W., Lin, X., Jiang, T., Peng, Z., Xu, J., Yi, L., ... & Baloch, Z. (2018). Prevalence and characterization of Staphylococcus aureus cultured from raw milk taken from dairy cows with mastitis in Beijing, China. *Frontiers in microbiology*, *9*, 1123.

Deddefo, A., Mamo, G., Leta, S., & Amenu, K. (2022). Prevalence and molecular characteristics of Staphylococcus aureus in raw milk and milk products in Ethiopia: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Food Contamination*, *9*(1), 8

Mpatswenumugabo, J. P. (2024). Biosecurity and milk production among smallholder dairy farmers in Rwanda. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*, (2024: 89).

Martak, D., Henriot, C. P., & Hocquet, D. (2024). Environment, animals, and food as reservoirs of antibiotic-resistant bacteria for humans: One health or more?. *Infectious Diseases Now*, *54*(4), 104895.

Wu, X., Wang, H., Xiong, J., Yang, G. X., Hu, J. F., Zhu, Q., & Chen, Z. (2024). Staphylococcus aureus biofilm: Formulation, regulatory, and emerging natural products-derived therapeutics. *Biofilm*, *7*, 100175.

Wang, D., Wang, L., Liu, Q., & Zhao, Y. (2025). Virulence factors in biofilm formation and therapeutic strategies for Staphylococcus aureus: A review. *Animals and Zoonoses*, *1*(2), 188-202.

Tang, Y., Li, Y., Xiao, N., Wang, L., Li, S., Zou, J., ... & Jiang, M. (2025). Antibiotic Resistance, Biofilm Formation, and Molecular Epidemiology of Foodborne Staphylococcus aureus Isolated in Northwest Hubei Province, China. *Food Science & Nutrition*, *13*(8), e70791.

Jamali, H., Paydar, M., Radmehr, B., Ismail, S., & Dadrasnia, A. (2015). Prevalence and antimicrobial resistance of Staphylococcus aureus isolated from raw milk and dairy products. *Food control*, *54*, 383-388.

Oliveira, R., Pinho, E., Almeida, G., Azevedo, N. F., & Almeida, C. (2022). Prevalence and diversity of Staphylococcus aureus and staphylococcal enterotoxins in raw milk from Northern Portugal. *Frontiers in Microbiology*, *13*, 846653.

McClure, J. A., Conly, J. M., Lau, V., Elsayed, S., Louie, T., Hutchins, W., & Zhang, K. (2006). Novel multiplex PCR assay for detection of the staphylococcal virulence marker Panton-Valentine leukocidin genes and simultaneous discrimination of methicillin-susceptible from-resistant staphylococci. *Journal of clinical microbiology*, *44*(3), 1141-1144.

Zhang, K., Sparling, J., Chow, B. L., Elsayed, S., Hussain, Z., Church, D. L., ... & Conly, J. M. (2004). New quadriplex PCR assay for detection of methicillin and mupirocin resistance and simultaneous discrimination of Staphylococcus aureus from coagulase-negative staphylococci. *Journal of clinical microbiology*, *42*(11), 4947-4955.

Snel, G. G. M., Malvisi, M., Pilla, R., & Piccinini, R. (2014). Evaluation of biofilm formation using milk in a flow cell model and microarray characterization of Staphylococcus aureus strains from bovine mastitis. *Veterinary Microbiology*, *174*(3-4), 489-495.

Sarı, T., & Baskan, C. (2024). Investigation of Biofilm Production and Determination of Antibiotic Resistance Profile of Staphylococcus aureus Isolated from Ground Beef and Meatballs. *Sakarya University Journal of Science*, *28*(3), 505-516.

Bisho, M. S. (2025). Isolation, Identification, and Antibiogram Characteristics of Staphylococcus aureus From Dairy Cows Kept Under Extensive Management System, in the Uba DebreTsehay District of Southern Ethiopia.

Xu, Z., Li, L., Shirtliff, M. E., Peters, B. M., Li, B., Peng, Y., ... & Shi, L. (2011). Resistance Class 1 integron in clinical methicillin-resistant Staphylococcus aureus strains in southern China, 2001–2006. *Clinical Microbiology and Infection*, *17*(5), 714-718.

Abdi, A., Hussen, S., & Ahmed, M. (2025). Prevalence, Antimicrobial Susceptibility Pattern and Associated Factors of Staphylococcus Aureus Among Camel's Raw Milk in Babile District, Oromia, Ethiopia. Veterinary Medicine and Science, 11(4), e70438.

Liu, H., Dong, L., Zhao, Y., Meng, L., Wang, J., Wang, C., & Zheng, N. (2022). Antimicrobial susceptibility, and molecular characterization of Staphylococcus aureus isolated from different raw milk samples in China. *Frontiers in Microbiology*, *13*, 840670.

Wang, H., Shen, J., Zhu, C., Ma, K., Fang, M., Li, B., ... & Xue, T. (2022). Antibiotics resistance and virulence of Staphylococcus aureus isolates isolated from raw milk from handmade dairy retail stores in Hefei City, China. *Foods*, *11*(15), 2185.

Pajohesh, R., Tajbakhsh, E., Momtaz, H., & Rahimi, E. (2022). Relationship between biofilm formation and antibiotic resistance and adherence genes in Staphylococcus aureus strains isolated from raw cow milk in Shahrekord, Iran. *International journal of microbiology*, *2022*(1), 6435774.

Manandhar, S., Singh, A., Varma, A., Pandey, S., & Shrivastava, N. (2018). Biofilm producing clinical Staphylococcus aureus isolates augmented prevalence of antibiotic resistant cases in tertiary care hospitals of Nepal. Frontiers in microbiology, 9, 2749.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

TÜRKİYE'DE BÖBREK HASTALIKLARININ TEDAVİ SÜRECİNDE MALİYET DİNAMİKLERİ, ETKİNLİKLERİ VE ETKİLEYİCİ FAKTÖRLER

Prof.Dr., İmran ASLAN

Bingöl Üniversitesi, iaslan@bingol.edu.tr, imranaslan@gmail.com

https://orcid.org/0000-0001-5307-4474

ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'de kronik böbrek hastalığı (KBH) tedavi süreçlerine ilişkin maliyetleri ve bu maliyetleri etkileyen temel faktörleri analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmada, son dönem böbrek yetmezliği (SDBY) tedavilerinde yaygın olarak kullanılan hemodiyaliz(HD), periton diyalizi(PD) ve böbrek nakli(Tx) yöntemlerinin bireysel ve toplumsal düzeyde oluşturduğu ekonomik yük incelenmiştir. Tedavi maliyetleri, doğrudan tıbbi harcamalar (ilaç, cihaz, sağlık personeli hizmeti) ile dolaylı maliyetler (iş gücü kaybı, hasta bakımı, ulaşım) açısından değerlendirilmiştir. Veriler, yayınlanmış makaleler, Sosyal Güvenlik Kurumu(SGK), Sağlık Bakanlığı ve Türkiye Nefroloji Derneği'nin yayımladığı raporlar ve sağlık kurumlarından elde edilen ikincil veri setleri aracılığıyla toplanmıştır. PD yöntemi HD yöntemi ile karşılaştırıldığında daha fazla QALY sağlamaktadır. Genel anlamda PD, HD'ye göre hem daha ucuz hem daha fazla yaşam sağlıyor. Kısa–orta vadede PD, yaşam kalitesi açısından HD'ye göre biraz daha avantajlı gözükmektedir. Bazı modellerde PD, bazılarında HD öne çıkıyorken KBH hastalıklarında tedavi sağlayan kurumun önemli olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Transplantasyon, HD ve PD'ye kıyasla üstün maliyet-etkinlik sunmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'de naklin yaygınlaştırılmasını destekleyecek bilgilendirici çalışmalar ve politika düzenlemeleri kritik öneme sahiptir. Çalışma, sağlık kaynaklarının verimli kullanımı ve maliyet-etkin tedavi planlamaları için politika yapıcılara yol gösterici bilgiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kronik böbrek hastalığı, son dönem böbrek yetmezliği, hemodiyaliz, periton diyalizi, böbrek nakli

1. GİRİŞ

Kronik böbrek hastalığı (KBH), küresel bir sağlık sorunudur ve dünya çapında milyonlarca insanı etkilemektedir; bu durum, önemli morbidite, mortalite ve ekonomik yük oluşturmaktadır. KBH, sürekli artış gösteren ve yaşam kalitesini önemli bir şekilde etkileyen bir hastalıktır. Tedavi maliyetlerinin belirlenmesinde, hastalığın evresi, uygulanan tedavi yöntemleri ve hastanın genel sağlık durumu gibi çeşitli faktörler rol oynamaktadır. Türkiye'de KBH, küresel hastalık yükü raporunda DALY (Disability Adjusted Life Years) nedenlerine göre tüm yaşlara göre 6. sırada yer almaktadır (Bankur & Ağırbaş, 2023). KBH, dünya çapında 750 milyondan fazla kişiyi etkilediği düşünülmekte ve Türkiye'de her altı kişiden bir kişide KBH'nın olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye'de kronik böbrek hastalığının yaygınlığı %15,7'dir. Kardiyovasküler risk faktörleri kronik böbrek hastalığı olan hastalarda anlamlı olarak daha yaygındır. Bu oran kadınlarda erkeklerden anlamlı bir şekilde daha yüksektir (%18,4'e karşı %12,8) ve deneklerin yaşı arttıkça artmaktadır (Süleymanlar, 2012).

Böbrekler vücuttaki sıvı ve elektrolit dengesinin korunmasından, üre, ürik asit ve kreatinin gibi metabolik atıkların kandan uzaklaştırılmasından, kan basıncı düzeyinin kontrolünden ve hormon üretiminden sorumludur. Böbrek hastalığı en az 3 aylık böbrek hasarı veya glomerüler filtrasyon hızının (GFR) 1,73 m^2'de 60 mL/dk'dan az olması veya fonksiyonundaki azalma belirteçler ile gösterilen hastalık olarak teşhis edilmektedir (Bankur & Ağırbaş, 2023). Dünyada 2,6 milyon kişi diyaliz veya böbrek nakli tedavileri almaktadır. KBH tedavisinde hemodiyaliz(HD), periton diyalizi(PD) ve böbrek nakli(Tx) yöntemlerinden herhangi bir tanesinin uygulanması zorunludur. Son dönem böbrek yetmezliği (SDBY) evresinde en iyi tedavi yöntemi böbrek naklidir. Ancak, böbrek vericileri bulmak kolay olmadığından HD veya PD tedavi yöntemleri uygulanmaktadır. TX, orijinal böbreğin sadece %50'sini ve HD ve PD ise yaklaşık % 10 fonksiyonun sağlamaktadır. Tx yönteminde canlı ya da kadavradan cerrahi yöntemle alınan insan böbreği cerrahi yöntemle takılmaktadır. Böbrek naklide en uygun tedavi yöntemi olmasına rağmen canlı veya kadavra böbrek bulmak zordur. Türkiye'de KBH olan kişilerin %20'sinden azı Tx ile yaşamlarına devam ettiği düşünülmektedir. Yapılan hükümet teşviklerine rağmen, çoğu insan öldükten sonra böbreklerini vermek istememektedir (Aslan & Özen, 2013; Bankur & Ağırbaş, 2023; Güneş ve Yiğit, 2022).

Böbrek yetmezliği diyabet, obezite ve kalp hastalığı gibi hastalıklardan kaynaklanabilir (Medical Tourism Corporation, 2025). Yapılan çalışmalarda hastaların %86,6'sında eşlik eden hastalıkların olduğu, en sık görüleninin %68,5 ile hipertansiyon olduğu belirlendi. Santral HD hastalarında en sık görülen komorbidite hipertansiyon olup, hastaların %66'sını etkilemiştir. Bunu, diyabet (%14) ve hiperparatiroidizm (%13) izlemiştir. PD uygulanan hastalarda en sık görülen komorbidite de hipertansiyon olup, vakaların %61'ini oluştururken, bunu hiperparatiroidizm (%20) ve diyabet (%12) izlemiştir. KBH erken belirlenmesi durumunda böbrek hastalıklarının ilerlemesi önlenebilmektedir, ancak bu konuda farkındalık ve bilgi düzeyinin yüksek olması gerekir (Bankur & Ağırbaş, 2023). Böbrek hastalığın evreleri 1-5 arasında sınıflandırılmakta ve son iki evre tedavi gerektirmektedir. Türkiye'de böbrek hastalığı olan 1-3 evrelerinin yeterince önemsenmediği ve doğru bir tarama yapılarak ileri evreleri engellemek için yeteri önlem alınmadığı tespit edilmiştir. Orta şiddetteki kronik böbrek yetmezliği, yüksek tansiyon, diyabet, hiperlipidemi veya diğer hastalıkların önlenmesi ve tedavisiyle tersine çevrilebilir veya daha ileri evrelere doğru yavaşlatılabilir. SDBY hastalıkları böbreğin fonksiyonlarını yerine getirememesine neden olur ve kanın düzenli olarak temizlenmesi gerekir. Oysa etkin önlemler ile böbrek hastalığının daha ileriki evrelere geçişi engellenebilir. Dünyada yapılan bazı çalınmalarda KBH farkındalığının %10´nun altında olduğu tespit edilmiştir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda ise farkındalık düzeyi %2'nin altında olarak bulunmuştur. Düşük farkındalık yüzünden SDBY evresine doğru hızlı bir şekilde ilerlenmektedir (Aslan & Özen, 2013; Bankur & Ağırbaş, 2023; Ekenci vd., 2019).

Sağlık harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki üzerine yapılan araştırmalar, ekonomik büyümenin sağlığı geliştirdiği ve sağlık alanındaki iyileşmelerin de ekonomik verimliliği ve büyümeyi etkilediği yönündedir (Binay, 2020). Türkiye'de HD maliyeti, kamu tarafından karşılanmakta olup bu giderin en büyük payı Sosyal Güvenlik Kurumu(SGK)'na aittir (Tatar, 2012). Güneş ve Yiğit (2022) çalışmasına göre sağlık SGK hastane harcamalarının %6.85'si Renal Replasman Tedavisinde (RRT) harcanmaktadır. Bu nedenle, böbrek hastalıklarının tedavi maliyetlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi, sağlık hizmetlerinin

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

sunulmasında ve kaynakların yönetiminde daha iyi kararlar alınmasına yardımcı olabilir (Aslan & Özen, 2013).

1.1 Hemodiyaliz (HD)

HD tedavisinde yarı geçirgen bir membran aracılığı ile hastanın kanı ve uygun diyaliz solüsyonu arasında sıvı-solüt değişimi söz konusudur (Güneş ve Yiğit, 2022). Kanın yarı geçirgen bir membran ve hemodiyaliz makinesi aracılığı ile sıvı ve solüt içeriğinden temizlenerek tekrar hastaya verilmesi şeklinde yapılmaktadır. HD tedavisi, doktor ve hemşire gözetiminde HD merkezlerinde yapılmaktadır. Genelde haftada 4 saat süren 3 seans şeklinde tedavi yapılmaktadır. Son yıllarda Türkiye'de gerekli teknik alt yapı hastanın evinde tesis edilerek ev HD (EH) şeklinde de uygulanmaya başlanmıştır. EH, her gün (gündüz) 2-3 saat veya her gece (hasta gece uyurken) 8-10 saat süre şeklinde uygulanabilmektedir. Bu iki uygulamanın amacı diyaliz tedavisinin etkinliğini artırmak ve hasta yaşam süresini uzatmaktır (Bankur & Ağırbaş, 2023).

KBH'nın ilerlemesi sonucu son dönem böbrek yetmezliğine ulaşan hastalar için HD, sıklıkla ilk ve en çok tercih edilen tedavi seçeneklerinden biri olmaktadır. Türkiye'de HD tedavisi, geniş bir hasta popülasyonuna hizmet veren yaygın bir tedavi yöntemidir ve ülkedeki diyaliz merkezlerinin sayısı ve kapasitesi, son yıllarda önemli ölçüde artmıştır, bu da tedaviye erişimin kolaylaşmasına katkıda bulunmuştur. Bu tedavi yöntemi, hastaların yaşam kalitesini artırmak ve yaşam sürelerini uzatmak için yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak HD merkezlerinin dağılımı, tedavi kalitesi, maliyet etkinliği ve hasta uyumu gibi çeşitli faktörler, bu tedavinin etkinliğini etkileyebilmektedir. Bununla birlikte, hemodiyaliz hizmetlerinin kalitesi ve erişilebilirliği bölgelere göre farklılık gösterebilmekte, bu da bazı bölgelerde tedaviye erişimde eşitsizliklere yol açabilmektedir (Erek, 2002; Ekenci vd., 2019).

Doğrudan (Direkt) maliyetler, hastalığın ve tedavinin doğrudan sağlık sistemine ve hastaya getirdiği maliyetlerdir. Tedavi maliyetleri; HD seans ücretleri, sarf malzemeleri, makineler, PD solüsyonları ve setleri ve Tx operasyon maliyeti, hastane yatışı, nakil sonrası takip maliyetlerini içerir. Diğer direk maliyetler ilaç maliyetleri, hastane ve sağlık hizmeti giderleri(poliklinik kontrolleri, laboratuvar tetkikleri, görüntüleme yöntemleri vb.) ve taşıma ve bakım maliyetleri(diyaliz merkezine ulaşım ve diyaliz sırasında refakatçi maliyetleri) masraflarıdır. Dolaylı (Endirekt) maliyetler ise hastalığın sosyal ve ekonomik yaşam üzerindeki etkileridir. Bunlar Üretkenlik kaybı(çalışma gücünün azalması veya iş kaybı, erken emeklilik / işten ayrılma), aile/refakatçi yükü (refakatçinin iş gücü kaybı, evde bakım yükü), sosyal güvenlik ödemeleri (malulen emeklilik, engelli maaşı vb.), uzun vadeli bağımlılık ve yaşam kalitesinde düşüşü ve psikososyal etkiler(depresyon, anksiyete gibi psikiyatrik tedavi gereksinimleri ve aile içi stres ve sosyal ilişkilerde bozulma) ile ilişkili maliyetlerdir (SAGEM STD Daire Başkanlığı , 2017). Böbrek yetmezliği tanısı alındıktan sonra AV fistül açılması veya kateterizasyon işlemi yapılması gerekiyor. Bu mümkün olmadığı durumlarda sentetik greft ile bu işlem yapılmaktadır. Ayrıca iki kez konsültasyon ve paket dışı muayene yapılmaktadır. HD seans ücretlerine, AV fistül iğnesi, AV kan seti, diyalizör, her türlü heparin, konsantre hemodiyaliz solüsyonu, Sağlık Bakanlığınca yayımlanan diyaliz merkezleri hakkındaki yönetmelik gereğince yapılması zorunlu olan tetkikler, her türlü serum ve seans sırasında

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

gelişen komplikasyonların tedavisinde kullanılan ilaçlar ve gündüz yatak ücretleri dahildir (Güneş ve Yiğit, 2022).

1.2 Periton diyalizi (PD)

PD, son dönem böbrek hastalığı olan hastalara HD ve böbrek nakline yaşamı sürdürücü bir alternatif sunarak hayati önem taşıyan bir renal replasman tedavisidir (Abraham vd., 2015). PD tedavisinde periton boşluğuna diyalizat verilmektedir ve kapiller kan ve PD solüsyonu arasında sıvı ve kreatinin, üre, elektrolitler, glukoz ve diğer üremik toksinlerin değişimi ile kanın temizlenmesi amaçlanır (Bankur & Ağırbaş, 2023; Güneş ve Yiğit, 2022). Bu tedavi sürekli ayaktan periton diyalizi (SAPD) ve aletli periton diyalizi (APD) olarak iki şekilde uygulanmaktadır. Genellikle SAPD için 2.0 - 2.5 litrelik solüsyonlar (günde 4-5 kez) ve APD için ise 5.0 litrelik solüsyonlar şeklinde kullanılır. SAPD için günde dört değişim, APD içinde ortalama dokuz saat süren günde tek değişim şeklinde diyaliz yapmaktadır (Güneş ve Yiğit, 2022).

Türkiye'de 2018 yılı sonu itibarıyla periton diyalizinin tüm diyaliz popülasyonu içindeki oranı yıllar itibariyle incelendiğinde %5-6 civarında olduğu görülmektedir (Eren vd., 2020). HD, renal replasman tedavisinin baskın şekli olmaya devam ederken, PD, artan hasta bağımsızlığı ve iyileştirilmiş yaşam kalitesi gibi belirgin avantajlar sunmakta ve sağlık hizmetleri maliyetlerinin azalması ve altyapı taleplerinin artması nedeniyle kullanımını teşvik eden küresel eğilimle uyumludur (Vogt ve Shah, 2024). Bu avantajlara rağmen, geç sevkler, farkındalık eksikliği ve hem sağlık hizmeti sağlayıcıları hem de hastalar arasında HD'in tercih edilmesi gibi faktörlerden kaynaklanan yetersiz kullanım da dahil olmak üzere zorluklar söz konusudur (Yaxley ve Scott, 2022).

1.3 Böbrek nakli (Tx)

Tx, son dönem böbrek hastalığıyla boğuşan bireyler için kritik ve hayat kurtarıcı bir tıbbi müdahale olarak öne çıkmakta ve iyileştirilmiş sağlık sonuçlarına ve gelişmiş yaşam kalitesine giden dönüştürücü bir yol sunmaktadır. Bir donörden alınan sağlıklı bir böbreğin cerrahi olarak nakledilmesini ve böylece atık filtrasyonu, sıvı dengesi ve hormon üretimi gibi temel böbrek fonksiyonlarının geri kazanılmasını içerir (Beyar, 2011). Böbrek nakline olan küresel talep, genellikle diyabet ve hipertansiyon gibi yaşam tarzı faktörleriyle bağlantılı olan kronik böbrek hastalığının artan yaygınlığıyla birlikte son on yıllarda önemli ölçüde artmıştır (Major, 2020).

Tx yönteminde canlı ya da kadavradan cerrahi yöntemle alınan insan böbreğinin yine cerrahi yöntemle takılmaktadır. Tx en uygun tedavi yöntemi olmasına rağmen canlı veya kadavra böbrek bulmak zordur. Türkiye'de %20'sinden azının Tx ile yaşamlarına devam ettiği düşünülmektedir. Yapılan hükümet teşviklerine rağmen, çoğu insan öldükten sonra böbreklerini vermek istememektedir. Maliyet işlemlerinde birinci ve ikinci yıl olarak hesaplamalar yapılmaktadır. İlk yılda operasyon ve böbrek temin maliyetinden dolayı maliyet daha yüksektir. Türkiye'de bulunan organ nakli merkezilerinde böbrek nakilleri yapılmaktadır. Ülke geneli yapılan nakillerde canlı donör oranı %79'dur ve kadavra donör oran %21 olarak bulunmuştur. İkinci yılda genellikle rutin kontroller olan muayene ve kontrollerde, laboratuvar ve radyolojik işlemler yapılmaktadır. Ayrıca, bağışıklığı baskılayan immunosupressif tipi veya enfeksiyon önleyici ilaçlar verilmektedir (Güneş ve Yiğit, 2022).

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Böbrek nakli ameliyatı, normal şartlarda 2 ile 4 saat arasında süren ve ölüm riski neredeyse %1'ler düzeyindedir. Türkiye'de böbrek nakli başarı oranı % 94 tur. Araştırmalar böbrek nakillerinde bir yıllık sağ kalım oranının %94 olduğunu, canlı donörlerden yapılan nakillerde bu oranın %96, kadavradan yapılan nakillerde ise %86 olduğunu göstermektedir. Naklin başarılı olması için antijen olarak bilinen kimyasal özelliklerin böbrek nakli yapılan donör ve alıcı arasında aynı olması gerekir. Aksi takdirde yeni böbrek alıcının bağışıklık sistemi tarafından reddedilecektir. İnsanlar böbrek naklinden sonra farklı hızlarda iyileşirler, bazıları diğerlerinden daha hızlı iyileşebilir ve günlük yaşamlarına yaklaşık 2-3 ay içinde dönebilirler. Zaman geçtikçe klinik ziyaretlerine olan ihtiyaç azalır. 3-6 aylık bir sürenin ardından reddedilme olasılığı ve ilaç kullanımı azalır. Böbrek nakliyle ilişkili komplikasyonlar; enfeksiyonlar, böbrek reddi, kardiyovasküler komplikasyonlar, gecikmiş greft fonksiyonu, yüksek kolesterol seviyeleri ve karaciğer hasarı dahil olmak üzere bir dizi potansiyel sağlık tehlikesini kapsar (Medical Tourism Corporation, 2025). Böbrek naklinin başarısı, bağışıklık sistemini baskılayan tedavilerdeki gelişmeler, gelişmiş doku uyumluluğu testleri ve gelişmiş cerrahi teknikler gibi çok sayıda faktöre bağlıdır; bunların tümü organ reddi riskini en aza indirmeye ve greft fonksiyonunu optimize etmeye katkıda bulunur. Doku uyumluluğu testleri, organ temini ve korunmasındaki önemli ilerlemeler, daha güçlü ve daha güvenli bağışıklık baskılayıcı ilaçların geliştirilmesiyle birlikte böbrek naklinde devrim yaratmıştır (Saeb-Parsy ve Watson, 2011).

2. YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de SDBY tedavisinde kullanılan renal replasman tedavi yöntemleri olan merkez içi HD, PD ve Tx maliyetlerinin zaman içinde nasıl değiştiğini ortaya koymaktır. Sonuçlar literatürle karşılaştırılarak tartışılmıştır. Veriler, yayınlanmış makaleler, SGK, Sağlık Bakanlığı ve Türkiye Nefroloji Derneği'nin yayımladığı raporlar ve sağlık kurumlarından elde edilen ikincil veri setleri aracılığıyla toplanmıştır. Maliyet analizlerinde zaman içindeki enflasyon kaynaklanan maliyet değişikliklerden dolayı Amerikan doları kullanılmıştır. Renal replasman tedavileri olan HD, PD ve Tx tedavilerin her birinin kendine özgü maliyetleri, avantajları ve dezavantajları vardır. Türkiye'de renal replasman tedavisine duyulan ihtiyaç giderek artmakta, bu da maliyet etkinliği ve kaynak tahsisi konularını daha da önemli hale getirmektedir.

Elden edilen bulgular ile kaliteye göre ayarlanmış yaşam yılı (QALY) , Maliyet/QALY ve Toplam Maliyet/ ICER (Ek Maliyet-Etkinlik Oranı) yöntemleri kullanılarak hangi yöntemin daha avantajlı ve etkin olduğu tespit edilmesi amaçlanmıştır.

ICER Formülü:

$$ICER = \frac{C_1 - C_0}{E_1 - E_0}$$

- C_1: Yeni müdahalenin maliyeti
- C_0: Karşılaştırılan mevcut müdahalenin maliyeti
- E_1: Yeni müdahalenin sağlık çıktısı (örneğin QALY, yaşam yılı, vaka önleme sayısı)
- E_0: Karşılaştırılan mevcut müdahalenin sağlık çıktısı

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

HD maliyetleri yıllar içinde dalgalanma göstermektedir. HD ve PD, Geçmişte maliyetler birbirine yakınken, son SGK verileri PD'nin HD'den daha pahalı olduğunu göstermektedir. Tx: İlk yıl yüksek maliyetlidir (ameliyat, yatış, immünsüpresif ilaçlar), ancak 2. yıldan itibaren en ucuz tedavi haline gelmektedir. Zaman içindeki eğilim: HD ve Tx maliyetlerinde düşüş eğilimi vardır; bu durum Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK)'nun etkin geri ödeme politikaları ve teknolojik gelişmelerle ilişkilidir. Dolaylı maliyetler: Diyaliz hastalarında doğrudan maliyetlere ek olarak %20–25 civarında iş gücü kaybı ve sosyal maliyetler eklenmektedir (Tablo 1).

Çizelge 1: Türkiye'de RRT (Renal Replasman Tedavileri) Maliyetlerinin Karşılaştırması (Yıllık, ABD Doları)

Çalışma / Kaynak	Hemodiyaliz(HD)	Periton Diyalizi(PD)	Transplantasyon (TX)	Notlar
Erek vd. (2004)	22.759	22.350	1. yıl: 23.379 2. yıl: 10.028	Tx, 2. yıldan sonra daha ucuz
Utaş (2007)	15.085 (ilaç hariç) 23.342 (ilaç dahil)	14.542 (ilaç hariç) 17.779(ilaç dahil)	-	İlaç maliyetleri toplamı ciddi artırıyor
Tatar (2012)	2009: 13.947 2010: 15.567 2011: 15.291 2012: 13.946	-	-	HD maliyetleri 4 yılda stabil
Yiğit vd. (2013)	15.575	15.295	1. yıl: 26.989 2. yıl: 4.554	Tx uzun vadede oldukça maliyet-etkin
SAGEM STD Daire Başkanlığı (2017)	Doğrudan: 8.542 Dolaylı: 2.048	Doğrudan: 9.894 Dolaylı: 2.419	-	Dolaylı maliyetler (iş gücü kaybı vb.) dâhil
SGK MEDULA (2018–2020)	2018: 6.558 2019: 6.510 2020: 6.337	2018: 12.284 2019: 12.582 2020: 11.844	-	Gerçek geri ödeme verileri
Güneş & Yiğit (2022)	5.878	9.066	1. yıl: 7.689 2. yıl: 1.639	Güncel dönemde maliyetlerin düştüğünü gösteriyor

Güneş ve Yiğit (2022) tarafından Akdeniz Üniversitesi hastanesinde Retrospektif maliyet analizi yöntemi kullanılarak ve doğrudan (direkt) tıbbi maliyetler kullanılarak yapılan çalışmada SGK perspektifinden maliyetlerin kronik böbrek yetmezliği tedavisinde uygulanan RRT yöntemlerinin maliyetleri tespit edilmiştir. Medula sisteminde her bir RRT yöntemi ile yapılan tedavilerin masrafları bulunmaktadır. Bu çalışmaya göre hasta başına HD'in yıllık maliyeti 96.800,06 TL ve PD'in 149.296,32 TL olarak, Tx'nun birinci yıl maliyeti 126.617,39 TL ve ikinci yıl maliyeti 26.996,42 TL olarak hesap edilmiştir. Dolar cinsiden değerleri yukarıda verilmiştir (Güneş ve Yiğit, 2022).

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Çizelge 2: Türkiye'de KBH Maliyet-Etkinlik Analizleri

Parametreler	Akdeniz Üniversitesi çalışması- Yiğit & Erdem (2015)	Çağdaş Model Kılıç & Yigit (2023)	Maliyet ve Yaşam Yılı Tahmini Modeli Aslan(2015)
Tedaviler	HD, PD, Tx — Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) perspektifi.	HD, PD, Tx — geri ödeme kurumu perspektifi.	HD, PD, Tx, Türkiye Böbrek Vakfı
Maliyetler	**İlk yıl maliyetleri:** • HD: 29.592 TL • PD: 29.061 TL • Tx: 51.279 TL + ikinci ve sonrası yıllar: 8.654 TL =59.933 TL	**Yaşam boyu maliyetler:** • HD: 26.883 USD • PD: 37.672 USD • Tx: 31.227 USD	**Yaşam boyu maliyetler :** • HD: 160.933,04 TL/Life • PD: 142.730,67 TL/life • Tx: 91.489,122 TL/ilk iki yıl (1$=3.1 TL)
QALY	**Akdeniz Üniversitesi çalışması** • HD: 6,63 • PD: 8,02 • Tx: 13,00	**Çağdaş Model** • HD: 5,21 • PD: 6,77 • Tx: 9,73	**Beklenen yasam yılı** • HD: 5,69 • PD: 6,57 • Tx: 17,7 yıl (Tahmini)(Çoban vd., 2016)
Maliyet/QALY	• **Maliyet/QALY:** • HD: 29.592 TL/QALY • PD: 29.061 TL/QALY • Tx: 4.610,23 TL/QALY	**Maliyet/QALY:** • HD: 5.161 USD • PD: 5.567 USD • Tx: 3.211 USD	• HD ≈ 28.283 TL/QALY • PD ≈ 21.725 TL/QALY • Tx (nakil) ≈ 5.168TL/QALY
ICER (Ek Maliyet-Etkinlik Oranı):	**PD vs HD** • ΔMaliyet = 233.069,22 − 196.194,96 = 36.874,26 TL • ΔEtkinlik = 8,02 − 6,63 = 1,39 QALY • ICER = 36.874,26 / 1,39 = 26.528,24 TL / QALY **Tx vs PD** • ΔMaliyet = 59.933,00 − 233.069,22 = −173.136,22 TL (maliyet tasarrufu) • ΔEtkinlik = 13,00 − 8,02 = 4,98 QALY • ICER = −173.136,22 / 4,98 = −34.766,31 TL / QALY **Tx vs HD** (doğrudan karşılaştırma) • ΔMaliyet = 59.933,00 − 196.194,96 = −136.261,96 TL • ΔEtkinlik = 13,00 − 6,63 = 6,37 QALY • ICER = −136.261,96 / 6,37 = −21.391,20 TL / QALY	**PD vs HD** • ΔMaliyet = 37.672 − 26.883 = 10.789 USD • ΔQALY = 6,77 − 5,21 = 1,56 • ICER = 10.789 ÷ 1,56 ≈ 6.918 USD/QALY **Tx vs HD** • ΔMaliyet = 31.227 − 26.883 = 4.344 USD • ΔQALY = 9,73 − 5,21 = 4,52 • ICER = 4.344 ÷ 4,52 ≈ 961 USD/QALY **Tx vs PD** • ΔMaliyet = 31.227 − 37.672 = −6.445 USD • ΔQALY = 9,73 − 6,77 = 2,96	**PD vs HD** • ΔMaliyet = 142.730,67−160.933,04 =−18.202,37 TL • ΔEtki = 6,57−5,69=0,88 yıl • ICER = −18.202,37÷0,88= −20.684,30 TL / yaşam-yılı(Yaklaşık)

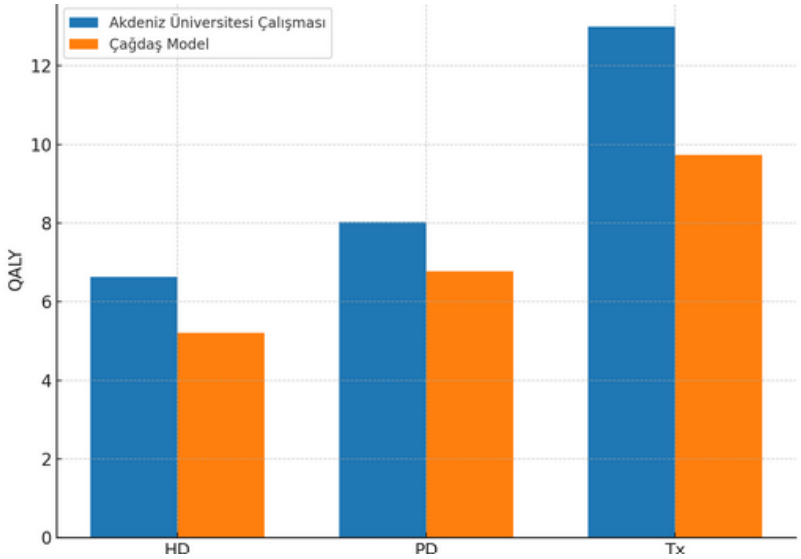
ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Akdeniz Üniversitesi çalışması-Yiğit & Erdem (2015)

- HD: 29.592 TL/yıl × 6,63 yıl ≈ 196.195 TL ve PD:29.061 TL/yıl × 8,02 yıl ≈ 233.069 TL
- Negatif ICER: Tx hem daha ucuz hem daha etkili; yani Tx, PD'yi domineder ve yine negatif → Tx, HD'yi de baskın kılar(Tx daha etkili ve maliyet tasarruflu).
- PD, HD'ye göre daha maliyetli ama daha fazla QALY sağlıyor; ICER ≈ 26.528 TL/QALY. Dominans kontrolü: PD, HD'ye göre daha ucuz (29.061 < 29.592) ve daha etkili (8,02 > 6,63) → HD domine edilir.

Çağdaş Model Kılıç & Yigit (2023)

- En düşük maliyet/QALY oranı → Tx (3.210 USD/QALY) → en maliyet-etkin seçenek.
- HD (5.161 USD/QALY), PD'den daha avantajlı.
- PD (5.565 USD/QALY) en yüksek oran → en az maliyet-etkin.
- PD, HD'ye göre ek maliyetle biraz daha fazla QALY sağlıyor → ICER ≈ 6.918 USD/QALY.
- Tx, PD'ye göre hem daha ucuz hem daha etkili → dominant.
- Tx, HD'ye göre daha maliyetli ama çok daha fazla QALY sağlıyor → ICER ≈ 961 USD/QALY (çok düşük, oldukça maliyet-etkin).



Görsel 1: Akdeniz Üniversitesi çalışması ve Çağdaş Model için HD, PD ve Tx tedavilerine göre QALY karşılaştırma grafiği.

Yukarıdaki iki çalışma karşılaştırıldığında QALY yönünden Akdeniz üniversitesinin daha fazla QALY sağladığı görülmektedir. Dolaysıyla KBH hastalıklarında tedavi sağlayan kurumun QALY açısından önemli olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

- **Akdeniz Üniversitesi verileri:** Tüm tedaviler QALY bazında çağdaş modele göre daha yüksek çıkmıştır. En yüksek QALY Tx için 13 olarak, çağdaş modelde ise 9,73 olarak bulunmuştur. Maliyet-etkililik açısından açık ara en avantajlı yöntemdir; HD ise en maliyetli yöntemdir.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

- **Çağdaş Model (Kılıç & Yiğit, 2023):** Tx (3.211 $/QALY) en avantajlı tedavi olurken, HD ve PD daha pahalı bulunmuştur (sırasıyla 5.161 $ ve 5.567 $/QALY).

Maliyet ve Yaşam Yılı Tahmini Modeli (Aslan(2015)

- Maliyet / yıl: HD ≈ 28.283,49 TL/yıl, PD ≈ 21.724,61 TL/yıl.
- PD, HD'ye göre hem daha ucuz hem daha fazla yaşam sağlıyor → PD, HD'yi domine eder (ICER ≈ -20.684 TL / yaşam-yılı).

4. TARTIŞMA

Yiğit & Erdem (2015) çalışmasında HD ve PD'nin yıllık maliyetleri birbirine oldukça yakın bulunmuştur (~29.000 TL). Aynı çalışmada böbrek transplantasyonu (Tx), hem HD hem de PD'ye kıyasla net biçimde daha maliyet-etkin sonuç vermiştir. Kılıç & Yiğit (2023) çalışmasında da benzer şekilde, transplantasyon hem HD'ye hem de PD'ye göre oldukça maliyet-etkin bulunmuştur. Yiğit & Erdem (2015) çalışmasında HD, en yüksek Maliyet/QALY değerine sahip yöntem olurken, Tx en düşük maliyetli yöntem olarak öne çıkmıştır. Etkinlik değerleri açısından Akdeniz Üniversitesi (2015) araştırmasında EQ-5D-5L skorları HD: 0,6832; PD: 0,7092; Tx: 0,8929 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar transplantasyonu, yaşam kalitesi açısından da en avantajlı yöntem olarak göstermektedir.

SAGEM STD Daire Başkanlığı (2017) çalışmasına göre diyaliz hastalarında çalışma oranları; PD için %7,5, merkez hemodiyaliz (mHD) için %5 ve ev hemodiyalizi (eHD) için %34 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada 1 QALY başına maliyetler ise HD: 58.948,05 TL, PD: 63.985,14 TL ve eHD: 54.767,81 TL olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre en düşük maliyetli yöntem eHD, en yüksek maliyetli yöntem ise PD'dir. Ayrıca eHD'de kişi başına düşen ortalama maliyetin daha düşük olması ve hastaneye yatış sayılarının daha az görülmesi bu yöntemi öne çıkarmaktadır.

Kronik böbrek hastalarında en iyi tedavi yöntemi böbrek naklidir (Bankur & Ağırbaş, 2023). Bununla birlikte, PD tedavisinde HD'ye kıyasla daha az ilaç kullanıldığı için maliyet daha düşüktür; ancak HD'de sepsis ve pnömoni oranlarının daha yüksek olması ek maliyet getirmektedir. Yaşam kalitesi açısından ise HD ile PD arasında belirgin bir fark bulunmamaktadır (Utaş, 2007). Uluslararası karşılaştırmalarda, Hindistan'da HD hastalarının kişi başına düşen ortalama harcaması, PD hastalarına kıyasla 1,25 kat daha fazla bulunmuştur (Bankur & Ağırbaş, 2023).

Maliyet–Etkinlik Açısından:

- Çalışmalar birbirinden farklı sonuçlar vermektedir:
  - Yiğit & Erdem (2015): PD, HD'ye göre hem daha ucuz hem de daha fazla yaşam yılı/QALY sağlıyor → PD daha avantajlı.
  - Kılıç & Yiğit (2023): HD (5.161 $/QALY), PD'ye (5.567 $/QALY) göre biraz daha avantajlı → HD öne çıkıyor. SAGEM STD (2017): QALY başına maliyet PD'de (63.985 TL) HD'ye (58.948 TL) göre daha yüksek → HD daha avantajlı.
  - Aslan(2015): PD, HD'ye göre hem daha ucuz hem daha fazla yaşam sağlıyor

Yaşam Kalitesi Açısından:

- EQ-5D-5L skorları (Akdeniz Üniversitesi, 2015):
  - HD: 0,6832

  - PD: 0,7092
  - Tx: 0,8929
    → PD, HD'ye göre biraz daha yüksek yaşam kalitesi sağlıyor.
- Utaş (2007): HD ve PD arasında yaşam kalitesi açısından önemli bir fark bulunmamıştır.

Klinik ve Hasta Yönünden:

- PD avantajları: Evde uygulanabilir, daha fazla bağımsızlık, daha az diyet kısıtlaması, bazı çalışmalarda daha iyi yaşam kalitesi.
- HD avantajları: Tıbbi personel gözetiminde yapılması, komplikasyonlar karşısında anında müdahale şansı.
- PD dezavantajı: Peritonit riski, uzun vadede periton membranı sorunları.
- HD dezavantajı: Sık hastane ziyareti, kardiyovasküler stres, sepsis ve pnömoni oranlarının daha yüksek olması.

5. SONUÇ

Kısa–orta vadede PD, yaşam kalitesi açısından HD'ye göre biraz daha avantajlı gorunmektedir. Maliyet açısından bazı modellerde PD, bazılarında HD öne çıkıyor ve sonuçlar ülke, sağlık sistemi, veri seti göre değişiyor. Uzun vadede, Tx her iki yönteme de üstün, hem daha düşük maliyet hem de daha yüksek yaşam yılı/QALY sağlıyor. SAGEM STD Daire Başkanlığı (2017) çalışmasına HD ve PD göre eHD'de kişi başına düşen ortalama maliyetin daha düşük olması ve hastaneye yatış sayılarının daha az görülmesi ile öne çıkarmaktadır. eHD tedavi yöntemi uygulayan hastalarda çalışma oranları daha yüksek olduğundan dolaylı maliyetler azalmaktadır. Transplantasyon, HD ve PD'ye kıyasla üstün maliyet-etkinlik sunmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'de naklin yaygınlaştırılmasını destekleyecek bilgilendirici çalışmalar ve politika düzenlemeleri kritik öneme sahiptir. Ayrıca Sağlık Bakanlığı ve Özel sağlık kuruluşlarında eHD kullanımının artırılması desteklenmelidir.

KAYNAKÇA

Abraham, G., Varughese, S., Mathew, M., & Vijayan, M. (2015). A review of acute and chronic peritoneal dialysis in developing countries. *Clinical kidney journal*, *8*(3), 310-317. https://doi.org/10.1093/ckj/sfv029

Aslan, I. (2015). Estimating average lifespan and expected costs for chronic kidney failure (CKF) in turkey. *Research Journal of Business and Management*, *2*(2), 135-157. DOI: 10.17261/Pressacademia.2015211503

Aslan, I., & Özen, U. (2013). Decision analysis and markov chains for management of chronic kidney failures in turkey. *ISS & MLB*, *8725*, 4551.Link

Bankur, M., & Ağırbaş, İ. (2023). Diyaliz Tedavisi Maliyetlerinin Karşılaştırılması. *Sosyal Güvence*, (22), 880-905. doi:10.21441/sosyalguvence.1187468

Beyar, R. (2011). Challenges in organ transplantation. *Rambam Maimonides medical journal*, *2*(2), e0049.

Binay, M. (2020). OECD Ülkelerinde Sağlik Harcamalari Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Sosyal Güvence*, (17), 195-208. https://doi.org/10.21441/sosyalguvence.823693

Çoban, Ş., Yıldız, S., Bozkaya, E., Derici, Z. S., Ünlü, M., Çelik, A., & Çamsarı, T. (2017). Böbrek nakli alıcılarının morbidite, hasta ve greft sağkalımı yönünden değerlendirilmesi:

Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Deneyimi. *Turk Neph Dial Transpl*, *26*(1), 41-47. doi: 10.5262/tndt.2017.1001.07

Ekenci, K. D., Türker, P. F., & Ercan, A. (2020). Hemodiyaliz hastalarının demografik özelliklerine göre beslenme durumlarının değerlendirilmesi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, *48*(1), 20-30. https://doi.org/10.33076/2020.BDD.1240

Erek, E., Süleymanlar, G., & Serdengeçti, K. (2002). Nephrology, dialysis and transplantation in Turkey. *Nephrology Dialysis Transplantation*, *17*(12), 2087-2093. https://doi.org/10.1093/ndt/17.12.2087

Eren, N., Eryılmaz, Y., Ergül, M., Yıldız, N., Balcı, S., Bek, S., ... & Kalender, B. (2020). Periton diyalizi hastalarının periton diyalizinden ayrılma nedenleri: tek merkez deneyimi. *Sakarya Tıp Dergisi*, *10*(4), 629-635. https://doi.org/10.31832/smj.785001

Güneş, H., & Yiğit, V. (2022). Türkiye'de renal replasman tedavi yöntemlerinin geri ödeme kurumu perspektifinden maliyet analizi. *Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi*, *9*(2), 446-464. https://doi.org/10.47097/piar.1183139

Kılıç, M., & Yigit, V. (2023). OP124 Cost Effectiveness Of End-Stage Renal Disease Treatment Methods In Türkiye. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, *39*(S1), S35-S35. DOI:10.1017/S0266462323001290

Medical Tourism Corporation(2025) Türkiye'de Böbrek Nakli: Maliyet, Hastane, Yasal Konular ve Seyahat Rehberi, https://www-medicaltourismco-com.translate.goog/kidney-transplant-in-turkey/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=tr&_x_tr_hl=tr&_x_tr_pto=tc (Erişim Tarihi:10.07.2025)

SAGEM STD Daire Başkanlığı (2017) Periton Diyalizinin Böbrek Yetmezliği Tedavisindeki Yeri, https://ekutuphane.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/STD%20%20Raporu-PD-2017_%2012092017.pdf (Erişim Tarihi:10.07.2025)

Saeb-Parsy, K., & Watson, C. J. E. (2011). Kidney transplantation: surgical aspects. *Medicine*, *39*(8), 443-447. https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2011.05.013

Süleymanlar G,Utaş C,Arinsoy T,Ateş K,Altun B,Altiparmak MR,Ecder T,Yilmaz ME,Çamsari T,Başçi A,Odabas AR,Serdengeçti K,(2011) "A population-based survey of Chronic Renal Disease In Turkey--theCREDIT study." *Nephrol Dial Transplant*, *26*(6):1862-71. https://doi.org/10.1093/ndt/gfq656

Tatar M. (2012). Özel Hemodiyaliz Merkezleri Maliyet Analizi Çalışması. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Retrieved from www.diader.org.tr , Ankara.

Utaş, C. (2007). Diyaliz uygulamalarında maliyet analizi. *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi*, *16*, 73-76. https://turkjnephrol.org/Content/files/sayilar/364/73-76.pdf

Vogt, B., & Shah, A. D. (2024). Urgent-start peritoneal dialysis: current state and future directions. *Kidney and Dialysis*, *4*(1), 15-26. https://doi.org/10.3390/kidneydial4010002

Yiğit, V., & Erdem, R. (2015). Türkiye'de diyaliz ve böbrek transplantasyonu tedavisinin maliyet etkililik analizi. *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Social Sciences Institute*, *1*(13), 182-205.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

KRONİK BÖBREK HASTALIKLARINDA TÜRKİYE PROFİLİ: SAYISAL EĞİLİMLER VE ETKİNLİK ANALİZİ

Prof.Dr., İmran ASLAN
Bingöl Üniversitesi, iaslan@bingol.edu.tr, imranaslan@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-5307-4474

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'de kronik böbrek hastalığı (KBH) olan bireylerin yıllara göre değişimi analiz edilerek, tedavi uygulayan kurumlarının etkinliklerinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Trend analizi kapsamında, son dönem böbrek yetmezliği (SDBY) hastalarının sayıları incelenmiş, hemodiyaliz(HD), periton diyalizi (PD) ve böbrek nakli(Tx) gibi başlıca tedavi yöntemlerinin dağılımı değerlendirilmiştir. Çalışmada ayrıca coğrafi bölgelere göre kronik böbrek hastalıkları incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Veriler, Türkiye Organ ve Doku Nakli Kurumu, Türkiye Nefroloji Derneği ve Sağlık Bakanlığı'nın ilgili yıllara ait istatistiksel raporlarından elde edilmiştir. Elde edilen bulgular, Türkiye'de böbrek hastalarının sayısının yıllar içinde artış gösterdiğini, HD en yaygın tedavi yöntemi olduğu ve tedavi tercihlerinde sosyoekonomik ve bölgesel farklılıkların önemli rol oynadığını ortaya koymuştur. Bu trendin yaşlanan nüfusla daha da artacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca HD tedavinde özel hastaneler yüksek performans gösterirken, üniversite hastanelerininim performansının düşük bulunmuştur. Üniversite hastanelerinin kullanılmayan mevcut kapasitesinin daha etkin kullanmaya yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Böbrek nakillerinde üniversite hastaneleri öncü olmaya başlamıştır. Bu çalışma, sağlık politikalarının geliştirilmesi ve kaynakların etkin planlanması açısından önemli bir zemin sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kronik böbrek rahatsızlığı, son dönem böbrek yetmezliği, hemodiyaliz, periton diyaliz, böbrek nakli

1. GİRİŞ

Kronik Böbrek Hastalığı(KBH), son dönem böbrek yetmezliği ve ilgili komplikasyon riskini artıran önemli bir küresel sağlık sorunudur. KBH, küresel bir sağlık sorunu olarak kabul edilmekte olup, yüksek mortalite ve morbidite oranları göstermektedir. KBH, dünya genelinde %10'dan fazlasını etkilemekte ve orantısız bir şekilde savunmasız grupları ve düşük-orta gelirli ülkeleri etkilemektedir. Artan ölüm oranlarıyla önde gelen bir ölüm nedeni olması, gelişmiş önleme ve tedaviye acil ihtiyaç olduğunu göstermektedir (Ecder, 2013; Kövesdy, 2022). Türkiye'de KBH yaygınlığı %15,7 olup, diyabet, insülin salınımı veya insülin etkisindeki bozukluklar nedeniyle ortaya çıkan hiperglisemi ile karakterize kronik metabolik bir hastalık olarak, dünya genelinde milyonlarca yetişkini etkilemektedir ve prevalansı giderek artmaktadır. Hipertansiyon, kan basıncının normal değerlerin üzerinde seyretmesi durumu, kardiyovasküler hastalıklar, kronik böbrek hastalığı için majör bir risk faktörüdür ve Türkiye'de yaygınlığı giderek artmaktadır. Obezite, vücutta aşırı yağ birikimi ile karakterize olan ve birçok kronik

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

hastalığa zemin hazırlayan önemli bir sağlık sorunudur, obezite oranları da endişe verici düzeylere ulaşmıştır ve bu durum KBH riskini artırmaktadır (Akçay & Deniz, 2019; Kövesdy, 2022; Özdemir, 2022; Süleymanlar vd., 2011). Ayrıca, Türkiye'deki yaşlı popülasyonun artması, KBH prevalansının yükselmesine katkıda bulunan önemli bir faktördür. Bu hastalıkta, böbrek tümörlerinin doğru tanısı, uygun tedavi ve mümkün olan en uzun sağkalım için kritik öneme sahiptir.

1.1 Kronik Böbrek Rahatsızlığı(KBH)

KBH tanısı çoğunlukla serum kreatinin veya sistatin C'den elde edilen tahmini glomerüler filtrasyon hızı (eGFR) ve/veya idrar albümin testi ile konur. Son yirmi yılda geliştirilen sınıflandırma sistemleri, KBH tespit ve takibini standartlaştırarak yaygınlığı ve sonuçları hakkında bilgi sağlar. Tanı, KBH'yi akut veya geçici durumlardan ayırt etmek için en az 90 gün boyunca devam eden kalıcı böbrek fonksiyon bozukluğu (örneğin düşük eGFR veya albüminüri) kanıtı gerektirir (Kövesdy, 2022). Birinin kronik böbrek hastalığı olup olmadığını anlamak için: ya glomerüler filtrasyon hızı (GFR) üç aydan uzun süredir 60 ml/dak/1,73 m2'den düşük ya da GFH'dan bağımsız olarak böbrek hasarının var olması gerekir. Albüminüri (idrarla albümin atılımı ≥30 mg/24 saat; idrar albümin/kreatinin oranı ≥30 mg/gr), idrar sedimenti anormallikleri, tübüler bozukluklara bağlı elektrolit bozuklukları veya diğer anormallikler, böbrek biyopsisi ile saptanmış histolojik anormallikler, görüntüleme ile saptanmış yapısal anormallikler ve böbrek nakli öyküsü böbrek hasar belirteçleridir. KBH, GFH ve hasar bulgularının varlığına göre evrelere ayrılır. Çizelge 1'de görüldüğü gibi bir hastada evre 1 veya 2 KBH olabilmesi için mutlaka böbrekte hasar bulgularından en az birisinin bulunması gerekir (KDIGO, 2013).

Çizelge 1. Kronik böbrek hastalığının evreleri(KDIGO, 2013)

KBH Evresi	İsimlendirme	GFH (ml/dk/1.73 m^2)
Evre 1	Böbrek hasarı (GFH normal)	≥90 + Böbrek hasarı bulguları
Evre 2	Hafif GFH azalması	60-89 + Böbrek hasarı bulguları
Evre 3a	Hafif-orta GFH azalması	45-59
Evre 3b	Orta-şiddetli GFH azalması	30-44
Evre 4	Şiddetli GFH azalması	15-29
Evre 5	Böbrek yetmezliği	<15

KBH'nın evrelendirmesi, ilerlemesi ve komplikasyonları risklerinin açık ve anlaşılır bir şekilde olması gerekir. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) 2012 yılı KBH Değerlendirme ve Yönetim Kılavuzu'nda belirtildiği gibi idrarla albümin atılımı KBH ilerlemesini etkilediği belirtilmiştir. Bu yüzden Çizelge 2 belirtildiği gibi albümin kategorileri KBH'nin derecelendirmesinde ve riskin belirlemesinde etkilidir.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Çizelge 2. Kronik böbrek hastalığında albüminüri kategorileri(KDIGO, 2013)

Albüminüri Evreleri	İdrar Albümin/Kreatinin (mg/gr)	Tanımlar
A1	<30	Normal-yüksek normal
A2	30-300	Yüksek
A3	>300	Çok yüksek

Bu yüzden son dönem böbrek hastalığına (SDBH) ilerlemesinde daha yol gösterici olması açısından Görsel 1 gösterildiği gibi risk tablosu oluşturulmuştur. SDBH yüksek kardiyovasküler (KV) riskle de ilişkilidir. Teşhis ve tedavilerde bu tablo kullanılabilmektedir. Özelikle kırmızı bölgeler yüksek risk teşkil etmektedir. Turuncu bölgelerde tespit edilen kişilerin düzenli takiplerinin yapılması ve her risk grubuna yönelik bir aksiyon planın olması gerekir.

				Albüminüri Kategorileri		
				A1	A2	A3
				Normal/ yüksek normal	Yüksek	Çok yüksek
				<30 mg/gr <3 mg/mmol	30-300 mg/gr 3-30 mg/mmol	>300 mg/gr >30 mg/mmol
GFH Kategorileri (ml/dk/1.73 m²)	G1	Normal veya yüksek	≥90			
	G2	Hafif azalmış	60-89			
	G3a	Hafif - orta derecede azalmış	45-59			
	G3b	Orta - şiddetli derecede azalmış	30-44			
	G4	Şiddetli azalmış	15-29			
	G5	Böbrek yetmezliği	<15			

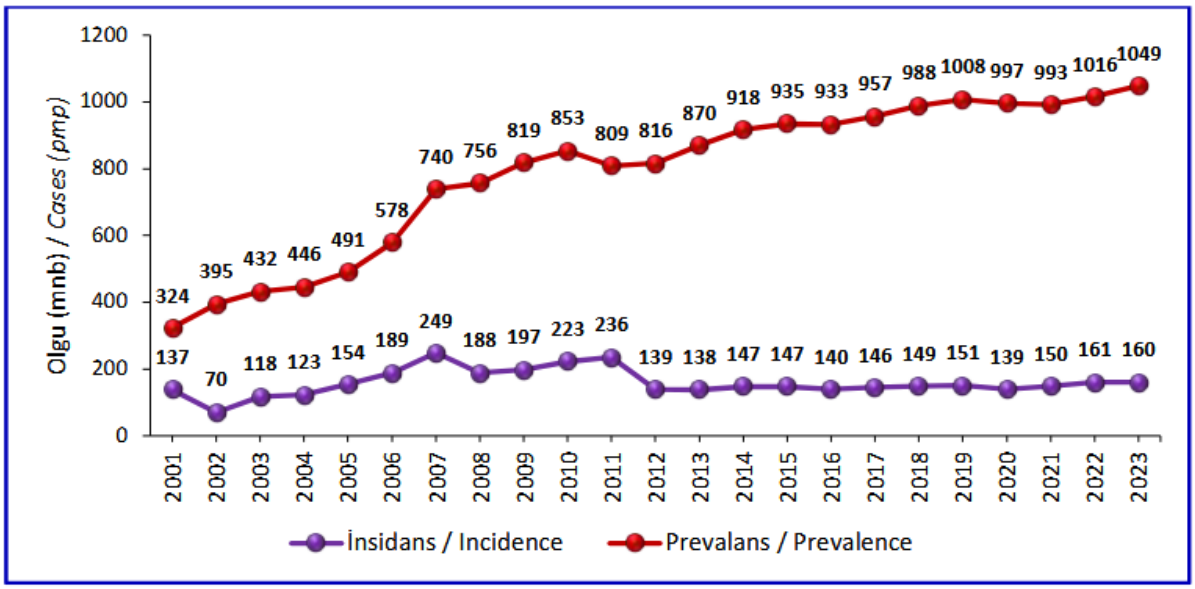
Yeşil: Düşük risk, Sarı: Orta derecede artmış risk, Turuncu: Yüksek risk, Kırmızı: Çok yüksek risk).

Görsel 1. Glomerüler filtrasyon hızı ve albüminüriye göre kronik böbrek hastalığının prognozu(KDIGO, 2013)

1.2 Türkiye'de Kronik Böbrek Rahatsızlığı insidans ve prevelans oranları

Türkiye'de kronik böbrek hastalığının sayısal eğilimlerini değerlendirirken, prevalans ve insidans verilerinin yanı sıra, hastalığın evrelerine göre dağılımı ve demografik özellikler de dikkate alınmalıdır. Hastaların yaş, cinsiyet, sosyoekonomik durum ve coğrafi bölgelere göre dağılımı, hastalığın yayılımı hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. İnsidans oralarında yıllar içerisinde çok ciddi bir dalgalanma olmamasına rağmen, prevalans oranları yıllar bazında sürekli yükselen bir trend göstermiştir(Görsel 2). Bu yükselişte Türkiye'nin artan nüfusu ve aynı şekilde artan yaşlı nüfusu oranı etkili olmuştur.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2



Görsel 2. Türkiye'de böbrek replasman tedavisi gerektiren son dönem böbrek hastalığının insidansı ve prevalansı, milyon nüfus başına (mnb) (Türk Nefroloji Derneği , 2023)

2. YÖNTEM VE METODOLOJİ

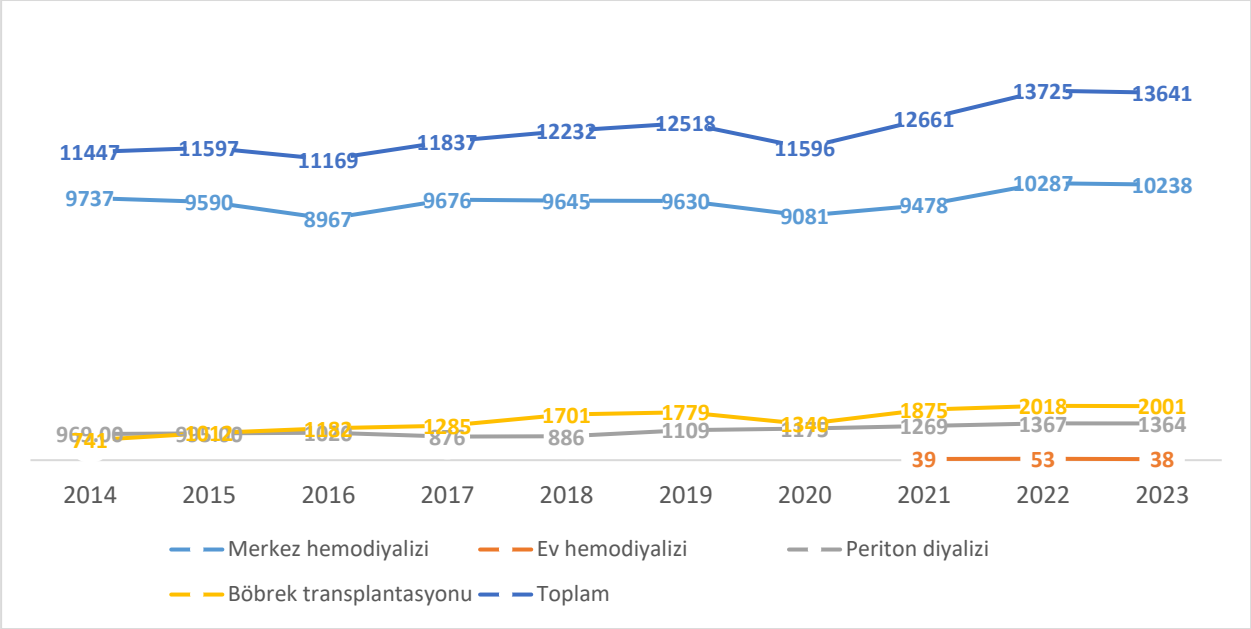
Bu çalışmanın amacı son yıllarda artan SDBH sayısını ve bu hastalıkta kullanılan tedavi(Hemodiyaliz(HD), periton diyaliz(PD) ve böbrek nakli(Tx)) yöntemlerini ve tedavi veren kurumları sayısal veriler yönünden incelemektir. Hizmet veren kurumların makine ve hasta sayısındaki artışlar yıllar bazında incelenerek, kurumların etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla 2001-2023 yılları arasındaki veriler, Türk Nefroloji Derneğinin (2025) hazırlamış olduğu önceki yıllara ait raporlardan alınarak analiz edilmiştir. Analiz amacıyla kullanılan Türkiye'de bulunan coğrafi bölgelerin nüfusu Lotus Araştırma (2024) firmasından alınmıştır.

Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistik ve regresyon yöntemlerinden faydalanılmıştır. Etkinlik analizinde hizmet verilen hasta sayısı ve merkez/makine sayıları oranlanarak hangi kurumun etkin olduğu belirlenmiştir. Bölgeler arasındaki farklılıkları tespit etmek için hasta sayıları ve toplam nüfuslar oranlanmıştır. Türkiye'de KBH hastalığına yönelik gelecekti trendler tespit edilerek etkin planlamaların yapılmasına olanak sağlanacaktır. Ayrıca Sağlık Bakanlığına bağlı hastaneler, özel hastaneler ve üniversite hastaneleri karşılaştırılarak hangilerinin daha etkin olduğunun tespit edilmesi ve önerilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

3. BULGULAR

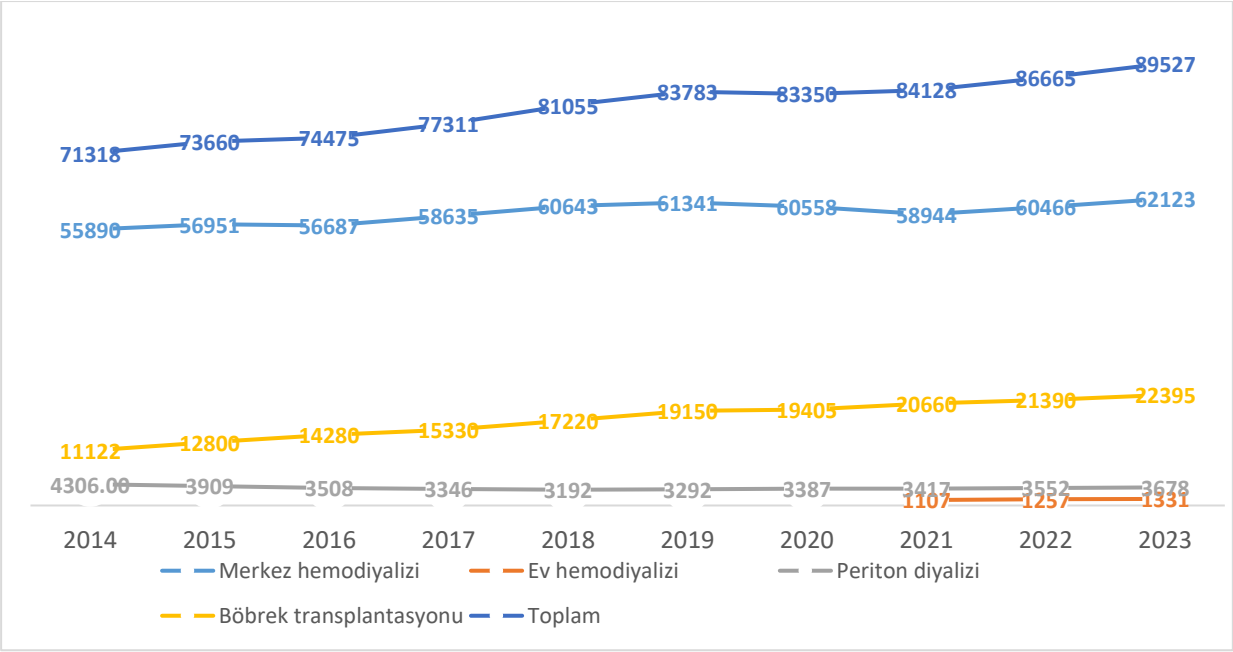
Son on yılda ortalama 9632,9 /yıl SDBH hemodiyaliz vakası görülmüş olup, 2014-2023 yılları arasında SDBH hemodiyaliz sayısında %5,1'lik bir artış olmuştur(Görsel 3). Tüm SDBH vakalarında ise %19,1'lik bir artış olup, 14.934 hasta böbrek nakli ile tedavi edilmiştir. 2020-2023 yılları arasında böbrek nakillerinde önemli bir artış olmuştur. PD ile tedavi edilen SDBH oransal olarak son on yılda önemli bir artış olmasına rağmen 2023 yılında sadece 1.364 kişi bu yöntem ile tedavi edilmiştir. Özelikle hastaların hastalık yükünü azaltacak olan ev hemodiyalizi tedavisi hala düşük sayılarda olup istenilen seviyede olmadığı görülmektedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2



Görsel 3 . 2014-2023 yılları arasında renal replasman tedavisi (RRT) başlanan insidan hastaların (çocuk hastalar dahil) uygulanan RRT tipine göre dağılımı

2014-2023 yılları arasında yıllık ortalama 12.242,3 ± 893,74 yeni böbrek hastası RRT tedavisi almaya başlamış ve bunların ortalama olarak yıllık 9.632,9 ±419,08 HD tedavisi ve 1.103 ±184.30 PD tedavisi almıştır. Yıllık ortalama 1.493,4±442,83 kişiye Tx yapılmıştır. 2014 yılında yeni tedaviye başlayan RRT hastaların % 85,06'sı hemodiyaliz tedavisi görürken 2023 yılında bu oran %75,05' e düşmüştür. Fakat, PD tedavisi görenlerin oranı % 8,47 den %10 oranına çıkmıştır. 2014 yılı ile karşılaştırıldığında böbrek nakli % 6,47 (n=741) den % 14,67(n=2001) oranına çıkmıştır. 2023 yılında % 0.28 (n= 38)oranında ev hemodiyalizi hizmeti sunulmuştur.



Görsel 4. 2023 yılı sonu itibarıyla RRT ile izlenmekte olan hastaların (çocuk hastalar dahil) RRT tipine göre dağılımı.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

2014-2023 yılları arasında toplam RRT hasta sayısı 71.318 den 89.527 kişiye yükselmiştir. Bu yıllar arasında HD tedavisi görenlerin oranı % 78,37 (n=55890) ten % 69,39 (n=62123) düşmüştür. Bu süre boyunca ortalama yıllık 80.527,2±5739,53 RRT hastasına bakılmıştır. Görsel 4 incelendiğinde böbrek nakillerinin sayısında ciddi bir artış olduğu görülmektedir. Periton diyaliz sayılarında çok ciddi bir değişikli söz konusu olmazken 2023 yılında 1.331±93,18 kişiye ev hemodiyalizi hizmeti verilmiştir. 2001-2023 yılları arasında Türkiye'de insidans oranları ortalama 158.73 ± 39.90 mnb ve prevlans oranı ise 787.95 ± 228.08 mnb olarak yükselen bir trend izlemiştir. Yıllık insidansın prevelansa oranı %20.14 olarak bulunmuştur. Bu oranın yükselmesinde böbrek nakilleri ve ölüm oranları etkili olmaktadır. TUİK (2024) verileri incelendiğinde artan yaşlı nüfusla beraber RRT hasta sayısının insidansın ve prevelans oranlarının artacağı tahmin edilmektedir.

Çizelge 3. 2023 yılı sonu itibarıyla HD, PD ve Tx kurumlara göre dağılımı

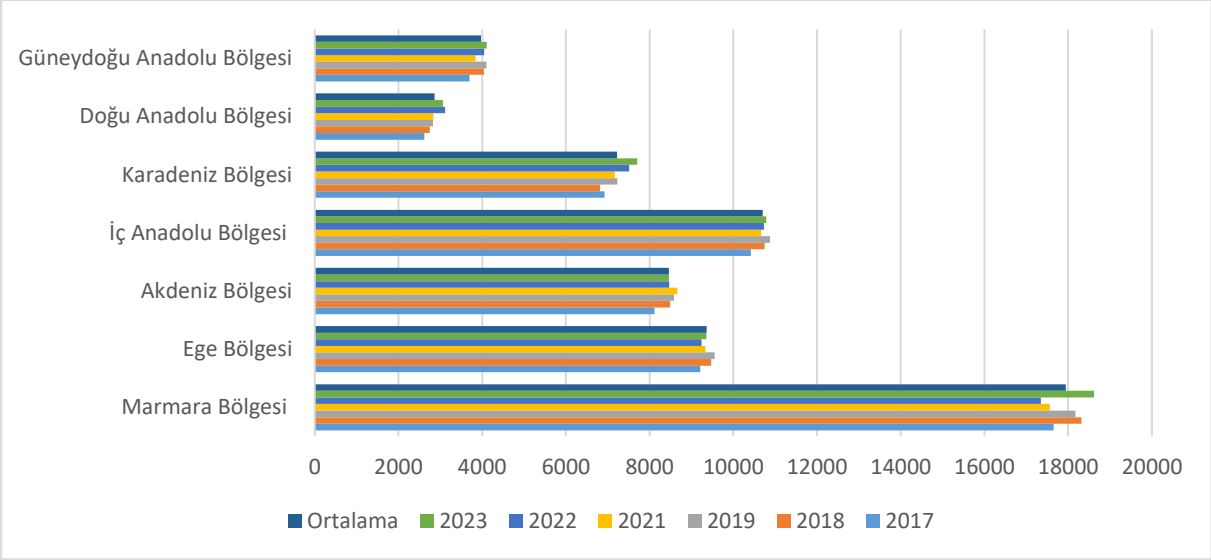
Kurumlar	HD merkezleri		HD makine sayısı		Ev HD merkezleri		PD merkezleri		TX merkezleri		HD hastaları	
	μ	**σ**	**μ**	**σ**	**μ**	**σ**	**μ**	**σ**	**μ**	**σ**	**μ**	**σ**
Sağlık Bakanlığı	544,5	112,96	6073,4	800,42	11,00	4,24	66,22	20,73	18,87	1,24	19327	1377,43
Üniversite Hastaneleri	63,3	18,65	1196,3	24,58	8,50	0,71	45,77	1,85	37,62	3,42	3298,14	121,78
Özel Hastaneler	296,1	83,01	10266,1	277,04	66,00	1,41	11,77	3,34	19,62	4,77	37917,43	768,94
Toplam	903,9	51,27	17535,8	1073,97	85,50	6,36	123,77	19,53	76,12	3,75	60542,57	1077,97

2014-2023 arası veriler incelendiğinde, sağlık bakanlığı ortalama 544 merkezle en fazla HD hizmeti sunan yapı olmuştur (Çizelge 3). Özel sektör ise ortalama 296 merkez ile HD hizmeti sunmaktadır. Sağlık bakanlığı 2015 yılında 449 HD merkeze sahipken bu oran 2023 yılında 567 âdete çıkmıştır. 2015-2023 yılları arasında özel HD merkezlerinin sayısı 338-311 arasında kalmış olup sayısal olarak düşüş gösterdiği görülmektedir. Ortalama 903 HD merkezi bulunurken üniversitelerinin işlettiği HD merkezlerinin sayısı ortalama 63 adette kalmıştır. Son 10 yılda HD makine sayısında %18,8 bir artış olmuştur ve ortalama 17.535,8 ±1073,97 makine ile hizmet sağlanmıştır. Sağlık bakanlığına bağlı hastanelerde ortalama 6.073,4 ± 800,42 makine hizmet verirken özel kurumlar tarafından 10.266,10±277,04 ile hizmet sağlanmıştır. Özel hastanelerdeki makine sayısı artışı %6,8 iken Sağlık Bakanlığına bağlı kurumlarda bu oran %23 olmuştur. Ortalama HD hastaları ortalama makine sayısına oranlandığında ortalama 3,17 hastaya bir makine düşmektedir. Sağlık bakanlığına bağlı kurumlarda bu oran 3,18 ve üniversitelere bağlı hastanelerde ise bu oran 2,75 çıkmıştır. Özel hastanelerde ise bu oran 3,69 kişi çıkmıştır. Dolaysıyla Sağlık Bakanlığı ve Üniversite hastanelerdeki HD diyaliz merkezlerinin daha verimli kullanılması gerekmektedir. 2017-2023 yılları arasında Sağlık Bakanlığına bağlı kurumlarda hasta oranında %26,28 bir artış olmuş iken üniversite hastanelerinde %6,4 ve özel hastanelerde ise %2,2 oranında hasta sayısında bir azalma olmuştur.

2022-2023 yılları arasında ev HD hizmetleri verilmeye başlanmış olup ortalama 85,5 merkez içerinde 66,00 HD merkezi ile özel kurumlar en büyük paya sahip oluşturmuştur. Sağlık

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Bakanlığına bağlı ev HD merkezi sayısı 2022 yılında 8 iken bu sayı 2023 yılında 14 olmuştur. Sağlık Bakanlığına bağlı böbrek transplantasyonu merkezlerinde 2016-2023 yıllıları arasında önemli bir değişim olmaz iken Üniversite hastanelerinde 2016 yılında 36 olan böbrek transplantasyonu merkezlerinin sayısı 2023 yılında 45 çıkmıştır. Bu dönemlerde özel böbrek transplantasyonu merkezleri sayısı 18 adetten 13 merkeze düşmüştür. PD merkezlerin büyük çoğunluk Sağlık Bakanlığına bağlı olup ortalama 66,22 ±20,73 merkezle 2015-2023 yılları arasında PD merkezi ile hizmet vermiştir. 2015 yılında 13 PD merkezi var iken bu oran 2023 yılında 77 çıkmıştır. Bu dönem arasında üniversitelere bağlı PD merkezleri sayısında önemli değişiklik olmaz iken özel kurumlardaki PD merkezi sayısı 17 den 7 düşmüştür (Çizelge 3).



Görsel 5. 2023 yılı sonu itibarıyla prevalans merkez HD hastalarının coğrafi bölgelere göre dağılımı.

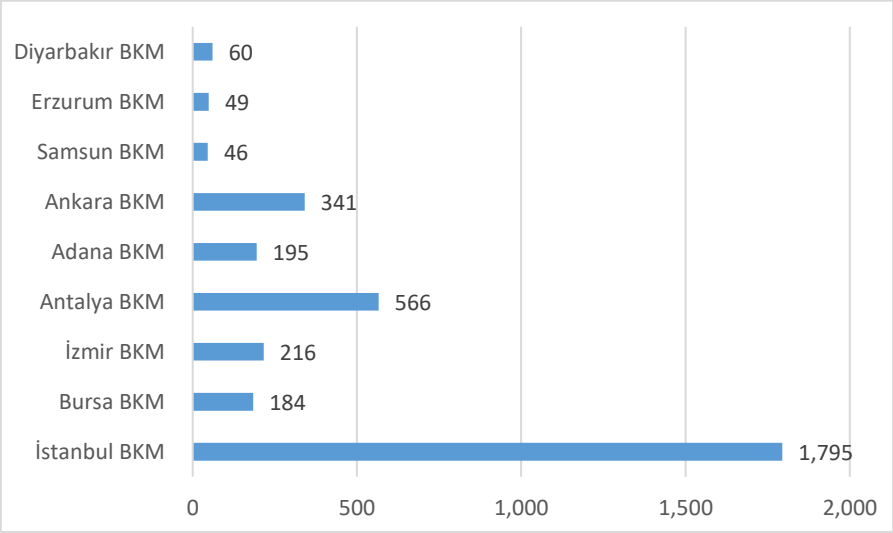
Coğrafi bölge göre tedavi alan HD hastalarında 2017-2023 yılları arasında artışlar olmuştur(Görsel 5). Nüfusları birbirine yakın olan Karadeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri incelendiğinde yıllar içerisinde Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde daha yüksek HD hastaları olduğu görülmektedir. Yine Akdeniz Bölgesi ve Ege bölgelerinin nüfusları birbirine yakın olmasına rağmen HD hastası sayısı Ege bölgesinde daha yüksek gözükmektedir.

Çizelge 4. HD hastalarının coğrafi bölgelere göre dağılımı

Coğrafi Bölge	2023	μ (A)	σ	Nüfus (Milyon)(B)	Oran(A/B)	2023/B
Marmara Bölgesi	18615	17944,5	496,8319	26,413	679,3814	704,7666
Ege Bölgesi	9357	9360,667	131,4118	10,947	855,0897	854,7547
Akdeniz Bölgesi	8464	8463,5	186,4851	10,851	779,9742	780,0203
İç Anadolu Bölgesi	10786	10704,5	156,8665	13,69	781,9211	787,8744
Karadeniz Bölgesi	7706	7225,5	338,7535	8,079	894,3557	953,8309
Doğu Anadolu Bölgesi	3063	2866,333	190,0312	8,553	335,1261	358,12
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	4113	3975	166,9443	8,84	449,6606	465,2715
Toplam	62104	60540	1180,841	87,373	692,8914	710,7917

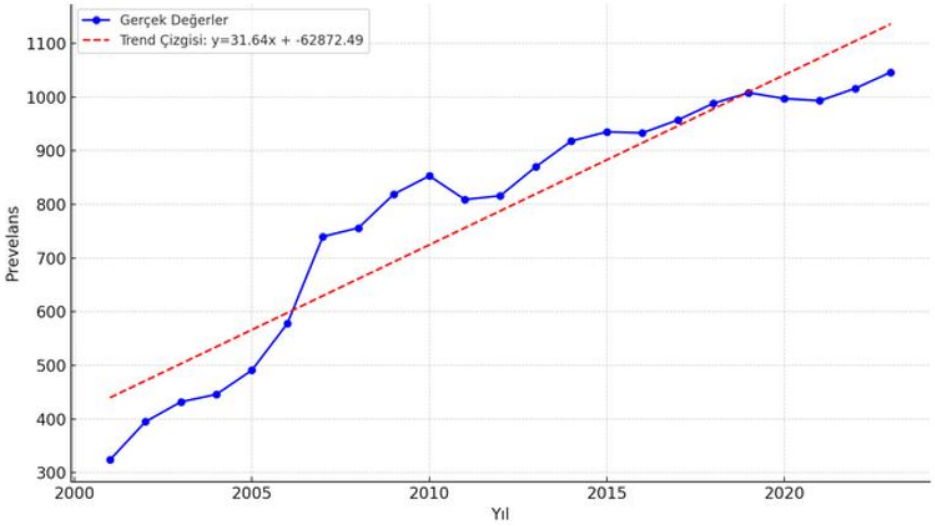
ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Ortalama HD hastalarının bölgenin toplam nüfusuna oranlaması alındığında HD hastasının oransal olarak en yüksek olarak Karadeniz Bölgesinde(894,35) olduğu görülmektedir(Çizelge 4). Daha sonra en yüksek oran is Ege Bölgesinde(855,08) ölçülmektedir. 2023 yılındaki HD hastaları bölge nüfuslarına oranlandığında Karadeniz Bölgesinde yüksek HD hastası (953,83) oranı ortaya çıkmaktadır. Bu bölgeyi daha sonra gene yine Ege Bölgesi takip etmektedir. Doğu Anadolu Bölgesi oransal olarak HD hasatlarının en düşük olduğu bölgedir. Güneydoğu Anadolu bölgesi, Doğu Anadolu bölgesinden sonra en düşük HD hasta oranına sahiptir. 2023 yılında toplamda 2.487 PD hastasına tedavi verilmiştir. Bunların %66,71 Sağlık Bakanlığı ve %32,89 ise üniversite hastaneleri tarafından tedavi edilmiştir. Coğrafi bölge olarak incelendiğinden bunların %30,76 Marmara Bölgesi ve % 21,11 Karadeniz Bölgesinde tedavi edilmiştir.



Görsel 6. 2023 yılı içinde Tx yapılan hastaların organ nakli bölge Koordinasyon Merkezlerine (BKM) göre dağılımı.

2023 yılında Türkiye'deki Tx %52 İstanbul'daki Organ Nakli Bölge Koordinasyon Merkezinde yapılmıştır. %16, 39 Antalya ve %9,88 Ankara'daki Organ Nakli Bölge Koordinasyon Merkezlinde yapılmıştır (Görsel 6).



Görsel 7: Yılara göre prevelans değerleri (mavi çizgi) ve bu verilere uygun doğrusal trend çizgisi (kırmızı kesikli çizgi).

Görsel 7 incelendiğinde Özellikle 2006–2007 arasında çok belirgin bir sıçrama görülmektedir. Görsel 2'deki prevelans verileri kullanılarak; Prevelans(Bağımlı değişken-y) & Yıl (Bağımsız değişken-x) kullanılarak yapılan lineer regresyon tren analizi sonucu R2=0,886 ve ANOVA (F=163,85, p< 0.00) ile anlamlı bir model: y = 31,64 x− 62872,49 şeklinde bulundu. Trend denkleminin 31,64 olduğundan her yıl ortalama 31–32 mnb birimlik bir artış beklenmektedir. Kırmızı kesikli çizgi, doğrusal (lineer) modelin tahminini gösteriyor. İlk yıllarda 2001–2005 gerçek değerler trend çizgisinin altında , 2011–2016 arasında dalgalanma olsa da genel olarak trende yakın seyretmiş. 2018–2020'de gerçek değerler trend çizgisine yakın, 2021–2023'te ise trendin biraz altında kalemistir. Artış doğrusal model ile açıklanabilir olsa da bazı yıllarda (2007, 2009, 2014) modelden pozitif sapma, bazı yıllarda (2011, 2012, 2020) negatif sapma var. Bu sapmalar, o yıllarda prevalansı etkileyen ek faktörler olabileceğini düşündürüyor (politika değişiklikleri, epidemiyolojik durum, ölçüm yöntemleri vb.).

Trend denklemine göre tahminler: 2030: ≈ 1,357 mnb, 2035: ≈ 1,516 mnb ve 2040: ≈ 1, 674 mnb prevelans değerleri beklenmektedir. Gerçek değerler, çevresel ve toplumsal faktörlere göre sapma gösterebilir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Trend sonuçları incelendiğinde kısaca uzun vadede düzenli artış var, ancak kısa vadede bazı yıllarda modelin üzerinde, bazı yıllarda altında kalan dalgalanmalar mevcuttur. Yapılan tahminlerde özelikle artacak olan nüfus ve yaşlı nüfusla SDBH sayılarının artacağı yönündedir. Bulunan bulgular daha önce Aslan & Ozen (2013) tarafından yapılan çalışmada bulunan sonuçları desteklemekte ve artan trendin devam ettiği görülmektedir. Artan SDBH sayılarına yönelik Sağlık bakanlığı ve üniversite hastanelerinin daha verimli kullanılması ihtiyaçları dengelemede etkili olacaktır.

Kronik böbrek hastalarının yaşam kalitesinin, özellikle fiziksel sağlık alanlarında önemli ölçüde düştüğünü ortaya koymuştur (Donar, 2022). KBH, hipertansiyon, diyabet, dislipidemi, obezite ve metabolik sendrom gibi kardiyovasküler risk faktörleriyle güçlü bir şekilde ilişkilidir, diyabet, hipertansiyon, ileri yaş veya aile öyküsü olan hastalar gibi yüksek risk gruplarının taranmasıyla erken teşhis, morbidite ve mortaliteyi azaltmak için hayati önem taşır (Ecder, 2013). Ayrıca KBH oranları kadınlarda ve yaşlı bireylerde daha yüksektir, KBH erken tanı ile ilerlemesi yavaşlatılabilir (Aslan, 2015;Süleymanlar vd., 2011). Test sonuçları, sistemin başarılı olduğunu ve doktorlara erken tanıda yardımcı olabileceğini göstermektedir (Eyüpoğlu, 2020). Dolaysıyla artan sağlık harcamaları ve artan KBH trendini yavaşlatmak için risk gruplarının belirlenmesi ve aralıklarla taranması gerekmektedir. Erken tanı ile SDBH sayıları azaltılabilir.

Türkiye ve diğer gelişmekte olan ülkelerde sınırlı sağlık bütçeleri, ilaçların akılcı ve ekonomik kullanımını gerekli kılmaktadır (Çetin & Arıcıoğlu, 2010).Ayrıca yapılan çalışmada hipertansiyon hastalarının sağlık okuryazarlığı düşük bulunmuş, özellikle sağlığın geliştirilmesi ve sağlık hizmeti alanlarında yetersizlikler saptanmıştır. Düşük sağlık okuryazarlığı yüksek kan basıncı ve daha sık hekime başvuru ile ilişkili bulunmuştur(Öncü, vd., 2020). KBH hastalığının öncü hastalıkları azaltılarak SDBH sayıları düşürülebilir. Bu yüzden KBH alanında düşük sağlık okuryazarlığı artırılması ve daha iyi sağlık hizmetinin sunulması önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

Akçay, B. D., & Deniz, D. (2019). Subjektif Uyku Kalitesi İyi ve Kötü Olan Diyabetik Hastaların Glisemi Kontrolü Ve Kronik Diyabetik Komplikasyonlar Yönünden Karşılaştırılması. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, *28*(2), 62-69. https://doi.org/10.34108/eujhs.467884

Aslan, I., & Özen, U. (2013). Decision analysis and markov chains for management of chronic kidney failures in turkey. *ISS & MLB*, *8725*, 4551.Link

Aslan, I. (2015). Estimating average lifespan and expected costs for chronic kidney failure (CKF) in turkey. *Research Journal of Business and Management*, *2*(2), 135-157. DOI: 10.17261/Pressacademia.2015211503

Çetin, M., & Arıcıoğlu, F. (2010). Farmakoekonomi ve psikiyatrideki önemi. *Klinik Psikofarmakoloji Bülteni-Bulletin of Clinical Psychopharmacology*, *20*(1), 1-4.

Donar, G. B. (2022). The Effect of Chronic Kidney Disease Treatment on The Quality of Life Assessed by Using SF-36 in Turkey: A Systematic Review. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *13*(1), 175-180. https://doi.org/10.31067/acusaglik.863563

Ecder, T. (2013). Early diagnosis saves lives: focus on patients with chronic kidney disease. *Kidney International Supplements*, *3*(4), 335-336. https://doi.org/10.31590/ejosat.743652

Eyüpoğlu, C. (2020). Kronik böbrek hastalığının erken tanısı için yeni bir klinik karar destek sistemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20), 448-455.

Lotus (2024) Türkiye'nin Coğrafi Bölgelerine Göre Nüfus Dağılımı, https://lotusfinans.com/turkiyenin-cografi-bolgelerine-gore-nufus-dagilimi/ (Erişim Tarihi:15.07.2025)

Kovesdy, C. P. (2022). Epidemiology of chronic kidney disease: an update 2022. *Kidney international supplements*, *12*(1), 7-11. DOI: 10.1016/j.kisu.2021.11.003

KDIGO (2013) Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO 2012 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. Kidney Int 2013; Suppl 3: 1-150.

Özdemir, Ö. (2022). Hemodiyaliz Tedavisi Alan Bir Hastanın Roy Adaptasyon Modeline Dayalı Hemşirelik Yaklaşımı: Olgu Sunumu/Nursing Approach Based on the Roy Adaptation Model of a Patient Undergoing Hemodialysis: Case Report. *Nefroloji Hemşireliği Dergisi*, *17*(2), 75-82. DOI: 10.47565/ndthdt.2022.56

Öncü, E., Vayısoğlu, S. K., Güven, Y., Aktaş, G., Ceyhan, H., & Karakuş, E. (2020). Bir il örneğinde hipertansiyon hastalarının sağlık okuryazarlık düzeyi, sağlık hizmetlerinin niteliğine ilişkin değerlendirmeleri ve ilişkili faktörler. *Turkish Journal of Public Health*, *18*(1), 10-25.

Süleymanlar, G., Utaş, C., Arinsoy, T., Ateş, K., Altun, B., Altiparmak, M. R., ... & Serdengeçti, K. (2011). A population-based survey of Chronic REnal Disease In Turkey—the CREDIT study. *Nephrology Dialysis Transplantation*, *26*(6), 1862-1871. https://doi.org/10.1093/ndt/gfq656

TUİK (2024) Nüfus Projeksiyonları, 2023-2100, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Nufus-Projeksiyonlari-2023-2100-53699 (Erişim Tarihi: 12.06.2025)

Türk Nefroloji Derneği (2023) Türkiye'de Nefroloji, Diyaliz ve Transplantasyon, https://nefroloji.org.tr/uploads/pdf/REGISTRY2023_web.pdf (Erişim Tarihi:14.08.2025)

Türk Nefroloji Derneği Raporları (2025) TND Kayıt Raporları *https://nefroloji.org.tr/tr/tnd-kayit-raporlari* *(Erişim Tarihi: 01.06.2025)*

ALLERGIC BRONCHOPULMONARY ASPERGILLOSIS (ABPA): A CASE REPORT

Uzm. Dr. ABDURRAHMAN KOÇ
Meram Devlet Hastanesi, Göğüs Hastalıkları Kliniği, Konya, Türkiye
E-posta: koc.abdurrahman@gmail.com- ORCID ID: 0000-0002-4462-0944

ABSTRACT

This case report presents the diagnosis of allergic bronchopulmonary aspergillosis (ABPA) in a 70-year-old male patient, an ex-smoker with severe persistent asthma. The patient presented with a five-day history of right hemithorax pain worsening with inspiration, high fever up to 38.2ºC, and a dry cough. Computed tomography (CT) findings revealed diffuse airway disease with varicose-type bronchiectasis predominantly involving the upper lobes, internal segment of the middle lobe, and apical segments of the left lower lobe, with some sparing of the lingula and the right lower lobe. Opacification of bronchiectasis in the apical and lateral segments of the left lower lobe and partially in the apical segment of the right lower lobe was observed in a 'finger in glove pattern' due to increased density secretions. Extensive centrilobular micronodularity and a 'tree in bud' pattern were also noted. Ground glass opacities consistent with acute small airway bronchiolitic process were observed in the internal and anterior aspect of the right base. Laboratory tests showed elevated Immunoglobulin E (6968.0 UI/mL) and peripheral eosinophilia (0.61 x 10^3/µL). The patient's history of long-standing severe asthma with difficult therapeutic control, combined with laboratory and characteristic radiological findings, supported the diagnosis of ABPA in this case. Early diagnosis and appropriate treatment are crucial to prevent disease progression and complications.

Keywords: Allergic Bronchopulmonary Aspergillosis, Asthma, Bronchiectasis

ÖZET

Bu vaka sunumu, 70 yaşında, eski sigara içicisi ve şiddetli persistan astımı olan bir erkek hastanın alerjik bronkopulmoner aspergillozis (ABPA) tanısını ele almaktadır. Hasta, sağ hemitoraksta ilhamla kötüleşen beş günlük ağrı, 38.2ºC'ye varan yüksek ateş ve kuru öksürük şikayetleriyle başvurmuştur. Bilgisayarlı tomografi (BT) bulguları, üst loblarda, orta lobun iç segmentinde ve sol alt lobun apikal segmentlerinde belirginleşen variköz tip bronşektazi tutulumu ile yaygın hava yolu hastalığını göstermiştir. Sol alt lobun apikal ve lateral segmentlerindeki bronşektazilerde ve sağ alt lobun apikal segmentlerindekilerde artmış yoğunlukta sekresyonlar nedeniyle 'eldiven parmağı' paterni şeklinde opasifikasyon izlenmiştir. Ayrıca yaygın sentrilobüler mikronodülerite ve 'ağaç tomurcuğu' paterni ile birlikte sağ bazal

segmentin iç ve ön kısmında akut küçük hava yolu bronşiyolitik süreciyle uyumlu buzlu cam opasiteleri de gözlenmiştir. Laboratuvar testlerinde yüksek Immunoglobulin E (6968.0 UI/mL) ve periferik eozinofili (0.61 x 10^3/µL) saptanmıştır. Uzun süreli şiddetli astım öyküsü, zorlu tedavi kontrolü, laboratuvar bulguları ve karakteristik radyolojik bulgular, bu vakada ABPA tanısını desteklemektedir. Erken tanı ve uygun tedavi, hastalığın ilerlemesini ve komplikasyonları önlemek için kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Alerjik Bronkopulmoner Aspergillozis, Astım, Bronşektazi

1. GİRİŞ

Alerjik bronkopulmoner aspergillozis (ABPA), *Aspergillus fumigatus* mantarına karşı gelişen bir hipersensitivite reaksiyonu sonucu ortaya çıkan, özellikle astım ve kistik fibrozis hastalarında görülen kronik bir akciğer hastalığıdır [1, 2]. Bu durum, hava yollarının *Aspergillus* türleri ile kolonizasyonuna bağlı olarak gelişen immünolojik bir yanıttır. Hastalığın patofizyolojisinde, Tip I ve Tip III hipersensitivite reaksiyonları rol oynamaktadır. Tekrarlayan bronşiyal obstrüksiyon, inflamasyon ve mukoid impaksiyon, zamanla bronşektazi, fibrozis ve solunum yetmezliğine yol açabilir [1].

ABPA'nın tanısı, klinik bulgular, radyolojik görüntüleme ve immünolojik test sonuçlarının bir kombinasyonuna dayanır. Erken tanı ve uygun tedavi, hastalığın ilerlemesini önlemek ve akciğer fonksiyonlarını korumak için hayati öneme sahiptir. Tedavi genellikle oral kortikosteroidler ve antifungal ajanları içerir [2].
Bu vaka sunumu, şiddetli astım öyküsü olan bir hastada ABPA tanısının nasıl konulduğunu ve hastalığın karakteristik özelliklerini detaylandırmayı amaçlamaktadır. Sunulan vaka, ABPA'nın klinik, laboratuvar ve radyolojik bulgularının tipik bir örneğini teşkil etmektedir. Bu vaka, ABPA'nın nadir görülen ancak ciddi sonuçları olabilen bir hastalık olması nedeniyle, klinisyenlerin bu hastalığa karşı farkındalığını artırmayı hedeflemektedir.

2. VAKA SUNUMU

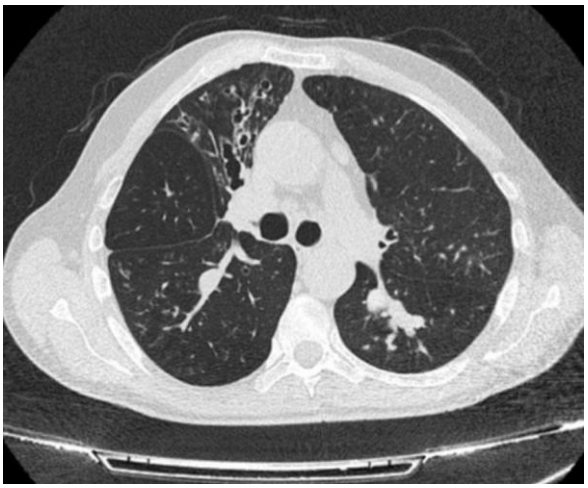
70 yaşında, eski sigara içicisi olan erkek hasta, beş gündür devam eden, ilhamla kötüleşen sağ hemitoraks ağrısı, 38.2ºC'ye varan yüksek ateş ve kuru öksürük şikayetleriyle başvurmuştur. Hastanın uzun süreli şiddetli persistan astım öyküsü bulunmaktadır ve astımının tedavisi zorlu seyretmektedir.

Fizik muayenede, hastanın genel durumu orta, ateşi 38.0ºC olarak ölçülmüştür. Akciğer oskültasyonunda sağ hemitoraksta solunum sesleri azalmış, yer yer ronküsler duyulmuştur. Diğer sistem muayeneleri normal sınırlardadır.
Laboratuvar incelemelerinde, tam kan sayımında periferik eozinofili (0.61 x 10^3/µL, normal aralık: 0.00 - 0.50) ve yüksek Immunoglobulin E (IgE) seviyesi (6968.0 UI/mL) saptanmıştır. Diğer biyokimyasal parametreler ve enfeksiyon belirteçleri CRP (73 mg/L, normal aralık: < 5 mg/L) sedimentasyon hızı (32 mm/saat, normal aralık: < 20 mm/saat) yüksek bulunmuştur.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Toraks bilgisayarlı tomografi (BT) görüntülemesinde, üst loblarda, orta lobun iç segmentinde ve sol alt lobun apikal segmentlerinde belirginleşen variköz tip bronşektazi tutulumu ile yaygın hava yolu hastalığı izlenmiştir. Lingula ve sağ alt lobda kısmi korunma mevcuttur. Sol alt lobun apikal ve lateral segmentlerindeki bronşektazilerde ve sağ alt lobun apikal segmentlerindekilerde artmış yoğunlukta sekresyonlar nedeniyle 'eldiven parmağı' paterni şeklinde opasifikasyonlar dikkat çekmiştir. Yaygın sentrilobüler mikronodülerite ve 'ağaç tomurcuğu' paterni de gözlenmiştir. Sağ bazal segmentin iç ve ön kısmında akut küçük hava yolu bronşiyolitik süreciyle uyumlu buzlu cam opasiteleri de mevcuttur. Apse alanları veya kaviteleşmiş konsolidasyon izlenmemiştir. Perikardiyal veya plevral efüzyon ve lenfadenopati saptanmamıştır (Görsel 1,2).

Görsel 1. Toraks BT-üst lob seviyesini gösteren aksiyal kesit



Görsel 2. Toraks BT-alt lob seviyesini gösteren aksiyal kesit

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

3. TANI VE AYIRICI TANI

ABPA tanısı, klinik, radyolojik ve immünolojik bulguların bir araya gelmesiyle konulur. Bu vakada, hastanın uzun süreli şiddetli astım öyküsü, yüksek IgE seviyesi, periferik eozinofili ve BT'de görülen karakteristik bronşektazi ve mukoid impaksiyon bulguları (eldiven parmağı paterni) ABPA tanısını güçlü bir şekilde desteklemektedir [3, 4].

ABPA Tanı Kriterleri (Rosenberg-Patterson Kriterleri) [4]:

- **Majör Kriterler:**
  - Astım
  - Geçici pulmoner infiltratlar (radyolojik olarak)
  - *Aspergillus* antijenine karşı pozitif cilt testi veya yüksek *Aspergillus* spesifik IgE
  - Yüksek total serum IgE
  - Çökelten antikorların varlığı (*Aspergillus* antijenlerine karşı)
  - Santral/proksimal bronşektazi
- **Minör Kriterler:**
  - Kahverengi mukus tıkaçlarının balgamla atılması
  - *Aspergillus* kültürünün pozitif olması
  - Geç (Arthus tipi) cilt reaktivitesi

Bu hastada, astım, yüksek total IgE, periferik eozinofili ve BT'deki bronşektazi ve mukoid impaksiyon bulguları majör kriterleri karşılamaktadır. Vaka özetinde *Aspergillus* cilt testi veya spesifik IgE bilgisi verilmemiş olsa da, yüksek total IgE ve klinik tablo ABPA'yı düşündürmektedir.

Ayırıcı Tanı:
ABPA'nın ayırıcı tanısında, benzer klinik ve radyolojik bulgulara sahip diğer akciğer hastalıkları göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar arasında kistik fibrozis, eozinofilik pnömoni, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), bronşiyolit, tüberküloz ve diğer fungal enfeksiyonlar yer almaktadır [5]. Ancak, hastanın spesifik laboratuvar ve radyolojik bulguları, bu vakada ABPA tanısını ön plana çıkarmaktadır.

4. TEDAVİ VE YÖNETİM

ABPA tedavisinin temel amacı, akut inflamasyonu kontrol altına almak ve ilerleyici akciğer hasarını önlemektir. Tedavi genellikle kortikosteroidler ve antifungal ajanların kombinasyonunu içerir [6].

Kortikosteroidler: Sistemik kortikosteroidler, ABPA'nın tedavisinde ana ilaçlardır. İnflamasyonu azaltır, hava yolu obstrüksiyonunu düzeltir, serum IgE seviyelerini düşürür ve periferik eozinofiliyi azaltır. Prednizolon, genellikle 0.5-1 mg/kg/gün dozunda başlanır ve klinik düzelme sağlandıktan sonra yavaşça azaltılır [6].
Antifungal Ajanlar: Antifungal ilaçlar, mantar yükünü azaltarak inflamatuar aktiviteyi düşürmeye ve steroid ihtiyacını azaltmaya yardımcı olur. İtrakonazol, ABPA tedavisinde yaygın olarak kullanılan bir antifungal ajandır. Genellikle 200 mg günde iki kez 16 hafta boyunca kullanılır [6].

Destekleyici Tedaviler:

- **Hava Yolu Temizliği:** Bronşektaziye bağlı hava yolu tıkanıklığını önlemek için hipertonik salin nebulizasyonu ve mukus temizleme teknikleri (örn. perküsyon yelekleri) önerilebilir.
- **Çevresel Kontrol:** Küflü iç ortamlar gibi *Aspergillus* maruziyetini artıran çevresel koşullardan kaçınılmalıdır.
- **Omalizumab:** Şiddetli ve kontrol altına alınamayan astımı olan ABPA hastalarında, IgE'ye karşı monoklonal antikor olan omalizumab düşünülebilir. Bu, IgE seviyelerini düşürerek semptomları ve alevlenmeleri azaltmaya yardımcı olabilir [7].

Bu vakada, hastanın klinik ve laboratuvar bulguları göz önüne alındığında, sistemik kortikosteroid ve itrakonazol tedavisi başlanması uygun olacaktır. Tedaviye yanıt, klinik düzelme, IgE seviyelerindeki düşüş ve radyolojik bulgulardaki iyileşme ile takip edilmelidir.

5. SONUÇ

Alerjik bronkopulmoner aspergillozis, astım ve kistik fibrozis hastalarında görülen, *Aspergillus fumigatus* mantarına karşı gelişen bir hipersensitivite reaksiyonudur. Bu vaka sunumu, 70 yaşında, şiddetli astımı olan bir hastada ABPA tanısının klinik, laboratuvar ve radyolojik bulgularla nasıl desteklendiğini göstermektedir. Hastanın yüksek IgE seviyesi, periferik eozinofilisi ve BT'deki karakteristik bronşektazi ve mukoid impaksiyon bulguları, ABPA tanısı için önemli ipuçları sağlamıştır.

Erken tanı ve uygun tedavi, hastalığın ilerlemesini, akciğer hasarını ve komplikasyonları önlemek için kritik öneme sahiptir. Kortikosteroidler ve antifungal ajanlar, ABPA tedavisinin temelini oluşturur. Bu vaka, klinisyenlerin ABPA'ya karşı farkındalığını artırmanın ve şüpheli durumlarda kapsamlı bir değerlendirme yapmanın önemini vurgulamaktadır.

KAYNAKÇA

[1] SISODIA J, Bajaj T. Allergic Bronchopulmonary Aspergillosis. 2023 Aug 8. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan–. PMID: 31194469.

[2] Uygun DFK, Filiz S, Bingöl A. Allergic bronchopulmonary aspergillosis (ABPA). Asthma Allergy Immunology 2014;12:001-008. http://doi.org/

[3] UpToDate. Clinical manifestations and diagnosis of allergic bronchopulmonary aspergillosis. https://www.uptodate.com/contents/clinical-manifestations-and-diagnosis-of-allergic-bronchopulmonary-aspergillosis

[4] Rosenberg, M., Patterson, R., Mintzer, R., Cooper, B. J., Roberts, M., & Harris, K. E. (1977). Clinical and immunologic criteria for the diagnosis of allergic bronchopulmonary aspergillosis. *Annals of Internal Medicine*, *86*(4), 405-414.

[5] Stevens DA, Moss RB, Kurup VP, Knutsen AP, Greenberger P, Judson MA, Denning DW, Crameri R, Brody AS, Light M, Skov M, Maish W, Mastella G; Participants in the Cystic Fibrosis Foundation Consensus Conference. Allergic bronchopulmonary aspergillosis in cystic fibrosis--state of the art: Cystic Fibrosis Foundation Consensus

Conference. Clin Infect Dis. 2003 Oct 1;37 Suppl 3:S225-64. doi: 10.1086/376525. Erratum in: Clin Infect Dis. 2004 Jan 1;38(1):158. PMID: 12975753.

[6] Agarwal R, Khan A, Gupta D, Aggarwal AN, Saxena AK, et al. (2010) An Alternate Method of Classifying Allergic Bronchopulmonary Aspergillosis Based on High-Attenuation Mucus. PLOS ONE 5(12): e15346. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015346

[7] Nové-Josserand R, Grard S, Auzou L, Reix P, Murris-Espin M, Brémont F, Mammar B, Mely L, Hubert D, Durieu I, Burgel PR. Case series of omalizumab for allergic bronchopulmonary aspergillosis in cystic fibrosis patients. Pediatr Pulmonol. 2017 Feb;52(2):190-197. doi: 10.1002/ppul.23612. Epub 2016 Oct 7. PMID: 27717223.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

KAHKAHA İLE YENİ BİR NEFES: YAŞLILARDA KAHKAHA TERAPİSİNİN ÖNEMİ

Arş. Gör. GÜLİSTAN ÇOBAN

Bingöl Üniversitesi, cobangulistan2@gmail.com - 0000-0001-6398-7656

ÖZET

Yaşlı bireylerde kas-iskelet sistemi problemleri, görme ve işitme kayıpları, kardiyovasküler hastalıklar, uyku bozuklukları, bilişsel gerileme, depresyon ve anksiyete gibi çeşitli sağlık sorunları görülmektedir. Yaşlı bireylerde sık görülen bu fizyolojik ve psikososyal sorunların azaltılmasına yönelik çeşitli tamamlayıcı ve alternatif yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlerden biri de, son yıllarda giderek daha fazla ilgi gören kahkaha terapisidir. Kahkaha terapisi, planlı ve kontrollü bir şekilde kahkaha egzersizleri ile nefes tekniklerini birleştiren bir grup etkinliği şeklinde uygulanır. Temeli, "nedensiz kahkaha" anlayışına dayanır; yani kişi espri ya da komik bir uyaran olmadan bilinçli olarak kahkaha atar. Bu kahkaha zamanla doğal kahkahaya dönüşür. Kahkaha terapisi, diyabet, kanser, Parkinson, depresyon ve diyaliz hastaları gibi çeşitli hasta gruplarında uygulanabildiği gibi; şirketlerde, huzurevlerinde, okullarda, üniversitelerde, spor ve toplum merkezlerinde, cezaevlerinde, hastanelerde ve fiziksel ya da zihinsel engelli bakım evleri gibi çok çeşitli ortamlarda da etkin bir şekilde kullanılabilmektedir. Literatür çalışmalarında kahkaha terapisinin sağlık üzerindeki faydaları yaygın olarak kanıtlanmış olmakla birlikte, özellikle yaşlı bireylerde çeşitli olumlu etkiler gösterdiği saptanmıştır. Kahkaha terapisi, yaşlı bireylerde yalnızlık, depresyon, kaygı ve ölüm kaygısı düzeylerini azaltmakta; mutluluk düzeyini artırmakta, ruh sağlığı ve genel sağlık durumunda ise belirgin iyileşmeler sağlamaktadır. Ayrıca, yaşlı bireylere uygulanan kahkaha terapisi, uyku kalitesini artırmakta; somatik semptomları, uykusuzluk ve anksiyeteyi azaltmakta; stres düzeylerini düşürmekte ve genel yaşam kalitesini yükseltmektedir. Kahkaha terapisi ayrıca yaşlı bireylerin umut, öz-yeterlilik, dayanıklılık ve sosyalleşme düzeylerini artırmaktadır. Bu bulgular, kahkaha terapisinin yaşlı bireylerde fizyolojik ve psikososyal sağlık parametrelerini iyileştirmede etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir; bu nedenle, yaşlı bakım hizmetlerinde kahkaha terapisi programlarının sistematik olarak uygulanması ve sağlık profesyonellerinin bu konuda eğitim almasının desteklenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yaşlılık, Kahkaha terapisi, Kahkaha terapisinin etkileri

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

PALYATİF BAKIMDA SIK KARŞILAŞILAN ENGELLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Arş. Gör. GÜLİSTAN ÇOBAN

Bingöl Üniversitesi, cobangulistan2@gmail.com - 0000-0001-6398-7656

ÖZET

Palyatif bakım; yaşamı tehdit eden hastalıklara bağlı ortaya çıkan fiziksel, psikososyal ve spiritüel sorunların erken tanımlanarak, ağrı ve diğer semptomların önlenmesi ve hafifletilmesini amaçlayan, hastanın ve ailesinin yaşam kalitesini artırmaya yönelik bütüncül bir bakım yaklaşımıdır. Dünya genelinde palyatif bakım gereksinimi duyan birey sayısı her geçen gün artmaktadır. Buna rağmen palyatif bakımın uygulanmasında politika, eğitim, ilaçlara erişim ve uygulamaya ilişkin çeşitli engellerle karşılaşılmaktadır. Palyatif bakım tanımı ve kapsamı hakkında toplumun bilgi düzeyinin yetersiz olması; palyatif bakım hakkında ulusal standartlar, klinik rehberler ve protokollerin olmaması; mevzuat ve yasal düzenlemeler bakımından palyatif bakımın henüz yeterli desteğe sahip olmaması; palyatif bakım kapsamında sunulan evde bakım gibi hizmetlerin sigorta kapsamına alınmaması ve devlet tarafından sağlanan finansal desteğin yetersiz olması politika ile ilgili engellerdir. Palyatif bakıma özgü bir tıbbi uzmanlık ya da yan dal uzmanlık alanının tanımlanmamış olması; sağlık çalışanlarının eğitim programlarında palyatif bakımın yeterli düzeyde yer almaması; palyatif bakım kavramına yönelik gerek toplumun gerekse sağlık profesyonellerinin çeşitli önyargı ve olumsuz düşüncelere sahip olması; palyatif bakımın sadece son dönemde verildiğinin düşünülmesi veya palyatif bakımın ölümle ilişkilendirilmesinden dolayı hasta ve ailesinin palyatif bakım alma yönünde isteksizliği gibi sebepler eğitim eksikliği ile ilgili engellerdir. Sağlık profesyonelleri ve hastalarda opioid kullanımına yönelik fobi ve bağımlılık kaygısı; opioid çeşitliliğinin sınırlı olması; opioid temininde yaşanan güçlükler ile kırmızı ve yeşil reçeteli ilaçlara erişim ve reçete düzenlemelerine ilişkin zorluklar ilaç ulaşılabilirliğindeki engeller ile ilgilidir. Palyatif bakımda görülen semptomların yönetimi hakkında sağlık profesyonellerinin bilgi eksikliği (8); toplumun palyatif bakım kavramı ve palyatif bakımda sunulan hizmetler hakkında bilgi düzeyinin yetersiz olması; sağlık profesyonellerinin palyatif bakım gereksinimi olan bireyleri palyatif bakım merkezlerine yeterince yönlendirmemesi; sağlık personelinin aşırı iş yükü ve yetersiz personel sayısı; palyatif bakım alanlarının yetersiz olması uygulamaya yönelik engellerdir. Palyatif bakımın önündeki engellerin ortadan kaldırılabilmesi için çeşitli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Palyatif bakım hizmetleri hastanelerle sınırlı kalmayıp birinci basamak sağlık kurumları ve evde bakım yoluyla yaygınlaştırılmalıdır. Toplumun palyatif bakım konusunda bilinçlendirilmesi, sağlık profesyonellerinin eğitim programlarına palyatif bakım derslerinin eklenmesi ve bu alanda uzmanlık olanaklarının sağlanması gerekmektedir. Ayrıca sağlık çalışanlarının bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi ve opioid ilaçlara erişimin kolaylaştırılması mevcut engellerin azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Palyatif bakım, Palyatif bakım engelleri, Çözüm önerileri

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

OKUL ÖNCESİ DÖNEM ÇOCUKLARINDA MALNÜTRİSYON VE OBEZİTE SIKLIĞI

Bilim Uzmanı, Şeyma Karan Tunç
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antropoloji ABD,
karanseyma52@gmail.com - Orcid: 0009-0004-4999-9262

Doç. Dr., Cansev Meşe Yavuz
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Antropoloji Bölümü, Fiziki Antropoloji ABD cansevmese@yyu.edu.tr - Orcid: 0000- 0002-8079-1230

ÖZET

Malnütrisyon ve obezite, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerdeki çocuklarda yaygın olarak görülen önemli bir halk sağlığı sorunudur. Erken çocuklukta ortaya çıkan malnütrisyon ve obezite ilerleyen yaşlarda kronik hastalık riskini artırmakta, toplum sağlığı üzerinde kalıcı sonuçlar doğurmaktadır. Bu çalışma, Van ilinde yaşayan 3–5 yaş arası okul öncesi çocukların malnütrisyon ve obezite sıklığını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Araştırma kesitsel nitelikte olup, Mayıs–Haziran 2024 tarihlerinde Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı anaokulu ve kreşlerde gerçekleştirilmiştir. 3-5 yaş aralığındaki 452 (251 kız, 201 erkek) okul öncesi dönem çocuğunun katılımı ile yapılan araştırmada, çocuklardan boy ve ağırlık antropometrik ölçümleri Uluslararası Biyolojik Program standartlarına göre alınmış ve Dünya Sağlık Örgütü büyüme referans değerleri doğrultusunda yaşa göre boy, yaşa göre ağırlık ve yağa göre beden kitle indeksi z skorları değerlendirilmiştir. Sosyo-demografik veriler bir anket aracılığıyla elde edilmiştir. Araştırmada elde edilen bulgulara göre çocuklar yaşa göre boy z skorları açısından değerlendirildiğinde, çocukların %96,9'u boy açısından normal sınırlarda iken, %9.4'ü kısa boyludur. Yaşa göre ağırlık z skorlarına göre çocukların %5.7'si zayıf, %16.6'sı fazla kilolu, %15,1'i ise obezdir. Beden kitle indeksi z skorlarına göre çocukların %25.6'sı düşük ve çok düşük kiloluyken, %14,3'ü fazla kiloluluk riskine sahip, %5,7'si fazla kilolu, %1.8'i ise obezdir. Sosyoekonomik düzeyler arasında karşılaştırıldığında kısa boyluluk oranı düşük sosyoekonomik düzeyde daha yüksekken, obezite oranlarının ise orta ve yüksek sosyoekonomik düzeye mensup çocuklarda daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bulgular, okul öncesi dönem çocuklarının boy ve ağırlık açısından çoğunlukla normal sınırlar içinde bulunduğunu, ancak özellikle bodurluk, düşük kiloluluk ve fazla kiloluluk oranlarının dikkate değer düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, malnütrisyon ve obezitenin dikkate alınması gerektiğine ve çocuk beslenmesi konusunda ailelere yönelik beslenme eğitimlerinin yaygınlaştırılmasının önemine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Okul öncesi dönem, antropometri, malnütrisyon, obezite

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

YENİ NESİL TÜTÜN ÜRÜNLERİ VE ELEKTRONİK SİGARA KULLANIMININ DEMOGRAFİK ÖZELLİKLER AÇISINDAN KARŞILAŞTIRMASI: İZMİR ADLİYESİ ÇALIŞANLARI ÖRNEKLEMİ

Psikolog Deniz Koçoğlu
Ege Üniversitesi, Madde Bağımlılığı, Toksikoloji ve İlaç Bilimleri Enstitüsü,
denokoco@hotmail.com-0009-0005-6062-213X

Öğr. Gör. Dr. İnci Derya Yücel
Ege Üniversitesi, Madde Bağımlılığı, Toksikoloji ve İlaç Bilimleri Enstitüsü,
inci.derya.yucel@ege.edu.tr-0000-0002-7895-0116

Prof. Dr.Görkem Yararbaş
Ege Üniversitesi, Madde Bağımlılığı, Toksikoloji ve İlaç Bilimleri Enstitüsü,
gorkem.yararbas@ege.edu.tr-0000-0002-2993-5577

ÖZET

Yeni nesil tütün ürünleri ve elektronik sigara günümüzde geleneksel sigaraya alternatif olarak sunulan, tütün kullanıcıları arasında farklı sebeplerle tercih edilen tütün endüstrisinin pazarında yerini alan ürünler arasındadır. Bu çalışmanın amacı Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Madde Bağımlılığı yüksek lisans programı kapsamında gerçekleştirilen tez çalışmasında elde edilen veriler kullanılarak İzmir Adliyesinde çalışan ve tütün kullanımı olan bireylerde elektronik sigara ve yeni nesil tütün ürünleri kullanımının demografik özellikler açısından karşılaştırmaktır. Bu çalışma İzmir Adliyesi bünyesinde çalışan ve tütün kullanımı olan 106 kadın ve 132 erkek olmak üzere 238 kişiyle yapılmış kesitsel nicel bir çalışmadır. Çalışmada katılımcıların elektronik sigarayı hayat boyu ve son bir ay içerisinde kullanımları sorulmuş, katılımcıların demografik verileri olarak yaş grubu, cinsiyet, eğitim durumları, medeni durumları, çocuk sahibi olma durumları gibi değişkenler alınmıştır. Spss programı kullanılarak yapılan ki-kare testi sonucunda yaş grubu ile elektronik sigara deneyimi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (χ^2= 11.096, p = .004). Cinsiyet ile elektronik sigara deneyimi arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (χ^2 = 2.272, p = .132). Eğitim düzeyi ile elektronik sigara deneyimi arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (χ^2= 0.724, p = .696). Medeni durum ile elektronik sigara deneyimi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (χ^2 = 16.016, p < .001).. Çocuk sahibi olma durumu ile elektronik sigara deneyimi arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır (χ^2 = 19.653, p < .001). Çalışmanın sonuçlarına göre genç yaş grubunda elektronik

sigara kullanımının daha yaygın olduğu, kadın ve erkek bireyler arasında elektronik sigara deneyimi açısından fark olmadığı, eğitim düzeyi ve e-sigara kullanımı arasında anlamlı ilişki bulunmadığı, bekar bireylerin elektronik sigara deneyimi oranı evli bireylere göre daha yüksek olduğu, çocuğu olmayan bireylerde elektronik sigara deneyimi daha yaygın olduğu bulunmuştur. Bu çalışmanın sonucuna göre hedef grup olarak alınan İzmir Adliyesi örnekleminde elektronik sigara kullanımının genç, bekar ve çocuğu olmayan bireylerde daha yaygın olduğu bulunmuş, yaşam tarzı ve bireysel özgürlüklerin kullanım alışkanlıklarını etkileyebileceği bulgusu elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Yeni nesil tütün ürünleri, tütün tüketimi, elektronik sigara

COMPARISON OF NEW GENERATION TOBACCO PRODUCTS AND ELECTRONIC CIGARETTE USE IN TERMS OF DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS: A SAMPLE OF IZMIR COURTHOUSE EMPLOYEES

Psychologist Deniz Koçoğlu-Ege University, Institute on Drug Abuse, Toxicology and Pharmaceutical Science, denokoco@hotmail.com | ORCID: 0009-0005-6062-213X

Lect. Dr. İnci Derya Yücel- Ege University, Institute on Drug Abuse, Toxicology and Pharmaceutical Science, inci.derya.yucel@ege.edu.tr-ORCID : 0000-0002-7895-0116

Prof. Dr.Görkem Yararbaş -Ege University, Institute on Drug Abuse, Toxicology and Pharmaceutical Science, gorkem.yararbas@ege.edu.tr-ORCID :0000-0002-2993-5577

Abstract

New generation tobacco products and electronic cigarettes have emerged as alternatives to traditional cigarettes and are increasingly preferred by tobacco users for various reasons. These products have secured a place in the tobacco industry's market. The aim of this study is to compare the use of electronic cigarettes and new generation tobacco products among employees of the İzmir Courthouse in terms of demographic characteristics, based on data obtained from

a master's thesis conducted at Ege University's Institute of Health Sciences, Department of Substance Abuse.

This cross-sectional quantitative study was conducted with 238 employees of the Izmir Courthouse who use tobacco, comprising 106 women and 132 men. Participants were asked about their lifetime and past-month use of electronic cigarettes. Demographic variables included age group, gender, educational background, marital status, and parental status.

Chi-square tests conducted using SPSS revealed a statistically significant relationship between age group and electronic cigarette experience ($\chi^2 = 11.096$, $p = .004$). No significant relationship was found between gender and electronic cigarette experience ($\chi^2 = 2.272$, $p = .132$), nor between educational level and electronic cigarette experience ($\chi^2 = 0.724$, $p = .696$). However, marital status was significantly associated with electronic cigarette experience ($\chi^2 = 16.016$, $p < .001$), as was parental status ($\chi^2 = 19.653$, $p < .001$).

The findings indicate that electronic cigarette use is more prevalent among younger individuals, with no significant gender differences. Educational level was not found to be a determining factor. Single individuals reported higher rates of electronic cigarette use compared to married individuals, and those without children were more likely to have used electronic cigarettes. According to the findings of this study, within the sample group drawn from İzmir Courthouse, the use of electronic cigarettes was found to be more prevalent among individuals who are young, single, and without children. Furthermore, the results suggest that lifestyle choices and the exercise of personal freedoms may influence usage habits."

Keywords: New generation tobacco products, tobacco consumption, electronic cigarettes

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

SPINOR EQUATIONS WITH THE HELP OF CONJUGATE FRAME IN LIE GROUPS

Mehmet GÖZELLER
Selçuk University, apeksakademi42@gmail.com - orcid.org/0009-0005-5402-6083
Muhammed Talat SARIAYDIN
Selçuk University, talatsariaydin@gmail.com – orcid.org/0000-0002-3613-4276

ABSTRACT

One of the most frequently studied topics in curve theory is the method of obtaining a curve from another. Most researchers working on this topic generally use the Frenet frame to characterize the properties of curves. However, because the second derivatives of a curve can be equal to zero at some points, the Frenet frame can only be calculated when the second derivative is nonzero. In this case, an alternative frame for curves is needed. Therefore, L. R. Bishop defined an alternative frame for curves in three-dimensional Euclidean space, called the Bishop frame. Spinors, used in orthogonal group theories such as rotation or Lorentz groups, are an important topic in mathematics and physics. In this study, we will first review and report in detail the literature on spinor equations in Lie groups. Using the conjugate frame, we will derive the spinor equations. The geometric properties of the newly obtained equations will be examined.

Keywords: Curve, Spinor equations, Lie group

1. INTRODUCTION

The theory of curves, which studies the characteristic properties of curves on various spaces and geometric structures, is one of the most important topics of differential geometry. Most researchers working on this subject usually use the Frenet frame work to characterize the properties of curves. However, since the second derivatives of the curve may be equal to zero at some points, the Frenet frame can be calculated when the second derivative is different from zero. In this case, an alternative framework for curves was needed. For this reason, L. R. Bishop defined an alternative frame for curves in 3D Euclidean space called the Bishop framework (Bishop, 1975). Hanson (1995) studied parallel transformation approximations on the frames of curves, Güven and Nurkan (2011) studied the relation between Bishop spherical indicatrix,

Körpınar et al. (2011) studied inelastic curves in 3D Euclidean space with respect to type 2 Bishop frame. In addition, Yılmaz and Turgut (2010) defined a new type of Bishop frame. Özyılmaz (2011) studied special cases of helix curves and Kızıltuğ et al. (2013) studied special cases of tubular surfaces and slant helices.

The kinematic formulas of spinor theory date back to the period before Euler's rotational parameters were known. Vivarelli's work in 1984 includes spinor expressions derived from quaternions, which may provide a link between Euler's rotational parameters in kinematics and Hamilton's quaternion theory (Vivarelli, 1984). Pauli (1927) made mathematical use of spinors when he discovered spin matrices. The algebra of two-component spinors associated with the SU(2) group expresses spin motions in 3D Euclidean space in a more detailed and regular way. Although spinors may seem like abstract concepts in the field of electrical and electronics, they are actually an extension of complex numbers. Spinor transformations preserve the physical appearance of quantum mechanics operators by analogizing them to the dynamical variables of classical mechanics (Montague, 1981). There are four different approaches to describe the theory of spinors in 3D Euclidean space: Cartan's isotropic vectors, Clifford algebra, spinor ring algebra and stereographic projection (Cartan, 1913). These approaches have been used in geometry, topology, algebra and physics. In particular, Cartan's isotropic vectors have been widely used in differential geometry and new concepts have been obtained. Reed (1996) studied spinors and projections in Minkowski space, Gasparim et al. (2017) studied adjoint orbits in Lie groups and Lagrangian submanifolds.

Considering the literature studies, various spinor equations in Euclidean space have been calculated, but it has been observed that spinor equations in Lie groups have not been calculated with the help of conjugate framework. This article will complete this missing area in the literature.

2. PRELIMINARIES

Definition 2.1 $I \subseteq \mathbb{R}$ as an open interval;

$$\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^n, t \longrightarrow \alpha(t) = (\alpha_1(t), \alpha_2(t), \dots, \alpha_{1n}(t))$$

is called a curve in E^n if the function α is differentiable. The coordinate neighborhood of the pair, (I,α) is denoted by the statement $I \subseteq \mathbb{R}$ the range of the curve is called the parameter range, and the variable $t \in I$ is called the parameter of the curve (Hacısalihoğlu, 1983).

Definition 2.2 Let a curve

$$\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^n$$

and a linearly independent

$$\Psi = \{\alpha', \alpha'', \dots, \alpha(r)\}$$

set be given in the neighborhood of the coordinates (I, α). For $\forall \alpha^{(k)}$,for $k > r$ if $\alpha^{(k)} \in Sp\{\Psi\}$, the orthonormal system

$$\{\boldsymbol{V_1}, \boldsymbol{V_2}, \dots, \boldsymbol{V_r}\}$$

obtained from the Ψ statement, the Serret-Frenet $r-$frame field of the curve α, and for $t \in I$ için $\{\boldsymbol{V_1}(t), \boldsymbol{V_2}(t), \dots, \boldsymbol{V_r}(t)\}$ is called the Serret-Frenet r-frame of the α curve at point $\alpha(t)$.

Each

$$\boldsymbol{V_i}, (1 \leq i \leq r)$$

vector is called the Serret-Frenet vector field. Specifically; the Serret-Frenet two-frame

$$\{\boldsymbol{T}(t), \boldsymbol{N}(t)\}$$

and the Serret-Frenet three-frame

$$\{\boldsymbol{T}(t), \boldsymbol{N}(t), \boldsymbol{B}(t)\}$$

in 3-dimensional Euclidean space (Hacısalihoğlu, 1983).

Definition 2.3 Let a $\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^n$ curve (I, α) be given by the coordinate neighborhood. Let the Serret-Frenet r-pillar $\{\boldsymbol{V_1}(t), \boldsymbol{V_2}(t), \dots, \boldsymbol{V_r}(t)\}$ at the point $\alpha(t)$ corresponding to $t \in I$. Accordingly

$$k_i: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{R}, \quad 1 \leq i < r$$
$$t \longrightarrow k_i \ (t) = \langle \boldsymbol{V_i}'(t) \boldsymbol{V}_{i+1}(t) \rangle$$

The function defined as k_i is called the i-th curvature function of the α curve. *For* $\forall t \in I$, the real number $k_i(t)$ is also called the i-th curvature at the point $\alpha(t)$ of the α curve. Specifically, in three-dimensional Euclidean space, the first curvature $k_1(t)$ at the point $\alpha(t)$ of the α curve is represented by $\kappa(t)$ (curvature) and the second curvature $k_2(t)$ is represented by $\tau(t)$ (torsion) (Hacısalihoğlu, 1983).

Theorem 2.1 Let *a* curve $\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^3$ be given in the coordinate neighborhood (I, α). Let s be in I, the arc parameter of the curve α, and the Serret-Frenet trihedron at the point $\alpha(s)$ be $\{\boldsymbol{T}(s), \boldsymbol{N}(s), \boldsymbol{B}(s)\}$ such that

$$\boldsymbol{T}(s) \quad = \alpha'(s),$$

$$\boldsymbol{N}(s) = \frac{\alpha''(s)}{\|\alpha''(s)\|}$$
$$\boldsymbol{B}(s) = \boldsymbol{T}(s) \times \boldsymbol{N}(s)$$

(Hacısalihoğlu, 1983).

Theorem 2.2 Let $\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^3$ be a curve given in the coordinate neighborhood of (I, α). Let $s \in I$ be the arc parameter, and let the Serret-Frenet frame at the point $\alpha(s)$ be $\{\boldsymbol{T}(s), \boldsymbol{N}(s), \boldsymbol{B}(s)\}$, $\kappa(s)$ be the curvature of the curve, and $\tau(s)$ be the torsion of the curve. The Frenet formulas for this curve are:

$$\boldsymbol{T}'(s) = \kappa(s)\boldsymbol{N}(s)$$
$$\boldsymbol{N}'(s) = -\kappa(s)\boldsymbol{T}(s) + \tau(s)\boldsymbol{B}(s),$$
$$\boldsymbol{B}'(s) = -\tau(s)\boldsymbol{N}(s)$$

(Hacısalihoğlu, 1983).

In Euclidean space, when a smooth curve is creating a Bishop frame, the tangent vector in the Frenet frame of this curve is rotated at a certain angle without changing, along with the principal normal and binormal. Accordingly, there is a relationship between the Frenet frame of the curve and the Bishop frame.

Definition 2.4 Let $\{\boldsymbol{T}, \boldsymbol{N_1}, \boldsymbol{N_2}\}$ be a unit-speed space curve with a nonzero curvature κ, and let $\boldsymbol{N_2}$ be any unit vector perpendicular to the tangent vector $\boldsymbol{T}$. If $\boldsymbol{N_2}$ is chosen such that $\boldsymbol{N_2} = \boldsymbol{T} \times \boldsymbol{N_1}$, then $\{\boldsymbol{T}, \boldsymbol{N_1}, \boldsymbol{N_2}\}$ forms a positively oriented orthonormal frame, and this frame is called the Bishop frame. The relationship between the Frenet and Bishop frames is as follows.

$$\begin{bmatrix} \boldsymbol{T} \\ \boldsymbol{N} \\ \boldsymbol{B} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & cos\theta & sin\theta \\ 0 & -sin\theta & cos\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{T} \\ \boldsymbol{N_1} \\ \boldsymbol{N_2} \end{bmatrix},$$

here is the angle θ between $\boldsymbol{N}$ and $\boldsymbol{N_1}$ (Bishop, 1975).

3. SPINOR EQUATIONS IN LIE GROUPS

Theorem 3.1 Let $\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^3$ be a regular curve in E^3 given by the coordinate neighborhood (I, α). Let $s \in I$ be the arc parameter of the curve α, and let the conjugate frame $\{\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2\}$ be at the point $\alpha(s)$ have curvatures d_1, d_2. For the spinor ξ corresponding to the curve α in the order $\{\boldsymbol{\varepsilon}_2, \boldsymbol{e}_1,, \boldsymbol{\varepsilon}_1\}$,

$$\frac{d\xi}{ds} = -\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}$$

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Proof:

Let $\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^3$ be a regular curve in E^3 with coordinate neighborhood (I, α). Let $s \in I$ be the arc parameter of the curve α, and let $\{e_1, \varepsilon_1, \varepsilon_2\}$ be the conjugate frame at the point $\alpha(s)$. Since the conjugate frame $\{e_1, \varepsilon_1, \varepsilon_2\}$ is orthonormal, it shares similar properties (orthonormality) with the vectors $a, b, c \in \mathbb{R}^3$ in the spinor. Thus, if the standard spinor equations corresponding to the order $\{\varepsilon_2, e_1,, \varepsilon_1\}$ of the α curve are written as $\varepsilon_2 + ie_1$ and $\varepsilon_1$instead of $a + ib$ and c, respectively (Al-Jedani, 2023),

$$\begin{pmatrix} \boldsymbol{e}_1{}' \\ \boldsymbol{\varepsilon}_1{}' \\ \boldsymbol{\varepsilon}_2{}' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & d_1 & -d_2 \\ -d_1 & 0 & 0 \\ d_2 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \boldsymbol{e}_1 \\ \boldsymbol{\varepsilon}_1 \\ \boldsymbol{\varepsilon}_2 \end{pmatrix},$$

and

$$\boldsymbol{\varepsilon}_2 + i\boldsymbol{e}_1 = \xi^t \sigma \xi,$$
$$\boldsymbol{\varepsilon}_1 = -\hat{\xi}^t \sigma \xi. \tag{3.1}$$

$\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^3$ If the expression for the ξ spinor corresponding to the sequence $\{\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2\}$ is calculated, since the pair $\{\xi, \hat{\xi}\}$ forms a basis for spinors, we have

$$\frac{d\xi}{ds} = f\xi + g\hat{\xi}$$

Here, f and g are arbitrary functions.

Taking the right derivative of the equality $\boldsymbol{\varepsilon}_2 + i\boldsymbol{e}_1 = \xi^t \sigma \xi$ in equation (3.1) above, we obtain

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\varepsilon}_2{}' + i\boldsymbol{e}_1{}' &= d_2\boldsymbol{e}_1 + i(d_1\boldsymbol{\varepsilon}_1 - d_2\boldsymbol{\varepsilon}_2) \\ &= id_1\boldsymbol{\varepsilon}_1 + d_2(\boldsymbol{e}_1 - i\boldsymbol{\varepsilon}_2) \\ &= id_1\boldsymbol{\varepsilon}_1 - id_2(\boldsymbol{\varepsilon}_2 + i\boldsymbol{e}_1). \end{aligned} \tag{3.2}$$

Then, taking the derivative of the left side of (3.1), we obtain

$$(\boldsymbol{\varepsilon}_2 + i\boldsymbol{e}_1)' = \left(\frac{d\xi}{ds}\right)^t \sigma\xi + \xi^t \sigma \left(\frac{d\xi}{ds}\right). \tag{3.3}$$

Substituting $\frac{d\xi}{ds} = f\xi + g\hat{\xi}$ into equation (3.3)

$$\begin{aligned} (\boldsymbol{\varepsilon}_2 + i\boldsymbol{e}_1)' &= \xi^t\sigma\xi + g\hat{\xi}^t\sigma\xi + \xi^t\sigma\xi f + \xi^t\sigma\hat{\xi}\, g \\ &= 2f\xi^t\sigma\xi + 2g\hat{\xi}^t\sigma\xi. \end{aligned} \tag{3.4}$$

Since $\boldsymbol{\varepsilon}_2 + i\boldsymbol{e}_1 = \xi^t\sigma\xi$ and $\boldsymbol{\varepsilon}_1 = -\hat{\xi}^t\sigma\xi$ substituting the equalities in equation (3.4) we have

$$(\boldsymbol{\varepsilon}_2 + i\boldsymbol{e}_1)' = 2f(\boldsymbol{\varepsilon}_2 + i\boldsymbol{e}_1) - 2g\,\boldsymbol{\varepsilon}_1 \tag{3.5}$$

Equations (3.5) and (3.2) are equal to each other. If

$$\mathrm{i}d_1\boldsymbol{\varepsilon}_1 - id_2(\boldsymbol{\varepsilon}_2 + i\boldsymbol{e}_1) = 2f(\boldsymbol{\varepsilon}_2 + i\boldsymbol{e}_1) - 2g\boldsymbol{\varepsilon}_1$$

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

then one can write

$$\mathrm{i}d_1 = -2g \;\Rightarrow\; g = -\frac{\mathrm{i}d_1}{2}$$

and

$$-id_2 = 2f \Rightarrow f = -\frac{\mathrm{i}d_2}{2}. \tag{3.6}$$

From here, substituting the functions g and f obtained from (3.6) into the equation $\frac{d\xi}{ds} = f\xi + g\hat{\xi}$, we have

$$\frac{d\xi}{ds} = -\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}.$$

Theorem 3.2 Let $\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^3$ be a regular curve in E^3 given by the coordinate neighborhood (I, α). Let $s \in I$, α be the arc parameter of the curve, and let the conjugate frame $\{\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2\}$ at the point α(s) have curvatures d_1, d_2. For the spinor ξ corresponding to the dual frame $\{\{\boldsymbol{\varepsilon}_2, \boldsymbol{e}_1,, \boldsymbol{\varepsilon}_1\}$ of the curve α in the order $\{\boldsymbol{\varepsilon}_2, \boldsymbol{e}_1,, \boldsymbol{\varepsilon}_1\}$, the derivative formulas are

$$\begin{aligned}
\boldsymbol{e}_1' &= -d_2 Re\{\xi^t\sigma\xi\} + d_1\,\hat{\xi}^t\sigma\xi \\
\boldsymbol{\varepsilon}_1{}' &= \mathrm{i}d_1 Im\{\xi^t\sigma\xi\} \\
\boldsymbol{\varepsilon}_2' &= -\mathrm{i}d_2 Im\{\xi^t\sigma\xi\}
\end{aligned}$$

Proof: Taking the derivative of equation (3.1) of both sides of the frame element, we have

$$\begin{aligned}
\boldsymbol{\varepsilon}_1{}' &= \left(-\hat{\xi}^{\mathrm{t}}\sigma\xi\right)' \\
\boldsymbol{\varepsilon}_1{}' &= -\left(\widehat{(\xi')}^{\mathrm{t}}\sigma\xi + \hat{\xi}^{\mathrm{t}}\sigma\xi'\right).
\end{aligned} \tag{3.7}$$

In equation (3.7), let us substitute the derivatives of ξ' with $\xi' = \frac{d\xi}{ds} = -\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}$ and $\boldsymbol{\varepsilon}_1' = -d_1\boldsymbol{e}_1$.

$$-d_1\boldsymbol{e}_1 = -\left(\left(\widehat{-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}}\right)^{\mathrm{t}}\sigma\xi + \hat{\xi}^{\mathrm{t}}\sigma\left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}\right)\right) \tag{3.8}$$

Let us take the conjugate of the expressions and substitute $\hat{\hat{\xi}} = -\xi$, then we have

$$-d_1\boldsymbol{e}_1 = -\left(\left(\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\hat{\xi} - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\xi\right)^{\mathrm{t}}\sigma\xi + \hat{\xi}^{\mathrm{t}}\sigma\left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}\right)\right). \tag{3.9}$$

Transposing equation (3.9) yields, one can written as

$$\begin{aligned}
-d_1\boldsymbol{e}_1 &= -\left(\left(\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\hat{\xi}^t - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\xi^t\right)\sigma\xi + \hat{\xi}^t\sigma\left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}\right)\right) \\
&= -\left(\left(\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\hat{\xi}^t\sigma\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\xi^t\sigma\xi\right) + \left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\hat{\xi}^t\sigma\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right)
\end{aligned}$$

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

$$= -\frac{1}{2}\left(\left(\mathrm{i}d_2\hat{\xi}^t\sigma\xi - \mathrm{i}d_1\xi^t\sigma\xi\right) + \left(-\mathrm{i}d_2\hat{\xi}^t\sigma\xi - \mathrm{i}d_1\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(\left(\mathrm{i}d_1\xi^t\sigma\xi\right) + \left(\mathrm{i}d_1\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right)$$

$$\boldsymbol{e}_1 = -\frac{i}{2}\left(\left(\xi^t\sigma\xi\right) + \left(\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right) \tag{3.10}$$

$\boldsymbol{\varepsilon}_2 + i\boldsymbol{e}_1 = \xi^t\sigma\xi$ is substituted, it written as

$$\boldsymbol{\varepsilon}_2 + i\left[-\frac{i}{2}\left(\left(\xi^t\sigma\xi\right) + \left(\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right)\right] = \xi^t\sigma\xi$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_2 + \left[\frac{1}{2}\left(\left(\xi^t\sigma\xi\right) + \left(\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right)\right] = \xi^t\sigma\xi$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_2 + \left[\frac{1}{2}\left(\xi^t\sigma\xi\right) + \frac{1}{2}\left(\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right] = \xi^t\sigma\xi$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_2 = \xi^t\sigma\xi - \frac{1}{2}\left(\xi^t\sigma\xi\right) - \frac{1}{2}\left(\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_2 = \frac{1}{2}\left(\left(\xi^t\sigma\xi\right) - \left(\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right)$$

In this case, the frame elements are

$$\boldsymbol{e}_1 = -\frac{i}{2}\left(\left(\xi^t\sigma\xi\right) + \left(\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_2 = \frac{1}{2}\left(\left(\xi^t\sigma\xi\right) - \left(\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_1 = -\hat{\xi}^t\sigma\xi. \tag{3.11}$$

Let's take the $\boldsymbol{e}_1$ derivative in the frame elements, the result can be obtained as follows.

$$\boldsymbol{e}_1{}' = \left(-\frac{i}{2}\left(\left(\xi^t\sigma\xi\right) + \left(\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right)\right)$$

$$= -\frac{i}{2}\left(\frac{d\xi^t}{ds}\sigma\xi + \xi^t\sigma\frac{d\xi}{ds} + \frac{d\hat{\xi}^t}{ds}\sigma\hat{\xi} + \hat{\xi}^t\sigma\frac{d\hat{\xi}}{ds}\right) \tag{3.12}$$

In equation (3.12), instead of the derivatives of ξ', let us write $\xi' = \frac{d\xi}{ds} = -\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}$

$$\boldsymbol{e}_1{}' = -\frac{i}{2}\left(\left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}\right)^t\sigma\xi + \xi^t\sigma\left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}\right) + \left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\widehat{\xi} - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}\right)^t\sigma\hat{\xi}\right.$$
$$\left. + \hat{\xi}^t\sigma\left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\widehat{\xi} - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}\right)\right)$$

Transpose and conjugate were taken, and $\hat{\hat{\xi}} = -\xi$ was substituted.it can be obtained as follows

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

$$\boldsymbol{e}_1' = -\frac{i}{2}\left[\left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi^t\sigma\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}^t\sigma\xi\right) + \left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi^t\sigma\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\xi^t\sigma\hat{\xi}\right)\right.$$
$$\left. + \left(+\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi} - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\xi^t\sigma\hat{\xi}\right) + \left(\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi} - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}^t\sigma\xi\right)\right]$$
$$= -\frac{i}{2}\left[-\mathrm{i}d_2\xi^t\sigma\xi - \mathrm{i}d_1\,\hat{\xi}^t\sigma\xi - \mathrm{i}d_1\xi^t\sigma\hat{\xi} + \mathrm{i}d_2\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right]$$
$$= \frac{1}{2}\left[-d_2\xi^t\sigma\xi - d_1\,\hat{\xi}^t\sigma\xi - d_1\xi^t\sigma\hat{\xi} + d_2\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right] \tag{3.13}$$
$$= \frac{1}{2}\left[-d_2\left(\xi^t\sigma\xi - \hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right) - d_1\left(\hat{\xi}^t\sigma\xi + \xi^t\sigma\hat{\xi}\right)\right]$$
$$= \frac{1}{2}\left[-d_2\left(\xi^t\sigma\xi - \hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right) - d_1\left(\hat{\xi}^t\sigma\xi + \xi^t\sigma\hat{\xi}\right)\right]$$

Let's take the derivative ε_2 in the frame elements then

$$\boldsymbol{\varepsilon}_2{}' = \frac{1}{2}\left(\left(\xi^t\sigma\xi\right) - \left(\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right)'$$
$$= \frac{1}{2}\left(\frac{d\xi^t}{ds}\sigma\xi + \xi^t\sigma\frac{d\xi}{ds} - \frac{d\hat{\xi}^t}{ds}\sigma\hat{\xi} - \hat{\xi}^t\sigma\frac{d\hat{\xi}}{ds}\right) \tag{3.14}$$

In equation (3.14), let us write the derivatives of ξ' as $\xi' = \frac{d\xi}{ds} = -\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_2{}' = \frac{1}{2}\left(\left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}\right)^t\sigma\xi + \xi^t\sigma\left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}\right) - \widehat{\left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}\right)}^t\sigma\hat{\xi}\right.$$
$$\left. - \hat{\xi}^t\sigma\widehat{\left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}\right)}\right)$$

Transpose and conjugate were taken $\hat{\hat{\xi}} = -\xi$ was substituted, it can be obtained as follows

$$\boldsymbol{\varepsilon}_2{}' = \frac{1}{2}\left[\left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi^t\sigma\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}^t\sigma\xi\right) + \left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\xi^t\sigma\xi - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\xi^t\sigma\hat{\xi}\right)\right.$$
$$\left. + \left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi} + \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\xi^t\sigma\hat{\xi}\right) + \left(-\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi} + \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\xi}^t\sigma\xi\right)\right]$$
$$= \frac{1}{2}\left[\left(-\mathrm{i}d_2\xi^t\sigma\xi + \left(\frac{\mathrm{i}d_2}{2} - \frac{\mathrm{i}d_2}{2}\right)\hat{\xi}^t\sigma\xi\right) + \left(\frac{\mathrm{i}d_1}{2} - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\right)\xi^t\sigma\hat{\xi} - \mathrm{i}d_2\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right]$$
$$= \frac{1}{2}\left[-\mathrm{i}d_2\xi^t\sigma\xi - \mathrm{i}d_2\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right]$$
$$= -\frac{id_2}{2}\left[\xi^t\sigma\xi + \hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right]$$

In conclusion, we have

$$\boldsymbol{e}_1' = \frac{1}{2}\left[-d_2\left(\xi^t\sigma\xi - \hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right) - d_1\left(\hat{\xi}^t\sigma\xi + \xi^t\sigma\hat{\xi}\right)\right]$$

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

$$\boldsymbol{\varepsilon}_1{}' = \frac{1}{2}\left((\mathrm{i}d_1\xi^t\sigma\xi) + \left(\mathrm{i}d_1\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right)$$
$$\boldsymbol{\varepsilon}_2' = -\frac{id_2}{2}\left[\xi^t\sigma\xi + \hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right]$$

Result 3.1 Let $\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^3$ be a regular curve in E^3 given by the coordinate neighborhood (I, α). Let $s \in I$, α be the arc parameter of the curve, and let the conjugate frame $\{\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2\}$ at the point $\alpha(s)$ have curvatures d_1, d_2. For the spinor ξ corresponding to the dual frame $\{\boldsymbol{\varepsilon}_2, \boldsymbol{e}_1, , \boldsymbol{\varepsilon}_1\}$ of the curve α in that order, the derivative formulas are

$$\boldsymbol{e}_1' = \frac{1}{2}\left[-d_2\left(\xi^t\sigma\xi - \hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right) - d_1\left(\hat{\xi}^t\sigma\xi + \xi^t\sigma\hat{\xi}\right)\right]$$

Proof. From equation $\emptyset^t\sigma\psi = \psi^t\sigma\emptyset$, for two arbitrary spinors $\emptyset$ and ψ, then

$$\boldsymbol{e}_1' = \frac{1}{2}\left[-d_2\left(\xi^t\sigma\xi + \overline{\xi^t\sigma\xi}\right) - d_1\left(\hat{\xi}^t\sigma\xi + \hat{\xi}^t\sigma\xi\right)\right]$$

Since $z + \bar{z} = 2Re\{z\}$ $z - \bar{z} = 2Im\{z\}$ and therefore one can write as

$$\boldsymbol{e}_1{}' = -d_2 Re\{\xi^t\sigma\xi\} + d_1\,\hat{\xi}^t\sigma\xi$$

and

$$\begin{aligned}\boldsymbol{\varepsilon}_1{}' &= \frac{1}{2}\left((\mathrm{i}d_1\xi^t\sigma\xi) + \left(\mathrm{i}d_1\hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right)\right)\\ &= \frac{1}{2}\left((\mathrm{i}d_1\xi^t\sigma\xi) - \left(\mathrm{i}d_1\overline{\xi^t\sigma\xi}\right)\right)\\ &= \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\left((\xi^t\sigma\xi) - \left(\overline{\xi^t\sigma\xi}\right)\right).\end{aligned}$$

Since $z + \bar{z} = 2Re\{z\}$ $z - \bar{z} = 2Im\{z\}$ we have

$$\boldsymbol{\varepsilon}_1{}' = \mathrm{i}d_1 Im\{\xi^t\sigma\xi\}$$
$$\begin{aligned}\boldsymbol{\varepsilon}_2' &= -\frac{id_2}{2}\left[\xi^t\sigma\xi + \hat{\xi}^t\sigma\hat{\xi}\right]\\ &= -\frac{id_2}{2}\left[\xi^t\sigma\xi - \overline{\xi^t\sigma\xi}\right]\\ &= -\mathrm{i}d_2 Im\{\xi^t\sigma\xi\}.\end{aligned}$$

Ultimately, it is obtained as

$$\boldsymbol{e}_1' = -d_2 Re\{\xi^t\sigma\xi\} + d_1\,\hat{\xi}^t\sigma\xi$$
$$\boldsymbol{\varepsilon}_1{}' = \mathrm{i}d_1 Im\{\xi^t\sigma\xi\}$$
$$\boldsymbol{\varepsilon}_2' = -\mathrm{i}d_2 Im\{\xi^t\sigma\xi\}.$$

Theorem 3.3 Let $\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^3$ be a regular curve in E^3 given by the coordinate neighborhood (I, α). Let $s \in I$, α be the arc parameter of the curve, and let the conjugate

frame$\{\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2\}$ at the point $\alpha(s)$ have curvatures d_1, d_2. For the spinor ζ corresponding to the dual frame $\{\boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2, \boldsymbol{e}_1,\}$of the curve α in the order $\{\boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2, \boldsymbol{e}_1,\}$,

$$\frac{d\zeta}{ds} = -\frac{\mathrm{i}d_2}{2}\zeta - \frac{\mathrm{i}d_1}{2}\hat{\zeta}$$

.

Theorem 3.4 Let $\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^3$ be a regular curve in E^3 given by the coordinate neighborhood (I, α). Let $s \in I$, α be the arc parameter of the curve, and let the corresponding frame $\{\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2\}$ at the point $\alpha(s)$ have curvatures d_1, d_2. For the spinor ξ corresponding to the dual frame $\{\boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2, \boldsymbol{e}_1,\}$ in the order $\{\boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2, \boldsymbol{e}_1,\}$of the curve α, the derivative formulas are

$$\boldsymbol{e}_1{}' = \frac{d_1 + id_2}{2}\zeta^t\sigma\zeta - \frac{d_1 - id_2}{2}\hat{\zeta}^t\sigma\hat{\zeta}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_1' = \frac{d_1}{2}\left(\hat{\zeta}^t\sigma\zeta + \zeta^t\sigma\hat{\zeta}\right)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_2' = -\frac{d_2}{2}\left(\hat{\zeta}^t\sigma\zeta + \zeta^t\sigma\hat{\zeta}\right)$$

Result 3.2 Let $\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^3$ be a regular curve in E^3 given by the coordinate neighborhood (I, α). Let $s \in I$, α be the arc parameter of the curve, and let the conjugate frame $\{\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2\}$ at the point $\alpha(s)$ have curvatures d_1, d_2. For the spinor ξ corresponding to the dual frame $\{\boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2, \boldsymbol{e}_1\}$ of the curve α in that order, the derivative formulas are

$$\boldsymbol{e}_1{}' = Re\{(d_1 + id_2)\zeta^t\sigma\zeta\}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_1' = d_1\hat{\zeta}^t\sigma\zeta$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_2' = -d_2\hat{\zeta}^t\sigma\zeta.$$

Theorem 3.5 Let $\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^3$ be a regular curve in E^3 given by the coordinate neighborhood (I, α). Let $s \in I$, α be the arc parameter of the curve, and let the dual frame $\{\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2\}$ at the point $\alpha(s)$ have curvatures d_1, d_2. For the spinor ϕ corresponding to the dual frame $\{\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2\}$ of the curve α in the order $\{\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2\}$,

$$\frac{d\phi}{ds} = \frac{-id_1}{2}\phi + \frac{d_2}{2}\hat{\phi}.$$

Result 3.3 Let $\alpha: I \subseteq \mathbb{R} \longrightarrow E^3$ be a regular curve in E^3 given by the coordinate neighborhood (I, α). Let $s \in I$, α be the arc parameter of the curve, and let the conjugate frame $\{\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2\}$ at the point $\alpha(s)$ have curvatures d_1, d_2. For the spinor ξ corresponding to the dual frame $\{\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2\}$ of the curve α in that order, the derivative formulas are

$$\boldsymbol{e}_1{}' = -id_1 Im\{\phi^t\sigma\phi\} + d_2\widehat{\phi^t}\sigma\phi$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_1' = -d_1 \mathrm{Re}\{\phi^t \sigma \phi\}$$
$$\boldsymbol{\varepsilon}_2' = d_2 \mathrm{Re}\{\phi^t \sigma \phi\}.$$

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the Selçuk University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project Number: 24201061).

REFERENCES

[1] Al-Jedani, A.; Abdel-Baky, R. Sweeping surfaces due to conjugate Bishop frame in 3-dimensional Lie group. Symmetry 2023, 15, 910.

[2] Bishop, R. (1975). There is more than one way to frame a curve. The American Mathematical Monthly, 246-251.

[3] Cartan, E., (1913), "Les groupes projectifs qui ne laissent invariante aucune multiplicité plane" Bull. Soc. Math. Fr.

[4] Gasparim, E., Grama, L., & San Martin, L. A. (2017). Adjoint orbits of semi-simple Lie groups and Lagrangian submanifolds. Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society, 60(2), 361-385.

[5] Güven, I. A., & Nurkan, S. K. (2011). The relation among Bishop spherical indicatrix curves. In International Mathematical Forum (Vol. 6, No. 25, pp. 1209-1215).

[6] Hacısalihoğlu, H. (1983). Differential Geometry. Ankara: İnönü University, Faculty of Science and Letters Publications, Malatya, Türkiye (in Turkish).

[7] Hanson, A. J., & Ma, H. (1995). Quaternion frame approach to streamline visualization. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 1(2), 164-174.

[8] Körpinar, Ş., Alkan, Z., Yiğit, Ö., Gör, A. P., Toklu, A. S., Cakir, B., ... & Özkul, H. (2011). Factors influencing the outcome of idiopathic sudden sensorineural hearing loss treated with hyperbaric oxygen therapy. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology, 268(1), 41-47.

[9] Montague B. W. 1981. Elemenatry spinor algebra for polarized beams in strage rings. Particle Accelerators, 11: 219-231.

[10] Özyılmaz, E. (2011). Classical differential geometry of curves according to type-2 Bishop trihedra. Mathematical and Computational Applications, 16(4), 858-867.

[11] Pauli, W., (1927) “Zur Quantenmechanik des magnetischen elektrons”, Zeitschrift für Physik, 43, 601-623.

[12] Reed, I. S., & Kraske, W. F. (1996). Reflections, spinors, and projections on a Minkowski space underlie Dirac's equation. Linear algebra and its applications, 239, 227-262.

[13] Vivarelli, M. D. (1984). Development of spinor descriptions of rotational mechanics from Euler's rigid body displacement theorem. Celestial mechanics, 32(3), 193-207.

[14] Yılmaz, S., Turgut, M. (2010). A new version of bgasparim 2017 bishop frame and an application to spherical images. Journal of Mathematical Analysis and Applications, 371(2), 764-776.

THE ROLE OF SEASONAL FORCING IN THE DYNAMICS OF AN EPIDEMIC

Doç. Dr. Saadet S. ÖZER

İstanbul Technical University,
saadet.ozer@itu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-5855-5039

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has profoundly impacted the entire world in the recent years, affecting health, education, communications, economy, and sociology. Its effects are on going, and scientists predict that new pandemics are on the horizon. During pandemic different countries have implemented different pandemic measures to minimize all types of losses. Numerous researchers have conducted research on mathematical modeling of the pandemic. Many models have been studied that include measures such as social distancing, quarantine, vaccination, etc. that should be implemented during the epidemic by using various types of techniques. Here, we examined the spread of the epidemic using the compartment model introduced to the literature by Kermack and McKendrick. Essentially, the foundational work on using compartment models to understand disease transmission was laid by public health physicians R.A. Ross, W.H. Hamer, A.G. McKendrick, and W.O. Kermack between 1900 and 1935. The model here use involves the seasonal efffect of the transmission. Seasonal effect may also be used to differ the environmental effects. After giving the mathematical model, we have demonstrated various scenarios on the efficiency of the vaccine, natural immunity and the contact rate. We have shown the periodic behavior in the long term and discussed the impact on the infected population of the different effects of contact rate and efficacy of the vaccine. The model here we have given can easily be applied to any type of epidemic by choosing the right parameters.

Keywords: Mathematical Epidemiology, Seasonal effect, Periodic Behavior, Vaccine, Natural Immunity

1. INTRODUCTION

The COVID-19 pandemic has shown us that new outbreaks are a constant threat. In response, experts are using mathematical modeling more to prepare day by day. This approach analyzes disease spread and helps design effective control strategies. By applying lessons from COVID-19, we can use these models to better manage future pandemics and save lives.

There are different approaches to model a pandemic mathematically. One active and effective model is based on compartments and the transitions between these compartments. The foundations of this approach were laid by public health physicians R.A. Ross, W.H. Hamer, A.G. McKendrick, and W.O. Kermack between 1900 and 1935 [1-3] And foreword is used by many researchers to model of the spread of HIV, SARS, MERS, Ebola COVID-19. Some are found in the references [4-7]. Just recently Çelik and Özer [8] have examined a model for a

possibly future pandemic involving an imperfect vaccine, quarantine and natural immunity. In all of these models contact rate has been taken constant.

The basic models to express the spread of a disease human to human are SI, SIR, SIS and SEIR models, where S represents the susceptible individuals, I, infected, R recovered and E is used for the exposed individuals. The basic model SIR express the permanent immunity. But in many cases of the virus, the permanent immunity does not exist. The most common way to model waning immunity is by extending the basic SIR (Susceptible-Infectious-Recovered) model to an SIRS (Susceptible-Infectious-Recovered-Susceptible) model. In both of the models basic reproduction number is the ratio of the contact rate to the sum of natural birth-death and recovery rate. The effect of the waning immunity which represents the recovered individuals are transferred to the susceptible compartment is not seen in the basic reproduction number but there is difference in the dynamic of the system. While in the SIR model, if the disease is introduced, it either dies out or, after an outbreak, reaches a disease free state where I=0. In the SIRS model, as long as there are recovered individuals (R>0) and a positive waning immunity rate there will be a continuous influx of new susceptible individuals (S). This means the susceptible population can be replenished, even after an initial outbreak, preventing the system from settling at a disease-free state. On the other hand as expected SIRS models have an endemic equilibrium point in which the epidemic usually stabilizes. In some variations of the SIRS model, particularly those with time delays the system can exhibit Hopf bifurcations. This is a mathematical phenomenon where a stable endemic equilibrium loses its stability, giving rise to periodic oscillations in the number of infected individuals. This explains the recurring waves of outbreaks seen in many diseases like influenza or COVID-19. When a vaccine is implemented the recovered compartment carries the individuals directly to the vaccinated compartment. Even with waning immunity, a vaccination program can still lower the prevalence of the disease at the endemic equilibrium. A higher vaccination rate leads to a lower number of infected individuals in the long run. In fact, if the vaccination rate is high enough, it can eliminate the endemic equilibrium entirely, leading to disease eradication. More about human to human or animal to human epidemics we recommend to the reader [9].

2. SEASONAL STUDY FOR SIRV SYSTEM

Here we consider a compartmental model in which the vaccination individuals exist. We also take the natural immunity into consideration and write an SIRV system. The difference of our problem here that we consider the seasonal effects of the spread. Assuming that the disease would spread more slowly in the summer that in the winter; we write the contact rate which represents the transition from the susceptible compartments to the infected compartment when they interact each other as a function of time :

$$\beta(t) = \beta_0(1 + \epsilon w \sin t)$$

and in that sense the transition from vaccinated compartment to the infected would be

$$\beta(t)(1 - \sigma)$$

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

where σ is here the efficacy of the vaccine. We refer to the reader for a review of seasonal epidemic models Buonomo at. al work [10].

2.1 Main Equations

The equations of the dynamics here is then in the nondimensional form:

$$\begin{aligned}
\frac{ds}{dt} &= \mu - (\xi + \mu)s + \rho v - \beta_0(1 + \epsilon w \sin t)is, \\
\frac{dv}{dt} &= \xi s + \gamma(1 - s - v - i) - (\rho + \mu)v - \beta_0(1 + \epsilon w \sin t)(1 - \sigma)iv, \\
\frac{di}{dt} &= \beta_0(1 + \epsilon w \sin t)is + \beta_0(1 + \epsilon w \sin t)(1 - \sigma)iv - (\mu + \tau)i.
\end{aligned}$$

where the nondimensional variables are defined as:

- $s(t)$: proportion of susceptible individuals,
- $v(t)$: proportion of vaccinated individuals,
- $i(t)$: proportion of infected individuals.

The parameters are in 1/time and have the following meanings

- μ: natural birth/death rate,
- ξ: vaccination rate,
- ρ: waning immunity rate; immunity loss rate (from vaccinated to susceptible),
- γ: entry rate into vaccinated classes from removed individuals, represents the natural immunity,
- β_0: approximate infection rate,
- σ: vaccine efficacy,
- τ: recovery rate from infection.

And

- ω: angular frequency where the period is assumed to be a year $T = \frac{2\pi}{w}$,
- ϵ : amplitude of seasonal oscillation.

We assume total population is normalized by $s + v + i + r = 1$, where r (removed class) is given implicitly via the equation.

One can easily see that there exist and disease free equilibrium point and and endemic equilibrium point. In the next section we shall examine the periodic solutions and oscillation around the endemic equilibrium point numerically.

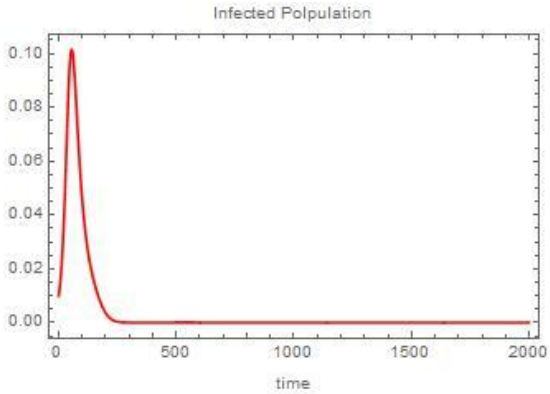
ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

3. NUMERICAL SIMULATION

Here we assume the average life expectancy is assumed to be 70 years, so we chose the death and birth rate $\mu = 3.92 \times 10^{-5}$, and for the other parameters a general seasonal outbreak is assumed to be yearly for instance winters effective $\omega = \frac{2\pi}{365}$. Since the immunity depending on either vaccine or the natural effect is not permanent we assume that the immunity will be gone in 6 months and take $\rho = \frac{1}{180}$. Naturally a campaign rate that would vaccinate the majority of the population in approximately four months and take $\xi = \frac{1}{120}$. Taking $\tau = 1/10$ means that an infected person will be recovered in approximately 10 days. Since the efficacy of the vaccine and the contact rate depend on the policies of the health or local authorities we do not fix them at the moment. For the initial date we have taken

$$s(0) = 0.79, \quad v(0) = 0.29, \quad i(0) = 0.01$$

And in all of these figures we have taken the amplitude $\epsilon = 0.5$. In the first graph we have considered a very high rate of vaccine efficacy with also high rate of contact distance such as mask use, lock-down etc. and see that the disease stabilizes at the disease free equilibrium point after it takes its high infected population about every 10 people in 100 get infected. In Figure 2 we examine a case with almost no contact precautions and a medium effective vaccine with almost no natural immunity.



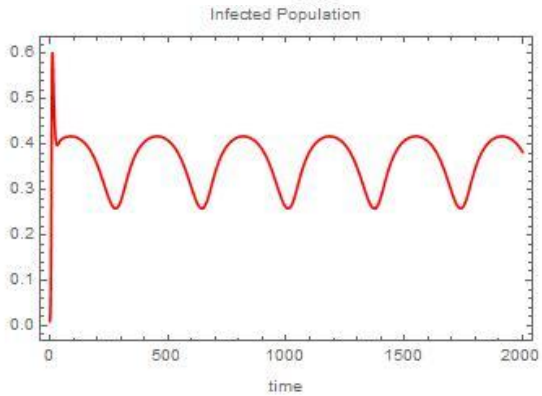


Figure 1. $\beta_0 = 0.2, \sigma = 0.9, \gamma = 0.9$

Figure 2. $\beta_0 = 0.8, \sigma = 0.5, \gamma = 0.1$

In Figure 3 we consider quite similar case with the one in figure 2 but the difference is the amplitude and the high rate of natural immunity which would support the effect of the natural

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

immunity. In such scenario the disease is like flu and almost everyone infected person after recovered has an immunity. We should note that the number of average infected people is much more higher than the previous scenario. In Figure 4 we can see the effete of the precautions about the distance. The number of infected population decreases comparing to the previous ones when the contact rate are higher. This shows how realistic is our mathematical model.

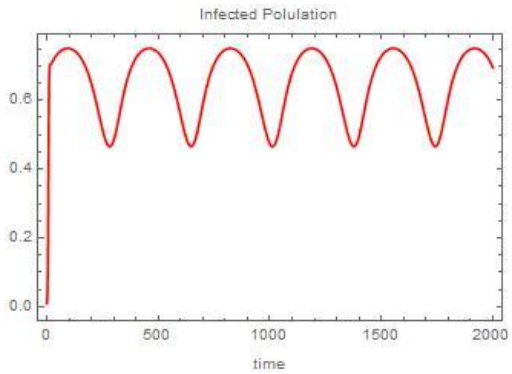


Figure 3. $\beta_0 = 0.8, \sigma = 0.5, \gamma = 0.9$

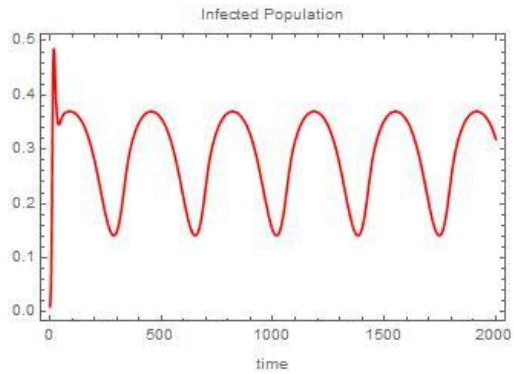


Figure 4. $\beta_0 = 0.5, \sigma = 0.5, \gamma = 0.1$

Finally in the last two Figures, in Figure 5 and 6 the efffect of the power of the vaccine can be seen clearly, which also shows how the mathematical model works in an epidemic. Among all these graphs, we see the highest infected population in Figure 6, where there is no effective vaccine and our fate is left to natural immunity.

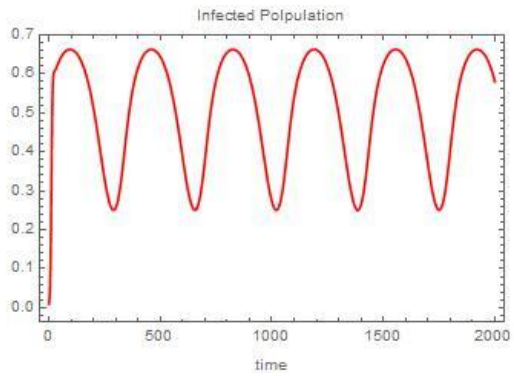


Figure 5. $\beta_0 = 0.5, \sigma = 0.5, \gamma = 0.9$

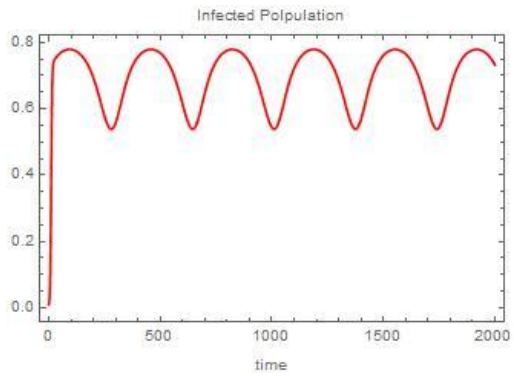


Figure 6. $\beta_0 = 0.5, \sigma = 0.1, \gamma = 0.9$

4. CONCLUSION AND REMARKS

In this study we have considered the seasonal forcing in and epidemic and analyzed the system numerically. We demonstrated various different scenarios of vaccine efficacy, natural immunity and contact rate polices. Our simulations show how effective our mathematical model is when deciding which precautions should be implemented by the authorities. The mathematical analysis of the stability at the disease free equilibrium point and the endemic equilibrium point and also the bifurcation analysis can be done as another more comprehensive study.

REFERENCES

[1] Kermack, W. O. and McKendrick A. G., A contribution to the mathematical theory of epidemics, *Proceedings of the Royal Society of London, Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character*, 115: No: 772, 700–721, 1927.

[2] Kermack, W. O. and McKendrick A. G., A contribution to the mathematical theory of epidemics II, The Problem of Endemicity," *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of aMathematical and Physical Character* 138, no. 834 : 55–83, 1932.

[3] Kermack, W. O. and McKendrick A. G., A contribution to the mathematical theory of epidemics III, Further Studies of the Problem of Endemicity," Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of aMathematical and Physical Character 141, no. 843 : 94-122, 1933.

[4] Kirschner, D and Webb, G. F., A Model for Treatment Strategy in the Chemotherapy of AIDS, *Bulletin of Mathematical Biology* 58, no. 2, 367–390, 1996

[5] Chowell, G., Fenimore, P. W., Castillo-Garsow, M. A. and Castillo-Chavez, C. SARS Outbreaks in Ontario, Hong Kong and Singapore: The Role of Diagnosis and Isolation as a Control Mechanism, *Journal of Theoretical Biology* 224, no. 1: 1–8, 2003.

[6] Lee, J., Chowell, G., and Jung, E., A Dynamic Compartmental Model for the Middle East Respiratory Syndrome Outbreak in the Republic of Korea: A Retrospective Analysis on Control Interventions and Superspreading Events, *Journal of Theoretical Biology* 408: 118–126, 2016.

[7] Ghasemabadi, A. Mathematical Modeling and Control of COVID-19, *Mathematical Methods in the Applied Sciences* 47, no. 12: 10478–10489, 2024.

[8] Çelik S and Özer S., Mathematical modeling on the strategies of imperfect vaccination,quarantine, and natural immunity in a future epidemic. Mathematical Methods inthe Applied Sciences, 48(11):11515-11526, 2025.

[9] Keeling, M. J., & Rohani, P. *Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals*. Princeton University Press., 2008.

[10] Buonomo, B., Chitnis, N., & d'Onofrio, A., Seasonality in epidemic models: a literature review. *Ricerche di Matematica*, *67*(1), 7-25, 2018.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

ON THE DIFFERENCE BETWEEN SYMMETRY AND EQUIVALENCE TRANSFORMATIONS

Doç. Dr. Saadet S. ÖZER

İstanbul Technical University, saadet.ozer@itu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-5855-5039

ABSTRACT

Classical Lie symmetries are transformations that map a solution of a given differential equation to another solution of the same equation. The equation itself remains invariant under these transformations. They are used to find exact solutions, reduce the order of ordinary differential equations (ODEs), or find conservation laws. A classical Lie symmetry acts on the space of independent and dependent variables and their derivatives of a single, specific differential equation. The goal is to find a group of transformations that leaves the differential equation invariant. Equivalence symmetries are transformations that map one differential equation from a certain class of equations to another equation within the same class. The transformation affects the equation itself, not just its solutions. The term "equivalence transformation" is a formal concept within the field of differential equations. Papers on this topic often focus on finding transformations that simplify an entire class of equations, not just a single equation. An equivalence symmetry acts on the space of independent variables, dependent variables, and the arbitrary elements functions or parameters that define the class of equations. The goal is to find a group of transformations that can simplify a given equation within a class into a simpler, equivalent form. In this talk first we explain both of the symmetries and after giving the method how to derive these transformations generated by Özer and Şuhubi , we shall give applications to linearization of nonlinear PDEs.

Keywords: Symmetry Groups, Equivalence Groups, Lie group applications, Nonlinear equations

1. INTRODUCTION

Under the classical symmetry transformation of Lie groups the differential equation invariant and the transformation transfer a solution of the equation into another solution of the same equation. To understand it let us give a simple example. Let us consider the one dimensional heat equation, $u_t = u_{xx}$ which is invariant under translations in time and space. A classical Lie symmetry would be a translation, such as

$$\bar{t} = t + \alpha \text{ and } \bar{x} = x + \beta$$

If we have a solution as $u(x,t)$, then $u(x-\beta, t-\alpha)$ is also a solution of the heat equation.

But the equivalence transformations are not the classical symmetry transformations. They transfer an equation of a class of differential equations into another equation of the same class.

They keep the entire class invariant. What we mean hear by saying a class of equations is basically, an equation involving free functions of dependent or, and independent variables. The first systematic treatment to the equivalence transformations within the framework of the Lie group analysis of differential equations is given by Ovsiannikov [1]. Before we give a simple literature review and the formulation of equivalence transformations, to understand it clearly let us consider a simple example. If we take a general class of second order ODEs which could be given of the form $y'' = f(x, y, y')$. An equivalence transformation might simplify a specific member of this class say, for a particular function f_1 into a simpler form say, with a function f_2. For instance, an appropriate change of variables might transform an equation with a complex f_1 into a simpler equation with a constant f_2. To explain it better, take a very simple example and consider a class of second order linear ODEs:

$$y'' = f_1(x, y, y') = -2a(x)y' - b(x)y = 0$$

with a transformation

$$y(x) = (e^{-\int a(x)dx})z(x)$$

is transformed into the following equation in a much more simple form without the first order derivative term:

$$z'' = -(b(x) - a'(x) - \frac{a(x)^2}{2})z.$$

This is a powerful equivalence transformation because it demonstrates that any equation in this class can be reduced to a canonical form that lacks the first derivative. This simplifies both the theoretical analysis and the search for solutions. The original, more complex equation is considered equivalent to the new, simpler one under this transformation. Another example for partial differential equations are the so called Hopf-Cole transformation which transfers the Burger's equations into the heat equation. The Burger's equation given by

$$u_t + uu_x = \nu u_{xx}.$$

by the Hopf-Cole transformation

$$u = -2\nu\partial_x(\ln v)$$

can be transferred into a simple form of linear heat equation

$$v_t = \nu v_{xx}.$$

where $v(x, t)$ is the new depended variable. This simple example shows us there might be transformations between linear and nonlinear equations. But now we have the question about the existence. If there exist such a transformation, transforming a complex member; probably nonlinear of a family of differential equations into a linear member of the same class, the next question appears: How do we find it? Answering these questions is of course not easy. As far as we know there is no such general existence theorem yet.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

2. EQUIVALENCE GROUPS

Before we start, let us first give the basic definitions

Definition: An equation given by

$$G(x_i, u^\alpha, u^\alpha_{x_1,x_2,..x_p},\ f_{k(q)}(x_i, u^\alpha, u^\alpha_{x_1,x_2,..x_p})) = 0$$

is called a class (family) of differential equations. Here $x_i,\ i = 1,2\ldots n$, are independent, and $u^\alpha, \alpha = 1,2,\ldots N$, are dependent variables, f_k are the smooth functions of their variables.

Definition: Equivalence groups are groups of continuous transformations which leave a given family of equations invariant.

Within the framework of this study we shall talk about the equivalence transformations in the meaning of Lie group transformations. There are some methods to derive the Lie group symmetries in the literature, we present the method introduced by Şuhubi [2] as this method is much more powerful than the other methods. The method is based on Cartan's [3] idea representing the differential equations in terms of differential forms. It was developed by Harrison and Estabrok [4] and adapted to the balance equations by Edelen [5] . The method is generated on the general balance equations which represents most of the quasilinear field equations in terms of system of PDEs. By considering the balance equations are invariant on the isovector field, Şuhubi obtained the infinitesimal generators of the isovector field explicitly. Using this method is just reduced to write the given system of PDEs in terms of a balance equations and then after by applying the additional restrictions of the particular differential equation we shall have additional constrains on the coefficients of the isovector field. The method is applied to the most general family of two dimensional wave type equations and the diffusion equation by Özer [6,7].

In the next section we will introduce the method shortly and give a simple example how to use it.

3. ISOVECTOR FIELD OF THE BALANCE EQUATIONS

A single second order balance equation is given by

$$\frac{\partial \Sigma^i(x^j, u, u_j)}{\partial x^i} + \Sigma(x^j, u, u_j) = 0, \quad i = 1,2,\ldots,n \tag{1}$$

where x_j represents the independent variables and u is the dependent variable. The isovector field for this balance equation is written as

$$V = X^i \frac{\partial}{\partial x^i} + U \frac{\partial}{\partial u} + U_i \frac{\partial}{\partial u_{x_i}} + S^i \frac{\partial}{\partial \Sigma^i} + S \frac{\partial}{\partial \Sigma} + V_{ext}.$$

If we deal with a classical Lie symmetry group $V_{ext} = 0$, but for the group of equivalence transformations we must consider all the dependencies of the free functions; Σ^i and Σ as the

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

new variables, therefore the coordinate cover of the extended manifold should involve these new variables. The extended isovector field on that manifold would be

$$V_{ext} = \mathcal{S}_j^i \frac{\partial}{\partial s_j^i} + \mathcal{S}_i \frac{\partial}{\partial \sigma_i} + \mathcal{S}^{ij} \frac{\partial}{\partial s^{ij}} + T_j \frac{\partial}{\partial t_j} + \mathcal{T} \frac{\partial}{\partial \tau} + \mathcal{T}^i \frac{\partial}{\partial t^i}.$$

Since we have limited space here, we will not give the expressions of these new variables and the details of the method. Readers interested in the subject may refer to the references we have given Şuhubi's book [2] . The isovector components in general depends not only the independent and dependent variables but also the free functions in the equation and the new variables representing their functional dependencies. In the next section we give a simple example to show first how the infinitesimal generators derived by Şuhubi can be used to any quasilinear partial differential equation.

3.1 Differential Equations As The Balance Equations

In order to represent how the result derived by Şuhubi can be used, here we shall consider the following family of equations. One dimensional wave type family equations are given by

$$u_{tt} - g(x, t, u, u_x, u_t)_x = 0. \tag{2}$$

Comparing this with the Balance equating, we shall fix the variables and functions between the balance equation given by (1) and the wave equations (2) as follows:

$$x^1 = x, \quad x^2 = t, \quad u_{x_1} = u_x, \quad u_{x_2} = u_t, \quad \Sigma^1 = g, \quad \Sigma^2 = -u_t, \quad \Sigma = 0, \tag{3}$$

then we can use the components derived by Şuhubi of isovector field of the balance equation. Bu we should note that the equation here we consider does not involve all the new variables by its structure, for example since $\Sigma^2 = -u_t$, derivatives of Σ^2 with respect to the other variables other than u_t are identically zero. Therefore the corresponding isovector components in the vector field of the extended manifold should be take zero. That will bring some restrictions on the infinitesimal generators. Moreover since $\Sigma = 0$, its component on the vector field S must be also zero. And of course all the components representing its functional dependencies. Computations of those generate the form of the other isovector components. The computations has been done by Özer and found the isovector components of the dependent and the independent variables and also their derivatives representatives and also the free functions in the equation that we have here g , in the following form

$$X_1 = X^1(x, t, u), \quad X_2 = X^2(t), \quad U = -\int \partial_x X_1 du + \left(\lambda(x) - \frac{1}{2} \dot{X}^2\right) u + \xi(x, t),$$

$$V_1 = \int X_{xx}^1 du + \acute{\lambda}(x) u + \frac{\partial \xi}{\partial x} + \left(2 X_x^1 - \frac{1}{2} \dot{X}^2 + \lambda(x) \right) v_2 + X_u^1 v_1^2 \tag{4}$$

$$V_2 = \int X_{xt}^1 \, du - \frac{1}{2} \ddot{X}^2 \, u + \frac{\partial \xi}{\partial t} + X_t^1 v_1 + \left(X_x^1 + \frac{1}{2} \dot{X}^2 + \lambda(x) \right) v_2 + X_u^1 v_1 v_2$$

$$S^1 = \left(\frac{3}{2}\dot{X}^2 + 2\,\lambda(x) + \gamma(t)\right)\Sigma^1 + \alpha^{11}(x,t)v_1 + 2\,X_t^1 v_2 + \,X_u^1 v_2^2 + \,\beta^1(x,t,u)$$

Knowing that this group of infinitesimal generators maps a great variety of member between each other with different structures, in the next section we will focus on a subgroup that would generate transformations between linear and nonlinear members of the family.

3.2. Subgroups Of The General Equivalence Groups

Here we shall examine some subgroups of the equivalence groups. The aim of the present work is to generate appropriate transformations between linear and nonlinear members of the family given by (2). Thus we take a subgroup of the transformations given by (4) as

$$X_1 = \phi(u), \quad X_2 = U = 0$$

The other infinitesimal generator will be then

$$U_1 = -\phi_u u_x^2, \quad U_2 = -\phi_u u_x u_t, \quad S_1 = -\phi_u u_t^2 + \beta(t,u)$$

The equivalence transformations related to this subgroup can be found by integrating the system of ODEs

$$\frac{d\overline{x}}{d\epsilon} = \phi(\overline{u}), \quad \frac{d\overline{t}}{d\epsilon} = \frac{d\overline{u}}{d\epsilon} = 0, \quad \frac{d\overline{u_x}}{d\epsilon} = -\phi_{\overline{u}}\overline{u_x}^2, \quad \frac{d\overline{u_t}}{d\epsilon} = -\phi_{\overline{u}}\overline{u_x}\,\overline{u_t}, \quad \frac{d\overline{g}}{d\epsilon} = -\phi_{\overline{u}}\overline{u_t}^2 + \beta(\overline{t},\overline{u})$$

under the initial conditions

$$\overline{x}(0) = x, \quad \overline{t}(0) = t, \quad \overline{u}(0) = u, \quad \overline{u_x}(0) = u_x, \quad \overline{u_t}(0) = u_t, \quad \overline{g}(0) = g$$

where ϵ here is the group parameter. The general transformations under this subgroup will be in the following form:

$$\overline{x} = x + \epsilon\phi(u), \quad \overline{t} = t, \quad \overline{u} = u, \quad \overline{u_x} = \frac{u_x}{1 - \epsilon\phi'(u)u_x}, \quad \overline{u_t} = \frac{u_t}{1 - \epsilon\phi'(u)u_x},$$

and

$$\overline{g} = \frac{g - \phi'(u)\epsilon(gu_x - u_t^2)}{1 - \epsilon\phi'(u)u_x}.$$

It is obviously clear that for any continuous differentiable function of $\phi(u)$ a linear equation would be mapped into a nonlinear equation of the same family. With this subgroup actually we can map a single linear equation of the family into a family of nonlinear functions. But considering the symmetry transformations instead of the equivalence transformations we would just generate other solutions of a single equation. The same class of equations has been examined by Şuhubi et.al [8] within the frame work of similarity solutions. They have found the isovector component of the spatial variable only a function of itself.

To clarify the structure consider the following example.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Example

Let us consider a specific transformation by taking $\phi(u) = u^2$, the infinitesimal generators are

$$X_1 = u^2, \quad X_2 = U = 0,$$

then the other infinitesimal generators in the vector field V are found

$$U_1 = 2uu_x^2, \quad U_2 = 2uu_x u_t, \quad S^1 = 2uu_t^2, \quad S^2 = -2uu_x u_t.$$

under these infinitesimal generators the equivalence transformations are found by solving the ODES given above as

$$\overline{x} = x + 2u^2, \quad \overline{t} = t, \quad \overline{u} = u, \quad \overline{u_x} = \frac{u_x}{1 - 2\epsilon u u_x}, \quad \overline{u_t} = \frac{u_t}{1 - 2\epsilon u u_x}$$

and the free function is transformed into

$$\overline{g} = g + \frac{2\epsilon u u_t^2}{1 - 2\epsilon u_x}$$

Under these transformations we assume that the wave equation given by (2) is transformed under these transformations into

$$\overline{u_{tt}} - g(\overline{x}, \overline{t}, \overline{u}, \overline{u_x}, \overline{u_t})_x = 0$$

which can be verified, but we should note here that since $x = \overline{x} + \epsilon \overline{u}^2$ and we also know that $\overline{u} = \overline{u}(\overline{x}, \overline{t})$ the partial derivatives are:

$$\frac{\partial}{\partial \overline{x}} = \frac{\partial}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial \overline{x}} + \frac{\partial}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial \overline{u}}\frac{\partial \overline{u}}{\partial \overline{x}} + \frac{\partial}{\partial u}\frac{\partial u}{\partial \overline{u}}\frac{\partial \overline{u}}{\partial \overline{x}},$$
$$\frac{\partial}{\partial \overline{t}} = \frac{\partial}{\partial t}\frac{\partial t}{\partial \overline{t}} + \frac{\partial}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial \overline{u}}\frac{\partial \overline{u}}{\partial \overline{t}} + \frac{\partial}{\partial u}\frac{\partial u}{\partial \overline{u}}\frac{\partial \overline{u}}{\partial \overline{t}}.$$

When choosing the particular form of the wave equation with $g = u$ then the transformation does ot change the equation, but another choice of $g = u_x$ maps the linear wave equation onto

$$\left(\frac{2uu_t^2 + u_x}{1 + 2uu_x}\right)_x - u_{tt} = 0$$

For the simplicity here we have chosen $\epsilon = 1$, and for the simplicity omitted overlines in the transformed equation.

Of course other members of the given wave equation (2) can be chosen by taking different particular function g. Our goal here is just to show ow the computations can be done and how equivalence transformations would map between completely different members of the same class of differentia equation. We would recommend to the reader who are interested in the subject the work of Özer [6,7,9] and the reference therein.

4. CONCLUSION AND REMARKS

Here, we introduced the Lie group approach to equivalence transformations and demonstrated an approach for determining transformations. We took a sample family of equations and determined the transformations. Using this structure, similar studies can be performed for any family of quasilinear equations. In our example, we've shown how a simple equation can be transformed into a complex one. Conversely, the key question is whether there's an equivalence transformation between a complex nonlinear equation and a linear equation in the same family. For researchers interested in the subject, this open problem is the most interesting problem in this field.

REFERENCES

[1] Ovsiannikov L.V. Group analysis of differential equations. Academic Press; 2014.

[2] Suhubi, E.. Exterior analysis: Using applications of differential forms. Elsevier, 2013.

[3] Cartan, E., Les Systèmes Différentiels Extérieurs et Leurs Applications Géométriques. Hermann, Paris, 1945.

[4] Harrison, B. K., and Estabrook, F. B., Geometric approach to invariance groups and solution of partial differential systems. Journal of Mathematical Physics, 12(4), 653-666, 1971.

[5] Edelen, D. G., Applied exterior calculus. Courier Corporation, 1985.

[6] Özer, Saadet. Admissible equivalence transformations for linearization of nonlinear wave type equations, Math. Meth Appl. Sci. 42: 5522–5534, 2019.

[7] Özer, Saadet., On the equivalence groups for (2+ 1) dimensional nonlinear diffusion equation, Nonlinear Analysis: Real World Applications, 43, 155-166, 2018.

[8] Şuhubi, E. and Bakkaloğlu, A., Group properties and similarity solutions for a quasi-linear wave equation in the plane, Int. J. of Engen. Sci. 26, 5, 567-584, 1991.

[9] Özer, S., Lineer Olmayan Dalga Denkleminin Lie Grupları Analizi, Marmara Fen Bilimleri Dergisi, 30, 2, 133-148, 2018.

FARKLI ÖZELLİKLERDEKİ KETEN TOHUMU YAĞLARININ YABANİ KİRAZ ODUNU YÜZEYLERİNE UYGULANMASI

Prof. Dr. Hüseyin PEKER[1], Doç. Dr. Abdi ATILGAN[2] ve Doç. Dr. Ümit AYATA[3]

[1]Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye
peker100@artvin.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7771-6993
[2]Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksekokulu, İç Mekân Tasarımı Programı, Afyon, Türkiye
atilgan03@aku.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-5893-2113
[3*]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

Özet

Bu çalışmada, farklı özelliklerdeki keten tohumu yağlarının 100 mm × 100 mm × 20 mm boyutlarında hazırlanmış yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Moench) odunu yüzeylerine uygulanması sonrasında oluşan renk özelliklerinde değişimleri araştırılmıştır. Yağ uygulanmış yüzeyler ile yağ uygulamasının yapılmadığı yüzeyler birbirleri ile kıyaslanmıştır. Uygulamalar tek olarak bir fırça yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre ΔE^* değerleri soğuk sıkım keten tohumu yağı ile 11.54, ağartılmış keten tohumu yağı ile 12.16, kaynatılmış keten tohumu yağı ile 12.80 ve rafine edilmiş keten tohumu yağı ile 13.81 olarak hesaplanmıştır. Yapılan yağ uygulamaları sonrasında L^* ve h^o değerlerinde azalışlar bulunurken, C^*, b^* ve a^* değerlerinde artışlar tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan yağların ahşap malzeme üzerindeki renk parametrelerini farklı oranlarda değiştirdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yabani kiraz odunu, keten tohumu yağı, renk parametreleri

Application of Linseed Oils with Different Properties to Wild Cherry Wood Surfaces

Abstract

This study investigated the changes in color characteristics following the application of linseed oils of different properties to wild cherry (*Cerasus avium* (L.) Moench) wood surfaces prepared with dimensions of 100 mm × 100 mm × 20 mm. Oil-treated and untreated surfaces were compared. Applications were carried out individually using a brush. According to the results, ΔE^* values were calculated as 11.54 for cold-pressed linseed oil, 12.16 for bleached linseed oil, 12.80 for boiled linseed oil, and 13.81 for refined linseed oil. Following the oil applications, decreases were found in L^* and h^o values, while increases were found in C^*, b^*, and a^* values. The oils used in the study were observed to change the color parameters of the wood material to different extents.

Keywords: Wild cherry wood, linseed oil, color parameters

1. Giriş

Kereste, sürdürülebilir ve çevre dostu bir kaynak olarak kabul edilmektedir. Kereste ürünleri, ahşabın karbon tutma kabiliyeti, çevresel faydaları ve kolay işlenmesi nedeniyle çeşitli endüstrilerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sanayileşmenin ilerlemesiyle birlikte, küresel kereste talebi artmaya devam etmektedir. Ancak Çin'de, sınırlı orman kaynakları ve düşük orman örtüsü, kereste arzı ve talebi arasındaki uçurumun giderek büyümesine neden olmuştur (Liu, 2014; Shi ve ark., 2025).

Bazı bitkisel yağlar, kendiliğinden veya bileşenlerin yapışmasıyla güçlü ve yapışkan filmler oluşturarak kuruma özelliğine sahiptir. Yağlar, uçucu bir bileşenin buharlaşması gibi sıradan bir şekilde kurumaz, bunun yerine oksidasyon veya havadan oksijen emilimiyle sertleşir. Bu nedenle, kuruma süreci, filmin orijinal sıvı yağdan farklı özelliklere ve özelliklere sahip bir madde haline gelmesine neden olan bir dizi kimyasal reaksiyonla birlikte gerçekleşir (de la Colina Tejeda, 2001).

Doğal yağlı cilalar, keten tohumu yağı, Çin odun yağı, kurutma maddesi ve polietilen bazlı keten tohumu yağı modifiye edicileri gibi bitkisel hammaddelerden oluşmaktadır. Bazı ürünlerde renk pigmentleri de bulunmaktadır. Ticari olarak satılan doğal yağlı zeminler genellikle iki farklı ürünle işlenmektedir ve bu ürünler birlikte istenen yüzey özelliklerini sağlamaktadır. Altta emdirme yağı, üstte ise balmumu/yağ karışımı bulunmaktadır. Yüzey işlemi çözücü içermez ve çoğunlukla yenilenebilir hammaddelerden oluşmaktadır (Kähr, 2005; Anonim, 2005; Koubaa, 2007).

Keten tohumu yağının teknik kullanım ve kurutma maddesi olarak kalitesi, iyot değeriyle belirlenen doymamışlık derecesine bağlı olmaktadır. Yüksek iyot değerine (170'in üzerinde) sahip yağlar elde etmek için, farklı kaynaklardan gelen yağ partileri harmanlanmaktadır. Kırılma indisi iyot değerine göre değişmektedir; 180 iyot değerine sahip bir yağa karşılık gelen ortalama değer 60°C'de 1,468'dir (Alonso Felipe, 2016).

Soğuk preslenmiş keten tohumu yağı, ahşap ürünlerin emdirilmesi için tasarlanmıştır. Ahşap evler, çardaklar, sallar ve terasların yanı sıra banyolar ve zemin kaplamaları için de etkilidir. Ayrıca tamamen çevre dostu bir üründür. Ahşabın gözeneklerine derinlemesine nüfuz ederek, ahşabın gözeneklerine nüfuz ederek aşırı nem, çürüme ve mantarlara karşı koruma sağlamaktadır. Bu sayede ahşap aşırı nemden korunmaktadır. Ürün aynı zamanda liflerin doğal yapısını da vurgulamaktadır (Ivanchenko ve Horbachova, 2024).

Bu araştırmada, farklı özelliklerde hazırlanmış olan (kaynatılmış, soğuk sıkım, ağartılmış ve rafine edilmiş) keten tohumu yağlarının yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Moench) odunu örneklerinin yüzeylerine uygulanması sonrasında oluşan renk özelliklerinde değişimleri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, 100 mm × 100 mm × 20 mm boyutlarında hazırlanmış yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Moench) odunu örnekleri kullanılmıştır. Numuneler, ISO 554 (1976) standardına uygun olarak iklimlendirilmiştir. Ahşap malzeme ile birlikte, farklı özelliklere sahip keten tohumu yağları (kaynatılmış, ağartılmış, soğuk sıkım ve rafine edilmiş) satın alınarak temin edilmiştir. Ahşap deney örneklerinin yüzeyler, sırasıyla 40, 80, 100, 120, 150, 180 ve 220 grit zımpara kâğıtları kullanılarak zımparalanmıştır.

Yağlar (soğuk sıkım, kaynatılmış, ağartılmış ve rafine edilmiş), zımpara işleminde geçirilmiş ahşap yüzeylere fırça yardımıyla tek kat hâlinde uygulanmıştır. Uygulamanın ardından, 2 hafta süre kuruması için bekletilmiştir.

Elde edilen deney örnekleri üzerindeki renk değişimleri, CS-10 cihazı ile tespit edilmiştir (ASTM D 2244-3, 2007). ΔC^*: kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^*: ton bölümü veya gölge farkı olmaktadır (Lange, 1999). Δa^*, ΔL^*, ΔC^* ve Δb^* için bazı önemli açıklamalar (Lange, 1999) ve ΔE^* için kriterler (Jirouš ve Ljuljka, 1999) Çizelge 1'de sunulmuştur.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Çizelge 1. ΔL^*, Δa^*, Δb^* ve ΔC^* için bazı önemli açıklamalar (Lange, 1999) ve ΔE^* için kriterler (Jirouš ve Ljuljka, 1999)

Parametre (Lange, 1999)	**Pozitif Durumda**		**Negatif Durumda**	
ΔC^*	Referanstan daha net, daha parlak		Mat, referanstan daha bulanık	
ΔL^*	Referanstan daha açık		Referanstan daha koyu	
Δb^*	Referanstan daha sarı		Referanstan daha mavi	
Δa^*	Referanstan daha kırmızı		Referanstan daha yeşil	
Jirouš ve Ljuljka, (1999) İçin ΔE^* Değerleri	**ΔE^* Aralığı**	**Renk Değişimi**	**ΔE^* Aralığı**	**Renk Değişimi**
	> 12.00	Çok yoğun	0.50 - 1.50	Hafif
	6.00 - 12.00	Yoğun	0.20 - 0.50	Çok hafif
	3.00 - 6.00	Çok belirgin	< 0.20	Anlaşılamaz
	1.50 - 3.00	Belirgin		

Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıkları belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^o = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş}}) - (C^*_{\text{kontrol}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş}}) - (a^*_{\text{kontrol}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş}}) - (L^*_{\text{kontrol}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş}}) - (b^*_{\text{kontrol}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

Maksimum ile minimum değerleri, homojenlik grupları, % değişim oranları, ortalamalar, standart sapmaları ve varyans analizleri bir istatistik programı ile hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 2'de sunulmaktadır. Tek olarak bir fırça yardımı ile gerçekleştirilmiş uygulamalarda ölçülen değerlere bakıldığında L^* ve h^o değerlerinde azalışların bulunduğu belirlenirken, C^*, b^* ve a^* değerlerinde artışların elde edildikleri görülmüştür. L^* ve h^o değerlerinde en yüksek sonuçlar hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrol deney örneklerinde tespit edilmiştir (sırası ile 69.08 ve 69.46). L^* değerinde en düşük sonuç rafine edilmiş keten tohumu yağı ile (64.55) ve h^o değerinde en düşük sonuç kaynatılmış keten tohumu yağı ile (59.63) ile bulunmuştur. C^*, b^* ve a^* değerlerinde en düşük sonuçlar kontrol deney örneklerinde bulunmuştur (sırası ile 24.69, 23.11 ve 8.66). C^*, b^* ve a^* değerlerinde en yüksek sonuçlar ise rafine edilmiş keten tohumu yağı ile muamele edilmiş deney örneklerinde bulunmuştur (sırası ile 35.13, (31.72 ve 15.17) belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları

Test	**Keten Tohumu Yağı Türü**	**Orta-lama**	**Değişim (%)**	**Homo-jenlik Grubu**	**Standart Sapma**	**Mini-mum**	**Maksi-mum**	**Varyasyon Katsayısı**
L*	**Kontrol**	69.08	-	A*	0.44	68.57	69.91	0.64
	Soğuk sıkım	62.97	↓8.84	B	0.32	62.44	63.52	0.51
	Kaynatılmış	59.63	↓13.68	E**	0.13	59.44	59.83	0.21
	Ağartılmış	61.37	↓11.16	C	0.69	60.33	62.14	1.13
	Rafine edilmiş	60.47	↓12.46	D	0.11	60.26	60.58	0.18
a*	**Kontrol**	8.66	-	C**	0.34	8.24	9.16	3.93
	Soğuk sıkım	14.06	↑62.36	B	0.31	13.56	14.58	2.18
	Kaynatılmış	14.04	↑62.12	B	0.19	13.68	14.30	1.38

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

	Ağartılmış	14.08	↑62.59	B	0.16	13.87	14.30	1.16
	Rafine edilmiş	15.17	↑75.17	A*	0.37	14.65	15.90	2.47
b*	**Kontrol**	23.11	-	E**	0.70	22.37	24.10	3.04
	Soğuk sıkım	31.28	↑35.35	B	0.42	30.80	32.36	1.34
	Kaynatılmış	29.88	↑29.29	D	0.12	29.66	30.05	0.42
	Ağartılmış	30.80	↑33.28	C	0.58	29.92	31.55	1.89
	Rafine edilmiş	31.72	↑37.26	A*	0.11	31.50	31.87	0.35
C*	**Kontrol**	24.69	-	D**	0.77	23.85	25.76	3.12
	Soğuk sıkım	34.30	↑38.92	B	0.47	33.83	35.49	1.36
	Kaynatılmış	33.02	↑33.74	C	0.15	32.77	33.25	0.45
	Ağartılmış	34.01	↑37.75	B	0.50	33.07	34.64	1.47
	Rafine edilmiş	35.13	↑42.28	A*	0.15	34.82	35.34	0.43
***h*º**	**Kontrol**	69.46	-	A*	0.24	69.03	69.77	0.35
	Soğuk sıkım	65.80	↓5.27	B	0.37	65.14	66.55	0.57
	Kaynatılmış	64.82	↓6.68	D	0.31	64.27	65.38	0.47
	Ağartılmış	65.48	↓5.73	C	0.31	64.80	66.05	0.47
	Rafine edilmiş	64.55	↓7.07	D**	0.42	63.89	65.31	0.64
Kontrol: Yağ uygulamasına sahip olmayan deney grubu örneklerini temsil etmektedir. Ölçüm Sayısı: 10, Homojenlik Grubu Sütunu için *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç								

Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de verilmektedir. Keten tohumu yağ türü faktörünün bütün parametreler üzerinde anlamlı olarak tespit edildiği belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	α≤0.05 (*: Anlamlı)
L*	**Keten Tohumu Yağ Türü**	568.829	4	142.207	884.679	0.000*
	Hata	7.234	45	0.161		
	Toplam	197160.627	50			
	Düzeltilmiş Toplam	576.062	49			
a*	**Keten Tohumu Yağ Türü**	267.350	4	66.838	807.829	0.000*
	Hata	3.723	45	0.083		
	Toplam	8986.242	50			
	Düzeltilmiş Toplam	271.074	49			
b*	**Keten Tohumu Yağ Türü**	506.412	4	126.603	609.998	0.000*
	Hata	9.340	45	0.208		
	Toplam	43617.406	50			
	Düzeltilmiş Toplam	515.751	49			
C*	**Keten Tohumu Yağ Türü**	734.176	4	183.544	830.325	0.000*
	Hata	9.947	45	0.221		
	Toplam	52683.413	50			
	Düzeltilmiş Toplam	744.123	49			
***h*º**	**Keten Tohumu Yağ Türü**	157.996	4	39.499	350.835	0.000*
	Hata	5.066	45	0.113		
	Toplam	218099.044	50			
	Düzeltilmiş Toplam	163.063	49			

Toplam renk farklılıklarına ilişkin bulgular Çizelge 4'de gösterilmiştir. Δ*H** değerleri soğuk sıkım keten tohumu yağı ile 1.88, ağartılmış keten tohumu yağı ile 1.23, kaynatılmış keten tohumu yağı ile 2.30 ve rafine edilmiş keten tohumu yağı ile 2.72 olarak bulunmuştur. Δ*E** değerleri soğuk sıkım keten tohumu yağı ile 11.54, ağartılmış keten tohumu yağı ile 12.16, kaynatılmış keten tohumu yağı ile 12.80 ve rafine edilmiş keten tohumu yağı ile 13.81 olarak tespit edilmiştir. Tüm uygulamaları sonralarında Δ*L** değerleri negatif (referans yüzeye göre daha koyu), Δ*b** değerleri (daha sarı), Δ*a** değerleri (daha kırmızı) ve Δ*C** değerleri ise (daha

net ve daha parlak) pozitif olarak bulunmuştur. Renk farkı kriteri açısından Jirouš ve Ljuljka (1999) tarafından belirtilen kriterler çerçevesinde; ağartılmış, kaynatılmış ve rafine edilmiş keten tohumu yağı uygulamalarında "çok yoğun (>12.00)" düzeyinde, soğuk sıkım keten tohumu yağı uygulamasında ise "yoğun (6.00-12.00)" düzeyinde renk değişimler belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Keten Tohumu Yağı Türü	**Δ*L****	**Δ*a****	**Δ*b****	**Δ*C****	**Δ*H****	**Δ*E****	**Renk Kriteri (Jirouš ve Ljuljka, 1999)**
Soğuk sıkım	-6.11	5.40	8.17	9.61	1.88	11.54	Yoğun (6.00 - 12.00)
Ağartılmış	-7.71	5.43	7.69	9.33	1.23	12.16	Çok yoğun (> 12.00)
Kaynatılmış	-9.44	5.38	6.77	8.34	2.30	12.80	
Rafine edilmiş	-8.61	6.51	8.61	10.45	2.72	13.81	

4. Sonuçlar

Sonuç olarak, yabani kiraz odununa ait renk parametrelerinin çalışmada kullanılan farklı türlerdeki keten tohumu yağları ile değiştiği görülmüştür.

Kaynaklar

Alonso Felipe, J.V., (2016). Pinturas, barnices y afines: composición, formulación y caracterización.
Anonoim, (2005). Union Française des Fabricants et Entrepreneurs de Parquets (UFFEP), Les finitions huilées pour Parquets (Oil-finishing systems for wood floorings), 5 pages.
ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
de la Colina Tejeda, L., (2001). El oro en hoja aplicación y tratamiento sobre soportes móviles tradicionales, muro y resinas (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).
ISO 445, (2013). Pallets for materials handling - Vocabulary.
ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
Ivanchenko, D., and Horbachova, O., (2024). Advantages of protecting wood with oils, Матеріали конференцій МНЛ, (18 жовтня 2024 р., м. Київ), 308-310.
Jirouš, R.V., and Ljuljka, B., (1999). Boja drva i njezine promjene prilikom izlaganja atmosferskim utjecajima, Drvna Industrija, 50(1): 31-39.
Kähr, G., (2005). Kährs Technical Manual, Third edition. 185 p.
Koubaa, A., (2007). Surface properties of oil finished hardwood floorings. ISCHP 07, September 24-26, 2007, 75-80.
Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
Liu, M., (2014). Multi-angle interpretation of the eighth national forest resource survey results, Forestry Economics, (05), 3-9+15. DOI: 10.13843/j.cnki.lyjj.2014.05.001.
Shi, J., Yin, S., Huang, W., and Na, B., (2025). Application of Vibrational Methods in Wood Performance Testing: A Short Review, BioResources, 20(2). DOI: 10.15376/biores.20.2.Shi.

MAT VE YARI MAT AHŞAP KORUYUCU VERNİKLERİNİN ISIL İŞLEMLİ SAPSIZ MEŞE ODUNUNA UYGULANMASI

Doç. Dr. Osman ÇAMLIBEL[1], Doç. Dr. Abdi ATILGAN[2] ve Doç. Dr. Ümit AYATA[3]

[1]Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, İç Mekan Tasarımı Pr., Kırıkkale, Türkiye
osmancamlibel@kku.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8766-1316
[2]Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksekokulu, İç Mekân Tasarımı Programı, Afyon, Türkiye
atilgan03@aku.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-5893-2113
[3*]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

Özet

Bu çalışmada, sapsız meşe (*Quercus petraea*) odununun renk parametreleri üzerine ısıl işlem (212°C'de 2 saat süre) ve farklı vernik türlerinin (yarı mat ve mat) etkileri araştırılmıştır. Uygulamalar sonrasında odun yüzeylerinde renk parametrelerindeki [L^*, a^*, b^*, C^* ve h^o] değişimler belirlenmiştir. Buna ek olarak toplam renk farkı (ΔE^*) değerleri de formüller ile hesaplanmıştır. Sonuçlara göre, ısıl işlemli ve işlemsiz deney örneklerinde vernik uygulamaları sonrasında h^o ve L^* parametrelerinin azaldığı tespit edilmiştir. C^* ve b^* değerleri vernik uygulamaları ile kontrol deney grubuna ait örneklerinde artarken, ısıl işlemli örnekler üzerinde azaldıkları görülmüştür. a^* parametresinde ise vernik uygulamaları ile kontrol örneklerinde artışlar elde edilmiştir. a^* testinde ısıl işlemli örneklerde mat vernikli yüzeyler üzerinde artış belirlenirken, yarı mat vernik uygulanmış yüzeyler üzerinde azalış elde edilmiştir. ΔE^* değerlerine bakıldığında, ısıl işlemsiz deney örneklerinde mat vernik ile 10.19, yarı mat vernik ile 9.01; ısıl işlemli deney örneklerinde ise mat vernik ile 10.06 ve yarı mat vernik ile 17.40 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Sapsız meşe, ısıl işlem, mat ve yarı mat vernik, renk parametreleri

Application of Matte and Semi-Matte Protective Varnishes on Thermally Treated Sessile Oak Wood

Abstract

In this study, the effects of heat treatment (212°C for 2 h) and different varnish types (semi-matte and matte) on the color parameters of sessile oak (*Quercus petraea*) wood were investigated. Changes in the color parameters [L^*, a^*, b^*, C^*, and h^o] on the wood surfaces were determined after the treatments. In addition, total color difference (ΔE^*) values were calculated using formulas. According to the results, the h^o and L^* parameters were found to decrease after varnish applications in both heat-treated and untreated test samples. While the C^* and b^* values increased in the control test group samples with varnish applications, they decreased in the heat-treated samples. Increases were observed in the a^* parameter in both varnish applications and control samples. In the a^* test, an increase was observed on matte varnished surfaces in heat-treated samples, while a decrease was observed on semi-matte varnished surfaces. When the ΔE^* values are examined, it is calculated as 10.19 with matt

varnish and 9.01 with semi-matte varnish in the test samples without heat treatment; and 10.06 with matt varnish and 17.40 with semi-matte varnish in the test samples with heat treatment.

Keywords: Sessile oak, heat treatment, matte and semi-matte varnish, color parameters

1. Giriş

Verniklerle üretilen dekorasyon, ahşabın korunması kadar önemli bir amaca hizmet etmektedir (güzel cilalı parlaklık veya donuk parlak yüzeylerin baştan çıkarıcı cazibesi şeklinde dekorasyon). Vernik, renklerin parlaklığını artırmaktadır ve güçlendirmektedir ve aynı zamanda solmalarını önlemektedir (Vanderwalker, 2013).
Ahşap genellikle boyama veya vernikleme yoluyla renklendirilir. Ancak, bu ürünlerden toluen ve ksilen gibi uçucu organik bileşiklerin emisyonu sağlık açısından endişe vericidir. Işık ve ısıl işlemle renklendirme, uçucu organik bileşik yaymaz ve oldukça basittir. Ayrıca, ahşap nispeten düşük bir sıcaklıkta işlendiği için çatlama ve bükülme gibi hasarlar daha azdır. Bu nedenle, bu işlem yeni bir renklendirme yöntemidir (Mitsui, 2004).
Kimyasal modifikasyon, ahşabın özelliklerini iyileştirebilmektedir ve koruyucuların sağladığına benzer bir koruma etkinliği sağlayabilmektedir. Kullanılan kimyasallar ağır metal elementleri içermez ve ahşap hücre duvarı polimerleriyle reaksiyona girebilmektedir veya ahşap mikro yapılarında yoğunlaşabilmektedir. Sonuç olarak, kimyasal sızıntı riski düşüktür ve bu nedenle ahşabın korunması uzun süreli bir hizmet ömrü boyunca devam edebilmektedir. Sonuç olarak, kimyasal modifikasyon, ahşap koruma endüstrisinde koruyuculara önemli bir alternatif olarak kabul edilmiştir (Xie ve ark., 2013).
Bir çok ağaç türüne ait doğal dayanıklılığın sınırlı olduğu bildirilmiştir. Bu sorun, nispeten düşük sıcaklıklarda, yaklaşık 150ºC'ye kadar ısıl işlem uygulanarak çözülmeye çalışılmıştır. Son yıllarda Avrupa'da, ahşabın 260ºC'ye kadar daha yüksek sıcaklıklarda ısıl işlem görmesi için çevresel olarak kabul edilebilir yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler, ahşaba artan boyut kararlılığı ve doğal dayanıklılığın artırılmasını sağlamıştır. Endüstriyel olarak uygulanabilmektedir bir teknoloji olan ahşabın ısıl işlemi geliştirilmiştir. İşlem, inert atmosferde (su buharı, karbondioksit, azot) veya ahşabın endüstriyel bir yağa batırılarak aşırı ısıtılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Isıl işlem görmüş ahşap malzeme, genellikle çitlerde ve dış cephelerde, dış mekan döşemelerinde, kapılarda ve pencere kullanılmaktadır (Vukas ve ark., 2010).
Ticari koşullarda (endüstriyel uygulamada) ısıl işlem görmüş ahşap prosesinin sınır sıcaklığı 220 °C'dir. Bu sıcaklıkta ahşabın yapısında, mekanik özelliklerinde ve doğal renginde önemli değişikliklerin meydana geldiği söylenmiştir (Piernik ve ark., 2022).
Literatürde yapılan sapsız meşe (*Quercus petreae*) odunundaki araştırmalarda basınç direnci değerinin 60 N/mm^2, elastikiyet modülü değerinin 11300 N/mm^2, çekme direnci değerinin 88 N/mm^2, eğilme direnci değerinin 118 N/mm^2, dinamik eğilme direnci değerinin 0.68 kN/cm (Bozkurt ve Erdin 2000), yoğunluk değerinin 0.841 g/cm^3, ısı iletkenlik değerinin 0.197 W/mK (Çavuş ve ark., 2019), janka sertlik değerlerinin radyal yüzeyde 57.42 N/mm^2, teğet yüzeyde 62.59 N/mm^2, enine yüzeyde 69.87 N/mm^2 (Ayata ve Bal, 2019) olarak bulundukları rapor edilmiştir.
Bu çalışmada, ısıl işlemli ve işlemsiz sapsız meşe (*Quercus petraea*) odununa ait deney örneklerinin farklı vernik türleri ile kaplanmasından sonra (mat ve yarı mat ahşap koruyucu) meydana gelen renk parametrelerindeki değişimleri incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, sapsız meşe (*Quercus petraea*) odunu kullanılmıştır. Ahşap örnekler 100 mm x 100 mm x 20 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler, ISO 554 (1976) standardına uygun olarak iklimlendirilmiştir. Çalışmada ahşap numuneler üzerinde 212°C sıcaklıkta 2 saat süre ile ısıl işlem gerçekleştirilmiştir. Ahşap deney örnekleri, vernik uygulama öncesinde 80, 100, 120, 150, 180 ve 220 grit zımpara kâğıtları ile zımparalanmıştır. Yarı mat ve mat ahşap vernikleri ısıl işlemli ve ısıl işlemsiz deney örneklerine uygulanmıştır. Vernikler, ahşap malzeme yüzeylerine fırça yardımıyla 2 kat hâlinde uygulanmıştır. Vernikleme işlemleri, ASTM D 3023-98 (2017) standardına göre gerçekleştirilmiştir.
Deney kapsamında, renk değişimleri, CS-10 cihazı kullanılarak belirlenmiştir (ASTM D 2244-3, 2007).
ve ΔH^*: ton bölümü veya gölge farkı ve ΔC^*: kroma kısmı veya doygunluk farkını temsil ettiği bildirilmiştir (Lange, 1999). Δa^*, ΔL^*, Δb^* ve ΔC^* için bazı önemli açıklayıcı bilgiler (Lange, 1999) ve ΔE^* için kriterler (Jirouš ve Ljuljka, 1999) Çizelge 1'de sunulmaktadır.

Çizelge 1. ΔL^*, Δa^*, Δb^* ve ΔC^* için bazı önemli açıklayıcı bilgiler (Lange, 1999) ve ΔE^* için kriterler (Jirouš ve Ljuljka, 1999)

Parametre (Lange, 1999)	**Pozitif Durumda**		**Negatif Durumda**	
ΔC^*	Referanstan daha net, daha parlak		Mat, referanstan daha bulanık	
ΔL^*	Referanstan daha açık		Referanstan daha koyu	
Δb^*	Referanstan daha sarı		Referanstan daha mavi	
Δa^*	Referanstan daha kırmızı		Referanstan daha yeşil	
Jirouš ve Ljuljka, (1999) İçin ΔE^* Değerleri	**ΔE^* Aralığı**	**Renk Değişimi**	**ΔE^* Aralığı**	**Renk Değişimi**
	> 12.00	Çok yoğun	0.50 - 1.50	Hafif
	6.00 - 12.00	Yoğun	0.20 - 0.50	Çok hafif
	3.00 - 6.00	Çok belirgin	< 0.20	Anlaşılamaz
	1.50 - 3.00	Belirgin		

Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıkları belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (2)$$

$$h^o = \arctan (b^*/a^*) \quad (3)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş}}) - (C^*_{\text{kontrol}}) \quad (4)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş}}) - (a^*_{\text{kontrol}}) \quad (5)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş}}) - (L^*_{\text{kontrol}}) \quad (6)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş}}) - (b^*_{\text{kontrol}}) \quad (7)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

Ortalamalar, % değişim oranları, homojenlik grupları, varyans analizleri, standart sapmaları, maksimum ile minimum değerler bir istatistik programı ile hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 2'de verilmektedir. Isıl işlemli ve işlemsiz deney örneklerinde vernik uygulamaları sonrasında h^o ve L^* parametrelerinin azaldığı belirlenmiştir. Bu parametreler üzerinde ölçülen en yüksek sonuçlar kontrol deney örneğinin vernik uygulanmamış deney grubu örnekleri üzerinde tespit edilmiştir. C^* ve b^* değerleri vernik uygulamaları ile kontrol deney grubuna ait örneklerinde artarken (yani ısıl işlem olmayan), ısıl işlemli örnekler üzerinde azaldıkları belirlenmiştir. a^* parametresinde ise vernik uygulamaları ile kontrol örneklerinde artışlar belirlenmiştir. Buna ek olarak ısıl işlemli

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

örneklerde mat vernikli yüzeyler üzerinde artış bulunurken, yarı mat vernik uygulanmış yüzeyler üzerinde azalış tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları

Test	Isıl İşlem	Vernik Türü	Orta-lama	Değişim (%)	Homo-jenlik Grubu	*SS*	Mini-mum	Maksi-mum	COV
*L**	Kontrol	Verniksiz	59.13	-	A*	0.26	58.89	59.80	0.44
		Mat	52.07	↓11.94	B	0.10	51.91	52.25	0.18
		Yarı mat	52.32	↓11.52	B	0.14	52.11	52.52	0.27
	212ºC'de 2 saat	Verniksiz	41.84	-	C	0.48	41.55	43.17	1.15
		Mat	33.06	↓20.98	D	0.67	32.38	33.88	2.01
		Yarı mat	29.17	↓30.28	E**	0.42	28.29	29.50	1.43
*a**	Kontrol	Verniksiz	5.96	-	E**	0.11	5.74	6.10	1.85
		Mat	10.64	↑78.52	BC	0.11	10.47	10.79	1.03
		Yarı mat	10.43	↑75.00	C	0.64	9.70	11.46	6.16
	212ºC'de 2 saat	Verniksiz	10.98	-	B	0.20	10.80	11.43	1.85
		Mat	11.60	↑5.65	A*	0.45	10.99	12.29	3.84
		Yarı mat	9.64	↓12.20	D	0.70	8.33	10.56	7.22
*b**	Kontrol	Verniksiz	18.97	-	C	0.08	18.79	19.07	0.45
		Mat	24.64	↑29.89	A*	0.13	24.39	24.87	0.53
		Yarı mat	22.85	↑20.45	B	0.87	21.89	24.03	3.79
	212ºC'de 2 saat	Verniksiz	18.12	-	D	0.31	17.83	18.93	1.70
		Mat	13.27	↓26.77	E	0.29	12.86	13.61	2.17
		Yarı mat	6.27	↓65.40	F**	0.42	5.46	6.63	6.63
*C**	Kontrol	Verniksiz	19.88	-	D	0.06	19.75	19.97	0.33
		Mat	26.84	↑35.01	A*	0.10	26.64	26.98	0.36
		Yarı mat	25.12	↑26.36	B	1.04	24.06	26.41	4.14
	212ºC'de 2 saat	Verniksiz	21.19	-	C	0.28	20.89	21.89	1.31
		Mat	17.63	↓16.80	E	0.47	16.92	18.28	2.67
		Yarı mat	11.51	↓45.68	F**	0.76	9.96	12.47	6.64
*h*º	Kontrol	Verniksiz	72.55	-	A*	0.35	72.01	73.18	0.49
		Mat	66.66	↓8.12	B	0.31	66.27	67.16	0.46
		Yarı mat	65.48	↓9.75	C	0.67	64.13	66.46	1.02
	212ºC'de 2 saat	Verniksiz	58.74	-	D	0.67	57.70	59.82	1.14
		Mat	48.88	↓16.79	E	0.77	47.76	49.80	1.57
		Yarı mat	33.06	↓43.72	F**	1.40	30.03	35.37	4.24

Verniksiz: Vernik uygulamasının yapılmadığı örnekleri temsil etmektedir.
***SS*: Standart Sapma, COV: Varyasyon Katsayısı, Ölçüm Sayısı: 10,**
Homojenlik Grubu Sütunu için *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç

Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de sunulmaktadır. Isıl işlem uygulaması (A), vernik türü (B) ve etkileşim (AB) bütün parametreler üzerinde anlamlı elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	α≤0.05 (*: Anlamlı)
*L**	Isıl İşlem Uygulaması (A)	5892.090	1	5892.090	37350.367	0.000*
	Vernik Türü (B)	1072.863	2	536.432	3400.478	0.000*
	Etkileşim (AB)	91.017	2	45.508	288.481	0.000*
	Hata	8.519	54	0.158		
	Toplam	126398.033	60			
	Düzeltilmiş Toplam	7064.489	59			
*a**	Isıl İşlem Uygulaması (A)	44.945	1	44.945	232.041	0.000*

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

	Vernik Türü (B)	71.046	2	35.523	183.396	0.000*
	Etkileşim (AB)	88.576	2	44.288	228.646	0.000*
	Hata	10.460	54	0.194		
	Toplam	6065.372	60			
	Düzeltilmiş Toplam	215.027	59			
b*	**Isıl İşlem Uygulaması (A)**	1382.592	1	1382.592	7365.865	0.000*
	Vernik Türü (B)	236.034	2	118.017	628.743	0.000*
	Etkileşim (AB)	641.906	2	320.953	1709.902	0.000*
	Hata	10.136	54	0.188		
	Toplam	20336.182	60			
	Düzeltilmiş Toplam	2270.668	59			
C*	**Isıl İşlem Uygulaması (A)**	771.420	1	771.420	2340.548	0.000*
	Vernik Türü (B)	154.303	2	77.152	234.084	0.000*
	Etkileşim (AB)	586.766	2	293.383	890.146	0.000*
	Hata	17.798	54	0.330		
	Toplam	26404.506	60			
	Düzeltilmiş Toplam	1530.287	59			
***h*°**	**Isıl İşlem Uygulaması (A)**	6828.160	1	6828.160	11186.794	0.000*
	Vernik Türü (B)	2682.995	2	1341.497	2197.818	0.000*
	Etkileşim (AB)	961.556	2	480.778	787.674	0.000*
	Hata	32.960	54	0.610		
	Toplam	209305.248	60			
	Düzeltilmiş Toplam	10505.671	59			

Isıl işlem uygulanmış ve uygulanmamış sapsız meşe odunu yüzeylerinde kullanılan verniklerin etkisini belirlemek amacıyla hesaplanan toplam renk farklılıkları sonuçları Çizelge 4'te sunulmuştur. Δ*E** değerlerine bakıldığında, ısıl işlemsiz deney örneklerinde mat vernik ile 10.19, yarı mat vernik ile 9.01; ısıl işlemli deney örneklerinde ise mat vernik ile 10.06 ve yarı mat vernik ile 17.40 olarak bulunmuştur. Δ*H** değerlerine bakıldığında ise, ısıl işlemsiz deney örneklerinde mat vernik ile 2.39, yarı mat vernik ile 2.75; ısıl işlemli deney örneklerinde ise mat vernik ile 3.36 ve yarı mat vernik ile 6.98 olarak belirlenmiştir. Δ*C** değerleri, ısıl işlemsiz deney örneklerinde mat ve yarı mat verniklerle pozitif (referanstan daha net ve parlak) olarak, ısıl işlemli deney örneklerinde ise mat ve yarı mat verniklerle negatif (mat verniklerin referanstan daha bulanık) şekilde tespit edilmiştir. Δ*L** değerleri, tüm uygulamalarda negatif (referansa göre daha koyu) olarak elde edilmiştir. Δ*b** değerleri, ısıl işlemsiz deney örneklerinde mat ve yarı mat verniklerle pozitif (referanstan daha sarı) olarak, ısıl işlemli deney örneklerinde ise mat ve yarı mat verniklerle negatif (referanstan daha mavi) olarak bulunmuştur. Δ*a** değerleri, ısıl işlemsiz deney örneklerinde mat ve yarı mat verniklerle ile ısıl işlemli deney örneklerinde mat vernikle pozitif (referanstan daha kırmızı) olarak bulunurken, ısıl işlemli deney örneklerinde yarı mat vernik ile negatif (referanstan daha yeşil) şekilde elde edilmiştir. Renk farkı kriteri açısından Jirouš ve Ljuljka (1999) sınıflandırmasına göre değerlendirildiğinde; ısıl işlemsiz deney örneklerinde mat ve yarı mat verniklerle, ayrıca ısıl işlemli deney örneklerinde mat vernikle "yoğun (6.00-12.00)" düzeyinde renk değişimleri meydana gelirken; ısıl işlemli deney örneklerinde yarı mat vernik ile "çok yoğun (>12.00)" düzeyinde renk değişimleri gözlemlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Isıl İşlem	**Vernik Türü**	Δ*L**	Δ*a**	Δ*b**	Δ*C**	Δ*H**	Δ*E**	**Renk Kriteri (Jirouš ve Ljuljka, 1999)**
Uygulama Yok	**Mat**	-7.05	4.68	5.67	6.96	2.39	10.19	Yoğun (6.00 - 12.00)
	Yarı mat	-6.81	4.47	3.88	5.23	2.75	9.01	Yoğun (6.00 - 12.00)
212°C'de 2 saat	**Mat**	-8.79	0.62	-4.85	-3.56	3.36	10.06	Yoğun (6.00 - 12.00)
	Yarı mat	-12.68	-1.33	-11.85	-9.67	6.98	17.40	Çok yoğun (> 12.00)

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, ısıl işlem uygulamalarının ve vernik uygulamalarının sapsız meşe odununda renk parametrelerini değiştirdiği tespit edilen değerler üzerinde doğrulanmıştır

Kaynaklar

ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
ASTM D 3023-98, (2017). Standard practice for determination of resistance of factory-applied coatings on wood products to stains and reagents, ASTM International.
Ayata, Ü., ve Bal, B.C., (2019). Sapsız meşe (*Quercus petreae* L.) odununda statik sertlik tayini ve yüzey pürüzlülüğü parametreleri, ISPEC 2. Uluslararası Tarım Ve Kırsal Kalkınma Kongresi, 27-29 Eylül, Kiev, Ukrayna, 22-28.
Bozkurt A.Y., ve Erdin N., (2000). Odun Anatomisi, İ.Ü. Orman Fakültesi, Dilek Matbaası, İstanbul, 466:360.
Cavus, V., Sahin, S., Esteves, B., and Ayata, U., (2019). Determination of thermal conductivity properties in some wood species obtained from Turkey, Bioresources, 14(3): 6709-6715. DOI: 10.15376/biores.14.3.6709-6715.
ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
Jirouš, R.V., and Ljuljka, B., (1999). Boja drva i njezine promjene prilikom izlaganja atmosferskim utjecajima, Drvna Industrija, 50(1): 31-39.
Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
Mitsui, K., (2004). Changes in the properties of light-irradiated wood with heat treatment: Part 2. Effect of light-irradiation time and wavelength, Holz als Roh-und Werkstoff, 62(1): 23-30. DOI: 10.1007/s00107-003-0436-z.
Piernik, M., Woźniak, M., Pinkowski, G., Szentner, K., Ratajczak, I., and Krauss, A., (2022). Impact of the heat treatment duration on color and selected mechanical and chemical properties of scots pine wood, Materials, 15(15): 5425. DOI: 10.3390/ma15155425.
Vanderwalker, F. N., (2013). Wood Finishing, Plain and Decorative: Methods, Materials, and Tools for Natural, Stained, Varnished, Waxed, Oiled, Enameled, and Painted Finishes-Antiqued, Stippled, Streaked and Rough Glazed Finishes-Stain Making Formulas. Read Books Ltd.
Vukas, N., Horman, I., and Hajdarević, S., (2010). Heat treated wood, In Symposium of the 14th International Research/Expert Conference (pp. 11-18).
Xie, Y., Fu, Q., Wang, Q., Xiao, Z., and Militz, H., (2013). Effects of chemical modification on the mechanical properties of wood, European Journal of Wood and Wood Products, 71(4), 401-416. DOI: 10.1007/s00107-013-0693-4.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

DOĞAL HAZIRLANMIŞ BİR ÇÖZELTİNİN TALİ, OLON, ADİ HUŞ VE OZİGO ODUNLARINDA RENKLENDİRME AMAÇLI KULLANILMASI

Prof. Dr. Hüseyin PEKER[1], Doç. Dr. Göksel ULAY[2] ve Doç. Dr. Ümit AYATA[3]

[1]Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye
peker100@artvin.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7771-6993
[2]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Mobilya Dekorasyon Programı, Van, Türkiye
g.ulay@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4080-8816,
[3*]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com, ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

Özet

Bu çalışmada, atık kahve tozu ve nar sirkesi kullanılarak hazırlanmış olan doğal bir çözeltinin, tali (*Erythrophleum ivorense*), olon (*Fagara heitzii*), ozigo (*Dacryodes buettneri*) ve adi huş (*Betula pendula*) odunlarının renk özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Hazırlanmış olan çözeltiye ait uygulama öncesi ve sonrası renk parametreleri ölçülerek renk değişimleri değerlendirilmiştir. Tüm ahşap türlerinde L^* değerlerinde azalma gözlenmiştir. Buna ek olarak bütün ahşap türlerinde C^*, a^* ve b^* değerlerindeki artışlar tespit edilmiştir. h^o değerlerinde ise Adi huş ve olon artış tespit edilirken, ozigo ve tali için azalışlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık kahve tozu, nar sirkesi, renk değişimi, tali, olon, adi huş, ozigo.

Use of a Naturally Prepared Solution for Coloring Tali, Olon, Birch and Ozigo Wood

Abstract

In this study, the effects of a natural solution prepared using waste coffee grounds and pomegranate vinegar on the color properties of the woods of tali (*Erythrophleum ivorense*), olon (*Fagara heitzii*), ozigo (*Dacryodes buettneri*), and European birch (*Betula pendula*) were investigated. Color parameters of the prepared solution were measured before and after application and color changes were evaluated. Decreases in L^* values were observed in all wood species. In addition, increases in C^*, a^*, and b^* values were observed in all wood species. While increases in h^o values were observed for European birch and olon, decreases were observed for ozigo and tali.

Keywords: Waste coffee grounds, pomegranate vinegar, color change, tali, olon, birch, ozigo.

1. Giriş

Bu çalışmada, atık kahve tozu ve nar sirkesi kullanılarak hazırlanmış olan doğal bir çözeltinin, tali (*Erythrophleum ivorense*), olon (*Fagara heitzii*), ozigo (*Dacryodes buettneri*) ve adi huş (*Betula pendula*) odunlarının renk özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Aşağıda çalışmamızda kullanılan bu ağaç türleri hakkında bazı önemli bilgilere yer verilmiştir;
Fagara cinsi, *Zanthoxylum* olarak da bilinmektedir. 160'tan fazla cins ve 2000'den fazla türü içeren ve daha fazla türü tanımlanmamış bir aile olan *Rutaceae'*ye ait bitki türleridir (Sun ve Duan, 1996; Groppo ve Pirani, 2017; Kuete ve Fankam, 2023). Olon ağacı (*Zanthoxylum heitzii* - eşanlamlı *Fagara heitzii* Aubr. et Pellegr.) Afrika ormanlarında bulunmaktadır (Tailfer, 1989; Matig ve ark., 2006). Ticari olarak "olon" olarak bilinen *Fagara heitzii*, Rutaceae ağaç ailesinin bir üyesidir. Bu ağaç türü, düşük darbe direncine sahip olmasına rağmen kereste üretiminde kullanılmaktadır. İç mekân marangozluğunda, kontrplak, mobilyada, kalıplama ve diğer uygulamalarda kullanılmaktadır (Vivien ve Faure, 1985; Walker ve Sillans, 1995). Parfümeride, gıda endüstrisinde ve Geleneksel Sağlık Uygulayıcıları tarafından hastalıkların yönetiminde kullanılması nedeniyle büyük öneme sahip bir familyadır. *Zanthoxyllum heitzii*, Kamerun'un Batı bölgesinde bulunan *Fagara xanthozyloïdes*'in bir çeşididir. Meyveleri, Kamerun'a özgü iki yemek olan "nkui" ve "Nah poh"un hazırlanmasında baharat olarak kullanılmaktadır (Tchiégang ve Mbougueng, 2005; Pauline ve ark., 2013). Bu ağaca ait olan kabuktan iki yeni amid, heitziamid A ve B ve iki yeni aromatik yağ asidi esteri, heitzietanoid A ve B ile uzun zincirli yağ asitlerinin metil esterleri bildirilmiştir (Mbaze ve ark., 2009; Moussavi ve ark., 2015).
Erythrophleum ivorense (A Chev., family, Fabaceae) Afrika'da yaygındır (Hassan ve ark., 2007; Kyere-Davies ve ark., 2018). Yaygın adları arasında orman çilesi ağacı, kırmızı su ağacı veya sasswood ağacı (Adu-Amoah ve ark., 2014), yerel adları arasında "epo obo" (Yoruba), Lim du Gabon "tali" (Fransızca) (Lemmens ve ark., 2012) bulunmaktadır. 40 m'ye kadar boylanabilen, genellikle silindirik, bazen tabanda yivli, çapı 60-90 cm olan karasal bir bitkidir (Aigbokhan, 2014). Öncü olmayan bir ışık talepçisi olarak sınıflandırılmıştır. Fideler genellikle daha küçük orman boşluklarında bulunmaktadır (PROTA, 2008). Kabuk ve bazen tohumlar, avlanma ve çile zehiri olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Barkarr ve Janos, 1996). Liberya ve Garbon'da, Bu bitkinin kabuğu, *E. Suaveolens*'inkine tercih edilmektedir (Bosch ve ark., 1996). Bu bitki, yaprak dökmeyen birincil ve ikincil ormanlarda ve nemli yarı yaprak döken ormanlarda dağınık halde bulunmaktadır (Diabate ve ark., 2005). *E. ivorense*, tohumlarının çimlenmesi üç hafta sürdüğü için fidanlıkta çoğaltılabilmektedir. Kabuk ayrıca Sierra Leone'de balık zehri olarak kullanılmaktadır (PROTA, 2008). Ahşabı oldukça sert ve iridir ve ahşap işleri, döşeme, demiryolu traversleri, liman ve rıhtım işleri, tornacılık, köprüler ve inşaatlar için uygundur. Ayrıca tekne yapımında ve tekerlek poyralarında da kullanılmaktadır. Odunu kömür ve iyi yakacak odun olarak üretilmektedir. Seirra-Leone ve Fildişi Sahili'nde kabukları tabaklama için kullanılmaktadır (PROTA, 2008). Fermente hurma şarabına eklenen bir kabuk kaynatma, onu daha güçlü bir içecek haline getirdiği bildirilmiştir (Voorhoeve, 1979). Bu ağaç, antikonvülzan ve yatıştırıcı özelliklere sahip olduğuna inanıldığı için konvülsiyonların tedavisinde kullanılmıştır (Wakeel ve ark., 2014).
Dacryodes türleri, Burseraceae ailesine aittir ve "Dakrun" adı, Yunanca "gözyaşı" anlamına gelen bir kelime olan "Dakrun" kelimesinden türetilmiştir. Bu, gövde kabuğu yüzeyinde yaralandığında oluşan reçinaya veya salgıya atıfta bulunmaktadır. Yaklaşık olarak 70 tür. Amerika'nın nemli tropikal ormanlarında (22 tür ve 14 tanımlanmamış tür), Güney ve Orta Afrika'da (18 tür) ve Güneydoğu Asya'da (18 tür) dağılmıştır (Onana, 2008). *Dacryodes buettneri, Burseraceae* familyasına aittir. Bu, her dem yeşil ormanların üst tabakasına ait bir türdür ve nadiren ev bahçelerine dikilmektedir (Todou ve Doumenge, 2008). Bu ağaç türü Gabon'dan Ekvator Ginesi'ne kadar olan ekvator bölgesinde yaklaşık 50 m yüksekliğe

ulaşabilen çok yıllık bir ağaçtır. Yoğun ve sekonder ormanlarda geniş bir şekilde dağılmıştır (Raponda-Walker ve Sillans, 1961). Ticari adıyla ozigo olan bu ağaç türü, en iyi beş kereste ağacından biri olarak kabul edilmektedir. Özellikle kontrplak için kullanılmaktadır ve iç marangozluk, mobilya, iç merdiven, marangozluk, parke, araç gövdeleri, tekne gövdeleri, kutular ve direkler için levhalara kesilebilmektedir. Yerel olarak, ağaç kano yapımında kullanılmaktadır. Kâğıt yapımına uygundur. Hem iç piyasada hem de uluslararası piyasada satılmaktadır (Todou ve Doumenge, 2008). Yaprakçıkları tüylü, alt kısımları kızıla çalan kahverengi olan bir karaktere sahiptir. Bu yaprak özelliği, *Dacryodes*'un diğer türlerinden ayırt edilmesini sağlamaktadır. Gövdesinin dış kabuğu altın sarısıdır ve uzun, geniş levhalar halinde soyulmaktadır (Wilks ve Issembe, 2000). Kabuk ve reçine, yerel olarak tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır (Todou ve Doumenge, 2008). Kabuk izleri berrak bir reçine salgılar ve bu reçine katılaşırken opak hale gelmektedir. Reçine güçlü bir koku yayarak beyaz ve sert küme oluşturmaktadır (Raponda-Walker ve Sillans, 1961).
Huşgiller (Betula cinsi; Betulaceae), kuzey yarımkürenin ılıman, boreal ve arktik bölgelerinde yaygın olarak bulunan bir yaprak döken ağaç ve çalı grubudur. Bazı huş türleri ekonomik açıdan önemli orman ağaçlarıdır veya süs bitkisi olarak kullanılmaktadır. Bu cins, geniş vejetatif çeşitliliği ve türler arası sık melezleşme nedeniyle taksonomik açıdan zor bir grup olarak kabul edilmiştir (Furlow, 1990; Kulju ve ark., 2004). Huş ağaçları genellikle 90-100 yıl, nadiren de olsa 150 yıla kadar yaşarlar. Işık severler, fakir topraklarda bile hızla büyüyebilirler, kanatlı meyveleri rüzgârla çok verimli bir şekilde dağılır ve kökleri çok sayıda ektomikorizal mantarla kolayca birleşir (Atkinson, 1992; Beck ve ark., 2016). En çok bilinen iki türü beyaz huş ve adi huş ağaçlarıdır. Olgun odunlu ağaçlar grubundandır. Dağınık gözeneklidir. İlkbahar ve sonbahar dokularında belirli yapısal farklar bulunmaz. Ancak sonbahar dokusu daha koyu renklidir. Bu nedenle belirli damar desenleri yapar. Gözenekleri çıplak gözle görülemeyecek kadar küçüktür. Uzun iplikli ve düzgün yapılıdır. Urlu ve dalgalı huş ağacından çıkarılan kaplama değerli bir mobilya gereci olur, özışınları belirsizdir. İç odunu ile dış odunu aynı renktir. Huş, sarımsı beyaz bir ağaçtır. Bazen göbeğe yakın dar bir bölümü çok açık kahverengi olabilir (Şanıvar ve Zorlu, 1980). Huş ağacı, düzgün lifli, sıkı ve muntazam dokuludur. Bazı huş türlerinde kaplamacılık için çok değerli olan urlu ve dalgalı dokuya rastlanır. Huş, oldukça sert, darbe ve eğilme dirençleri fazla olan bir ağaçtır. Zorda olsa tornalama hariç işlenmesi iyi sonuç vermektedir. Fakat çivi ve vida tutması iyi değildir. Boya ve cilayı iyi tutmaktadır. Bunun üzerine maun, ceviz ve akçaağaç taklidi boya yapılabilir. Ancak çabuk çatlamaktadır ve çürümektedir (Hammond ark. 1969).

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, olon (*Fagara heitzii*), tali (*Erythrophleum ivorense*), ozigo (*Dacryodes buettneri*) ve adi huş (*Betula pendula*) odunları kullanılmıştır. Odun örnekleri 100 mm x 100 mm x 20 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Örnekler üzerinde iklimlendirme işlemleri gerçekleştirilmiştir (ISO 554, 1976).
Deneysel tasarım, herhangi bir işlem uygulamasına sahip olmayan ve sahip olan deney gruplarını içermektedir. Uygulanan çözelti; su (250 ml), atık kahve tozu (100 g) ve nar sirkesi (50 ml) karışımının 10 dakika süreyle kaynatılmasıyla elde edilmiştir. Uygulama işlemi fırça yardımıyla ahşap malzeme yüzeylerine uygulanmıştır.
Uygulama öncesi ve sonrası yüzeylerde meydana gelen renk değişimleri, CS-10 cihazı ve ASTM D 2244-3 (2007) standardı ile belirlenmiştir. ΔC^* (kroma farkı veya doygunluk farkı) ve ΔH^* (ton farkı veya gölge farkı) parametreleri, Lange (1999) tarafından tanımlandığı şekilde değerlendirilmiştir. Toplam renk farkı (ΔE^*) ise aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş}}) - (a^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (2)$$
$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş}}) - (L^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (3)$$
$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (4)$$
$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (5)$$
$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş}}) - (C^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (6)$$
$$h^o = \arctan (b^*/a^*) \quad (7)$$
$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş}}) - (b^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (8)$$

Çizelge 1'de Δa^*, ΔL^*, Δb^* ve ΔC^* için bilgiler (Lange, 1999) ve Jirouš ve Ljuljka, (1999)'ya göre renk değişim aralığı hakkında bazı önemli bilgiler sunulmuştur.

Çizelge 1. Renk parametreleri ile ilgili bazı önemli bilgiler

Jirouš ve Ljuljka, (1999) renk aralığı			
ΔE^* aralığı	**Renk değişim tahmini**	**ΔE^* aralığı**	**Renk değişim tahmini**
< 0.20	Anlaşılamaz	3.00 - 6.00	Çok belirgin
0.20 - 0.50	Çok hafif	6.00 - 12.00	Yoğun
0.50 - 1.50	Hafif	> 12.00	Çok yoğun
1.50 - 3.00	Belirgin		

ΔL^*, Δa^*, Δb^* ve ΔC^* (Lange, 1999)		
Parametre	**Negatif durumda**	**Pozitif durumda**
Δb^*	Referansa göre daha mavi	Referansa göre daha sarı
Δa^*	Referansa göre daha yeşil	Referansa göre daha kırmızı
ΔC^*	Mat, referansa göre daha bulanık	Referansa göre, daha net ve daha parlak
ΔL^*	Referansa göre daha koyu	Referansa göre daha açık

Bir istatistik programı ile standart sapma, en düşük ve en yüksek ölçümlere ait veriler, varyans analizleri, ortalamalar, % değişim oranları ve homojenlik grupları hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.
L^* değerlerinde hazırlanmış olan çözeltinin farklı türlerdeki ahşap malzeme yüzeylerine uygulanması ile azalışlar (adi huş için %5.32, olon için %7.78, ozigo için %4.41 ve tali için %5.65) elde edilmiştir. En yüksek L^* değeri herhangi bir uygulamaya sahip olmayan adi huş odununda (76.51) bulunurken en düşük L^* değeri ise tali odununa uygulanmış çözelti ile (45.55) belirlenmiştir (Çizelge 2).
Farklı türlerdeki odunların yüzeylerine uygulanan çözelti ile a^* değerlerinde artışlar (adi huş için %32.26, olon için %26.76, ozigo için %44.53 ve tali için %10.09) belirlenmiştir. En düşük a^* değeri herhangi bir uygulamaya sahip olmayan olon odununda (4.41) belirlenirken, en yüksek a^* değeri ise tali odununa uygulanmış çözelti ile (15.28) tespit edilmiştir (Çizelge 2).
b^* değerlerine bakıldığında farklı türlerdeki ahşap malzemelerin yüzeylerine uygulanan çözelti ile artışlar (adi huş için %35.28, olon için %42.24, ozigo için %36.74 ve tali için %6.12) tespit edildiği görülmektedir. En düşük b^* değeri herhangi bir uygulamaya sahip olmayan olon odununda (16.62) bulunurken, en yüksek b^* değeri ise ozigo odununa uygulanmış çözelti ile (25.31) elde edilmiştir (Çizelge 2).
C^* değerlerine bakıldığında farklı türlerdeki ahşap malzemelerin yüzeylerine uygulanan çözelti ile artışlar (adi huş için %35.06, olon için %41.22, ozigo için %37.34 ve tali için %7.35) belirlenmiştir. En düşük C^* değeri herhangi bir uygulamaya sahip olmayan olon odununda (17.20) elde edilirken, en yüksek C^* değeri ise çözelti uygulanmış tali odununda (26.73) belirlenmiştir (Çizelge 2).

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Çizelge 2. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları

Test	Ağaç Türü	Uygu-lama	Orta-lama	Değişim (%)	Homo-jenlik Grubu	Standart Sapma	Mini-mum	Maksi-mum	Varyasyon Katsayısı
*L**	Adi Huş	Yok	76.51	↓5.32	A*	0.32	76.05	76.94	0.42
		Var	72.44		C	0.51	71.84	73.24	0.71
	Olon	Yok	73.51	↓7.78	B	0.08	73.36	73.61	0.11
		Var	67.79		E	0.10	67.65	67.98	0.14
	Ozigo	Yok	71.14	↓4.41	D	0.52	70.75	72.54	0.74
		Var	68.00		E	0.16	67.81	68.26	0.24
	Tali	Yok	48.28	↓5.65	F	0.09	48.15	48.43	0.18
		Var	45.55		G**	0.50	44.58	46.05	1.10
*a**	Adi Huş	Yok	4.99	↑32.26	F	0.09	4.87	5.13	1.76
		Var	6.60		D	0.28	6.08	6.89	4.24
	Olon	Yok	4.41	↑26.76	G**	0.44	3.37	5.03	9.94
		Var	5.59		E	0.17	5.26	5.80	3.07
	Ozigo	Yok	5.21	↑44.53	F	0.19	4.73	5.48	3.68
		Var	7.53		C	0.49	6.53	8.47	6.51
	Tali	Yok	13.88	↑10.09	B	0.41	13.28	14.49	2.98
		Var	15.28		A*	0.27	14.75	15.60	1.76
*b**	Adi Huş	Yok	17.29	↑35.28	G	0.34	16.90	17.74	1.98
		Var	23.39		C	0.31	22.93	23.87	1.31
	Olon	Yok	16.62	↑42.24	H**	0.17	16.43	17.01	1.02
		Var	23.64		B	0.16	23.46	23.96	0.69
	Ozigo	Yok	18.51	↑36.74	F	0.34	17.63	18.82	1.86
		Var	25.31		A*	0.27	24.55	25.49	1.07
	Tali	Yok	20.60	↑6.12	E	0.20	20.26	20.98	0.99
		Var	21.86		D	0.33	21.23	22.15	1.52
*C**	Adi Huş	Yok	18.00	↑35.06	F	0.33	17.59	18.41	1.83
		Var	24.31		D	0.35	23.83	24.83	1.43
	Olon	Yok	17.20	↑41.22	G**	0.16	16.98	17.51	0.95
		Var	24.29		D	0.17	24.04	24.63	0.69
	Ozigo	Yok	19.23	↑37.34	E	0.38	18.25	19.57	1.97
		Var	26.41		B	0.18	25.97	26.63	0.70
	Tali	Yok	24.90	↑7.35	C	0.31	24.33	25.22	1.23
		Var	26.73		A*	0.32	26.02	27.04	1.21
h°	Adi Huş	Yok	73.90	↑0.45	CD	0.39	73.35	74.53	0.53
		Var	74.23		C	0.54	73.65	75.37	0.73
	Olon	Yok	75.15	↑2.05	B	1.45	73.30	78.77	1.93
		Var	76.69		A*	0.40	76.12	77.37	0.52
	Ozigo	Yok	74.26	↓1.13	C	0.33	73.72	74.98	0.44
		Var	73.42		D	1.16	70.96	75.60	1.57
	Tali	Yok	55.84	↓1.43	E	0.69	54.92	56.99	1.24
		Var	55.04		F**	0.31	54.58	55.58	0.56
Ölçüm Sayısı: 10, Homojenlik grubu sütunu için *: En yüksek sonuç, En düşük sonuç									

h° parametresinde ise farklı durumlara ulaşılmıştır. Yapılan çözelti uygulaması sonrasında adi huş için %0.45 ve olon için %2.05 oranlarında artış tespit edilirken, ozigo için %1.13 ve tali için %1.43 oranlarında azalışlar elde edildikleri görülmektedir (Çizelge 2).

Ayata ve Çamlıbel, (2024) tarafından yapılan araştırmada renk değiştirici olarak atık kahve tozu, karbonat ve beyaz sirke karışımlarından hazırlanmış olan çözeltilerin karakavak odunu yüzeylerine muamele edilmesi ile *b**, *C**, *a** ve *h*° değerlerinde artışlar bulunurken, *L** değerinde azalışların belirlendiği bildirilmiştir.

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar, grafiksel olarak Şekil 3'te ve tablo hâlinde Çizelge 3'te verilmiştir. Δ*L** değerleri ise tüm ahşap türlerinde negatif (referansa göre daha koyu) olarak ölçülmüştür. Δ*b**, Δ*a** ve Δ*C** değerleri, bütün ahşap türlerinde pozitif (sırasıyla referansa göre

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

daha sarı, referansa göre daha kırmızı ve referansa göre daha net ve daha parlak) olarak bulunmuştur (Çizelge 3).
ΔH^* değerleri sırasıyla tali'de 0.42, ozigo'da 0.09 ve olon'da 0.61 olarak belirlenmiştir. Toplam renk farkı (ΔE^*) değerleri ise Tali için 3.31, adi huş için 7.51, ozigo için 7.84 ve olon için 9.13 olarak bulunmuştur. Jirouš ve Ljuljka (1999) tarafından belirtilen renk farkı kriterleri dikkate alındığında, tali odunu için "çok belirgin (3.00 - 6.00)" ve diğer ahşap türleri için ise "yoğun (6.00 - 12.00)" kriterleri şeklinde sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları

Uygulamanın Ağaç Türleri Üzerindeki Etkileri	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	**Renk Değiştirme Kriterleri (Jirouš ve Ljuljka, 1999)**
Tali	-2.73	1.40	1.25	1.83	0.42	3.31	Çok belirgin (3.00 - 6.00)
Adi huş	-4.07	1.62	6.10	6.31	-	7.51	Yoğun (6.00 - 12.00)
Ozigo	-3.13	2.32	6.80	7.18	0.09	7.84	
Olon	-5.71	1.19	7.02	7.09	0.61	9.13	

Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir. Uygulama (B) faktörü için h^o parametresi anlamsız olarak bulunurken, diğer bütün faktörler ve etkileşimler anlamlı olarak elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	**Test**	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Kare**	**F Değeri**	**p≤0.05 (*: Anlamlı)**
Ağaç Türü (A)	***L****	9380.233	3	3126.744	26513.561	0.000*
	a*	1196.298	3	398.766	3849.026	0.000*
	b*	40.460	3	13.487	176.600	0.000*
	C*	318.234	3	106.078	1282.446	0.000*
	***h*º**	5561.362	3	1853.787	3133.143	0.000*
Uygulama (B)	***L****	305.918	1	305.918	2594.068	0.000*
	a*	53.187	1	53.187	513.378	0.000*
	b*	560.317	1	560.317	7337.033	0.000*
	C*	628.264	1	628.264	7595.494	0.000*
	***h*º**	0.069	1	0.069	0.117	0.734
Etkileşim (AB)	***L****	26.413	3	8.804	74.658	0.000*
	a*	3.618	3	1.206	11.641	0.000*
	b*	111.039	3	37.013	484.664	0.000*
	C*	97.221	3	32.407	391.790	0.000*
	***h*º**	19.066	3	6.355	10.741	0.000*
Hata	***L****	8.491	72	0.118		
	a*	7.459	72	0.104		
	b*	5.499	72	0.076		
	C*	5.956	72	0.083		
	***h*º**	42.600	72	0.592		
Toplam	***L****	351912.168	80			
	a*	6300.399	80			
	b*	35668.803	80			
	C*	42033.059	80			
	***h*º**	395569.195	80			
Düzeltilmiş Toplam	***L****	9721.055	79			
	a*	1260.562	79			
	b*	717.314	79			
	C*	1049.675	79			
	***h*º**	5623.097	79			

4. Sonuçlar

Çalışmada kullanılan çözeltinin farklı ahşap malzeme türlerine ait renk parametrelerini değiştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kaynaklar

Adu-Amoah, L., Agyare, C., Kisseih, E., Ayande, P.G., and Mensah, K.B., (2014). Toxicity assessment of Erythrophleum ivorense and Parquetina nigrescens, Toxicology Reports, 1: 411-420. DOI: 10.1016/j.toxrep.2014.06.009.

Aigbokhan, E.I., (2014). Annotated Checklist of Vascular Plants of Southern Nigeria- a Quick Reference Guide to the Southern Plants of Southern Nigeria: a Systematic Approach, Uniben Press, Benin City, p. 346.

ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.

Atkinson, M.D., (1992). Biological flora of the British Isles. *Betula pendula*, 837-870.

Ayata, Ü., ve Çamlıbel, O., (2024). Atık kahve tozu, karbonat ve beyaz sirke karışımlarından hazırlanmış olan çözeltilerin karakavak (*Populus nigra* L.) ahşabında renk değiştirici olarak kullanılması, Gıda Bilimi ve Mühendisliği Araştırmaları, 3(2): 114-122. DOI: 10.5281/zenodo.13861979.

Bakarr, M.I., and Janos, D.P., (1996). Mycorrhizal associations of tropical legume trees in Sierra Leone, West Africa, Forest Ecology and Management, 899(1-3): 89-92.

Beck, P., Caudullo, G., de Rigo, D., and Tinner, W., (2016). *Betula pendula*, *Betula pubescens* and other birches in Europe: distribution, habitat, usage and threats, European atlas of forest tree species, 2985: 70-73.

Bosch, J., Bonjoch, J., and Amat, M., (1996). The strychnos alkaloids. In: Cordell. G.A. (Editor), The Alkaloids 48, Academic Press, San Diego, United States, pp. 75-189.

Diabate, M., Munive, A., Miana de Faria, S., Dreyfus, B., and Galiana, A., (2005). Occurrence of modulation in unexplored leguminous trees native to the West African tropical rainforest and inoculation response of native species useful in reforestation, New Phytologist, 166(1): 231-239.

Furlow, J.J., (1990). The Genera of Betulaceae in the Southeastern United States. Journal of Arnold Arboretum, 71(1): 1-67.

Groppo, M., and Pirani, J.R., (2017). A new species of *Zanthoxylum* (*Rutaceae*) with a key to the species from Northeastern Brazil, Phytotaxa, 314(2): 259-265. DOI: 10.11646/phytotaxa.314.2.7.

Hammond, J.J., Donnelly, E.T., Harrod, W.F., Rayner, N.A. and Özden, F., (1969). Ağaç işleri teknolojisi, Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları, Editör: İrfan Zorlu, Ajans Türk Matbaacılık Sanayi, 554 sayfa.

Hassan, S.W., Ladan, M.J., Dogondaji, R.A., Umar, R.A., Bilbis, L.S., Hassan, L.G., Ebbo, A.A., and Matazu, I.K., (2007). Phytochemical and toxicological studies of aqueous leaves extracts of *Erythrophleum africanum*, Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(21): 3815-3821. DOI: 10.3923/pjbs.2007.3815.3821.

ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.

Jirouš, R.V., and Ljuljka, B., (1999). Boja drva i njezine promjene prilikom izlaganja atmosferskim utjecajima, Drvna Industrija, 50(1): 31-39.

Kuete, V., and Fankam, A.G., (2023). Phytochemistry and antibacterial potential of the genus *Fagara*, In Advances in botanical research, 107: 67-104. DOI: 10.1016/bs.abr.2022.08.013.
Kulju, K.K.M., Pekkinen, M., and Varvio, S., (2004). Twenty-three microsatellite primer pairs for Betula pendula (Betulaceae). Molecular Ecology Notes, 4(3): 471-473. DOI: 10.1111/j.1471-8286.2004.00704.x.
Kyere-Davies, G., Agyare, C., Boakye, Y.D., Suzuki, B.M., and Caffrey, C.R., (2018). Effect of phenotypic screening of extracts and fractions of Erythrophleum ivorense leaf and stem bark on immature and adult stages of *Schistosoma mansoni*, Journal of Parasitology Research, DOI: 10.1155/2018/9431467.
Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
Lemmens, R.H.M.J., Louppe, D., and Oteng-Amoako, A.A., (2012). Plant Resources of Tropical Africa 7(2), Timbers 2 PROTA Foundation, Wagningnen, Netherlands, p. 377.
Matig, O.E., Ndoye, O., Kengueet, J., and Awono, A., (2006). Les fruitiers forestiers comestibles du Cameroun, IPGRI, 204 pp.
Mbaze, L.M., Lado, J.A., Wansi, J.D., Shiao, T.C., Chiozem, D.D., Mesaik MA, Choudhary, M.I., Lacaille-Dubois, M.A., Wandji, J., Roy, R., and Sewald, N., (2009). Oxidative burst inhibitory and cytotoxic amides and lignans from the stem bark of *Fagara heitzii* (Rutaceae), Phytochemistry, 70(11-12): 1442-1447. DOI: 10.1016/j.phytochem.2009.08.007.
Moussavi, N., Malterud, K.E., Mikolo, B., Dawes, D., Chandre, F., Corbel, V., Massamba, D., Overgaard, H.S., and Wangensteen, H., (2015). Identification of chemical constituents of *Zanthoxylum heitzii* stem bark and their insecticidal activity against the malaria mosquito Anopheles gambiae. Parasites & vectors, 8(1): 503. DOI 10.1186/s13071-015-1113-x.
Onana, J.M., (2008). A synoptic revision of *Dacryodes* (Burseraceae) in Africa, with a new species from Central Africa, Kew Bulletin, 63(3): 385-400. DOI: 10.1007/s12225-008-9064-4.
Pauline, N., Cabral, B.N.P., Anatole, P.C., Jocelyne, A.M.V., Bruno, M., and Jeanne, N.Y., (2013). The in vitro antisickling and antioxidant effects of aqueous extracts *Zanthoxyllum heitzii* on sickle cell disorder, BMC Complementary and Alternative Medicine, 13(1): 162. DOI: 10.1186/1472-6882-13-162.
PROTA (Plants Resources for tropical Africa) (2008). Medicinal Plants 1, 246-248.
Raponda-Walker, A., and Sillans, R., (1961). Plantes utiles du Gabon. Lechevalier, Paris.
Sun, X.W., and Duan, Z.X., (1996). Progress in the studies on medicinal plants of the genus *Zanthoxylum* Linn, Yao xue xue bao= Acta Pharmaceutica Sinica, 31(3): 231-240.
Şanıvar, N., ve Zorlu, İ., (1980). Ağaçişleri Gereç Bilgisi Temel Ders Kitabı, Mesleki Ve Teknik Öğretim Kitapları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları No: 43, 472 sayfa.
Tailfer, Y., (1989). La forêt dense d'Afrique centrale, Identificationdes principaux arbres, Tome II. Centre Technoque de Cooperation Agricole et Rurale, Wageningen, Pays-Bas: 1271 pp.
Tchiégang, C., and Mbougueng, P.D., (2005). Chemical composition of spices used in the preparation of Nah poh et du Nkui of West Cameroon. Tropicultura, 23(4): 193-200.
Todou, G., and Doumenge, C., (2008). *Dacryodes buettneri* (Engel) HJ Lam. pp 203-207 in Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A., and Brink, M., (eds) Plant Resources of Tropical Africa.
Vivien, J., and Faure, J.J., (1985). Arbres des forêts denses d'Afrique Centrale, Espèces du Cameroun, République Française, Ministère des relations extérieures, Coopération et Développement, Agence de Coopération Culturelle et Technique. 565 p.
Voorhoeve, A.G., (1979). Liberian high forest trees, A systematic botanical study of the 75 most important or frequent high forest trees, with numerous related species, Agricultural Research Reports 652, 2nd Impression, Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, Netherlands, 416 p.

Wakeel, O.K., Umukoro, S., Kolawole, O.T., Awe, E.O., and Ademowo, O.G., (2014). Anticonvulsant and sedative activities of extracts of Erythrophleum ivorense stem bark in mice, Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences, 4(28): 44-47.

Walker, R.A., and Sillans, R., (1995). Les plantes utiles du Gabon. Ed. Sépia, 614 p.

Wilks, C., and Issembé, Y., (2000). Guide pratique d'identification: les arbres de la Guinée Equatoriale, Région continentale, Projet CUREF, Bata, Guinée Equatoriale: 546 p.

TİK, MERANTİ RED VE LADİN ODUNLARI YÜZEYLERİNE SAUNA YAĞININ UYGULANMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Doç. Dr. Göksel ULAY[1], Doç. Dr. Osman ÇAMLIBEL[2] ve Doç. Dr. Ümit AYATA[3]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Mobilya Dekorasyon Programı, Van, Türkiye
g.ulay@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4080-8816,
[2]Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, İç Mekan Tasarımı Pr., Kırıkkale, Türkiye
osmancamlibel@kku.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8766-1316
[3*]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com, ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

Özet

Bu çalışmada, 100 mm × 100 mm × 10 mm ölçülerinde hazırlanmış tik (*Tectona grandis* L.), meranti red (*Shorea curtisii*) ve ladin (*Picea orientalis* Link.) odunu örnekleri yüzeylerine bir fırça ile tek kat olarak uygulanmış olan sauna yağı ile kaplanmış deney örneklerinde renk parametrelerindeki elde edilen değişimler kıyaslanmıştır. Yapılan sauna yağı uygulamasının bütün ahşap türleri üzerinde C^*, b^* ve L^* değerlerinde azalışların görülmesine neden olduğu görülmüştür. a^* ve h^o parametrelerinde ise farklı sonuçların elde edilmesine enden olduğu belirlenmiştir. ΔH^* değerleri ladin odunu için 0.65, tik odunu için 3.43 ve meranti red odunu için 2.02 olarak bulunmuştur. ΔE^* değerleri ladin odunu için 5.63, tik odunu için 9.11 ve meranti red odunu için 9.21 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, tik, meranti red ve ladin odunlarına ait deney örneklerine yapılan sauna yağının uygulaması ile renk parametrelerinin değiştiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sauna yağı, meranti red, ladin, tik, renk parametreleri

A Study on the Application of Sauna Oil to Teak, Meranti Red and Spruce Wood Surfaces

Abstract

In this study, changes in color parameters were compared in test samples coated with sauna oil, applied in a single layer with a brush, to the surfaces of 100 mm × 100 mm × 10 mm teak (*Tectona grandis* L.), meranti red (*Shorea curtisii*), and spruce (*Picea orientalis* Link.) wood samples. The sauna oil application was found to cause decreases in C^*, b^*, and L^* values on all wood types. It was determined that the a^* and h^o parameters caused different results. ΔH^* values were found to be 0.65 for spruce wood, 3.43 for teak wood and 2.02 for meranti red wood. ΔE^* values were 5.63 for spruce, 9.11 for teak, and 9.21 for meranti red. Consequently, it was determined that the color parameters changed with the application of sauna oil to test samples of teak, meranti red, and spruce wood.

Keywords: Sauna oil, meranti red, spruce, teak, color parameters

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

1. Giriş

Ahşap, karmaşık bir biyolojik malzemedir. Çoğu büyük kara bitkisinin gövde ve köklerinde bulunur. Malzeme bilimcileri ve mühendisleri için ölçülebilir özelliklere sahiptir, ekonomistler için yenilenebilir bir doğal kaynaktır ve tüketiciler için kereste, karton, kâğıt ve diğer birçok yeniden yapılandırılmış ürünü elde ettiğimiz malzemedir (Walker, 2006).
Ahşap ve ahşap ürünleri, yapı sektöründe kirişler, dolaplar, tavan, döşeme ve iç kaplama gibi farklı formlarda mevcuttur. Ahşap ve ahşap ürünleri, su, ısı, mikroorganizmalar, ultraviyole (UV) ışınları ve aşındırıcı kimyasallar gibi abiyotik veya biyotik etkenlere maruz kaldığında bozulmaya eğilimlidir ve bu da bina sakinleri için güvenlik eksikliğine ve ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Ahşap ürünlerin hizmet ömrü esas olarak ahşabın doğal dayanıklılığına, tasarımına ve koruma sistemine bağlıdır. Ahşap doğru şekilde işlenirse, tarihi binalarda, kamu hizmetleri ve sanatsal objelerde, müzik aletlerinde ve diğer ahşap ürünlerinde görülebileceği gibi uzun süre dayanabilmektedir (Khademibami ve Bobadilha, 2022).
Ahşap kaplama malzemelerinin hazırlanmasında çeşitli organik maddeler kullanılmıştır. Eski zamanlarda, yalnızca yağlar veya reçineler gibi doğal ürünlerin mevcut olduğu söylenmiştir. Bu ürünlerin performansı daha sonra termal veya kimyasal modifikasyonlarla iyileştirildiği bildirilmiştir (Bulian ve Graystone, 2009).
Doğal yağlar kuruyan, yarı kuruyan ve kurumayan yağlar olarak ikiye ayrılır. Keten tohumu yağı gibi kuruyan yağlar havaya maruz kaldığında oksitlenerek sert ve elastik bir film oluşturmaktadır. Yarı kuruyan yağlar daha yavaş oksitlenir ve oksijenle reaksiyona girerek zamanla polimerize olmaktadır, ancak yağ filmi genellikle yapışkan kalırken kurumayan yağlar uzun süre havaya maruz kalsa bile kurumamakta veya film oluşturmamaktadır. Bir yağdaki doymamışlık derecesi, kuruma özelliklerini belirlemektedir ve iyot (I2) eklenerek bulunabilmektedir. Bir yağın iyot değeri (IV), çift bağlarını doyurmak için gereken iyot miktarıdır (g I2/100 g yağ). Kuruyan yağlar için tipik olan yüksek iyot değerleri > 140, kurumayan yağlar için ise düşük iyot değerleri < 125'tir; yarı kuruyan yağların iyot değerleri ise bu ikisinin arasındadır (Wicks ve ark., 1992; Koski, 2008).
Bitkisel yağlar mantar öldürücü bileşen içermez, ancak nem içeriğini azaltarak, yani hidrofobisite oluşturarak ahşabı çürüyen mantarlara karşı koruyabilirler (Terziev ve Panov, 2010).
Yağlar ahşabın derinliklerine nüfuz eder ve gözenekleri doldurur. Yüzeyler mekanik ve kimyasal olarak dirençlidir. Yağ cilalı yüzeyler, tamamen açık gözeneklere sahip oldukları için kire karşı son derece hassastır. Açık gözeneklilik nedeniyle su, ahşap alt tabakaya nüfuz edebilmektedir ve ahşap şişmektedir. Işığın etkisi altında, özellikle doymamış yağ asitleri oranı artırılmış yağlar uygulandığında, "yağ cilalı" yüzeyler de renk değiştirme eğilimindedir. Ayrıca, ayrışma ürünleri ortaya çıkarak kalıntı emisyonlara katkıda bulunmaktadır (Prieto ve Kiene, 2018).
Yağ tipi koruyucular, odun hücre duvarı bileşenleriyle kimyasal reaksiyona girmedikleri için gözle görülmeketdir bir mukavemet kaybına neden olmazlar. Ancak, aşırı retort içi terbiye parametreleri (örneğin, Boutonize, buharlama veya buharla kurutma koşulları) veya işlem sırasında aşırı sıcaklık veya basınçlar kullanılırsa, yağ tipi koruyucularla yapılan işlem mukavemeti olumsuz etkileyebilmektedir. Mukavemet kaybını önlemek için, kullanıcı işlem standartlarında açıklanan özel işlem gerekliliklerine uymalıdır (Kretschmann, 2010).
Yağlı cilalar veya Watco ve Minwax gibi nüfuz eden reçine-yağlı cilalar bu kategoridedir. Uygulamak için, cila yüzeye basitçe dökülür ve mümkün olduğunca emilmesine izin verilmektedir. Oluşan kuru noktalara ek cila uygulanmaktadır. 15 ila 30 dakika sonra, kalan sıvı ahşap yüzeyinden temizlenmektedir ve yüzey bu işlem sırasında kuru olarak parlatılmaktadır. Cilanın çoğu hücre boşluklarında kalmaktadır veya hücre duvarları tarafından emilmektedir.

Sadece fark edilemeyecek kadar az bir miktarı açıkta kalan ahşap yüzeyleri kaplamaktadır. Tekrarlanan katlar daha eksiksiz ve daha derin bir işlem sağlamaktadır ve yüzeyde çok hafif bir birikimle sonuçlanmaktadır. Ahşabın şeklini vurgulayacak kadar cila kalmaktadır, ancak hiçbirinin yüzeyi gerçekten kapladığı yanılsaması vardır. Bu cila, doğal ahşap yüzey tercih edildiğinde ancak biraz koruma gerektiğinde hoş bir uzlaşmadır. Bu, cila malzemesiyle karıştırılmış ahşaptan ince bir macun oluşturmaktadır ve ardından cilalama işlemi bu karışımı gözeneklere iterek yüzeyi düzleştirmektedir (Hoadley, 2000).
Bu çalışmada, tik (*Tectona grandis* L.), meranti red (*Shorea curtisii*) ve ladin (*Picea orientalis* Link.) odunu örnekleri yüzeylerine uygulanmış olan sauna yağı yüzeylerine ait renk parametreleri sonuçları birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, 100 mm × 100 mm × 10 mm boyutlarında hazırlanmış tik (*Tectona grandis* L.), meranti red (*Shorea curtisii*) ve ladin (*Picea orientalis* Link.) odunu örnekleri kullanılmıştır. Numuneler, ISO 554 (1976) standardına uygun olarak iklimlendirilmiştir. Ahşap malzeme ile birlikte, ahşap koruyucu özellikte hazırlanmış ve piyasada bulunan sauna yağı satın alınarak temin edilmiştir. Ahşap deney örneklerinin yüzeyler, sırasıyla 40, 80, 100, 120, 150, 180 ve 220 grit zımpara kâğıtları kullanılarak zımparalanmıştır. Sauna yağı, zımpara işleminde geçirilmiş ahşap yüzeylere fırça yardımıyla tek kat hâlinde uygulanmıştır. Uygulamanın ardından, 2 hafta süre kuruması için bekletilmiştir. Çalışmada kullanılan sauna yağına ait bazı önemli teknik özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan sauna yağına ait bazı önemli teknik özellikler

Özellik	Birim	Değer	Özellik	Birim	Değer
Görünüm	-	Sıvı	Viskozite (Ford#4)	saniye	17
Renk	-	Renksiz	Katı kalıntı	%	100
Yoğunluk	g/cm^3	0.86 ± 0.02	Tam kuruma süresi	saat	48-60

Elde edilen farklı ağaç türlerine ait deney örnekleri üzerinde yapılan yağ uygulaması sonrasındaki renk değişimleri, CS-10 cihazı ile tespit edilmiştir (ASTM D 2244-3, 2007). ΔC^*: kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^*: ton bölümü veya gölge farkı olmaktadır (Lange, 1999). ΔL^*, Δa^*, ΔC^* ve Δb^* için bazı önemli açıklamalar (Lange, 1999) ve ΔE^* için kriterler (Jirouš ve Ljuljka, 1999) Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2. ΔL^*, Δa^*, Δb^* ve ΔC^* için bazı önemli açıklamalar (Lange, 1999) ve ΔE^* için kriterler (Jirouš ve Ljuljka, 1999)

Parametre (Lange, 1999)	Pozitif Durumda		Negatif Durumda	
ΔC^*	Referanstan daha net, daha parlak		Mat, referanstan daha bulanık	
ΔL^*	Referanstan daha açık		Referanstan daha koyu	
Δb^*	Referanstan daha sarı		Referanstan daha mavi	
Δa^*	Referanstan daha kırmızı		Referanstan daha yeşil	
Jirouš ve Ljuljka, (1999) İçin ΔE^* Değerleri	**ΔE^* Aralığı**	**Renk Değişimi**	**ΔE^* Aralığı**	**Renk Değişimi**
	> 12.00	Çok yoğun	0.50 - 1.50	Hafif
	6.00 - 12.00	Yoğun	0.20 - 0.50	Çok hafif
	3.00 - 6.00	Çok belirgin	< 0.20	Anlaşılamaz
	1.50 - 3.00	Belirgin		

Toplam renk farklılıkları aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş}}) - (L^*_{\text{kontrol}}) \quad (1)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş}}) - (b^*_{\text{kontrol}}) \quad (2)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (3)$$

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (4)$$
$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (5)$$
$$h^o = \arctan (b^*/a^*) \quad (6)$$
$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş}}) - (C^*_{\text{kontrol}}) \quad (7)$$
$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş}}) - (a^*_{\text{kontrol}}) \quad (8)$$

Maksimum ile minimum değerleri, homojenlik grupları, % değişim oranları, ortalamalar, standart sapmaları ve varyans analizleri bir istatistik programı ile hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 3'de sunulmaktadır.
*L** değerlerinde ladin, meranti red ve tik odunlarına uygulanan sauna yağı ile azalışlar bulunmuştur (ağaç türlerine göre sırası ile %6.55, %17.11 ve %17.61 oranlarında). *L** değeri en yüksek ladin odununda uygulama yapılmayan örneklerde 78.93 olarak bulunurken, en düşük ise tik odununa sauna yağı uygulamasına sahip deney örneklerinde 38.00 olarak ölçülmüştür (Çizelge 3).
*a** değerlerinde sauna yağının ladin odununa uygulanması ile %21.18 oranında azalış bulunurken, meranti red ve tik odunlarına uygulanması ile sırası ile %16.25 ve %19.36 oranlarında artışlar görülmüştür. *a** değeri en yüksek tik odununa sauna yağı uygulanmış örneklerde 11.66 olarak elde edilirken, en düşük ise ladin odununa sauna yağı uygulamasına sahip deney örneklerinde 4.02 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).
*b** değerlerinde ladin, meranti red ve tik odunlarına ait yüzeylere uygulanan sauna yağı ile azalışlar elde edilmiştir (ağaç türlerine göre sırası ile %10.02, %7.15 ve %16.38 oranlarında). *b** değeri en yüksek tik odununda uygulama yapılmayan örneklerde 22.40 olarak belirlenirken, en düşük ise meranti red odununa sauna yağı uygulamasına sahip deney örneklerinde 17.92 olarak bulunmuştur. (Çizelge 3).

Çizelge 3. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları

Test	Ağaç Türü	Uygu-lama	Orta-lama	Değişim (%)	Homo-jenlik Grubu	Standart Sapma	Mini-mum	Maksi-mum	Varyasyon Katsayısı
*L**	Ladin	Yok	78.93	↓6.55	A*	0.10	78.83	79.07	0.13
		Var	73.76		B	0.35	73.10	74.19	0.48
	Meranti Red	Yok	52.43	↓17.11	C	0.22	52.00	52.73	0.42
		Var	43.46		E	1.05	42.33	44.68	2.41
	Tik	Yok	46.12	↓17.61	D	0.23	45.75	46.46	0.49
		Var	38.00		F**	0.52	37.37	39.09	1.38
*a**	Ladin	Yok	5.10	↓21.18	E	0.07	5.06	5.20	1.32
		Var	4.02		F**	0.47	3.16	4.87	11.75
	Meranti Red	Yok	9.54	↑16.25	D	0.25	9.07	9.97	2.58
		Var	11.09		B	0.40	10.27	11.55	3.57
	Tik	Yok	10.02	↑19.36	C	0.35	9.53	10.69	3.52
		Var	11.96		A*	0.24	11.66	12.36	2.01
*b**	Ladin	Yok	20.65	↓10.02	B	0.20	20.43	20.84	0.97
		Var	18.58		D	0.33	18.04	19.10	1.79
	Meranti Red	Yok	19.30	↓7.15	C	0.26	18.77	19.59	1.35
		Var	17.92		E**	0.81	17.03	18.84	4.52
	Tik	Yok	22.40	↓16.38	A*	0.32	21.89	22.81	1.42
		Var	18.73		D	0.29	18.23	19.17	1.55
*C**	Ladin	Yok	21.27	↓10.58	CD	0.18	21.08	21.45	0.87
		Var	19.02		E**	0.31	18.51	19.49	1.62
	Meranti	Yok	21.55	↓2.18	C	0.20	21.25	21.84	0.92

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

	Red	**Var**	21.08		D	0.80	20.17	22.10	3.79
	Tik	**Yok**	24.55	↓9.45	A*	0.22	24.22	24.83	0.91
		Var	22.23		B	0.32	21.80	22.55	1.42
***h*°**	**Ladin**	**Yok**	76.12	↑2.18	B	0.29	75.72	76.34	0.38
		Var	77.78		A*	1.48	75.19	80.22	1.90
	Meranti Red	**Yok**	63.74	↓8.64	D	0.78	62.02	65.06	1.23
		Var	58.23		E	1.15	56.48	60.11	1.98
	Tik	**Yok**	65.91	↓12.84	C	1.00	63.98	67.42	1.52
		Var	57.45		E**	0.54	56.72	58.21	0.93
Uygulama yok: Yağ uygulamasına sahip olmayan deney grubu örneklerini temsil etmektedir. Uygulama var: Yağ uygulamasına sahip olan deney grubu örneklerini temsil etmektedir. Ölçüm Sayısı: 10, Homojenlik Grubu sütunu için *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç									

*C** değerlerinde ladin, meranti red ve tik odunlarına uygulanan sauna yağı ile azalışlar tespit edilmiştir (ağaç türlerine göre sırası ile %10.58, %2.18 ve %9.45 oranlarında). *C** değeri en yüksek tik odununda sauna yağı uygulaması yapılan deney örnekleri üzerinde 24.55 olarak görülürken, en düşük ise ladin odununa sauna yağı uygulamasına sahip ahşap deney örnekleri üzerinde 19.02 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

h° değerlerinde sauna yağının ladin odununa uygulanması ile %2.18 oranında artış belirlenirken, meranti red ve tik odunlarına uygulanması ile sırası ile %8.64 ve %12.84 oranlarında azalışlar elde edilmiştir. *h*° parametresine bakıldığında ise en yüksek ladin odununda sauna yağı uygulaması yapılmış örneklerde 77.78 olarak bulunurken, en düşük ise tik odununa sauna yağı uygulamasına sahip deney örnekleri üzerinde 57.45 şeklinde belirlenmiştir (Çizelge 3).

Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir. Ağaç türü (A), uygulama (B) ve etkileşim (AB) tüm renk parametreleri (*L**, *a**, *b**, *C** ve *h*°) üzerinde anlamlı bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	α≤0.05 (*: Anlamlı)
L*	**Ağaç Türü (A)**	9076.483	2	4538.242	15140.794	0.000*
	Uygulama (B)	660.558	1	660.558	2203.799	0.000*
	Etkileşim (AB)	27.227	2	13.613	45.418	0.000*
	Hata	14.387	48	0.300		
	Toplam	161419.927	54			
	Düzeltilmiş Toplam	10647.327	53			
a*	**Ağaç Türü (A)**	334.174	2	167.087	1428.528	0.000*
	Uygulama (B)	7.757	1	7.757	66.319	0.000*
	Etkileşim (AB)	18.094	2	9.047	77.347	0.000*
	Hata	5.614	48	0.117		
	Toplam	4844.508	54			
	Düzeltilmiş Toplam	458.620	53			
b*	**Ağaç Türü (A)**	38.128	2	19.064	98.351	0.000*
	Uygulama (B)	67.308	1	67.308	347.242	0.000*
	Etkileşim (AB)	13.516	2	6.758	34.865	0.000*
	Hata	9.304	48	0.194		
	Toplam	20629.390	54			
	Düzeltilmiş Toplam	137.989	53			
C*	**Ağaç Türü (A)**	86.133	2	43.067	246.440	0.000*
	Uygulama (B)	33.862	1	33.862	193.769	0.000*
	Etkileşim (AB)	10.186	2	5.093	29.144	0.000*
	Hata	8.388	48	0.175		
	Toplam	25489.671	54			
	Düzeltilmiş Toplam	168.696	53			

***h*°**	**Ağaç Türü (A)**	2171.956	2	1085.978	1064.682	0.000*
	Uygulama (B)	202.262	1	202.262	198.295	0.000*
	Etkileşim (AB)	187.873	2	93.937	92.095	0.000*
	Hata	48.960	48	1.020		
	Toplam	234701.369	54			
	Düzeltilmiş Toplam	3216.471	53			

Toplam renk farklılıklarına ilişkin bulgular Çizelge 5'de gösterilmiştir. Δ*H** değerleri ladin odunu için 0.65, tik odunu için 3.43 ve meranti red odunu için 2.02 olarak hesaplanmıştır. Δ*E** değerleri ladin odunu için 5.63, tik odunu için 9.11 ve meranti red odunu için 9.21 olarak elde edilmiştir. Tüm uygulamalardan sonra bütün ahşap türlerinde Δ*L** değerleri negatif (referans yüzeye göre daha koyu) olarak elde edilmiştir. Δ*a** değerleri ladin odununda negatif (referanstan daha yeşil) olarak bulunurken, tik ve meranti red odunlarında pozitif (referanstan daha kırmızı) olarak bulunmuştur. Bütün ahşap türlerinde Δ*C** değerleri negatif (mat, referanstan daha bulanık) olarak bulunmuştur. Buna ek olarak, bütün ahşap türlerinde Δ*b** değerleri de negatif (referanstan daha mavi) olarak belirlenmiştir. Renk farkı kriteri açısından Jirouš ve Ljuljka (1999) tarafından belirtilen kriterler çerçevesinde; yapılan sauna yağı uygulaması ile ladin odununda "çok belirgin (3.00 - 6.00)" kriteri ve tik ve meranti red odunlarında ise "yoğun (6.00 - 12.00)" düzeyinde renk değişimleri şeklinde sonuçlara ulaşılmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Ağaç Türü	**Δ*L****	**Δ*a****	**Δ*b****	**Δ*C****	**Δ*H****	**Δ*E****	**Renk Kriteri (Jirouš ve Ljuljka, 1999)**
Ladin	-5.05	-1.17	-2.21	-2.42	0.65	5.63	Çok belirgin (3.00 - 6.00)
Tik	-8.11	1.94	-3.66	-2.32	3.43	9.11	Yoğun (6.00 - 12.00)
Meranti red	-8.98	1.55	-1.38	-0.47	2.02	9.21	

4. Sonuçlar

Sonuç olarak, tik, meranti red ve ladin odunlarına ait deney örneklerine yapılan sauna yağının uygulaması ile renk parametrelerinin değiştiği görülmüştür.

Kaynaklar

ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
Bulian, F., and Graystone, J., (2009). Wood coatings: Theory and practice. Elsevier. ISBN: 9780444528407.
Hoadley, R.B., (2000). Understanding wood (p. 211). Newtown: Taunton press.
ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
Jirouš, R.V., and Ljuljka, B., (1999). Boja drva i njezine promjene prilikom izlaganja atmosferskim utjecajima, Drvna Industrija, 50(1): 31-39.
Khademibami, L., and Bobadilha, G.S., (2022). Recent developments studies on wood protection research in academia: A review. Frontiers in Forests and Global Change, 5: 793177. DOI: /10.3389/ffgc.2022.793177.
Koski, A., (2008). Applicability of crude tall oil for wood protection, Oulun Yliopisto, Oulu. ISBN: 978-951-42-8722-0.

Kretschmann, D., (2010). Mechanical properties of wood. Wood handbook: wood as an engineering material: chapter 5. Centennial ed. General technical report FPL; GTR-190. Madison, WI: US Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010: p. 5.1-5.46., 190, 5-1.

Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.

Prieto, J., and Kiene, J., (2018). Wood coatings. European Coatings. ISBN: 3-86630-673-8.

Terziev, N., and Panov, D., (2010). Plant oils as “green” substances for wood protection. Minimizing the Environmental Impact of the Forest Products Industries-Ecowood; Fernando Pessoa University: Porto, Portugal, 143-149.

Walker, J.C., (2006). Primary wood processing: principles and practice. Springer Science & Business Media.

Wicks, Jr. Z.W., Jones, F.N., and Pappas, S.P., (1992). Drying oils. In: Organic coatings: Science and technology. Volume 1: Film formation, components, and appearance. John Wiley & Sons. Inc. New York: 133-143.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

BİTKİLERDE BESLENMENİN ABİYOTİK STRESE KARŞI ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. GÜLAY ZULKADİR
Mersin Üniversitesi, gulayzulkadir@gmail.com - 0000-0003-3488-4011

Doç. Dr. GARİP YARŞİ
Mersin Üniversitesi, gyarsi@mersin.edu.tr - 0000-0002-1952-0300

ÖZET

Bu çalışmada, bitkilerin çevresel streslere karşı direncini artırmada besin yönetiminin önemi ele alınmıştır. Kuraklık, tuzluluk, aşırı sıcaklıklar ve ağır metal toksisitesi gibi abiyotik stress faktörleri, tarımsal üretimi tehdit ederek verim ve kalitede azalmalara neden olmaktadır. Son yıllarda giderek artan bir hızla yaşanan ve etkisini önemli ölçüde hissettiren iklim değişikliği bu stres faktörlerini daha da yoğunlaştırmakta ve gıda güvenliğini riske atmaktadır. Bitkiler, yaşamlarını zorlaştırıran bu olumsuz etkiler karşısında farklı fizyolojik ve moleküler mekanizmalar geliştirmekteler ve değişen koşullara adapte olarak yaşamlarını sürdürmeye çalışmaktadırlar. Ancak besin eksiklikleri bitkilerin abiyotik stress karşısında dayanımlarını azalmaktadır. Bitkilere yeterli ve dengeli besin sağlanması bitkilerin sağlıklı büyümesini, antioksidan savunmalarının güçlenmesini ve stresle mücadele eden moleküler yolları düzenlemektedir. Azot (N), fosfor (P), potasyum (K) gibi makro besin elementleri ile çinko (Zn), demir (Fe), bakır (Cu) ve mangan (Mn) gibi mikro besin elementleri, hücresel bazda pozitif yönde etkiler meydana getirerek hem koruma sağlamakta hem de zararlı reaktif oksijen türlerini etkisiz hale getirmektedir. Biyogübreler, bitki-mikroorganizma etkileşimlerini teşvik ederek bitkilerin daha iyi beslenmesini sağlamakta ve böylece strese karşı toleranslarını arttırmaktadır. Hassas besin uygulamaları, entegre toprak yönetimi ve ön-bitki kullanımı gibi uygulamalar zorlu koşullarda verimi ve kaliteyi artırmak için etkili çözümler sunmaktadır. Abiyotik stress koşullarına dayanıklılık kazandırmada daha çok başarı yakalamak için, besin-stres etkileşimlerinin moleküler mekanizmalarını daha iyi anlamak, saha çalışmaları ile farklı stratejiler geliştirmek, son yıllarda tarımsal alanda kullanımı artan nanoteknolojiyi kullanarak yenilikçi besin dağıtım sistemleri geliştirmek ve sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaşması için yeni ve kalıcı tarımsal politikalar oluşturmak üzerine yoğunlaşılmalıdır. Böylece, tarımın çevresel zorluklara karşı dayanıklılığını artırarak, sürdürülebilir tarımsal üretime katkı sunulabilir ve ekonomik olarak üreticiye büyük katkılar sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler : abiyotik stres, verimlilik, biyogübreler, fizyoloji, besin elementi.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

1. GIRIŞ

1.1 Abiyotik Streslerin Tarımsal Üretime Etkisi

Tuzluluk, kuraklık, ekstrem sıcaklıklar ve ağır metal toksisitesi gibi abiyotik stresler, tarımsal verimliliği küresel çapta tehdit etmektedir (Yüce ve Yıldırım, 2024; Kumar, 2020). İklim değişikliği bu stres faktörlerinin sıklığını artırmakta, gıda güvenliğini riske sokmaktadır (Costa & Farrant, 2019). Bitkiler, stres etmenlerine karşı fiziksel bariyerler, antioksidanlar ve biyokimyasal adaptasyonlar gibi mekanizmalarla kendilerini korumaktadır (Koç ve Üstün, 2008; Aslantaş ve ark., 2010).

1.2 Besin Yönetiminin Stres Azaltmadaki Rolü

Abiyotik stres altında besin alımı ve kullanımı aksar; bu da bitki sağlığı ve verimini tehlikeye sokar (Kumar, 2020). Stratejik besin uygulamaları, hücresel yanıtları aktive ederek toleransı artırabilir. Makro ve mikro besinler su yönetimi, enzim aktivitesi ve hormonal denge yoluyla adaptasyonu destekler (Ashokan ve ark., 2024). Böylece, sürdürülebilir tarım sistemleri için dayanıklı mahsul gelişimi sağlanır (Waqas ve diğerleri, 2019).

2. ABIYOTIK STRES ALTINDA BESIN DINAMIKLERI

2.1 Besin Alımı ve Kullanımına Etkisi

2.1.1 Fizyolojik Bozulmalar

Abiyotik stresler su hareketliliğini azaltarak kök su alımını engeller ve besin emilimini bozar (Ors ve Ekici, 2015). Tuz stresi, sodyum-potasyum dengesini değiştirerek iyon homeostazını sarsar (Zulkadir, 2025; El Semary ve ark., 2020). Aşırı sıcaklıklar ise membran yapısını zayıflatıp taşıyıcı sistemleri etkileyerek besin emilimini kısıtlar (Kumar, 2020). Bu koşullar, toprağın besin açısından zengin olmasına rağmen bitki verimliliğini düşürebilir (İdikut ve Uskutoğlu, 2022; 2023).

2.1.2 Toprak-Bitki Etkileşimleri

Stres altında toprak ile kök arasındaki etkileşimlerde mikrobiyal denge bozulur; kök mikrobiyomu yeniden şekillenir (Hartman ve Tringe, 2019). Aynı zamanda su potansiyelinin azalması ve toprak sıkışması besinlerin köklere ulaşmasını zorlaştırır, kök büyümesini engeller ve dolaylı olarak besin alımını sınırlar (İdikut ve ark., 2023; Franco ve ark., 2011).

2.2 Makro Besinlerin Stres Azaltıcı Etkileri

2.2.1. Azot (N), Fosfor (P) ve Potasyumun (K) İşlevi

Azot (N), protein ve nükleik asit senteziyle büyümeyi destekler; stres altında fotosentezi ve ozmotik dengeyi güçlendirir (Kishorekumar ve ark., 2020; Zhong ve ark., 2023; Kartseva ve

ark., 2021). Uygun N takviyesi buğday, mısır ve fasulyede fotosentetik kapasiteyi artırarak stres toleransını destekler; ancak aşırı dozlar büyümeyi olumsuz etkileyebilir (Bataglia ve ark., 1985; Sassi-Aydi ve ark., 2014).

Fosfor (P), enerji aktarımı ve kök gelişimi için kritiktir. P eksikliği, kök morfolojisinde adaptif değişimlere neden olurken; takviyesi, stomal düzenleme ve gen ekspresyonuyla stres sonrası toparlanmayı hızlandırır (Péret ve ark., 2011; Khan ve ark., 2023; Vance ve ark., 2003). P takviyesinin Arundo donax, mısır ve beyaz yonca gibi türlerde tuz ve kuraklık sonrası toparlanmayı hızlandırdığı gösterilmiştir (Cocozza ve ark., 2020; Gelaw ve ark., 2023; Singh ve ark., 2000).

Potasyum (K), turgor düzenlemesi, stoma kontrolü ve enzim aktivasyonu yoluyla bitki savunmasını güçlendirir (Hasanuzzaman ve ark., 2018; Johnson ve ark., 2022). Tuz ve kuraklık stresinde iyon dengesi ve antioksidan savunmayı destekleyerek bitki fizyolojisinde kritik bir rol oynar (Sayed ve ark., 2019).

Makro besinlerin dengeli kullanımı, stres altında bitki dayanıklılığını artırmak için temel bir stratejidir.

2.2.2 Hücresel koruma mekanizmalarında kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve kükürt (S)'ün rolü

Kalsiyum (Ca) çevresel stres sinyallerine karşı hücre içi iletişimi koordine eden ikincil haberci görevi görür. Ca^{2+} sinyallemesi, kök gelişimi, sirkadiyen ritimler ve stres yanıtlarında kritik rol oynar (Zhang ve diğ., 2020; Verma ve ark., 2022). Hücre duvarı ve membran homeostazını korur, fitohormonlarla etkileşime girerek kalsiyum bağlayıcı proteinleri aktive eder ve bu sayede çevresel girdileri koordine eder (Ranty ve ark., 2016; Shi ve ark., 2023).

Magnezyum (Mg) klorofilin merkezinde yer alır ve fotosentez için vazgeçilmezdir. Mg eksikliği, özellikle yüksek ışık altında foto-oksidatif stres riskini artırırken; yeterli Mg uygulamaları klorofil içeriğini, fotosistem verimliliğini ve karbon-azot metabolizmasını destekler (Ye ve ark., 2023; Xie ve ark., 2024).

Kükürt (S) ise sistein, metiyonin ve glutatyon gibi moleküllerin sentezinde görev alarak reaktif oksijen türlerinin (ROS) detoksifikasyonunda hayati rol oynar (Zulkadir ve ark., 2022; Bin ve ark., 2017). Elementel S, hidrojen sülfür ve S içeriği yüksek proteinler stresle mücadelede çeşitli mekanizmalar sunar (Capaldi ve ark., 2015; Mukwevho ve ark., 2014).

Bu üç besin elementi sinerjik biçimde hücresel onarım, detoksifikasyon ve sinyal düzenlemeyi destekleyerek stres toleransının artırılmasında kilit rol oynar.

2.3 Mikro Besinler ve Biyogübrelerle Stres Toleransının Güçlendirilmesi

2.3.1 Antioksidan savunmada çinko (Zn), demir (Fe), bakır (Cu) ve manganez (Mn)'nin rolü

Çinko (Zn), kuraklık ve tuzluluk gibi streslerde su yönetimi, zar stabilitesi ve fotosentez verimliliğini artırır; aynı zamanda stresle ilişkili genleri düzenler (Hassan ve ark., 2020; Jamali ve Zia-ul-hassan, 2025). Marulda çinko uygulamaları protein metabolizması ve hormon senteziyle stres adaptasyonunu desteklemiştir (Lucini ve Bernardo, 2015).

Demir (Fe), süperoksit dismutaz gibi ROS temizleyici enzimlerin aktivatörü olup tuz ve kuraklık streslerinde koruyucu rol oynar (Tripathi ve ark., 2018). Ancak eksiklik büyümeyi engellerken, fazlalık toksisiteye neden olabilir (Sperotto ve ark., 2010; Mani ve ark., 2024).

Bakır (Cu), fotosentez ve solunumda görev alır; fakat aşırı düzeyde ROS üretimiyle oksidatif stres oluşturabilir. Bitkiler Cu homeostazını özel taşıma ve detoks mekanizmalarıyla düzenler (Yruela, 2009; Wang ve ark., 2023).

Manganez (Mn), SOD enzimi için kofaktör görevi görerek oksidatif hasarı azaltır. Mn nanopartiküller (NP), geleneksel formlara kıyasla daha etkili ve toksisite açısından daha güvenlidir (Aguirre & Culotta, 2012; Perfileva & Krutovsky, 2024).

Bu mikro besinler, stres altında antioksidan sistemleri destekleyerek bitki sağlığını korur (Hasanuzzaman ve ark., 2019).

2.3.2 Biyogübrelerin stres tepkileri üzerindeki etkisi

Biyogübreler; azot fiksasyonu, fosfor çözünürlüğü ve siderofor üretimi gibi yollarla besin alımını artırır ve çevresel streslere karşı toleransı geliştirir (Chaudhary ve ark., 2022; Fasusi ve ark., 2021). PGPR ve mikorizal mantarlar savunma genlerini tetiklerken, hormon üretimi ve su tutma kapasitesini iyileştirerek kuraklık ve tuzluluk stresini hafifletir (Ojuederie ve ark., 2019; Bhardwaj ve ark., 2014).

Nanomalzemelerle desteklenen biyogübreler, ekolojik sürdürülebilirlik sağlayarak stresin inhibitör etkilerini azaltır ve çiftçilere ekonomik avantaj sunar (El Semary ve ark., 2020; Verma ve ark., 2020).

2.4 Besinlerin Bitki Savunma Mekanizmalarını Tetiklemesi

2.4.1 Moleküler ve biyokimyasal etkiler

Besin varlığı, bitkilerde stresle ilişkili moleküler yolları aktive eder. Poliaminler (putresin, spermidin, spermin), oksidatif dengeyi ve fitohormon sinyalizasyonunu düzenleyerek stres toleransını artırır (Gill & Tuteja, 2010; Seifi & Shelp, 2019). Bu moleküller; absisik asit ve nitrik oksit ile etkileşime girer, iyon kanallarını ve karbon metabolizmasını etkiler (Shi ve Chan,

2014). Ayrıca poliaminlerin dışsal uygulanımı, çeşitli stres faktörlerine karşı savunmayı güçlendirebilir (Todorova ve ark., 2015).

2.4.2 Besin sinyalleri ve stres tepki ağları

Besin düzeyi; WRKY ve bZIP transkripsiyon faktörlerinin ekspresyonunu etkileyerek kuraklık ve tuzluluk gibi streslere adaptasyonu yönlendirir. CBL–CIPK protein kompleksleri, çevresel uyarıların algılanmasında kalsiyum temelli sinyalleşme merkezleri olarak görev yapar (Zhang ve diğ., 2018). Ayrıca besin mevcudiyeti, absisik asit (ABA) ve jasmonik asit (JA) hormonlarının düzenlenmesiyle bitki dayanıklılığını biçimlendirir (Yoon ve diğ., 2020). Bu entegre ağ sayesinde bitkiler stresi algılar, sinyalleri işler ve uygun savunma tepkilerini başlatır (Onaga & Wydra, 2016).

3. SISTEMIK ETKILER VE STRATEJIK ZORLUKLAR

3.1 Besin Eksikliğinin Verim ve Gıda Güvenliği Üzerindeki Etkileri

Abiyotik stres koşullarında besin yetersizliği mahsul verimini ve kalitesini doğrudan düşürür. TGW ve WEG gibi verim parametreleri azalır; protein, nişasta ve yağ dengeleri bozulur (İdikut ve diğ., 2023; Kumar, 2020). Düşük azot seviyeleri protein içeriğini azaltırken, nişasta oranını artırabilir. Bu bozulmalar, özellikle kırılgan ekosistemlerde gıda güvencesini tehlikeye sokar (Costa & Farrant, 2019). Erken yaşlanma ve üretim dengesizlikleri, stresin uzun vadeli etkilerini güçlendirir (Sade ve diğ., 2017).

3.2 Sürdürülebilir Besin Yönetimi Stratejileri

3.2.1 Hassas besin uygulama teknolojileri

Uzaktan algılama, drone sistemleri ve GPS tabanlı araçlar, stres altındaki bitkilere ihtiyaca özel besin uygulamasına olanak tanır (Getahun ve diğ., 2024). Hiperspektral ve termal görüntüleme ile stres izleme kolaylaşırken, veri analitiği ve karar destek sistemleri sahaya özgü müdahaleleri optimize eder (Naresh ve diğ., 2024; Samreen ve diğ., 2023).

3.2.2 Entegre toprak verimliliği yönetimi (ISFM)

ISFM, kompost ve gübre destekli uygulamalarla toprak sağlığını korur; ön-bitki ve rotasyon gibi stratejilerle mikrobiyal aktiviteyi artırır (Singh ve diğ., 2024; İdikut ve diğ., 2023). Turp gibi bitkiler azot tutma ve yabancı ot baskısını artırmada sistem dayanıklılığını destekler. Biyogübreler ise fosfor, potasyum ve çinko erişimini geliştirerek sentetik gübrelere sürdürülebilir bir alternatif sunar (Kumar, 2020).

3.2.3 Besin çözümlerinin ölçeklendirilmesi

Yenilikçi besin stratejilerinin tarım sistemlerine entegre edilebilmesi, politika desteği, eğitim programları ve sektörler arası işbirliği gerektirir (Khan ve diğ., 2020; Laplaze ve diğ., 2016).

Tarımsal yayım hizmetleri dijital teknolojilerin yaygınlaşmasını hızlandırırken; kamu-özel ortaklıkları hassas uygulama ve yeni biyoinokulantların benimsenmesini kolaylaştırır (Ananda ve diğ., 2024; El Semary ve diğ., 2020).

4. SONUÇ

Bu çalışma, bitkilerin çevresel streslere karşı direncinde besin yönetiminin ne kadar önemli olduğunu gösteriyor. Bitkilerin sağlıklı büyümesi için yeterli ve dengeli besin sağlanması, onların fizyolojik yapısını destekliyor, güçlü antioksidan mekanizmalarını güçlendiriyor ve stresin zararlı etkilerini hafifleten karmaşık moleküler yolları düzenliyor. Özellikle azot, fosfor ve potasyum gibi temel besinler ile çinko, demir, bakır ve manganez gibi mikro elementler, hücrelerin işlevlerini devam ettirmesine ve zararlı oksijen türlerini nötralize etmesine büyük katkı sağlıyor. Ayrıca, biyo-gübreler, bitkilerin faydalı mikroorganizmalarla olan ilişkilerini teşvik ederek besin alımını kolaylaştırıyor ve stresle başa çıkma kapasitesini artırıyor. Uygulamada, hassas besin yönetimi, entegre toprak sağlığı yaklaşımları ve kapak bitkilerinin akıllıca kullanımı, zorlu çevre koşullarında mahsul verimini ve kalitesini yükseltmek için etkili yollar sunuyor. Bu stratejiler, tarımın çevresel zorluklara karşı daha sürdürülebilir hale gelmesine olanak tanıyor.

İleriye dönük çalışmalar, besin yönetimi yoluyla çevresel stresin azaltılmasını geliştirmek için birkaç temel konuya odaklanmalı. İlk olarak, özellikle birden fazla stres faktörünün bir arada bulunduğu durumlarda, besin ve stres etkileşimlerini kontrol eden moleküler süreçler daha ayrıntılı bir şekilde araştırılmalı. Bu, yeni genlerin ve yolların keşfi için omiks tabanlı yöntemlerin kullanılmasını gerektiriyor. İkinci olarak, farklı tarım bölgelerinde etkili olduğu düşünülen besin yönetimi tekniklerinin saha denemeleriyle test edilmesi, bunların uygulanabilirliğini ve başarısını doğrulamak için kritik. Üçüncü olarak, nanoteknolojiyle desteklenen yenilikçi besin dağıtım sistemleri geliştirilmesi, daha verimli ve hedef odaklı uygulamalar sunabilir. Son olarak, bu sürdürülebilir yöntemlerin dünya genelinde çiftçiler tarafından yaygın bir şekilde benimsenmesini sağlamak için ekonomik ve politik analizler yapılmalı. Böylece, bu yaklaşımların erişilebilir ve uygulanabilir olması garanti altına alınabilir.

References

Aguirre, J. D., & Culotta, V. C. (2012). Battles with iron: Manganese in oxidative stress protection. *Journal of Biological Chemistry, 287*(17), 13541–13548. https://doi.org/10.1074/jbc.R111.312181

Ananda, K. R., Pal, A., Sharma, A., Bunkar, R. C., Sulekha, Ali, M. U., & Upadhyay, L. (2024). A review on scaling up successful agricultural extension techniques for global benefit. *Journal of Experimental Agriculture International, 46*(7), 844–860. https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i72638

Aslantaş, R., Karakurt, H. A., & Karakurt, Y. (2010). The cellular and molecular mechanisms on resistance to low temperatures in plants. *Journal of the Faculty of Agriculture, 41*, 1–10. https://doi.org/10.17097/zfd.81654

Ashokan, A., Mini, V., Rani, B., & Anand, S. (2024). Mitigation of abiotic stresses in plants through nutrient management. *International Journal of Environment and Climate Change, 14*(7), 4267–4276. https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i74267

Bao, Y., & Howell, S. H. (2017). The unfolded protein response supports plant development and defense as well as responses to abiotic stress. *Frontiers in Plant Science, 8*, Article 344. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00344

Bhardwaj, D., Ansari, M. W., Sahoo, R. K., & Tuteja, N. (2014). Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. *Microbial Cell Factories, 13*, Article George, M., & Parida, A. (2019). Abiotic stress: Adaptation and tolerance mechanisms in plants. *Abiotic and Biotic Stress in Plants*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.85832

Capaldi, F. R., Gratão, P. L., Reis, A. R., Lima, L. W., & Azevedo, R. A. (2015). Sulfur metabolism and stress defense responses in plants. *Tropical Plant Biology, 8*, 60–73. https://doi.org/10.1007/s12042-015-9152-1

Chaudhary, P., Singh, S., Chaudhary, A., Sharma, A., & Kumar, G. (2022). Overview of biofertilizers in crop production and stress management for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science, 13*, Article 930340. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.930340

Chen, T. H. H., & Murata, N. (2010). Glycinebetaine protects plants against abiotic stress: Mechanisms and biotechnological applications. *Plant, Cell & Environment, 34*(1), 1–20. https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2010.02232.x

Cocozza, C., Brilli, F., Pignattelli, S., Pollastri, S., Brunetti, C., Gonnelli, C., Tognetti, R., Centritto, M., & Loreto, F. (2020). The excess of phosphorus in soil reduces physiological performances over time but enhances prompt recovery of salt-stressed *Arundo donax* plants. *Plant Physiology and Biochemistry, 151*, 556–565. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.04.011

Costa, M.-C. D., & Farrant, J. M. (2019). Plant resistance to abiotic stresses. *Plants, 8*(12), Article 553. https://doi.org/10.3390/plants8120553

Das, A., & Das, B. (2019). Nanotechnology a potential tool to mitigate abiotic stress in crop plants. In *Abiotic and Biotic Stress in Plants*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.83562

Ekinci, M., Örs, S., Turan, M., & Yıldırım, E. (2018). Nitrik oksit uygulamalarının bitkilerde abiyotik stres şartlarına toleransı arttırmadaki etkileri. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 28*(2), 254–265.

El Semary, N. A. H., Alouane, M. H. H., Nasr, O., Aldayel, M. F., Alhaweti, F. H., & Ahmed, F. (2020). Salinity stress mitigation using encapsulated biofertilizers for sustainable agriculture. *Sustainability, 12*(21), Article 9218. https://doi.org/10.3390/su12219218

Errickson, W., & Huang, B. (2023). Rhizobacteria-enhanced drought tolerance and post-drought recovery of creeping bentgrass involving differential modulation of leaf and root metabolism. *Physiologia Plantarum, 175*(5), Article e14004. https://doi.org/10.1111/ppl.14004

Fasusi, O. A., Cruz, C., & Babalola, O. O. (2021). Agricultural sustainability: Microbial biofertilizers in rhizosphere management. *Agriculture, 11*(2), Article 163. https://doi.org/10.3390/agriculture11020163

Franco, J. A., Bañón, S., Vicente, M. J., Miralles, J., & Martínez-Sánchez, J. J. (2011). Root development in horticultural plants grown under abiotic stress conditions–a review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 86*(6), 543–556. https://doi.org/10.1080/14620316.2011.11512802

Getahun, S., Kefale, H., & Gelaye, Y. (2024). Application of precision agriculture technologies for sustainable crop production and environmental sustainability: A systematic review. *The Scientific World Journal, 2024*(1), Article 2126734. https://doi.org/10.1155/2024/2126734

Gill, S. S., & Tuteja, N. (2010). Polyamines and abiotic stress tolerance in plants. *Plant Signaling & Behavior, 5*(1), 26–33. https://doi.org/10.4161/psb.5.1.10291

Gong, Y., Rao, L., & Yu, D. (2013). Abiotic stress in plants. In *Agricultural Chemistry*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/55865

Güran, H. Ş. (2024). İklim değişikliği ve gıda güvencesi. *Bölgesel Kalkınma Dergisi, 2*(2), 205–212. https://doi.org/10.61138/bolgeselkalkinmadergisi.1503941

Hartman, K., & Tringe, S. G. (2019). Interactions between plants and soil shaping the root microbiome under abiotic stress. *Biochemical Journal, 476*(19), 2705–2724. https://doi.org/10.1042/BCJ20180615

Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Anee, T. I., Parvin, K., Nahar, K., Mahmud, J. A., & Fujita, M. (2019). Regulation of ascorbate-glutathione pathway in mitigating oxidative damage in plants under abiotic stress. *Antioxidants, 8*(9), Article 384. https://doi.org/10.3390/antiox8090384

Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. B., Nahar, K., Hossain, M. S., Mahmud, J. A., Hossen, M. S., & Fujita, M. (2018). Potassium: A vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy, 8*(3), Article 31. https://doi.org/10.3390/agronomy8030031

Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Hossain, M., Mahmud, J., Rahman, A., Inafuku, M., Oku, H., & Fujita, M. (2017). Coordinated actions of glyoxalase and antioxidant defense systems in conferring abiotic stress tolerance in plants. *International Journal of Molecular Sciences, 18*(1), Article 200. https://doi.org/10.3390/ijms18010200

İdikut, L., & Uskutoğlu, D. (2022). Investigation of the effect of fertilizer doses on bean pod properties. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 10*(sp1), 2668–2674. https://doi.org/10.24925/turjaf.v10isp1.2668-2674.5634

İdikut, L., Uskutoğlu, D., Çiftçi Sakin, S., & Zulkadir, G. (2023). Pre-plant application and different weed removal applications and their combinations caused positive effects on yield-related parameters. *Emirates Journal of Food and Agriculture, 35*(11), 1–10. https://doi.org/10.9755/ejfa.2023.3171

Jamali, I. A. (2025). Zinc-induced plant resilience against abiotic stresses: Physiological, biochemical and molecular insights–A review. *Pakistan Journal of Agriculture, 2*(1). https://doi.org/10.38211/pja.2025.02.120

Johnson, R., Vishwakarma, K., Hossen, M. S., Kumar, V., Shackira, A. M., Puthur, J. T., Abdi, G., Sarraf, M., & Hasanuzzaman, M. (2022). Potassium in plants: Growth regulation, signaling, and environmental stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry, 172*, 56–69. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.01.001

Kara, K. Ö., & Yereli, A. B. (2022). İklim değişikliğinin yönetimi ve tarım sektörü. *Afet ve Risk Dergisi, 5*(1), 361–379. https://doi.org/10.35341/afet.1100932

Kartseva, T., Dobrikova, A., Kocheva, K., Alexandrov, V., Georgiev, G., Brestič, M., & Misheva, S. (2021). Optimal nitrogen supply ameliorates the performance of wheat seedlings under osmotic stress in genotype-specific manner. *Plants, 10*(3), Article 493. https://doi.org/10.3390/plants10030493

Khan, F., Siddique, A. B., Shabala, S., Zhou, M., & Zhao, C. (2023). Phosphorus plays key roles in regulating plants' physiological responses to abiotic stresses. *Plants, 12*(15), Article 2861. https://doi.org/10.3390/plants12152861

Khan, M. S., Koizumi, N., & Olds, J. L. (2020). Biofixation of atmospheric nitrogen in the context of world staple crop production: Policy perspectives. *Science of the Total Environment, 701*, Article 134945. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134945

Kishorekumar, R., Bulle, M., Wany, A., & Gupta, K. J. (2020). An overview of important enzymes involved in nitrogen assimilation of plants. In *Nitrogen metabolism in plants: Methods and protocols* (pp. 1–13). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9790-9_1

Koç, E., & Üstün, A. S. (2008). Patojenlere karşı bitkilerde savunma ve antioksidanlar. [No journal or publisher provided].

Kumar, M., Kour, D., Yadav, A. N., Saxena, R., Rai, P. K., Jyoti, A., & Tomar, R. S. (2019). Biodiversity of methylotrophic microbial communities and their potential role in mitigation of abiotic stresses in plants. *Biologia, 74*(3), 287–308. https://doi.org/10.2478/s11756-019-00190-6

Kumar, S. (2020). Abiotic stresses and their effects on plant growth, yield and nutritional quality of agricultural produce. *International Journal of Food Science and Agriculture, 4*(4), 367–378. https://doi.org/10.26855/ijfsa.2020.12.002

Lucini, L., & Bernardo, L. (2015). Comparison of proteome response to saline and zinc stress in lettuce. *Frontiers in Plant Science, 6*, Article 240. https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00240

Mani, V., Sekar, P., & Gurunathan, S. (2024). Evaluation of iron induced stress in brinjal (*Solanum melongena* L.) plants by assessing growth and biochemical parameters. *Research Review International Journal of Multidisciplinary, 9*(11), 125–134. https://doi.org/10.31305/rrijm.2024.v09.n11.019

Meena, K. K., Sorty, A. M., Bitla, U. M., Choudhary, K., Gupta, P., Pareek, A., Singh, D. P., Prabha, R., Sahu, P. K., Gupta, V. K., Singh, H. B., Krishanani, K. K., & Minhas, P. S. (2017). Abiotic stress responses and microbe-mediated mitigation in plants: The omics strategies. *Frontiers in Plant Science, 8*, Article 172. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00172

Mukwevho, E., Ferreira, Z., & Ayeleso, A. (2014). Potential role of sulfur-containing antioxidant systems in highly oxidative environments. *Molecules, 19*(12), 19376–19389. https://doi.org/10.3390/molecules191219376

Naresh, R., Singh, N. K., Sachan, P., Mohanty, L. K., Sahoo, S., Pandey, S. K., & Singh, B. (2024). Enhancing sustainable crop production through innovations in precision agriculture technologies. *Journal of Scientific Research and Reports, 30*(3), 89–113. https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i31861

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

Onaga, G., & Wydra, K. (2016). Advances in plant tolerance to abiotic stresses. In *Plant Genomics*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/64350

Örs, S., & Ekinci, M. (2015). Kuraklık stresi ve bitki fizyolojisi. *Derim, 32*(2), 237–250. https://doi.org/10.16882/derim.2015.90060

Parnell, J. J., Berka, R., Young, H. A., Sturino, J. M., Kang, Y., Barnhart, D. M., & DiLeo, M. V. (2016). From the lab to the farm: An industrial perspective of plant beneficial microorganisms. *Frontiers in Plant Science, 7*, Article 1110. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01110

Péret, B., Clément, M., Nussaume, L., & Desnos, T. (2011). Root developmental adaptation to phosphate starvation: Better safe than sorry. *Trends in Plant Science, 16*(8), 442–450. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.05.006

Perfileva, A. I., & Krutovsky, K. V. (2024). Manganese nanoparticles: Synthesis, mechanisms of influence on plant resistance to stress, and prospects for application in agricultural chemistry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 72*(14), 7564–7585. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c07350

Ranty, B., Aldon, D., Cotelle, V., Galaud, J. P., Thuleau, P., & Mazars, C. (2016). Calcium sensors as key hubs in plant responses to biotic and abiotic stresses. *Frontiers in Plant Science, 7*, Article 327. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00327

Rejeb, I., Pastor, V., & Mauch-Mani, B. (2014). Plant responses to simultaneous biotic and abiotic stress: Molecular mechanisms. *Plants, 3*(4), 458–475. https://doi.org/10.3390/plants3040458

Sade, N., del Mar Rubio-Wilhelmi, M., Umnajkitikorn, K., & Blumwald, E. (2017). Stress-induced senescence and plant tolerance to abiotic stress. *Journal of Experimental Botany, 69*(4), 845–853. https://doi.org/10.1093/jxb/erx235

Samreen, T., Tahir, S., Arshad, S., Kanwal, S., Anjum, F., & Nazir, M. Z. (2023). Remote sensing for precise nutrient management in agriculture. *Environmental Sciences Proceedings, 23*(1), Article 32. https://doi.org/10.3390/environsciproc2022023032

Sassi-Aydi, S., Aydi, S., & Abdelly, C. (2014). Inorganic nitrogen nutrition enhances osmotic stress tolerance in *Phaseolus vulgaris*: Lessons from a drought-sensitive cultivar. *HortScience, 49*(5), 550–555. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.5.550

Seifi, H. S., & Shelp, B. J. (2019). Spermine differentially refines plant defense responses against biotic and abiotic stresses. *Frontiers in Plant Science, 10*, Article 117. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00117

Selim, S. M., & Zayed, M. S. (2017). Role of biofertilizers in sustainable agriculture under abiotic stresses. In *Microorganisms for green revolution: Volume 1: Microbes for sustainable crop production* (pp. 281–301). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6241-4_15

Sevgi, K., & Leblebici, S. (2022). Bitkilerde ağır metal stresine verilen fizyolojik ve moleküler yanıtlar. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Dergisi, 7*(4), 528–536.

Shi, H., & Chan, Z. (2014). Improvement of plant abiotic stress tolerance through modulation of the polyamine pathway. *Journal of Integrative Plant Biology, 56*(2), 114–121. https://doi.org/10.1111/jipb.12128

Shi, X., Bao, J., Lu, X., Ma, L., Zhao, Y., Lan, S., Cao, J., Ma, S., & Li, S. (2023). The mechanism of Ca^{2+} signal transduction in plants responding to abiotic stresses. *Environmental and Experimental Botany, 216*, Article 105514. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2023.105514

Singh, D. K., Sale, P. W., Pallaghy, C. K., & Singh, V. (2000). Role of proline and leaf expansion rate in the recovery of stressed white clover leaves with increased phosphorus concentration. *The New Phytologist, 146*(2), 261–269. https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2000.00643.x

Singh, S., Devi, N. B., Divya, D., Kumar, A., Singh, S., Tyagi, G., Nath, A., & Kumar, A. (2024). Soil fertility management: Role of organic amendments and bio-fertilizers: A review. *International Journal of Research in Agronomy, 7*(12), 766–772. https://doi.org/10.33545/2618060x.2024.v7.i12j.2253

Sperotto, R. A., Ricachenevsky, F. K., Stein, R. J., Waldow, V. A., & Fett, J. P. (2010). Iron stress in plants: Dealing with deprivation and overload. *Plant Stress, 4*(2), 57–69.

Todorova, D., Katerova, Z., Alexieva, V., & Sergiev, I. (2015). Polyamines–possibilities for application to increase plant tolerance and adaptation capacity to stress. *Genetics and Plant Physiology, 5*(2), 123–144.

Topal, M. N., Kıran, S., Ateş, Ç., Ekici, M., & [et al.]. (2017). Kuraklık ve tuz stresine toleransı yüksek patlıcan ıslah hatlarında ağır metal (Pb) toleransının belirlenmesine yönelik olarak ticari anaçlarla mukayeseli bir çalışma. *Derim, 34*(1), 1–10. https://doi.org/10.16882/derim.2017.305194

Tripathi, D. K., Singh, S., Gaur, S., Singh, S., Yadav, V., Liu, S., Singh, V., Sharma, S., Srivastava, P., Prasad, S., & Sahi, S. (2018). Acquisition and homeostasis of iron in higher plants and their probable role in abiotic stress tolerance. *Frontiers in Environmental Science, 5*, Article 86. https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00086

Vance, C. P., Uhde-Stone, C., & Allan, D. L. (2003). Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist, 157*(3), 423–447. https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00695.x

Verma, K. K., Song, X.-P., Li, D.-M., Singh, M., Rajput, V. D., Malviya, M. K., Minkina, T., Singh, R. K., Singh, P., & Li, Y.-R. (2020). Interactive role of silicon and plant–rhizobacteria

mitigating abiotic stresses: A new approach for sustainable agriculture and climate change. *Plants, 9*(9), Article 1055. https://doi.org/10.3390/plants9091055

Verma, S., Negi, N. P., Narwal, P., Kumari, P., Kisku, A. V., Gahlot, P., Mittal, N., & Kumar, D. (2022). Calcium signaling in coordinating plant development, circadian oscillations and environmental stress responses in plants. *Environmental and Experimental Botany, 201*, Article 104935. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.104935

Waqas, M. A., Kaya, C., Riaz, A., Farooq, M., Nawaz, I., Wilkes, A., & Li, Y. (2019). Potential mechanisms of abiotic stress tolerance in crop plants induced by thiourea. *Frontiers in Plant Science, 10*, Article 1336. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01336

Ye, X., Gao, Z., Xu, K., Li, B., Ren, T., Li, X., Cong, R., Lu, Z., Cakmak, I., & Lu, J. (2024). Photosynthetic plasticity aggravates the susceptibility of magnesium-deficient leaf to high light in rapeseed plants: The importance of Rubisco and mesophyll conductance. *The Plant Journal, 117*(2), 483–497. https://doi.org/10.1111/tpj.16504

Ye, Y., Medina-Velo, I. A., Cota-Ruiz, K., Moreno-Olivas, F., & Gardea-Torresdey, J. L. (2019). Can abiotic stresses in plants be alleviated by manganese nanoparticles or compounds? *Ecotoxicology and Environmental Safety, 184*, Article 109671. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109671

Yoon, Y., Seo, D. H., Shin, H., Kim, H. J., Kim, C. M., & Jang, G. (2020). The role of stress-responsive transcription factors in modulating abiotic stress tolerance in plants. *Agronomy, 10*(6), Article 788. https://doi.org/10.3390/agronomy10060788

Yüce, M., & Yıldırım, E. (2024). Strigalakton uygulamalarının bitkilerde abiyotik stres şartlarına toleransı artırmadaki etkileri. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 7*(2), 71–85.

Zhang, Y., Lv, Y., Jahan, N., Chen, G., Ren, D., & Guo, L. (2018). Sensing of abiotic stress and ionic stress responses in plants. *International Journal of Molecular Sciences, 19*(11), Article 3298. https://doi.org/10.3390/ijms19113298

Zhong, C., Huang, J., Jiang, D., Zhong, Y., Wang, X., Cai, J., Chen, W., & Zhou, Q. (2023). Metabolomic analysis reveals patterns of whole wheat and pearling fraction flour quality response to nitrogen in two wheat lines with contrasting protein content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 71*(5), 2290–2300. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c07413

Zulkadir, G. (2025). Salt tolerance of different maize genotypes during germination and seedling stages. *Phyton-International Journal of Experimental Botany, 94*(1), 1–18. https://doi.org/10.32604/phyton.2025.064144

Zulkadir, G., İdikut, L., & Çabar, Y. E. (2022). Farklı çeşit, lokasyon ve sıklıkta yetiştirilen bakla (*Vicia faba* L.) tanelerindeki bazı kimyasal özellikler. *ADYUTAYAM, 10*(1), 11–24.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

DİRENÇLİ TARIM SİSTEMLERİ: POLİKÜLTÜR VE EKOSİSTEM TABANLI UYGULAMALARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR ALTERNATİFLER OLARAK İNCELENMESİ

Doç. Dr. GÜLAY ZULKADİR
Mersin Üniversitesi, gulayzulkadir@gmail.com - 0000-0003-3488-4011
Doç. Dr. GARİP YARŞİ
Mersin Üniversitesi, gyarsi@mersin.edu.tr - 0000-0002-1952-0300

ÖZET

Bu çalışmada, tarımın sürdürülebilirliğini artırmak için agroekolojik yaklaşımlar, özellikle polikültür sistemleri ve ekosistem tabanlı uygulamalar incelenmiştir. Monokültür sistemler çevresel zararlara, toprak erozyonuna, biyolojik çeşitlilik kaybına ve iklim değişikliği gibi sorunlara yol açarken, agroekoloji, biyolojik çeşitliliği teşvik ederek, toprak sağlığını koruyarak ve doğal süreçlerden yararlanarak daha dirençli tarım sistemleri sunmaktadır. Polikültür sistemlerde ise, farklı ürünlerin birlikte yetiştirilmesiyle verimin arttırılması, hastalık ve zararlı popülasyonunun azaltılması ve ekosistemden gelen avantajların güçlendirilmesi amaçlanmaktadır. Ekosistem tabanlı uygulamalar, koruyucu toprak işleme, örtü bitkileri ve doğal zararlı kontrolü gibi yöntemlerle kaynak kullanımını optimize eder. Agroekolojik sistemler, karbon ayak izini azaltır, gıda güvenliğini destekler ve küçük ölçekli çiftçiler için ekonomik faydalar sağlar. Ancak, bu alanda bilgi eksikliklerinin olması, politik desteğin yetersizliği ve piyasada zaman zaman karşılaşılan engeller bu geçişi zorlaştırmaktadır. Çiftçi eğitimi, politik teşvikler ve tüketici farkındalığını artırma gibi uygulamalar, agroekolojinin yaygınlaşmasını destekleyebilir. Böylece çevre dostu ve sürdürülebilir tarım uygulamaları ile doğal ekosistemi koruyan daha dengeli bir üretime ve daha sağlıklı beslenmeye katkı sağlanabilir. Bu bağlamda; gelecek yıllarda yapılacak çalışmalar, iklim değişikliğine uyumu güçlendirecek ve uzun vadeli etkileri olan stratejilere odaklanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: biyolojik kontrol, karışık ekim, kompost, mikrobiyom, su hasadı.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

1. GİRİŞ

Geleneksel tarım, tek ürün odaklı monokültür sistemleriyle uzun süredir küresel gıda üretiminde baskın bir rol oynamaktadır. Sentetik gübreler, pestisitler ve ağır makinelerin yoğun kullanımıyla tek bir mahsulün verimini artırmaya odaklanan bu yaklaşım, gıda üretimini artırmada başarılı olmuş, ancak ciddi çevresel sorunlara yol açmıştır. Toprak erozyonu, su kirliliği, biyolojik çeşitlilik kaybı ve sera gazı emisyonları, monokültüre dayalı tarımın olumsuz etkileri arasında yer alır (Gliessman, 2019). Tarım arazilerinin sadeleştirilmesi, faydalı organizmalar için yaşam alanlarını ve besin kaynaklarını azaltarak doğal ekolojik süreçleri bozar (Liere ve diğerleri, 2017).

Geleneksel tarımın çevresel zararlarına dair artan farkındalık, daha sürdürülebilir tarım yöntemlerine ilgiyi artırmıştır. Sürdürülebilir tarım, verimlilikle çevresel koruma, sosyal adalet ve ekonomik uygulanabilirlik arasında denge kurmayı hedefler. Agroekoloji, tarım sistemlerini ekolojik ilkelerle tasarlayıp yöneterek sürdürülebilir gıda sistemlerine geçiş için umut verici bir yol sunar (Cipullo, 2020). Biyolojik çeşitliliği, toprak sağlığını, doğal zararlı kontrolünü ve kaynak korumasını vurgulayan agroekoloji, dirençli ve üretken tarım ekosistemleri yaratmayı amaçlar (Funabashi, 2020). Bu sistemler, ekosistem hizmetlerini güçlendirir, çiftçilerin geçim kaynaklarını iyileştirir ve iklim değişikliğine uyum ile hafifletme çabalarına katkıda bulunur.

Bu bölüm, agroekolojik yaklaşımları, özellikle polikültür sistemlerini ve ekosistem tabanlı tarım uygulamalarını, monokültüre alternatif olarak incelemektedir. Bu yaklaşımların ekolojik ve ekonomik faydalarını, uygulanmalarındaki zorlukları ve fırsatları değerlendirmektedir. Bilimsel literatür, vaka çalışmaları ve politika belgelerine dayanan bu inceleme, şu hedefleri gerçekleştirmeyi amaçlar:

- Polikültür sistemlerinin biyolojik çeşitliliği ve verimliliği artırmadaki etkinliğini değerlendirmek.
- Ekosistem tabanlı tarım uygulamalarının çevresel ve ekonomik etkilerini analiz etmek.
- Agroekolojik sistemlere geçişin önündeki engelleri ve kolaylaştırıcı faktörleri belirlemek.
- Bulguları sentezleyerek sürdürülebilir tarımı teşvik etmek için uygulama ve politika önerileri sunmak.

2. TEORİK ÇERÇEVE

2.1. Agroekoloji: İlkeler ve Kavramlar

Agroekoloji, tarım sistemlerine ekolojik ilkeleri entegre eden bütüncül bir yaklaşımdır (Cipullo, 2020). Tarım ekosistemini, organizmalar ve süreçler arasındaki karmaşık bir ağ olarak görür ve biyolojik çeşitlilik, besin döngüsü ve ekolojik etkileşimlerin önemini vurgular (Gliessman, 2018). Agroekolojinin temel ilkeleri şunlardır:

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

- Çeşitlilik: Genetik düzeyden manzaraya kadar biyolojik çeşitliliği teşvik ederek ekosistem direncini ve stabilitesini artırmak (Liere ve diğerleri, 2017).

- Sinerji: Tarım ekosisteminin farklı bileşenleri arasında faydalı etkileşimler yaratarak kaynak kullanım etkinliğini ve üretkenliği iyileştirmek.

- Verimlilik: Dış girdileri en aza indirerek ve çiftlik içi kaynakları maksimize ederek çevresel etkileri azaltmak ve ekonomik sürdürülebilirliği artırmak (Funabashi, 2020).

- Direnç: İklim değişikliği, zararlılar ve hastalıklar gibi bozulmalara karşı tarım ekosistemlerinin dayanma ve toparlanma kapasitesini güçlendirmek.

- Geri dönüşüm: Organik madde ve besinleri geri dönüştürerek besin döngülerini kapatmak ve atıkları en aza indirmek (Carlisle ve diğerleri, 2019).

2.1.1. Ekosistem Tabanlı Tarım

Ekosistem tabanlı tarım, tarımsal üretimi desteklemek için ekosistem hizmetlerinden yararlanan bir yönetim yaklaşımıdır. Tozlaşma, zararlı kontrolü ve besin döngüsü gibi doğal süreçlerin değerini tanır (Veidemane, 2019). Tarım arazilerini bu hizmetleri güçlendirecek şekilde yöneterek, çiftçiler dış girdilere bağımlılığı azaltabilir ve faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini artırabilir (Funabashi, 2020). Ekosistem tabanlı uygulamalar şunları içerir:

- Toprak sağlığını iyileştirmek ve erozyonu azaltmak için koruyucu toprak işleme.

- Toprak verimliliğini artırmak ve yabani otları baskılamak için örtü bitkileri kullanımı.

- Pestisit kullanımını en aza indirmek ve doğal zararlı kontrolünü teşvik etmek için entegre zararlı yönetimi.

- Su kullanım verimliliğini artırmak için su hasadı ve koruma teknikleri.

Polikültür ve Monokültür Sistemleri

Polikültür, aynı alanda birden fazla mahsulün birlikte yetiştirilmesi pratiğidir ve büyük alanlarda tek bir mahsulün yetiştirildiği monokültüre zıt bir yaklaşımdır (Funabashi, 2020). Monokültür, tarım ekosistemini basitleştirerek zararlılara, hastalıklara ve çevresel streslere karşı savunmasız hale getirir (Gliessman, 2019). Polikültür ise biyolojik çeşitliliği artırır, mahsuller arasında faydalı etkileşimleri teşvik eder ve ekosistem hizmetlerini güçlendirir (Nair, 2017). Polikültür sistemlerinin faydaları şunlardır:

- Kaynakların tamamlayıcı kullanımı ve rekabetin azalmasıyla artan verim.

- Biyolojik çeşitlilik ve doğal zararlı kontrolü sayesinde zararlı ve hastalık vakalarının azalması.

- Çeşitli kök sistemleri ve besin döngüsüyle iyileşen toprak sağlığı.

- Artan çeşitlilik ve stabilite nedeniyle iklim değişikliğine karşı güçlendirilmiş direnç.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Polikültür Sistemleri: Biyolojik Çeşitlilik ve Verimlilik

Polikültür Türleri

Polikültür sistemleri, bitki etkileşimlerinden ve kaynak kullanımından en iyi şekilde yararlanmak için tasarlanmış çeşitli uygulamaları kapsar. Yaygın türler şunlardır:

- Karışık ekim: Aynı tarlada birden fazla mahsulün eşzamanlı olarak yetiştirilmesi (Nair, 2017). Bu, sıralı ekim, rastgele karışık ekim veya bir mahsulün kurulmasından sonra ikinci bir mahsulün ekilmesi (ardışık ekim) şeklinde olabilir.

- Agroforestry: Tarım sistemlerine ağaç ve çalıların entegre edilmesi (Nair, 2017). Ağaçlar gölge, rüzgar bariyeri ve toprak stabilizasyonu sağlarken, meyve, kabuklu yemiş, kereste gibi ürünler sunar.

- Orman bahçeciliği: Doğal bir ormanın yapısını ve işlevini taklit eden bir gıda üretim sistemi tasarımı (Nair, 2017). Ağaçlar, çalılar, otlar ve yer örtücü bitkilerden oluşan çeşitli bir karışım, gıda, ilaç ve diğer ürünleri sağlar.

- Birlikte ekim: Zararlı kontrolü, tozlaşma veya besin döngüsü için birbirine fayda sağlayacak şekilde farklı mahsullerin stratejik olarak birlikte ekilmesi (Nair, 2017).

Polikültüre Bağlı Biyolojik Çeşitlilik Avantajları

Polikültür sistemleri, monokültüre kıyasla biyolojik çeşitliliği önemli ölçüde artırır. Artan bitki çeşitliliği, faydalı böcekler, tozlayıcılar, toprak mikropları ve yaban hayatı için daha fazla yaşam alanı ve besin kaynağı sağlar (Luque, 2014). Bu, şu sonuçlara yol açar:

- Sentetik pestisit ihtiyacını azaltan doğal zararlı düşmanlarının çeşitliliği ve bolluğunun artması (Liere ve diğerleri, 2017).

- Tozlayıcı çeşitliliği ve bolluğunun artmasıyla iyileşen tozlaşma hizmetleri (Mendenhall ve diğerleri, 2011).

- Toprak mikrobiyal aktivitesinin ve çeşitliliğinin artmasıyla besin döngüsü ve toprak sağlığının iyileşmesi (Heiskanen ve diğerleri, 2016).

- Biyolojik çeşitliliğin tampon etkisiyle çevresel streslere karşı daha fazla direnç (Zavaleta ve diğerleri, 2010).

Mahsul Etkileşimleri ve Verim Artışı

Polikültür sistemleri, mahsuller arasındaki olumlu etkileşimleri teşvik ederek verimi artırır (Sircely ve_WRITE: ve Naeem, 2012). Bu etkileşimler şunları içerir:

- Tamamlayıcı kaynak kullanımı: Farklı mahsuller, besin, su ve ışık gibi kaynakları farklı zamanlarda veya derinliklerde kullanarak rekabeti azaltır ve genel üretkenliği artırır (Nair, 2017).

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

- Azot fiksasyonu: Baklagiller, atmosferik azotu sabitleyerek toprağı zenginleştirir ve diğer mahsullere azot sağlar (Carlisle ve diğerleri, 2019).

- Zararlı ve hastalık baskılanması: Bazı mahsuller, diğer mahsulleri etkileyen zararlıları uzaklaştırır veya hastalıkları baskılar, böylece pestisit ihtiyacını azaltır (Liere ve diğerleri, 2017).

- Toprak sağlığının iyileşmesi: Farklı kök sistemleri, toprak yapısını, havalanmayı ve su sızmasını iyileştirir (Sircely ve Naeem, 2012).

Başarılı Polikültür Uygulamalarına İlişkin Vaka Çalışmaları

Polikültür sistemlerinin biyolojik çeşitliliği ve verimliliği artırdığına dair çeşitli vaka çalışmaları bulunmaktadır. Örneğin, Çin'de mısır ile baklagillerin karışık ekimi, mısır verimini %15-20 artırırken azot gübresi kullanımını %30 azaltmıştır (Sircely ve Naeem, 2012). Kosta Rika'da kahve ve gölge ağaçlarının bulunduğu agroforestry sistemleri, yüksek kuş çeşitliliğini desteklerken kereste ve diğer değerli ürünler sağlamıştır (Mendenhall ve diğerleri, 2011). Bangladeş'teki ev bahçelerinde, çeşitli mahsuller, ağaçlar ve hayvanların bir arada bulunması, kırsal haneler için gıda güvenliği ve gelir sağlamıştır (Nair, 2017). Bu örnekler, polikültüre dayalı sürdürülebilir ve üretken tarım ekosistemlerinin potansiyelini göstermektedir.

2.2.1. Ekosistem Tabanlı Tarım Uygulamaları

Toprak Sağlığı Yönetimi

Toprak sağlığı, sürdürülebilir tarımın temelidir. Ekosistem tabanlı toprak sağlığı yönetimi, toprak yapısını, verimliliğini ve biyolojik aktiviteyi iyileştirmeyi amaçlar. Temel uygulamalar şunlardır:

- Koruyucu toprak işleme: Anızsız veya azaltılmış toprak işleme ile toprak yapısını iyileştirmek, erozyonu azaltmak ve toprak nemini korumak (Melece ve Shena, 2020).

- Örtü bitkileri: Toprağı korumak ve iyileştirmek için özel olarak ekilen bitkiler (Melece ve Shena, 2020). Örtü bitkileri erozyonu önler, yabani otları baskılar, azot sabitler ve toprak organik maddesini artırır.

- Kompost ve gübre yönetimi: Organik atıkların ve hayvan gübresinin geri dönüştürülmesiyle toprak verimliliğini artırmak ve sentetik gübrelere bağımlılığı azaltmak (Carlisle ve diğerleri, 2019).

- Mahsul rotasyonu: Toprak sağlığını iyileştirmek, zararlı ve hastalık döngülerini kırmak ve besin döngüsünü güçlendirmek için farklı mahsullerin rotasyonu (Melece ve Shena, 2020).

Doğal Zararlı Kontrol Stratejileri

Ekosistem tabanlı tarım, sentetik pestisit kullanımını en aza indirmek için doğal zararlı kontrol stratejilerine odaklanır. Bu stratejiler şunlardır:

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

- Faydalı böceklerin teşviki: Uğur böcekleri, bağcık kanatlılar ve parazitoid yaban arıları gibi doğal zararlı düşmanları için yaşam alanı oluşturma (Liere ve diğerleri, 2017).

- Mahsul çeşitlendirme: Zararlı yaşam döngülerini bozmak ve zararlı salgınlarını azaltmak için farklı mahsullerin ekilmesi (Liere ve diğerleri, 2017).

- Karışık ekim: Zararlıları uzaklaştırmak veya faydalı böcekleri çekmek için karışık ekim sistemlerinin kullanılması (Liere ve diğerleri, 2017).

- Biyolojik kontrol: Bakteri, mantar veya virüs gibi canlı organizmaların zararlıları kontrol etmek için kullanılması (Liere ve diğerleri, 2017).

Su Koruma Teknikleri

Su koruma, özellikle su kıtlığı olan bölgelerde sürdürülebilir tarım için kritik öneme sahiptir. Ekosistem tabanlı su koruma teknikleri şunlardır:

- Su hasadı: Yağmur suyunun toplanması ve daha sonra kullanılması için depolanması (Melece ve Shena, 2020).

- Damlama sulama: Suyun doğrudan bitki köklerine iletilmesiyle buharlaşma yoluyla su kaybını en aza indirmek (Melece ve Shena, 2020).

- Malçlama: Toprağın organik malzemelerle örtülmesiyle buharlaşmayı azaltmak, yabani otları baskılamak ve toprak nemini iyileştirmek (Melece ve Shena, 2020).

- Kontur tarımı: Toprak erozyonunu azaltmak ve su sızmasını artırmak için arazi konturlarına uygun şekilde mahsul ekimi (Melece ve Shena, 2020).

Yeşil Gübreleme Yöntemleri

Yeşil gübreleme yöntemleri, toprak verimliliğini artırmak ve sentetik gübrelere bağımlılığı azaltmak için doğal besin kaynaklarının kullanılmasını içerir. Bu yöntemler şunlardır:

- Örtü bitkileri: Toprak verimliliğini iyileştirmek için baklagillerin atmosferik azotu sabitlemesi (Carlisle ve diğerleri, 2019).

- Kompost ve gübre yönetimi: Organik atıkların ve hayvan gübresinin geri dönüştürülmesiyle mahsullere besin sağlanması (Carlisle ve diğerleri, 2019).

- Yeşil gübre: Toprak verimliliğini artırmak için taze bitki materyalinin toprağa karıştırılması (Carlisle ve diğerleri, 2019).

- Mikorizal mantarlar: Bitki kökleriyle simbiyotik ilişki kuran ve besin alımını artıran faydalı mantarların kullanımı (Heiskanen ve diğerleri, 2016).

2.2. Agroekolojik Yaklaşımların Çevresel ve Ekonomik Etkileri

2.2.1. Karbon Ayak İzi Azaltımı

Agroekolojik yaklaşımlar, geleneksel tarıma kıyasla karbon ayak izini önemli ölçüde azaltabilir. Sentetik gübre ve pestisit kullanımını en aza indirmek, toprak işlemeyi azaltmak ve toprak organik maddesini artırmak, agroekolojik sistemlerin toprakta daha fazla karbon tutmasını ve sera gazı emisyonlarını azaltmasını sağlar (Werling ve diğerleri, 2014).

2.2.2. Toprak Mikrobiyolojisi ve Ekosistem Hizmetleri

Agroekolojik uygulamalar, toprak mikrobiyal çeşitliliğini ve aktivitesini artırarak ekosistem hizmetlerini iyileştirir. Toprak mikropları, besin döngüsü, ayrışma ve hastalık baskılanmasında hayati bir rol oynar. Toprak sağlığını teşvik ederek, agroekolojik sistemler bu hizmetleri güçlendirir ve tarımın uzun vadeli sürdürülebilirliğini artırır (Heiskanen ve diğerleri, 2016).

2.2.3. Ekonomik Uygulanabilirlik ve Gıda Güvenliği

Agroekolojik yaklaşımlar, özellikle küçük ölçekli çiftçiler için ekonomik olarak uygulanabilir ve gıda güvenliğine katkıda bulunabilir. Dış girdilere bağımlılığı azaltarak, mahsul çeşitliliğini artırarak ve ekosistem hizmetlerini güçlendirerek, agroekolojik sistemler çiftlik kârlılığını ve direncini iyileştirir. Çalışmalar, agroekolojik uygulamaların verimi artırdığını, girdi maliyetlerini azalttığını ve çeşitli bölgelerde geçim kaynaklarını iyileştirdiğini göstermiştir (Cipullo, 2020).

2.2.4. İklim Değişikliğine Direnç

Agroekolojik sistemler, geleneksel sistemlere göre iklim değişikliğine karşı daha dirençlidir. Artan biyolojik çeşitlilik, iyileştirilmiş toprak sağlığı ve güçlendirilmiş su koruma uygulamaları, bu sistemlerin kuraklık, sel ve diğer aşırı hava olaylarına daha iyi dayanmasını sağlar (2020). Ayrıca, agroekolojik uygulamalar, toprakta karbon tutarak ve sera gazı emisyonlarını azaltarak iklim değişikliğini hafifletmeye yardımcı olabilir (Melece ve Shena, 2020).

2.3. Agroekolojik Sistemlere Geçişte Zorluklar ve Fırsatlar

2.3.1. Bilgi ve Teknoloji Boşlukları

Agroekolojik sistemlere geçişteki temel zorluklardan biri, bilgi ve teknoloji boşluğudur. Çiftçiler, mahsul etkileşimleri, toprak yönetimi, doğal zararlı kontrolü ve su koruma teknikleri hakkında yeterli bilgiye ve beceriye sahip olmayabilir. Agroekolojik bilgi ve teknolojilerin geliştirilmesi ve çiftçilere ulaştırılması için araştırma ve yayım çalışmalarına ihtiyaç vardır (Miles ve diğerleri, 2017).

2.3.2. Politika ve Piyasa Faktörleri

Politika ve piyasa faktörleri, agroekolojik uygulamaların benimsenmesini engelleyebilir. Geleneksel tarım genellikle devlet sübvansiyonları, araştırma fonları ve piyasa teşvikleriyle

desteklenirken, agroekolojik yaklaşımlar bu tür desteklerden yoksun olabilir (Miles ve diğerleri, 2017). Agroekolojik tarımı desteklemek için sübvansiyonlar, araştırma fonları ve piyasa erişimini teşvik eden politikalar gereklidir.

2.4. Agroekolojik Uygulamaların Ölçeklendirilmesi

Sürdürülebilir gıda sistemleri için agroekolojik uygulamaların yaygınlaştırılması önemlidir. Bu, çiftçiler, araştırmacılar, politika yapıcılar ve tüketicileri içeren çok yönlü bir yaklaşımı gerektirir. Temel stratejiler şunlardır:

- Çiftçi-çiftçi bilgi paylaşımı: Çiftçilerin deneyimlerini ve bilgilerini ağlar ve çalıştaylar aracılığıyla paylaşmalarını teşvik etmek.

- Katılımcı araştırma: Yerel koşullara uygun agroekolojik teknolojilerin geliştirilmesi ve uyarlanması için çiftçilerin araştırma sürecine dahil edilmesi.

- Politika desteği: Agroekolojik uygulamaları teşvik eden ve uygun piyasa ortamı yaratan politikaların uygulanması.

- Tüketici farkındalığı: Tüketicilerin agroekolojik ürünlerin faydaları hakkında bilgilendirilmesi ve sürdürülebilir tarımı desteklemeye teşvik edilmesi (Mombach ve diğerleri, 2020).

2.4.1. Gelecekteki Araştırma Yönelimleri

Gelecekteki araştırmalar, agroekolojik sistemlerle ilgili bilgi boşluklarını ve zorlukları ele almaya odaklanmalıdır. Önemli araştırma alanları şunlardır:

- Uzun vadeli çalışmalar: Agroekolojik uygulamaların ekolojik, ekonomik ve sosyal etkilerini zaman içinde değerlendiren uzun vadeli çalışmalar (Ren ve diğerleri, 2017).

- Sistem düzeyinde analiz: Farklı bileşenler arasındaki etkileşimleri anlamak ve en uygun yönetim stratejilerini belirlemek için agroekolojik sistemlerin manzara düzeyinde analizi.

- İklim değişikliğine uyum: İklim değişikliğine dirençli ve etkilerini hafifletmeye yardımcı agroekolojik uygulamaların geliştirilmesi (2020).

- Sosyo-ekonomik faktörler: Agroekolojik uygulamaların benimsenmesini etkileyen sosyo-ekonomik faktörlerin araştırılması ve engelleri aşma stratejilerinin belirlenmesi (Miles ve diğerleri, 2017).

2.4.2. Analiz ve Sentez

Agroekolojik ve Geleneksel Yaklaşımların Karşılaştırmalı Analizi

Agroekolojik yaklaşımlar, geleneksel tarım uygulamalarına göre birçok avantaja sahiptir. Agroekoloji, biyolojik çeşitliliği artırır, toprak sağlığını iyileştirir, dış girdilere bağımlılığı azaltır ve iklim değişikliğine karşı direnci güçlendirir (Funabashi, 2020). Geleneksel tarım, kısa vadede yüksek verim elde etse de, çevreyi tahrip edebilir, biyolojik çeşitliliği azaltabilir ve

zararlılara, hastalıklara ve iklim değişikliğine karşı savunmasızlığı artırabilir (Gliessman, 2019). Gıda üretiminin uzun vadeli sürdürülebilirliği, agroekolojik yaklaşımlara geçişe bağlıdır (Perfecto ve Vandermeer, 2008).

2.5.1. Çalışmalardan Elde Edilen Bulguların Entegrasyonu

Çoklu çalışmaların bulguları, agroekolojik uygulamaların tarımın sürdürülebilirliğini ve direncini iyileştirdiğini göstermektedir. Polikültür sistemleri biyolojik çeşitliliği ve verimliliği artırır (Nair, 2017), ekosistem tabanlı toprak sağlığı yönetimi toprak verimliliğini ve erozyonu azaltır (Sircely ve Naeem, 2012). Doğal zararlı kontrol stratejileri pestisit kullanımını en aza indirir ve faydalı böcekleri korur (Liere ve diğerleri, 2017), su koruma teknikleri ise su kullanım verimliliğini artırır (Melece ve Shena, 2020). Bu uygulamalar entegre bir şekilde uygulandığında, dirençli ve üretken tarım ekosistemleri yaratır (Funabashi, 2020).

2.5.2. Ortaya Çıkan Desenler ve Eğilimler

Agroekolojinin geleceğini şekillendiren birkaç desen ve eğilim bulunmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin ekosistem işlevselliği ve tarımsal üretkenlik için önemi giderek daha fazla tanınmaktadır (Liere ve diğerleri, 2017). İklim değişikliğine uyum ve hafifletme aracı olarak agroekolojik yaklaşımlara ilgi artmaktadır (2020). Daha sürdürülebilir ve adil gıda sistemlerine yönelik büyüyen bir hareket, tarımsal yönetime daha bütüncül ve entegre yaklaşımlara doğru bir kaymayı işaret etmektedir (Funabashi, 2020).

3. TARTIŞMA

Bu incelemenin bulguları, tarımsal sürdürülebilirlik için önemli etkilere sahiptir. Agroekolojik yaklaşımlar, verimlilik, çevresel koruma, sosyal adalet ve ekonomik uygulanabilirlik arasında denge kurarak sürdürülebilir gıda sistemlerine bir yol sunar (Cipullo, 2020). Agroekolojik uygulamaları benimseyerek, çiftçiler çevresel etkilerini azaltabilir, geçim kaynaklarını iyileştirebilir ve tarım sistemlerinin direncini artırabilir (Perfecto ve Vandermeer, 2008).

Agroekolojik yaklaşımlar, küresel gıda güvenliği sorunlarını ele almaya katkıda bulunabilir. Verimi artırarak, mahsulleri çeşitlendirerek ve ekosistem hizmetlerini güçlendirerek, agroekolojik sistemler, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki küçük ölçekli çiftçiler için gıda üretimini ve erişilebilirliğini iyileştirebilir (Cipullo, 2020). Ayrıca, agroekolojik uygulamalar gıdanın besin kalitesini iyileştirebilir ve daha sürdürülebilir diyetleri teşvik edebilir (Mombach ve diğerleri, 2020).

Tarımda temel zorluklardan biri, verimlilik ile ekolojik korumayı dengelemektir. Agroekolojik yaklaşımlar, ekolojik ilkeleri tarım sistemlerine entegre ederek bu soruna bir çözüm sunar (Veidemane, 2019). Biyolojik çeşitliliği, toprak sağlığını ve doğal zararlı kontrolünü teşvik ederek, agroekolojik sistemler ekosistem hizmetlerini güçlendirirken mahsul verimlerini korur veya artırır (Funabashi, 2020). Bu entegre yaklaşım, tarımda uzun vadeli sürdürülebilirlik için kritik öneme sahiptir (Perfecto ve Vandermeer, 2008).

4. SONUÇ

Bu bölüm, agroekolojik yaklaşımların, özellikle polikültür sistemleri ve ekosistem tabanlı tarım uygulamalarının, tarımın sürdürülebilirliğini ve direncini artırma potansiyelini vurgulamaktadır. Agroekolojik sistemler, biyolojik çeşitliliği artırır, toprak sağlığını iyileştirir, dış girdilere bağımlılığı azaltır ve iklim değişikliğine karşı direnci güçlendirir (Funabashi, 2020). Bu yaklaşımlar, küresel gıda güvenliği sorunlarını ele almaya ve verimlilik ile ekolojik korumayı dengelemeye katkıda bulunur (Cipullo, 2020).

Bu incelemenin bulgularına dayanarak, şu öneriler sunulmaktadır:

- Araştırma, yayım ve eğitim yoluyla polikültür sistemleri ve ekosistem tabanlı tarım uygulamalarının benimsenmesini teşvik etmek (Miles ve diğerleri, 2017).

- Agroekolojik tarımı destekleyen politikalar uygulamak, örneğin agroekolojik uygulamalar için sübvansiyonlar, araştırma fonları ve piyasa teşvikleri sağlamak (Miles ve diğerleri, 2017).

- Agroekolojik sistemlerle ilgili bilgi boşluklarını ve zorlukları ele almak için araştırmalara yatırım yapmak (Ren ve diğerleri, 2017).

- Tüketicileri agroekolojik ürünlerin faydaları hakkında bilgilendirmek ve sürdürülebilir tarımı desteklemeye teşvik etmek (Mombach ve diğerleri, 2020).

Agroekolojik yaklaşımların geleceği umut vericidir. Geleneksel tarımın olumsuz etkilerine dair farkındalık arttıkça ve sürdürülebilir gıda talebi büyüdükçe, agroekoloji küresel gıda sistemlerinde daha belirgin bir rol oynayacaktır. Sürekli araştırma, politika desteği ve çiftçi benimsemesiyle, agroekolojik yaklaşımlar daha sürdürülebilir, dirençli ve adil gıda sistemleri yaratılmasına katkıda bulunabilir (Perfecto ve Vandermeer, 2008).

KAYNAKLAR

[1] Carlisle, L., Montenegro de Wit, M., DeLonge, M. S., Iles, A., Calo, A., Getz, C., Ory, J., Munden-Dixon, K., Galt, R., Melone, B., Knox, R., & Press, D. (2019). Transitioning to sustainable agriculture requires growing and sustaining an ecologically skilled workforce. Frontiers in Sustainable Food Systems, 3, Article 96. https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00096

[2] Cipullo, N. (2020). Agri-food ecosystems and sustainable development goals: A case study by Italy. In Proceedings of the 3rd International Conference on Advanced Research in Social Sciences and Humanities. Global. https://doi.org/10.33422/3rd.icarsh.2020.10.10

[3] FAO and Biovision. (2020). The potential of agroecology to build climate-resilient livelihoods and food systems. https://doi.org/10.4060/cb0438en

[4] Funabashi, M. (2020). Power-law productivity and positive regime shift of symbiotic and climate-resilient edible ecosystems. Research Square. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-80005/v1

[5] Gliessman, S. (2018). Feeding Prometheus: Agroecology and unchaining our desire for food system transformation. Agroecology and Sustainable Food Systems, 43(1), 1–2. https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1515541

[6] Gliessman, S. (2019). Where has all the biodiversity gone? Agroecology and Sustainable Food Systems, 43(9), 955–956. https://doi.org/10.1080/21683565.2019.1633739

[7] Heiskanen, A.-S., Berg, T., Uusitalo, L., Teixeira, H., Bruhn, A., Krause-Jensen, D., Lynam, C. P., Rossberg, A. G., Korpinen, S., Uyarra, M. C., & Borja, A. (2016). Biodiversity in marine ecosystems—European developments toward robust assessments. Frontiers in Marine Science, 3, Article 184. https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00184

[8] Liere, H., Jha, S., & Philpott, S. M. (2017). Intersection between biodiversity conservation, agroecology, and ecosystem services. Agroecology and Sustainable Food Systems, 41(7), 723–760. https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1330796

[9] Luque, S. (2014). Ecosystem services, biodiversity and environmental change in a tropical mountain ecosystem of South Ecuador. Mountain Research and Development, 34(3), 303–303. https://doi.org/10.1659/mrd.mm142

[10] Melece, L., & Shena, I. (2020). Adaptation to climate change in agriculture: Ecosystem based options. In Engineering for Rural Development (pp. 1030–1036). Latvia University of Life Sciences and Technologies, Faculty of Engineering. https://doi.org/10.22616/erdev.2020.19.tf523

[11] Mendenhall, C. D., Sekercioglu, C. H., Brenes, F. O., Ehrlich, P. R., & Daily, G. C. (2011). Predictive model for sustaining biodiversity in tropical countryside. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(39), 16313–16316. https://doi.org/10.1073/pnas.1111687108

[12] Miles, A., DeLonge, M. S., & Carlisle, L. (2017). Triggering a positive research and policy feedback cycle to support a transition to agroecology and sustainable food systems. Agroecology and Sustainable Food Systems, 41(7), 855–879. https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1331179

[13] Mombach, A. A., Hegel, C. G. Z., Cansian, R. L., & Zakrzevski, S. B. B. (2020). Does basic education students know the importance of agroecology production systems for the conservation of biodiversity? Research, Society and Development, 9(4), Article e04942784. https://doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2784

[14] Nair, P. K. R. (2017). Managed multi-strata tree + crop systems: An agroecological marvel. Frontiers in Environmental Science, 5, Article 88. https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00088

[15] Perfecto, I., & Vandermeer, J. (2008). Biodiversity conservation in tropical agroecosystems. Annals of the New York Academy of Sciences, 1134(1), 173–200. https://doi.org/10.1196/annals.1439.011

[16] Ren, Y., Lü, Y., Fu, B., & Zhang, K. (2017). Biodiversity and ecosystem functional enhancement by forest restoration: A meta-analysis in China. Land Degradation & Development, 28(7), 2062–2073. https://doi.org/10.1002/ldr.2728

[17] Sircely, J., & Naeem, S. (2012). Biodiversity and ecosystem multi-functionality: Observed relationships in smallholder fallows in western Kenya. In A. Hector (Ed.), PLoS ONE, 7(11), Article e50152. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050152

[18] Veidemane, K. (2019). Contribution of ecosystem services to achievement of the sustainable development goals. In TERRAenVISION 2019 (p. 8). MDPI. https://doi.org/10.3390/proceedings2019030008

[19] Werling, B. P., Dickson, T. L., Isaacs, R., Gaines, H., Gratton, C., Gross, K. L., Liere, H., Malmstrom, C. M., Meehan, T. D., Ruan, L., Robertson, B. A., Robertson, G. P., Schmidt, T. M., Schrotenboer, A. C., Teal, T. K., Wilson, J. K., & Landis, D. A. (2014). Perennial grasslands enhance biodiversity and multiple ecosystem services in bioenergy landscapes. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(4), 1652–1657. https://doi.org/10.1073/pnas.1309492111

[20] Zavaleta, E. S., Pasari, J. R., Hulvey, K. B., & Tilman, G. D. (2010). Sustaining multiple ecosystem functions in grassland communities requires higher biodiversity. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107(4), 1443–1446. https://doi.org/10.1073/pnas.0906829107

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMIN UYGULANABİLİRLİĞİ: PESTİSİT KULLANIMI VE ÇİFTÇİ GÖRÜŞLERİ-MARDİN İLİ ÖRNEĞİ

Yüksek Lisans Öğrencisi Sakine ERGÜN
Mardin Artuklu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Bilimleri Enstitüsü, sakinergn@gmail.com 47060 Artuklu, Mardin
ORCID ID: 0009-0009-1499-1101
Doç. Dr. İbrahim KOÇ
Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, ibrahimkoc@artuklu.edu.tr 47060 Mardin, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-0803-6801

ÖZET

Sürdürülebilir tarım, gıda güvenliğini sağlamak ve doğal kaynaklar ile ekolojik dengeyi korumak amacı güden bütüncül bir yaklaşımdır. Ancak, bitki koruma amaçlı kullanılan sentetik pestisitler giderek artan bir tehdit oluşturmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir tarım uygulamaları için pestisit kullanım bilgisi yanında çevre bilinci ve duyarlılığı da gerekmektedir. Bu çalışma, ekonomisi büyük ölçüde tarıma dayalı olan Mardin ilinde çiftçilerin pestisit kullanımına ilişkin bilgi, tutum ve algılarını değerlendirerek mevcut durumu ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırma, 2025 yılında Mardin'in Artuklu ilçesinde tarımsal üretim yapan 360 çiftçi ile yüz yüze gerçekleştirilen anket verilerine dayalı olarak yapılmıştır. Örneklem, Mardin'in Artuklu ilçesindeki çiftçilerden basit tesadüfi örnekleme metodu ile seçilmiştir. Ankette toplamda 37 soru sorulmuştur. Katılımcı çiftçilerin %28.1'i 45-54 yaş aralığında, %64.3'ü ilkokul-ortaokul mezunu, %44'ü düşük gelirli ve %31.5'i 11-20 yıl çiftçilik deneyimine sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler, SPSS programında frekans ve yüzde dağılımları ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, çiftçilerin %83.1'i zararlılarla mücadelede kimyasal yöntemleri tercih etmekte; %95.0'ı pestisitlerin son kullanma tarihlerine dikkat etmekte; %92.8'i kullanım ile ilgili talimatlara dikkat etmektedir. Ayrıca, %38.7'sinin pestisit kaplarını yakarak imha ettiği, %88.5'inin pestisitlerin insan sağlığına zararlı olduğunu düşündüğü ve %61.2'sinin kullanım sonrası artan pestisitlerin ve ilaçlama tankının temizlenmesinde oluşan pestisitli suyu boş bir araziye püskürtmekte olduğu belirlenmiştir. Çiftçilerin %71.7'si ürettikleri tarımsal ürünlerde besin değerinin önemli olduğunu belirtirken, %40.9'u kalıntısız üretime öncelik verilmesi gerektiğini düşünmektedir. Ayrıca, %73.3'ü üretilen tarım ürünlerinin eskiye göre daha kötü durumda olduğunu ifade etmekte; %83.8'i pestisit kullanımında bilgi kaynağı olarak zirai ilaç bayilerine başvurmakta ve %70.8'i ilaçlama zamanını belirlemede ziraat mühendislerine danışmaktadır. Bununla birlikte, çiftçilerin önemli bir kısmının pestisit uygulamaları sırasında koruyucu ekipman kullanımında yetersizlik gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, elde edilen bulgular çiftçilerin sürdürülebilir tarımın önemli bir unsuru olan gıda güvenliği konusunda duyarlılık taşıdığını, ancak pestisit uygulamalarında sağlık ve çevre riskleri açısından bilinç eksikliklerinin devam ettiğini göstermektedir. Bu durum, sürdürülebilir tarımın sağlanabilmesi için çiftçilere yönelik eğitim, kontrol çalışmaları ve yayım hizmetlerinin artırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Çevresel duyarlılık, gıda güvenliği, pestisit, sürdürülebilir tarım

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

THE FEASIBILITY OF SUSTAINABLE AGRICULTURE: PESTICIDE USE AND FARMER PERSPECTIVES - A CASE STUDY OF MARDIN PROVINCE

ABSTRACT

Sustainable agriculture is a holistic approach aimed at ensuring food security while preserving natural resources and ecological balance. However, the increasing use of synthetic pesticides poses a growing threat. In this context, sustainable agricultural practices require not only knowledge about pesticide usage but also environmental awareness and sensitivity. This study aims to assess farmers' knowledge, attitudes, and perceptions regarding pesticide use in the agriculturally dependent Mardin province. The research was conducted based on survey data collected through face-to-face interviews with 360 farmers engaged in agricultural production in the Artuklu district of Mardin in 2025. The sample was selected using simple random sampling from farmers in the Artuklu district. A total of 37 questions were asked in the survey. It was determined that 28.1% of the participating farmers were in the age range of 45-54, 64.3% had completed primary or secondary education, 44% were low-income, and 31.5% had 11-20 years of farming experience. The obtained data were analyzed using frequency and percentage distributions in the SPSS program. According to the analysis results, 83.1% of farmers preferred chemical methods for pest control; 95.0% paid attention to the expiration dates of pesticides; and 92.8% adhered to usage instructions. Additionally, it was found that 38.7% of them incinerated pesticide containers, 88.5% believed that pesticides were harmful to human health, and 61.2% sprayed pesticide-contaminated water, generated during the cleaning of application tanks, onto vacant land after usage. Furthermore, 71.7% of farmers indicated that the nutritional value of the agricultural products they produced was important, while 40.9% believed that priority should be given to residue-free production. Additionally, 73.3% expressed that the quality of produced agricultural products was worse compared to the past; 83.8% referred to agricultural chemical dealers as a source of information regarding pesticide use, and 70.8% consulted agricultural engineers to determine the timing of pesticide applications. However, it has been identified that a significant portion of farmers showed inadequacies in the use of protective equipment during pesticide applications. In conclusion, the findings indicate that farmers are sensitive to food security, which is a crucial element of sustainable agriculture, but there are still gaps in awareness regarding health and environmental risks associated with pesticide applications. This situation highlights the need for increased education, monitoring efforts, and extension services for farmers to ensure sustainable agriculture.

Keywords: Environmental sensitivity, food security, pesticide, sustainable agriculture

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

TARIM ARAZİLERİNDE KADASTRO ÇALIŞMALARININ ÖNEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, aybukekaya@mku.edu.tr – 0000-0002-6866-1951

ZM. Öner AĞCABAY
Adıyaman Kadastro Müdürlüğü, oneragcabay@hotmail.com – 0009-0009-6484-2032

ÖZET

Tarım arazileri, hem gıda güvenliği hem de kırsal kalkınma açısından kritik öneme sahiptir. Ancak mülkiyetin net olarak belirlenememesi, hisseli tapular, sınır anlaşmazlıkları ve miras sorunları tarımsal üretimin verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Bu noktada kadastro çalışmaları, arazilerin hukuki ve teknik durumunu kayıt altına alarak tarımsal sürdürülebilirliği desteklemektedir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de tarım arazilerinde yürütülen kadastro çalışmalarının önemini, kadastro faaliyetlerinin tarımsal üretim verimliliğine, mülkiyet güvencesine, kırsal kalkınmaya ve sürdürülebilir arazi yönetimine katkılarını değerlendirmektir. Ayrıca, kadastro çalışmalarının karşılaştığı sorunlar ve mevcut uygulamalar ele alınarak çözüm önerileri ortaya koymaktır. Tarım arazilerinde yürütülen kadastro çalışmaları, mülkiyetin netleşmesini sağlayarak çiftçilere güvence vermekte ve yatırım isteğini artırmaktadır. Parsel sınırlarının belirlenmesi, arazi toplulaştırmayı kolaylaştırmakta, plansız parçalanmayı önlemekte ve tarımsal faaliyetlerde verimliliği yükseltmektedir. Ayrıca, hak ve tasarrufların resmiyet kazanması hukuki güvenliği güçlendirmekte, miras ve ortaklık kaynaklı anlaşmazlıkların çözümünü kolaylaştırmaktadır. Tarım kredileri, destekler ve yatırımlar için temel oluşturan kadastro kayıtları kırsal kalkınmayı teşvik ederken, arazilerin kayıt altına alınması da sürdürülebilir kullanımın planlanmasına ve çevresel sorunların önlenmesine katkı sağlamaktadır. Sonuç olarak, tarım arazilerinde yürütülen kadastro çalışmaları, hukuki güvenlik, üretim verimliliği, kırsal kalkınma ve sürdürülebilirlik açısından hayati bir öneme sahiptir. Bu çalışmalar, tarımsal üretimin geleceğini güvence altına alırken aynı zamanda doğal kaynakların korunmasına da katkıda bulunmakta ve kırsal alanlarda sürdürülebilir bir kalkınmanın temelini oluşturmaktadır. Tarım arazilerinde kadastro çalışmalarının tamamlanması ve güncel tutulması, mülkiyet güvencesini sağlayarak kırsal kalkınmayı desteklemelidir. Ayrıca, arazi yönetimi süreçlerinde kadastro verilerinin etkin kullanımı teşvik edilerek tarımsal verimlilik ve sürdürülebilirlik artırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Kadastro uygulamaları, mülkiyet güvencesi, arazi yönetimi, tarımsal verimlilik, kırsal kalkınma.

THE IMPORTANCE OF CADASTRAL PRACTICES IN AGRICULTURAL LANDS

ABSTRACT

Agricultural lands are of critical importance for both food security and rural development. However, the inability to clearly determine ownership, shared deeds, boundary disputes, and inheritance issues negatively affect the productivity of agricultural production. In this respect, cadastral surveys support agricultural sustainability by recording the legal and technical status of land. The purpose of this study is to evaluate the importance of cadastral surveys conducted on agricultural lands and the contributions of cadastral activities to agricultural production efficiency, property security, rural development, and sustainable land management in Türkiye. Additionally, it aims to address the problems encountered in cadastral surveys and current practices, and to propose solutions. Cadastral studies conducted on agricultural land provide assurance to farmers by clarifying ownership and increase investment demand. The determination of parcel boundaries facilitates land consolidation, prevents unplanned fragmentation, and increases efficiency in agricultural practices. Furthermore, the formalization of rights and entitlements strengthens legal certainty and facilitates the resolution of inheritance and partnership-related disputes. Cadastral records, which form the basis for agricultural loans, subsidies, and investments, promote rural development, while the registration of land also contributes to the planning of sustainable use and the prevention of environmental problems. In conclusion, cadastral practices conducted on agricultural lands are of vital importance in terms of legal security, production efficiency, rural development, and sustainability. These practices not only secure the future of agricultural production but also contribute to the conservation of natural resources and form the basis for sustainable development in rural areas. The completion and updating of cadastral practices on agricultural land should support rural development by ensuring property security. Besides, the effective use of cadastral data in land management processes should be encouraged to increase agricultural productivity and sustainability.

Keywords: Cadastre practices, property security, land management, agricultural productivity, rural development.

1.Giriş

Türkiye'de tarım, stratejik öneme sahip bir sektördür. Tarım arazileri yalnızca gıda üretiminin değil; yakıt, lif ve ekosistem hizmetlerinin de temel kaynağını oluşturmaktadır. Küresel ölçekte enerji kalorilerinin yaklaşık %90'ı, protein ve yağ ihtiyacının ise %80'i tarım arazilerinden karşılanmaktadır (Viana ve ark., 2022). Bu nedenle tarım arazilerinin sürdürülebilir kullanımı, gıda güvenliğinin temini kadar ekonomik ve çevresel dengelerin korunması açısından da kritik önemdedir. Sürdürülebilir tarım uygulamaları mevcut arazilerin verimliliğini artırarak yeni alanların açılmasına duyulan ihtiyacı azaltmakta ve çevresel baskıların hafifletilmesine katkı sağlamaktadır (Anonim, 2024). Ancak Türkiye tarımında yapısal sorunlar uzun süredir devam etmektedir. Tarım topraklarının miras yoluyla parçalanması, sulamanın yetersizliği, doğal koşullara bağımlı üretim ve mekanizasyon eksiklikleri üretim verimliliğini sınırlandırmaktadır (Anonim, 2025). İşletme büyüklüklerinin küçük kalması, miras yoluyla parçalanma ve sanayi, turizm ile altyapı yatırımlarının yarattığı baskılar arazilerin bölünmesini hızlandırmaktadır (Sayılan, 2014; Balcı & Gün, 2023; Küsek ve ark., 2023; Altürk & Konukçu, 2020; Başer,

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

2024). Bu parçalı yapı ve mülkiyet belirsizlikleri çiftçilerin araziye yatırım yapma isteğini azaltmakta, kırsal altyapı eksiklikleri ise yatırımları daha da sınırlamaktadır. Uluslararası araştırmalar da benzer şekilde, mülkiyet güvencesi eksikliğinin tarımsal verimliliği düşürdüğünü ve yatırımları olumsuz etkilediğini göstermektedir (IFAD, 2024). Dolayısıyla tarımın sürdürülebilirliği, yalnızca üretim tekniklerinin geliştirilmesine değil, aynı zamanda güçlü bir kadastro ve mülkiyet sisteminin varlığına da bağlıdır.

Kadastro, toprağın, arsanın ve arazinin hukuki ve geometrik durumlarını belirleyen, mülkiyet hakkını güvence altına alan ve mekânsal planlama süreçlerinin temelini oluşturan bir sistemdir. Tarihsel olarak toplumların ihtiyaçları ve siyasal yapılarındaki değişimlere bağlı olarak farklı işlevler üstlenmiştir (Özen, 1971). Türk Medeni Kanunu'na (4721) göre kadastro, taşınmazların sınırlarını arazi ve harita üzerinde belirleyerek hukuki durumlarını tespit etmek, tapu sicilini oluşturmak ve mekânsal bilgi sistemlerinin altyapısını sağlamak amacıyla yürütülmektedir (TKGM, 2005).

Türkiye'de kadastro faaliyetleri ilk kez 1912 tarihli Emvali Gayrimenkulesin Tahdit ve Tahriri Hakkındaki Muvakkat Kanun ile başlamış, ancak I. Dünya Savaşı nedeniyle kesintiye uğramıştır. 1934'te çıkarılan 2613 sayılı Kadastro ve Tapu Tahriri Kanunu ile tapusuz taşınmazların kaydı ve kadastral haritaların yapılması yasal bir zemine oturtulmuştur (Uçakcıoğlu, 2008). Cumhuriyetin ilk yıllarında 1925 tarihli 658 sayılı Kadastro Yasası ve 1926 Medeni Kanunu, mülkiyet kavramını modern hukuk sistemine entegre etmiş ve kadastroya yeni bir boyut kazandırmıştır (Köktürk, 2009). Uluslararası düzeyde de kadastro, ekonomik, sosyal ve kültürel gelişmenin temel araçlarından biri olarak kabul edilmektedir. Uluslararası Kadastrocular Birliği (FIG), kadastroyu mülkiyet haklarının korunmasını, şeffaflığı ve toplumsal gelişmeyi destekleyen bir bilgi sistemi olarak tanımlamaktadır (Anonim, 2006). Kadastro 2014 Raporu ise kadastronun yalnızca sınır belirleme işleviyle sınırlı olmadığını; taşınmazın büyüklüğü, değeri, hakları ve kısıtlamalarını da içeren kapsamlı bir envanter olduğunu vurgulamaktadır (Tülü, 2013).

Başlangıçta vergi toplamak amacıyla geliştirilen kadastro, zamanla mülkiyet ihtilaflarının çözümünde, planlama ve kalkınma politikalarının uygulanmasında vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir (Erkan, 1991). Günümüzde tarım arazilerinin sürdürülebilir yönetimi, gıda güvenliği ve ekonomik kalkınma açısından da kadastro sisteminin işlevselliğine bağlıdır. Bu bağlamda kadastro, hem bireysel mülkiyet haklarının korunmasını hem de devletin arazi politikalarının uygulanmasını sağlayan kritik bir mekanizmadır.

Son yıllarda teknolojik gelişmelerle birlikte üç boyutlu kadastro kavramı gündeme gelmiş, taşınmazların üzerindeki hakların ve kısıtlamaların daha güncel ve doğru yönetimine olanak sağlamıştır (Döner & Bıyık, 2022). Böylece kadastro, yalnızca hukuki bir işlem değil, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma, mekânsal planlama ve arazi yönetimi için temel bir araç hâline gelmiştir. Türkiye'de kadastro çalışmalarının tarihsel gelişimi, Osmanlı'dan Cumhuriyet'e geçişte özel mülkiyete dayalı toprak rejiminin kurulmasıyla ivme kazanmış, günümüzde ise tarım arazilerinin korunmasından kentleşme politikalarına, vergi sisteminden mekânsal bilgi altyapısına kadar çok yönlü bir stratejik işlev üstlenmiştir (Anonim, 2011).

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de tarım arazileri üzerinde yapılan kadastro çalışmalarının önemini ve kadastro faaliyetlerinin tarımsal üretim verimliliğine, mülkiyet güvenliğine, kırsal kalkınmaya ve sürdürülebilir arazi yönetimine katkılarını değerlendirmektir.

2. Kadastro ve Mülkiyetin Önemi

Mülkiyet, bireylere toprağı kullanma hakkı tanıyan yasal bir hak olmasının yanı sıra, toplumlara çeşitli sorumluluklar yüklemektedir. Sahiplilik ilkesinin yanı sıra sorumluluk ve sınırlılık ilkeleri ile kamusal hakların bireysel hakların üzerinde olduğu yasalarca vurgulanmaktadır; bu durum, mülkiyete konu taşınmazların değişimlerinin ve çevresel etkilerinin dikkate alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır (HKMO, 2019). Arazi, tarih boyunca toplumların ekonomik ve sosyal temeli olmasının yanı sıra kültürel ve duygusal bağların oluşmasına da katkı sağlamıştır (FIG, 1999). Kadastro tabanlı ve disiplinler arası arazi yönetimi, hem kentsel hem de kırsal alanlarda ekonomik ve sosyal gelişimi desteklemekte; arazi mülkiyeti ve hakları, arazi değeri, arazi kullanımı ve arazi kalkınmasını içeren dört sistemin bileşkesi ile bu süreci sağlamaktadır (Enemark, 2005).

Arazi üzerinde yapılan yatırımlar, bir ülkenin ekonomik gelişimini doğrudan etkiler. Sağlıklı kadastro verileri, büyük projelerin (kamulaştırma, karayolu, sulama, turizm vb.) uygulanmasını kolaylaştırmakta, proje kararlarının doğruluğunu artırmakta ve yatırım maliyetlerini düşürmektedir. Kayıtlar güvenilir ve güncel olmadığında, taşınmazların değerleri üzerinden gerçekleştirilen işlemler aksamakta ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Köktürk & Bakırtaş, 2009). Mülkiyet haklarının iyi tanımlanması ve korunması, kaynakların verimli kullanılmasını sağlayarak rekabetten toplumsal fayda elde edilmesine olanak tanır; aksi durumda bireyler, hakların elde edilmesi için diğer kaynaklarını harcamak zorunda kalır (Oğuz, 2003).

Tarım açısından da kadastro ve mülkiyet hakları kritik öneme sahiptir. Tarım, ekonomik kalkınmanın temel sektörlerinden biri olup, besin üretimi ve diğer sektörlere hammadde sağlaması ile ekonomiye yön vermektedir (Solmaz, 2007). Mülkiyet hakları net bir şekilde tanımlanmadığında, çiftçiler ortak mülkiyete açık arazilerde uzun vadeli yatırımlar yapma konusunda isteksiz davranmakta ve bu durum tarım arazilerinin verimli kullanımını olumsuz etkilemektedir (Oğuz, 2003). Tapu kayıtları, arazi kullanımının ve mülkiyetinin belirlenmesinde en güvenilir delil olarak, yatırım güvenliği ve kredi olanakları açısından önem taşımaktadır (EU, 2004).

Kadastro, çevresel risklerin yönetilmesinde de önemli bir araçtır. Türkiye'de kırsal yerleşimlerin plansız, dağınık ve engebeli araziler üzerinde kurulması, doğal afet risklerini artırmaktadır (DPT, 2006). Kadastro yapılmış olsun ya da olmasın, yangın, sel ve heyelan gibi afetler sonrası mülkiyet sınırlarının yeniden tespit edilmesi gerekebilir ve bu görev Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir (Tüdeş & Bıyık, 2001).

Tarihsel olarak bakıldığında, kadastro ve mülkiyet hakları, toplumsal gelişimle paralel olarak evrilmiş; kapsamı, hedefleri ve ilkeleri toplumun ihtiyaçlarına göre şekillenmiştir. Mülkiyet hakları, sosyal ve politik bir güvence niteliği taşımakta ve bireylerin ekonomik kararlarında etkili olmaktadır. Güvenilir mülkiyet kayıtlarının olmaması, özellikle değişim sürecindeki

ülkelerde yabancı yatırımcıların tereddüt yaşamasına yol açar; bu nedenle güçlü yasal ve politik temeller gereklidir. Geleneksel kadastral sistemler, arazi piyasasının güvenilirliğini desteklemek için uzun yıllardır kritik bir araç olarak işlev görmektedir (FIG, 1999).

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) verilerine göre, Türkiye'deki 52.325 birimden 52.055'inin kadastrosu tamamlanmış olup, kadastro tamamlanma oranı %99,48 olarak gerçekleşmiştir. İllere göre yapılan değerlendirmelerde, 54 ilde tüm birimlerin kadastro işlemlerinin tamamlandığı, 27 ilde ise bazı sorunlu birimler tespit edildiği görülmektedir. Kadastrosu yapılamayan bu sorunlu birimlerin toplam sayısı 270 olup, en fazla sorunlu birim sırasıyla Şırnak'ta 44, Van'da 36 ve Diyarbakır'da 33 olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, Türkiye genelinde TAKBİS kayıtlarına göre, 25 Haziran 2025 tarihi itibarıyla toplam 59.287.257 parsel ve 24.740.226 bağımsız bölüm bulunmaktadır (TKGM). Bu veriler, ülke genelinde kadastro çalışmalarının büyük ölçüde tamamlandığını ve taşınmaz mülkiyet bilgilerinin güvenilir bir veri tabanı oluşturacak düzeye ulaştığını göstermektedir.

Tablo 1. Türkiye geneli kadastro durumu

Birim sayısı	**Kadastro tamamlanan birim sayısı**	**Sorunlu birim sayısı**	**Kadastro tamamlanma yüzdesi (%)**	**Sorunlu birim yüzdesi (%)**
52 325	52 055	270	99.48	52.00
Toplam parsel sayısı (milyon)	**Tamamlanma yüzdesi (%)**	**Kesin koordinat yüzdesi (%)**	**Geçici koordinat yüzdesi (%)**	**İyileştirilmiş koordinat adedi**
59.4	99.85	73.98	24.74	758 150

Kaynak: TKGM, 2023a

TKGM'nin 2020-2024 yılları arasındaki faaliyetlerinde belirgin bir artış ve çeşitlenme yaşanmıştır. Parsel bazlı işlemlerde özellikle yenilenen parsel sayısında dalgalı bir seyir izlenmektedir. 2020 yılında yaklaşık 2 milyon olan parsel yenileme işlemleri, 2021 ve 2022 yıllarında 3 milyonun üzerine çıkarak önemli bir artış göstermiş, ancak 2023'te ciddi bir düşüş yaşanmıştır. 2024 yılında ise 4,5 milyonun üzerinde yenileme ile dönemin en yüksek rakamına ulaşılmıştır. Bu dalgalanmalar, projelerin uygulama yoğunluğundaki değişimlerden, bütçe ve kurumsal önceliklerden kaynaklanmış olabilir. Parsel bazlı işlemler içinde 2B kadastrosu ve güncelleme çalışmaları 2023 yılından itibaren gündeme gelmiş, 2024 yılında ise iki kattan fazla artarak hız kazanmıştır. Orman kadastrosu ve düzeltme çalışmalarının ise oldukça sınırlı bir alanda yürütüldüğü, buna rağmen 2024 yılında artış kaydedildiği görülmektedir. Alan bazlı işlemlerde de benzer bir gelişim söz konusudur. Tescilsiz alanların tespitinde belirtilen yıllarda dalgalanma yaşanmış, 2024 yılında 642 bin hektar ile en yüksek seviyeye ulaşılmıştır. Özellikle 3B şehir modelleri ve ortofoto harita üretimi için yapılan çalışmalar dikkat çekmektedir. 2020 yılında 6 bin km² seviyesinde olan havadan görüntüleme alanı, 2024 yılında yaklaşık 62 bin km²'ye çıkarak on kat artmıştır. Bu durum, dijitalleşme, şehir planlama ve akıllı şehir uygulamalarına verilen önemin giderek arttığını göstermektedir. Ayrıca 2024 yılında ilk kez yüzölçüm hatalarının düzeltilmesine yönelik çalışmalar yapılmış ve 130 bin hektarı aşkın bir alanda iyileştirme gerçekleştirilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, TKGM'nin 2020-2024 döneminde hem işlem hacmini hem de faaliyet çeşitliliğini artırdığı görülmektedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Özellikle 2024 yılı, parsel yenileme, tescilsiz alan tespiti ve 3B modelleme çalışmaları bakımından öne çıkmakta; kurumun teknolojik yeniliklere ve arazi yönetiminde doğruluğun artırılmasına ağırlık verdiğini ortaya koymaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Yıllara göre TKGM tarafından yapılan işlemler (2020-2024)

Grup	Yapılan işlemler	2020 yılı (adet)	2021 yılı (adet)	2022 yılı (adet)	2023 yılı (adet)	2024 yılı (adet)
Parsel bazlı	Yenilenen Parsel sayısı	1.955.648	3.204.654	3.757.958	1.771.788	4.585.579
	2B kadastrosu/güncellemesi çalışmaları	---	---	---	22.406	53.656
	Orman kadastrosu/düzeltme çalışmaları	---	---	---	139	344
Alan bazlı	Tespiti yapılan tescilsiz alan miktarı (hektar)	424.015	554.074	415.034,69	181.062,54	642.930
	3B şehir modelleri ortofoto harita üretimi amaçlı havadan görüntü alımı yapılan alan miktarı (km^2)	6342	6.035	11.177	15.881,32	62.596,57
	Yüzölçüm hatalarının düzeltilmesi (%10 üzeri)	---	---	---	---	130.715

Kaynak: TKGM, (2020-2025)

3. Tarım Arazilerinde Kadastro Çalışmaları

Türkiye'de taşınmaz sınırlarının, mülkiyetinin ve hak-yükümlülüklerin korunmasının temel güvencesi, tüzel çerçevede şekillendirilmiş bir kadastro sistemidir. Arazi yönetimi, özellikle yerel ölçekte planlama, toprak düzenleme, taşınmaz piyasasının yönlendirilmesi, taşınmaz projelerinin geliştirilmesi ve tarımsal destekleme uygulamalarında, doğru, hızlı, güvenilir ve kapsamlı bilgiler sunan bir kadastral sisteme ihtiyaç duymaktadır (Demir & Gür, 2006). Kadastro ve arazi yönetim sistemleri, toprağa bağlı sosyal eşitliğin sağlanması, ekonomik büyümenin desteklenmesi ve çevrenin korunması gibi politika hedeflerinin uygulanabilmesi için temel altyapıyı sağlar ve bu problemlerin çözümüne imkân tanır. Arazi yönetiminde başlıca beş fonksiyon öne çıkmaktadır: arazi mülkiyetinin korunması (tapu-kadastro ve mülkiyet hakları), arazi kullanımının planlanması ve politikaların belirlenmesi (kent-kır planlaması), arazi geliştirme süreçlerinin uygulanması ve izlenmesi (imar ve denetim), taşınmazların değer tespitleri ve değerleme haritalarının hazırlanması, ve arazi bilgi altyapısının oluşturulması (Arazi/Kent/CBS veri tabanları) (Şener, 2016). Bu kapsamda kadastro, tarım arazilerinin yönetiminde ve kırsal kalkınma hedeflerine ulaşmada stratejik bir araç olarak kritik öneme sahiptir.

Kadastro, tarımsal üreticiler ve çiftçiler için arazi mülkiyetinin belirlenmesi, kullanım haklarının güvence altına alınması ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanması açısından kritik

bir rol oynamaktadır. Tarım sektöründe faaliyet gösteren çiftçilerin verimli üretim yapabilmesi için mülkiyet haklarının netleşmesi, arazi toplulaştırma projelerinin uygulanması ve devlet desteklerine erişimin kolaylaştırılması gerekmektedir (3402 sayılı Kanun, Amaç Madde 1). Tarım arazilerinden yeterince faydalanamamanın sonucu olarak tarımsal ürünlerin maliyetleri artmakta, teknoloji istenen seviyede kullanılamamakta, hedeflenen verim alınamamakta, su kullanım etkinliği düşmekte, üretimdeki emeğin verimliliği azalmakta, yeni yatırımlar için yeterli sermaye birikiminde güçlükler yaşanmakta ve sonuçta planlanan üretim hedeflerine erişilemeyerek tarım ürünleri arz güvenliği zarar görmektedir. Bu durum, tarım ürünleri arz güvenliğinin arazi politikaları ile desteklenmesini ve güçlendirilmesini zorunlu kılmaktadır (İnan, 2025). Bu çerçevede kadastro, çeşitli tarımsal projelerde temel altyapı olarak görev yapmaktadır. Bunlar arasında arazi toplulaştırma projeleri, sulama ve su yönetimi projeleri, kırsal kalkınma ve tarım destek projeleri, organik tarım ve sözleşmeli üretim projeleri, kırsal konut ve tarım işçileri için yerleşim projeleri ile erozyon ve arazi koruma projeleri yer almaktadır. Kadastro, bu projelerin planlanması, uygulanması ve izlenmesinde güvenilir veri ve hukuki altyapı sağlayarak tarımsal üretimin sürdürülebilirliğine doğrudan katkı sunmaktadır.

1961–2003 yılları arasındaki yaklaşık 40 yıllık dönemde yalnızca 450 bin hektar alanda toplulaştırma çalışması yapılmıştır. Buna karşın 2003–2022 yılları arasında, yani yaklaşık 20 yılda 5,9 milyon hektar alanda toplulaştırma gerçekleştirilmiştir. Bu durum, 2003 sonrası dönemde arazi toplulaştırma çalışmalarına verilen önemin ve uygulama hızının katlanarak arttığını göstermektedir. Önceki 40 yılda yapılan çalışmaların yaklaşık 13 katı büyüklüğünde bir alan, sonraki 20 yılda toplulaştırılmıştır. Bu fark, hem kırsal kalkınma politikalarında arazi toplulaştırmasının öncelikli hale geldiğini hem de kurumsal kapasite ve yasal düzenlemelerle süreçlerin hızlandığını ortaya koymaktadır.

Tablo 3. Arazi toplulaştırma çalışmalarının tarihsel gelişimi

Alan (ha)	
1961-2003	**2003-2022**
450.000	5.9 milyon

Kaynak: TKGM, 2023

4. Sonuç ve Öneriler

Kadastro ve tapu hizmetleri, kentleşme ve imar uygulamaları, kamulaştırma, arsa ve arazi düzenlemesi, yeryüzü ile ilişkili mühendislik projelerinin hazırlanması ve uygulanması, toplumsal, turistik ve ekonomik planlama gibi toprakla ilgili tüm tasarım ve uygulamaların temel altyapısını oluşturmaktadır. Bu nedenle, tüm kamu kurum ve kuruluşlarının bu bilgi ve belgelere erişimini sağlamak, topraktan düzenli ve verimli bir şekilde yararlanmak, kamulaştırma, emlak vergisi ve alım-satım harçlarından etkin biçimde yararlanmak, taşınmaz değerleme işlemlerini yürütmek ve izlemek, toprağa ilişkin planlamalara altlık oluşturmak kritik öneme sahiptir. Tapu ve kadastro bilgi ve belgelerinin üretilmesi, arşivlenmesi ve güncellenmesi; hizmetlerin kendi kendini finanse edebilecek bir yapıda düzenlenmesi; taşınmazlardan vergi ve harç alınabilmesi; mülkiyet ve sınır anlaşmazlıklarının çözümü; bilgi teknolojileri destekli mekânsal boyutlu Tapu Kadastro Bilgi Sistemi'nin oluşturulması ve Türk

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Medeni Kanunu'nda öngörülen sınır güvenliğini sağlayacak yer kontrol noktalarının kurulması ve sürdürülmesi, taşınmazları devlet güvencesi altına alarak mülkiyet hakkının güvenliğini sağlamaktadır. Kadastro, taşınmazların sınırlarının belirlenmesi, tescili ve haritalanması işlemlerini kapsayan teknik ve hukuki bir süreç olup, mülkiyet sisteminin temelini oluşturmaktadır. Özellikle tarım ekonomisi açısından kritik öneme sahiptir. Türkiye gibi geniş kırsal alanlara ve yoğun tarımsal faaliyete sahip ülkelerde, kadastro sisteminin sağlıklı işlemesi, tarımsal verimlilikten kırsal kalkınmaya kadar pek çok alanı doğrudan etkilemektedir. Sonuç olarak, kadastro yalnızca mülkiyetin belirlenmesiyle sınırlı olmayan; tarım başta olmak üzere birçok sektörü doğrudan etkileyen stratejik bir araçtır. Türkiye'de kadastro çalışmalarında önemli ilerlemeler kaydedilmiş olsa da, güncelleme eksiklikleri, teknolojik yetersizlikler ve toplumsal bilinç gibi alanlarda hâlen gelişmeye ihtiyaç vardır.

Tarım arazilerinde kadastro ve mülkiyet güvenliğinin sağlanması, tarımsal verimlilik, kırsal kalkınma ve sürdürülebilir arazi yönetimi açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, uygulanabilecek politika önerileri şunlardır:

1. *Kadastro çalışmalarının tamamlanması ve güncel tutulması:* Kadastro verilerinin güvenilir ve erişilebilir hâle getirilmesi, mülkiyet haklarının korunmasını sağlayarak çiftçilerin ve yatırımcıların güvenle hareket etmesine imkân tanıyacaktır. Sorunlu parsellerin tespiti ve çözümü için TKGM, yerel yönetimler ve ilgili kurumlar arasında koordinasyon güçlendirilmelidir.

2.*Toplulaştırma ve parselasyon politikalarının etkin uygulanması:* Tarım arazilerinin parçalanmasının önlenmesi, üretim verimliliğinin artırılması ve tarımsal desteklerin kadastro verileriyle ilişkilendirilmesi önemlidir. Sulama, erozyon kontrolü, organik tarım ve sözleşmeli üretim gibi sürdürülebilir üretim projelerinin kadastro altyapısı ile planlanması ve izlenmesi teşvik edilmelidir.

3.*Teknolojik entegrasyon:* CBS ve 3 boyutlu kadastro sistemlerinin yaygınlaştırılması, taşınmazların üzerindeki hak ve kısıtlamaların güncel ve doğru yönetilmesini sağlar. Dijital altyapının geliştirilmesi ile tarımda yatırım ve planlama kararlarının desteklenmesi önemlidir.

4.*Bilgilendirme ve eğitim:* Çiftçilerin mülkiyet hakları ve kadastro verilerinin kullanımı konusunda bilgilendirilmesi; kamu kurumları, yerel yönetimler ve sivil toplum kuruluşları ile iş birliği yapılarak kadastro verilerinin tarım politikalarında etkin kullanımının sağlanması gerekmektedir.

5.*Mevzuat ve teşvikler:* Kadastro ve arazi yönetimi mevzuatının tarım ve kırsal kalkınma hedefleriyle uyumlu hâle getirilmesi; kadastro eksikliklerinin giderilmesi; teknolojik yatırımların desteklenmesi için teşvik ve bütçe planlamasının yapılması; arazi kullanım ve mülkiyet değişikliklerinin çevresel ve sosyal etkilerini izleyen mekanizmaların kurulması gereklidir.

Bu politikaların uygulanması, tarımsal üretimde verimliliğin artırılmasına, yatırım güvenliğinin sağlanmasına, kırsal kalkınmanın desteklenmesine ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımına doğrudan katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

Altürk, B., Konukçu, F. (2020). Modeling land use/land cover change and mapping morphological fragmentation of agricultural lands in Thrace Region/Turkey. Environment, Development and Sustainability (2020) 22:6379–6404. https://doi.org/10.1007/s10668-019-00485-3

Anonim (2006). Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası (HKMO). Kadastro 2014 raporu ve FIG tanımı. Ankara: HKMO Yayınları.

Anonim (2011). Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası (HKMO). (2011). Türkiye'de kadastro çalışmalarının tarihi gelişimi. Ankara: HKMO Yayınları.

Anonim, (2024). United Nations Sustainable Development Goals (Food security and nutrition and sustainable agriculture). Erişim linki: https://sdgs.un.org/topics/food-security-and-nutrition-and-sustainable-agriculture Erişim tarihi: 01.09.2025

Anonim, (2025). Wikipedia. (2025, Ağustos). Agriculture in Turkey. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Agriculture_in_Turkey

Balcı, D., Gün, S. (2023). Effects of Land Consolidationon Rural Development and Sustainability. Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology,11(9): 1756-1767. DOI:https://doi.org/10.24925/turjaf.v11i9.1756-1767.6086

Başer, U. (2024). The Effects of Land Fragmentation on Hazelnut Farming in Türkiye: Environmental, Economic, and Policy Perspectives. Applied Fruit Science, 66:1987–1996. https://doi.org/10.1007/s10341-024-01178-6

Döner, F., & Bıyık, C. (2022). Üç boyutlu kadastro kavramı ve uygulamaları. Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 14(1), 1–15.

DPT, (2006). Devlet Planlama Teşkilatı, Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi, DPT Yayını, Ankara. Erişim Linki: https://www.sbb.gov.tr/wp content/uploads/2022/07/2006_Yili_Programi.pdf Erişim Tarihi: 04.06.2025

Enemark, P. S. (2005). Understanding the land management paradigm. FIG Com 7 Symposium on Innovative Technologies for Land Administration. Madison, Wisconsin, USA.

Erkan, H. (1991). Mülkiyet hakkı. Ankara: TODAİE Yayınları.

EU, (2004). Land Policy Guidelines, @ovember 2004. Erişim linki: http://ec.europa.eu/ development/icenter/repository/EU_Land_Guidelines_Final_12_2004_en.pdf, (25.02.2008).

FIG, (1999). FIG Statement on Cadastre, Publication No. 11, Fédération Internationale Geometres.

Gür, M., Demir, H. (2006). Analyzing of Turkish Cadastre System According to Land Administration Concept. XXIII. International FIG Congress, Munich, Almanya, 8-13 Ekim 2006, Münih.

HKMO, (2019). Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası (Hazırlayan: Celalettin Bilgin), 17. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25-27 Nisan 2019, Ankara.

IFAD. (2024). Why land tenure is crucial for sustainable food systems. International Fund for Agricultural Development. https://www.ifad.org/en/w/opinions/fs-thematic-land

İnan, O. (2025). Mülkiyet Kaynaklı Sebeplerle Etkili Kullanılamayan Arazilerin Tarım Ürünleri Arz Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi Cilt: 12 Sayı: 1, 110 - 118.

Köktürk, E. (2009). Türkiye'de kadastro yasalarının gelişimi. HKMO Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 2(1), 25–40.

Köktürk, E., Bakirtaş, T. (2009). Türkiye Ekonomisi-Türkiye Kadastrosu Đlişkisi Üzerine, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11-15 Mayıs 2009, Ankara

Küsek, G., Akdemir, Ş., Ismailla, I.S. (2023). Land consolidation in Turkey-A Multipurpose/Discipline Land Consolidation in Turkey with ICT Support 2023. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, Vol. 23, Issue 2, 355-362.

Oğuz, Fuat (2003), Mülkiyet Hakları Bir Ekonomik Analiz, Roma Yayınları, Ankara.

Özen, E. (1971). Kadastro ve toplumsal evrim. İstanbul: İTÜ Yayınları.

Sayılan, H. (2014). Importance of Land Consolidation in the Sustainable Use of Turkey's Rural Land Resources. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 120, 19 March 2014, Pages 248-256. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.102

Solmaz, E. (2007). Muğla orman köylerinin kalkınmasına yönelik uygulanan politikaların yoksulluk düzeyi ve orman kaynaklarının kullanımına etkisi. Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (İLKE), 19, 15.

Şener, B. (2016). Erişim linki: http://www.gidahatti.com/saglikli-arazi-yonetim-modeli-nasil-olmali-54269/amp

TKGM (2005). Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Kadastro tanımı ve uygulamaları. Ankara: TKGM Yayınları.

TKGM, (2020). Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, İdari Faaliyet Raporu, Erişim linki: https://www.tkgm.gov.tr/sites/default/files/2020-10/turkiye_geneli_kadastro_durumu.pdf Erişim tarihi: 08.09.2025

TKGM, (2021). Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, İdari Faaliyet Raporu, Erişim linki: https://www.tkgm.gov.tr/sites/default/files/2021-03/2020_IDARE_FAALIYET_RAPORU.pdf Erişim tarihi: 08.09.2025

TKGM, (2022). Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, İdari Faaliyet Raporu, Erişim linki: https://www.tkgm.gov.tr/sites/default/files/2022-04/TKGM%202021%20%C4%B0DARE%20FAAL%C4%B0YET%20RAPORU%2003%2002.2022_2.pdf Erişim tarihi: 08.09.2025

TKGM, (2023a). Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Kadastro mevzuatı, Erişim linki:https://www.tkgm.gov.tr/ Erişim tarihi: 03.06.2025

TKGM, (2023b). Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, İdari Faaliyet Raporu, Erişim linki: https://www.tkgm.gov.tr/sites/default/files/2023-02/TKGM%2B2022%2BYili%2BIdari%2BFaaliyet%2BRaporu.pdf Erişim tarihi: 08.09.2025

TKGM, (2024). Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, İdari Faaliyet Raporu, Erişim linki: https://www.tkgm.gov.tr/sites/default/files/2024-02/2023%2BYili%2BIdare%2BFaaliyet%2BRaporu.pdf Erişim tarihi: 08.09.2025

TKGM, (2025). Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, İdari Faaliyet Raporu, Erişim linki: https://www.tkgm.gov.tr/sites/default/files/2025-02/Idare%20Faaliyet%20Raporu%202024.pdf Erişim tarihi: 08.09.2025

Tüdeş, T., Bıyık, C. (2001). Kadastro Bilgisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon.

Tülü, B. (2013). Kadastro 2014 raporunun değerlendirilmesi. Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, 9(1), 45–60.

Tülü, Ş. (2013). Türkiye'de Üretilmiş Kadastral Altlıkların Bilgi Sistemi Oluşturma İçerikli Çalışmalarda Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, S.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Uçakcıoğlu, E. (2008). Türkiye'de kadastro yasalarının tarihi. Selçuk Üniversitesi Harita Mühendisliği Dergisi, 3(2), 67–82.

Viana, C.M., Freire, D., Abrantes, P., Rocha, J., Pereira, P. (2022). Agricultural land systems importance for supporting food security and sustainable development goals: A systematic review. Science of the Total Environment 806, 150718. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150718

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

TÜRKİYEDE TARIMSAL YAYIM FAALİYETLERİ İÇİNDE HATAY İLİNİN YERİ

Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, aybukekaya@mku.edu.tr - 0000-0002-6866-1951

ZM. Elif ÖNCEL
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, elif.oncel11162@gmail.com – 0009-0005-5713-8144

ÖZET

Türkiye'de tarımsal yayım faaliyetleri, 19. yüzyılın ortalarından itibaren başlamış ve Cumhuriyet dönemiyle birlikte kurumsal bir yapıya kavuşmuştur. Günümüzde bu faaliyetler, Tarım ve Orman Bakanlığı öncülüğünde, kamu ve özel sektör iş birliğiyle yürütülen kapsamlı bir sistem hâline gelmiştir. Tarımsal yayım, çiftçilere modern üretim teknikleri ile bilgi ve becerilerin aktarılmasını sağlayan bir süreç olup, kırsal kesimde üretim verimliliğini artırarak ekonomik kalkınmayı desteklemektedir. Ayrıca, tarımsal yayım sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesine ve üreticilerin yaşam kalitesinin yükselmesine katkı sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, tarımsal yayım faaliyetlerinin önemini ortaya koymak ve Hatay ilinde yürütülen yayım uygulamalarının mevcut durumunu incelemektir. Hatay ili, Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'nde stratejik bir tarım alanı olarak tarımsal yayım faaliyetlerinde önemli bir rol üstlenmektedir. İlin iklimi, verimli toprakları ve tarımsal çeşitliliği, hem bitkisel hem hayvansal üretimde yüksek potansiyel sunmaktadır. Hatay'da Tarım ve Orman İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan yayım programları, bölgedeki tarımsal sorunlara çözüm üretmeyi ve üreticilerin bilgi ve becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir. 2022-2023 yıllarında gerçekleştirilen faaliyetler arasında demonstrasyonlar, tarla günleri, çiftçi toplantıları ve çeşitli eğitim kursları öne çıkmaktadır. Ayrıca, ilde görev yapan serbest tarım danışmanları, her biri yaklaşık 50-60 üreticiye teknik destek sağlayarak tarımsal üretimde modern uygulamaların yaygınlaşmasına katkıda bulunmaktadır. Hem kamu yayımı hem de serbest danışmanlık yoluyla üreticilerin bilgiye erişimi sağlanmakta ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi desteklenmektedir. Hatay'daki tarımsal yayım faaliyetlerinin etkinliğinin artırılması için programlara yeni tarım teknolojileri ve iklim değişikliğine uyum konularının eklenmesi, danışman sayısının artırılması, özellikle Ziraat Mühendislerinin istihdam edilmesi ve faaliyetlerin düzenli olarak izlenip değerlendirilmesi önemlidir. Ayrıca, çiftçilerin planlama sürecine katılımının teşvik edilmesi ve yerel örgütlerle iş birliğinin güçlendirilmesi, yayım faaliyetlerinin etkinliğini daha da artıracaktır.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal yayım, tarım danışmanlığı, kırsal kalkınma.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

THE ROLE OF HATAY PROVINCE IN AGRICULTURAL EXTENSION ACTIVITIES IN TÜRKİYE

ABSTRACT

Agricultural extension activities in Türkiye date back to the mid-19th century and gained an institutional framework with the establishment of the Republic. Today, these activities have evolved into a comprehensive system coordinated by the Ministry of Agriculture and Forestry and implemented through the collaboration of public and private actors. Agricultural extension serves as a dynamic process that equips farmers with knowledge and skills in modern production techniques, thereby enhancing productivity in rural areas and contributing to economic development. In addition, extension activities promote the adoption of sustainable agricultural practices and play a vital role in improving the quality of life of farmers. The present study aims to emphasize the significance of agricultural extension and to analyze the current status of extension practices in Hatay Province. Hatay, located in Türkiye's Mediterranean Region, constitutes a strategic agricultural hub due to its favorable climate, fertile soils, and crop diversity, offering high potential for both crop and livestock production. The Provincial Directorate of Agriculture and Forestry in Hatay designs and implements extension programs that seek to address local agricultural challenges and improve farmers' technical capacities. During 2022–2023, activities included demonstration projects, field days, farmer meetings, and various training courses. Besides, freelance agricultural consultants operating in the province provided technical support to approximately 50–60 farmers each, thereby facilitating the dissemination of modern agricultural practices. Farmers' access to information was further strengthened through a combination of public extension services and private consultancy, supporting the broader adoption of sustainable practices. To enhance the effectiveness of agricultural extension in Hatay, it is crucial to integrate topics such as new agricultural technologies and climate change adaptation into training programs, expand the number of extension personnel—particularly agricultural engineers—and establish systematic mechanisms for monitoring and evaluation. Furthermore, encouraging farmers' active participation in the planning process and strengthening collaboration with local institutions and organizations will further increase the efficiency and impact of extension services in the region.

Keywords: Agricultural extension, agricultural advisory services, rural development.

1.Giriş

Tarımsal yayım; tarımın her alanında üretim, işleme ve pazarlama faaliyetlerinde bulunan kişilerin, ihtiyaç duydukları bilgi, teknik ve yöntemleri doğru, zamanında ve yeterli düzeyde edinebilmeleri amacıyla verilen eğitim, danışmanlık ve bilgilendirme hizmetlerinin bütünüdür (Ekmen, 2020). Mounter, tarımsal yayımı "çiftçilere eğitim yoluyla tarımsal üretim şekilleri ve tekniklerinin geliştirilmesinde, üretimde etkinliğin ve tarımsal gelirin artırılmasında, hayat standartlarının iyileştirilmesinde ve kırsal yaşamın sosyal ve eğitimsel seviyesinin yükseltilmesinde yardımcı olan bir hizmet veya sistem" olarak tanımlamaktadır. Benzer şekilde Değirmenci ve ark. (2008), tarımsal yayımı, tarımla uğraşan bireylere eğitsel bir süreç içinde yardımcı olan bir hizmet veya sistem olarak ifade etmektedir. Tarımsal yayım, çiftçilerin

bilimsel bilgilere dayalı tarım tekniklerini öğrenmesini ve uygulamasını teşvik eden bir süreçtir. Bu yönüyle, çiftçilerin bilgiye, teknolojiye ve yeniliklere erişimini sağlayarak üretimde verimlilik ve sürdürülebilirliği artırmada kritik bir rol üstlenmektedir. Bir ülke tarımsız, tarım da tarımsal yayımsız düşünülemez. Değişen koşullar doğrultusunda sürekli gelişen bir kavram olan tarımsal yayım, verimliliği artırmak, çiftçi gelirlerini yükseltmek, sürdürülebilir ve çevre dostu üretim tekniklerini benimsetmek gibi amaçlar taşımaktadır. Ayrıca, çiftçilerin mevcut ve gelecekteki durumlarını analiz edebilmesine, sorunları ve ilişkilerini görebilmesine, bilgilerini yapılandırmasına, yeni bilgi ve yetenekler kazanmasına, doğru tercihler yaparak karar verme, uygulamaları izleme ve değerlendirme becerilerini geliştirmesine katkı sağlamaktadır (Değirmenci ve ark., 2008).

Tarımsal yayım ve danışmanlık sistemlerinin temel hedeflerini; üretimde verimliliği ve sürdürülebilirliği artırmak, teknoloji transferini sağlamak, beşeri sermayeyi geliştirmek, çiftçilerin gelirlerini yükseltmek için gerekli teknik ve yönetim becerilerini kazandırmak, üretici örgütlenmelerini desteklemek ve doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimine katkıda bulunmak olarak sıralamaktadır. Bu bağlamda tarımsal yayım çalışmaları yalnızca üretim verimliliğini ve çiftçi gelirini artırmakla kalmayıp; bilgi, beceri ve iletişim düzeylerini geliştirmek, uzmanlaşmayı sağlamak ve tarımsal yeniliklerin yaygınlaşmasına aracılık etmek gibi çok yönlü işlevler üstlenmektedir (Demiryürek, 2014; Torun Kayabaşı, 2020; FAO, 2020).

Tarımsal yayım faaliyetlerini sürdüren tarım danışmanları, modern teknolojileri kullanarak üretim süreçlerinde karşılaşılan sorunlara çözüm geliştirebilecek yetkinliktedir. Danışmanların temel görevleri arasında; sürdürülebilir üretim tekniklerinin tanıtılması, çiftçilerin bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi, doğal kaynakların ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik bilgilendirme yapılması, pazar başarısı için yönlendirmeler sunulması, işletmelerin gelişim planlarının hazırlanması, ekonomik analizlerinin yapılması ve üretici örgütlenmelerinin desteklenmesi yer almaktadır. Ayrıca, danışmanlar eğitim faaliyetleri yürütmekte, veri toplamakta ve bu süreçlerde farklı iletişim araçlarını kullanmaktadır (Anonim, 2006).

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yetkilendirilen Serbest Tarım Danışmanları ise bireysel veya kurumsal olarak çiftçilere teknik bilgi ve rehberlik sunarak kamu yayım hizmetlerini desteklemektedir. Ziraat odaları, sivil toplum kuruluşları ve tarımsal danışmanlık şirketlerinde görev yapan bu uzmanlar, ilgili mevzuat çerçevesinde sertifikalandırılarak faaliyetlerini sürdürmektedir. Böylece tarımsal danışmanlık sistemi, hem kamu yayım hizmetlerini tamamlayıcı hem de üreticilerin bilgiye erişimini kolaylaştırıcı bir mekanizma olarak işlev görmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de tarımsal yayım faaliyetlerinin genel gelişimini ortaya koymak, ayrıca Hatay ili özelinde yürütülen yayım ve danışmanlık hizmetlerinin mevcut durumunu incelemektir. Hatay ilinde uygulanan yayım programları, serbest tarım danışmanlığı hizmetleri ve üreticilerin bu hizmetlerden yararlanma düzeyleri incelenerek, tarımsal yayımın etkinliğinin artırılması için çözüm önerileri geliştirilmesi hedeflenmektedir.

2. Türkiye'de Tarımsal Yayım Faaliyetleri

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Türkiye'de modern anlamda tarımsal danışmanlık hizmetleri, 1984–1997 yılları arasında Dünya Bankası ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilen Tarımsal Yayım ve Uygulamalı Araştırma Projesi (TYUAP I-II) ile başlamıştır. Bu girişimi takiben Önder Çiftçi Projesi (ÖÇP), Köy Merkezli Tarımsal Üretime Destek Projesi (KÖY-MER), Tarımsal Yayımı Geliştirme Projesi (TARGEL), Televizyon ile Yaygın Çiftçi Eğitimi Projesi (YAYÇEP) ve çeşitli kadın odaklı projeler gibi uygulamalar yürütülmüştür. Söz konusu projeler her ne kadar kamu yayımının etkinliğini artırmayı hedeflese de, esasen özel yayımın geliştirilmesini amaçlamıştır. Türkiye'de yayım ve danışmanlık hizmetleri büyük ölçüde Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) bünyesinde yürütülmekte; bu faaliyetler yayım olarak adlandırılmakta ve uygulayıcılar tarım yayımcısı olarak tanımlanmaktadır. 2009 yılından itibaren ise sertifikalı tarım danışmanlığı uygulamaları devlet tarafından desteklenmeye başlanmıştır (Abacı, 2022). Tarım sektörü, Gayri Safi Milli Hasıla'ya, istihdama, sanayiye hammadde teminine, dış ticaret dengesine ve kırsal kalkınmaya olan katkılarıyla Türkiye ekonomisinin ayrılmaz bir parçasıdır. Bu bağlamda tarımsal yayım, kırsal kesimde yaşayan bireylerin yaşam kalitelerini yükseltmeye yönelik olarak üreticilere yararlı bilgilerin iletilmesini, bilgi ve tekniklerin uygulamaya dönüştürülmesini ve en önemlisi davranış değişikliği yaratılmasını hedefleyen bir okul dışı eğitim sistemi olarak tanımlanmaktadır (Ceylan, 2010; Demirtaş ve ark., 2014).

Türkiye'de tarımsal yayım büyük ölçüde kamu eliyle yürütülse de, zamanla çeşitli ulusal ve uluslararası destekli projeler aracılığıyla yayımın kapsamı genişletilmiş ve sistemin temelleri TYUAP ile oluşturulmuştur. Örneğin Dünya Bankası destekli Çorum–Çankırı Projesi (1976–1984), FAO destekli Erzurum Projesi (1982–1989) ve IFAD destekli Bingöl–Muş (1990–1999), Yozgat (1991–2000), Erzincan–Sivas (2004–2010) ve Ordu–Giresun (2004–2006) projeleri, alan bazlı önemli örneklerdir. Ayrıca kadın çiftçilere yönelik projeler, köy merkezli üretim destekleri ve kamu destekli tarım danışmanlığı uygulamaları, yayımın kapsamını genişleten diğer girişimler arasında yer almaktadır (Taluğ, 2019).

Küresel ölçekte tarım ve gıdanın stratejik önemi giderek artarken, üretim faktörleri içinde bilginin değeri öne çıkmaktadır. Tarımsal üretim bilgi-temelli bir faaliyet hâline geldikçe, yayım hizmetlerinin önemi de artmakta; daha çoğulcu, çiftçi talebine duyarlı, konu çeşitliliği açısından geniş kapsamlı ve hedef kitleler bakımından kapsayıcı bir yaklaşım benimsenmektedir. Bu nedenle tarımsal yayım programlarının yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı kalmaması; çiftçilerin sorunlarını ve ihtiyaçlarını temel alarak uygulanabilir çözümler üretmesi, sürdürülebilir tarım hedeflerine katkı sağlaması ve düzenli olarak izlenip değerlendirilmesi gerekmektedir (Şenocak, 1967; Taluğ & Tatlıdil, 1993; Demirtaş ve ark., 2014).

3. Hatay İlinde Tarımsal Yayım Faaliyetleri

Akdeniz Bölgesi'nin doğusunda yer alan Hatay ili, bitkisel ve hayvansal üretim açısından Türkiye'nin tarımsal üretimine önemli katkılar sunmaktadır. Stratejik konumu, verimli toprakları, uygun iklim koşulları ve tarımsal çeşitliliği ile dikkat çeken il, Ortadoğu ve Avrupa arasında bir geçiş noktası konumunda bulunmakta ve bu özelliği sayesinde tarımsal ürünlerin ihracatında önemli avantajlara sahiptir. Akdeniz ikliminin sunduğu uzun ve sıcak yazlar ile ılıman kışlar, çok çeşitli tarımsal ürünlerin yetiştirilmesine olanak tanımaktadır (Semerci, 2018). Bu bağlamda, Hatay'da yürütülen tarımsal yayım faaliyetleri, hem bölge tarımının

geliştirilmesi hem de sürdürülebilir üretim uygulamalarının yaygınlaştırılması açısından kritik bir rol üstlenmektedir.

Hatay ilinde tarımsal yayım çalışmaları ve serbest tarım danışmanlığı hizmetlerinin mevcut durumu, Hatay İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün 2022–2024 yıllarına ait faaliyet raporları incelenerek değerlendirilmiştir. Bu kapsamda elde edilen veriler tablolar hâlinde sunulmuş ve ilin yayım faaliyetlerindeki gelişim süreci somut göstergeler üzerinden ortaya konulmuştur.

Hatay ilinde tarımsal yayım faaliyetlerinin planlanması ve yürütülmesinde Hatay Tarım ve Orman İl Müdürlüğü önemli bir role sahiptir. İl Yayım Programı; ildeki tarımsal sorunların çözümüne katkı sağlamak, üreticilerin bilgi ve beceri düzeylerini geliştirmek, sürdürülebilir tarım uygulamalarını yaygınlaştırmak ve belirlenen hedeflere ulaşmak amacıyla hazırlanmaktadır. Bu süreçte, şube müdürlükleri ve ilgili paydaşlarla iş birliği yapılmakta, gerçekleştirilen faaliyetler ise düzenli olarak Bakanlığa raporlanmaktadır. Program kapsamında gerçekleştirilen eğitimler, kurslar ve toplantılar, çiftçilerin bilgiye erişimini kolaylaştırmakta ve yenilikçi uygulamaların sahaya aktarılmasına aracılık etmektedir.

Tarımsal yayım faaliyetlerinde belirgin bir azalma olduğu görülmektedir. Özellikle çiftçi toplantılarının sayısı 832'den 108'e, bu toplantılara katılan üretici sayısı ise 13.779'dan 1.477'ye düşmüştür. Benzer şekilde demonstrasyonlar ve tarla günleri ile yayım materyallerinde de azalma yaşanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Hatay İlinde Tarımsal Yayım Faaliyetlerinin Yıllara Göre Dağılımı (2022–2023)

Gösterge	**2022 (Gerçekleşme)**	**2023 (Gerçekleşme)**
Demonstrasyonlar	14	10
Tarla Günleri	19	12
Toplantı Sayısı	832	108
Çiftçi Toplantılarına Katılan Kişi Sayısı	13.779	1.477
Liflet	2.000	1.020
Afiş	200	101

Kaynak: Anonim, 2024b

Hatay ilinde, 2023 yılında toplam 9 farklı tarımsal kurs düzenlendiği ve bu kurslardan 150 üreticinin sertifika aldığı görülmektedir. Kurslar, il genelinde hem bitkisel hem hayvansal üretim ile su ürünleri ve tıbbi-aromatik bitki yetiştiriciliği gibi farklı alanlarda gerçekleştirilmiştir. En fazla katılımcı, Hassa ilçesinde düzenlenen arıcılık kursu (40 kişi) ve Reyhanlı'daki mantar yetiştiriciliği kursu (32 kişi) ile sağlanmıştır (Tablo 2). Bu durum, kurs programlarının bölgenin öncelikli üretim alanlarına ve çiftçilerin ihtiyaçlarına göre planlandığını göstermektedir. Ayrıca, kursların sınırlı sayıda ve belirli konulara odaklı olarak yürütülmesi, tarımsal bilgi ve becerilerin yaygınlaştırılması açısından hem etkin bir yaklaşım sunmakta hem de sınırlı katılımcı sayısıyla birebir eğitim olanağı sağlamaktadır. Ancak, sertifika alan üretici sayısının toplam üretici kitlesine oranı düşük olduğundan, yayım faaliyetlerinin erişim ve kapsayıcılığının artırılması için ilave eğitim programlarına ve yaygınlaştırıcı yöntemlere ihtiyaç olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, "Yerli ve Milli Tohumlarımızın Ulaşmadığı Çiftçi Kalmasın" sloganından yola çıkılarak demonstrasyon

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

çalışmaları ile bölgeye uygunluğunu göstermek, yerli ve milli tohumların kullanımını artırmak için hazırlanan protokol kapsamında Hatay ilinde demonstrasyon çalışmaları yürütülmüştür. 2023 yılında personel eğitim sistemi üzerinden 84 personel bu eğitimlere başvurmuş olup 32 personel eğitime katılmıştır.

Tablo 2. Hatay İlinde 2023 Yılı Tarımsal Kurslar ve Katılımcı Sayıları (2023)

Kursun adı	**İlçe/Şube**	**Kurs Sayısı**	**Sertifika Alan Kişi Sayısı**
Arıcılık Kursu	Hassa	2	40
Besi Sığırcılığı Kursu	Yayladağı	1	13
Kadın Balıkçılar Uzatma Ağı Donatıyor Kursu	Arsuz	1	21
Mantar Yetiştiriciliği Kursu	Reyhanlı	2	32
Serada Muz Yetiştiriciliği Kursu	Hassa	1	15
Süt Sığırı Yetiştiriciliği Kursu	Kırıkhan	1	9
Tıbbı ve Aromatik Bitki Yetiştiriciliği Kursu	Antakya	1	20
Toplam		**9**	**150**

Kaynak: Anonim, 2024b

Hatay ilinde serbest tarım danışmanları, çiftçilere teknik destek sağlayarak tarımsal üretim süreçlerinin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmaya çalışmaktadır. 2022 yılında ilde 18 serbest danışman görev yaparken, 2023 yılındaki deprem felaketinin etkileri sonucu 2024 yılında bu sayı 14'e düşmüştür. Her bir danışman, bitkisel ve hayvansal üretim işletmelerinde yaklaşık 50–60 üreticiye hizmet vermektedir; bu durum danışmanların sahadaki yükünü ve etkili yayım faaliyetlerinin önemini ortaya koymaktadır. Tablo 3'e göre danışmanların ilçelere dağılımında, Dörtyol (4 danışman), Erzin ve Reyhanlı (3 danışman) gibi ilçeler ön plana çıkmaktadır. Hassa, Kumlu ve Kırıkhan'da ise danışman sayısı sınırlıdır (Tablo 3). Bu veriler, Hatay ilinde serbest tarım danışmanlığı hizmetlerinin hem üreticilere teknik destek sağlama açısından kritik bir rol oynadığını hem de danışman sayısının artırılması ve ilçeler arasındaki dağılımın dengelenmesinin yayım faaliyetlerinin etkinliğini artırabileceğini ortaya koymaktadır.

Tablo 3. Hatay İli Serbest Tarım Danışmanlarının İlçelere Göre Dağılımı

İlçe Adı	**Tarım Danışmanı Sayısı**
Erzin	3
Reyhanlı	3
Hassa	1
Kırıkhan	2
Dörtyol	4
Kumlu	1
Toplam	**14**

Kaynak: Anonim, 2024c (Hatay il Tarım ve Orman Müdürlüğü)

2022 ve 2023 yıllarında Hatay ilinde tarımsal danışmanlık hizmetleri, 17 serbest tarım danışmanı tarafından yürütülmüştür. 2022 yılında danışmanlık hizmeti alan üretici sayısı 991 kişi iken, 2023 yılında bu sayı 1.000'e ulaşmıştır. Aynı yıllarda danışmanlara yapılan toplam

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

ödemeler sırasıyla 884.000 TL ve 1.224.000 TL olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2024a). Artan bütçe, danışmanların hizmet kalitesini artırmak, saha ziyaretlerini çoğaltmak veya ek faaliyetler yürütmek için kullanılabilecek bir kaynak olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, danışman başına düşen üretici sayısının yaklaşık 50–60 kişi civarında olması, hizmetin üreticilere birebir teknik destek sağlama kapasitesine uygun şekilde yapılandırıldığını göstermektedir.

Hatay ilinde tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetlerinin ilçelere göre dağılımı incelendiğinde, hizmetlerin üretim türüne bağlı olarak farklılık gösterdiği görülmektedir. Bağ-bahçe alanlarında Hassa, sulu tarla üretiminde Reyhanlı, arıcılık faaliyetlerinde Dörtyol, küçükbaş hayvancılıkta Kırıkhan ön plana çıkmaktadır (Tablo 4). Bu dağılım, ilçelerin tarımsal potansiyeline ve üretim odaklarına göre yayım hizmetlerinin yönlendirildiğini göstermektedir. Veriler, bazı ilçelerde belirli üretim alanlarına yoğunlaşmanın, yayım ve danışmanlık faaliyetlerinin etkinliğini artırmak için planlandığını ortaya koymaktadır. Hatay'daki yayım ve danışmanlık hizmetlerinin üretim alanlarına göre hedeflenmiş olması, kaynakların etkin kullanımını ve üreticilerin ihtiyaçlarına yönelik çözümlerin geliştirilmesini desteklemektedir. Ancak bu faaliyetler, danışmanların bağlı olduğu ilçelerle sınırlı kalmamalıdır.

Tablo 4. Hatay İli Tarımsal Yayım ve Danışmalık Hizmetlerinin İlçelere Göre Dağılımı

İLÇELER	**Bağ-Bahçe**		**Tarla**		**Arıcılık**		**K. Hayvan**		**B. Hayvan**	
	Ortalama	Toplam	Ortalama	Toplam	Ortalama	Toplam	Ortalama	Toplam	Ortalama	Toplam
Dörtyol	34.17	7176.47	-	-	263.28	9478.00	-	-	-	-
Erzin	39.79	3063.72	-	-	121.75	1461.00	-	-	-	-
Payas	17.45	87.23	-	-	-	-	-	-	-	-
Altınözü	719.00	1438.00	-	-	94.00	94.00	-	-	-	-
Hassa	72.74	8437.57	337.86	337.86	133.25	533.00	-	-	-	-
Reyhanlı	68.90	4065.00	234.73	15257.62	-	-	-	-	-	-
İskenderun	38.93	389.26	-	-	84.38	1350.00	-	-	-	-
Kumlu	76.50	306.00	195.12	5853.52	-	-	113.00	113.00	173.00	173.00
Defne	29.00	87.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Kırıkhan	65.68	1247.90	341.10	4775.38	134.38	1747.00	325.91	14666.00	67.00	469.00
Belen	57.00	57.00	-	-	72.00	360.00	917.00	917.00	-	-
Arsuz	-	-	128.70	128.70	155.38	2020.00	-	-	-	-
Antakya	89.82	3143.84	240.62	2165.58	258.75	1035.00	209.00	209.00	-	-

Kaynak: Anonim, 2024c (Hatay il Tarım ve Orman Müdürlüğü)

4. Sonuç ve Öneriler

Tarımsal tarih boyunca tarımın gelişimi ile çiftçilerin bilgi ve becerilerinin artırılmasında önemli bir rol oynamıştır. Tarımsal yayım, bilginin ve teknik tavsiyelerin üreticilere iletilmesi ve uygulanabilmesi için bir araç olarak işlev görmektedir. Kırsal kesimde bilgi ve kalifiye olmanın önemi arttıkça, tarımsal yayımın gerekliliği ve önemi de her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle yayım programlarının planlı hazırlanması ve kaynakların etkin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Program hazırlanırken, ilde tespit edilen üretici ihtiyaçları, sorunlar ve yayım hedefleri dikkate alınmalıdır. Hatay'da yürütülen tarımsal yayım faaliyetleri, bölgesel tarımın gelişiminde kritik bir rol oynamaktadır. Ancak mevcut uygulamalarda bazı sınırlılıklar gözlenmektedir. Mevcut serbest tarım danışmanı sayısı, 2022'de 18 iken deprem sonrası 2024

yılında 14'e düşmüştür. Bu durum, hizmetlere erişimde yetersizlik ve üreticilerin bilgiye ulaşımında aksamalara yol açmaktadır. Dolayısıyla, serbest tarım danışmanı sayısının artırılması, danışmanların düzenli denetlenmesi ve saha çalışmalarının üreticilerden alınacak geri bildirimlerle değerlendirilmesi gerekmektedir.

Kırsal bölgelerde danışmanlık hizmetlerine erişimin kolaylaştırılması için mobil hizmet birimleri oluşturulabilir ve üreticilere yönelik teşvik programları ile danışmanlık hizmetlerine katılım artırılabilir. Yayım faaliyetlerinin geliştirilmesi açısından, bölgesel özelliklere uygun projeler hazırlanmalı ve Hatay tarımı ulusal ve uluslararası alanda daha rekabetçi hâle getirilmelidir. Tarımsal yayım çalışmalarının etkinliğinin değerlendirilmesi, yalnızca parasal girdiler ve çıktılar üzerinden değil, aynı zamanda sosyal gelişmeler ve üretici davranışları açısından da yapılmalıdır. Bu nedenle, yayım hizmetlerinin başarısını ölçmek için ilin yayım hedeflerine uygun kriterler belirlenmeli ve uygun değerlendirme yöntemleri uygulanmalıdır. Değerlendirme sürecinde, yayım programlarının uygulanması ve sahadaki genel durum analiz edilerek çalışmaların etkinliği tespit edilmelidir.

Kaynaklar

Abacı, N.İ. (2022). Samsun İlinde Tarım Danışmanlarına En Çok Danışılan Konuların Belirlenmesi. TEAD, 2022. 8(2), 144-155.

Anonim, (2006). REGA, Resmi Gazete Tarihi: 08.09.2006 Resmi Gazete Sayısı: 26283 Beşinci bölüm Tarım Yayımcısının/Danışmanının Görevleri MADDE 19 (Erişim linki: https://www.tarimorman.gov.tr/EYDB/Belgeler/TDYH/yonetmelik.pdf).

Anonim, (2024a). T.C. Hatay Valiliği. Erişim linki: http://www.hatay.gov.tr/hatayda-tarim#, Erişim tarihi: 20.01.2025.

Anonim, (2024b). TOB, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Faaliyet Raporu, Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Hizmetleri. Erişim linki: https://hatay.tarimorman.gov.tr/

Anonim, (2024c). Hatay il Tarım ve Orman Müdürlüğü, Hatay.

Ceylan, İ.C. (2010). Tarımsal Yayım ve İletişim Dersi Ders Notu. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara.

Değirmenci, Y., Manyaz, İ., Erkuş, E., Koçak, F., Arı, B. (2008). Tarımsal Yayım ve Danışmanlık (Editörlü Kitap-Ed. Habip Çadırcı), Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.

Demirtaş, M., Demirtaş, R., Zan Sancak, A., Yulafçı, A., Baliç, H. (2014). Türkiye'de Tarımsal Yayım Programlarının Hazırlanması ve Geliştirilmesinde İzleme-Değerlendirmenin Önemi. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 3-5 Eylül 2014, Samsun.

Demiryürek, K. (2014). Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Kavramları ve Felsefesi (Bölüm 2). Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Kitabı Cilt II. Tokat: 'Kırsal Alanda Çalışan Tarım

Danışmanlarının Mesleki Yeterliliklerinin Artırılması' AB ACID projesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Yayınları No:1, Tokat, 10.

Ekmen, E. (2020). Tarımsal yayımda üretici örgütlerinin yeri ve önemi. Türk Tarım Orman Dergisi, Kasım-Aralık.

FAO, (2020). Food and Agiculture Organization, Erişim linki: https://www.fao.org/home/en

Semerci, A. (2018). Hatay İlinde Tarım Sektörünün Yeri ve Önemi. TEAD, 2018; 4(1); 36-47.

Şenocak, C. (1967). Yayım ve Haberleşme, A.Ü. Ziraat Fakültesi, Güzel Sanatlar Matbaası, Ankara.

Taluğ, C. (2019). Türkiye'de Tarımsal Yayımın Gelişimi ve Değişimi. Yayım Projeleri ve Çalışmaları Değerlendirme Toplantısı, Kuşadası Kitap, 13-17 Kasım 2019.

Taluğ, C., Tatlıdil, H. (1993). Tarımsal Yayım ve Haberleşme , A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 141, Ankara.

Torun Kayabaşı, E. (2020). Tarımsal Yayım'da Hedef Kitle ve Tarımsal Yayımcının Özellikleri. Çalışma ve Toplum, 2020/3.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

ICHTHYOPHONUS HOFERI: EVALUATION OF SYSTEMIC INFECTION IN RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) WITH HISTOPATHOLOGICAL FINDINGS

Dr. Akif Er[1]

[1] Faculty of Fisheries Sciences, Recep Tayyip Erdoğan University

akif.er@erdogan.edu.tr

ORCID ID: 0000–0002-0052–5590

ABSTRACT

Ichthyophonus hoferi is a mesomycetozoan parasite with a cosmopolitan distribution that causes systemic granulomatous infections in both freshwater and marine fish. With its sophisticated spore structures and hyphal forms, it spreads to various tissues and organs, leading to serious pathological conditions. This agent, which has been reported in many economically important fish species, poses a serious threat to aquaculture due to its high mortality rates and tissue damage.

This study evaluated the macroscopic and microscopic changes observed in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) infected with *I. hoferi*. Macroscopic nodular formations were observed in vital organs such as the liver, spleen, and kidneys of the fish. When tissue sections were examined using the H&E staining method, tissue necrosis, increased density of melanomacrophage centers (MMC), and an increase in the number of granulomatous structures were observed in the liver, kidney, and spleen tissues. In addition to these findings, a significant increase in intracellular vacuolization rates was detected in the liver tissue.

The findings reveal that the infection not only spreads systemically but also causes severe cellular damage. An increase in MMC indicates an activation of the immune system, while widespread necrosis and vacuolization indicate severe impairment of organ function. This poses a risk of decreased performance and production loss in infected fish. Consequently, early detection of *I. hoferi* infections using diagnostic methods and regular histopathological monitoring are of great importance for aquaculture.

Keywords: histopathology, *Ichthyophonus hoferi*, rainbow trout

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

TÜRKİYE SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MERSİN BALIKLARININ ÖNEMİ, AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Dr. Öğr. Üyesi Mert MİNAZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, mert.minaz@erdogan.edu.tr - 0000-0003-1894-9807

ÖZET

Mersin balıkları (Acipenseridae), hem etleri hem de yüksek ekonomik değere sahip havyarları nedeniyle dünya çapında yetiştiricilikte dikkat çeken türler arasında yer almaktadır. Türkiye, coğrafi konumu ve sahip olduğu tatlı su kaynakları ile mersin balıklarının yetiştiriciliği için uygun potansiyele sahip ülkelerden biridir. Ancak, türlerin nesli tükenme tehlikesi altında olması, özel yetiştiricilik teknikleri gerektirmesi ve yüksek yatırım maliyetleri nedeniyle bu alanda bazı zorluklar söz konusudur.

Türkiye'de mersin balığı yetiştiriciliğinin en önemli avantajları arasında, yüksek pazar değerine sahip havyar üretimi, türün etinin lezzetli olması ve ihracat potansiyeli ön plana çıkmaktadır. Ayrıca, uygun iklim ve su koşulları, adaptasyon kabiliyeti yüksek türlerin yetiştirilmesine imkân tanımaktadır. Bununla birlikte, mersin balıklarının geç cinsel olgunluğa ulaşmaları, uzun üretim süreci gerektirmeleri ve özel beslenme ihtiyaçları yetiştiricilik açısından dezavantaj olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, doğal stokların korunması, genetik çeşitliliğin sürdürülebilirliği ve uluslararası ticaret kısıtlamaları da önemli sınırlayıcı faktörlerdir.

Sonuç olarak, mersin balıkları Türkiye su ürünleri yetiştiriciliğinde stratejik öneme sahip türlerdir. Yetiştiricilik çalışmalarında ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanması, genetik kaynakların korunması ve yüksek katma değerli ürünlerin pazara kazandırılması, ülkemizin bu alandaki rekabet gücünü artıracaktır. Bu çalışmada, mersin balıklarının yetiştiricilikteki avantaj ve dezavantajları ile Türkiye açısından taşıdığı önem kapsamlı biçimde ele alınmıştır..

Anahtar Kelimeler: Mersin balığı, havyar, yetiştiricilik, sürdürülebilirlik, Türkiye.

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması, beraberinde gıda güvenliği ve sürdürülebilir beslenme ihtiyacını da gündeme getirmiştir. Özellikle hayvansal protein kaynakları, insan beslenmesinde vazgeçilmez bir rol oynamaktadır. Artan nüfusla birlikte balık ve diğer su ürünlerine olan talep her geçen gün yükselmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, kişi başı yıllık balık tüketimi son 50 yılda neredeyse iki katına çıkmıştır (FAO, 2024; OECD & FAO, 2025). Bu durum, geleneksel avcılıkla elde edilen ürünlerin yanı sıra, yetiştiricilik faaliyetlerinin de önemini artırmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliği günümüzde sadece gıda üretimiyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda ekonomik kalkınma, istihdam yaratma ve ihracat gelirlerine katkı sağlama açısından da stratejik bir sektör haline gelmiştir.

Türkiye, sahip olduğu geniş kıyı şeridi, göl ve akarsu sistemleri ile su ürünleri üretimi açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Özellikle son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliğinde önemli bir gelişme kaydedilmiş, çipura (*Sparus aurata*), levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) gibi türler yetiştiriciliğin ana bileşenleri haline gelmiştir. Bununla birlikte, mevcut üretim modeli büyük ölçüde birkaç tür üzerine yoğunlaşmış olup, tür çeşitliliği açısından sınırlı bir yapıya sahiptir. Bu durum, hem piyasa dalgalanmalarına hem de biyolojik risklere karşı kırılganlık yaratmaktadır. Bu nedenle, alternatif türlerin yetiştiriciliğe kazandırılması, sektörde sürdürülebilirliğin sağlanması için önemli bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

Alternatif türler arasında özel bir öneme sahip olan mersin balıkları (Acipenseridae), hem biyolojik hem de ekonomik açıdan dikkate değer türlerdir. "Yaşayan fosiller" olarak adlandırılan bu balıklar, yaklaşık 200 milyon yıldır varlıklarını sürdüren, ilkel özelliklerini koruyan ve uzun yaşam döngülerine sahip canlılardır (Zengin vd., 2010). Mersin balıklarının dünya çapında en bilinen özelliği, yüksek ekonomik değere sahip havyar üretimidir. Beluga (*Huso huso*) türünden elde edilen havyar, uluslararası pazarlarda kilogramı binlerce dolara alıcı bulan en prestijli gıda ürünlerinden biridir. Bu yönüyle mersin balıkları, su ürünleri yetiştiriciliğinde sadece gıda üretimi açısından değil, aynı zamanda yüksek katma değerli ürünler sunmasıyla da öne çıkmaktadır.

Türkiye, sahip olduğu coğrafi konum ve tatlı su kaynakları ile mersin balığı yetiştiriciliği açısından elverişli bir potansiyele sahiptir. Karadeniz ve Hazar Denizi kökenli türler, tarihsel olarak Anadolu sularında da yayılış göstermiştir (Ustaoğlu Tırıl & Memiş, 2018). Ancak günümüzde, aşırı avcılık, habitat kayıpları, nehirler üzerindeki barajlar ve çevresel kirlilik gibi nedenlerle doğal stoklar ciddi ölçüde azalmıştır. IUCN'nin (Uluslararası Doğa Koruma Birliği) değerlendirmelerine göre birçok mersin balığı türü nesli tükenme tehlikesi altında sınıflandırılmaktadır (IUCN Sturgeon Specialist Group, 2022). Bu bağlamda, mersin balığı yetiştiriciliği yalnızca ekonomik bir faaliyet değil, aynı zamanda koruma biyolojisi açısından da büyük önem taşımaktadır. Doğal populasyonların korunması, genetik çeşitliliğin sürdürülmesi ve sürdürülebilir üretim modellerinin geliştirilmesi, hem ekolojik denge hem de sektörün geleceği açısından kritik rol oynamaktadır.

Mersin balıklarının yetiştiriciliği, sahip olduğu avantajlar kadar zorlukları da beraberinde getirmektedir. Avantajları arasında yüksek pazar değeri, kaliteli et ve uluslararası ihracat potansiyeli ön plana çıkarken; dezavantajları arasında uzun üretim süreci, geç cinsel olgunluk,

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

yüksek yatırım maliyeti ve uluslararası ticaret kısıtlamaları yer almaktadır. Özellikle dişilerin havyar verecek olgunluğa ulaşmasının yıllar alması, yatırımcılar açısından uzun vadeli planlamaları zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte, sağlanacak doğru politikalar, uygun yetiştiricilik teknikleri ve üniversite-sanayi işbirlikleri ile bu zorlukların aşılması mümkündür.

Bu çalışmanın temel amacı, mersin balıklarının Türkiye su ürünleri yetiştiriciliği açısından taşıdığı önemi kapsamlı bir şekilde değerlendirmektir. Çalışmada öncelikle mersin balıklarının biyolojik ve ekolojik özellikleri ele alınacak, ardından Türkiye'deki mevcut durum incelenecektir. Daha sonra mersin balığı yetiştiriciliğinin avantajları ve dezavantajları tartışılacak, son bölümde ise bu alandaki potansiyel ve gelecek perspektifleri üzerinde durulacaktır. Böylelikle, hem bilimsel literatüre katkı sağlanması hem de sektöre yönelik politika ve yatırım önerilerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir.

2. MERSİN BALIKLARININ BİYOLOJİK VE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Mersin balıkları (Acipenseridae), yaklaşık 200 milyon yıllık geçmişleri ile "yaşayan fosiller" olarak kabul edilmektedir (Gilligan-Lunda vd., 2024). Bu ifade, türlerin uzun jeolojik zaman dilimlerinde büyük morfolojik değişiklikler geçirmeden varlıklarını sürdürmüş olmalarını ifade eder. Günümüzde dünya genelinde 27 civarında mersin balığı türü tanımlanmış olup, bunların çoğu Kuzey Yarımküre'nin ılıman bölgelerinde yayılış göstermektedir (Dudu & Georgescu, 2024). Bu balıklar, özellikle Karadeniz, Hazar Denizi, Azak Denizi ve bunlara dökülen büyük nehir sistemlerinde tarihsel olarak önemli populasyonlar oluşturmuşlardır.

Morfolojik açıdan bakıldığında, mersin balıkları uzun ve iğ şeklinde gövde yapısına sahiptir. Vücutlarının yanlarında ve sırt kısmında beş sıra halinde dizilmiş kemiksi plakalar (scute) bulunur. Bu özellikleri, onları diğer balık türlerinden kolaylıkla ayırt edilebilir hale getirir. Ayrıca heteroserk kuyruk yapısı (üst lobun alt lobdan uzun olması) ile de dikkat çekerler. Ağız yapıları alt konumlu olup, çevresinde dört adet bıyıkçık bulunur; bu sayede dipte yaşayan omurgasızları ve küçük balıkları kolaylıkla tespit ederek beslenirler. Diş yapıları körelmiş olduğundan avlarını çiğneyemezler, emme yoluyla beslenirler.

Ekolojik özellikleri bakımından mersin balıkları genellikle anadrom yaşam döngüsüne sahiptir (Gilligan-Lunda vd., 2024). Yani yaşamlarının büyük kısmını denizlerde geçirmelerine rağmen, üreme dönemlerinde tatlı su nehirlerine göç ederler. Üreme göçleri genellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında gerçekleşir ve balıklar yumurtalarını çakıllı veya taşlık nehir yataklarına bırakır. Yumurtalardan çıkan larvalar, bir süre tatlı suda geliştikten sonra denize göç eder ve büyümelerini deniz ekosisteminde sürdürür. Yavru bireyler olgunlaştıklarında tekrar doğdukları nehirlere dönerek üreme döngüsünü tamamlarlar. Bu göç davranışı, türlerin ekolojik olarak nehir-deniz bağlantısına bağımlı olduklarını göstermektedir.

Büyüme ve yaşam süresi açısından mersin balıkları oldukça dikkat çekicidir. Yavaş büyüyen ve geç cinsel olgunluğa ulaşan türlerdir. Erkek bireyler genellikle 6–12 yıl arasında, dişi bireyler ise 8–20 yıl arasında cinsel olgunluğa erişir. Ayrıca uzun ömürlüdürler; bazı türlerin 100 yılın üzerinde yaşayabildiği rapor edilmiştir. Bu biyolojik özellik, mersin balıklarının doğada stoklarının yenilenmesini zorlaştırmakta ve aşırı avcılığa karşı daha savunmasız hale getirmektedir.

Mersin balıklarının üreme stratejileri de diğer balıklardan farklılık göstermektedir. Dişi bireyler, vücut ağırlıklarının %10–20'si kadar yumurta üretebilir (Et &Yulghi, 2013). Bu yüksek yumurta verimi, havyar üretimi açısından ekonomik bir avantaj sağlarken; uzun olgunlaşma süresi nedeniyle yetiştiricilikte sabırlı yatırım gerektirir. Ayrıca mersin balıkları her yıl düzenli olarak yumurtlamaz; birkaç yılda bir üreme döngüsünü tamamlarlar. Bu durum, yetiştiricilikte üretim planlamasını daha karmaşık hale getirmektedir.

Ekosistem açısından mersin balıkları önemli bir yere sahiptir. Nehir ve deniz ekosistemleri arasında biyolojik bağlantı sağlayan türler olarak besin zincirinde kritik bir rol üstlenirler. Dipte beslenen davranışları sayesinde bentik organizmaların populasyonlarını düzenlerler. Ayrıca tarih boyunca insan kültüründe de önemli bir yer edinmişlerdir; Karadeniz ve Hazar Denizi çevresinde yaşayan toplumlarda mersin balıkları, hem ekonomik hem de kültürel açıdan değer görmüştür.

Ancak günümüzde mersin balıklarının ekolojik konumu ciddi tehdit altındadır (Chaparro-Pedraza vd., 2019). Aşırı avcılık, özellikle havyar elde etme amacıyla dişi bireylerin yoğun şekilde avlanması, populasyonların hızla azalmasına yol açmıştır (Strat vd., 2023). Ayrıca baraj inşaatları, göç yollarını keserek doğal üreme döngülerini engellemiştir. Su kirliliği, habitat kaybı ve iklim değişikliği de ek tehditler arasında yer almaktadır. Bu nedenlerle IUCN tarafından birçok mersin balığı türü "kritik tehlike altında" veya "tehlike altında" kategorisinde listelenmektedir (Holostenco vd., 2022).

Sonuç olarak mersin balıkları, biyolojik açıdan eşsiz özelliklere sahip, ekosistemler arası bağlantıyı sağlayan ve ekonomik değeri son derece yüksek türlerdir. Ancak yavaş büyüme, geç olgunlaşma ve habitat bağımlılığı gibi ekolojik özellikleri, onları çevresel değişimlere karşı son derece hassas hale getirmektedir. Bu bağlamda mersin balıklarının biyolojik ve ekolojik özelliklerinin iyi anlaşılması, hem koruma çalışmalarında hem de yetiştiricilik faaliyetlerinde başarı için temel ön koşuldur.

3. TÜRKİYE'DE MERSİN BALIKLARININ DURUMU

Türkiye, sahip olduğu coğrafi konum, geniş tatlı su kaynakları ve Karadeniz'e kıyısı ile mersin balıklarının tarihsel dağılımında önemli bir yere sahiptir. Tarihsel kayıtlar, Karadeniz'e dökülen büyük nehirlerde (özellikle Kızılırmak, Yeşilırmak, Sakarya ve Fırat-Dicle havzaları) mersin balıklarının yoğun olarak bulunduğunu göstermektedir (Zengin vd., 2013; Ustaoğlu Tırıl & Memiş, 2018; Memiş vd., 2019). Bu türler arasında özellikle Rus mersini (*Acipenser gueldenstaedtii*), şip balığı (*Acipenser nudiventris*), yıldız mersini (*Acipenser stellatus*) ve beluga (*Huso huso*) dikkat çekmektedir. Ancak günümüzde bu türlerin doğal stokları ciddi şekilde azalmış, bazı türlerin Türkiye sularındaki varlığı neredeyse yok denecek düzeye inmiştir (Ercan vd., 2011).

Doğal stokların azalmasının temel nedenleri arasında aşırı avcılık, nehirlerdeki baraj yapıları, habitat tahribatı ve su kirliliği yer almaktadır (Strayer & Jäger, 2023; Nelson vd., 2013). Özellikle 20. yüzyılın ortalarına kadar Karadeniz kıyılarında yoğun havyar avcılığı yapılmış, dişi mersin balıkları yüksek ekonomik değeri nedeniyle hedef alınmıştır (Ustaoğlu & Okumuş, 2004). Nehirlerin üzerine inşa edilen barajlar ise türlerin doğal üreme göçlerini engellemiş ve populasyonların yenilenme kapasitesini büyük ölçüde düşürmüştür (Zhang et al., 2023). Ayrıca

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

artan sanayi faaliyetleri, evsel ve tarımsal kaynaklı kirlilik, yumurtlama alanlarının tahrip olmasına yol açmıştır. Bu nedenlerle IUCN tarafından birçok mersin balığı türü "kritik tehlike altında" kategorisinde değerlendirilmiş, Türkiye'de ise Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından avcılıkları tamamen yasaklanmıştır (IUCN, 2019).

Mersin balıklarının neslinin korunması için Türkiye'de çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Üniversiteler ve araştırma enstitüleri tarafından yapılan projeler, türlerin biyolojisinin anlaşılmasına, yapay üretim tekniklerinin geliştirilmesine ve stokların desteklenmesine yönelik katkı sağlamaktadır (Ercan et al., 2011; Memiş et al., 2019). Bununla birlikte, sürdürülebilir koruma ve yetiştiricilik politikalarının oluşturulması için daha kapsamlı ve uzun vadeli programlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Türkiye'nin mersin balıkları açısından en önemli fırsatlarından biri yetiştiricilik potansiyelidir. Doğal stokların azalması, kontrollü üretim ve yetiştiricilik faaliyetlerinin önemini artırmaktadır. Türkiye'de mevcut su ürünleri yetiştiriciliği büyük oranda alabalık, çipura ve levrek türlerine dayanırken; mersin balıkları alternatif tür olarak stratejik bir seçenek sunmaktadır. Bunun başlıca nedeni, mersin balıklarının yüksek katma değerli ürünler üretme kapasitesidir. Özellikle havyar, dünya pazarlarında kilogramı binlerce dolara ulaşabilen fiyatlarla satılmakta ve lüks gıda segmentinde yer almaktadır (Zengin et al., 2013). Dolayısıyla, Türkiye'nin havyar üretimi ve ihracatı yoluyla küresel pazarda güçlü bir konum elde etme potansiyeli bulunmaktadır.

Mersin balığı yetiştiriciliği, yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda ekolojik ve bilimsel açıdan da stratejik öneme sahiptir. Yetiştiricilik faaliyetleri, doğal stoklar üzerindeki av baskısını azaltmakta ve nesli tehlike altında olan türlerin korunmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, yapay üretim teknikleriyle elde edilen bireyler stok destekleme projelerinde kullanılabilmekte, böylece doğal populasyonların sürekliliği desteklenmektedir. Türkiye'nin mersin balığı yetiştiriciliğini geliştirmesi, hem biyoçeşitliliğin korunmasına hem de ülkenin uluslararası platformda prestij kazanmasına olanak tanıyacaktır.

Bununla birlikte, Türkiye'de mersin balığı yetiştiriciliğinin önünde bazı önemli zorluklar bulunmaktadır. Türlerin geç cinsel olgunluğa ulaşması, uzun üretim süresi ve yüksek yatırım maliyetleri, girişimciler açısından caydırıcı faktörlerdir. Ayrıca, CITES gibi uluslararası düzenlemeler nedeniyle havyar ticaretinde sıkı kontrol mekanizmaları söz konusudur. Yetiştiriciliğin başarılı olabilmesi için modern teknolojilerin (örneğin kapalı devre su ürünleri yetiştiriciliği sistemleri – RAS), alternatif yem kaynaklarının ve genetik çeşitliliğin korunmasına yönelik programların uygulanması gerekmektedir.

Gelecek perspektifleri açısından bakıldığında, Türkiye'nin mersin balığı yetiştiriciliğinde başarılı olabilmesi için stratejik planlamalara ihtiyaç vardır. Öncelikle, üniversite-sanayi işbirlikleri güçlendirilmeli, AR-GE projeleri desteklenmeli ve üreticilerin eğitim programlarıyla donanımlı hale gelmesi sağlanmalıdır. Damızlık yönetimi ve genetik kaynakların korunması için ulusal düzeyde merkezler kurulabilir. Ayrıca, havyarın markalaştırılması ve coğrafi işaretli ürün olarak tanıtılması, Türkiye'nin uluslararası pazarda kendine özgü bir yer edinmesine katkı sağlayacaktır.

Ekonomik açıdan bakıldığında, mersin balığı yetiştiriciliği Türkiye'ye yüksek döviz girdisi sağlayabilecek bir sektördür. Özellikle Avrupa Birliği ülkeleri, Amerika Birleşik Devletleri,

Çin ve Körfez ülkeleri, kaliteli havyar için önemli alıcı konumundadır. Türkiye'nin stratejik konumu, bu pazarlara kolay erişim imkânı sunmaktadır. Bu nedenle, devlet destekleri ve teşviklerle yatırım ortamı cazip hale getirilmeli, ihracat prosedürleri kolaylaştırılmalıdır.

Ekolojik açıdan ise mersin balığı yetiştiriciliği, doğal stokların korunmasına katkıda bulunarak çevresel sürdürülebilirliğe hizmet edebilir. Ancak bu süreçte doğal ekosistemlerin zarar görmemesi, genetik çeşitliliğin korunması ve çevre dostu teknolojilerin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Uzun vadede mersin balığı yetiştiriciliğinin geliştirilmesi, Türkiye'nin sadece ekonomik kazanç sağlamasına değil, aynı zamanda ekosistem hizmetlerinin korunmasına ve biyolojik çeşitliliğin devamlılığının sağlanmasına da katkı sunacaktır.

Sonuç olarak, Türkiye'de mersin balıklarının doğal stokları ciddi tehdit altındadır. Ancak kontrollü yetiştiricilik faaliyetleri ve doğru stratejilerle bu türlerin korunması, ekonomik değere dönüştürülmesi ve uluslararası pazarlarda Türkiye'nin rekabet gücünün artırılması mümkündür. Mersin balığı, hem koruma biyolojisi hem de ekonomik açıdan stratejik bir türdür. Türkiye'nin gelecekte bu alanda yapacağı yatırımlar, ülkenin su ürünleri sektöründe çeşitliliği artıracak, sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayacak ve küresel ölçekte prestij kazandıracaktır.

4. MERSİN BALIĞI YETİŞTİRİCİLİĞİNİN AVANTAJLARI

Su ürünleri yetiştiriciliğinde tür çeşitliliğinin artırılması, hem ekonomik hem de ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır (Ercan vd., 2011). Türkiye'de yetiştiriciliğin önemli bir kısmı alabalık, çipura ve levrek üzerine yoğunlaşmış olsa da alternatif türlerin sektöre kazandırılması, pazarda çeşitlilik oluşturacak ve ülkenin rekabet gücünü artıracaktır (Dudu & Georgescu, 2024). Bu alternatif türler arasında en dikkat çekici olanlardan biri mersin balıklarıdır (Acipenseridae). Hem biyolojik özellikleri hem de yüksek ekonomik değere sahip ürünleri ile mersin balıkları, yetiştiricilik sektörüne çok sayıda avantaj sunmaktadır.

İlk olarak, mersin balıklarının yetiştiricilikteki en önemli avantajı yüksek ekonomik değer sağlamalarıdır. Özellikle dişi bireylerden elde edilen havyar, dünya çapında lüks tüketim ürünü olarak kabul edilmekte ve kilogram başına binlerce dolara alıcı bulmaktadır. Beluga (*Huso huso*) havyarı, uluslararası pazarda en prestijli ürünlerden biri olup, Türkiye'nin bu alana yapacağı yatırımlar, ülkeye yüksek düzeyde döviz girdisi sağlayabilir (Onofri vd., 2024). Ayrıca mersin balıklarının eti de son derece lezzetli olup gastronomik açıdan tercih edilen bir üründür. Hem iç pazarda hem de ihracatta talep gören bu ürün, ülke ekonomisine katma değer kazandırmaktadır.

İkinci olarak, mersin balıkları uzun yaşam süreleri sayesinde üretim döngüsünde sürdürülebilirlik sunar. Dişi bireyler cinsel olgunluğa ulaştıktan sonra birkaç kez havyar verebilir (Tunçelli et al., 2025). Bu özellik, uzun vadede üreticiler için sürekli gelir elde etme potansiyeli sağlar. Ayrıca erkek bireylerin eti ve diğer yan ürünleri de değerlendirilebilir. Böylece sadece havyar değil, farklı ürünler üzerinden de ekonomik kazanç sağlanır.

Üçüncü önemli avantaj, Türkiye'nin coğrafi ve ekolojik uygunluğudur. Karadeniz ve ona bağlı nehir havzaları, tarihsel olarak mersin balıklarının doğal yaşam alanları olmuştur. Bu durum, türlerin ekolojik adaptasyonunu kolaylaştırmakta ve yetiştiricilik açısından avantaj

sağlamaktadır. Tatlı su kaynaklarının bolluğu ve iklim koşullarının uygunluğu, Türkiye'yi mersin balığı yetiştiriciliği için elverişli kılmaktadır. Özellikle Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgesindeki su kaynakları, kontrollü yetiştiricilik sistemleri için önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Mersin balığı yetiştiriciliğinin bir diğer avantajı, katma değerli yan ürünlerin elde edilmesidir. Balıkların derilerinden kaliteli deri ürünleri, yüzgeçlerinden jelatin ve kemiksi plakalarından çeşitli biyolojik materyaller üretilebilmektedir. Bu yan ürünler, farmasötik, kozmetik ve deri sanayii gibi sektörlerde kullanılabilmekte, böylece ekonomik çeşitlilik sağlanmaktadır.

Ayrıca mersin balıkları, bilimsel ve kültürel açıdan da avantajlar sunmaktadır. Uzun ömürlü ve ilkel özelliklerini koruyan türler olmaları, bilimsel araştırmalar için önemli bir model tür olmalarını sağlamaktadır. Genetik çalışmalar, biyoteknoloji araştırmaları ve koruma biyolojisi projelerinde mersin balıkları değerli bir araştırma materyali olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında, tarih boyunca Karadeniz ve Hazar Denizi çevresinde yaşayan toplumlarda ekonomik ve kültürel bir simge olan mersin balıkları, Türkiye için de kültürel bir miras niteliği taşımaktadır. Bu nedenle, mersin balığı yetiştiriciliğinin geliştirilmesi yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda kültürel sürdürülebilirlik açısından da önemlidir.

Bir başka avantaj, mersin balıklarının uluslararası pazarda yüksek prestij sağlamasıdır. Türkiye, kaliteli havyar üretimiyle uluslararası pazarda markalaşabilir ve kendine özgü bir pazar alanı oluşturabilir. Özellikle Avrupa Birliği ülkeleri, Amerika, Çin ve Körfez ülkeleri kaliteli havyara yüksek talep göstermektedir. Türkiye'nin stratejik konumu, bu pazarlara kolay erişim imkânı sunmakta, bu da ihracat potansiyelini artırmaktadır.

Ekolojik açıdan bakıldığında, mersin balığı yetiştiriciliği doğal stokların korunmasına katkı sağlayabilir. Kontrollü koşullarda yapılan üretim, doğadaki av baskısını azaltarak nesli tehlike altında olan türlerin korunmasına yardımcı olur. Ayrıca yapay üretim yoluyla elde edilen yavrular, stok destekleme projelerinde kullanılabilir ve bu sayede doğal populasyonların devamlılığı sağlanabilir.

Son olarak, mersin balığı yetiştiriciliği, kırsal kalkınmaya ve istihdama katkı sağlayabilir. Yetiştiricilik yatırımları, kırsal bölgelerde yeni iş olanakları yaratır ve bölgesel kalkınmayı destekler. Özellikle Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde kurulacak tesisler, hem ekonomik hem de sosyal faydalar sağlayacaktır.

Tüm bu avantajlar göz önüne alındığında, mersin balığı yetiştiriciliği Türkiye için stratejik bir fırsat sunmaktadır. Yüksek ekonomik getirisi, bilimsel ve kültürel değeri, ekolojik katkıları ve uluslararası pazarlardaki prestiji, bu türlerin yetiştiricilikte değerlendirilmesini cazip kılmaktadır. Doğru yatırımlar ve sürdürülebilir politikalarla desteklendiği takdirde, mersin balığı yetiştiriciliği Türkiye'nin su ürünleri sektöründe çeşitliliği artıracak ve ülkenin küresel rekabet gücünü yükseltecektir.

5. MERSİN BALIĞI YETİŞTİRİCİLİĞİNİN DEZAVANTAJLARI VE ZORLUKLARI

Mersin balıkları (Acipenseridae), su ürünleri yetiştiriciliğinde yüksek ekonomik değerleri ile dikkat çekmelerine rağmen, üretim süreci açısından bazı önemli zorlukları da beraberinde

getirmektedir. Bu zorluklar hem biyolojik özelliklerden hem de ekonomik, teknik ve yasal faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, mersin balığı yetiştiriciliğini değerlendirmek isteyen yatırımcıların ve araştırmacıların, karşılaşabilecekleri sınırlılıkları iyi analiz etmeleri gerekmektedir.

İlk olarak, mersin balıklarının biyolojik özellikleri yetiştiriciliği zorlaştıran en önemli faktörlerden biridir. Bu türler yavaş büyüyen ve geç cinsel olgunluğa ulaşan balıklardır (Pourhosein-Sarameh vd., 2024). Erkek bireyler 6–12 yıl arasında, dişiler ise 8–20 yıl arasında cinsel olgunluğa erişmektedir. Bu durum, özellikle havyar üretimi için uzun süreli yatırım gerektirir. Yatırımcılar açısından bu durum, sermayenin geri dönüşünün uzun yıllar alması anlamına gelmektedir. Ayrıca dişi bireylerin her yıl düzenli olarak yumurtlamamaları, birkaç yılda bir havyar üretmeleri, üretim planlamasını daha karmaşık hale getirmektedir.

Bir diğer zorluk, yüksek yatırım maliyetleridir (Quist vd., 2025). Mersin balığı yetiştiriciliği için gerekli altyapı ve teknoloji, özellikle kapalı devre (RAS) sistemleri gibi modern yetiştiricilik yöntemleri, yüksek başlangıç sermayesi gerektirir. Ayrıca balıkların uzun yaşam döngüsü, yatırımın geri dönüş süresini daha da uzatmaktadır. Bu nedenle, küçük ölçekli üreticiler için mersin balığı yetiştiriciliği cazip görünmemekte, genellikle büyük ölçekli ve sermaye gücü yüksek yatırımcılar tarafından tercih edilmektedir.

Beslenme ihtiyaçları da önemli bir dezavantaj olarak öne çıkmaktadır. Mersin balıkları dipte yaşayan, özel besin gereksinimleri olan türlerdir. Ticari yemlerle beslenmeleri mümkün olmakla birlikte, beslenme kalitesinin yüksek tutulması ve özellikle protein açısından zengin yemlerin kullanılması gerekmektedir. Bu durum yem maliyetlerini artırmakta, dolayısıyla toplam üretim maliyetlerini yükseltmektedir. Ayrıca balık ununa olan bağımlılık, sürdürülebilirlik açısından da bir sorun teşkil etmektedir.

Hastalık ve çevresel hassasiyetler, mersin balığı yetiştiriciliğinde karşılaşılan diğer güçlüklerdir. Uzun yaşam süreleri boyunca çeşitli stres faktörlerine maruz kalan bu türler, özellikle su kalitesindeki değişimlere karşı hassastır (Dzyuba vd., 2021). Amonyak, nitrit, oksijen ve sıcaklık dalgalanmaları, mersin balıklarında ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir. Ayrıca, viral ve bakteriyel hastalıkların kontrolü zor ve maliyetli olabilir. Yetiştiricilikte biyogüvenlik önlemlerinin yüksek standartlarda uygulanması zorunludur.

Genetik çeşitlilik ve damızlık yönetimi de önemli bir zorluk alanıdır (Tuncelli vd., 2025). Doğal stokların azalması nedeniyle damızlık bireylerin temini zorlaşmış, genetik havuz daralmıştır. Bu durum, akrabalı yetiştiricilik riskini artırmakta ve populasyonların uzun vadeli sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Genetik çeşitliliğin korunması için ulusal ve uluslararası düzeyde damızlık programlarının uygulanması gerekmektedir.

Uluslararası ticaret açısından bakıldığında, CITES düzenlemeleri mersin balığı ürünleri için önemli sınırlamalar getirmektedir. Nesli tehlike altında olan türlerin korunması amacıyla getirilen bu kısıtlamalar, havyar ve türev ürünlerin ihracatında sıkı denetimler yapılmasını zorunlu kılmaktadır. İhracat için sertifikasyon süreçleri ve yasal prosedürler, üreticiler açısından zaman alıcı ve maliyetli olabilmektedir. Türkiye'de bu alandaki mevzuatın geliştirilmesi ve uluslararası uyumun sağlanması önem arz etmektedir.

Bir diğer zorluk, pazarın henüz yeterince gelişmemiş olmasıdır. Türkiye'de iç pazarda havyar tüketimi oldukça sınırlıdır. Bu nedenle üretim büyük ölçüde ihracata yöneliktir. Ancak uluslararası pazarda rekabet edebilmek için yüksek kalite standartlarının sağlanması, markalaşma ve pazarlama stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu noktada, Türkiye'nin güçlü bir marka yaratması ve uluslararası arenada güvenilir üretici olarak tanınması kritik öneme sahiptir.

Son olarak, mersin balığı yetiştiriciliğinde uzun vadeli planlama zorunluluğu yatırımcılar için bir dezavantajdır. Hızlı gelir elde edilebilen türlerle karşılaştırıldığında, mersin balıkları çok daha sabırlı bir yatırım gerektirir. Bu durum, kısa vadeli kazanç hedefleyen yatırımcıların sektöre girmesini engelleyebilmektedir.

Özetle, mersin balığı yetiştiriciliği birçok avantaj sunmasına rağmen; biyolojik özelliklerden kaynaklanan uzun üretim süresi, yüksek yatırım maliyetleri, beslenme ihtiyaçları, hastalık hassasiyetleri, genetik çeşitlilik sorunları, uluslararası ticaret kısıtlamaları ve pazarın gelişmemiş olması gibi zorluklar barındırmaktadır. Bu dezavantajların aşılması için kapsamlı AR-GE çalışmaları, devlet destekleri, üniversite-sanayi işbirlikleri ve uluslararası sertifikasyon süreçlerinin etkin şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Ancak bu şekilde mersin balığı yetiştiriciliği, Türkiye'de sürdürülebilir bir sektör haline gelebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mersin balıkları (Acipenseridae), biyolojik özellikleri, kültürel değerleri ve yüksek ekonomik getirileriyle Türkiye su ürünleri yetiştiriciliği açısından stratejik öneme sahip türlerdir. Özellikle havyar üretimi, dünya çapında lüks bir gıda ürünü olarak büyük talep görmekte ve Türkiye'nin küresel pazarlarda rekabet gücünü artırabilecek bir fırsat sunmaktadır. Bununla birlikte, mersin balıkları nesli tehlike altında olan türler arasında yer almakta ve doğal stokları ciddi tehditlerle karşı karşıya bulunmaktadır. Bu nedenle, mersin balığı yetiştiriciliği yalnızca ekonomik bir faaliyet olarak değil, aynı zamanda ekolojik sürdürülebilirlik ve biyoçeşitliliğin korunması bağlamında da değerlendirilmektedir.

Türkiye, sahip olduğu tatlı su kaynakları, iklim koşulları ve coğrafi konumuyla mersin balığı yetiştiriciliği için önemli avantajlara sahiptir. Ancak geç cinsel olgunluk, uzun üretim süresi, yüksek yatırım maliyetleri, özel beslenme ihtiyaçları ve uluslararası ticaret kısıtlamaları gibi zorluklar bu alanın gelişimini sınırlandırmaktadır. Bu nedenle, mersin balığı yetiştiriciliğinin sürdürülebilir bir sektör haline gelmesi için stratejik planlamalar ve bütüncül politikalar gerekmektedir.

Öncelikle, doğal stokların korunması ve genetik çeşitliliğin sürdürülmesi temel öncelik olmalıdır. Üniversiteler ve araştırma enstitüleri tarafından yürütülen stok destekleme projeleri artırılmalı, baraj ve diğer engellerin göç yollarına etkisini azaltmak için ekolojik geçitler planlanmalıdır. Ayrıca damızlık yönetimi konusunda ulusal merkezler kurulmalı, akrabalı yetiştiriciliğin önüne geçilerek genetik havuz korunmalıdır.

İkinci olarak, teknolojik altyapının geliştirilmesi gerekmektedir. Kapalı devre yetiştiricilik sistemleri (RAS) gibi modern yöntemlerin yaygınlaştırılması, su kalitesinin kontrol altında tutulmasını ve çevresel etkilerin azaltılmasını sağlayacaktır. Bunun yanında, alternatif yem

kaynaklarının (örneğin böcek unu, mikroalg) kullanımıyla üretim maliyetleri düşürülebilir ve sürdürülebilirlik artırılabilir.

Üçüncü olarak, ekonomik ve pazarlama stratejileri geliştirilmelidir. Türkiye, kaliteli havyar üretimini markalaştırarak uluslararası pazarda kendine özgü bir yer edinebilir. Coğrafi işaretleme, sertifikasyon süreçleri ve kalite standartlarının sağlanması bu noktada kritik rol oynamaktadır. Ayrıca devlet destekleri ve teşvikler, yatırımcıların bu alana yönelmesini kolaylaştıracaktır.

Son olarak, eğitim ve kapasite geliştirme çalışmaları önemlidir. Üreticilerin teknik bilgi ve becerilerinin artırılması, sektörün gelişmesine doğrudan katkı sağlayacaktır. Üniversite-sanayi işbirliği projeleri desteklenmeli, genç araştırmacılar ve girişimciler için özel programlar oluşturulmalıdır.

Sonuç olarak, mersin balığı yetiştiriciliği Türkiye için hem ekonomik hem de ekolojik açıdan stratejik bir fırsattır. Doğru politikalar, sürdürülebilir yetiştiricilik teknikleri ve uluslararası pazarlara yönelik etkin stratejilerle Türkiye, bu alanda güçlü bir üretici ve ihracatçı ülke haline gelebilir. Mersin balıkları, sadece yüksek katma değerli ürünler sunmakla kalmayacak; aynı zamanda ülkemizin biyolojik çeşitliliğinin korunmasına ve küresel ölçekte prestij kazanmasına da katkıda bulunacaktır.

KAYNAKÇA

Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries Department. (2018). *The state of world fisheries and aquaculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Akbulut, B., Tırıl, S. U., Zengin, M., & Aksungur, M. (2007). Historical development of sturgeon farming in Turkey. *Aquaculture Studies, 7*(4), 009-012.

Chaparro-Pedraza, P. C., & de Roos, A. M. (2019). Environmental change effects on life-history traits and population dynamics of anadromous fishes. *Journal of Animal Ecology, 88*(8), 1178-1190.

Dudu, A., & Georgescu, S. E. (2024). Exploring the Multifaceted Potential of Endangered Sturgeon: Caviar, Meat and By-Product Benefits. *Animals, 14*(16), 2425.

Dzyuba, V., Cosson, J., Papadaki, M., Mylonas, C. C., Steinbach, C., Rodina, M., ... & Dzyuba, B. (2021). Influence of Environmental Temperature and Hormonal Stimulation on the In Vitro Sperm Maturation in Sterlet Acipenser ruthenus in Advance of the Spawning Season. *Animals, 11*(5), 1417.

Ercan, E., Memiş, D., & Çağıltay, F. (2011). A glance on sturgeon farming potential of Turkey. *International Aquatic Research, 3*(2), 117-124.

Et, A., & Yulghi, S. (2013). Relationship between Biological Egg Characteristics and Female rood Fish in Stellate Sturgeon, Acipenser stellatus Pallas, 1771 (Pisces: Acipenseridae) in the Southeast Caspian Sea, Iran. *Caspian Journal of Environmental Sciences, 11*(2), 195-203.

Gilligan-Lunda, E. K., Duarte, A., & Peterson, J. T. (2024). Habitat use of anadromous and amphidromous sturgeons in North America: a systematic review. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *81*(5), 508-524.

Holostenco, D. N., Ciorpac, M., Firidin, Ș., Eroglu, O., Memiş, D., Paraschiv, M., ... & Kohlmann, K. (2022). Genetic population structure of the critically endangered stellate sturgeon (Acipenser stellatus) in the Black Sea basin: Implications for conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *32*(12), 1926-1939.

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2010). Sturgeon more critically endangered than any other group of species.

Memiş, D., Tosun, D. D., Yamaner, G., Tunçelli, G., & Gessner, J. (2019). Present status of sturgeon in the lower Sakarya river in Turkey. *Aquatic Research*, *2*(2), 53-60.

Nelson, T. C., Doukakis, P., Lindley, S. T., Schreier, A. D., Hightower, J. E., Hildebrand, L. R., ... & Webb, M. A. (2013). Research tools to investigate movements, migrations, and life history of sturgeons (Acipenseridae), with an emphasis on marine-oriented populations. *PloS one*, *8*(8), e71552.

OECD & FAO. (2025). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2025-2034: Fish and other aquatic products*. OECD Publishing

Onofri, L., Pulcini, D., Martini, A., Martinoli, M., Napolitano, R., Tonachella, N., & Capoccioni, F. (2024). Economic Analysis of Sturgeon Farming and Caviar Production: A Case Study of an Italian Fish Farm. *Water*, *16*(18), 2618.

Pourhosein-Sarameh, S., & Falahatkar, B. (2024). Tracking scientific gaps in the conservation of endangered sturgeon: A bibliometric approach and content analyses. *Aquaculture Research*, *2024*(1), 4496931.

Quist, M. C., Blackburn, S. E., Ulaski, M. E., & Jackson, Z. J. (2025). Long-term patterns in growth of White Sturgeon in the Sacramento-San Joaquin River Basin, California. *Frontiers in Freshwater Science*, *3*, 1577065.

Strat, D., & Gheorghe, I. F. (2023). Conservation status and effectiveness of the national and international policies for the protection and conservation of sturgeons in the Danube River and Black Sea Basin. *Diversity*, *15*(4), 568.

Tırıl, S. U., & Memiş, D. (2018). An overview of the factors affecting the migration of sturgeons in Yeşilırmak. *Aquatic Sciences and Engineering*, *33*(4), 138-144.

Tuncelli, G., Momin, M., & Memis, D. (2025). Impact of early and late maturation on the reproductive performance broodstocks of Russian sturgeon (Acipenser gueldenstaedtii). *Aquaculture International*, *33*(5), 322.

Ustaoğlu, S., & Okumuş, İ. (2004). The Sturgeons: Fragile species need conservation. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *4*(1).

Zengin, M., Gümüş, A., Dağtekin, M., & Firidin, Ş. (2013). Biological data derived from sturgeon (Acipenser stellatus, Acipenser gueldenstaedtii and Huso huso) by-catch along the coasts of the Southern Black Sea (Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *13*(4).

Zhang, L., Wang, H., Gessner, J., Congiu, L., Haxton, T. J., Jeppesen, E., ... & Xie, P. (2023). To save sturgeons, we need river channels around hydropower dams. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *120*(13), e2217386120.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF POSTBIOTICS APPLICATIONS IN FOOD SYSTEMS

Doç. Dr. MEHMET EMİN AYDEMİR

Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye aydemiremin23@harran.edu.tr, 05385793841

ORCID NO: 0000-0002-5849-1741

Prof. Dr. SERAP KILIÇ ALTUN

Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye skilicaltun@harran.edu.tr, 05468352506

ORCID NO: 0000-0002-4203-2508

ABSTRACT

Postbiotics, which are defined as bioactive compounds produced by probiotic microorganisms, have recently attracted considerable interest due to their potential applications in food systems. They offer promising benefits in terms of food safety, preservation, and human health. This study aims to identify fundamental trends, influential publications and emerging research areas in this field by analysing academic literature on the use of postbiotics in food using bibliometric methods. By analysing a comprehensive dataset of scholarly articles from the Web of Science database, the study identifies the most cited papers, leading authors, and prominent institutions that have contributed to research on postbiotics. The Web of Science database was used to identify all original articles on food security between 2002 and 2024. After collecting bibliographic and citation data, as well as keywords, citation networks and co-citations related to food security, we performed an analysis using VOSviewer software and the Bibliometrix 2.0 package within the R Studio application. A total of 238 articles were retrieved from the Web of Science database. These articles were cited a total of 6,855 times (6,698 times excluding self-citations). The year with the most citations was 2024 (2,342). The h-index was 43. The country that published the most articles was the People's Republic of China (n = 42). The most active field of research was 'Food Science Technology' (n = 103). The most prolific publisher was Elsevier (n = 79). The journal with the most articles published was Food Bioscience (n = 11). In conclusion, this bibliometric analysis provides a historical overview of the development of

the postbiotics field and offers valuable insights into future research directions and policy implications for ensuring global food security.

Keywords: Bibliometrics, Food Security, Food Insecurity

1. INTRODUCTION

Postbiotics, which are defined as bioactive compounds produced by probiotic microorganisms, have emerged as a promising alternative to live probiotics thanks to their stability and safety, as well as their various functional properties (Aguilar-Toalá et al., 2018). Unlike probiotics, postbiotics do not contain live microorganisms; however, they retain immunomodulatory, antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory activities, making them ideal for use in food systems. These bioactive metabolites include organic acids, short-chain fatty acids, enzymes, peptides, polysaccharides and cell wall fragments (Salminen et al., 2021).

The use of postbiotics in food products is becoming increasingly popular due to their many advantages over traditional probiotics. Postbiotics are more stable during food processing and storage, reducing concerns about loss of viability and variability in functional efficacy. Furthermore, postbiotics can confer health benefits even when consumed in an inactive state, making them suitable for vulnerable groups such as infants, the elderly and immunocompromised individuals (Wegh et al., 2019; Balthazar et al., 2022). The potential functional roles of postbiotics in improving food quality and human health have recently been explored. To highlight the practical importance of postbiotics and gain an understanding of the scope and trends of postbiotic applications in food systems, a systematic mapping of the research landscape is crucial.

Despite growing interest in postbiotics, research trends, publication patterns, and global scientific contributions in this field remain largely unexplored. A bibliometric analysis is a quantitative approach that evaluates research outputs, citation patterns, authorship networks, and collaboration structures. It provides valuable insights into the development and future direction of a research field (Donthu et al., 2021). Applying bibliometric methods to postbiotic food research can help to identify effective publications, leading authors, countries and institutions, as well as thematic focal points and emerging trends.

This study aims to conduct a bibliometric analysis of research on the use of postbiotics in food. In other words, it will be a systematic examination of the global academic literature on this topic. The study will use this analysis to identify the main areas of research, highlight trends and shifts in focus, and recognise the most significant contributors to the field. Consequently, this article will inform policy decisions, academic studies and practical applications in global food systems, offering a clearer roadmap for future research related to the use of postbiotics in food.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Research Design and Search Methodology

A bibliographic review, a type of retrospective study, was conducted using the bibliometric analysis method (Zhang et al., 2021). The Web of Science Core Collection (WoSCC) electronic database was used to construct the literature dataset. This database provides a comprehensive and consistent collection of exportable data and is widely used by scientists. Given its long-standing reputation as a reliable source of biomedical research, the WoSCC was selected as the primary data source for the study. Its ability to provide thorough citation data was emphasised.

2.2. Data Collection

The search terms for data retrieval were “Postbiotics” AND “Food” (Topic). To eliminate bias and to account for the frequent updates to the WoSCC database, the literature search was conducted in a single day (27 August 2025). The search was conducted from 2002 to 27 August 2025.

2.2.1 Standards for Study Selection

A total of 556 articles were identified by a thorough search of the WoSCC using the terms “Postbiotics” AND “Food” (Topic). The search was then refined by excluding review articles, case reports, editorials, notes, conference summaries, proceedings, letters, book chapters, and proofs from the document type tab, yielding 305 records. The year 2025 was then removed from the analysis due to a lack of comprehensive data, resulting in a total of 242 results. Checking the titles and abstracts gave a total of 238 results.

2.2.2. Data collection

Record titles, years of publication, names of journals in which the research was published, names of authors, keywords, names of institutions with which the authors were affiliated and

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

countries of origin were considered essential and extracted in plain text format. The total number of articles and the total number of citations retrieved from the WoSCC database were taken into account in the analysis. The WoS publications were saved as a .txt file and then exported to Microsoft Office Excel 2019 (Los Angeles, CA, USA) for further analysis.

2.3. Network analytics

This bibliometric study used VOSviewer (version 1.6.10, Leiden University, The Netherlands) and the Bibliometrix R package (Alkan and Tokur; 2023) and to import data and identify trends, collaborations and notable findings. The software was also used to collect and review data on authorship, links, keywords, citations and thematic words. The programme assisted in the analysis of keywords, co-occurrences, citations, co-authorship and co-citations.

3.RESULTS

During the study period from 2002 to 2024, publications were produced in four languages. The most common language used was English (Table 1).

Table 1. The languages in which articles were published.

Languages	Record Count	% of 238
English	237	99.580%
Chinese	1	0.420%

A total of 61 countries/regions have been published in the period from 2002 to 2024. The ten countries with the most publications are shown in Figure 1.

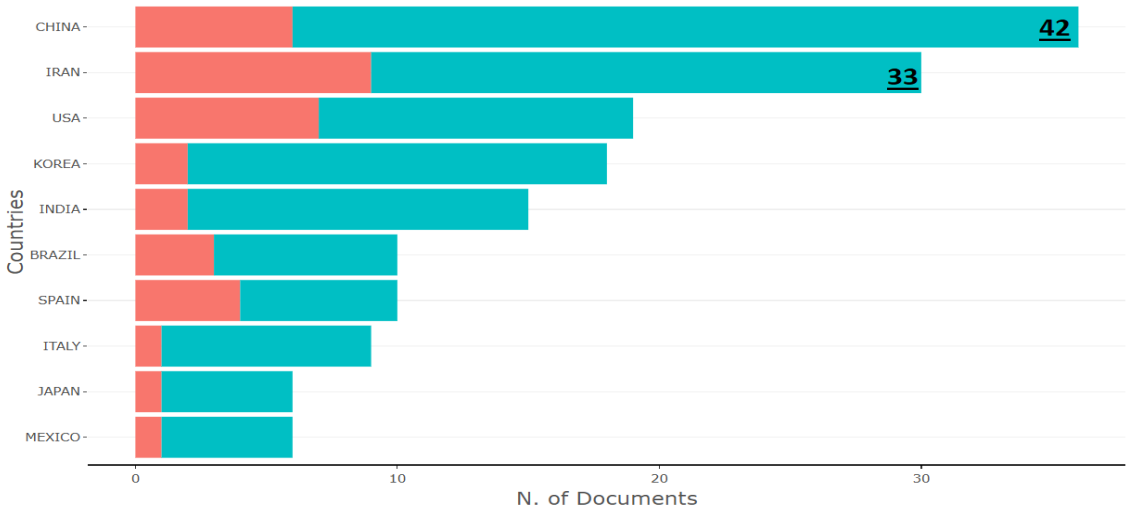


Figure 1. Most productive countries

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Over the course of the study, which ranged from 2015 to 2024, 129 independent research areas were discovered. Table 2 shows the most intensively explored areas.

Tablo 2. Most active research areas

Research Areas	Record Count	% of 238
Food Science Technology	103	43.277%
Microbiology	38	15.966%
Biotechnology Applied Microbiology	35	14.706%
Nutrition Dietetics	32	13.445%
Chemistry	25	10.504%
Agriculture	22	9.244%
Biochemistry Molecular Biology	16	6.723%
Veterinary Sciences	12	5.042%
Gastroenterology Hepatology	7	2.941%
Polymer Science	7	2.941%

Showing first 10 out entries

In the years between 2002 and 2024, a total of 532 affiliations have been published. Figure 2 presents the affiliations of the ten journals with the highest number of publications.

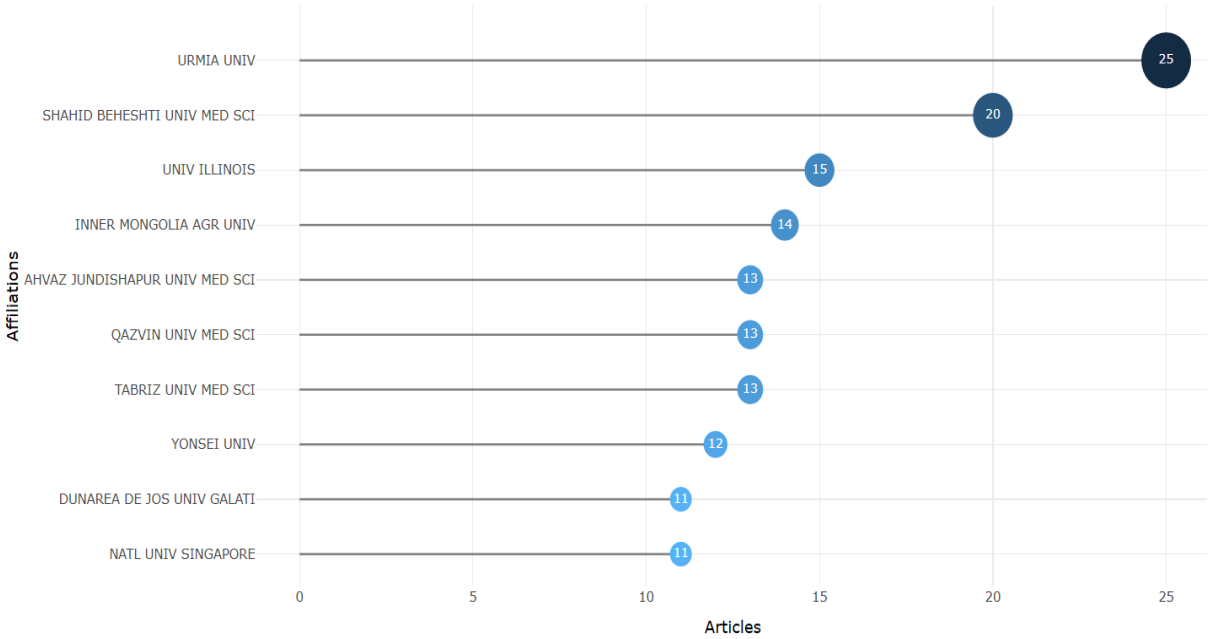


Figure 2. Most prolific affiliations

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Between 2002 and 2024, ten entries were detected, representing 47 different publishers. Figure 3 lists the most prolific publishers.

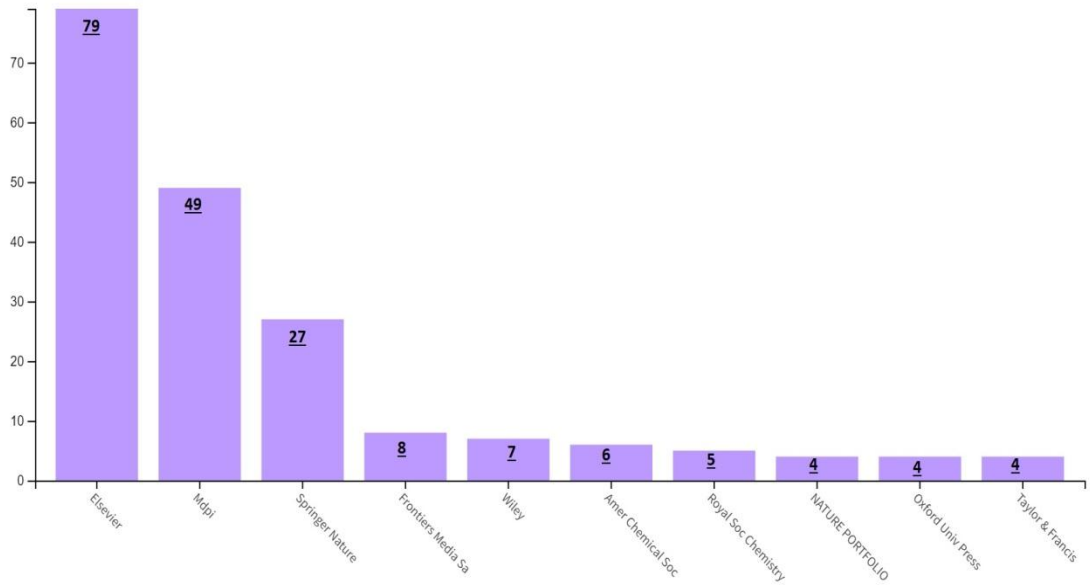


Figure 3. Most prolific publishers

A total of 124 articles have been published on the topic. Figure 4 includes the 10 journals with the most publications.

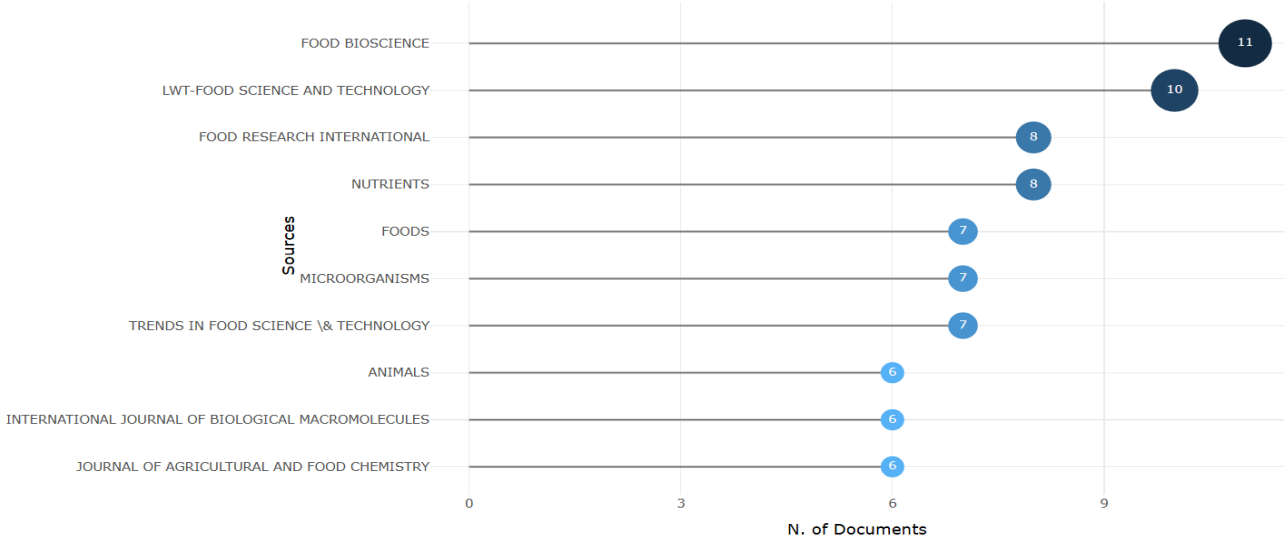


Figure 4. Journals publishing the most articles

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

The evaluated articles generated a total of 6.855 citations (of which 6.698 were self-citations), giving an average h-index of 43. Highest number of citations (2.342) and publications (82) was found in 2024 (Figure 5).

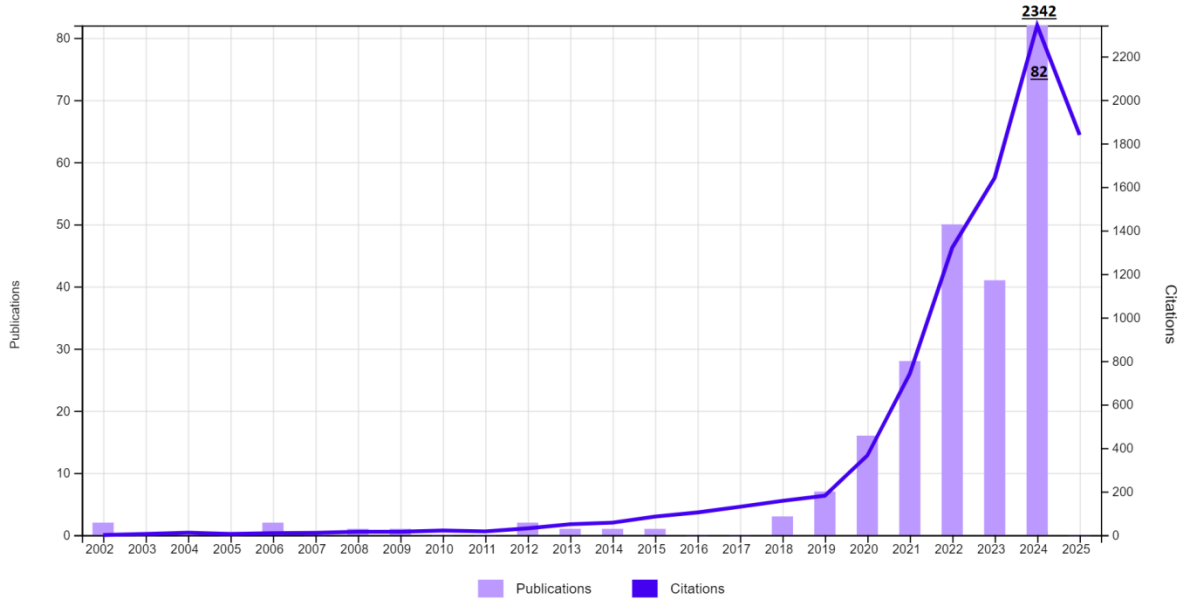


Figure 5. Publication and citation frequency

As shown in Figure 6, our bibliometric study has revealed the most frequently used keywords. It was found that the font size of the keywords was closely proportional to the frequency with which they were repeated in the articles.

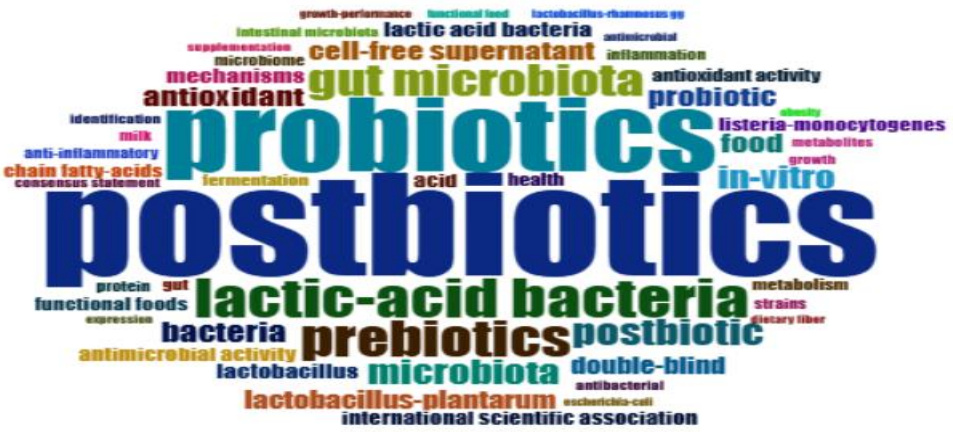


Figure 6. Keyword visualization map of articles

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

The size of the bubbles was proportional to the amount of research done in each country in the network representation of bibliographic coupling between nations. The width of the lines connecting the countries indicates the degree to which they are linked, while the colours of the lines indicate the cluster to which each country is assigned. For this study, we have included at least one document and one citation from each country (Figure 7).

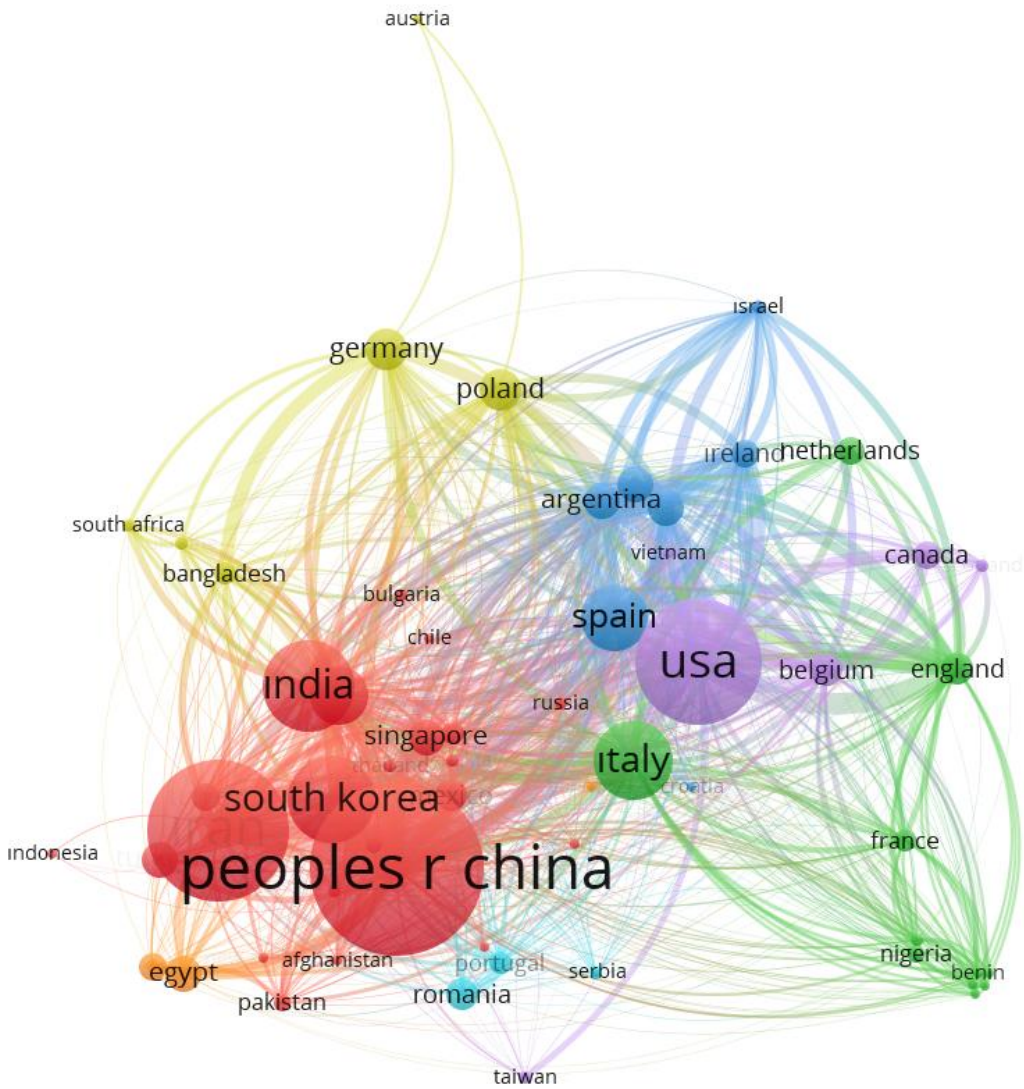


Figure 7. Network visualisation of bibliographic coupling between countries

The relationship between authors with at least one publications and at least one citations is shown in Figure 8.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

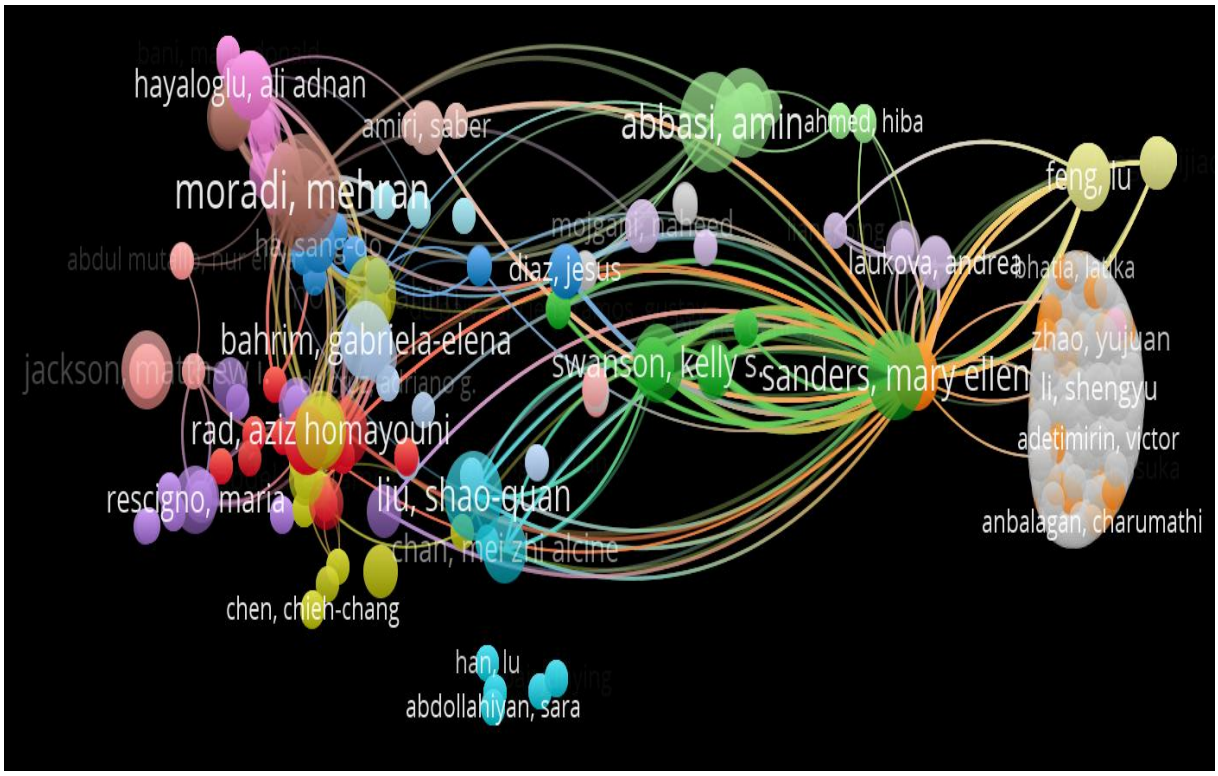


Figure 8. The relationships between authors

4. DISCUSSION

This study examined the academic literature on the use of postbiotics in food systems between 2002 and 2024 using bibliometric methods, revealing key trends, influential publications, and emerging research areas in this field. The findings show that postbiotic research has gained significant momentum, particularly in recent years, and is being addressed by an increasing number of scientists, institutions, and countries.

The fact that the highest number of publications and citations occurred in 2024 indicates that interest in postbiotics has peaked in the recent period and that research in this field is becoming increasingly important. This reflects the growing awareness of both academic circles and the food industry regarding the potential benefits of postbiotics. The fact that China is the country with the highest number of publications indicates that scientific production in this field is concentrated in the Asian region and that China is a leader in this area. The findings of our research are quite similar to those of Stelmach et al. (2024).

In terms of research areas, 'Food Science and Technology' stands out as the most active discipline; this demonstrates that postbiotics have significant application potential in areas such as food safety, shelf life extension, and functional foods. In addition, interdisciplinary

relationships with disciplines such as microbiology, biotechnology, nutrition, and chemistry reveal that postbiotic research has a multidimensional structure. Postbiotics are now well-known because they are not live microbes. This makes them a good option for immune-compromised patients who are hesitant to take probiotics or whose doctors are reluctant to prescribe them. Postbiotics are now well-known because they are not live microbes. This makes them a good option for immune-compromised patients who are hesitant to take probiotics or whose doctors are reluctant to prescribe them (Gilliam et al., 2023; Zhong et al., 2024).

Keyword analyses show that the most frequently recurring themes in the literature are ‘food safety,’ ‘gut microbiota,’ ‘health benefits,’ and ‘fermented foods.’ This reveals that postbiotics are considered not only from a technological perspective but also from a health perspective, and that their effects on human health are an important research topic.

Furthermore, the bibliographic link maps obtained show that international collaborations are still limited but have the potential to develop with the increasing number of publications. Supporting multi-authored studies and inter-institutional collaborations, in particular, will contribute to increasing scientific depth and widespread impact in the field.

5. CONCLUSION

In conclusion, this study not only maps the current state of postbiotic research in food but also sets a foundation for future scholarly work, industrial innovation, and policy development aimed at leveraging postbiotics to enhance food security and public health.

Future studies may offer more in-depth analyses by focusing on specific application areas of postbiotics (e.g. meat products, dairy products, baby foods). Furthermore, an increase in clinical studies on the effects of postbiotics on human health and their functional use in food products will advance this field both scientifically and commercially.

Limitations

This study has certain limitations. The research was restricted to the Web of Science Core Collection database, which may have excluded studies from other important databases (Scopus, PubMed, etc.). Furthermore, only the keywords ‘postbiotics’ and ‘food’ were used, which may have led to the exclusion of some relevant publications due to the variety of terms.

6. REFERENCES

Aguilar-Toalá, J. E., Garcia-Varela, R., Garcia, H. S., Mata-Haro, V., González-Córdova, A. F., Vallejo-Cordoba, B., & Hernández-Mendoza, A. (2018). Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. Trends in food science & technology, 75, 105-114.

Alkan S, Tokur ME: Bibliometric and Visual Analysis of Palliative Nutrition Research Based on Web of Science. European J Therap. 2023,29(3);426–436.

Balthazar, C. F., Guimarães, J. F., Coutinho, N. M., Pimentel, T. C., Ranadheera, C. S., Santillo, A., ... & Sant'Ana, A. S. (2022). The future of functional food: Emerging technologies application on prebiotics, probiotics and postbiotics. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 21(3), 2560-2586.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. Journal of business research, 133, 285-296.

Gilliam, C. H., de Cardenas, J. B., Carias, D., Alfaro, G. M., Hayden, R. T., & Hakim, H. (2023). Lactobacillus bloodstream infections genetically related to probiotic use in pediatric hematopoietic cell transplant patients. Infection Control & Hospital Epidemiology, 44(3), 484-487.

Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M., ... & Vinderola, G. (2021). The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. Nature reviews Gastroenterology & hepatology, 18(9), 649-667.

Stelmach, V., Fyntanidou, B., Theodorou, I., Ioannidis, A., Loukipoudi, L., Semertzidou, E., ... & Kotzampassi, K. (2024). Who Is Qualified to Write a Review on Postbiotics? A Bibliometric Analysis.

Thorakkattu, P., Khanashyam, A. C., Shah, K., Babu, K. S., Mundanat, A. S., Deliephan, A., ... & Nirmal, N. P. (2022). Postbiotics: current trends in food and pharmaceutical industry. Foods, 11(19), 3094.

Zhang, J. Z., Srivastava, P. R., Sharma, D., & Eachempati, P. (2021). Big data analytics and machine learning: A retrospective overview and bibliometric analysis. Expert Systems with Applications, 184, 115561.

Zhong, Y., Wang, T., Luo, R., Liu, J., Jin, R., & Peng, X. (2024). Recent advances and potentiality of postbiotics in the food industry: Composition, inactivation methods, current applications in metabolic syndrome, and future trends. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 64(17), 5768-5792.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

MAPPING SCIENTIFIC TRENDS ON OCHRATOXIN A IN MILK: A 25-YEAR BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Prof. Dr. SERAP KILIÇ ALTUN

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, Şanlıurfa, Türkiye

skilicaltun@harran.edu.tr, 05468352506

ORCID NO: 0000-0002-4203-2508

Doç. Dr. MEHMET EMİN AYDEMİR

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, Şanlıurfa, Türkiye

aydemiremin23@harran.edu.tr, 05385793841

ORCID NO: 0000-0002-5849-1741

Abstract

The presence of ochratoxin A in milk and dairy products poses a significant public health risk and has led to an increasing amount of scientific research in this area. This bibliometric analysis mapped research trends, identified key themes and highlighted influential studies by thoroughly reviewing extensive literature on ochratoxin A in milk. Using the Web of Science database, all original articles on ochratoxin A published between 2000 and 2024 were identified. After collecting bibliographic and citation data, as well as keywords, citation networks, and co-citations related to nanofood, we performed the analysis using VOSviewer software and the Bibliometrix R package. A total of 534 articles were retrieved from the Web of Science database. These articles were cited a total of 10.72 times (10.383 times excluding self-citations). The year with the most citations was 2024 (2010). The h-index was 65. The country that published the most articles was China (n = 94). The most active field of research was food science technology (n = 269). The most prolific publisher was Elsevier (n = 91). The journal with the most articles published was Toxins (n = 41). In conclusion, this bibliometric study provides a comprehensive overview of the research landscape on ochratoxin A in milk and highlights current trends and areas for future research.

Keywords: Bibliometric analysis, Ochratoxin A, Mycotoxins, Milk

1. INTRODUCTION

Milk and dairy products are an important part of a balanced diet due to their high nutritional value. In particular, they are a good source of protein and calcium, as well as other essential micronutrients. However, the safety of milk as a food commodity is compromised by the potential presence of chemical contaminants, including mycotoxins. One such mycotoxin is ochratoxin A (OTA), which is produced mainly by *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus carbonarius*, and *Penicillium verrucosum*. It is frequently detected in milk, cereals, coffee, dried fruits, and animal feed (Pfohl-Leszkowicz & Manderville, 2007; EFSA, 2020). OTA can accumulate in animal tissues and secretions, including milk, due to carry-over from contaminated feed, posing a direct risk to consumers (Boudra et al., 2007).

The International Agency for Research on Cancer (IARC, 1993) has classified OTA as a Group 2B possible human carcinogen, and it has been associated with nephrotoxicity, hepatotoxicity, teratogenicity, immunotoxicity and potential genotoxic effects (Pfohl-Leszkowicz et al., 2002; Więckowska et al., 2024). Due to its stability during thermal processing, OTA can remain present in milk and milk-based products even after pasteurisation or drying (Dahal et al., 2016; Zinedine et al., 2007). Consequently, monitoring OTA levels has become a critical component of food safety regulations, with the European Union establishing specific maximum limits for OTA in foodstuffs (EC Regulation No 1881/2006), though these limits have not yet been harmonised globally for milk.

Despite the growing volume of research focused on the occurrence, detection methods, toxicology and regulatory aspects of OTA, no bibliometric study has yet examined the global research landscape concerning OTA in milk. Bibliometric analysis is a robust tool for mapping scientific development, identifying influential contributors, and detecting emerging trends. It uses quantitative and statistical methods to evaluate publication patterns (Donthu et al., 2021). This approach is essential for understanding how the field has evolved, identifying research gaps, and determining which areas require further scientific and regulatory attention.

The present study conducts a comprehensive bibliometric analysis of research related to Ochratoxin A in milk, aiming to (1) evaluate temporal trends in publication activity, (2) identify the most productive countries, institutions, and authors, (3) uncover collaborative networks and thematic clusters, and (4) suggest strategic directions for future research. This work is important because it helps to develop OTA research in a planned way, and it makes it easier for countries to work together to reduce mycotoxin contamination in the dairy supply chain.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

2. MATERIALS AND METHODS

2. 1. Research Design and Search Methodology

A bibliometric analysis was conducted using the bibliographic review method (Aria and Cuccurullo, 2017), which is a retrospective study. The Web of Science Core Collection (WoSCC) electronic database was used to construct the literature dataset. The WoSCC is a comprehensive and consistent collection of exportable data that is widely used by scientists. Given its long-standing reputation as a reliable source of biomedical research, the WoSCC was selected as the primary data source for the study. Its ability to provide thorough citation data was also noted.

2. 2. Data Collection

'Ochratoxin A' AND 'Milk' (Topic) were used as search terms to retrieve data. To eliminate bias and account for frequent updates to the WoSCC database, the literature search was conducted on 28 August 2025. The search period ran from 2000 to 26 August 2025.

2.2.1 Standards for Study Selection

A thorough search of WoSCC using the terms 'Ochratoxin A' AND 'Milk' (Topic) yielded a total of 746 items. The search results were narrowed by excluding the following document types: review articles, case reports, editorial material, notes, meeting abstracts, proceedings, letters, book chapters and corrections. This resulted in 554 hits. The year 2025 was omitted from the analysis due to a lack of comprehensive data, leaving 536 results. The Science Citation Index Expanded was used, producing 534 results. Reviewing the titles and abstracts yielded the same number of results, as shown in Table 1.

Table 1. Search Algorithm

Search Criteria	Result Count
Initial search	746
After selecting the document type	554
After excluding articles published in 2024	536
WOS Index (SCI-ESCI) type	534

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

2.2.2. Data collection

The data described as essential and included in plain text format included record titles, publication years, names of journals in which the research was published, author names, keywords, names of institutions with which the authors were affiliated and countries of origin. The total number of articles and citations was retrieved from the WoSCC database. This was included in the analysis. TXT files were used to save WoS publications, which were then exported to Microsoft Office Excel 2019 for further analysis.

2.3. Network analytics

This bibliometric study used VOSviewer (version 1.6.10, Leiden University, the Netherlands) and the Bibliometrix R package (Alkan & Tokur, 2023) to import data, identify future trends and collaborative networks, and highlight notable findings. The software was also used to collect and review data on authorship, links, keywords, citations and thematic words. It assisted in the analysis of keywords, co-occurrences, citations, co-authorship and co-citations.

3. RESULTS

During the study period, which lasted from 2000 to 2024, publications in four languages were created. English was the most commonly used language (see Table 2).

Table 2.The languages of articles

Languages	Record Count	% of 534
English	521	97.566%
French	3	0.562%
German	3	0.562%
Hungarian	2	0.375%
Chinese	1	0.187%
Indonesian	1	0.187%
Portuguese	1	0.187%
Turkish	1	0.187%
Unspecified	1	0.187%

A total of 80 countries/regions were published between 2000 and 2024. Figure 2 shows the top ten countries with the most publications.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

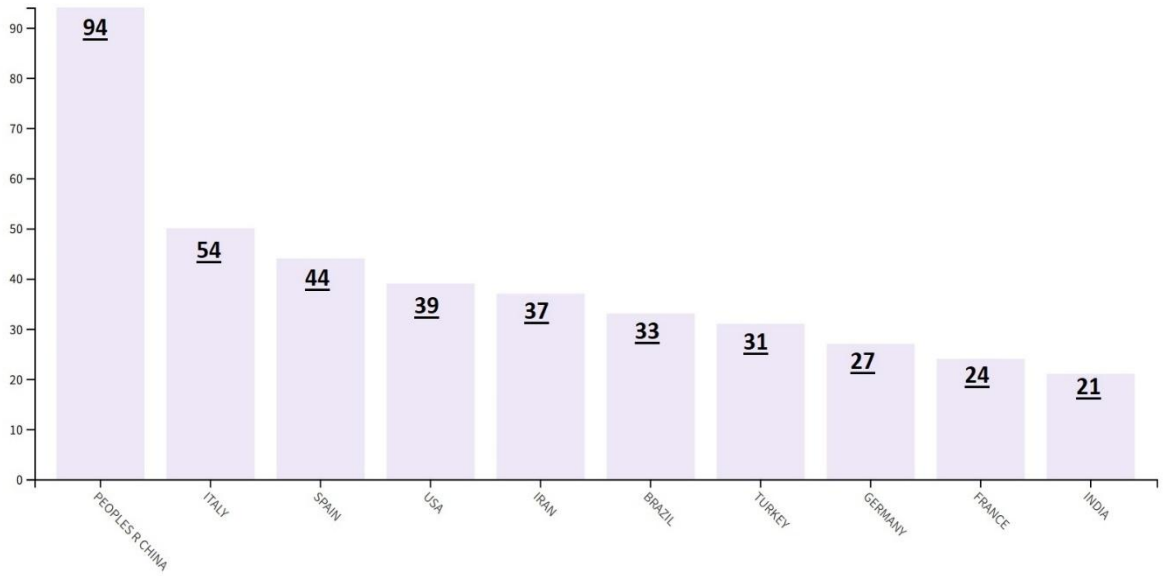


Figure 1. Most productive countries

Over the course of the study, which ranged from 2000 to 2024, 32 independent research areas were discovered. Table 3 shows the most intensively explored areas.

Tablo 3. Most active research areas

Research Areas	Record Count	% of 534
Food Science Technology	269	50.375%
Chemistry	183	34.270%
Toxicology	141	26.404%
Agriculture	53	9.925%
Biochemistry Molecular Biology	35	6.554%
Nutrition Dietetics	31	5.805%
Environmental Sciences Ecology	30	5.618%
Veterinary Sciences	28	5.243%
Biotechnology Applied Microbiology	25	4.682%
Mycology	22	4.120%

Showing first 10 out entries

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Between 2000 and 2024, a total of 882 affiliations were published. Figure 2 shows the affiliations of the ten journals that have published the most.

Figure 2. Most prolific affiliations

Between 2000 and 2024, ten entries were detected, representing 76 different publishers. Figure 3 lists the most prolific publishers.

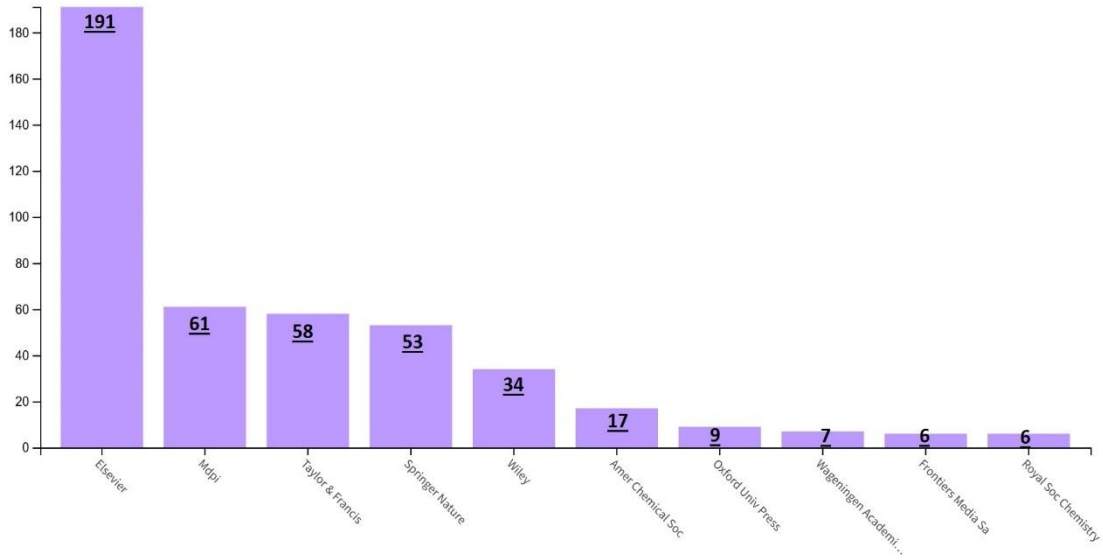


Figure 3. Most prolific publishers

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

In total, 208 articles have been published on this topic. Table 4 shows the top ten journals with the highest number of publications.

Tablo 4. Top ten journals

Journals	**Record Count**	**% of 534**
Toxins	41	7.678%
Food Control	38	7.116%
Food Chemistry	22	4.120%
Food Additives and Contaminants Part A Chemistry Analysis Control Exposure Risk Assessment	20	3.745%
Food and Chemical Toxicology	18	3.371%
Journal of Agricultural And Food Chemistry	13	2.434%
Journal of Chromatography A	13	2.434%
Toxicon	10	1.873%
Journal of Dairy Science	9	1.685%
Mycotoxin Research	9	1.685%

Showing 10 out of entries

A total of 10,772 citations were found in the evaluated articles (10,383 of which were self-citations), giving an average h-index of 65. Notably, 2022 saw the highest number of publications (52), while the highest number of citations were made in 2024 (2,010) (Figure 4).

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

(Figure 4).

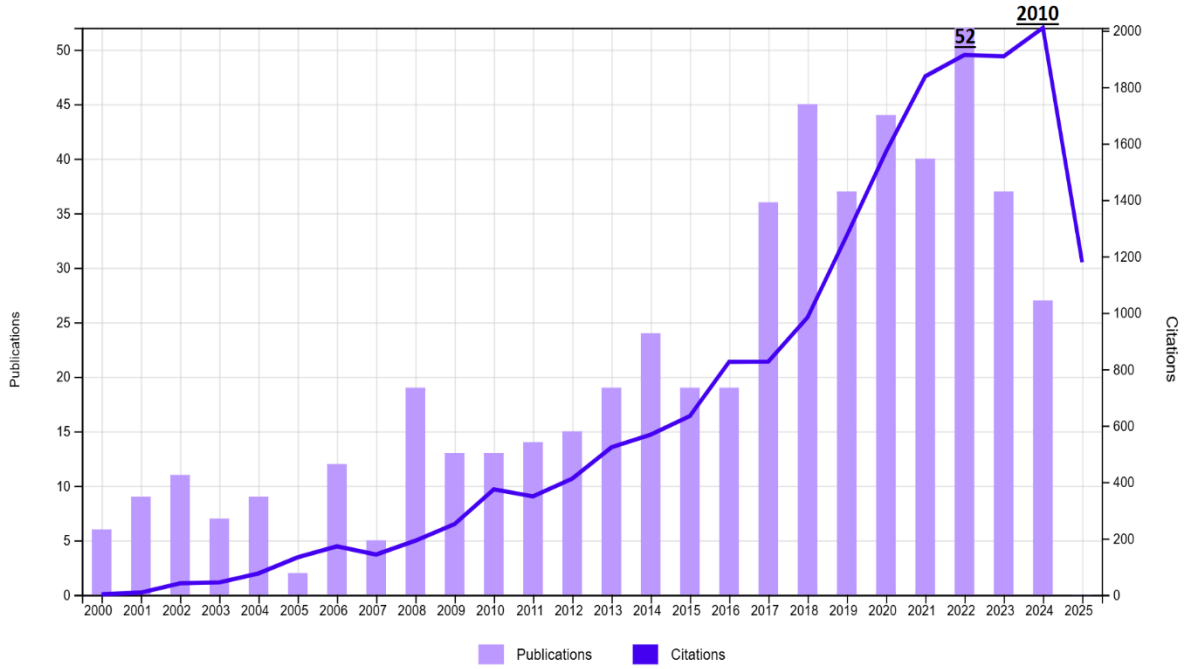


Figure 4. Publication and citation frequency

Figure 5 shows the keywords that were used most frequently, as revealed by our bibliometric study. The font size of each keyword was found to be proportional to how often it occurred in the articles.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

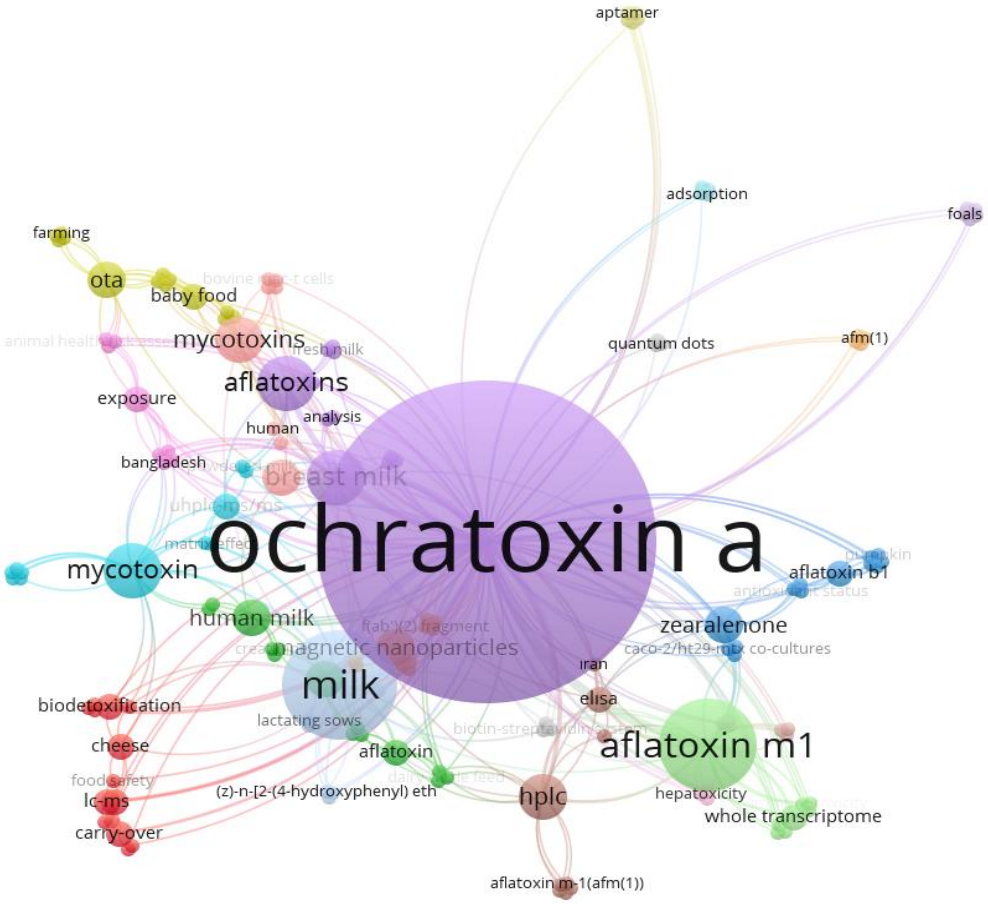


Figure 5. Keyword visualization

In the network representation of bibliographic coupling between countries, the size of the bubbles was proportional to the amount of research conducted in each country. The width of the lines connecting countries indicates the strength of their coupling, and the colours of the lines indicate the cluster to which each country was assigned. For this study, we included at east one document and one citation from each country (Figure 6).

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

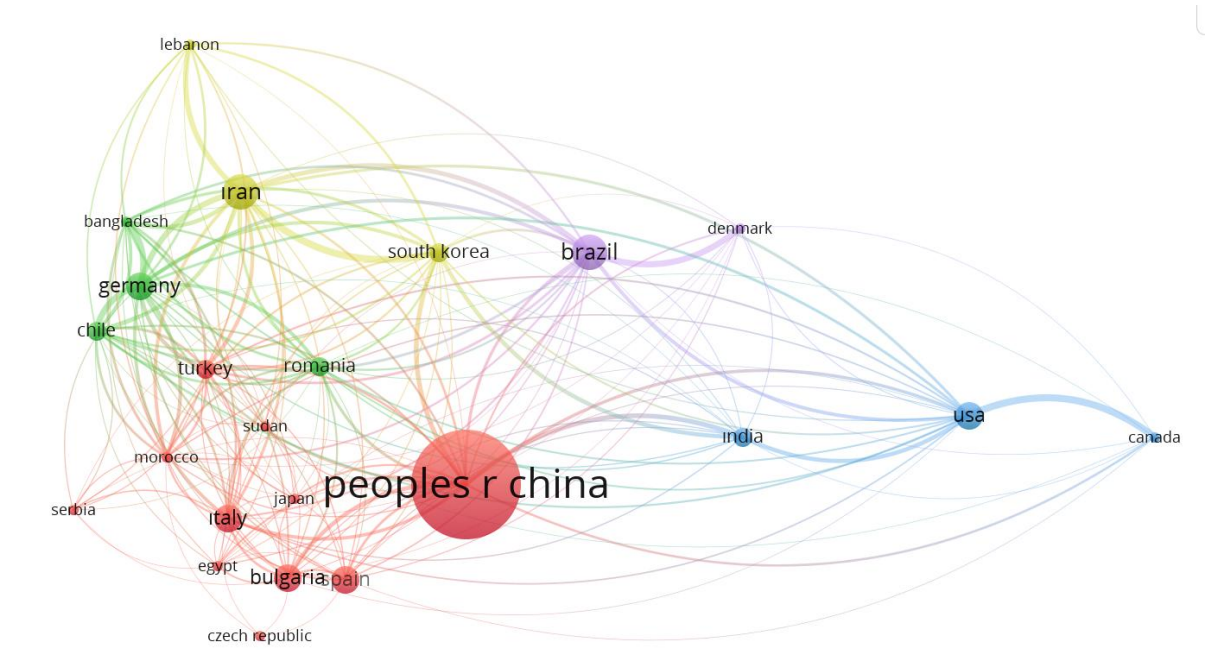


Figure 6. Network visualisation of countries

The associations between authors with at least one citations are shown in Figure 7.

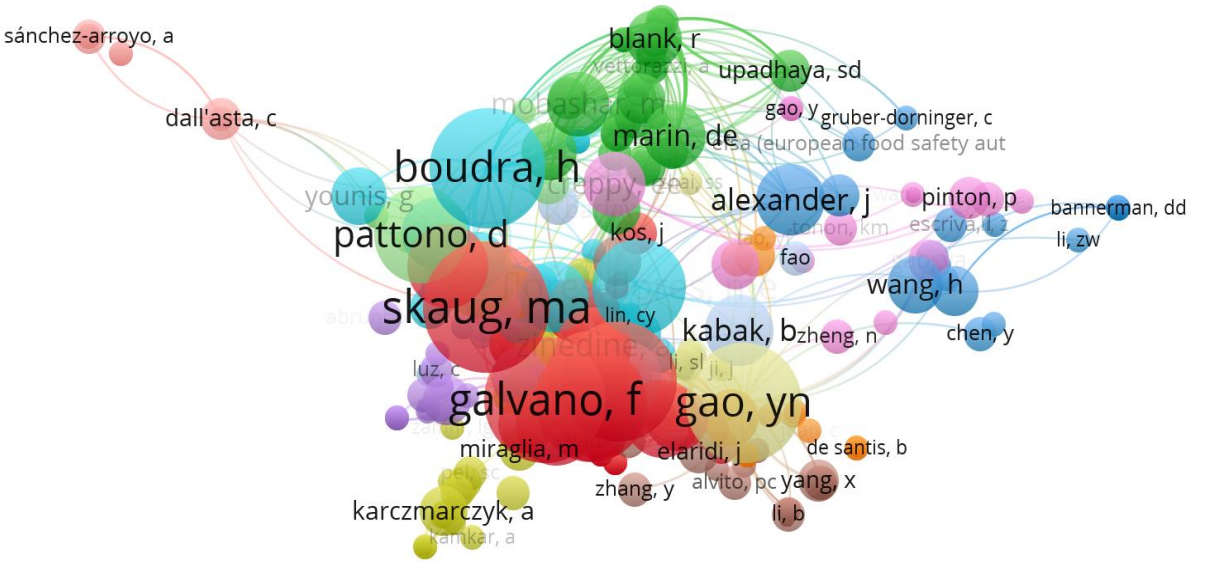


Figure 7. Visualisation of author relationships

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

4. DISCUSSION

This bibliometric study provides a quantitative, comprehensive and, visual analysis of global research trends relating to ochratoxin A (OTA) in milk from 2000 to 2024. The results offer significant insights into the publication process, the most prominent contributors, the subjects of research, and the cooperation patterns within the field.

The number of publications has been increasing steadily over the past 25 years, which suggests that people all over the world are becoming more and more worried about the health risks linked to OTA contamination in milk. The peak in publication output in 2022 was followed by the highest citation rate in 2024. This reflects a recent surge in research interest. This interest is possibly driven by increasing food safety regulations. It is also possibly driven by advancements in analytical technologies. These trends align with the broader landscape of food safety and mycotoxin research, which has also experienced significant growth over the past decade. (Zhang et al., 2021).

The most prolific contributor in terms of publication volume was China, in line with its growing investment in food safety research and infrastructure. Other leading countries such as the USA, Italy, and Germany also demonstrated high output, suggesting a strong global interest across both developed and emerging economies. In our previous bibliometric analysis of aflatoxin M1, the leading country was the USA, and Türkiye was again in the top 10. The data from these two studies were consistent (Altun et al., 2024). However, despite the global nature of OTA contamination, bibliographic coupling and co-authorship networks revealed limited intercontinental collaboration. Most research clusters were concentrated in specific regions, highlighting the need for greater international cooperation, particularly between high-income countries and regions where OTA contamination may be under-reported or under-researched due to limited resources.

The most active research areas were Food Science and Technology, Chemistry, and Toxicology, which highlights the multidisciplinary nature of OTA studies. These fields of study reflect efforts to understand the chemical and toxicological properties of OTA, as well as to develop sensitive and reliable detection methods and assess regulatory compliance. The relatively lower representation of the Nutrition and Public Health domains suggests a potential research gap in the study of chronic dietary exposure to OTA and its long-term health consequences for different population groups (Haighton et al., 2012).

The journal 'Toxins' was the most prolific publisher, followed by 'Food Control' and 'Food Chemistry'. This finding demonstrates that the majority of OTA-in-milk research is disseminated through specialised journals focusing on food toxicology, safety and chemical analysis. Elsevier was the leading publisher, further reinforcing its dominance in the landscape of scientific publications for food-related toxicological research.

Keyword analysis revealed that the dominant themes were "Ochratoxin A", "milk", "mycotoxins" and "HPLC", indicating a methodological focus on using high-performance liquid chromatography (HPLC) for Ochratoxin A (OTA) detection. However, the low frequency of terms such as 'risk assessment', 'exposure modelling' and 'policy' highlights underexplored areas that are crucial for translating scientific knowledge into public health practice. New ideas like "nanotechnology," "biosensors," and "immunoassays" also started to appear in the last ten years. This suggests a change towards more new, fast, and cheap ways to detect mycotoxins. Future bibliometric studies may confirm whether these areas evolve into dominant research directions.

5. CONCLUSION

A comprehensive overview of global research trends on Ochratoxin A in milk over the past two decades is provided by this bibliometric analysis. The results show an ongoing increase in scientific interest, with China, the USA, and several European countries publishing more than others. The dominance of the food science, chemistry and toxicology disciplines reflects a strong focus on detection methods and risk assessment. Meanwhile, emerging technologies such as biosensors and nano-technology based assays signal potential future research directions. However, limited international collaboration and the underrepresentation of studies focused on public health highlight areas for improvement. The study provides a comprehensive overview of the existing research landscape and offers strategic insights to guide future investigations. It also supports global efforts to ensure milk safety and mitigate mycotoxin-related health risks by fostering interdisciplinary collaboration.

Limitations

While this study provides a valuable overall view to Ochratoxin A, it is important to understand its limitations. Firstly, the analysis was restricted to the Web of Science Core Collection, so relevant articles indexed in other databases may have been overlooked. Secondly, the dataset was dominated by English-language publications, which may introduce language bias. Thirdly,

citation metrics may not fully capture the qualitative impact of research, particularly for recent publications that have not yet received any citations.

6. REFERENCES

Altun, S. K., Aydemir, M. E., & Alkan, S. (2024). Trends in aflatoxin M1 global research: a bibliometric analysis study. Iranian Journal of Public Health, 53(1), 175.

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. Journal of informetrics, 11(4), 959-975.

Boudra, H., Barnouin, J., Dragacci, S., & Morgavi, D. P. (2007). Aflatoxin M1 and ochratoxin A in raw bulk milk from French dairy herds. Journal of Dairy Science, 90(7), 3197–3201.

Dahal, S., Lee, H. J., Gu, K., & Ryu, D. (2016). Heat stability of ochratoxin A in an aqueous buffered model system. Journal of food protection, 79(10), 1748-1752.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 133, 285–296.

European Food Safety Authority (EFSA). (2020). Risk assessment of ochratoxin A in food. EFSA Journal, 18(5), e06113.

Haighton, L. A., Lynch, B. S., Magnuson, B. A., & Nestmann, E. R. (2012). A reassessment of risk associated with dietary intake of ochratoxin A based on a lifetime exposure model. Critical reviews in toxicology, 42(2), 147-168.

IARC (International Agency for Research on Cancer). (1993). Ochratoxin A. In IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 56.

Pfohl-Leszkowicz, A., & Manderville, R. A. (2007). Ochratoxin A: An overview on toxicity and carcinogenicity in animals and humans. Molecular Nutrition & Food Research, 51(1), 61–99.

Pfohl-Leszkowicz, A., Petkova-Bocharova, T., Chernozemsky, I. N., & Castegnaro, M. (2002). Balkan endemic nephropathy and associated urinary tract tumours: a review on aetiological causes and the potential role of mycotoxins. Food additives & contaminants, 19(3), 282-302.

Więckowska, M., Cichon, N., Szelenberger, R., Gorniak, L., & Bijak, M. (2024). Ochratoxin A and its role in cancer development: A comprehensive review. Cancers, 16(20), 3473.

Zinedine, A., Soriano, J. M., Moltó, J. C., & Mañes, J. (2007). Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of ochratoxin A. Food and Chemical Toxicology, 45(1), 5–15.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

KEY PEPTIDE GPCR FAMILIES AND THEIR BIOCHEMICAL FUNCTIONS: INSIGHTS INTO SIGNAL TRANSDUCTION AND THERAPEUTIC POTENTIAL

Lecturer Dr, Gamze DEMIREL

Selçuk Üniversitesi, gamzedemirel@selcuk.edu.tr -0000-0001-6037-378X

ABSTRACT

G protein-coupled receptors (GPCRs) constitute the largest and most functionally diverse family of membrane receptors in eukaryotic organisms. Among them, peptide-binding GPCRs hold pivotal roles in key physiological processes, including neurotransmission, hormonal signaling, immune modulation, and metabolic regulation. The principal families of peptide GPCRs—Class A (rhodopsin-like), Class B (secretin-like), and Class C (metabotropic glutamate/pheromone)—are highlighted, with emphasis on their unique structural characteristics, ligand recognition mechanisms, and downstream biochemical pathways.

Recent advances in structural biology, particularly through cryo-electron microscopy and high-resolution modeling, have provided new insights into receptor-ligand interactions, G protein activation, and the dynamic processes of receptor desensitization and internalization. Special emphasis is placed on the concept of biased agonism and its emerging role in developing pathway-specific therapeutics with reduced side effects.

Peptide GPCRs are increasingly significant in drug discovery and development. Several receptors from this family are now targeted by clinically approved drugs, with ongoing trials exploring novel therapeutics for metabolic, cardiovascular, neurological, and oncological diseases. A deeper understanding of their molecular mechanisms and translational potential reveals the biochemical complexity and therapeutic relevance of peptide GPCR signaling in modern medicine.

Key Words: Peptide GPCRs, Signal transduction, Biased agonism

INTRODUCTION

G protein-coupled receptors (GPCRs) represent a vast superfamily of seven-transmembrane proteins that link extracellular ligands to intracellular signaling pathways (Lefkowitz & Shenoy, 2005). Nearly 800 GPCRs have been identified, with many activated by biologically active peptides (Campbell & Drucker, 2013). GPCRs regulate processes such as neuronal signaling, hormonal secretion, immune cell recruitment, and metabolic homeostasis, which explains why approximately 40% of all marketed drugs act on GPCRs (Drucker & Nauck, 2006).

Peptide-binding GPCRs are divided into three major classes:

Class A (Rhodopsin-like): Includes neuropeptide Y, opioid, and chemokine receptors, all crucial for neurobiology and immune defense.

Class B (Secretin-like): Encompasses receptors such as glucagon, GLP-1, and calcitonin receptors, primarily involved in metabolic regulation and endocrine control (Holst, 2007).

Class C (Metabotropic glutamate/pheromone): Plays important roles in neurotransmission and sensory responses.

Structural biology, especially cryo-electron microscopy (cryo-EM), has made it possible to visualize ligand–receptor complexes at high resolution, providing valuable information on conformational changes, G protein coupling, β-arrestin recruitment, and desensitization mechanisms (Wang et al., 2020). Moreover, the concept of biased agonism, which allows selective activation of signaling pathways by different ligands, has gained significant attention for its therapeutic potential to minimize adverse effects (Li et al., 2019).

Given their central role in physiology and their pharmacological potential, peptide GPCRs are currently investigated in diverse fields ranging from diabetes and obesity to cardiovascular, neurodegenerative, and oncological disorders (Barilaro et al., 2005).

2. MATERIALS AND METHODS

This work was prepared as a narrative review. The literature was searched using PubMed, Scopus, and Web of Science databases with the keywords “peptide GPCRs,” “signal transduction,” “biased agonism,” and “therapeutic potential.” Peer-reviewed articles, published between 2000 and 2024, including both original research and reviews, were evaluated. Structural biology data, pharmacological developments, and therapeutic trials were prioritized.

3. RESULTS AND INTERPRETATION

The comprehensive literature review highlights several significant findings regarding the biochemical functions and therapeutic relevance of peptide-binding GPCRs:

3.1. Structural Insights:
Recent advances in cryo-electron microscopy (cryo-EM) have enabled the high-resolution visualization of GPCR–ligand complexes, providing unprecedented insight into conformational dynamics and ligand-specific binding pockets (Rasmussen et al., 2011; Carpenter & Tate, 2016). These structural models have clarified how subtle modifications in peptide ligands alter receptor activation and signaling bias.

3.2. Biochemical Pathways:
Detailed studies have elucidated the complex mechanisms underlying G protein activation, β-arrestin-mediated signaling, receptor desensitization, and internalization (Lefkowitz & Shenoy, 2005). These processes are essential for maintaining receptor homeostasis but also present challenges for long-term drug efficacy. The discovery that GPCRs can form dimers and higher-order oligomers has further expanded our understanding of their biochemical versatility (Ferre, 2010).

3.3. Biased Agonism:
The concept of biased agonism has revolutionized GPCR pharmacology. Ligands can selectively drive receptor signaling toward G protein- or β-arrestin-mediated pathways, improving therapeutic specificity and reducing side effects (Violin & Lefkowitz, 2007; Rajagopal et al., 2010). For example, biased agonists targeting opioid receptors have demonstrated analgesic efficacy with reduced risk of respiratory depression, a principle that may be extended to peptide GPCRs.

3.4. Therapeutic Applications:
Peptide-binding GPCRs have been validated as clinical drug targets for numerous diseases. GLP-1 receptor agonists are already approved for type 2 diabetes and obesity, with growing evidence supporting their use in cardiovascular protection and neurodegenerative disorders (Drucker & Nauck, 2006; Wang et al., 2020). Chemokine receptors, another subgroup of peptide GPCRs, are being targeted in inflammatory diseases and cancer immunotherapy (Steen & Larsen, 2018). These findings confirm the broad translational potential of peptide GPCRs.

4. GENERAL DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Peptide GPCRs are central regulators of a wide spectrum of physiological processes, making them among the most critical druggable proteins in human biology. Advances in structural biology have expanded our mechanistic knowledge of receptor activation, biased signaling, and desensitization, thus providing a rational basis for therapeutic development (Carpenter & Tate, 2016).

The principle of biased agonism has emerged as one of the most promising strategies in modern pharmacology. By selectively activating beneficial signaling pathways while avoiding deleterious ones, biased ligands hold the potential to improve efficacy and safety (Rajagopal et al., 2010). For instance, GLP-1 receptor agonists not only enhance insulin secretion but also

confer cardiovascular and neuroprotective benefits, highlighting the multidimensional therapeutic relevance of biased signaling (Holst, 2007; Li et al., 2019).

Despite these advances, several challenges remain. Receptor desensitization, internalization, and downregulation are major obstacles limiting the long-term success of GPCR-targeted therapies (Lefkowitz & Shenoy, 2005). Moreover, peptide-based therapeutics often suffer from unfavorable pharmacokinetics, including rapid degradation and low oral bioavailability. Novel strategies such as peptide backbone modification, nanoparticle encapsulation, and targeted delivery systems are being developed to overcome these barriers (Knudsen & Lau, 2019).

In addition, the discovery of GPCR heterodimerization and allosteric modulators has opened new directions for precision pharmacology (Ferre, 2010). These approaches could allow the development of ligands that are both tissue-specific and pathway-selective, thus improving therapeutic profiles.

In conclusion, peptide-binding GPCRs represent indispensable molecular targets at the intersection of structural biology, biochemistry, and translational medicine. Structural breakthroughs, particularly through cryo-EM, have paved the way for next-generation GPCR drug discovery. By advancing selective ligands, biased agonists, and innovative drug delivery systems, the therapeutic landscape for metabolic, cardiovascular, neurological, and oncological diseases is expected to broaden significantly, ultimately enhancing patient survival and quality of life.

5. REFERENCES

Carpenter, B., Tate, C.G., Engineering a minimal G protein to facilitate crystallization of G protein-coupled receptors in their active conformation, Structure, 24(6), 872–879, 2016.

Drucker, D.J., Nauck, M.A., The incretin system: GLP-1 receptor agonists and DPP-4 inhibitors in type 2 diabetes, The Lancet, 368(9548), 1696–1705, 2006.

Ferre, S., The GPCR heterotetramer: challenging classical pharmacology, Trends in Pharmacological Sciences, 31(9), 481–487, 2010.

Holst, J.J., The physiology of glucagon-like peptide 1, Physiological Reviews, 87(4), 1409–1439, 2007.

Knudsen, L.B., Lau, J., The discovery and development of liraglutide and semaglutide, Frontiers in Endocrinology, 10, 155, 2019.

Lefkowitz, R.J., Shenoy, S.K., Transduction of receptor signals by beta-arrestins, Science, 308(5721), 512–517, 2005.

Li, L., El-Maarri, O., Kleuser, B., GLP-1 receptor agonists protect cardiomyocytes via anti-apoptotic signaling, Peptides, 120, 170152, 2019.

Rajagopal, S., Rajagopal, K., Lefkowitz, R.J., Teaching old receptors new tricks: biasing seven-transmembrane receptors, Nature Reviews Drug Discovery, 9(5), 373–386, 2010.

Rasmussen, S.G., et al., Crystal structure of the β2 adrenergic receptor–Gs protein complex, Nature, 477, 549–555, 2011.

Steen, A., Larsen, O., Challenges in GPCR drug discovery related to biased signaling and receptor promiscuity, Molecular Pharmacology, 93(3), 235–246, 2018.

Violin, J.D., Lefkowitz, R.J., Beta-arrestin-biased ligands at seven-transmembrane receptors, Trends in Pharmacological Sciences, 28(8), 416–422, 2007.

Wang, X., Zhang, L., Chen, Y., Neuroprotective effects of GLP-1 receptor agonists in central nervous system diseases, Frontiers in Neuroscience, 13, 123, 2020.

EVALUATION OF CELL VIABILITY IN GLP-1R EXPRESSING HEK293 CELLS TREATED WITH SYNTHETIC PEPTIDE LIGANDS

Lecturer Dr. Gamze Demirel

Selçuk University, gamzedemirel@selcuk.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-6037-378X

ABSTRACT

Peptide-activated G protein-coupled receptors (GPCRs), particularly glucagon-like peptide-1 receptor (GLP-1R), are crucial mediators in metabolic regulation and intercellular signaling. While synthetic peptide ligands targeting GPCRs are widely studied for their therapeutic potentials, their cytotoxicity and impact on cellular viability remain underexplored in controlled in vitro settings. This study looked at how the viability of GLP-1R-expressing HEK293 cells was affected by varying concentrations of synthetic GLP-1 peptide ligands (0.01 µM, 0.1 µM, and 1 µM). The MTT assay was used to evaluate cell viability following a 24-hour exposure period. Untreated cells served as the control group. The findings showed a considerable survivability under all conditions and a dose-dependent decrease in metabolic activity. Interestingly, even at the maximum dose examined, cell viability remained above 80%, indicating high biocompatibility of the synthetic peptide. These findings support the safety of synthetic GLP-1 analogs in basic cellular models and suggest their potential for further pharmacological development.

Keywords: GLP-1 receptor, synthetic peptide, HEK293, cell viability, MTT assay

1.INTRODUCTION

G protein-coupled receptors (GPCRs), one of the largest protein families in eukaryotes, are essential for controlling how cells respond to external stimuli. GPCRs are the target of around 40% of contemporary medications, underscoring their critical therapeutic role [1]. Of them, the glucagon-like peptide-1 receptor (GLP-1R) has garnered a lot of interest because of its regulatory function in insulin secretion and glucose homeostasis [2]. In addition to pancreatic β-cells, GLP-1R is expressed in the brain, gastrointestinal tract, and cardiovascular system, where it performs regulatory and protective roles [3].

Type 2 diabetes mellitus and obesity can be treated with GLP-1 receptor agonists [4]. Furthermore, there is ongoing research into their functions in cardiovascular conditions, neurological diseases, and potentially cancer [5,6]. Even though these peptides have demonstrated promise in human and animal investigations, preclinical research on their basic safety profiles—particularly their cytotoxic effects in non-target cell lines—remains essential.

Because of their consistent growth features and simplicity of transfection, HEK293 cells—which are derived from human embryonic kidney tissue—are frequently utilized in biomedical research. They offer a reliable in vitro platform for investigating receptor-ligand interactions at the cellular level when genetically altered to express GLP-1R.
In this work, we assessed a synthetic GLP-1 peptide's cytotoxicity and biocompatibility on HEK293 cells that expressed GLP-1R. By using the MTT assay, a common technique for evaluating cell metabolic activity, to analyze cellular viability, we hoped to add to the fundamental knowledge required for creating next-generation GLP-1-based therapies.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1.Cell Culture

GLP-1R–expressing HEK293 cells were cultured in Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) supplemented with 10% fetal bovine serum (FBS) and 1% penicillin–streptomycin. The cells were maintained at 37 °C in a humidified incubator with 5% CO_2. When they reached approximately 80–90% confluence, they were seeded into 96-well plates at a density of 1×10^4 cells per well.

2.2. Peptide Treatment and Viability Assay

At final doses of 0.01 µM, 0.1 µM, and 1 µM, synthetic GLP-1 peptide ligands were produced in sterile PBS and added to the culture medium. No peptide was given to the control groups. Following a 24-hour incubation period, each well received 20 µL of MTT solution (5 mg/mL), which was then incubated for 4 hours at 37°C. After dissolving the resultant formazan crystals in DMSO, a microplate reader was used to quantify absorbance at 570 nm. Three duplicates of

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

each condition were examined, and the results were shown as the proportion of viable cells in comparison to the control.

3. RESULTS AND INTERPRETATION

The outcomes showed that after being treated with synthetic GLP-1 peptide, cell viability responded in a dose-dependent manner. With very slight reductions in metabolic activity, cells treated with 0.01 µM and 0.1 µM peptide maintained viability levels comparable to the control group. There was a discernible but non-fatal decline in viability at the maximum concentration(1 µM) (Table 1).

All groups' cell viability levels continuously stayed over 80%, suggesting that there was no discernible cytotoxicity. These results are in line with prior research showing that, at low to moderate dosages, GLP-1 analogs had no negative impact on cell health [4,7]. Furthermore, the reliability and repeatability of the data are supported by the consistency of the triplicate results.

4. GENERAL DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The high survivability rates, even at the highest tested concentration, show that synthetic GLP-1 peptide ligands are generally biocompatible with GLP-1R-expressing HEK293 cells. Our findings concur with those of Li et al. [6], who showed cardioprotective effects in cardiac cells, and Wang et al. [5], who discovered that GLP-1 analogs have neuroprotective properties in neuronal models.

These discoveries are significant because they have wider ramifications for the application of synthetic peptide ligands in therapeutic settings. Although GLP-1 analogs are mostly used to treat metabolic diseases, their wider use necessitates thorough cellular safety profiling.

The study's limitations include the use of a single cell line and the very brief exposure period (24 hours). To create a more comprehensive safety profile, future research should include longer exposure times, different doses, and a range of human and animal cell types (FIGURE 1).

To sum up, synthesized GLP-1 peptides seem safe in HEK293-GLP-1R cells within the measured dose range, providing a promising starting point for additional pharmacological research. To validate these results and facilitate clinical translation, functional assays, gene expression analysis, and in vivo validation will be required.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

Table 1. Effect of Peptide Concentration on HEK293 Cell Viability

Peptide Concentration (µM)	Mean Cell Viability (%)
0 (Control)	100
0.01	98.7
0.1	93.4
1	84.2

.

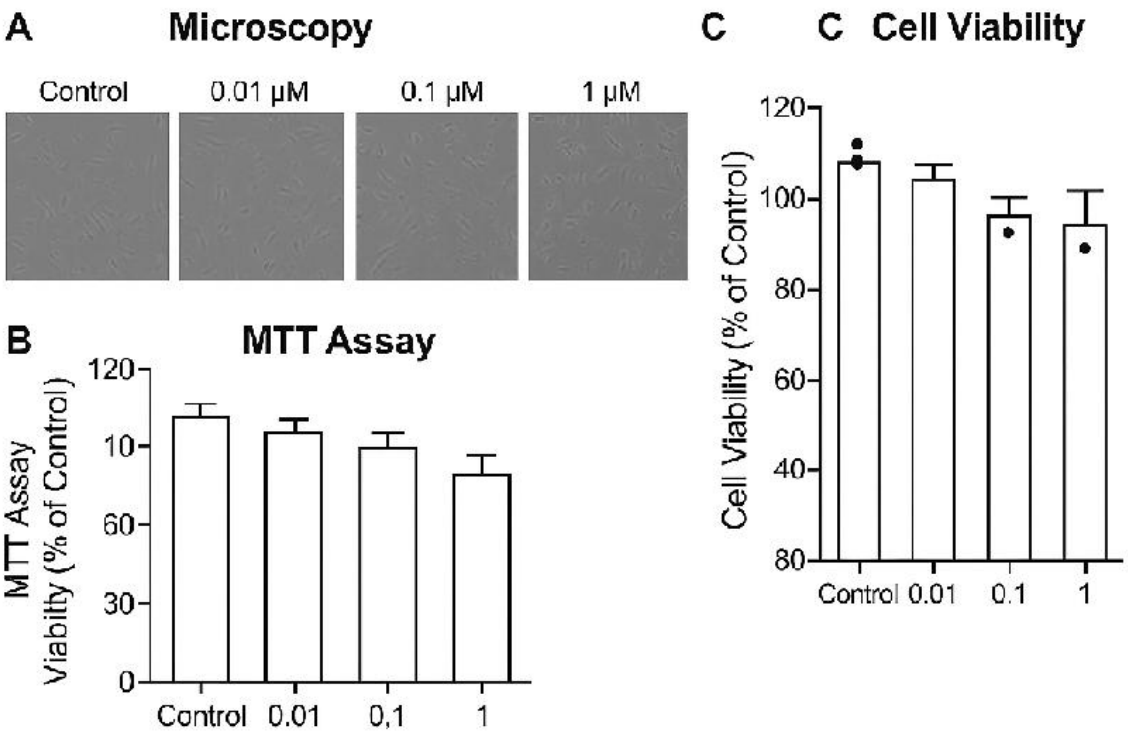


FIGURE1. A. Microscope image, B. MTT test result, C. cell viability

REFERENCES

[1] Lefkowitz, R. J., Shenoy, S. K., Transduction of receptor signals by beta-arrestins, Science, 308(5721), 512–517, 2005.

[2] Holst, J. J., The physiology of glucagon-like peptide 1, Physiological Reviews, 87(4), 1409–1439, 2007.

[3] Campbell, J. E., Drucker, D. J., Pharmacology, physiology, and mechanisms of incretin hormone action, Cell Metabolism, 17(6), 819–837, 2013.

[4] Drucker, D. J., Nauck, M. A., The incretin system: GLP-1 receptor agonists and DPP-4 inhibitors in type 2 diabetes, The Lancet, 368(9548), 1696–1705, 2006.

[5] Wang, X., Zhang, L., Chen, Y., Neuroprotective effects of GLP-1 receptor agonists in central nervous system diseases, Frontiers in Neuroscience, 13, 2020.

[6] Li, L., El-Maarri, O., Kleuser, B., GLP-1 receptor agonists protect cardiomyocytes via anti-apoptotic signaling, Peptides, 120, 170152, 2019.

[7] Mosmann, T., Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays, Journal of Immunological Methods, 65(1–2), 55–63, 1983.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

NEOSCONA (ARANEAE: ARANEİDAE) TÜRLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, ASİYE SEÇKİN

Gaziantep Üniversitesi, asiye.seckin9@gmail.com - 0009-0000-0151-5717

Doktora Öğrencisi, DERYA ARSLAN TALAPOV

Gaziantep Üniversitesi, derya-arslan@hotmail.com, 0009-0008-3455-2299

Doç. Dr. ADİLE AKPINAR

Gaziantep Üniversitesi, aozdemir@gantep.edu.tr,0000-0001-5815-1096

Yüksek Lisans Öğrencisi, ŞUHEDA AY

Gaziantep Üniversitesi, suhedakpln1179@gmail.com,0009-0004-8732-0687

ÖZET

Neoscona Simon, 1864, Araneidae familyasına ait bir cins olup, dünya genelinde 124 tür ile temsil edilmekte; Türkiye'de ise bu cinse ait üç tür bulunmaktadır. Bu türler arasında yer alan *Neoscona adianta* (Walckenaer, 1802) ve *Neoscona byzanthina* (Pavesi, 1876) morfolojik açıdan birbirine oldukça benzemektedir. Bu çalışmada, söz konusu iki türün morfolojik ve moleküler özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Morfolojik farklılıklar özellikle opistosoma üzerindeki desenlenmeler temel alınarak değerlendirilmiştir. Moleküler veriler ise mevcut literatür doğrultusunda analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, her iki tür arasında morfolojik ve genetik düzeyde belirgin farklılıkların bulunduğu ortaya konmuştur. Ayrıca, tespit edilen bu farklılıkların, türlerin ekolojik adaptasyon süreçleriyle ilişkili olabileceği ileri sürülmektedir. Elde edilen bulgular, Araneidae familyası içerisindeki taksonomik çözümlemelere önemli katkılar sağlamakta olup, *Neoscona* cinsine ait türlerin popülasyon genetiğinin daha derinlemesine anlaşılmasına da olanak sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: *Neoscona adianta*, *Neoscona byzanthina*, genetik karakterizasyon, morfolojik analiz

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

COMPARATIVE ANALYSIS OF NEOSCONA SPECIES (ARANEAE: ARANEIDAE)

Msc student, ASİYE SEÇKİN

Gaziantep University, asiye.seckin9@gmail.com - 0009-0000-0151-5717

PhD student, DERYA ARSLAN TALAPOV

Gaziantep Üniversitesi, derya-arslan@hotmail.com, 0009-0008-3455-2299

Assoc.Prof.Dr. ADİLE AKPINAR

Gaziantep University, aozdemir@gantep.edu.tr - 0000-0001-5815-1096

Msc student, ŞUHEDA AY

Gaziantep University suhedakpln1179@gmail.com,0009-0004-8732-0687

ABSTRACT

Neoscona Simon, 1864 is a genus belonging to the family Araneidae, comprising 124 species worldwide. In Turkey, the genus is represented by three species. Among them, *Neoscona adianta* (Walckenaer, 1802) and *Neoscona byzanthina* **(**Pavesi, 1876) exhibit significant morphological similarities. In this study, the morphological and molecular characteristics of these two species were comparatively examined. Morphological differences were primarily evaluated based on the patterning of the opisthosoma. Molecular data were analyzed according to information available in the literature. The findings revealed clear distinctions between the two species at both morphological and genetic levels. Furthermore, it is suggested that these differences may be associated with ecological adaptation processes. The results of this study contribute significantly to the taxonomic understanding of the Araneidae family and provide valuable insights into the population genetics of species within the genus *Neoscona***.**

Key words: *Neoscona adianta*, *Neoscona byzanthina*, genetic characterization,morphological analysis

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

ASSESSING THE QUALITY STANDARDS OF HOSPITAL PHARMACIES IN THERAPEUTIC CENTERS ASSOCIATED WITH KERMANSHAH UNIVERSITY OF MEDICAL SCIENCES, IRAN

Gharehbagh V.Hamishehkar , H.Aghababa

Alex Ekwueme Federal University Ndufu Alike Ikwo- Nigeria

Abstract:

Nowadays pharmaceutical care departments located in hospitals are amongst the important pillars of the healthcare system. The aim of this study was to evaluate quality of hospital drugstores affiliated with Kermanshah University of Medical Sciences. In this cross-sectional study a validated questionnaire was used. The questionnaire was filled in by the one of the researchers in all seventeen hospital drugstores located in the teaching and nonteaching hospitals affiliated with Kermanshah University of Medical Sciences. The results shows that in observed hospitals,24% of pharmacy environments, 25% of pharmacy store and storage conditions, 49% of storage procedure, 25% of ordering drugs and supplies, 73% of receiving supplies (proper procedure are fallowed for receiving supplies), 35% of receiving supplies (prompt action taken if deterioration of drugs received is suspected), 23.35% of drugs delivery to patients and finally 0% of stock cards are used for proper inventory control have full compliance with standards.
Keywords: Hospital pharmacy standards, Kermanshah, pharmacy management

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

FETAL AND INFANT MORTALITY RATES IN BOTUCATU CITY, SÃO PAULO STATE, BRAZIL: ASSESSING MATERNAL-INFANT HEALTHCARE

Noda Salvador I. C, Fonseca C. R. B.

Hungarian University of Fine Arts- Hungary

Abstract:

In Brazil, neonatal mortality rate is considered incompatible with the country development conditions, and has been a Public Health concern. Reduction in infant mortality rates has also been part of the Millennium Development Goals, a commitment made by countries, members of the Organization of United Nations (OUN), including Brazil. Fetal mortality rate is considered a highly sensitive indicator of health care quality. Suitable actions, such as good quality and access to health services may contribute positively towards reduction in these fetal and neonatal rates. With appropriate antenatal follow-up and health care during gestation and delivery, some death causes could be reduced or even prevented by means of early diagnosis and intervention, as well as changes in risk factors and interventions. Objectives: To study the quality of maternal and infant health care based on fetal and neonatal mortality, as well as the possible actions to prevent those deaths in Botucatu (Brazil). Methods: Classification of prevention according to the International Classification of Diseases and the modified Wigglesworth´s classification. In order to evaluate adequacy, indicators of quality of antenatal and delivery care were established by the authors. Results: Considering fetal deaths, 56.7% of them occurred before delivery, which reveals possible shortcomings in antenatal care, and 38.2% of them were a result of intra- labor changes, which could be prevented or reduced by adequate obstetric management. These findings were different from those in the group of early neonatal deaths which were also studied. Adequacy of health services showed that antenatal and childbirth care was appropriate for 24% and 33.3% of pregnant women, respectively, which corroborates the results of prevention. These results revealed that shortcomings in obstetric and antenatal care could be the causes of deaths in the study. Early and late neonatal deaths have similar characteristics: 76% could be prevented or reduced mainly by adequate newborn care (52.9%) and adequate health care for gestational women (11.7%). When adequacy of care was evaluated, childbirth and newborn care was adequate in 25.8% and antenatal care was adequate in 16.1%. In conclusion, direct relationship was found between adequacy and quality of care rendered to pregnant women and newborns, and fetal and infant mortality. Moreover, our findings highlight that deaths could be prevented by an adequate obstetric and neonatal management.

Keywords: Fetal Mortality, Infant Mortality, Maternal-Child Health Services, Program Evaluation.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

COMPARISON OF THIOPENTAL-FENTANYL AND MIDAZOLAM-FENTANYL FOR PROCEDURAL SEDATION IN EMERGENCY DEPARTMENT PATIENTS WITH SHOULDER DISLOCATION AND DISTAL RADIAL FRACTURE-DISLOCATION: A RANDOMIZED DOUBLE-BLIND CONTROLLED TRIAL

D. Abbasi S. Shafiee Ardestani, E. Payani

Estonian Entrepreneurship University of Applied Sciences- Estonia

Abstract:

Background and aim: It has not been well studied whether fentanyl-thiopental (FT) is effective and safe for PSA in orthopedic procedures in Emergency Department (ED). The aim of this trial was to evaluate the effectiveness of intravenous FT versus fentanyl-midazolam (FM) in patients who suffered from shoulder dislocation or distal radial fracture-dislocation. Methods: In this randomized double-blinded study, Seventy-six eligible patients were entered the study and randomly received intravenous FT or FM. The success rate, onset of action and recovery time, pain score, physicians' satisfaction and adverse events were assessed and recorded by treating emergency physicians. The statistical analysis was intention to treat. Results: The success rate after administrating loading dose in FT group was significantly higher than FM group (71.7% vs. 48.9%, p=0.04); however, the ultimate unsuccessful rate after 3 doses of drugs in the FT group was higher than the FM group (3 to 1) but it did not reach to significant level (p=0.61). Despite near equal onset of action time in two study group (P=0.464), the recovery period in patients receiving FT was markedly shorter than FM group (P<0.001). The occurrence of adverse effects was low in both groups (p=0.31). Conclusion: PSA using FT is effective and appears to be safe for orthopedic procedures in the ED. Therefore, regarding the prompt onset of action, short recovery period of thiopental, it seems that this combination can be considered more for performing PSA in orthopedic procedures in ED.

Keywords: Procedural Sedation and Analgesia, Thiopental, Fentanyl, Midazolam, Orthopedic Procedure, Emergency Department, Pain.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

TWO INSTANCES OF VACTERL ASSOCIATION DURING PREGNANCY TREATED WITH LYMPHOCYTE THERAPY

Seyed Mortazavi, Memari Masod, Ahmad Hasani, Abed Zhaleh

Eastern Mediterranean University- Cyprus

Abstract:

VACTERL association is a rare disorder with various congenital malformations. The aetiology remains unknown. Combination of at least three congenital anomalies of the following criteria is required for diagnosis: vertebral defects, anal atresia, cardiac anomalies, tracheo-esophageal fistula, renal anomalies, and limb defects. The first case was 1-day old male neonate with multiple congenital anomalies was bore from 28 years old mother. The mother had history of pregnancy with lymphocyte therapy. His anomalies included: defects in thoracic and lumbar vertebral, anal atresia, bilateral hydronephrosis, atrial septal defect, and lower limb abnormality. Other anomalies were cryptorchidism and nasal canal narrowing. The second case was born with 32 weeks gestational age from mother with history of pregnancy with lymphocyte therapy. He had thoracic vertebral defect, cardiac anomalies and renal defect. diagnosis based on clinical finding is VACTERL association. Early diagnosis is very important to investigation and treatment of other coexistence anomalies. VACTERL association in mothers with history of pregnancy with lymphocyte therapy has suggested possibly of relationship between VACTERL association and this method of pregnancy.

Keywords: Anal atresia, tracheo-esophageal fistula, atrial septal defect, lymphocyte therapy.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

EMBRACING HEALTH INFORMATION APPLICATIONS WITHIN SMART NATIONAL IDENTITY CARDS (SNIC) THROUGH AN INNOVATIVE I-P FRAMEWORK

Ismail Azrifah Hassan, Masrah Bile, Murad Azmi

Capital University of Science & Technology- Pakistan

Abstract:

This study discovers a novel framework of individual level technology adoption known as I-P (Individual- Privacy) towards health information application in Smart National Identity Card. Many countries introduced smart national identity card (SNIC) with various applications such as health information application embedded inside it. However, the degree to which citizens accept and use some of the embedded applications in smart national identity remains unknown to many governments and application providers as well. Moreover, the factors of trust, perceived risk, Privacy concern and perceived credibility need to be incorporated into more comprehensive models such as extended Unified Theory of Acceptance and Use of Technology known as UTAUT2. UTAUT2 is a mainly widespread and leading theory up to now. This research identifies factors affecting the citizens' behavioural intention to use health information application embedded in SNIC and extends better understanding on the relevant factors that the government and the application providers would need to consider in predicting citizens' new technology acceptance in the future. We propose a conceptual framework by combining the UTAUT2 and Privacy Calculus Model constructs and also adding perceived credibility as a new variable. The proposed framework may provide assistance to any government planning, decision, and policy makers involving e-government projects. Empirical study may be conducted in the future to provide proof and empirically validate this I-P framework.

Keywords: Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) model, UTAUT2 model, Smart National Identity Card (SNIC), Health information application, Privacy Calculus Model (PCM).

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

HOW STATISTICAL METRICS AND OPTIMIZATION TECHNIQUES DRIVE GENE SELECTION IN LUNG AND OVARIAN TUMORS

C. Premalatha Kenan Gunavathi,

Benedict XVI Philosophical-Theological University, Heiligenkreuz- Austria

Abstract:

Microarray technology is universally used in the study of disease diagnosis using gene expression levels. The main shortcoming of gene expression data is that it includes thousands of genes and a small number of samples. Abundant methods and techniques have been proposed for tumor classification using microarray gene expression data. Feature or gene selection methods can be used to mine the genes that directly involve in the classification and to eliminate irrelevant genes. In this paper statistical measures like T-Statistics, Signal-to-Noise Ratio (SNR) and F-Statistics are used to rank the genes. The ranked genes are used for further classification. Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm and Shuffled Frog Leaping (SFL) algorithm are used to find the significant genes from the top-m ranked genes. The Naïve Bayes Classifier (NBC) is used to classify the samples based on the significant genes. The proposed work is applied on Lung and Ovarian datasets. The experimental results show that the proposed method achieves 100% accuracy in all the three datasets and the results are compared with previous works.

Keywords: Microarray, T-Statistics, Signal-to-Noise Ratio, FStatistics, Particle Swarm Optimization,

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

PERINATAL RESULTS IN INSTANCES OF BLEEDING DURING THE INITIAL AND EARLY SECOND TRIMESTER

S. Chhabra, P. Kalra Tickoo

Hasselt University, Hasselt and Diepenbeek- Belgium

Abstract:

Background: Bleeding during first half of pregnancy mostly originates from placenta, some abort, others are at risk of complications. Objective: Study was done to know perinatal outcome with bleeding up to 20 weeks in singleton pregnancy. Material Methods: Subjects were 1020, equal controls managed over 2 years, 435 had viable pregnancy at admission, 135 excluded, 300 followed for perinatal outcome, 99 (19.52% up to 10 weeks), 201 (39.18% of 11-20 weeks). Results: Hypertensive disorders occurred in 24% cases of bleeding within 10 weeks, 22% 11-20 weeks 14.79% controls, placenta previa 4% in 10 weeks, 0.9% 11-20 weeks, 0.97% controls, prelabor rupture of membranes in 16%, 7.45% controls. 20% up to 10 weeks, 35% 11-20 weeks, 18% controls had fetal growth restriction, 34.34% up to 10 weeks 30.35% of 11-20 weeks 17.17% controls had preterm births, perinatal mortality rate in study was 118.62, in controls 68.16 (Uneventful pregnancy in 13.52% study, 46.11% controls). Conclusion: Once bleeding occurs, one third continue pregnancy, maternal neonatal outcome gets affected with variations in cases of bleeding within first 10 weeks & 11-20 weeks.

Keywords: First, Second trimester, bleeding, Disorders, Perinatal Outcome.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

ENHANCING BASKETBALL SHOT PREDICTION THROUGH CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS AND TEMPORAL ANALYSIS

Júlia Kovács, László Tóth, Anikó Varga, János Kocsis

University of Pécs, Hungary

Abstract:

This study explores the prediction of shot success in basketball using multiagent trajectory data. We propose a novel approach utilizing convolutional neural networks (CNNs) by first converting the multiagent interactions into image representations. To accurately capture the competitive dynamics of the game, we employ a multichannel image input into the CNN. Furthermore, we incorporate a temporal element through a technique called “fading” to enhance the model’s performance. Our findings indicate that this CNN-based method significantly outperforms traditional feedforward neural networks (FFNs). By applying gradient ascent, we identify the key features that the CNN filters focus on during training. Ultimately, our hybrid FFN+CNN model demonstrates the best performance, achieving an error rate of 39%.

Keywords: basketball, convolutional neural networks, temporal analysis, computer vision

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

COMPARATIVE ANALYSIS OF ACHIEVEMENT MOTIVATION AND SPORTS COMPETITION ANXIETY ACROSS ACADEMIC LEVELS

László Tóth, Katalin Kovács, Zoltán Horváth, Éva Nagy
University of Szeged, Hungary

Abstract:

Introduction: Motivation is a fundamental driver influencing various actions, including academic performance and sports achievements. It reflects an individual's drive towards success and excellence. Specifically, in sports, pre-competition anxiety can create a mental environment conducive to overcoming challenges, although it may also provoke feelings of apprehension. This study examines how achievement motivation and competition anxiety vary among students from different academic levels.

Aim: This study aims to compare the levels of achievement motivation and sports competition anxiety among students from three distinct academic tiers.

Methods and Materials: The study involved 131 male participants from three academic categories: Extra Department, Bachelor of Physical Education I, and Master of Physical Education II, aged between 19 and 28 years. Achievement motivation and sports competition anxiety were assessed using a structured questionnaire. Statistical analysis included descriptive statistics such as mean and standard deviation, and inferential statistics employing one-way analysis of variance (ANOVA).

Results: The analysis revealed no significant differences in achievement motivation ($p \geq 0.05$) and sports competition anxiety ($p \geq 0.05$) across the three academic groups.

Conclusion: The study concludes that the levels of achievement motivation and sports competition anxiety are comparable among the three student groups.

Keywords: Anxiety, sports psychology, sports competition anxiety, achievement motivation, academic hierarchy.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

COMPARATIVE ANALYSIS OF JOINT RANGE OF MOTION IN ATHLETES: RUNNERS VS. SWIMMERS

Elena Petrova, Stoyan Ivanov
Institution: Sofia University, Bulgaria

Abstract:

This research examines the differences in joint range of motion (ROM) between middle and long-distance runners and swimmers. Joint flexibility is crucial for athletes, as it impacts speed, power generation, and injury prevention. Variations in ROM can be influenced by factors such as age, gender, and the nature of the movement (active vs. passive). The study focuses on how ROM in running and swimming affects athletic performance, particularly in terms of speed and joint mobility. The research involved 102 participants, divided into three groups: a control group (22 individuals), middle and long-distance runners (40 individuals), and swimmers (40 individuals), all aged between 12 and 18 years. Results indicate that swimmers exhibit greater ROM in shoulder joint flexion, extension, abduction, and adduction compared to the control group. Additionally, middle and long-distance runners show a notably greater ROM in left shoulder joint flexion compared to the control group, with a mean difference of 5.82 degrees. Swimmers also have a significantly higher ROM in left shoulder joint flexion compared to both the control group (mean difference of 24.84 degrees) and the runners (mean difference of 19.02 degrees). Further research is required to deepen the understanding of these differences.

Keywords: Range of motion, athletic performance, joint flexibility, swimmers, runners

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

EVALUATING PSYCHOMOTOR DEVELOPMENT IN EARLY CHILDHOOD: A COMPARATIVE ANALYSIS OF EIGHT ASSESSMENT TOOLS

Elina Karimova, Nuriddin Shokirov

Tajik State University of Pedagogy, Tajikistan

Abstract:

Evaluating psychomotor development is essential for identifying motor delays, tracking developmental progress, and designing effective intervention strategies. Early childhood is a critical period for psychomotor development, as it forms the foundation for future cognitive and social skills. Over time, various tools for assessing psychomotor development have been created, ranging from simple screening instruments to more detailed and sophisticated assessments. This review aims to explore the evolution of psychomotor evaluation methods, provide an overview of psychomotor assessment for preschoolers, and critically analyze eight key assessment tools used in this field: Denver II, DEMOST-PRE, TGMD-2/3, BOT-2, MABC-2, PDMS-2, KTK, and MOT 4-6. The choice of tool depends on the specific objectives and context of the assessment.

Keywords: Psychomotor development assessment, early childhood evaluation, motor skills assessment

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

EVALUATING CAREER TRANSITION SUPPORT PROGRAMS FOR OLYMPIC ATHLETES IN AFGHANISTAN: A CONCEPTUAL ANALYSIS

Zainab Rahimi, Ahmad Shah, Ebrahim Firooz, Roya Nazari

Faculty of Sports Science, Kabul University, Afghanistan

Abstract:

The Afghan Ministry of Sport has undertaken initiatives to consolidate various career transition support programs for Olympic athletes leading up to the 2024 Kabul Olympics. One such initiative, the Afghan Olympic Career Support Center (AOCSC), was established in 2015 to assist athletes during their career transitions. Investigating the services offered by these support programs is crucial for enhancing the athletes' transition experience. This study aims to examine the service content of the AOCSC program in relation to athletes' career transition needs, including any variations in retirement reasons among Summer/Winter and Male/Female Olympic athletes. The study also provides recommendations for integrating career support programs in Afghanistan post-Olympics using career transition models. Semi-structured interviews were conducted with the AOCSC director, who has overseen the program since its inception, and generated a total of 15 conceptual categories through analysis. The categories were divided into three groups: "AOCSC Context" with 4 categories, "Athletes' Engagement with AOCSC" with 4 categories, and "Current Challenges Faced by AOCSC" with 7 categories. The analysis revealed that the AOCSC provides occupational support for both current and retired Olympic athletes; however, psychological support remains ambiguous due to a shortage of mental health professionals and challenges in collaborating with other sports organizations. Additionally, there are notable differences in visiting tendencies, financial situations, and career choices based on whether athletes participate in Summer/Winter sports and their gender.

Keywords: Career transition support, retirement reasons, Olympic athletes, Afghan Olympic Committee

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

EPIDEMIOLOGICAL STUDY AND MECHANISMS OF BADMINTON INJURIES IN YOUTH: INSIGHTS FROM MEDICAL CHECK-UPS AND SURVEYS

Mei Zhang, Li Wei, Chen Xu
Department of Sports Medicine, Huadong University of Science and Technology, China

Abstract:

Badminton, a dynamic racket sport characterized by repetitive overhead motions, shoulder abduction/external rotation, and rapid directional changes, poses a risk of injury to various body regions. Despite its prevalence, there is a lack of comprehensive studies that utilize medical check-ups to explore the epidemiology and mechanisms of badminton-related injuries. This study aims to fill this gap by investigating the prevalence of injuries, physical fitness parameters, and shoulder pain intensity among school-age badminton players. The first objective was to use medical check-ups to uncover the mechanisms behind shoulder injuries and assess physical fitness. The second objective was to map the distribution of injuries among elementary school players to facilitate early intervention and prevention. Findings indicate that shoulder pain was prevalent among all participants, with those experiencing pain showing lower body weight, increased shoulder external rotation (ER) gain, thinner upper limb circumference, and enhanced trunk extension. Identifying these specific factors could improve injury prevention strategies. Additionally, high incidences of knee, ankle, plantar, and shoulder injuries or pain were observed. An injury prevention program tailored for young badminton players is recommended.

Keywords: Badminton injuries, epidemiology, medical check-ups, youth players.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

EFFECTS OF MINDFULNESS MEDITATION ON REDUCING ACADEMIC STRESS AMONG FEMALE ADOLESCENTS

Liu Yan, Zhang Mei, Chen Wei, Li Hua
Beijing Normal University, China

Abstract:

In today's educational environment, the relentless pursuit of high academic performance to gain entry into prestigious institutions has become a significant societal pressure for students. This pressure often manifests as psychological anxiety, which can lead to adverse outcomes such as aggressive behavior or suicidal ideation. The constant barrage of desires, emotions, and passions further exacerbates mental stress, highlighting the need for effective coping mechanisms. Mindfulness meditation, a technique aimed at fostering mental tranquility and resilience, offers a potential solution. This study investigates the impact of mindfulness meditation on academic stress among female adolescents. Conducted with 120 high school students in Beijing, aged 13-15, the research was designed to compare the effects of mindfulness meditation against a control group. Participants were divided into two groups: an experimental group, which engaged in daily mindfulness meditation sessions led by a trained instructor for six days a week over a six-month period, and a control group, which continued with their regular activities. The Academic Stress Scale was employed to gather data at three stages: pre-intervention, post-intervention phase I, and post-intervention phase II. Statistical analysis, including the two-tailed t-test for inter-group comparisons and Sandler's A test with $\alpha = 0.05$ for intra-group comparisons, revealed that extended practice of mindfulness meditation resulted in significant reductions in academic stress.

Keywords: Academic stress, mindfulness, meditation, adolescent mental health.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

IMPACT OF FRAME GEOMETRY AND ERGONOMIC ADJUSTMENTS ON CYCLING EFFICIENCY AND MUSCLE ACTIVATION

Antoine Dupont, Claire Lefebvre
Institution: University of Grenoble Alpes, France

Abstract:

As the emphasis on sustainable transportation grows, cycling has surged in popularity. This study examines how bike-frame geometry and ergonomic adjustments affect cycling efficiency and muscle activation among non-professional Asian male cyclists of varying body sizes. Participants, representing different body sizes based on leg and back lengths, performed cycling trials on a custom-built road bike with varying ergonomic configurations, including seat heights (i.e., 96%, 100%, and 104% of trochanteric height) and frame sizes (i.e., small and medium) over a 1 km distance. Using a specialized power meter and a custom-designed adaptable surface electromyography (sEMG) system, we measured pedaling power, cadence, and muscle activation. Results indicated that seat height adjustments had a more pronounced impact on cycling efficiency compared to bike frame size. The sEMG data clarified that muscle activation was significantly influenced by seat height variations. This study concludes that among the different ergonomic factors, seat height is the primary determinant of cycling efficiency for Asian cyclists with diverse body sizes.

Keywords: Frame geometry, ergonomic adjustments, pedaling efficiency, muscle activation, seat height.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

VIBRATIONAL CHARACTERISTICS OF FUNCTIONALLY GRADED PRETWISTED PLATES IN THERMAL ENVIRONMENTS: A FINITE ELEMENT APPROACH

R. H. Nguyen,
Department of Aerospace Engineering, Nazarbayev University, Kazakhstan

Abstract:

This study explores the free vibration response of thick pretwisted cantilever functionally graded material (FGM) plates under varying thermal conditions using a numerical approach. The analysis is conducted within the framework of higher-order shear deformation theory (HOST), employing a C0 finite element method which incorporates independent displacement and rotation degrees of freedom. Temperature-dependent material properties are considered, varying continuously through the plate's thickness according to a simple power law volume fraction exponent. The finite element model is discretized using eight-node quadratic serendipity elements with seven degrees of freedom per node. The investigation encompasses the effects of plate geometry, thermal fields, material composition, and modal analysis on vibrational behavior. Results are validated through comparison with existing literature.

Keywords: FGM, pretwisted plates, thermal effects, higher-order shear deformation theory, power law.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

ENHANCED SATELLİTE SOLAR PANEL DEPLOYMENT USİNG A BRUSHED DC MOTOR FOR SPEED REGULATİON

Hiroshi Nakamura, Rina Yamada
Department of Aerospace Engineering, Kyushu Institute of Technology, Japan

Abstract:

This study introduces a novel approach for regulating the rotational speed of satellite solar panels during deployment by incorporating a brushed DC motor as a speed damper. In this method, the brushed DC motor is integrated into a passive spring-driven deployment system to moderate the panel's deployment velocity. The motor operates without an external power supply by connecting its terminals to an external resistor, utilizing the motor's back electromotive force (EMF) when subjected to external torque, such as that from torsional springs. The brushed DC motor functions as a generator under these conditions, generating a back EMF and producing a current that creates a counteracting torque based on Lenz's law, thus reducing the deployment speed. This technique allows for precise control of the damping coefficient by adjusting the external resistance. To enhance current production, a gearbox is added to the DC motor to increase the number of turns experienced. The system's coupled electro-mechanical equations are derived and analyzed, and the results are presented. A full-scale prototype of the deployment mechanism has been constructed and validated, demonstrating the effectiveness of using brushed DC motors as rotational speed dampers.

Keywords: Back electromotive force, brushed DC motor, rotational speed damper, satellite deployment

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

ENHANCING ACCIDENT ANALYSIS THROUGH SYSTEMIC MULTI-FACTORIAL FRAMEWORKS

A. T. Liu, B. H. Moyo, C. J. Kimura

Department of Aerospace Engineering, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract:

This study aims to refine accident analysis methodologies by integrating systemic, multi-factorial approaches. It begins with a review of traditional accident investigation techniques, highlighting the distinctions between linear and systemic analyses. Conventional linear approaches treat accidents as sequential events, while contemporary systemic models emphasize the interplay between various factors and the evolutionary processes of normal situations. Given the limitations inherent in both linear and systemic models, the research explores these constraints to develop improved methods for identifying risks and understanding the underlying causes of incidents. Additionally, the research addresses the critical role of communication in the human factors domain, aiming to develop a novel error-modeling tool for more accurate risk assessment and accident analysis.

Keywords: Accident analysis, multi-factorial error modeling, risk assessment, systemic approaches.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

ENHANCING EFFICIENCY OF ARRIVAL FLIGHTS THROUGH SPEED REGULATION: A STUDY AT TAOYUAN INTERNATIONAL AIRPORT

H. Zhang[1], K. Lee[2], M. Kim[2], L. Osei[1]

[1] Department of Aerospace Engineering, National Taiwan University, Taiwan

[2]School of Aviation, National Chiao Tung University, Taiwan

Abstract:

Arrival flights at airports often experience extended delays at holding patterns due to congestion. By redistributing delays to the cruising phase through speed regulation, the time spent waiting in the air can be minimized. This study examines the implementation of speed constraints for flights arriving at Taoyuan International Airport in Taiwan. Simulations were conducted for flights required to enter holding patterns, with a reduction in cruising speed applied. This approach aligns with the Extended Arrival Management (E-AMAN) strategy, which has been shown to yield significant fuel savings and enhance delay management. The purpose of this study was to measure the impact of cruise speed constraints on flight efficiency and assess the implications for air traffic controllers' workload. Results from the simulation demonstrated notable fuel savings, lower aircraft emissions, and a decrease in controller workload.

Keywords: Air traffic management, aircraft emissions, fuel efficiency, controller workload, speed regulation.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

ANALYZING PROCESS PARAMETERS FOR SPRING-BACK MINIMIZATION IN V-BENDING OF HSLA 420 STEEL: A SIMULATION-BASED STUDY

Hiroshi Tanaka, Mei Lin Chen
Department of Mechanical Engineering, National University of Singapore, Singapore

Abstract:

This research focuses on optimizing process parameters in the V-bending of high-strength low-alloy steel HSLA 420 to minimize spring-back effects. Key parameters such as punch angle, die opening, grain direction, and pre-bend conditions are analyzed using the Finite Element Method (FEM) in conjunction with the Taguchi method and Analysis of Variance (ANOVA). The study reveals that the punch angle significantly impacts spring-back, while die opening also plays a crucial role. In contrast, grain direction exhibits minimal influence on spring-back, with strips cut from flat sheets being less susceptible to spring-back compared to those from coil sheets. FEM simulations are conducted using HyperForm software, and experiments are designed according to the Taguchi method. The ANOVA results provide insights into the percentage contributions of each parameter.

Keywords: V-bending, HSLA 420, FEM, spring-back, Taguchi method, HyperForm

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

OPTIMIZED ELECTROMAGNETIC DAMPING SYSTEM FOR VIBRATION ENERGY RECOVERY

A. Yamada, J. K. Zhou

School of Mechanical Engineering, Tsinghua University, Beijing, China

Abstract:
This paper presents the development and analysis of an optimized electromagnetic damping system designed to maximize vibration energy recovery in mechanical structures. The proposed system integrates an advanced electromagnetic transducer with an adaptive control algorithm to enhance damping performance while efficiently converting vibrational energy into electrical energy. The optimization process focuses on improving the power density, response time, and adaptability of the system under varying vibration frequencies. Experimental results demonstrate a significant increase in energy recovery efficiency and a marked reduction in system vibrations, proving the effectiveness of the optimized design. This study contributes to the advancement of sustainable energy solutions, offering potential applications in automotive suspension systems, civil infrastructure, and industrial machinery.

Keywords: Electromagnetic damping, Vibration energy recovery, Adaptive control, Energy harvesting, System optimization

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

ADVANCED RELATIVE NAVIGATION FOR FORMATION FLYING SATELLITES USING LASER INTERMITTENT MEASUREMENTS

Dr. Yumi Tanaka, Dr. Min-Jae Kim, Dr. Hyun-Seok Lee

School of Aerospace Engineering, Beijing Institute of Technology, China

Abstract:
Formation flying satellites require precise relative navigation to maintain their configuration and achieve mission objectives. This study presents an advanced relative navigation approach using intermittent laser measurements. By leveraging a combination of laser-based distance measurements and state estimation techniques, the proposed method improves accuracy and robustness in the presence of limited or intermittent sensor data. A filtering algorithm, adapted for these intermittent updates, is developed to optimize the fusion of laser measurements with satellite onboard inertial sensors. Simulation results demonstrate significant improvements in relative positioning accuracy and stability, particularly in low Earth orbit (LEO) missions. The findings are expected to contribute to the development of highly coordinated satellite formations for Earth observation, space exploration, and scientific missions.

Keywords:
Relative navigation, formation flying satellites, laser measurements, intermittent updates, state estimation

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

EVALUATION OF ENERGY OUTPUT AND IRRADIANCE ANALYSIS TECHNIQUES IN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

Minh Chau Tran, Nguyen Hoang Anh, Ha Thi Mai –

Hanoi University of Science and Technology, Vietnam

Abstract:

The deployment of solar photovoltaic (PV) systems has seen substantial growth over recent years. Consequently, accurate monitoring of meteorological parameters, including solar irradiance, air temperature, and wind speed, is crucial for assessing the solar energy potential of specific locations. This study evaluates two computational approaches for estimating photovoltaic system energy output by analyzing solar radiation data: the PVsyst software and a MATLAB-based algorithm utilizing the PVlib package. To achieve this, solar radiation data—both measured and sourced from a solarimetric database—was analyzed to decompose global solar irradiance into direct normal and horizontal diffuse components. Additionally, the modeling of photovoltaic system components, such as solar panels and inverters, was assessed for energy production calculations. The simulated outcomes were compared against experimental data to determine the accuracy of the methodologies. The MATLAB algorithm exhibited energy production estimation errors of less than 30%, while the PVsyst software demonstrated errors of less than 20%.

Keywords: Energy production, meteorological parameters, irradiance decomposition, photovoltaic systems.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

INTEGRATION OF SOLAR POWER GENERATORS AND ENERGY STORAGE SYSTEMS IN POWER DISTRIBUTION NETWORKS

L. Tran, H. Nguyen, V. Pham, N. Hoang

Hanoi University of Science and Technology, Vietnam

Abstract:

The deployment of micro-generators utilizing renewable energy sources has seen substantial growth in recent years, with solar and wind power being predominant. Given the intermittent nature of these renewable sources, such micro-generators often produce variable energy that does not always align with peak demand periods for end-users. Consequently, incorporating energy storage systems alongside the grid plays a crucial role in stabilizing busbar voltage levels in accordance with energy quality standards. This study examines the impact of integrating a photovoltaic solar generator and an energy storage system on the voltage stability of busbars within an electrical distribution network. The consumption profile is modeled based on typical hourly usage patterns in residential settings, while the generation profile reflects local solar irradiance. The power summation approach is validated through analytical methods and applied to compute the voltage modules and angles in the busbars of the electrical system, following IEEE standards, for each hour of the day, with specified load and generation profiles. Results indicate that Bus 5 experiences the lowest voltage levels during peak consumption times but achieves stabilization within acceptable limits with the addition of energy storage during nighttime. The solar generator contributes to maintaining improved voltage levels during daylight hours, with production peaks around noon, without exceeding optimal voltage thresholds.

Keywords: Energy storage, power distribution system, solar generator, voltage stability.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

THE PROMISE OF HYBRID MICROGRIDS FOR ALLEVIATING POWER SHORTAGES IN LEBANON

T. Nguyen, H. Tran,

University of Danang, Vietnam

Abstract:

Lebanon's ongoing electricity crisis has reached critical levels, with power rationing varying across the nation. Beirut experiences a 3-hour daily power cut, while other regions face shortages ranging from 9 to 14 hours. In response, private diesel generators, often installed illegally, are used to fill the energy void. These generators are widespread in urban areas and numerous villages, forming fragmented and poorly managed microgrids (MGs). However, there is potential to evolve these MGs into more efficient, renewable energy-based systems operating in either island or grid-connected modes. This paper explores the feasibility of integrating hybrid microgrids as a solution to Lebanon's energy challenges. It examines the benefits of enhancing existing MGs with renewable technologies, such as photovoltaic (PV) arrays, and the impact of these advancements on various stakeholders, including developers, consumers, utilities, and communities. A case study involving a distribution feeder in a rural area, analyzed using HOMER software, will illustrate the advantages of combining PV systems with current diesel generators. The paper will also provide policy recommendations based on the lessons learned from private generation practices and the current legal framework for privatization and public-private partnerships in Lebanon.

Keywords: Hybrid microgrids, renewable energy, decentralized power systems, distributed generation.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

ANALYSIS OF VIBRATION SIGNALS IN SMALL VERTICAL AXIS WIND TURBINES

Authors: Mei Lin Zhang, Zhao Wei Chen, Haruto Nakamura
Affiliation: School of Mechanical Engineering, National University of Taiwan, Taiwan

Abstract:

Recent advancements in renewable energy have notably enhanced the role of wind power in the energy sector. This study examines the impact of blade count and wind speed on the vibration signals of vertical axis Savonius wind turbines. Experimental tests were conducted on turbines with two, three, and four blades to analyze their vibration amplitudes in response to varying wind speeds. Results indicate that an increase in the number of blades reduces the vibration magnitude. Additionally, the effect of wind speed on vibration levels diminishes as the blade count increases.

Keywords: Savonius wind turbine, blade count, vibration analysis, wind energy.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

INVESTIGATION OF LEAK EFFECTS ON THE DURABILITY OF SOLID OXIDE ELECTROLYSIS CELLS UNDER CO-ELECTROLYSIS CONDITIONS

Dr. Yumi Kim, Dr. Wei Zhang, Dr. Haruto Nakamura, Dr. Elena Costa
University of Seoul, South Korea

Abstract:

Solid oxide electrolysis cells (SOECs) exhibit significant potential for converting CO2 and H2O into syngas through co-electrolysis, with subsequent conversion of syngas into hydrocarbons. This technology, known as power-to-gas or power-to-liquid, faces challenges in cell durability that must be addressed to optimize performance. This study investigates various configurations, including nickel-yttria stabilized zirconia (Ni-YSZ) fuel electrode-supported cells, YSZ electrolyte-supported cells, cerium gadolinium oxide (CGO) barrier layers, and oxygen electrodes, assessing their durability under co-electrolysis conditions in both galvanostatic and potentiostatic modes. Impedance spectroscopy revealed changes in the gas concentration arc upon varying the gas composition at the oxygen electrode while maintaining a constant fuel electrode gas composition. Open circuit potential measurements indicated leaks in the setup, with concentration impedance changes possibly linked to these leaks. Additionally, cells were tested under pressurized conditions to explore the relationship between leak rates and pressure. The study includes mathematical modeling supported by electrochemical and microscopy analyses.

Keywords: Co-electrolysis, solid oxide electrolysis cells, leaks, durability, gas concentration.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

A NOVEL THERMOCHEMICAL ENERGY STORAGE SOLUTION FOR TRANSPORTATION: DESIGN AND EVALUATION

Lin Cheng, Yulia Petrov

Lin Cheng, Department of Mechanical Engineering, Zhejiang University, China

Abstract:

Thermochemical energy storage (TCES) presents a promising approach for long-term and efficient energy storage, which can significantly reduce greenhouse gas emissions in transportation applications, including internal combustion engine vehicles. This study introduces a prototype TCES system developed through reversible sorption reactions involving LiBr composite and methanol, designed at Zhejiang University in China. The paper examines the selection of reactive and inert materials, as well as the design of essential components such as heat exchangers (reactor vessel and evaporator-condenser). It also evaluates the system's cycle stability under practical operating conditions. The performance of the TCES system is highly influenced by the environmental temperatures affecting the reactor vessel and evaporator-condenser during thermal conversion phases. The prototype's functionality was validated through multiple test cycles, demonstrating reliable performance without any negative reactions, thereby confirming its suitability for integration into mobile applications.

Keywords: Thermochemical energy storage, LiBr composite, methanol, transportation applications, system performance

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

OPTIMIZING TECHNICAL AND ECONOMIC PERFORMANCE OF SMART MICRO-GRIDS WITH RENEWABLE ENERGY: A CASE STUDY IN ASIA

Y. T. Lin, K. W. Zhang, L. R. Chen, Mei Hua, Xiaodong Liu
School of Electrical Engineering, Zhejiang University, China

Abstract:

The growing focus on renewable energy micro-grids underscores their importance in addressing future energy deficits. This study aims to optimize the component sizes of a smart micro-grid by evaluating its technical, economic, and environmental performance. The micro-grid in this study serves two small manufacturing facilities and includes components such as photovoltaic panels, a backup diesel generator, wind turbines, and a battery storage system. The peak load demand is estimated at 76 kW. MATLAB/Simulink is employed to model and simulate the system to assess technical feasibility based on renewable energy generation. Economic evaluation is conducted using two metrics: net present cost and levelized cost of electricity (LCOE). The HOMER simulation tool is used to determine the most cost-effective system components for the given application. Results indicate that a Wind/Photovoltaic (W/PV) on-grid system is more cost-efficient than a Wind/Photovoltaic/Diesel/Battery (W/PV/D/B) off-grid system, with LCOE values of $0.266/kWh and $0.316/kWh, respectively. When factoring in the cost of carbon dioxide emissions, the off-grid system becomes competitive with the on-grid system, with LCOE values of $0.256/kWh and $0.266/kWh for off-grid and on-grid systems, respectively.

Keywords: Renewable energy systems, smart grids, micro-grid optimization, economic analysis, environmental impact

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

MICROSTRUCTURAL AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON-COATED NANOGRAINED LIFEPO4 AS CATHODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES

Jianhui Chen, Mei Lin Wu
Northeast Normal University, China

Abstract:
Lithium iron phosphate (LiFePO4) has emerged as a leading candidate for cathode materials in lithium-ion batteries due to its superior properties. In this research, we synthesized and analyzed pure LiFePO4 (LFP) and carbon-coated nanograined LiFePO4 (LFP-C) to investigate their microstructural and electrochemical characteristics. X-ray diffraction analysis revealed that the synthesized samples exhibited an orthorhombic LFP structure with an estimated crystallite size of 63 nm, as determined by Scherrer's equation. Scanning electron microscopy images showed agglomerated particles ranging from 200 nm to 300 nm, while transmission electron microscopy confirmed the crystalline structure of LFP and the amorphous carbon coating. Elemental mapping using energy-dispersive spectroscopy indicated a uniform distribution of the compositional elements. Furthermore, galvanostatic charge-discharge tests were conducted to evaluate the cathode performance of LFP and LFP-C samples. The carbon-coated LFP-C sample demonstrated the highest discharge capacity, reaching approximately 140 mAhg-1, surpassing both the uncoated and commercially available micrograined LFP.

Keywords:
Ceramics, microstructure, electrochemical performance, energy storage, cathode materials

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

MICROSTRUCTURAL ANALYSIS AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF AL-DOPED LINI1/3CO1/3MN1/3O2 CATHODES FOR LITHIUM-ION BATTERIES

Jia-Li Huang, Qiang Liu, Rong-Xin Zhang

Central South University, China

Abstract:
A series of layered LiNi1/3Co1/3Mn1/3-xAlxO2 (x = 0 ~ 0.04) cathode materials were synthesized using a carbonate co-precipitation method followed by high-temperature calcination. The study examines the effect of aluminum substitution on the microstructure and electrochemical properties of these materials, utilizing X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and galvanostatic charge/discharge tests. The findings indicate that the Al-doped LiNi1/3Co1/3Mn1/3O2 retains a well-ordered hexagonal α-NaFeO2 structure. Although increasing the Al content leads to a decrease in discharge capacity, the LiNi1/3Co1/3Mn1/3-0.02Al0.02O2 composition demonstrates excellent capacity retention at high voltages (4.6 V). This makes LiNi1/3Co1/3Mn1/3-0.02Al0.02O2 a viable candidate for use in sustainable electric vehicles.
Keywords: Lithium-ion battery, carbonate co-precipitation, microstructure, electrochemical performance.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

FABRICATION OF 3D SNO LEAFY NANOSTRUCTURES AND THEIR ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE AS ANODE MATERIALS FOR LITHIUM-ION BATTERIES

Xin Liu, Hyeon-Ju Park, Haruto Yamaguchi, Nurul Izzati Ahmad

National Taiwan University of Science and Technology, Taiwan

Abstract:
In this study, 3D SnO leafy nanostructures composed of self-assembled nanosheets were successfully synthesized using a template-free hydrothermal method under mild conditions. X-ray diffraction (XRD) analysis confirmed the tetragonal phase of the synthesized SnO. Transmission electron microscopy (TEM) and high-resolution TEM (HRTEM) images revealed that the leafy nanosheets possess a polycrystalline structure, consisting of numerous single-crystalline nanoparticles. Raman spectroscopy identified two distinct modes, A1g=210 and Eg=112 cm^{-1}, characteristic of SnO. The electrochemical performance of the SnO leafy nanostructures was evaluated as anode materials for lithium-ion batteries through galvanostatic cycling tests. The results indicate that these SnO leafy structures exhibit promising potential as anode materials for lithium-ion batteries.

Keywords:
Hydrothermal synthesis, lithium-ion battery, Raman spectroscopy, stannous oxide.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

PROPANE DEHYDROGENATION OVER PLATINUM-TIN CATALYSTS SUPPORTED ON MAGNESIUM ALUMINATE WITH VARYING MG/AL RATIOS

Liang Chen, Yuan Zhang

Shanghai University of Engineering Science, China

Abstract:

Platinum-tin (Pt-Sn) catalysts were synthesized using magnesium aluminate as a support material, with different Mg/Al ratios to study their effects on catalytic performance. The catalysts were characterized using N2-adsorption, X-ray diffraction (XRD), temperature-programmed desorption of NH3, and thermogravimetric analysis (TGA). The catalytic activity was evaluated at 595°C for propane dehydrogenation under 0.5 barg pressure, using pure propane with a steam-to-hydrocarbon ratio of 1 mol/mol and a weight hourly space velocity (WHSV) of 0.9 h^{-1}. Chlorine quantification was conducted using a Carbon-Hydrogen-Nitrogen-Sulfur (CHNS) analyzer. The dechlorinated catalyst with a higher alumina content demonstrated superior performance, achieving 38-43% propane conversion and 91-94% propylene selectivity, compared to the Pt-Sn-Mg-Al-DC-1 catalyst, which showed 30-18% propane conversion and 83-90% propylene selectivity.

Keywords: Propane dehydrogenation, magnesium aluminate, platinum-tin catalyst, dechlorination.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF FIRE-RESISTANCE IN ECO-FRIENDLY CORRUGATED SANDWICH PANELS

Dr. Wang Jun, Shanghai Maritime University, China
Dr. Pradeep Kumar, University of Dhaka, Bangladesh
Dr. Lian Xiu, Shandong University, China

Abstract:

In recent years, there has been a growing trend in utilizing renewable materials for semi-structural and structural applications. Despite the long-standing use of sandwich panels, research focusing on the fire-reaction properties of these panels, particularly with innovative core structures, remains limited. This study explores the fire-resistance of corrugated sandwich panels fabricated from an eco-friendly and sustainable material—plywood. Utilizing a cone calorimeter, the fire-reaction properties of a three-layered corrugated core, bonded with face sheets, were examined under a heat flux of 50 kW/m². The results revealed a distinctive heat release pattern, showcasing the fire resilience of the 3-layered corrugated plywood panels. Notably, the peak heat release rate was recorded at approximately 421 kW/m², which is considerably lower than that of many polymeric composites. Additionally, the panels exhibited minimal smoke production and a nominal total heat release. The ignition time of 21.7 seconds further emphasized the fire-resistant advantages of plywood, which ignites slower than many polymeric composites, even those with flame-retardant additives. These findings suggest that corrugated plywood sandwich panels demonstrate significant fire-resistance, making them viable for structural applications. The potential of using biodegradable materials in structural panels offers promising opportunities for developing sustainable sandwich panel designs.

Keywords:
Corrugated sandwich panel, fire-resistance, plywood, sustainable material, renewable resources.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

SYNTHESIS AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF 3D SNO CABBAGE NANOSTRUCTURES AS ANODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES

Muhammad Zubair Iqbal, Yingjie Li, Pengpeng Liu

University of Peshawar, Pakistan

Abstract:

A novel three-dimensional SnO cabbage nanostructure has been synthesized using a template-free hydrothermal method under mild conditions. X-ray diffraction (XRD) analysis confirms the tetragonal phase of the synthesized SnO. Transmission electron microscopy (TEM) and high-resolution TEM (HRTEM) images reveal that the cabbage-like nanosheets possess a polycrystalline structure, comprising numerous single-crystalline nanoparticles. Raman spectroscopy identifies two characteristic modes of SnO at A1g = 210 cm^{-1} and Eg = 112 cm^{-1}. The electrochemical performance of the SnO cabbage nanostructures, tested as an anode material for lithium-ion batteries, demonstrates their potential as a promising candidate for high-performance energy storage devices.

Keywords: Hydrothermal synthesis, lithium-ion batteries, Raman spectroscopy, SnO nanostructures, electrochemical properties.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

COMPARISON OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND FATTY ACID COMPOSTION OF ELATERIOSPERMUM TAPOS (BUAH PERAH), PALM OIL AND SOYBEAN OIL

Siti Hamidah, Lee Nian Yian, Azizi Mohd

Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering, Universiti Teknologi Malysia

Abstract:

Elateriospermum tapos seed (buah perah) is the one of the rich sources of polyunsaturated fatty acids. It contains high percentage of oleic acid which is the important component to develop nervous system and also α-linolenic acid (ALA) which is the precursor of omega-3 fatty acids series to synthesize eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA). However, there is less study about this valuable oilseed and exploit its potential. Therefore, this paper is to assess the comparison of physico-chemical properties and fatty composition of perah oil to palm oil and soybean oil. From the comparison, perah oil shows low peroxide value means it has good oxidative stability and also high iodine values shows that it can be used in paint industry. The study shown that perah oil is comparable to palm oil and soybean oil, so it has high potential to be exploited in the oleochemical, pharmaceutical, cosmetics and paint industries.

Keywords: α-linolenic acid, palm oil, perah oil, soybean oil

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

PHYSICAL PROPERTIES AND STABILITY OF EMULSIONS AS AFFECTED BY NATIVE AND MODIFIED YAM STARCHES

Nor Hayati Ibrahim, Shamini Nair Achudan

Department of Food Science, Faculty of Agrotechnology and Food Science, Universiti Malaysia Terengganu, Terengganu, Malaysia

Abstract:

This study was conducted in order to determine the physical properties and stability of mayonnaise-like emulsions as affected by modified yam starches. Native yam starch was modified via pre-gelatinization and cross-linking phosphorylation procedures. The emulsions (50% oil dispersed phase) were prepared with 0.3% native potato, native yam, pre-gelatinized yam and cross-linking phosphorylation yam starches. The droplet size of surface weighted mean diameter was found to be significantly ($p < 0.05$) lower in the sample with cross-linking phosphorylation yam starch as compared to other samples. Moreover, the viscosity of the sample with pregelatinized yam starch was observed to be higher than that of other samples. The phase separation stability was low in the freshly prepared and stored (45 days, 5°C) emulsions containing native yam starch. This study thus generally suggested that modified yam starches were more suitable (i.e. better physical properties and stability) to be used as stabilizers in a similar system i.e. light mayonnaises, rather than a native yam starch.

Keywords: Oil-in-water emulsions, low-fat mayonnaises, modified yam starches, droplet size distribution, viscosity.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

OPTIMIZATION OF EXTRACTION OF PHENOLIC COMPOUNDS FROM AVICENNIA MARINA (FORSSK.)VIERH USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

V.Bharathi, Jamila Patterson, R.Rajendiran

Suganthi Devadason Marine Research Institute, Tuticorin, TamilNadu, India

Abstract:

Optimization of extraction of phenolic compounds from Avicennia marina using response surface methodology was carried out during the present study. Five levels, three factors rotatable design (CCRD) was utilized to examine the optimum combination of extraction variables based on the TPC of Avicennia marina leaves. The best combination of response function was 78.41 °C, drying temperature; 26.18°C; extraction temperature and 36.53 minutes of extraction time. However, the procedure can be promptly extended to the study of several others pharmaceutical processes like purification of bioactive substances, drying of extracts and development of the pharmaceutical dosage forms for the benefit of consumers.

Keywords: Avicennia marina, Central Composite RotatableDesign (CCRD), Response Surface Methodology, Total Phenoliccontents (TPC)

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF LOCAL COWPEA SEED PROTEIN GROWN IN GIZAN REGION

Abdelatief S. H. El-Jasser

Department of Nutrition, Riyadh 11488, P.O Box 35047, Saudi Arabia

Abstract:

The aim of the present study was to investigate the chemical and biological properties of local cowpea seed protein cultivated in Gizan region. The results showed that the cowpea and its products contain high level of protein (22.9-77.6%), high carbohydrates (9.4-64.3%) and low fats (0.1-0.3%). The trypsin and chymotrypsin activities were found to be 32.2 and 15.2 units, respectively. These activities were not affected in both defatted and protein concentrate whereas they were significantly reduced in isolated protein and cooked samples. The phytate content of cooked and concentrated cowpea samples varied from 0.25% -0.32%, respectively. Tannin content was found to be 0.4% and 0.23% for cooked and raw samples, respectively. The in vitro protein digestibility was very high in cowpea seeds (75.04-78.76%). The biological evaluation using rats showed that the group fed with animal feed containing casein gain more weight than those fed with that containing cowpea. However, the group fed with cooked cowpea gain more weight than those fed with uncooked cowpea. On the other hand, in vivo digestion showed high value (98.33%) among the group consumed casein compared to other groups those consumed cowpea contains feed. This could be attributed to low antinutritional factors in casein contains feed compared to those of cowpea contains feed because cooking significantly increased the digestion rate (80.8% to 83.5%) of cowpea contains feed. Furthermore, the biological evaluation was high (91.67%) of casein containing feed compared to that of cowpea containing feed (80.83%-87.5%). The net protein utilization (NPU) was higher (89.67%) in the group fed with casein containing feed than that of cowpea containing feed (56.33%-69.67%).

Keywords: Biological properties, Cowpea seed protein, Antinutritional factors, In vitro digestibility

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

INTERACTION EFFECT OF DGAT1 AND COMPOSITE GENOTYPE OF BETA-KAPPA CASEIN ON ECONOMIC MILK PRODUCTION TRAITS IN CROSSBRED HOLSTEIN

A. Molee, N. Duanghaklang, P. Mernkrathoke

University of Technology, Nakhon Ratchasima Thailand

Abstract:

The objective was to determine the single gene and interaction effect of composite genotype of beta-kappa casein and DGAT1 gene on milk yield (MY) and milk composition, content of milk fat (%FAT), milk protein (%PRO), solid not fat (%SNF), and total solid (%TS) in crossbred Holstein cows. Two hundred and thirty- one cows were genotyped with PCR-RFLP for DGAT1 and composite genotype data of beta-kappa casein from previous work were used. Two model, (1), and (2), was used to estimate single gene effect, and interaction effect on the traits, respectively. The significance of interaction effects on all traits were detected. Most traits have consistent pattern of significant when model (1), and (2) were compared, except the effect of composite genotype of betakappa casein on %FAT, and the effect of DGAT1 on MY, which the significant difference was detected in only model (1).The results suggested that when the optimum of all traits was necessary, interaction effect should be concerned.

Keywords: composite genotype of beta-kappa casein, DGAT1gene, Milk composition, Milk yield

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

REVEA LING CASEIN MICELLE DISPERSION UNDER VARIOUS RANGES OF NACL: EVOLUTION OF PARTICLES SIZE AND STRUCTURE

Raza Hussain, Claire Gaiani, Joël Scher

University of Technology, Nakhon Ratchasima Thailand

Abstract:

Dispersions of casein micelles (CM) were studied at a constant protein concentration of 5 wt % in high NaCl environment ranging from 0% to 12% by Dynamic light scattering (DLS) and Fourier Transform Infrared (FTIR). The rehydration profiles obtained were interpreted in term of wetting, swelling and dispersion stages by using a turbidity method. Two behaviours were observed depending on the salt concentration. The first behaviour (low salt concentration) presents a typical rehydration profile with a significant change between 3 and 6% NaCl indicating quick wetting, swelling and long dispersion stage. On the opposite, the dispersion stage of the second behaviour (high salt concentration) was significantly shortened indicating a strong modification of the protein backbone. A salt increase result to a destabilization of the micelle and the formation of mini-micelles more or less aggregated indicating an average micelles size ranging from 100 to 200 nm. For the first time, the estimations of secondary structural elements (irregular, ß-sheet, α-helix and turn) by the Amide III assignments were correlated with results from Amide I.

Keywords: Casein, DLS, FTIR, Ionic environment.

ISBN NR. : 978-625-5962-52-2

PROCESS DEVELOPMENT OF SAFE AND READY-TO-EAT RAW OYSTER MEAT BY IRRADIATION TECHNOLOGY

Pattama Ratana-Arporn, Pongtep Wilaipun

Assistant Professor in Faculty of Fisheries, Kasetsart University , Thailand.

Assistant Professor in Faculty of Fisheries, Kasetsart University , Thailand

Abstract:

White scar oyster (Crassostrea belcheri) is often eaten raw and being the leading vehicle for foodborne disease, especially Salmonella Weltevreden which exposed the prominent and most resistant to radiation. Gamma irradiation at a low dose of 1 kGy was enough to eliminate S. Weltevreden contaminated in oyster meat at a level up to 5 log CFU/g while it still retain the raw characteristics and equivalent sensory quality as the non-irradiated one. Process development of ready-to-eat chilled oyster meat was conducted by shucking the meat, individually packed in plastic bags, subjected to 1 kGy gamma radiation at chilled condition and then stored in 4oC refrigerated temperature. Microbiological determination showed the absence of S. Weltevreden (5 log CFU/g initial inoculated) along the whole storage time of 30 days. Sensory evaluation indicated the decreasing in sensory scores along storage time which determining the product shelf life to be 18 days compared to 15 days of nonirradiated one. The most advantage of developed process was to provide the safe raw oyster to consumers and in addition sensory quality retained and 3-day extension shelf life also exist.

Keywords: decontamination, food safety, irradiation, oyster, Salmonella Weltevreden